ISSN – 1512 – 2344
DOI.ORG/10.36073/1512-2344

საქართველოს განათლების და მეცნიერების სამინისტრო

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ცოტნე მირცხულავას სახელობის
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი

სამეცნიერო შრომათა კრებული №75

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF GEORGIA

TSOTNE MIRTSKHULAVA WATER MANAGEMENT INSTITUTE OF GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY

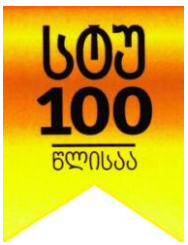
COLLECTED PAPERS №75

თბილისი – Tbilisi - 2022

ISSN – 1512 – 2344
DOI.ORG/10.36073/1512-2344

საქართველოს განათლების და მეცნიერების სამინისტრო

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ცოტნე მირცხულავას სახელობის
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი



სამეცნიერო შრომათა კრებული №75

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF GEORGIA

TSOTNE MIRTSKHULAVA WATER MANAGEMENT INSTITUTE OF GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY

COLLECTED PAPERS №75

თბილისი – Tbilisi - 2022

კრებული გამოდის 1934 წლიდან

მთავარი რედაქტორი: აკადემიკოსი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფ. გივი გავარდაშვილი
მთავარი რედაქტორის მოადგილე: ტექნ. აკად. დოქტ. ინგა ირემაშვილი

<u>სარედაქციო კოლეგია:</u>

არონე არმანინი (იტალია), აივარ აბოლტინსი (ლატვია), მარკო არჩიერი (იტალია), ბილალ აიუბი (აშშ), ალისტაირ ბორტვიკი (ინგლისი), ემილ ბოურნასკი (ბულგარეთი), რობერტ დიაკონიძე, ნატივ დუდაი (ისრაელი), პაველ ვლასაკი (ჩეხეთი), იუჯინ ვუ (ჩინეთი), ტელმან ზეინალოვი (აზერბაიჯანი), დიმიტრი ზნამენსკი (ბრაზილია), ინა ზივატკაუსკინე (ლიეტუვა), მიახაილო იაციუკი (უკრაინა), ფარდა იმანოვი (აზერბაიჯანი), ირინა იორდანიშვილი, მარიანა კასინეცი (უკრაინა), კო-ფეი ლიუ (ტაივანი), ლორენც კინგი (გერმანია), პეტრე კოვალენკო (უკრაინა), შორენა კუპრეიშვილი, ვილიბალდ ლოისკანდი (ავსტრია), ჯონ მეიჯერი (აშშ), მაჩი მეიჯერი (პოლონეთი), მარინა მღებრიშვილი (პასუხისმგებელი მდივანი), არვიდას პოვილაიტისი (ლიეტუვა), კადირ სეიჰანი (თურქეთი), ერჟი სობოტა (პოლონეთი), ირმა სპუდიტე (ლიეტუვა), ჰიროში სუვა (იაპონია), ოვანეს ტოკმაჯიანი (სომხეთი), მატი ტონისმაე (ესტონეთი), მიხაილ ჯაბოედოფი (შვეიცარია), ერჟი ჯეზნახი (პოლონეთი), რინალდო ჯენევოისი (იტალია), ლუბოს ჯურიკი (სლოვაკეთი), ლასლო ჰაიდე (ნიდერლანდები), დუგლას ჰამილტონი (კანადა).

The collection is published since 1934

Chief Editor: Academician, Prof., Givi Gavardashvili
Deputy of chief editor: PhD, Inga Iremashvili

<u>EDITORIAL BOARD</u>:

Aboltins A. (Latvia), Armanini A. (Italy), Arcieri M. (Italy), Ayyub B. (USA), Borthwick A. (United Kingdom), Bournaski E. (Bulgaria), Diakonidze R., Dudai N. (Israel), Genevois R. (Italy), Hamilton D. (Canada), Hayde L. (The Netherlands), Imanov F. (Azerbaijan), Iordanishvili I., Povilaitis A. (Lithuania), Jaboyedoff M. (Switzerland), Kasinets M. (Ukraine), King L. (Germany), Kovalenko P. (Ukraine), Kupreishvili Sh., Jeznach J. (Poland), Jurik L. (Slovakia), Liu K. (Taiwan), Loiskandl W. (Austria), Major J. (USA), Mgebrishvili M. (Responsible Secretary), Yatsiuk M. (Ukraine), Seyhan K. (Turkey), Sobota J. (Poland), Spudyte I. (Lithuania), Suwa H. (Japan), Tokmajyan H. (Armenia), Tonismae M. (Estonia), Vlasak P. (Czech Republic), Wu Y. (China), Zeynalov T. (Azerbaijan), Znamensky D. (Brazil), Zivatkauskiene I. (Lithuania).

ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60ბ,
0179, თბილისი, საქართველო
სტუ-ს ცოტნე მირცხულავას სახელობის
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
ტელ.: (99532) 2-227-200, 2-224-094
ფაქსი: (99532) 2-227-300
ელ-ფოსტა: gwmi1929@gmail.com
ვებ-გვერდი: http://wmi.ge

I. Chavchavadze ave. 60ᵇ,
0179, Tbilisi, Georgia
Ts. Mirtskhulava Water
Management Institute of GTU
Tel.: (99532) 2-227-200, 2-224-094
Fax: (99532) 2-227-300
E-mail: gwmi1929@gmail.com
Website: http://wmi.ge

ტირაჟი 200

©
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ცოტნე მირცხულავას სახელობის
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი, 2022

ს ა რ ჩ ე ვ ი

გვ.

მილოცვა - საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი 100 წლისაა (ქართულ ენაზე)..... 9

მილოცვა - საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი 100 წლისაა (ინგლისურ ენაზე) 11

1. **აბდულაევი ი., ასადოვი ს., ჰასანალიევი ა.** კასპიის ზღვაში დამაბინძურებლების გავრცელების მათემატიკური მოდელირება (აზერბაიჯანი)..... 13
2. **აბდულაევი პ., აბდულაევა ხ., ისმაილოვი ჯ.** აზერბაიჯანის რესპუბლიკის წყალმომარაგების ბალანსის მართვა (აზერბაიჯანი)..... 16
3. **ალიევა ნ.** სპორტული ობიექტების ფორმირებისა და განვითარების საკითხები აზერბაიჯანის რესპუბლიკის ქალაქებში (აზერბაიჯანი)..... 21
4. **არჩიერი მ.** გვალვის პროგნოზირება სამხრეთ იტალიაში ENSO-ს დაკვირვებების საშუალებით (იტალია)..... 24
5. **ბაბაიანი ბ., მელკუმიანი მ., სოღომონიანი ტ., ნერსისიანი გ., მიქაელიანი ა.** ბუნებრივ მასალებზე დაფუძნებული, ეკოლოგიურად უსაფრთხო, ახალი კვებითი დანამატების შემუშავება თევზსაშენი მეურნეობებისათვის (სომხეთი)..... 29
6. **ბალჯიანი პ., მიქაელიანი ნ., ბალჯიანი ვ., ტოკმაჯიანი ო.** მდინარის ჩამონადენის პარამეტრების განსაზღვრა ცვალებადი მრუდებით (სომხეთი)..... 33
7. **გავარდაშვილი გ., კუხალაშვილი ე., სუპატაშვილი თ., ნატროშვილი გ., ირემაშვილი ი., ბზიავა კ., ქუფარაშვილი ი.** წყალდიდობის რისკის ზონაში მცხოვრები მოსახლეობის ქცევის წესების შეფასება ჟინვალის მიწის კაშხლის შესაძლო ავარიის დროს (საქართველო)..... 37
8. **გიგინეიშვილი ჯ., გიგინეიშვილი დ., ჯავახიშვილი გ., ჩიკვაიძე გ.** კომპლექსური რელიეფის განვითარება ქალაქ თბილისში ინოვაციური სატრანსპორტო საშუალებების საფუძველზე (საქართველო)..... 47
9. **გიგინეიშვილი ჯ., ქრისტესიაშვილი ე.** წინასწარდაძაბული ბეტონის კოჭების შექმნის ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები ბაზალტ-პლასტიკური არმატურის გამოყენების საფუძველზე (საქართველო)..... 57
10. **გრიშინი ა.** საძირკვლის ქვაბულის ფერდების გასამაგრებელი ფურცლოვანი წყობის საყრდენი კედლისა და მის გარშემო მყოფი მიწის მასების ერთობლივი სტატიკური და დინამიკური დატვირთვების მოქმედების გაანგარიშება (უკრაინა)..... 66
11. **გრიბაუსკენე ვ., ვიჩენე გ.** ბიოლოგიური დანამატები, როგორც ნიადაგების ტენიანობის დინამიკის საკვანძო ფაქტორი (ლიეტუვა)..... 72
12. **დიაკონიძე რ., ფანჩულიძე ჯ., წულუკიძე ლ., ბუტულაშვილი თ., დადიანი ქ., ნიბლაძე ნ., გლუნჩაძე მ., დიაკონიძე ბ.** წყლის მაქსიმალური და ღვარცოფული ხარჯების პროგნოზირებადი სიდიდეების ანგარიში მდინარე თელავისხევზე (საქართველო)..... 78
13. **ვართანიანი ა., ავანესიანი ე., ტოკმაჯიანი ვ., გალსტიანი ს.** რეკომენდაციები პოლიმერულ-მინერალური მასალის PMM-ის გამოყენებით ნერგების გამოყვანის ტექნოლოგიების განვითარებისათვის (სომხეთი)..... 81
14. **ვართანოვი მ., კეჩხოშვილი ე., ლორთქიფანიძე ფ.** სარწყავი წყლის ტარიფები და მათი გამოყენება საქართველოს პირობებში (საქართველო)..... 84
15. **იმანოვი ფ., ასადოვი მ.** წყლის პროფესიონალთა მომზადება აზერბაიჯანში (აზერბაიჯანი)..... 92
16. **ინაშვილი ი., ბზიავა კ., ცინაძე ზ., ბერაია ნ.** მდინარე დურუჯის აუზში (საქართველოს ჩრდილო-აღმოსავლეთი) ნიადაგის პოტენციური ეროზიის განსაზღვრა უნივერსალური განტოლების „RUSLE“-ს გამოყენებით (საქართველო)..... 95

17. **იორდანიშვილი ი., ვართანოვი მ., იორდანიშვილი კ., ბილანიშვილი ლ.** ელექტროენერგიის წარმოებისთვის საქართველოს ჰიდრორესურსების გამოყენების ეფექტურობა (საქართველო)..... **101**

18. **იორდანიშვილი კ., იორდანიშვილი ი., ხოსროშვილი ე., მღებრიშვილი მ., ქუფარაშვილი ი., კანდელაკი ნ., ბილანიშვილი ლ.** წყლის ხარისხის ფორმირება და თვითწმენდის პროცესები ჟინვალის წყალსაცავში (საქართველო)..... **108**

19. **ირემაშვილი ხ., ბერძენაშვილი გ., წივილაშვილი გ.** ღვარცოფის ტალღაჩამხშობ მოტივტივე კონსტრუქციაზე ზემოქმედების გათვლის მაგალითები და მეთოდები სამგანზომილებიანი (3D) სასაზღვრო ამოცანების რიცხვითი ამონახსენის საფუძველზე (საქართველო)..... **117**

20. **ისააკი რ., ისააკი მ.** მმართველობითი გადაწყვეტილების მიღება სარწყავი განრიგის დეფიციტისთვის (ინდოეთი)..... **121**

21. **ისბატოვი ი.** ბუნებრივი გარემო, ლანდშაფტი და რეკრეაციული ტერიტორიული ზონები აბშერონის დასახლებების სისტემაში (აზერბაიჯანი)..... **128**

22. **იტრიაშვილი ლ., ირემაშვილი ი., მსხილაძე ნ., კიღურაძე გ., ზაზაძე ლ.** დაბალი მზიდი უნარის ბრტყელ გადახურვებზე მწვანე საფარის მოწყობის გამარტივებული ტექნოლოგია (საქართველო)..... **131**

23. **კიკაბიძე მ., ფანჩულიძე ჯ.** წყლის მაქსიმალური ხარჯების გაანგარიშება ერთეულოვანი ჰიდროგრაფის მეთოდით (საქართველო)..... **137**

24. **კიკნაძე ხ.** ღვარცოფსადინარში არსებული კალაპოტური პროცესები, ნაკადის მდგრადობა და ღვარცოფის ზღვრული სიჩქარე (საქართველო)..... **143**

25. **კიღურაძე გ., უიმა ა.** ურბანული დაგეგმარება და თანამედროვე არქიტექტურის პრობლემები (საქართველო)..... **146**

26. **კუპრეიშვილი შ., სიჭინავა პ., კუპატაძე გ., ქუხილავა ქ.** ზუგდიდის მუნიციპალიტეტის დასაშრობი ზონის ნიადაგურ–მელიორაციული დარაიონება და ჰიდროტექნიკური რეკომენდაციები (საქართველო)..... **151**

27. **კუხალაშვილი ე., ბერაია ნ.** ღვარცოფთა საინჟინრო ამოცანების კერძო გადაწყვეტები (საქართველო)..... **155**

28. **ლისი ა., ლისი პ.** შიგა გარემოს ხარისხი და ხალხის შეგრძნებები ენერგეტიკულად მოდერნიზებულ სასწავლო შენობებში (პოლონეთი)..... **160**

29. **ლორთქიფანიძე ფ.** მცენარე ტოპინამბურის (Tuberosus) საველე-სამეცნიერო კვლევის შედეგები და მისი შეფასება (საქართველო)……..……..... **168**

30. **მაისაია ლ.** ნაკადის უსაფრთხო ტრანზიტი ღვარცოფული ტიპის სადინარებში (საქართველო)..... **173**

31. **მატიაში თ., შევჩუკი ს., შევჩენკო ი., კრუჩენიუკი ა.** რუსეთის ფედერაციის ჯარების მიერ ხერსონისა და ზაპოროჟიეს ოლქების ოკუპაციისას მელიორაციული ინფრასტრუქტურისა და მოსავლის განადგურების საფრთხეები (უკრაინა)..... **176**

32. **მირიმიანი ჰ., ბაბაიანი ბ., სოღომონიანი ტ., გალსტიანი ს., მარტიროსიანი ჰ., მიქაელიანი ა.** ახალი, ეკოლოგიურად უსაფრთხო მიკროსასუქის „კომპლექსი - CO“ ეფექტურობა მარცვლეულის კულტივირებისთვის (სომხეთი)..... **183**

33. **ნურიევი ა., გასიმოვა ნ.** თანამედროვე მეთოდების გამოყენებით წყალდიდობების მაქსიმალური ჩამონადენის რისკის შეფასება მდინარეების - გოიჩაისა და ტურიანჩაის მაგალითზე (აზერბაიჯანი)..... **186**

34. **ნურიევი ე., ახმედოვა ი.** აზერბაიჯანის ჩანჩქერები - როგორც ტურისტული ობიექტები (აზერბაიჯანი)..... **190**

35. **ოლშტინსკა ა., ნასედკინი იე., ივანოვა გ.** ატმოსფერული ნაკადებით დამაბინძურებელი ნივთიერებების გადატანა მსხვილი მრეწველობის ცენტრებში (უკრაინა)..... **194**

36. **ოზშეკერი კ., სეიჰანი კ., ხანი უ., ატასარალი შ., შაჰინი ა.** ჯამური შეწონილი ნატანის დალექვის დინამიკა მთავარ თევზსაჭერ პორტებში შავი ზღვის სამხრეთ ნაწილში (თურქეთი)..... **199**

37. **პავლოვიჩი ჯ., გავარდაშვილი გ.** ტბის სანაპირო ხაზის ცვლილებების დინამიკის კვლევა 3D ლაზერული სკანერით (პოლონეთი, საქართველო)..... **203**

38. **ფიფია ბ., მარდალეიშვილი მ., ციქარაშვილი გ., კიკაჩეიშვილი ნ., შოშიაშვილი თ.** ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის გაანგარიშება მდ. ცხენისწყლის მაგალითზე (საქართველო)..... **211**

39. **რზაევი ვ., სალიმლი ს.** სოფლის მეურნეობაში განხორციელებული ჰიდრომელიორაციული ღონისძიებების ანალიზი მსოფლიო გამოცდილების გათვალისწინებით (აზერბაიჯანი)..... **216**

40. **სუპატაშვილი თ., კუპრეიშვილი შ., შავლაყაძე მ., გუგუჩია მ.** მძიმე მეტალებით გამოწვეული დაბინძურების კვლევა საქართველოს ინდუსტრიულ რეგიონებში (საქართველო)..... **222**

41. **ტკაჩენკო ტ., მილეიკოვსკი ვ., უიმა ა.** მწვანე მშენებლობის პერსპექტივები უკრაინის მომავალ აღდგენაში (უკრაინა, პოლონეთი)..... **226**

42. **უტკინა კ., გარბუზი ა., კულიკი მ.** ზედაპირული წყლის ხარისხი ოლექსეევსკის წყალსაცავსა და პეტრენკოვსკის აუზში - ქ. ხარკოვი, უკრაინა (პერიოდი: 2006 – 2020) (ავსტრია, უკრაინა)..... **232**

43. **შპაკი ო., ჰავრულიუკი რ., ლოჰვინენკო ო., კურილო ო.** გარემოს დაბინძურება ნავთობპროდუქტებით დენდროლოგიურ პარკ „ალექსანდრიას“ ფარგლებში (უკრაინა)..... **237**

44. **შურღაია ვ., კეჩხოშვილი თ., ვახტანგიშვილი გ., კეკელიშვილი ლ., მოდებაძე ს.** კოლხეთის წყალგამტარი ნიადაგების წყალ-ფიზიკური თვისებების თავისებურებანი (საქართველო)..... **241**

45. **ხასაევი კ., რახიმოვა ა.** აზერბაიჯანის სარწყავი და აღდგენილი მიწების მიწისქვეშა წყლების მონიტორინგი (აზერბაიჯანი)..... **247**

46. **ხოსროშვილი ე., იტრიაშვილი ლ., ნატროშვილი გ.** ხანძარსაწინააღმდეგო ნარევები პოლიმერული მინერალური კომპოზიტის გამოყენებით (საქართველო)..... **250**

ანოტაციები (ქართულ ენაზე) **252**

ანოტაციები (ინგლისურ ენაზე) **274**

ქრონიკა (ქართულ ენაზე) **292**

ქრონიკა (ინგლისურ ენაზე) **312**

ავტორთა საძიებელი (ქართულ ენაზე) **316**

ავტორთა საძიებელი (ინგლისურ ენაზე) **317**

სამეცნიერო შრომათა კრებულში სტატიების გამოქვეყნების პირობები (ქართულ ენაზე) **318**

სამეცნიერო შრომათა კრებულში სტატიების გამოქვეყნების პირობები (ინგლისურ ენაზე) **319**

C O N T E N T S

pp.

Congratulation - Georgian Technical University 100 years (in Georgian)..... 9

Congratulation - Georgian Technical University 100 years (in English)..... 11

1. **Abdullayev I., Asadov S., Hasanaliyev A.** MATHEMATICAL MODELING OF THE SPREAD OF POLLUTANTS IN THE CASPIAN SEA (Azerbaijan)..... **13**
2. **Abdullayev P., Abdullayeva Kh., Ismayılov J.** MANAGEMENT OF WATER ECONOMY BALANCE OF THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN (Azerbaijan)..... **16**
3. **Aliyeva N.** ISSUES OF FORMATION AND DEVELOPMENT OF SPORTS FACILITIES IN THE CITIES OF THE AZERBAIJAN REPUBLIC (Azerbaijan)..... **21**
4. **Arcieri M.** DROUGHT PREDICTION IN SOUTHERN ITALY BY MEANS OF ENSO OBSERVATIONS (Italy)…….…….. **24**
5. **Babayan B., Melkumyan M., Soghomonyan T., Nersisyan G., Mikaelyan A.** ELABORATION OF ECOLOGICALLY SAFE NEW FEED ADDITIVES FOR INDUSTRIAL FISH FARMING BASED ON NATURAL MATERIALS (Armenia)…… **29**
6. **Baljyan P., Mikayelyan N., Baljyan V., Tokmajyan H.** THE DEFINITIONS OF PARAMETERS OF CURVES OF MEANDRING AREAES OF RIVER FLOW (Armenia)…..… **33**
7. **Gavardashvili G., Kukhalashvili E., Supatashvili T., Natroshvili G., Iremashvili I., Bziava K., Kuparashvili I.** ASSESSMENT OF THE RULES OF CONDUCT OF THE POPULATION LIVING IN THE FLOOD RISK ZONE AS A RESULT OF A POSSIBLE BREAKDOWN AT THE ZHINVALI EARTH DAM (Georgia)……..… **37**
8. **Gigineishvili J., Gigineishvili D., Javakhishvilich G., Chikvaidze G.** DEVELOPMENT OF COMPLEX TERRAIN IN THE CITY OF TBILISI ON THE BASIS OF INNOVATIVE TRANSPORT FACILITIES (Georgia)…… **47**
9. **Gigineishvili J., Kristesiashvili E.** RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES OF THE CREATION OF PRESTRESSED CONCRETE BEAMS BASED ON THE USE OF BASALT-PLASTIC REINFORCEMENTS (Georgia)……. **57**
10. **Grishin A.** JOINT CALCULATION OF THE SHEET PILE FENCING OF THE FOUNDATION PIT AND THE GROUND MASS SURROUNDING IT FROM THE ACTION OF STATIC AND DYNAMIC LOADS (Ukraine) ……...…… **66**
11. **Grybauskienė V., Vyčienė G.** BIOLOGICAL ADDITIVES AS KEY FACTOR FOR SOIL MOISTURE DYNAMICS (Lithuania) ……....…… **72**
12. **Diakonidze R., Phanchulidze J., Tsulukidze L., Butulashvili T., Dadiani K., Nibladze N., Glunchadze M., Diakonidze B.** CALCULATION OF FORECASTING DATA OF WATER MAXIMAL AND DEBRIS FLOW DISCHARGES ON THE EXAMPLE OF TELAVISKHEVI (Georgia)…….....…… **78**
13. **Vartanyan A., Avanesyan E., Tokmajyan V., B Galstyan S.** RECOMMENDATIONS FOR THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES FOR GROWING SEEDLINGS WITH THE USE OF POLYMERIC-MINERAL MATERIAL PMM (Armenia)…..... **81**
14. **Vartanov M., Kechkhoshvili E., Lortkipanidze F.** IRRIGATION WATER TARIFFS AND THEIR APPLICATION IN THE CONDITIONS OF GEORGIA (Georgia)…….……..…… **84**
15. **Imanov F., Asadov M.** TRAINING OF WATER PROFESSIONALS IN AZERBAIJAN (Azerbaijan)..... **92**
16. **Inashvili I., Bziava K., Tsinadze Z., Beraia N.** DETERMINATION OF POTENTIAL SOIL EROSION IN THE DURUJI RIVER BASIN (NORTH-EASTERN PART OF GEORGIA) USING "RUSLE" (Georgia) ……...…… **95**
17. **Iordanishvili I., Vartanov M., Iordanishvili K., Bilanishvili L.** EFFICIENCY OF USING HYDRO-RESOURCES OF GEORGIA FOR ELECTRICITY PRODUCTION (Georgia)….. **101**
18. **Iordanishvili K., Iordanishvili I., Khosroshvili E., Mghebrishvili M., Kuparashvili I., Kandelaki N., Bilanishvili L.** FORMATION OF WATER QUALITY AND SELF CLEANING PROCESSES IN THE ZHINVALI RESERVOIRS (Georgia)…… **108**

CONTENTS

19. **Iremashvili Kh., Berdzenashvili G., Tsivilashvili G.** EXAMPLES AND METHODS FOR CALCULATING THE IMPACT OF FLOOD WAVEGUIDE STRUCTURES BASED ON THE NUMERICAL SOLUTION OF THREE-DIMENSIONAL (3D) BOUNDARY VALUE PROBLEMS (Georgia) …….. **117**
20. **Isaac R., Isaac M.** MANAGEMENT DECISION MAKING FOR DEFICIT IRRIGATION SCHEDULING (India) ……..…… **121**
21. **Isbatov I.** NATURAL ENVIRONMENT, LANDSCAPE AND RECREATIONAL TERRITORIAL ZONES IN THE ABSHERON SYSTEM OF SETTLEMENTS (Azerbaijan).....……..…..... **128**
22. **Itriashvili L., Iremashvili I., Mskhiladze N., Kighuradze G., Zazadze L.** SIMPLIFIED ARRANGEMENT TECHNOLOGY OF GREEN COVER ON THE LOW LOAD-BEARING CAPACITY FLAT ROOFS (Georgia) ……...…….. **131**
23. **Kikabidze M., Phanchulidze J.** CALCULATION OF THE MAXIMUM WATER DISCHARGE BY THE UNIT HYDROGRAPH METHOD (Georgia)…….. **137**
24. **Kiknadze Kh.** RIVERBED PROCESSES EXISTING IN THE MUDFLOW CHANNEL, DEBRIS FLOW STABILITY AND MUDFLOW MARGINAL VELOCITY (Georgia)……...…… **143**
25. **Kighuradze G., Ujma A.** URBAN PLANNING AND THE PROBLEMS OF MODERN ARCHITECTURE (Georgia)……..…… **146**
26. **Kupreishvili Sh., Sichinava P., Kupatadze G., Qukhilava Q.** THE SOIL-RECLAMATION ZONING OF DRYING ZONE OF ZUGDIDI MUNICIPALITY AND HYDRO TECHNICAL RECOMMENDATIONS (Georgia)…….....… **151**
27. **Kukhalashvili E., Beraia N.** PRIVATE SOLUTION FOR DEBRIS FLOW ENGINEERING PROBLEMS (Georgia)…….....…… **155**
28. **Lis A., Lis P.** INTERIOR ENVIRONMENT QUALITY AND PEOPLE'S FEELINGS IN ENERGY RETROFITTED EDUCATIONAL BUILDINGS (Poland)..... **160**
29. **Lortkipanidze F.** THE PLANT TOPINAMBURS (TUBEROSUS) FIELD - SCIENTIFIC RESEARCH RESULTS AND ITS EVALUATION (Georgia)……...… **168**
30. **Maisaia L.** THE SAFE TRANSIT THROUGH DEBRIS FLOW CHANNELS (Georgia)…..…… **173**
31. **Matiash T., Shevchuk S., Shevchenko I., Krucheniuk A.** THREATS OF LOSS OF MELIORATIVE INFRASTRUCTURE AND HARVEST DURING THE OCCUPATION OF KHERSON AND ZAPORIZHZHIA REGIONS BY TROOPS OF THE RUSSIAN FEDERATION (Ukraine) ……..……..……..... **176**
32. **Mirimyan H., Babayan B., Soghomonyan T., Galstyan S., Martirosyan H., Mikaelyan A.** THE EFFICIENCY OF NEW, ECOLOGICALLY SAFE MICRO-FERTILIZER "COMPLEX - CO" FOR THE CEREALS CULTIVATION (Armenia)..... **183**
33. **Nuriyev A., Gasymova N.** EVALUATION OF MODERN TRENDS OF MAXİMAL FLOW AND FLOOD RISK ASSESSMENT (CASE STUDY GOYCHAY AND TURYANCHAY) (Azerbaijan)..... **186**
34. **Nuriyev E., Akhmedova I.** WATERFALLS OF AZERBAIJAN AS TOURIST OBJECTS (Azerbaijan)..... **190**
35. **Olshtynska A., Nasedkin Ye., Ivanova G.** TRANSPORT OF POLLUTANTS BY ATMOSPHERIC FLOWS WITHIN MAJOR INDUSTRIAL CENTER (Ukraine) ……..... **194**
36. **Özşeker K., Seyhan K., Khan U., Atasaral Ş., Şahin Ah.** DYNAMICS OF TOTAL SUSPENDED MATTER AT MAJOR FISHING PORTS ALONG THE SOUTHERN BLACK SEA (Turkey)…….….. **199**
37. **Pawłowicz J., Gavardashvili G.** EXAMINATION OF THE DYNAMICS OF CHANGES IN A LAKE COAST LINE WITH A 3D LASER SCANNER (Poland, Georgia)…… **203**
38. **Pipia B., Mardaleishvili M., Tsivkarashvili G., Kikacheishvili N., Shoshiashvili T.** CALCULATION OF ENVIRONMENTAL HYDROPOWER POTENTIAL ON THE EXAMPLE OF THE TSKHENISTSKALI RIVER (Georgia)…….....… **211**
39. **Rzayev V., Salimli S.** ANALYSIS OF HYDROMELIORATIVE MEASURES IMPLEMENTED IN AGRICULTURE IN WORLD EXPERIENCE (Azerbaijan)..... **216**

CONTENTS

40. **Supatashvili T., Kupreishvili Sh., Shavlakadze M., Guguchia M.** STUDY OF POLLUTION CAUSED BY HEAVY METAL IN INDUSTRIAL REGIONS OF GEORGIA (Georgia)…… **222**

41. **Tkachenko T., Mileikovskyi V., Ujma A.** PROSPECTS FOR GREEN BUILDING IN THE FUTURE RESTORATION OF UKRAINE (Ukraine, Poland) ……..…… **226**

42. **Utkina K., Garbuz A., Kulyk M.** SURFACE WATER QUALITY IN OLEKSIIVSKE RESERVOIR AND PETRENKIVSKIY POND – KHARKIV CITY, UKRAINE (PERIOD: 2006 – 2020) (Austria, Ukraine) ……..…… **232**

43. **Shpak O., Havryliuk R., Lohvinenko O., Kurilo O.** ENVIRONMENT CONTAMINATION WITH PETROLEUM PRODUCTS WITHIN THE DENDROLOGICAL PARK "OLEKSANDRIYA" (Ukraine) …….. **237**

44. **Shurgaia V., Kechkhoshvili E., Vakhtangishvili G., Kekelishvili E., Modebadze S.** PECULIARITIES OF WATER-PHYSICAL PROPERTIES OF KOLKHETI PERMEABLE SOILS (Georgia)……..... **241**

45. **Khasaev K., Rakhimova A.** GROUND WATER MONITORING OF THE IRRIGATED AND RECLAIMED LANDS IN AZERBAIJAN (Azerbaijan)..... **247**

46. **Khosroshvili E., Itriashvili L., Natroshvili G.** FIRE-FIGHTING MIXTURES USING POLYMER MINERAL COMPOSITE (Georgia)…… **250**

ABSTRACTS (in Georgian) 252

ABSTRACTS (in English) 274

CHRONICLE (in Georgian) 292

CHRONICLE (in English) 312

AUTHOR INDEX (in Georgian) 316

AUTHOR INDEX (in English) 317

CONTRIBUTIONS (in Georgian) 318

CONTRIBUTIONS (in English) 319

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი - 100

საქართველოში, 1918 წლის 8 თებერვალს კავკასიის რეგიონში პირველი ეროვნული უნივერსიტეტი გაიხსნა. ქართული უნივერსიტეტის დამფუძნებელთა საზოგადოებამ შეუძლებელი შეძლო - შექმნა უმაღლესი განათლების პირველი ეროვნული კერა და ამით ახალგაზრდა, ნიჭიერ თაობებს შესაძლებლობა მისცა უმაღლესი განათლება საკუთარ ქვეყანაში მიეღოთ.

ივანე ჯავახიშვილი, კონსტანტინე აფხაზი, გრიგოლ გველესიანი, ექვთიმე თაყაიშვილი, გიორგი ახვლედიანი, შალვა ნუცუბიძე, დიმიტრი უზნაძე, ალექსანდრე დიდებულიძე, გრიგოლ წერეთელი, აკაკი შანიძე, ანდრია რაზმაძე, იოსებ ყიფშიძე, თედო სახოკია, კორნელი კეკელიძე, პეტრე მელიქიშვილი... დღევანდელ დღეს პატივს მივაგებთ საქართველოს უძველესი უნივერსიტეტის დამაარსებელ დიდ მეცნიერთა და საზოგადო მოღვაწეთა ხსოვნას, ვაცნობიერებთ რა მათ უმნიშვნელოვანეს ღვაწლს ჩვენი ქვეყნისა და ერის წინაშე.

XX საუკუნის 20-იანი წლებიდან საქართველოში სახალხო მეურნეობის აღდგენა-განვითარებასთან დაკავშირებით, 1921 წლის 30 დეკემბერს თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის პროფესორთა საბჭომ გადაწყვიტა 1922 წლის იანვარში სატექნიკო ფაკულტეტის ერთი სემესტრის გახსნა (ნავარაუდევი იყო, საჭიროების შემთხვევაში, მეორე სემესტრის გახსნაც).

უნივერსიტეტი დაარსდა 1922 წლის 16 იანვარს, თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის პოლიტექნიკური ფაკულტეტის სახით, რომელსაც 1928 წელს შეუერთდა (1917 წელს დაარსებული) თბილისის პოლიტექნიკური ინსტიტუტის საინჟინრო ფაკულტეტი და ჩამოყალიბდა საქართველოს სახელმწიფო პოლიტექნიკური ინსტიტუტი, შემდეგში, 1936 წლიდან - როგორც საქართველოს ინდუსტრიული ინსტიტუტი, 1948 წლიდან - საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტი, ხოლო 1990 წლის 6 იანვრიდან - საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი.

მის პირველ სხდომას თავმჯდომარეობდა ეროვნული უნივერსიტეტის რექტორი ივანე ჯავახიშვილი. პოლიტექნიკური ფაკულტეტის დეკანად აირჩიეს პროფ. ალექსანდრე დიდებულიძე. იმავე დღესვე, პოლიტექნიკური ფაკულტეტის სტუდენტებს პირველი ლექცია მათემატიკაში ანდრია რაზმაძემ წაუკითხა. ამით დაიწყო სასწავლო პროცესი ქართული საინჟინრო კადრების მოსამზადებლად.

1922 წლისთვის პოლიტექნიკური ფაკულტეტი ასე გამოიყურებოდა:

- სამშენებლო განყოფილება
1. არქიტექტურული სპეციალობა;
2. ჰიდროტექნიკური სპეციალობა;
3. საგზაო სპეციალობა.
- მექანიკური განყოფილება
1. ელექტრომექანიკური სპეციალობა;

2. ჰიდრომექანიკური სპეციალობა;
3. თერმომექანიკური სპეციალობა.

- სამთამადნო განყოფილება

1. სამთო სპეციალობა;
2. მეტალურგიული სპეციალობა;
3. ქიმიურ-ტექნოლოგიური სპეციალობა.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის დაარსებისა და მის განვითარების საქმეში დიდი წვლილი მიუძღვის ამიერკავკასიის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის მეცნიერ თანამშრომლებს (ინსტიტუტი დაარსებულია 1925 წელს, ხოლო ოფიციალურად გაფორმდა 1929 წელს - ახლანდელი საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი), სადაც მოღვაწეობდნენ ქვეყანაში ცნობილი ისეთი მეცნიერები, როგორებიც იყვნენ: პროფესორები - ალექსანდრე დიდებულიძე (ტექნიკური უნივერსიტეტის ერთ-ერთი დამაარსებელი), იოსებ ბუაჩიძე (უნივერსიტეტის რექტორი 1958-1973 წლებში), პეტრე მამრაძე (უფროსი), მიხეილ გაგოშიძე, აკადემიკოსები - ცოტნე მირცხულავა და ოთარ ნათიშვილი, პროფესორები - გიორგი ვოინიჩ–სიანოჟენსკი, ნიკოლოზ დანელია, თამაზ ჟორდანია (საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო წარმოების ტექნოლოგიის კათედრის გამგე, ხოლო 1981-1987 წლებში მშენებლობის მინისტრის მოადგილე), ფრიდონ შატბერაშვილი, ვახტანგ თევზაძე, ნინა ვარაზაშვილი, ოთარ ნანიტაშვილი, შოთა ბობოხიძე, ჯამლეტ მკერვალიშვილი, ლევან კიკნაძე, ზურაბ ერისთავი, არჩილ ბირკაია, ოთარ სიჭინავა, ბიძინა მიქელაძე, გიორგი აბელიშვილი, ლევან სულაქველიძე და მრავალი სხვა მეცნიერი.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტისთვის ეს დღე განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია, რადგან 100 წლის წინ, 1922 წლის 16 იანვარს, სწორედ პირველი ეროვნული უნივერსიტეტის წიაღში იშვა ჩვენი ქვეყნის ასევე უდიდესი და უძველესი - უმაღლესი საინჟინრო-ტექნიკური სკოლა, რომელიც წელს იუნესკოს ეგიდით100 წლის იუბილეს აღნიშნავს.

ვულოცავთ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტს, სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტების მეცნიერ-თანამშრომლებს, ახალგაზრდა თაობას უნივერსიტეტის 100 წლის იუბილეს და ვუსურვებთ მრავალ წარმატებას ჩვენი ქვეყნის განათლებისა და მეცნიერების ევროინტეგრაციის საქმეში.

გივი გავარდაშვილი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა
მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორი,
აკადემიკოსი

Georgian Technical University - 100

In Georgia, on February 8, 1918, the first national university in the Caucasus region was opened. The Society of Founders of Georgian University did the impossible - created the first national hub of higher education and thus gave young, talented generations the opportunity to get higher education in their own country.

Ivane Javakhishvili, Konstantine Abkhazi, Grigol Gvelesiani, Ekvtime Takaishvili, Giorgi Akhvlediani, Shalva Nutsubidze, Dimitri Uznadze, Alexander Didebulidze, Grigol Tsereteli, Akaki Shanidze, Andria Razmadze, Ioseb Kipshidze, Tedo Sakhokia, Korneli Kekelidze, Petre Melikishvili... We commemorate the great scientists and public figures who founded the ancient University of Georgia, we realize their most important contribution to our country and nation. In connection with the restoration and development of the public economy in Georgia since the 20s of the 20th century, on December 30, 1921, the Council of Professors of Tbilisi State University decided to open one semester of the technical faculty in January 1922 (it was assumed, if necessary, to open the second semester as well).

The university was founded on January 16, 1922, as the Polytechnic Faculty of Tbilisi State University, which was joined in 1928 by the Engineering Faculty of Tbilisi Polytechnic Institute (founded in 1917) and was formed as the State Polytechnic Institute of Georgia, then, from 1936 - as the Industrial Institute of Georgia, from 1948 - as the Polytechnic of Georgia Institute, and from January 6, 1990 - Technical University of Georgia.

Its first session was chaired by Ivane Javakhishvili, Rector of the National University. Prof., as the dean of the polytechnic faculty was elected Alexander Didebulidze. On the same day, Andria Razmadze gave the first lecture in mathematics to the students of the polytechnic faculty. This started the training process for the preparation of Georgian engineering personnel. For 1922 the polytechnic faculty looked like this:

• Construction department

1. Architectural specialty;
2. Hydrotechnical specialty;
3. Road specialty.

• Mechanical department

1. Electromechanical specialty;
2. Hydromechanical specialty;
3. Thermomechanical specialty.

• Mining department

1. Mining specialty;
2. Metallurgical specialty;
3. Chemical-technological specialty.

Scientific employees of the Transcaucasian Institute of Water Management (the institute was founded in 1925, and was officially formalized in 1929 - the present Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute of the Technical University of Georgia) made a great contribution to the establishment of the Technical University of Georgia and its development. where famous scientists worked in the country, such as: professors - Alexander Didebulidze (one of the founders of the technical university), Ioseb Buachidze (rector of the university in 1958-1973), Petre Mamradze (senior), Mikheil Gagoshidze, academicians - Tsotne Mirtskhulava and Otar Natishvili , professors

- Giorgi Voinich-Sianozhenski, Nikoloz Danelia, Tamaz Jordania (the head of the department of construction production technology of the Technical University of Georgia, and in 1981-1987 the deputy minister of construction), Fridon Shatberashvili, Vakhtang Tevzadze, Nina Varazashvili, Otar Nanitashvili, Shota Bobokhidze, Jamlet Mkervalishvili , Levan Kiknadze, Zurab Eristavi, Archil Birkaia, Otar Sichinava, Bidzina Mikeladze, Giorgi Abelishvili, Levan Sulakvelidze and many other scientists.

This day is particularly important for the Technical University of Georgia, because 100 years ago, on January 16, 1922, the largest and oldest engineering and technical school of our country was born in the heart of the first national university, which celebrates its 100th anniversary this year under the auspices of UNESCO.

We congratulate the Technical University of Georgia, the scientific staff of the scientific research institute, the young generation on the 100th anniversary of the university and wish many successes in the European integration of education and science of our country.

Givi Gavardashvili

Director of Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute of
Georgian Technical University,
Academician

MATHEMATICAL MODELING OF THE SPREAD OF POLLUTANTS IN THE CASPIAN SEA

I. Abdullayev, S. Asadov, A. Hasanaliyev
Baku State University
Baku, Azerbaijan
E-mail: ***fev.1950@mail.ru***

INTRODUCTION

The environmental tensions have become a global problem of the modern era, as a result of pollution observed on the Caspian Sea, mainly due to the increasing tendency of oil and gas production in the sea in recent years. That's why, it is important to study the natural and variuos flows that are currently causing pollution in the Caspian Sea. These available streams are discharged into the sea in an untreated or partially treated form. Wastewater discharged into the sea is neutralized and loses its harmful effects depending on the processes of mixing, flushing, diffusion, biological and chemical conversion in the basin. However, the intensity of the above mentioned processes depends on the amount and method of basin discharge, the degree of treatment, the composition, the design of the wastewater discharge facilities and other factors. At the present, wastewater is discharged into the Caspian Sea from a variety of sources and these sources include harmful substances discharged into the sea as a result of river pollution, prefabricated industrial products and agricultural waste, ineffective operation or absence of sewage treatment facilities in coastal residential areas and recreation centers, maritime transport and operations (leakage into the sea from large ships) onshore and offshore operation of oil and gas wells, secondary pollution within the seabed, discharge of pollutants from the coastal areas by atmosphere and water, construction of ports, establishment of a fleet in coastal countries of the sea, decontamination of devices.

The wastewater is mainly discharged from the shores into the coastal areas of the Caspian Sea. However, wastewater is discharged spontaneously without treatment from the industrial, domestic, and sanatorium complexes located within a certain distance from the coast in many places. The wastewater discharged from the shore cannot penetrate deep into the sea, and the process of recycling is slowed down because the upper layer does not mix properly. As a result, wastewater accumulates in the shallow surface of the coast, which disrupts contact between the sea and atmosphere and creates oxygen deficiency necessary for biological conversion of wastewater,the coast becomes a dead zone and results in the degradation of plots and areas in the coastal zone, the formation of wetlands, the formation of artificial ponds, the discharge of reeds, the contamination of the atmosphere, the destruction of flora and fauna along with the deterioration of the environment in the sea.

In addition to the physiochemical and biological factors, the hydrothermodynamic factors involved in the transport of this additive also play an important role in altering the concentration of volatile additives discharged into the sea. Complex investigation of the diffusion processes in the sea, with the help of both theoretical and practical means, is crucial for the solution of a number of issues. Discharge of technogenic substances to the Caspian Sea and diffusion characteristics of its distribution is severely deformed by the effects of average speed gradients. A comprehensive study of the diffusion process in the sea is very essential for the study and development of contamination in specific aquatories. During oil production in the oceans and seas, anthropogenic substances (oil and oil products) are spread over long distances from the source and accumulated at the coast and in various circulation centers and create permanent contamination zones. The contamination covers deeper waterways, spreading both horizontally and vertically. In the modern era, intensive pollution of the oceans and seas makes the issues of distribution and prediction of technogenic mixtures, formation of contamination areas more relevant.

MAIN PART

The work presented is one of the important applications of dynamic oceanology and is devoted to mathematical modeling of pollutants in the oceans and seas.

If we denote the mass of elemental volume of seawater with m, and the mass of the pollutant of that volume with m_c, then a quantity will represent the concentration of pollutant determined by the formula C = $\frac{m_c}{m}$.

According to the thermodynamic law, the pollutant entering the ocean from a certain source, causes equalization of concentration, by penetrating the area where the concentration is less from where the concentration is high. Pollutant dispersion (transportation) occurs in two ways: the first is creation of the diffusion flood (F_d) of the pollutants due to the thermal action of the molecules. Second, advective transfer of pollutants through streams (F_a).

That is,

$$F_c = F_d + F_a \quad \text{və ya } F_c = -\rho_c \Delta C + \rho C\vec{V} \tag{1}$$

Here, ^{c} – is a molecular diffusion coefficient; ρ – is a density of seawater; $\vec{V}$– is a flow velocity vector; ΔC – is a gradient of concentration.

It is well known from thermodynamics that the local divergence of ρC mass of pollutants in the volume of fluid obtained is equivalent to zero:

$$\frac{\partial(\rho C)}{\partial t} + div F_c = 0 \tag{2}$$

If to consider (1), then we can write the formula (2) as

$$\frac{\partial(\rho C)}{\partial t} - {}_c\, div \Delta \rho C + div \rho C\vec{V} = 0 \tag{3}$$

or

$$\rho \frac{\partial C}{\partial t} + C\frac{\partial \rho}{\partial t} - \rho_c div \Delta C + C\ div \rho\vec{V} + \rho\vec{V}\ divC\ = 0 \tag{4}$$

If to consider that the equilibrium equation for the non-compressed fluid is so

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + div \rho\vec{V} = 0 \tag{5}$$

we derive the following equation by summing them together from equations (4) and (5).

$$\rho \frac{dC}{dt} = \rho_c div \Delta C \equiv \rho_c \nabla^2 C \tag{6}$$

If to divide both sides of the equation (6) by ρ, hydrodynamic equation for the distribution of pollutants will be as

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u\frac{\partial C}{\partial x} + v\frac{\partial C}{\partial y} + w\frac{\partial C}{\partial z} = {}_c \nabla^2 C \tag{7}$$

Here, the items of flow rates $u, v, w\vec{V}$ are three-dimensional Laplace operators $\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$.

$$\nabla^2 C = \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial z^2}$$

Since the distribution of pollutants in the ocean is turbulent, we'll get the basic equation for the turbulent diffusion of pollutants by averaging in equation (7).

$$\frac{\partial \overline{C}}{\partial t} + \overline{U}\frac{\partial \overline{C}}{\partial x} + \overline{v}\frac{\partial \overline{C}}{\partial y} + \overline{W}\frac{\partial \overline{C}}{\partial z} = {}_c\ \nabla^2 \overline{C} + \frac{1}{\rho}\frac{\partial}{\partial xj}\left(-\overline{\rho \nu_1' C'}\right) = {}_c\ \nabla^2 \overline{C} + \frac{\partial}{\partial z} K_c \frac{\partial \overline{C}}{\partial z} + K_z \nabla^2 \overline{C} \tag{8}$$

(8) equation expresses not the instantaneous price of the contaminant area, but the average value at t time.

The variability of pollutant concentrations in real marine conditions is very complex, and the turbulent diffusion equation (8) does not fully explain it. On the other hand, the concentration of pollutants depends on other factors as well: chemical (decomposition, chemical compounds with other substances, precipitation); physical (conversion to other aggregate position, adsorption, coagulation); biological (accumulation; transfer with marine organisms).

If to consider the sources of contamination and the physical-chemical relationship of pollutants to the environment, the diffusion equation can be written as follows:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u\frac{\partial C}{\partial x} + v\frac{\partial C}{\partial y} + (w + w_c)\frac{\partial C}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} K_c \frac{\partial C}{\partial z} + K_z \nabla^2 C + Q\delta(x - x^*)\delta(y - y^*)\delta(z - z^*) - \gamma C \tag{9}$$

Here, w_c-is specific gravitational vertical velocity; γ- coefficient of pollutant volatility; K_c and $K_z$are respectively, the vertical and horizontal turbulent diffusion coefficients; Q – the power of a source of point contamination; δ - delta function; x^*, y^*, z^*- are coordinates of the source in a three-dimensional space.

Analysis of equation (9) allows to say:

1. This equation is a complete equation that takes into account not only the contaminants dispersion and turbulent diffusion but also the dynamic properties and sources of contaminants.
2. Depending on the physicochemical properties of pollutants, we can study the dynamic active pollutants, i.e. pollutants that give sediment ($w_c > w$) or floats ($w_c < w$), as well as the distribution of dynamic passive pollutants ($w_c = 0$) according to the equation (9).
3. As a result of biological processes, the concentration of pollutants is constantly changing. We can take biochemical decomposition time (τ_0), or γ change coefficient as the characteristics of changes in the concentration of pollutants.

$$\gamma = \frac{1}{Q} \cdot \frac{dQ}{dt}$$

The size of γ is $[T^{-1}]$. If $\gamma < 0$ pollutant decomposition occurs but when $\gamma > 0$, its collection occurs. If $\gamma = 0$, the concentration of the pollutant does not change, it means the pollutant is conservative. There is the following relation between γ and τ_0.

$$\gamma = \ln\frac{2}{\tau_0}$$

The range $Q\delta(x - x^*)\delta(y - y^*)\delta(z - z^*)$in the equation (9) determines the presence of the contamination source having Q power. The function δ is included to describe the point source.

Additional boundaries and prerequisites must be provided to find a uniform solution of the equation (9).

At the surface of the ocean, i.e. when z = 0

$$a\left[\rho K_c \frac{\partial C}{\partial z} - \rho C(\beta_1 + w_c) + \rho Q_1\right] + b(C - C_1) = 0; \quad (10)$$

At the bottom of the ocean, i.e. when z = H

$$a\left[\rho K_c \frac{\partial C}{\partial n} - \rho C(\beta_2 + w_c) + \rho Q_2\right] + b(C - C_2) = 0; \quad (11)$$

On the side borders, when $x, y \in L$

$$a\left[\rho K_c \frac{\partial C}{\partial n} - \rho C(\beta_3 + w_c) + \rho Q_3\right] + b(C - C_3) + \left[\left(1 + \frac{u_n}{|u_n|} K_c \frac{\partial C}{\partial n}\right) C + \left(1 - \frac{u_n}{|u_n|}\right) C\right] = 0 \quad (12)$$

Here, a,b are coefficients equal to one or zero; $\beta_i (i = 1,2,3)$ are parameters indicating the interaction of pollutants with appropriate conditions; and Q_1, Q_2, Q_3 is the potential of contamination sources at appropriate boundaries.

As you move away from the source of pollution in the open sea, the concentration of the pollutant is approaching zero, i.e.

$$x \to \infty,\ y \to \infty,\quad z \to \infty \quad \text{when, } C=0 \quad (13)$$

Let's give the starting condition as follows:

$$\text{when } t=0\ C(x,y,z,0)=C_0 \quad (14)$$

Thus, we achieved the boundary issues described in equations (9) - (14). The complete solution of this border issue is quite difficult. This type of border issues can be addressed through certain simplifications.

REFERENCES

1. Abdullayev İ.M., Əsədov S.B., Məmmədov Q.M., Vəliyev A.V. Xəzər dənizinin çirklənməsinin müasir vəziyyəti və aşqarların hərəkət dinamikası BDU-nun xəbərləri, təbiət elmləri seriyası, №2, Bakı 2006, səh. 126-129;
2. Əhmədov F.Ş. Dənizin sahil zonalarının tullantı sulardan mühafizəsinin mühəndisi təklifləri. Bakı, 2013, səh.147;
3. Озмидов Р.В. Диффузия примесей в океане. Гидрометеоиздат, Л. 1986, 280с.

MANAGEMENT OF WATER ECONOMY BALANCE OF THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN

P. Abdullayev, Kh. Abdullayeva, J. Ismayılov
Azerbaijan Hydrotechnical and Amelioration Scientific Production Association
Baku, Azerbaijan
E-mail:panah.abdullayev@mail.ru

INTRODUCTION

As Azerbaijan has been engaged in irrigation farming for a long time, irrigation water is a great need. Currently, more than 60% of the water resources consumed in Azerbaijan are used for irrigation of existing lands. 83% of agricultural crops produced in the country are provided by irrigated lands. Global climate change in the world has effects on Azerbaijan as well. Thus, against this background, the population of irrigated areas and the constant increase in industrial fields necessitates an increase in demand for water. Therefore, starting from the 70s of the last century, extensive scientific research works were started to use the collector drains, seawater and treated wastewater for irrigation in order to eliminate the shortage of water resources.

Water economy balances are an integral part of the Management Plans of River Basins and considered as a basis for determining the implementation sequence of water economy and water protection measures. The calculation of the water economy balance is carried out for the entire river basin, as well as for individual farms and water basins with the purpose of estimation of the amount of water resources and the degree of development of rivers that can be used in different hydrological years.

Research object.

It covers all water economy regions of the republic.

Research methodology.

Modern and existing methods of the world practice used in soil science, water supply engineering and amelioration, hydrometeorology have been adopted for ameliorative hydrogeology.

The goal of research.

The research is aimed to meet the water needs of the population, animals, industry, fisheries, energy, irrigation and all sectors of the economy of the Republic of Azerbaijan, ensure environmental protection, assure the effective management and use of water resources, conduct scientific research on water scarcity, as well as achieve water and food security in the context of global climate change.

Analysis and discussion.

The total surface area of the Earth is 510 million km^2, 71% of it is covered by oceans, lakes and seas 29% by lands. According to the estimations of world scientists, the world's water resources are 1.45 billion km^3. 1.37 billion km^3 of this water resource, i.e., 94.5%, belongs to oceans and seas, and the remaining to surface and groundwater. Water and land take one of the leading positions due to their importance, development areas and irreplaceability among the natural resources. In order to meet the water needs of the population's production areas and farms, there is a necessity for the reassessment of water resources and use them more economically and efficiently. Water is the most significant element of a constantly moving environment. Two concepts are used for the assessment of water resources: 1) static and 2) renewable water resources. All surface and groundwater form the united State Water Fund. The main water sources of Azerbaijan are the Kura and Aras rivers, their tributaries and rivers flowing directly into the Caspian Sea. The average annual flow of these rivers and their tributaries is 30.5 km^3 in high-water years and 22.5 km^3 in low-water years, and more than 70% of this flow is formed in neighboring countries and about 30% in local river basins. The forecasted reserve of artesian water formed in the territory of the republic is 9.4 billion m^3 and is spread in the basins of rivers flowing directly into the Caspian Sea.

During the researches, it was revealed that due to global warming over the past 15 years, the amount of freshwater entering the country from neighboring countries, as well as formed within the country, has decreased by about 15%. According to the estimations of world scientists, if global warming continues, the availability of these waters is predicted to decrease by another 15% by 2050.

Taking into account the abovementioned facts, the country's water economy balance should be compiled to determine the sufficiency of groundwater and surface water formed in the territory of the

country for farms and all sectors of the economy. Therefore, a methodology for the calculation of water economy balance must be developed.

Methodology for calculation of water economy balance – in order to assess the degree and amount of use of water resources in different phases of liquid-water content of water reservoirs, water economy balance should be calculated for the entire river basin, as well as for water basins and water economy areas.

Currently, there are more than 174 large and small water reservoirs and daily regulated small ponds in Azerbaijan. As the financial capacity and demand of farms increase, it is planned to build other reservoirs, especially in the liberated Karabakh region.

Currently, there are only 11.1 billion m^3 of water at a sharply lower level compared to previous years against a water capacity of 22.5 billion $m^3$and 8.6 billion $m^3$of this is dead volume.

Totally, there are 8350 small, medium and large rivers in Azerbaijan. Thus, the length of 8005 of these rivers is less than 10 km and 320 is less than 25 km.

In addition, there are 815 large and small lakes in the country, and these lakes are unevenly distributed among the physical and geographical regions.

The mirror surface area of the lakes in the country is 300-330 km^2. 62% of the mirror surface area of these lakes falls on the Kura highland basin. The largest lake area in the country is found on the Absheron Peninsula.

4,754,590 ha of the total area of 8,641,506 ha of the republic, i.e., 55% are arable lands. 1428,000 ha of this land are irrigated. More than 80% of crops in Azerbaijan are produced in irrigated areas. According to the long-range plan, the size of the new irrigated arable land should be increased by 218,000 ha every year. Although there is enough arable land, this is hampered by a lack of irrigation water.

At the same time, there is a serious need both for the reconstruction of the collector drains network built during the former USSR, and for the construction of a collector drains network in new areas. According to recent calculations, the area of such lands is more than 744,000 hectares. Additionally, according to recent calculations, more than 544,000 hectares of land are salt-affected and salinized. Their purification and putting into agricultural use are awaiting a solution.

As more than 90% of irrigation channels built in the country are ground channels, the volume of water losses during its transportation varies between 40-50%.

Thereby, the amount of water supplied to irrigation increases, while half of it is lost during transportation. Considering the scarcity of land and water shortages in the country, urgent scientific and practical measures must be developed and implemented to prevent these losses.

The structure of the water economy balance consists of income and expenditure parts, as well as its outcome. Certain components of the balance reflect engineering solution of related issues, such as efficient use of water, regulation of flow and its distribution on the site. Surplus or deficit of flow is characterized on the basis of compiling the water economy balance. The following formula was used to compile the water economy balance of the water economy sector (STS).

$$STB= W_{sts}+W_{yan}+W_{y.a.s}+W_{q.s}\pm W_n\pm\Delta V \pm \Delta W \pm W_{buz}-W_{bux}-W_{az}-W_{ü.s.t}-W_{s.e.a}-W_{y.ü.o}$$

where: STB - the outcome of the water economy balance (surplus or deficit);

W_{sts}– the volume of water entering the reported layer from the areas located in the upper part of the studied water reservoir, in mln.m^3;

W_{yan}– the volume of water entering the water economy area from the side during the reporting period;

$W_{y.a.s}$– the volume of water taken from underground water reservoirs under the rules established by the legislation;

$W_{q.s}$– the volume of water returning to the water economy area, groundwater and surface water entering from irrigated areas, sewage and drainage water discharged into water reservoirs;

$\pm W_n=W_{daxil}-W_{ötür}$– the volume of water entering the boundaries of the STS (+) (W_{daxil}) or the volume of water discharged outside the boundaries of the STS (-) ($W_{ötür}$) as a result of inter basin and intra basin flow transfers;

$\pm\Delta V$ –filling (+) or emptying (-) of puddles and reservoirs in the reported water economy area;

W_{buz}– the volume of water losses caused by ice formation in the area of the reservoir during winter filling or water restoration caused by ice melting in spring;

W_{bux}– the volume of water loss caused by evaporation in the waters of water basins within the STS;

$W_{sız}$ – the volume of leakage losses from reservoirs, irrigation channels and other surface water reservoirs within the reported water economy area;

W_{az} – the volume of flow decrease in the river as a result of taking water from groundwater bodies connected to the river by hydraulics;

$W_{ü.s.t}$ – the volume of total demand of water consumers in the territory of the reported water economy area;

$W_{y.ü.o.}$ – the volume of water taken from surface water reservoirs located within the boundaries of STS;

$W_{s.e.a}$ – the volume of environmental health flow.

Water economy balance can be annual, seasonal (spring, summer, autumn, winter), monthly, decadic and can be compiled for each economic infrastructure and water resources such as rivers, lakes, reservoirs, artesian wells, sub-artesian wells, ware reservoirs and other facilities.

The annual water economy balance is used to review the overall situation in terms of providing the territory of the country with water resources.

From ancient times to the present day, soil and water plays an important role in shaping the basis of human civilization. Even today, the factor of land and water has not lost its historical significance, on the contrary, their role in human life has increased. Therefore, in addition to the usage of organic and mineral fertilizers, to determine the rate of irrigation of agricultural crops and the number of irrigations is of exceptional importance in order to obtain high yields from the soil.

Generally, the water economy balance is compiled in the following order:

- Preliminary determination of measures for regulation and discharge of river flows;
- Determination of income parts of water economy balance;
- Determination of expenditure parts of water economy balance;
- Analysis of the results obtained based on the comparison of the income and expenditure part of the water economy balance;
- Specification of pre-selected water supply measures based on the planning of measures to reduce water demand.

Therefore, to compile the water economy balance for the republic, it has been developed based on field research conducted in accordance with the thematic plan of Azerbaijan Hydrotechnical and Amelioration Scientific Production Association, taking into account the agro-industry, drinking water supply, the water supply of other fields and losses, using the data provided by the State Statistics Committee, the State, Azerbaijan Amelioration and Water Management Open Joint-Stock Company, the Ministry of Emergency Situations, the Ministry of Ecology and Natural Resources, and the State Water Cadastre (Table 1).

The analysis of the water economy balance in the economic regions of Azerbaijan and the real possible use of water consumers and the total cost of water shows that in ten years low-income areas are founding Absheron, Mil-Karabakh, Shirvan, Ganja-Gazakh, Mughan-Salyan and NAR, in other words, in major residential and agricultural areas.

Table 1

Annual water balance of Azerbaijan (million m^3)

No.	Indicators	2018	2019	2020	2021	2022
1	2	**3**	**4**	**5**	6	7
1.1	**Input**	39308.4	36835.6	33818.1	36379.2	36376.6
1.1.1	**Remainder in reservoir at the beginning of the reporting period**	11067.2	11944.6	10575.1	11178.9	11475.6
1.1.1.1	in the reservoirs of State Water Reserves Agency of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Azerbaijan	10234.8	10837.7	9432.9	9873.0	10009.7
1.1.1.2	in the reservoirs of Azerbaijan Amelioration and Water Management OJSC	262.1	354.0	350.5	684.1	724.2
1.1.1.3	in reservoirs located in Nakhchivan Autonomous Republic	570.3	752.3	741.7	621.8	741.7
1.1.2	**Water reserves formed across the country**	28241.2	24891.0	23243.0	25200.3	24901.1
1.1.2.1	Surface water reserves	19584.1	16223.9	14615.9	16548.2	16259.0
1.1.2.1.1	Formed across country	4809.9	4852.4	4503.0	5755.9	5667.0

1.1.2.1.2	Input from neighboring countries	14774.3	11371.5	10112.9	10792.9	10591.9
1.1.2.2	Underground water reserves	8657.1	8667.1	8627.1	8652.1	8642.1
1.2	**Output**	39308.4	36835.6	33818.1	36379.2	36376.6
1.2.1	**Utilization of water reserves (excluding energy)**	7989.4	8306.1	8421.0	8566.4	8584.9
1.2.1.1	energy	29474.1	26797.7	19506.7	20452.2	20843.9
1.2.1.2	drinking water supply	357.6	387.2	401.1	410.5	422.2
1.2.1.3	raw water supply	7631.8	7918.9	8019.9	8159.9	3162.7
1.2.1.3.1	irrigation	6915.8	7305.3	7397.1	7528.6	7528.4
1.2.1.3.2	industry	41.2	44.0	28.8	31.3	29.6
1.2.1.3.3	fishing	82.5	62.2	71.7	72.1	76.1
1.2.1.3.4	households	525.9	457.0	475.5	477.0	481.0
1.2.1.3.5	other	66.4	50.4	46.8	46.9	47.6
1.2.2	**Losses**	5858.3	4984.0	4656.0	4482.7	4688.5
1.2.3	**Non-utilized water**	13516.3	12970.5	9562.2	11854.5	11981.7
1.2.3.1	Underground water reserves	6535.3	6274.8	6423.6	6465.2	6437.3
1.2.3.2	Other (mainly flowing to the Caspian Seas via rivers)	6980.7	6695.7	3139.2	5389.3	5544.4
1.2.4	Remainder in reservoirs by the end of reporting period	11944.6	10575.1	11178.9	11475.6	11121.6
1.2.4.1	in the reservoirs of State Water Reserves Agency of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Azerbaijan	10837.7	9482.9	9873.0	10009.7	9815.1
1.2.4.2	in the reservoirs of Azerbaijan Amelioration and Water Management OJSC	354.6	350.5	684.1	724.2	684.6
1.2.4.3	in reservoirs located in Nakhchivan Autonomous Republic	752.3	741.7	621.8	741.7	621.9

In order to provide water to irrigated lands based on the efficient use of available water resources, long-term and seasonal regulation of flows can be carried out through the construction of reservoirs on rivers and main channels.

From the indicators of the water economy balance of the Republic of Azerbaijan, it can be seen that the water shortage in the country increases every year. Thus, this figure increased from 3.8 km^3 to 5.1 km^3. It is recommended to use collector drains, seawater and treated wastewater in accordance with soil conditions and ameliorative situation to eliminate water shortage.

Moreover, losses from water management assets should be minimized and transferred to modern irrigation technology. In order to implement them, there is a need for allocation of the necessary state funds in this area.

CONCLUSION

- The principles of improving the structure of efficient use of water and land resources are substantiated;
- Limitation (shortage) of water resources and their involvement in the growing economic turnover, expanding the scientific justification for further use of water and, if necessary, reuse of water resources should be widespread;
- Hydrological water management and agro-ameliorative measures in the field of water and land resources management should be developed by scientific-research and design institutes of the republic;
- Taking into account the main goal that covers the development of optimization and imitation model systems of natural water management processes, as well as the efficient use of water and land resources, methodological bases for the management of the use of water and land resources allowing substantiating complex measures to ensure the development of the region should be developed;

- Effective methods should be developed to increase the fertility of irrigated lands by improving their ameliorative state, to maintain the eutrophic depth of cover and mineral content of groundwater and to combat soil salinization;
- Extensive application of modern information and communication technologies in the field of water resources management, automation of water control and accounting systems should be implemented.

REFERENCES

1. Əhmədzadə Ə.C., Həşimov A.C. Ensiklopediya, Meliorasiyavə Su Təsərrüfatı. Bakı, 2016. 632 s.
2. Əhmədzadə Ə.C., Həşimov A.C. və başqaları. "Qeyriənənə visulardan, istifadə yədairqaydalar". Bakı, 2020. "Polotex" MMC-ninmətbəəsi. 34 s.
3. Məmmədov Q.Ş. Azərbaycan ıntorpaqehtiyatların dansə mə rəliistifadənin sosial-iqtisadivə ekoloji problemləri. Bakı, Elm nəşriyyatı. 2007-ci il, 854 s.
4. Алпатьев А.М. Влагооборот культурных растений. Л., Сельхозгиз, 1954. 145 с.
5. MəmmədovR.H., İbadzadə Y.A. Водное хозяйство Азербайджана и перспективы его развития. Баку, Азернешр, 1988, 277 s.
6. Государственный Водный Кадастр. «Водные ресурсы СССР и их использование» Экз.№5. Л., Гидрометеоиздат, 1987, 245 с.
7. Инструкция по составлению годового статистического отчета по форме № 2 – ТП (водхоз) об использовании воды. – М.: Госиздат. 1980, 45 с.
8. Методическое руководство по составлению водохозяйственных балансов и ведению кадастра. – М.: Секретариат СЭВ, 1981, 19 с.
9. Рустамов С.Г., Кашай Р. М. Водный баланс Азербайджанской ССР. Баку, Издательство – Элм, 1978. 110 с.

ISSUES OF FORMATION AND DEVELOPMENT OF SPORTS FACILITIES IN THE CITIES OF THE AZERBAIJAN REPUBLIC

N. Aliyeva
Azerbaijan Architecture and Construction University
Baku, Azerbaijan
E- mail: ***nigar-alieva-80@mail.ru***

INTRODUCTION

The colossal housing construction carried out in the Republic of Azerbaijan after the establishment of independence is accompanied by the construction of cultural, entertainment, sports, utility and other public buildings. The construction of public buildings during the reconstruction of existing cities and the construction of new settlements have a great importance in urban planning.

Public buildings must meet the material and cultural needs of society; correspond to the life of people and the principles of modern aesthetics.

The forms and types of public buildings (schools, stadiums, theaters, etc.) that have evolved over the centuries have taken on new forms in our society. Independent Azerbaijan also gave rise to new types of public buildings, such as the Olympic complexes and others, which in their content reflect new forms of public life.

Public buildings are built in cities, towns and other populated areas as indispensable elements of the network of cultural and community services for the population.

The basis of the architectural composition of public buildings is primarily their purpose, i.e. the vital function for which buildings are built.

The unity of the functional content and architectural form, finding the optimal parameters of the building and its artistic expression are the main tasks of the architectural composition.

MAIN PART

In accordance with the requirements of life, the functional processes and types of public buildings are periodically modified. For the formation of modern types of public buildings, progressive trends are characteristic: the cooperation of a number of processes in one block and the universal use of premises for various functions.

In order to correctly solve the problems of architectural composition, it is necessary to bring various functional processes occurring in the building into a certain system, which will serve as a starting point in the design.

An analysis of the design experience and practice of building public buildings shows that, despite significant differences arising from the features of the purpose of buildings, in the structure of their functional processes there is a commonality inherent in all types of public buildings, namely:

Each building, depending on its purpose, has a main function. For example, in medical buildings - treatment of patients, in buildings for spectacles - showing theatrical performances and films, holding sports games and watching them, etc. Sometimes the purpose of the building makes it necessary to divide the building into a number of equal groups of premises, as, for example, in a club where there are entertainment, circle, library, sports and other groups; in the sanatorium there are groups: medical, nutrition, entertainment and residential; in each building, also depending on its purpose, there are a number of utility and auxiliary rooms - artistic at the stage, rooms for servicing athletes (cloakrooms, showers, massage, etc.), etc.; in each building there are premises intended for general maintenance - lobbies, wardrobes, sanitary facilities, washrooms.

The relationship between individual rooms or their groups, in which certain processes take place, depending on the purpose of the building, is carried out with the help of horizontal and vertical communications - stairs, elevators, corridors, etc.

The sequence of functional processes occurring in the building determines the overall compositional scheme of this type of structure: the order of placement of premises or their groups, the nature of the relationship and other special requirements. This scheme for each type of building acquires specific distinctive features.

Since the middle of the twentieth century, the processes of urbanization have sharply intensified, in connection with which the tasks of urban planning and planning have increased and continue to increase not only in individual cities, but in entire regions and even countries. The problem arose of recreation for the population, restoration of strength in direct contact with nature, the connection with which became so important that it became one of the main tasks of detailed planning.

Recently, the living conditions and life of the population are changing very quickly. Cities develop and grow with unprecedented speed, absorbing and uniting within their borders previously independent settlements.

It is formed by the so-called agglomeration of cities, the accumulation of the population in relatively small areas. Along with this, modern vehicles, cars, urban public transport, make it easier to overcome distances and create new, previously unknown, conditions for recreation in the bosom of nature, as well as for physical education and sports.

In these territories or in their neighborhood, conditions should be created for physical education and sports, which are necessary for the restoration of human strength. Therefore, it can be argued that the development of automobile traffic and mass modes of transport and the mass out-of-town trips resulting from this development by no means exempt from the need to provide in the general plans of cities for the construction of sports facilities and landscaping associated with residential areas, cities and towns.

The spread of physical culture among the population necessitates the construction of a variety of sports facilities, not only in large cities, but also in the smallest villages.

Initially, sports facilities were built only in the largest cities and were completely absent in rural areas and small towns. But even where these structures were built, plots on the periphery of cities, wastelands and land inconvenient for residential development were allotted for them. However, the growth of cities has led to the development of these sites, and only in a few cases have they been included in the system of urban green areas.

Paid to the physical education of the population in the Republic of Azerbaijan . In all cities of the republic, the construction of sports facilities, stadiums, sports palaces, sports grounds for hand games, etc., began.

In the capital of the Republic of Azerbaijan, the city of Baku, the construction of the Olympic Stadium was carried out, the sports palace was reconstructed according to modern requirements, a gymnastics hall and many other facilities. In the suburbs of the city of Baku, on the Absheron Peninsula in the settlements of Mashtagi, Dubendy and others, modern Olympic sports complexes have been built. Large Olympic complexes have been built in the satellite cities of Baku, Sumgayit, Alatakh and others, in which, along with training sessions, international sports competitions can be held.

In all cities, regional centers-supporting cities, such as Ganja, Shemakha, Shirvan, Kazakh, Guba and others, Olympic sports complexes have been built.

The importance of sports facilities in the general plan of the city, their social and educational role make it necessary to pay special attention to their planning and artistic and architectural design while maintaining the correct proportions between urban development and green spaces.

Among the main components of the city, the most important role is played by sports areas, with their characteristic rhythm of life: the silence and calmness of everyday activities, and the noise, animation and excitement of sports during sports competitions, which attract numerous spectators to the stands. Therefore, when designing the placement of sports facilities in cities, it is necessary, on the one hand, to meet the requirements of the daily nature of physical education and create conditions conducive to relaxation, and on the other hand, to take into account the social significance of major sports competitions. All this should be reflected in the project for the development of sports areas, in particular, in the correct solution of the details of the sports complex, the architectural and artistic design of the layout of the entire territory and its clear connection with the layout of the settlement.

The size of sports zones and types of sports facilities depend on the size of the settlement, the number of residents using sports and physical education facilities, as well as on local traditions and customs.

CONCLUSION

From the point of view of the detailed planning of settlements, sports areas can be divided into four groups:

1. Zones of "close recreation" located directly near residential buildings. These zones are not protected by anyone, are not fenced and are available to everyone. Small separate playgrounds for small games are arranged here, stationary sports equipment for mass use is installed. Physical culture and sports zones of "close recreation" are of particular importance in cities with continuous development, where the direct adjacency of residential areas to forest and park belts is difficult, or even impossible.

2. Microdistrict physical culture and sports zones, as a rule, are fenced groups of sports facilities, the size and range of which largely comply with the requirements for physical education of students in basic (primary) and secondary educational institutions.

Due to the accessibility and possibility of using these areas by the entire population, they should be considered the main network of sports facilities in the city. Unfortunately, for the construction of micro-district sports grounds and other structures, as a rule, too few plots free from development are allocated. Even in micro-district parks, the design of which in each micro-district is recommended by the current rules, only children's playgrounds are provided, and the needs of the adult population and youth in active recreation often remain unsatisfied.

3. Sports facilities in urban areas are mainly intended for training and sports competitions. Mostly, these facilities, sports grounds or their entire complexes are at the disposal of sports societies and clubs.

They must satisfy the needs for physical education and active recreation of residents of nearby areas of the city. Depending on local conditions, sports and entertainment facilities of local importance can be included in the number of district facilities.

4. Citywide sports facilities are designed for sports and entertainment events.

This classification should be amended depending on the size of the city and local topographical and climatic features. The fact is that, depending on these features, certain types of sports facilities may belong to the highest or lowest group: if this is not taken into account, in a small town, sports and entertainment events will have to be held on a sports field and ground that do not meet the requirements for sports - spectacular buildings located in a big city. Meanwhile, sports facilities for official competitions must meet the size and standards for these facilities, regardless of the size of the city or town where they are located. Thus, in addition to the functional division, when planning sports facilities, the size of the settlement should be taken into account as the second criterion, taking into account the professional occupations of the majority of the population.

REFERENCES

1. Gadzhieva E.A. "Architectural and planning features of the territory for the construction of cultural and community facilities" (1920 - 1999) Baku, "Nauka", 2001.108 p.
2. Nagiyev N.G. Modern urban planning of the Azerbaijan Republic. Publishing house "Tahsilishchisi matbaasi" LLC, Baku, 2011
3. Nagiyev N.G., Guseynov F.M. History of architecture of Azerbaijan. Modern history of architecture of the Azerbaijan Republic. Sharg-Gharb, Baku, 354 p. 2013
4. Fatullaev Sh.S. Urban planning and architecture of Azerbaijan in the XIX and early XX centuries. Leningrad: Stroyizdat, 456 p. 1986

DROUGHT PREDICTION IN SOUTHERN ITALY BY MEANS OF ENSO OBSERVATIONS

M. Arcieri
ICID - International Commission on Irrigation and Drainage
ICID Italian Committee, ITAL-ICID, Ministero per le Politiche Agricole Alimentari e Forestali
Roma, Italy
E-mail: m.arcieri@icid.org

PREAMBLE

Drought is a normal, recurrent feature of climate, erroneously considered as a rare and random event, occurring in different areas of the world. It is primarily driven by a deficiency of precipitation, the effects of which can be enhanced or reduced at any stage of the water cycle, over a given period of time: short time scales (months) characterize meteorological drought, while longer time scales (years) indicate hydrological drought. It differs from aridity though, which is restricted to low rainfall regions and is a permanent feature of climate. Unlike other natural disasters, drought events evolve slowly and their impacts generally can span over a long period of time, but sometimes the onset of conditions can be very rapid, producing serious consequences for a range of human activities, leading to famine and numerous losses of life. Between 1976 and 2006, the number of people and areas hit by drought arose by almost 20%, and the yearly average cost has quadrupled.

As actual data foresee dramatic scenarios of increasing global warming, it is very likely that droughts will occur more frequently, last longer and become more intense, especially in southern and eastern parts of the Mediterranean. With a 3°C increase of average temperatures expected in 2100, drought losses could be 5 times higher compared to today, with the strongest increase projected in the Mediterranean and Atlantic regions of Europe. For this reason, effective capability to accurately forecast the onset, persistence and cessation of drought conditions might enable more effective mitigation strategies to be developed. A comprehensive assessment of the phenomenon and the possibility to predict future drought events are thus essential, in order to develop adequate solutions for a sustainable water resources management and a comprehensive risk assessment, in order to face the negative impacts of present and future extreme climatic events. However, this remains a complex task, because of the random character of precipitation, which is the basic variable commonly used for drought assessment.

On this regard, an interesting approach had been introduced by Chet Ropelewski and Michael Halpert, who for the first time produced a robust analysis describing regional shifts of precipitation and temperature distribution on a global scale, during the two phases of the El Niño –Southern Oscillation (ENSO). The research carried out by Ropelewski and Halpert essentially provided a "consistent methodology for the definition of the geographical regions and the temporal phase of ENSO-related precipitation (1986) and temperature (1987)". This research expanded on the observations of previous work, by establishing the coherence and magnitude of these temporal and spatial shifts. For example, when the ENSO index was positive (indicating El Niño conditions and cooler waters over the western equatorial Pacific Ocean), Ropelewski and Halpert found that dry conditions in Northern and Eastern Australia were highly probable.

Quantifying the ENSO phase-specific geophysical impacts afforded more accurate climate forecasting with longer lead times and tailoring for a more precise geographic area. Ropelewski and Halpert also looked at the link between ENSO events and regional precipitation patterns around the globe (1987). The area comprised between North-eastern Latin America from Brazil up to Venezuela shows one of the strongest relationships: in 17 ENSO events, this region had 16 dry episodes. Other areas from their study also showed a strong tendency to be dry during ENSO events. In the Pacific basin, Indonesia, Fiji, Micronesia, and Hawaii are usually prone to drought during an event. Virtually all of Australia is subjected to abnormally dry conditions during ENSO events, but the eastern half has been especially prone to extreme drought. This is usually followed by bush fires and a decimation of crops. India has also been subjected to drought through a suppression of the summer monsoon season that seems to coincide with ENSO events in many cases. Eastern and southern Africa also showed a strong correlation between ENSO events and a lack of rainfall that brings on drought in the Horn region and areas south of there.

Another region they found to be abnormally dry during warm events was Central America and the Caribbean Islands. Thus, according to what has been published, ENSO events seem to have a stronger influence

on regions located at lower latitudes, especially in the equatorial Pacific and bordering tropical areas. On the other hand, relations at the mid-latitudes haven't been exhaustively investigated so far, but they seem not to be as pronounced, nor as consistent in the way El Niño affects wet or dry weather patterns. The intensity of the anomalies in these regions, according to earlier bibliography, seems also to be more inconsistent than those of the lower latitudes. As a matter of fact, it has long been a matter of debate whether and how the El Niño Southern Oscillation (ENSO) warm and cold extremes influence Euro-Mediterranean rainfall. In their first studies Ropelewski and Halpert (1987) observed some anomalous rainfall occurring in Southern Europe and Mediterranean Middle East regions, but concluded that the influence of ENSO in these regions was uncertain.

On the other hand, a number of other papers have indicated that ENSO related rainfall anomalies have been found at a nation-wide scale in North Africa and Middle East regions in different periods of the year (Rodó et al., 1997; Price et al., 1998; Turkes, 1998; Arpe et al., 2000; Nazemosadat and Cordery, 2000). Nevertheless, it would be indeed worthwhile to further investigate if significant relationships can be found in the Mediterranean area and, if this is the case, whether the influence of ENSO on climate and rainfall patterns display its effects in the same way it does at lower latitudes; or, on the other hand, by means of different behaviors. Therefore, to improve the acknowledgment of eventual relations existing between ENSO and the annual variability of rainfall in the Mediterranean sector, looking at the possibility to predict drought events and the relative amount of precipitation or lack thereof, leading to drought conditions, is by no means something to investigate. Final goal is the conceiving and the effective implementation of a reliable, easy to handle drought forecasting methodology as an essential tool to develop efficient mitigation and recovery strategies, besides providing indication of how long drought conditions may continue, enabling improved planning and water resources allocation.

GENERAL PART (OBJECT OF STUDY AND METHODS)

The study has been conducted in Basilicata Region, an area of about 10.000 km^2 placed in the middle of the mountainous complex of Apennines, in Southern Italy (Figure 1). Its physical and environmental conditions are similar to many other Mediterranean zones, enjoying a varied climate depending on latitude and altitude (Figure 1).

Fig. 1. Location of Basilicata Region in Southern Italy

The orography of the region affects climate and rainfall: variability is such that in the Southwest Apennines facing the Tyrrhenian Sea, a maximum annual rainfall of 1,500 mm up to 2,000 mm is recorded on average, while Southeast Ionic coast-oriented basins of Bradano, Basento and Cavone rivers reach levels of no more than 600 mm/year (Figure 2).

Fig. 2. DEM (Digital Elevation Model) of the Basilicata Region with gauging stations (red dots).

The average annual values of minimum and maximum temperature are 10.2 and 21.4 °C in January and July respectively, thus indicating that the territory considered is characterized by a mild climate. The coldest month is January, with an average minimum value of 3.1 °C, whereas the higher average values of the maximum temperatures (31.5 °C) are observed in July. The evaporative demand is usually lower during winter months, being January cumulative values equal to 43 mm on average; on the other hand, in the summer season, a mean cumulative value of 262 mm is reached in July (Leogrande et al., 2007). For the purpose of the study the analysis of rainfall has been carried out taking into account a precipitation series with daily 24h cumulated rainfall values belonging to seven hydrological station belonging to the five main river basins of the region. The period examined ranges from January 1st 1951 to December 31st 2020. Table 1 shows the information for each of these gauging stations. The location of all rain gauge stations in the basin is shown in Figure 2 (red circles).

Table 1

List and characteristics of the pluviometry stations included in the data base

Name	River Basin	Latitude	Longitude	Altitude (m+MSL)
Noepoli	Sinni	40° 05’ 35’	16° 21’ 24’	676
Stigliano	Agri-Sauro	40° 24’ 30’	16° 13’ 33’	800
San Mauro Forte	Cavone	40° 29’ 00’	16° 16’ 24’	565
Albano di Lucania	Basento	40° 35’ 54’	16° 02’ 07’	824
Montescaglioso	Bradano	40° 33’ 31’	16° 42’ 05’	63
Irsina	Bradano	40° 44’ 52’	16° 15’ 38’	533
Palazzo San Gervasio	Bradano	40° 56’ 00’	16° 00’ 24’	483

In order to find a correlation between ENSO episodes occurred in time and rainfall distribution pattern in the pluviometry stations examined, the general trend of precipitation has been analysed. Figure 3, showing data regarding Noepoli station, clearly indicates a general tendency to reduction of rainfall during the first forty years while, on the other hand, we can witness a rise after those years until 2015, when the strongest episode of El Niño was recorded; the average value of rainfall is 700 mm/year. This trend is well described by the rainfall data curve included in the graph which, even though reporting not a very significant correlation (R^2 is 0,43), seems to support this hypothesis.

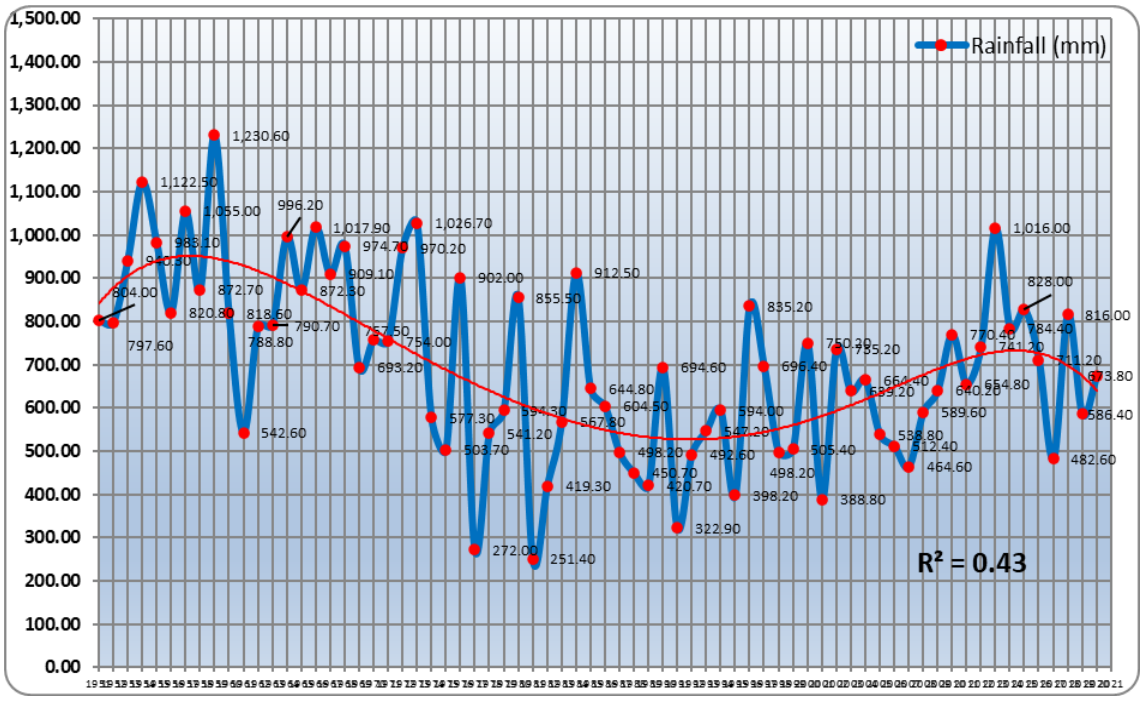


Fig. 3. Yearly rainfall as measured at Noepoli station for the period 1951 – 2020

Subsequently, the rainfall data have been arranged by means of decreasing precipitation in time, from the highest to the lowest value as recorded from 1951 until 2020. Years which have been affected by significant deviation from the average precipitation, seem to be often corresponding with typical La Niña years historically recorded, especially in the case of the driest years (below 500 mm/year), such as those witnessed in 1961, 1974 and 1975, 1988 and 1989, 1998 and 1999, 2007 and 2017. So, necessary following step in order to corroborate the existence of this relationship has been to compare Oceanic El Niño Index (ONI) cumulated values during the year (or fraction of it) with rainfall, both on a monthly and on a yearly base, to seek for a significant correlation between them. Following this, in order to further prove the existence of eventual relationships between ENSO (El Niño Southern Oscillation) episodes and rainfall, it has been decided to compare data by arranging decreasing values of cumulated ONI in time, highest to the lowest as recorded in different years and observe how precipitations accordingly arranged during the same year. First data show that effectively there seems to be a significant correspondence between negative cumulated values of ONI (La Niña years) and reduction of rainfall, as it occurred for the years cited previously.

Table 2

Comparison between annual rainfall (mm) of years with cumulated ONI > 8 against annual rainfall of years with cumulated ONI < -8, as measured in Noepoli station

YEAR	NOI > 8	NOI < -8	YEAR
2015	828	451	**1988**
1987	498	750	**2000**
1997	696	655	**2011**
1982	419	577	**1974**
1957	1,060	754	**1971**
1972	970	983	**1955**
1965	872	504	**1975**
1958	873	505	**1999**
1969	693	421	**1989**
1953	940	1,027	**1973**
1963	791	590	**2008**
SUM	8.632	7.130	
Average	785	646	

As a matter of fact, based on these data, it can be clearly observed that the total amount and the average of rainfall in years when cumulated ONI is > 8, are significantly higher than years with cumulated ONI < -8. The statistical analysis carried out by means of Analysis of Variance (ANOVA) tells us that variance recorded within the group of data belonging to years characterized by ONI <-8 is significantly lower than variance calculated for the ONI > 8 group of years. Thus, we can reasonably assume that the assumption on which the approach of this research has been conceived, in order to predict significant deviations of rainfall based on the evolution in time of ONI accumulated values during ENSO episodes, is much more reliable for La Niña events (leading to drought) rather than when facing an El Niño periods; this is according with what has been found in recent literature.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

These first results, therefore, tell us that it could be somehow possible to predict and most likely forecast the occurrence of severe drought periods in the future, based on the constant and regular monitoring of ONI cumulated values, according to when an ENSO event (warm phase) starts to settle in. This is to say that when an ONI cumulated value measured at the end of the year or during the year is positive and greater than 8, we accordingly can expect to observe an increase in precipitation, as a consequence of the low-pressure areas steered towards a particular region. While, on the other hand, as soon as the warm phase ceases and the cold phase starts to settle in, we can expect to assist to a progressive decrease in ONI values, likely to gradually fall down and become negative, along with a significant reduction of precipitation if the cumulated value falls down < -8. In this case, it would be the physical consequence of the forced steering of high-pressure areas over the same region, which intensity would be depending upon the strength of the previous El Niño phase. The higher the power and the intensity of the warm phase, the stronger will be the subsequent cold phase of ENSO, leading to significant reduction of precipitation starting from the following year and especially occurring during the following autumn, winter and spring months of La Niña phase, thus potentially establishing a drought for the incoming growing season. It is worthwhile to remind here that results obtained by Noepoli station data shown in the paper have been further corroborated by statistical analysis of all of the data regarding the other pluviometry stations of Basilicata region, taken into account in the study. The usefulness of the results reported in this paper, based on the observation of ENSO and of its influence on the rainfall pattern of a typical Mediterranean region of Southern Italy is quite evident, as it could lead the way to a new approach in the preparedness and management of extreme climate events, such as droughts. Thus, it will be possible to plan for and manage water resources at least one year in advance, effectively acting as a Decision Support System (DSS) for main stakeholders. This is particularly true at the Governance level, when decision makers need to cope with water resources management issues such as those regarding transboundary basins and/or within the same region, between different users.

REFERENCE

1. Arpe, K.; Bengtsson, L.; Golitsyn, G.S.; Mokhov, I.I.; Semenov, V.A.; Sporyshev, P. Connection between Caspian Sea Level variability and ENSO. Geophysical Research Letters. 2000, 27(17), pp. 2693-2696.
2. Leogrande, R., Lopedota, O., Losavio, N. (2007) Studio agro-climatico dell'area Metapontina. Portale Regionale dei Servizi di Sviluppo in Agricoltura, Agrometeorologia, Pubblicazioni.
3. Nazemosadat, M. and Cordery, I. On the relationships between ENSO and autumn rainfall in Iran. Int. J. Climatol., 2000, 20, pp. 47-61.
4. Ropelewski, C.F. and Halpert, M.S. North American precipitation and temperature patterns associated with the El Niño /Southern Oscillation (ENSO), Mon. Weather Rev. 1986, 114, pp. 2352–2362.
5. Ropelewski, C.F. and Halpert, M.S. Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/Southern Oscillation, Mon. Weather Rev. 1987, 115, pp. 1606–1626.
6. Rodó, X.; Baert, E.; and Comìn, F.A. Variations in seasonal rainfall in southern Europe during the present century: Relationships with the North Atlantic Oscillation and the El Niño –Southern Oscillation, Clim. Dyn. 1997, 13, pp. 275–284.
7. Price, C.; Stone, L.; Huppert, A.; Rajagopalan, B.; and Alpert, P. A possible link between El Niño and precipitation in Israel. Geophys. Res. Lett. 1998, 25, pp. 3963–3966.
8. Turkes, M. Influence of geopotential heights, cyclone frequency and the Southern Oscillation on rainfall variations in Turkey, Int. J. Climat. 1998, 18, pp. 649–680.

ELABORATION OF ECOLOGICALLY SAFE NEW FEED ADDITIVES FOR INDUSTRIAL FISH FARMING BASED ON NATURAL MATERIALS

B. Babayan[1),2)], M. Melkumyan[2)], T. Soghomonyan[1)], G. Nersisyan[3)], A. Mikaelyan[1)]

[1)] National Polytechnic University of Armenia, Yerevan, Republic of Armenia

[2)] SPC "Armbiotechnology" NAS RA, SNPO, Yerevan, Republic of Armenia

[3)] Yerevan Institute of Technolgy, Yerevan, RA

E-mail: *aramrm@seua.am*

INTRODUCTION

The increased impact of mankind civilization on environmental, persistent environmental pollution, constant growth of humanity population world around and the increasing catch of aquatic biological resources will eventually exhaust the possibilities of nature. Currently, up to 40% of the world's fish consumed is artificially bred and farmed [1]. Available freshwater resources and favorable climatic conditions in the Republic of Armenia have led to the presence of a developed industrial fish farming. Obviously, the search for possible sources of local origin in order to create new components and additives for the production of highly effective feed for fish farming is urgent and important. Another one important problem is the non-competitiveness of domestic feed for valuable fish species compared to foreign ones in terms of shelf life. So, natural mineral sorbents compounds, such as zeolite, marls, bentonites, diatomite, tripoli, etc., are used in the production of feed additives for farm animals. That natural mineral sorbents from different deposits differ in their chemical composition, color, properties, content of various impurities. Therefore, they have different efficiency of use in feeding animals. It should be noted that all natural mineral sorbents have unique properties of adsorbents and ion exchangers. This is determined by the structural features of their crystal lattice, in which up to 50% of the volume is voids and channels [2].

The use of natural mineral additives in world practice shows that their inclusion in the diet of animals strengthens the immune system, increases the digestibility of feed, normalizes metabolism, and removes toxic and harmful metabolic products from the body [3]. The results which were carried out on tripoli by specialists of Institute of Fish Industry of the National Academy of Sciences of Belarus have demonstrated the positive influence of it on fish growing [4].The use of tripoli in feeding carp revealed that the optimal dose of input for carp fingerlings is from 1.5 to 4%, and for the older age group - up to 5%.

Armenia is rich in deposits of natural sorbents, such as like bentonite clays and diatomites. Diatomites (or Diatomaceous earth) arose during the sedimentation of siliceous valves of diatoms (algae Diatomeae or Bacillariophyceae) and are of freshwater or marine origin. They are widely known: Noyemberyan region's clinoptilolite, Shirak region's mordenite, bentonite clays of Ijevan region and diatomites from Jradzor and Sisian regions of Armenia. They are formed from diatomaceous silt accumulated in the seas and lakes. In the stratigraphic section, they are found starting from the Cretaceous system, and are widely distributed in the Cenozoic deposits. Diatomite and tripoli are chemically similar and have the similar properties. The typical chemical composition of oven-dried diatomaceous earth is 80–90% silica, with 2–4% alumina (attributed mostly to clay minerals), and 0.5–2% iron oxide, but tripoli is geologically older, compared to diatomite. For both marine or lacustrine origin, the content of organogenic amorphous silica in them is high (70...95%) [5].

Available freshwater resources and favorable climatic conditions in the Republic of Armenia have led to the presence of developed industrial fish farming. According to the data of the Ministry of Agriculture of Armenia, at present the total water surface of operating fish farms in the republic is more than 3,500 ha; about 14 thousand tons of fish are produced, of which 65...70% are valuable species (salmon, sturgeon). Obviously, the search for possible sources of local origin in order to create new components and additives for the production of highly effective feed for fish farming is urgent and important.

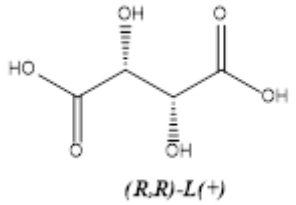
Feed additive based on wine production waste is currently being developed, which will be a natural antioxidant and preservative to extend the shelf life of animal feed, reduce bacterial contamination and the development of pathogenic microorganisms. Thus, the combined feeds used in fish farming include nutritional and bioactive compounds (BAA: unsaturated fatty acids, amino acids, carbohydrates, hormones,

vitamins, carotenoids, etc.) and that are exposed to oxidation during storage [6]. One of the prospective compounds groups, which are harmless and simultaneously active against the spoilage factors and pathogen microorganisms, are tartaric acid and their derivatives [7].

The main purpose of the current research was to study the effectiveness of usage of different doses of diatomite, as component the composition of feed for carp fingerlings with possibilities for various bioactive target compounds addition. In particular study the effects of tartaric acids new antibacterial derivatives on carp fingerlings were described.

METHODS

During the series of *in vitro* and *in vivo* experiments that was evaluated the antimicrobial activity and efficiency of new additive of natural tartaric acid derivatives as feed component. These compounds were synthesized in basic research laboratory of "Agrarian Pesticides Creation and The Quality Control" of National Polytechnic University of Armenia (NPUA) (fig.1) [8].



A **B**

Fig 1. Structures of Tartaric acid and BI.
A: Natural L-tartaric acid; B: Benzylimide of tartaric acid
(BI or 1-benzyl-3,4-dihydroxy-3l3-pyrrolidine-2,5-dione).

As a natural sorbent-carrier in additive was diatomite (1,5% -5% to feed mass) and tartaric acid derivatives adsorbed on diatomite (0.5-1.0% to sorbent mass) were used. The application efficiency evaluation of the mentioned substances was conducted according methodology developed by specialists of Institute of Fish Industry of the National Academy of Sciences of Belarus [5]. They were carried out in aquariums with a volume of 60 L each. In each of the aquariums, 10 specimens of carp under yearlings with an average weight of 20...25 g was planted. The aquariums are equipped with life support equipment with the maintenance of optimal temperature and hydrochemical regimes. Conditions of fish growing: water temperature - 18...19 °C, pH - 7.7...7.8, concentration of oxygen dissolved in water - 6...7 mg/l. The experiments were repeated three times. Daily feeding rates were 3.0% of the fish weight and were determined by the degree of feed consumption. Food without diatomite served as control. The fish were fed three times a day for 15 days. Feed consumption was determined by taking into account the given feed and feed residues. The growth rate of live weight was determined by individual weighing of the fish at the beginning and end of the experiment.

For the evaluation of comparative antimicrobial effect of additives: tartaric acid, its alkali metal salts and benzylamide (BI) *in vitro* (on microbes) testing experiments was conducted. BI was dissolved in DMSO (dimethylsulfoxide). Tartaric acid and alkali metal salts were dissolved in water. Antimicrobial effect of tartaric acid andBIwas tested in "Armbiotechnology" Scientific and Production Center (SPC) of National Academy of Sciences of Republic of Armenia (NAS RA). For the particular research there were used the strains of National Cultural Collection of Microbe Depository Center of "Armbiotechnology" SPC NAS RA. There were used antibiotic-resistant representatives of Salmonella, Staphylococcus, Pseudomonas, Klebsiella, Stenotrophomonas. The cultivation of all bacterial strains was carried out at 37 °C, under aerobic conditions, on selective-differential media with 50μg/ml content of tested compounds [9].

RESULTS

The results of conducted *in vivo* experiments are comparable to previous experiments with tripoli, the fish as a whole grew well, however, the difference between the samples was noticeable. The use of granular feed for fish breeding requires a scientifically based approach to balancing not only organic components, but also minerals. These substances are known to play an important role in the regulation of metabolism. The

natural mineral supplement of tripoli and diatomite is interesting because it contains elements such as calcium, magnesium, manganese, cobalt, zinc, and copper. In addition, diatomite is more promising due to its developed porous structure. The role of the mentioned microelements is great, since they are involved in many physiological and biochemical processes of any organism. At the same time, many mineral salts exhibit antagonistic properties with respect to each other, while a negative effect of the predominant salt on fish growth is observed. Therefore, the criteria for assessing the effect of mineral salts on the body of fish are the indicators of weight and growth. According to the collected data, the usage of new component and sorbent-additive to feeds are affecting positively on growth parameters of carp.

According to *in vitro*experiments and collected data (table 1 and figure 2), new synthetic derivative BI of tartaric acid is effective against the wide range of bacteria which are harmful for fish.

Table 1

Pathogenic microbe growth inhibition by tartaric acid and the derivatives of it. Strains of microorganisms: 1 - *E. coli, 2 - Pseudomonas aeruginosa 9059,* 3-*Klebsiella pneumonia*, 4 - *Staphylococcus aureus 5302*, 5 -*Salmonella enteritidis 5244,* 6 – *Stenotrophomonas maltophilia 9289; "C+"* - positive control,the growth of microbe on nutrient agar cultural media; "C-" – negative control on 50 mcg/ml antibiotic, in correspondence to resistance of strain; K/Na-TA – tartrate of K/Na; TA – tartaric acid, "+" – growth of microbe; "-" – bacterial growth inhibition.

Substance	1			2		3	4	5
	DH5α	*DH5α/VOG16*	*DH5α/pUC18*	*9056*	*9059*			
BI	+	+	+	-	-	+	-	-
K/Na-TA	-	+	-	-	+	+	+	+
TA	+	+	+	+	+	+	+	+
C+	+	+	+	+	+	+	+	+
C-	-	-	-	-	-	-	-	-

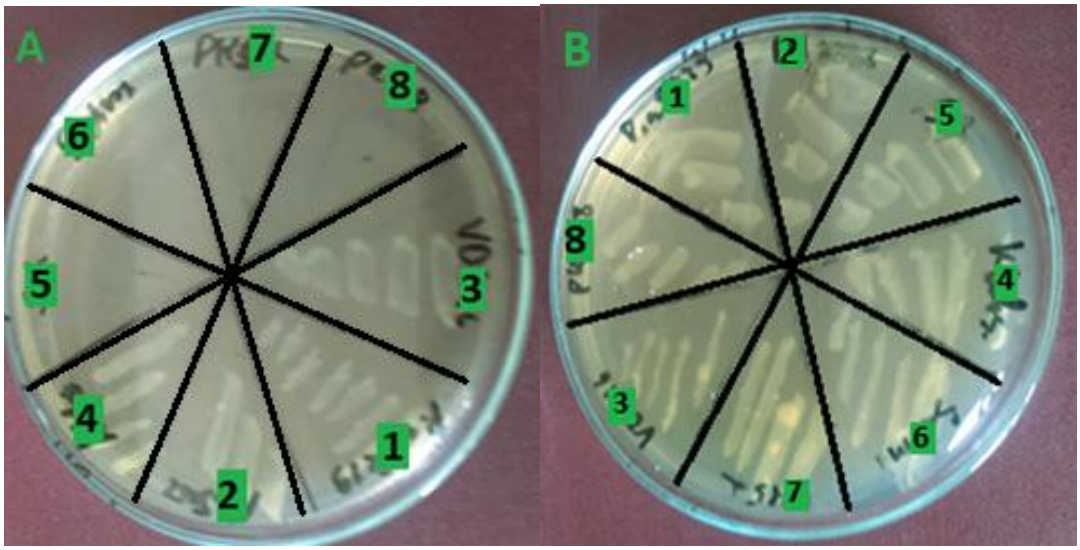


Fig. 2. Bacterial growth inhibition by tartaric acid synthetic derivatives. A – experimental sample, B– positive control sample; 1- E. coli DH5α/VOG16, 2 – P. chlororaphis, subsp. chlororaphis 9189, 3 – P. taetrolens 9248, 4 – Klebsiella pneumonia, 5 – P. aeruginosa 9058, 6 – S.maltophilia 9289, 4 - Staphylococcus aureus 5302, 5 - Salmonella enteritidis.

It must be noted, that *in vitro* laboratory tests of biodegradation potential evaluation have demonstrated that benzyl-, cyclohexyl-, phenyl- and ethamonlamino- complex salts are able to be used by 6 strains of *Pseudomonas taetrolens* and 15 strains of *Pseudomonas chlororaphis*. Imides are able to be degraded in soil by basic-acidic hydrolysis. Thus, they are chemically degradable, and cannot be considered as stabile pollutants of water and soil.

CONCLUSION

A new preservative-antimicrobial agent was developed from wine production waste based natural material: cream of tartar. Tartaric acid benzylamide (BI) have demonstrated high activity against antibiotic-resistant strains of Pseudomonas, Salmonella and Staphylococcus, causing high mortality of fish when using mixed feed contaminated by them. New preparations using some natural mineral sorbents as component of granular fodder for fish and preservative-antimicrobial additive was tested. According to the obtained data, application of these granular fodder positive influence effects on growth are indexed. Thus, these compounds can potentially be considered as carriers for target additives with various functions.

The further laboratory and pond testes, as well as more detailed toxicological analyses are planned for BI of tartaric acid, as new potentially ecologically safe alternative to classical antibiotics.

REFERENCES

1. J.-M.Liu, E.Q. Borazon, K.E. Muñoz Critical problems associated with climate change: a systematic review and meta-analysis of Philippine fisheries research Environ SciPollut Res Int., 2021, 28(36), pp.49425–49433.
2. Cataldo, E.; Salvi, L.; Paoli, F.; Fucile, M.; Masciandaro, G.; Manzi, D.; Masini, C.M.; Mattii, G.B. Application of Zeolites in Agriculture and Other Potential Uses: A Review. Agronomy, 2021, N11, 1547. https://doi.org/10.3390/agronomy11081547
3. Jawahar S, Nafar A, Vasanth K, et al. Dietary supplementation of Zeolite on growth performance, immunological role, and disease resistance in Channastriatus against Aphanomycesinvadans. Fish & Shellfish Immunology. 2016 Apr;51:161-169. DOI: 10.1016/j.fsi.2016.02.019. PMID: 26899125.
4. Koshak Z.V., Hadlevskaya N.N., Orlov I.A., Nazaretyan A.Kh., Mikaelyan A.R. The Efficiency of Using Mineral Tripoli in Forage for the Carp Fingerlings. Proceedings of National Polytechnic University of Armenia, Series chemical and environmental technologies, 2018, N2, pp. 100-109.
5. Reka, Arianit A.; Pavlovski, Blagoj; Ademi, Egzon; Jashari, Ahmed; Boev, Blazo; Boev, Ivan; Makreski, Petre. Effect of Thermal Treatment of Trepel at Temperature Range 800-1200˚C. Open Chemistry. 17(1), 2019, pp. 1235–1243.
6. Furst P. The role of antioxidants in nutritional support. Proceed.Nutr.Soc. 1997.Vol. 55,pp. 945-961.
7. Eswaranandam S, Hettiarachchy NS, Johnson MG. Antimicrobial activity of citric, lactic, malic, or tartaric acids and nisin-incorporated soy, protein film against Listeria monocytogenes, Escherichia coli O157:H7 and Salmonella gaminara. J Food Sci. 2004.Vol. 69, pp. 78–84.
8. V. Y. Ageyets, A. R. Mikaelyan, Z. V. Koshak, B. G. Babayan, S. M. DegtyarWays to improve efficiency of compound feed for fish, Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian Series, 57(3), 2019, pp.323-333.
9. Babayan, B.G., Mikaelyan, A.R., Asatryan, N.L., Bagdasaryan, S.A. and Melkumyan, M.A. 2020. The effect of tartaric acid new derivatives against the multidrug resistant opportunistic pathogenic soil strains of *P. fluorescens*, Test Engineering and Management, 83(5-6), pp.8516-8521.

THE DEFINITIONS OF PARAMETERS OF CURVES OF MEANDRING AREAES OF RIVER FLOW

P. Baljyan, N. Mikayelyan, V. Baljyan, H. Tokmajyan
Institute of Water Problems and Hydro-Engineering Named After Academic I.V. Yeghiazarov
Yerevan, RA
***E-mail**: jhhinst@mail.ru*

INTRODUCTION

Channel processes in rivers are constant. They arise from the cumulative effect of the characteristic conditions of the water catchment. Basically, this is the presence of a provided water flow and the presence of a sufficient amount of unbound soil mass in the basin. These two factors play a decisive role in the formation of the water and sediment regimes of each river and determine the development of the channel process and its intensity [9]. The longitudinal curve of the channel, its bed composition, sediment concentration in the stream and other characteristics are established during this process. It follows that the channel process depends on the geographical environment and on the specific conditions characterizing the river basin landscape of the catchment area. Climatic factors of runoff formation, the geo-morphological structure of the territory and the nature of the constituent rocks, soil and vegetation cover, modern tectonic movements and fluctuations in the marks of erosion bases - these are the main natural factors of channel processes that determine differences in their forms, intensity and direction of occurrence.

In other similar conditions, the more the relative magnitude of runoff changes, the higher the instability of the relief of the river channel becomes. In rainy years the intensity of channel transformations increases. The flood flow processes the forms of the channel relief created during the low runoff and the low runoff processes the forms created during the flood.

Channel formation process is in constant connection with the geological, topographical, climatic, water and other factors of the area and taking into consideration the influence of the latter on channel processes is difficult. Even if only the hydrodynamic part of the event is regarded, however, serious difficulties occur connected with its mathematical modeling. V.G. Sanoyan [1,2] had worked out the method of scrolling movement of the stream thus using his theory of stream bandwidth and hydrological descriptions. The water flows along the channel in deep places and shallows next to each other. In the part of curves, by the grooved banks, as a result of wide circulation of water which is directed to down, speeds fasten. The lengths speeds of the stream are added to them, so the flooding of the stream incurving bank increases more [4]. Here the grooves of the curves are more abrupt, and the depths of the stream are bigger. As a beginning of the meander the narrowest segment of the channel is considered to be. On the meander line the channel widens, reaches its maximum size then gradually narrows (Pic. 1). Passing from one meander to another the incurving center passes from one bank to another, i.e. the fracture center between two meanders is the twist for meander groove. In the end of meander the widths of the channel is bigger than in the beginning. The length of the widening part of the curve is about 1,5 times bigger than that of narrowing part. The narrowing parts are situated in the curves of the channel and widening parts are comparatively vertical.

About 30 explanations of the causes of river meandering currently compete: general denudation of the earth surface, neo-tectonics, geology, Coriolis acceleration, the presence of random obstacles, the principle of minimum energy dissipation, the concept of entropy, structural turbulence, cross circulation, wandering of the dynamic axial stream, “the property of the flow to meander” and others. None of these hypotheses has been fully confirmed [10].

CONFLICT SETTING

Meandering is mainly considered as a process that depends on the dynamics of the flow and its hydraulic characteristics: water flow, flow velocity and curve of the water surface. There are very few works that pay attention to the influence of natural factors and peculiarities of the hydrological regime of rivers on the development of meanders. The task is to identify the causes of flooding of rivers in the lower flows of mountainous regions.

RESEARCH RESULTS

For the first time an attempt was made to explain the causes of floods in the lower flows of the Kura by the processes of bank erosion and sediment accumulation in the riverbed in our work. Similar problems occur in such trans-boundary rivers as the Tisza (Romania, Hungary, Slovakia, the Ukraine, Serbia and Montenegro), the Merij (Bulgaria, Turkey and Greece), the Dniester (Moldova and the Ukraine), the Nistru and the Prut (Moldova, Romania and the Ukraine) and the Northern Don (Russia and the Ukraine) [11].

Pic.1. Meanders of the rivers East –River in the state of Colorado (the USA) [7]

The reasons of occurring the meanders are presented by different researchers differently [8]. We point out some of them:

- the principle of minimum dissipation of energy,
- the wide gyre of the water in the river,
- the turbulence,
- the fluctuation of water vertical movement to harmonic stimulations,
- entropy,
- the geological reasons,
- Coriolis acceleration,
- accidental resistance,
- bandwidth of liquid,
- denudation of Earth surface

Streams with the same hydraulic characteristics can create different channel forms under different natural conditions, and, in turn, outwardly identical channel formations can arise under the influence of completely different hydraulic processes [12]. Identification of the regional specifics of the free meandering of rivers is not only an important scientific, but also a practical task the solution of which is associated with an increase in the efficiency and reliability of channel regulation measures. In addition, the issues of the emergence of meanders, the stages of development and the conditions for their straightening, the

transformation of shape and hydrological and morphological dependencies in the course of the evolution of meanders, with changes in the water content and other characteristics of rivers, remain poorly studied.

Streams with the same hydraulic characteristics can create different channel forms under different natural conditions, and, in turn, outwardly identical channel formations can arise under the influence of completely different hydraulic processes [12]. Identification of the regional specifics of the free meandering of rivers is not only an important scientific, but also a practical task the solution of which is associated with an increase in the efficiency and reliability of channel regulation measures. In addition, the issues of the emergence of meanders, the stages of development and the conditions for their straightening, the transformation of shape and hydrological and morphological dependencies in the course of the evolution of meanders, with changes in the water content and other characteristics of rivers, remain poorly studied.

The characteristics of Meander Rivers are the clause and the amplitude.

For any characteristic of channel deformation we can determine the dependence upon the three main characteristics of channel process [5]. Particularly, we can determine the following for the clause and amplitude of meander [6].

$$\frac{t}{d} = \alpha_1 \lambda^{x_1} \text{ and } \frac{a}{d} = \alpha_2 \lambda^{x_2}, \quad (1)$$

where t is the clause of curves, a - amplitude, λ - Lokhtin number .

The coefficients and thermometers in the [1] formula can be determined on the basis of the results of the united processing of original data by the method of the small squares [5].

$$t = 10{,}5d\left(\frac{Q}{d^2\sqrt{gdi}}\right)^{0{,}38}, \quad a = 2{,}3d\left(\frac{Q}{d^2\sqrt{gdi}}\right)^{0{,}42}, \quad (2)$$

where Q is channel forming exit, i - the slope of free surface in the circle of curve, q - the speed of gravity, d - middle equalized diameter of the grain.

The resulting relations show that in the same conditions the growth of exits results in both clause and curve amplitude increase. The decrease of curve results in increasing of curve characteristics. In the highland and lowland rivers the curves decrease according to the elimination of flows, which, due to [2] formula, results in the increase of frequency and amplitude of meanders down the stream. In the relations given the influence of channel grain diameters is expressed weakly.

Relation (2) gives us opportunity to define the width of river meander line in the layout. During the permanent slope of the river the meander line width is also stable, and during the constant decreasing of channel curve the width of meander line has widening shape down the stream. The position of the buffer in the layout is defined by the width of meander with increase of certain supply.

CONCLUSION

The clauses and amplitudes of the curves are defined by relations dependent on main factors which form the channel. The width of the meander line can be defined by the relations given above.

REFERENCES

1. Sanoyan V. G., Processing the theory of meandering and channel formation and activities of preventing their harmful influence on environment, Yerevan, 1990, report ArmNIIVPiG, N G. P. 01.8600.30712, inv. 10012729
2. Sanoyan V.G., Regulations of changing the transportation machineries of open alluvial streams from the speed of their movements, scientific invention. Diploma N 103, reg. N. 121, from 25.10. 1999, MAANO, Moscow, RAEN.
3. Kondratev N. G., Popov I. V., Snishchenko B,F., The basis of hydrological theory of channel processes, -L., Hydrometer public, 1982, p. 272

4. Zubkova N.G., Sichinava O.A., Several engineering tasks of strengthening banks of floods in the curves, - Tbilisi, 2000, Materials on the International conference on channel processes, hydraulic of pipeline transportation, hydro technical equipment and the issues of hydro energetic, p. 46-48
5. Velikanov M.A., Channel processes, - M., Fizmatgiz, 1958, p. 396
6. Abrahamyan H., Torosyan Z., Jrbashyan E., Tokmajyan H., The definition of parameters of river flow of meandering areas of Sevan basin // The bulletin of Armenian engineers, 2005, N4 /32/, special edition, p. 17-19
7. East river meandering near Crested Butte Colorado, Poster Print by Tim Fitzharris //https://www.fruugoindia.com/east-river-meandering-near-crested-butte-colorado-poster-print-by-tim-fitzharris/p-15269804-33005035?language=en
8. Zamishliayev V., I. About the reasons of river meandering (notes of foreign authors) //Issues on hydrology and land, L., Hydrometer public, 1978, p. 138-141.
9. Znamenskaya N.S., Channel processes and the factors determining them, Water resources, 2001, vol.28, № 6, p.711-717
10. Kondratev A.N., Reasons of meander formation: meandering of rivers and other natural flows, Bulletin of AS of Russia, geographical series, 2000, № 4, p.42-44
11. Koronkevich N., Hydro-ecological problems of big river basins: origins and possible solutions. In., Restoration of degraded rivers: challenges, issues and experiences. London, Kluwer Acad. Publishers, 1998, p.173-178
12. Makkaevich N.I., Chalov R.S. Channel processes, M., publ. MSU, 1986, 264 p.
13. Hansjörg Seybold, José S. Andrade, Jr., and Hans J. Herrmann (2007), Modeling river delta formation. PNAS, Vol. 104 | No. 43, p. 16804-16809.
14. Luna B. Leopold and W. B. Langbein, River meanders /Journal Scientific American, Vol. 214, No. 6 , 1966, p. 60-73.

ASSESSMENT OF THE RULES OF CONDUCT OF THE POPULATION LIVING IN THE FLOOD RISK ZONE AS A RESULT OF A POSSIBLE BREAKDOWN AT THE ZHINVALI EARTH DAM

G. Gavardashvili, E. Kukhalashvili, T. Supatashvili,
G. Natroshvili, I. Iremashvili, K. Bziava, I. Kuparashvili
Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University
Tbilis, Georgia
E-mail: *givi_gava@yahoo.com*

INTRODUCTION

The construction height of Zhinvali dam is 102 m, and the operating height (water inflow) is 96 m. The width of the dam on the threshold is within 415 m. The volume of Zhinvali Reservoir is 520 million m^3 and the slickenside area is 733 million m^3 (See fig. 1.).

Fig. 1. General view of the Zhinvali reservoir

Destructive tsunami-type waves shall be potentially generated when the hydrodynamic facility of our study - Zhinvali earth dam breaks. Their power depends on the amount and velocity of water. This is why hydrodynamic facilities with the reservoirs containing a large amount of water, having a significant difference in height between the head-water and tail-water (high pressure) are dangerous.

The breakthrough wave and the huge mass of water can destroy everything in its path - buildings, agricultural lands, cause human casualties and great material loss.

ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL PREVENTIVE MEASURES AND ORGANIZATION OF THE FLOOD CONTROL SERVICE

Taking measures against floods that would give us absolute reliability of the protection of the facilities is unfortunately practically unrealistic, and their construction is economically unprofitable. Thus, when carrying out flood control measures, we should be aware that there is still a risk of impending catastrophic floods.

In addition, it should be borne in mind that scientists and designers are not always able to accurately predict the course of the flood process. The multifactorial process of flood protection and its consequences are often unforeseen. Therefore, despite all possible measures to be taken to protect this or that area from floods, we must always be ready to fight against floods and not to ignore emergencies (natural disasters, man-made, breakdowns of dams and weirs). This will allow us to drastically reduce the scale of the loss.

Those who have taken up territory near the river believe that the land on which they live and work is safe, that there will be no flooding, and that they are reliably protected from it. In most cases, the trouble is largely due to such irresponsibility when safety measures are not taken in advance against the expected floods.

Flood control services are especially important to reduce the damage caused by the disaster. Special services allow us to carry out all the work planned to repair all the buildings, as well as to protect other anti-flood structures. The person in charge of this service shall draw up a map of the flood-prevention works to be carried out, which shall indicate all the embankments indicating dangerous places, etc.

Flood control service responsibilities include:

- Distribution of the entire area between the brigades;
- Attaching material and transport resources to each brigade;
- Supply of necessary materials for immediate liquidation of the breakdown;
- Organization of all necessary works. Particular attention should be paid to the night, in heavy rainy and windy weather, when there is a greater chance of a breakdown.

Good organization of works during the flood period ensures the avoidance of the damage of embankments and structures and will make it possible to completely exclude or greatly reduce the damage caused by the expected breakdown.

Security measures need to be considered and processed in a timely and thorough manner so that they can be implemented sooner or later as soon as the disaster situation requires it. Naturally, in order to carry out such measures, we must preliminarily take into account the natural conditions of the area where their implementation will be required. Thus, in order to prevent disaster or reduce the damage caused by it, in all areas where flood risk is expected, we must have a plan for the protection of the area, population and victim assistance, as well as a plan of long-term measures to avoid great material and other losses, or, in extreme cases, to significantly reduce it [20,23,25].

Success in the fight against floods depends to a large extent on the coordination of the work of all the services that carry out the planned measures. Disagreement between those involved in flood control, or those who need to be evacuated from flooded areas, or areas at risk of flooding, or who have taken care of the victims, will lead to disruption of the measures. Developing a well-thought-out program, providing timely information to the public about impending floods, and measures that can be taken to save citizens' lives and property are crucial.

After the flood, first of all, the area needs to be cleared of rubble and silt; Tidy up the area to alleviate the grief caused by the devastation and casualties, identify the causes of the disaster, and address any issues that may arise.

One reliable way to solve problems is to include it in our multi-year plans for economic and social development. There are no universal methods for compiling such a program. Of great importance is the position of those who did not fall into the flood zone. Recent years have shown that those who live and work in areas where there is a risk of flooding are well aware that their well-being, the social and economic situation of the whole country, depends significantly on how successful the fight against flood is and how its consequences are liquidated.

Experience has shown that flood-caused damage increases in most cases as a result of neglecting the expected hazards. For example, many people who live in areas where there is a risk of flooding think that the flood will not happen again and if it does, it will happen again after a long time and with not enough power to touch it.

When discussing flood control methods, it is important to remember that in small rivers, especially at the head-waters of river catchments, water levels can rise rapidly due to heavy rains, and floods can begin before the rains stop. In such a case, there is almost no time left to predict the flood and the peak of the freshets. It is necessary to immediately take measures to save people, livestock and property.

In order for the structures that regulate freshets to work well, it is necessary to ensure their normal maintenance. Well-maintained hydraulic structures do not require special care in critical cases. In case of poor maintenance, these buildings need urgent repairs in complicated flood conditions.

Inspection and maintenance works of dams, embankments, reservoirs, water pumping stations are specific and are detailed in the service and maintenance instructions of these facilities.

The most common anti-flood structures - dams - usually face two dangers: first, the fact that the water level in the river during the flood can rise above the dam, and second, the resorption of water in the dams can cause ruptures, which can lead to leaching of the dam. Of course, if the water flows over the dam, there is nothing to do here. To avoid ruptures, it is often necessary to take measures in advance, which are as follows:

Usually plants grow on the sides of the dam and along the river banks - the roots of trees and shrubs loosen the soil; In loose soil, water begins to leak. In addition, during floods, the river brings with it bulky trees and various types of debris that can mesh of the dam walls, trees and shrubs growing on the banks of the river and uproot them, resulting in the collapse of the dam banks. That is why we need to pay attention to the fact those trees and shrubs do not grow on the banks of the river and on the sides of the dams (on the river side).

Sometimes, the material from which the dam is built is compacted, which causes the dam to lower, which can also be caused by the regular movement of cattle on it, or a weak foundation and other reasons, in which case it is necessary to change the dam material and/or strengthen the base. If the lowering of the dyke is insignificant, we may not even change the material, but add a new one and bring it to the height provided by the dam project. In this case, to ensure the connection of old and new materials, it is recommended to remove the dam gleby cover at the connection point in advance. Nor should it be neglected that rats and various rodents often make holes in the dams, from which water can then easily leak out. Thus, old dams require strict maintenance and control.

Timely detection and examination of weak areas is of great importance. Areas at risk of flooding and for which protection measures need to be developed fall into two categories:

1. Areas protected by dams are already damaged and in need of reconstruction;
2. Lowland areas that are not protected by dams and the need to build a dam may arise during floods.

In order to detect deformed places, it is necessary to carry out regular monitoring of dams at any time of the year. It is better to restore them as they were before the flood. In any case, the locations of the dam should be identified so that in case of danger, we can eliminate them immediately - preventive measures should be taken.

The Preliminary Flood Control Plan shall provide for the timely supply of materials and equipment that may be required during the flood control. We must also have a constant supply of timber, sandbags used for the rapid construction of fortifications.

Particular attention should be paid to dam accesses that are prone to leaching and that are not protected by a gleby or other cover. Also, the ends of old dams and intersections require attention. If we notice signs of leaching, the quality of leaching should be determined and appropriate repairs should be carried out. Sandbags or bulk stones are usually used for this purpose.

Elimination of leaching and ruptures in dams is not easy. This requires early implementation of measures to prevent ruptures. If there are any ruptures in the dam, we must take appropriate measures to prevent them immediately.

When we have built reservoirs, then we have to create a working regime there that would limit the unplanned flow of water in the tail-water. This in turn means that it is necessary to develop a schedule for the work of the stop-gates and to keep it strictly adhered to. Recommendations for creating such a schedule are given in the reservoir maintenance and operation instructions.

Demolition of buildings and structures during floods can be reduced at the expense of constructional modifications. Among the various types of constructional modifications we can name the walls made of waterproof material, the closing of windows and other holes, which are located on low levels, the construction of buildings on a reinforced foundation. If necessary, buildings may be erected on piles.

Constructional modifications are acceptable when the flood continues for an insignificant period of time and the water velocity is low. This measure is most effective when the depth of flooding is less than one meter, although it is possible to build buildings that can withstand floods up to three meters deep.

Constructional modifications and earth level upgrades contribute to the steady settlement of the area - as well as reducing potential losses.

At the same time, the measures taken should not lead to indifference of people and belief in the absolute reliability of their houses, neglect of the measures needed to protect them from floods.

SELECTION OF ANTI-FLOOD MEASURES

There are many measures to fight against floods, from which the most appropriate type of flood prevention for the given region and territory should be selected. There is a whole range of opportunities available to reduce flood-caused damage. We cannot avoid damage if we do not use every effort, every means and do not take the necessary measures. Any action aimed at mitigating the loss requires material costs (for example, to build a structure, to relocate a flood-affected enterprise). Such costs are reimbursed in profit gained after reduction of loss. The level at which income should exceed the maximum amount of expenses incurred should be clarified.

The analysis of incomes and expenditures will allow us to determine the list of measures against floods and select the optimal set of effective measures from them.

The damage caused by the flood to the national economy can be measured by the cost of restoring it to return it to its original form.

To do this, you need to determine the cost that will be spent on replacing or repairing the damaged property.

Where floods pose a serious threat to human life, the cost of building a dam can be compared to the cost of building a high-rise building, relocating roads, and improving a notification system. [20].

It is of great importance that the constructed structures be quite reliable so that they do not contain unreasonable expenditure of construction material, which would lead to further increase in the cost of the building and large capital costs.

During the floods, in addition to the collapse of the existing medical care system in the disaster area, a number of other serious problems also arise.

The demolition of buildings disables vital facilities such as electricity and water treatment plants - unsanitary conditions can be created, which poses a risk of spreading infectious diseases. Therefore, these issues should be under the constant attention of the health services of the respective regions.

NECESSARY CONTROL QUESTIONS ACCORDING TO UN STANDARDS FOR COMPETENT STATE AND LOCAL SELF-GOVERNMENT OFFICIALS WHEN PLANNING EMERGENCY ACTIONS

In the methodological guidelines, manuals and other normative documents prepared by the United Nations in the last 2000-2019, special importance is attached to the quality of information of the control questions that are necessary for competent state and local self-government officials to have in case of emergency planning in the country. Emergencies in one or another country can occur during natural and man-made disasters (weirs breakdowns, dams demolition, etc.), terrorist acts, epidemics or other special cases [3].

The participation of Professor Givi Gavardashvili, Project Manager at the UNECE-sponsored international conference “Accidental transboundary water pollution prevention - contingency planning, early warning, mitigation” held in Budapest, Hungary on 2-4 November 2019, has highlighted the importance of governments, local governments, awareness of population living in the disaster zone and the knowledge of the rules of their conduct, the efficiency and effective use of their implementation in the announcement of a state of emergency in different countries of the world [3].

The following is a list of control questions and three criteria for assessing their knowledge („yes”, „to some extent” and „no”) according to the EU Standards Guidelines when planning operations in a state of emergency in a country (see Table 1).

Table 1

List of control questions when planning actions in a country during a state of emergency (For competent organizations) [3]

№	Questions and description when planning actions in case of announcement of a state of emergency	Questions to check	Response of a competent person		
			yes	to some extent	no
1	The country should ensure appropriate action, which will be approved by legislation, water and industrial facilities breakdown conventions.	Are the actions in line with the water and industrial facilities breakdown conventions?			
	Description of the river catchment basin				
2	Geographical location	Do you have a territory map in case of a potential pollution accident?			
3	Basic characteristics of the catchment basin	Do you have a basic description of the catchment basin?			
4	Topographic and other aspects	Do you have a basic topographic descripttion: relief, flora, hydrographs, urban and district transport communications?			
5	Geology and soil structure	Do you have a description of the soil structure and its geological description?			
6	Climatic conditions	Do you have a description of climatic conditions (especially precipitation)?			
7	Groundwater and its horizons	Do you have a description of the groundwater status of the respective region and its horizons?			
8	List of potential pollutants of water resources	Is there a list of water polluting companies?			
9	Dissemination of pollution	Does the above list include the following facilities: Wastewater treatment facilities? Industrial organizations? Agrochemical enterprises? Carbon storage facilities? Are these objects marked on the map? Is the duration of their relocation in an extreme situation calculated in extreme hydrological conditions?			
10	Surface and groundwater quality	Do you have a classification related to water quality?			
11	Groundwater quality	Do you have information on groundwater in the emergency zone?			
12	Drinking water supply	Do you have a description of drinking water supply?			

13	Industrial water supply	Do you have a description of the industrial water supply?			
14	Agricultural water supply	Do you have a description of water use in agriculture?			
15	Recreation areas	Do you have a description of water use in recreational areas?			
16	Fish farms	Do you have a description of fish farms?			
17	Fish-passing facility	Do you have any description of fish- passing structures on water-barrier structures?			
	Water Management Organization / Competent Bodies				
18	Duties and activities of the competent bodies	Do you have a complete description of the activities of the Water Management Organi-zation?			
19	Designation of competent bodies	• Do you have a list of competent organizations in the contingency plan? • Do you have a list of organizations whose purpose is to respond to an emergency? • Are the organizations responsible for preparing the contingency plan on the list?			
		▪ In case of a "positive" answer, check whether this organization is mentioned in the contingency plan?			
	Emergency preparedness				
20	Prior to the commencement of the construction of a capital strategic facility or the closure of the facility operation, the contingency plan must be agreed with the government of the country. Accordingly, it is necessary to calculate the duration of the evacuation in accordance with national or international laws.	• Is the time to act in an emergency set by national laws? • Does the contingency plan set out deadlines for initiating and completing actions in the event of a breakdown?			
21	The contingency plan shell be developed and verified by the operators from the list of hazardous objects and by the competent bodies. Finally, when it comes to the question of competent organizations, they should act in relation to each other and on the principle of mutual agreement.	• Does local laws provide for joint emergency monitoring in the contingency plan - in or outside the disaster zone ?			
22	The contingency plan should always be revised as necessary, but not less than 5 years.	• In case of new hazards at the structure under construction? • If a new hazard is identified during the operation of the facility? • In case of additional irregu-larities at the facility using new diagnostic equipment or new technologies?			

23	The contingency plan must take into account	• Does the contingency plan			
	all types of natural disasters as additional causes of the breakdown. Therefore, additional information must be included in the action plan (e.g flood contours must be mapped during floods).	take into account natural disasters • Floods? • Mudflow? • Landslide? • Hurricane? • Fire? • The source of the disaster near a hazardous object?			
	Pre-warning systems and signals				
24	In case of emergency, it is necessary to have essential pre-warning systems and alarms. Pre-warning systems have two requirements: 1. Connection of measuring instruments in the hands of the organization, including communication between stations, etc.	• Do you have an accurate description of the pre-warning systems and signals? • Are there any explanations for the distribution of measuring instruments? • Is the cooperation between the measuring stations described? • Is the harmonious work of the technical elements agreed?			
	2. Appropriate technical equipment for catastrophic event detection and assessment of pre-warning systems and alarms	- Detection - Warning assessment - Purpose of the alarm			
25	Pre-warning systems are installed at hazardous facilities by the operator and by state authorities for the entire river catchment basin.	• Does each operator have a single warning station to the hazardous object connected to the national warning system?			
26	Are pre-warning systems attached to the International Plan of Action led by the Joint Bodies?	• Whether pre-warning measures and alert international plan is valid? If "yes", are they included in the contingency plan?			
27	There is a need for continuous monitoring of hazardous objects, which will create a statistical series, continuous observations to develop pre-warning measures at different levels. These observations should be agreed with the competent authorities, in accordance with the relevant international action plan, for the development of pre-warning measures (e.g. Mtkvari River Catchment Basin, etc.).	• Is there continuous monitoring of the real dangerous object done by the operator? • Do you have access to an international warning plan? • Are there any barriers determined to reporting pre-warning activities? • Do you have access to the duration of natural disasters when calculating scenario modeling? • Are these scenarios included in the contingency plan?			
	Mutual assistance in an emergency				

28	In practice, how much mutual assistance is possible, which should be provided by the competent authorities with the help of other countries in case of emergencies.	• Has the transit cargo passage scheme been developed by the competent organizations? • Is there an agreement between states on mutual assistance in an emergency?			
29	Competent bodies should develop a special plan for the transit of rescuers and special equipments.	• Is there a normative regulation on the entry of technology and special equipments?			
30	Competent bodies should be able to exchange technologies related to accident elimination.	• Is it necessary to exchange technologies? • Exchange of experience and information? • Providing technical assistance?			

RAISING THE ENVIRONMENTAL EDUCATION OF THE POPULATION LIVING IN FLOOD RISK AREAS

Knowledge of the rules of conduct and actions of the population in emergency situations, including floods, for each resident living in a high disaster risk zone, in addition to being a determinant of knowledge of specific methods and rational actions, also contributes to extreme psychological resilience and self-confidence.

If the population lives in the tail-water of the dam, then they are in the high risk zone and should definitely know:

- Possible boundaries of flooding, as well as elevated areas in the immediate vicinity of the place of residing, which are rarely flooded, and the shortest access roads to them. Practice has shown that when large reservoirs break through, tsunami-type waves are triggered in the ravine (see Figure 2), the only means of protection of which is the organized evacuation of the population.

Fig. 2. Triggering the tsunami-type waves

- Each family member should know the evacuation plan, as well as the rules of conduct in the event of a sudden and rapid flood. Remember the storage places for boats, rafts and building materials needed for their construction.
- Make a list of necessary documents, items and medicines to take with during the evacuation. Put the necessary warm clothes, supplies of products, water and medicines in a special suitcase or backpack.
- Immediately leave the dangerous zone of possible catastrophic flooding and move to a safe area or elevated place, taking with them documents, jewelry, necessary items and supplies of products for two days as soon as they receive the warning signal for flood threat (Fig. 3) and evacuation notification. Get registered at the evacuation point. Pets are also subject to evacuation.

Fig. 3. Floods in the river bed

- When leaving the house, turn off the electricity and gas, extinguish the fire in the oven, attach all floating objects outside the building or place them in auxiliary storage. If time allows, move valuables to the upper floors of the house, or to the attic. Close the doors and windows, and if necessary and when time allows, board up the windows and doors of the first floor with planks from the outside.
- In the event of a catastrophic flood, in order to protect oneself from a breakthrough wave impacts, you need to quickly take an elevated place, climb a large tree, on the upper tiers of solid buildings (Fig.8.3), if they are in the water, when the wave approaches, do not get confused and do not panic, dive deep into the water and after some delay - surface to the surface of the water by underwater swimming. When in the water, by swimming or using swimming equipment go to a dry place, preferably on a road pile or dam - in a non-flooded area.

Self-evacuation of people by walking or by available swimming means is permissible in the following cases: If you see an un-flooded area directly, you have run out of food, getting outside help is becoming unpromising or you need urgent medical attention.

CONCLUSION

With the financial support of Shota Rustaveli National Science Foundation of Georgia Grant Project - # FR17_615 "Assessment of Vulnerable Infrastructure Safety Risks in the Formation of Predictable Disasters" and according to the project plan-schedule, according to the theoretical researches and the field-scientific studies conducted during expeditions carried out on the Zhinvali earth dam in Dusheti region in the period 2019-2021, the following general and basic conclusions can be made:

- In order to enhance the environmental education of the population living in flood risk zones, emergency knowledge, including knowledge of the rules of conduct and action during a flood, for the population living in a high disaster risk zone is reviewed and assessed;
- Areas of knowledge of specific techniques and knowledge that define rational actions, which at the same time contribute to a human's psychological resilience and self-confidence in extreme conditions, are presented. It is noted that if the population lives in the tail-water of the dam, then it is in the high risk zone and the population should be aware of the possible boundaries of flooding, as well as elevated areas in the immediate vicinity of the residential place, which are rarely flooded and the shortest access roads to them.
- Locals living in the tail-water of the dam, e.g. in the high-risk flood areas, each member of the family should know the evacuation plan, the location of the medical care system, as well as the rules of conduct in case of sudden and rapidly formed floods and ways to implement it.

Acknowledgment

The research was financial supported by Shota Rustaveli National Science Foundation of Georgia, Grant Project # FR17_615 "Theoretical research of vulnerable infrastructure security risk during formation of predictable disasters".

REFERENCE

1. Ayyub B. M. – Rick Analysis in Engineering and Economics. Chapman&Hall/CRC. A CRC press Company, Boca Raton London, New York, Washington, D.C., 2009, 571 p.
2. Ayyub B. M., George J. Klir – Uncertainty Modeling and Analysis in Engineering and the Sciences. Chapman& Hall/CRC. A CRC press Company, Boca Raton London, New York, Washington, D.C., 2011, 378 p.
3. Checklist for contingency planning for accidents affecting transboundary waters, with introductory guidance. UNICE, UNITED NATIONS, New York and Geneva, 2016, 51 p.
4. Gavardashvili G.V., Ayyub B. M., Sobota J., Bournaski E.,Arabidze V. – Simulation of Flood and Mud Flow Scenarios in Case of Failure of the Zhinvali Earth Dam International Symposium (With the support of UNESCO) on FLOODS AND MODERN METHODS OF CONTROL MEASURES. 23- 28 September 2009, Tbilisi, Georgia, pp.148-163.
5. Gavardashvili G.V. - Forecasting of Erosion and Debris Flow Processes for the Energy Supply and Transport Corridors of Georgia Using the Theory of Reliability and Risk. First International Conference on Vulnerability and Risk Analysis and Management (ICVRAM), April 11-13, 2011, University of Maryland, USA, pp. 813-820 (publishing ASCE).
6. Gavardashvili G., E. Kukhalashvili, T. Supatashvili, I. Iremashvili, K.Bziava, G. Natroshvili, I. Qufarashvili - Assessment of Vulnerable Infrastructure Security Risks in the Formation of Anticipated Disasters . Bullish house „Universal", Tbilisi, 2022, p.124.
7. Melkadze T., Kapanadze T. - Rules of action of the population in emergency situations. Publishing house „Present", Tbilisi, 2004, p.44.
8. Mirtskhulava Ts.E. - Hazards and Risk (at some water and other systems. Types, Analysis, Assessment). 2 Books. Tbilisi, "Metsniereba", 2003, 807 p. (in Russian).
9. Mirtskhulava Ts.E. - Ecological breakdowns (prediction of risk of breakdown, measures for lowering the hazard), Tbilisi, 1993, 432 p.
10. Mirtskhulava Ts., Tevzadze V., Makhatadze L., Dokhnadze D., Mirtskhulava Z., Gavardashvili G., Gvishiani Z. - Natural Disasters (Memo), Science, Tbilisi, 1992, p. 19.
11. Mirtskhulava Ts. - Flood and fight against it. Tbilisi, 1987, p. 32.
12. Prangishvili A., Bochorishvili N., Lanchava O. - Life safety (emergency management and civil defense). Publishing house „Technical University", Tbilisi, 2011, p.636.

DEVELOPMENT OF COMPLEX TERRAIN IN THE CITY OF TBILISI ON THE BASIS OF INNOVATIVE TRANSPORT FACILITIES

J. Gigineishvili, D. Gigineishvili, G. Javakhishvili, G. Chikvaidze
LLC "PROGRESI", Georgia, Tbilisi,
E-mail: *johnigig@gmail.com, d.gigineishvili@progresi.com.ge, g.javakhishvili@progresi.com g.chikvaidze@progresi.com.ge*

INTRODUCTION

Over the past 20-25 years, the volume of construction in Tbilisi has increased significantly, and instead of existing low-rise buildings, modern high-rise buildings and structures are growing everywhere: Residential multi-apartment buildings, public or multifunctional buildings and structures with a height of more than 50 meters. As the volume of construction increases, there is also an intensive development of mountainous terrains and landscapes that exist both in the very center and in the areas surrounding the city. Large-scale construction within the city and the expansion of the city along the perimeter pose new engineering and organizational challenges for the city authorities and the Georgian economy, as well as for designers and, in general, for the construction industry.

One of these challenges is the need for transport support for construction in densely populated areas with narrow streets, in new micro districts in heavy conditions, taking into account the terrain, existing gorges and elevation differences between populated areas and new districts and micro districts of the city.

In the conditions of a complex mountainous landscape and difficult terrain, the construction of new districts, micro districts and highways and parking lots faces a number of technical problems and the resulting serious increase in additional costs and, most importantly, a decrease in scarce land both within the city itself and in adjoining areas suitable for housing construction. In this regard, the authors of the article propose the construction of a monorail transport in Tbilisi according to the presented innovative schemes.

SITUATIONAL PLAN OF THE CITY OF TBILISI IN THE PLACES WHERE NEW VEHICLES ARE USED

In historical terms, it so happened that all the architectural styles known to this day throughout the world were formed under the influence of the characteristic features of the era and their locations. The development of cities has depended and now depends on geophysical, climatic, technical, religious and cultural factors. In other words, during the construction of cities, the epoch dictates style, form, and content, depending on the prevailing landforms.During its existence for more than 1550 years, the above-mentioned factors have not been ignored in the city of Tbilisi either. The presence of a complex terrain here creates a certain condition for the safe development of such territories for housing, and this is due to a number of local features, including taking into account the physical and mechanical characteristics of soils, the so-called layered mudstones, siltstones with very high values of fractured structure, which unstable when soaked with water and during earthquakes [1]. The strength of such rocks decreases in the upper highly fractured and weathered zone.

From the day of its creation, terrainforms were actively included in the three-dimensional structure of the city of Tbilisi and still influence the organization of its space. The existing complex landforms, densely populated areas with narrow streets affect the creation of not only buildings and structures, but also the creation of pedestrian roads between them, the construction of highways and parking lots, park elements for city greening, etc.

In Tbilisi, new large blocks and micro districts were built in the 1970-1980s, however, the problems of transport problems in the city, such as the throughput of entrances to the roundabout, taking into account the terrain, as well as the problems of comfortable and fast connecting old, traditional and new areas to each other. The purpose of the project proposal presented here is to optimally connect city areas with modern transport, to achieve smooth and uniform traffic without artificially arranged delays, stops, congestion and traffic jams.Based on the analysis of existing experience and data related to the distribution and use of

monorails throughout the world (especially in the USA, Japan, China, Germany (in operation since 1901 and other countries), we can conclude that the arrangement of a monorail is especially appropriate for such a city with complex terrain, like Tbilisi [2].

Currently, in the United States and in many European countries: in England, Germany, Russia, Ukraine, as well as in Japan, China, Korea, and Central Asian countries, new solutions are being used that are a more modern and economical alternative to tram, trolleybus and even existing automobile roads, modern monorail systems [3,4,5,6,7,8]. Many experts also call the monorail the transport of the future. Analyzing the state of modern large cities from the point of view of their provision with public transport, one involuntarily becomes convinced of the above statement.

The monorail system for the city of Tbilisi can have a number of significant advantages, among which are the following:

1.Help to preserve the green plants of the city;
2. Will not negatively affect the city's ecosystem;
3. Will help in the development of existing complex terrain and reduce noise in the city;
4. Discharge the city from road vehicles;
5. Convenient, fast, comfortable and affordable transport for citizens;
6. Will help in the creation of new districts and micro districts, will provide assistance to the old and densely populated areas of the city;
7. Guaranteed preservation of panoramic views of the city, etc.

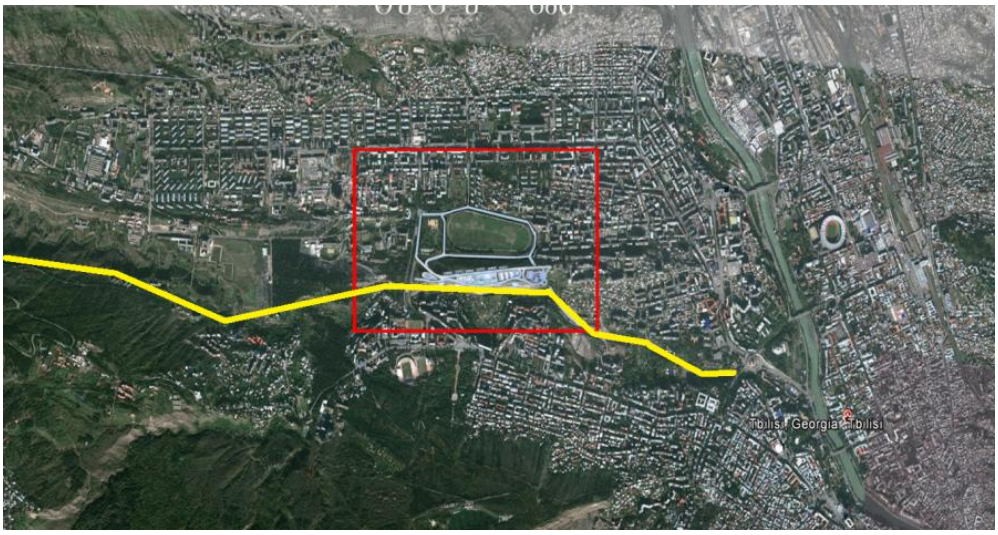


Fig. 1. Situational plan. The likely route of the monorail along the Vere river valley is shown in yellow. From the road of the Napetvrebi settlement leading to the Heroes' Square (on the territory of the former zoo), which can reach the House of Justice.

Fig. 2. Valley of the river Vere, along Politkovskaya street. Behind the cable car you can see the building of the Institute of High Energy

Fig.3. Vere river valley along Universiteti street. In the foreground is the new „GREENHILL“ residential complex. Arch. Irakli Murgulia, Constructor LLC "PROGRESI"

Fig. 4. View of the Vere river gorge along the Ikalto mountain and Kipshidze street, from the side of the Vake-Saburtalo roadway (a fragment of the new road is visible in the photo)

Fig.5. Valley of the Vere River along Mount Ikalto (View from the vicinity of the Cascade house under construction). Continuation of Panaskerteli Street towards Mount Ikalto, the recently built building "Cascade" (the valley of the Vere River, the new road and the beginning of the tunnel are clearly visible). Also new buildings 2016-2019 and a new highway

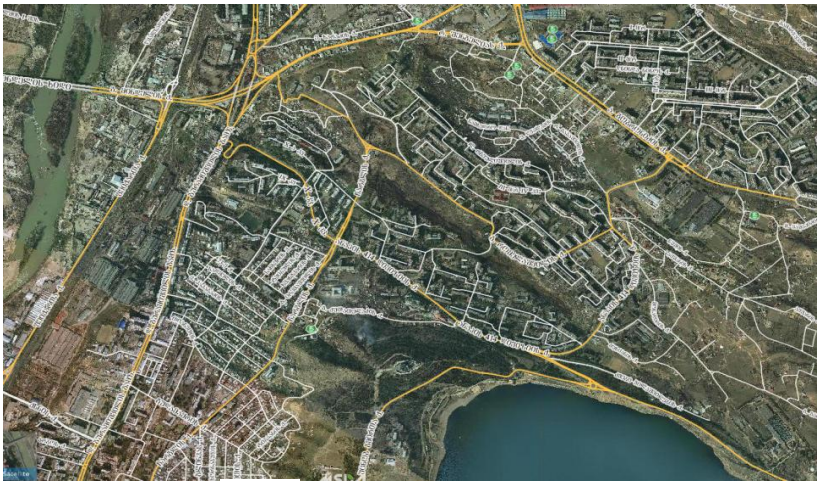


Fig. 6. "Temka" settlement and Zgvisubani gorge

Existing settlements on both sides of the gorge with highways that cross the bridge over Mtkvari and lead to Digomi. The probable direction of the monorail is marked with a red line, taking into account the transfer to Sarajishvili metro station.

Fig.7. Fragment of the settlement "Temka" and the gorge "zgvisubani" - Existing settlements on both sides of the gorge with highways

The likely direction of the monorail is along the entire length of the gorge.

MONORAIL

Monorail (Monorail-single-rail railway) is a type of rail transport. In the modern sense, this is a new high-speed and modern public transport vehicle. According to scientific and technical terminology, a monorail is a transport system between a cable car and a surface metro. As a rule, a monorail is any form of overpass transport, where the suspension is made in an unconventional way, practically this is any form of overpass transport, where the suspension is made in an unconventional way - without two carrier rails. In modern existing practice, a monorail refers to various forms of off-road transport, where rails as such may not exist at all.

Monorail transport has a whole range of varieties, each of which has its own technological features. Here are just a few of them, the most common for monorail: electric drive, internal combustion engine, jet engine, electric linear drive, mounted or suspended rolling stock. To this we can add differences in the designs of the support and running sections (wheeled, pneumatic, with magnetic suspension, on sliding supports). There are other differences as well.

The scope of the monorail is also different. If some of its types are used in amusement parks, for sightseeing purposes, as part of the subway and for transporting passengers to airports, then others perform the functions of urban public transport.

Over the past 12-15 years, the monorail transport system has been rapidly developing in the People's Republic of China. (In 2019, China has already developed and tested new monorail cars with a speed of more than 500-600 km per hour, and at the same time it is controlled automatically, without a driver (CRRC Qingdao Sifang began sea trials of the fastest suspension train in China in the city of Qingdao).

We (Fig. 1-7) have developed and presented preliminary (Conceptual) placement of the monorail for selected areas of Tbilisi in the plan. On fig. 8-11 shows options for the construction of monorail roads and other transport (road) roads and stations:

1. Along Mount Ikalto, along the slopes and banks of the gorges of the Vere River (partly directly above the river), from the suburbs to the square. Heroes and to the house of justice.
2. From the Tbilisi Sea, through the “zgvisubani”, to the station. metro station "Sarajishvili"

PRELIMINARY SCHEMES FOR THE CREATION OF MONORAIL TRANSPORT IN THE CONDITIONS OF THE DIFFICULT TERRAINOF THE CITY OF TBILISI

Here are the options for preliminary (Conceptual) schemes and technical solutions, taking into account the terrainfor the creation and development of monorail transport and highways, combined with existing gorges in the conditions of Tbilisi. Preliminary schemes and technical solutions are presented for those places where landing and transfer places and places of transition from one coast to another are supposed.

It is here that the construction of monorail highways is especially interesting and profitable, which can bring great benefits in the near future to both the city and the country, if we also establish the production of monorail cars based on modern composite materials using basalt fiber, instead of aluminum and other metals [9, 10].

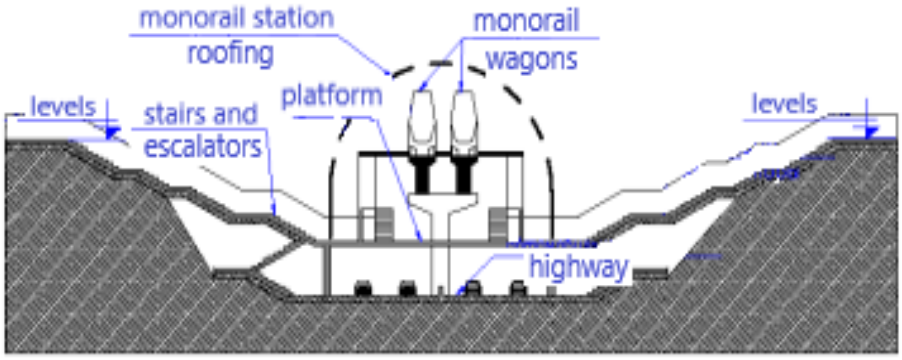


Fig.8. Preliminary and possible options for layouts of combined monorail and highways along the high-rise building of the university, along the Vere river gorge

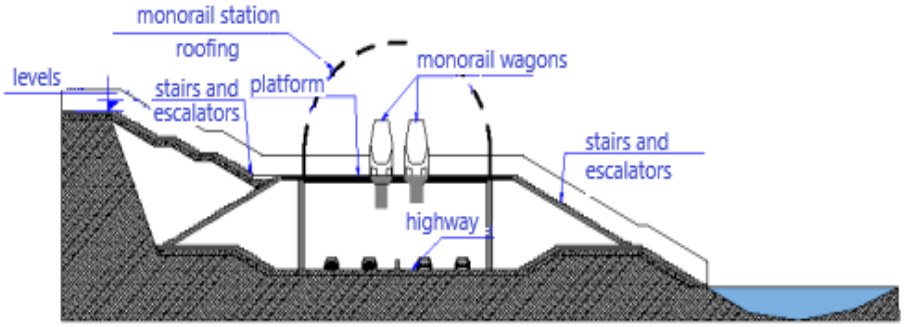


Fig.9. Approximate layout of the combined monorail and motorway along the Vere river gorge

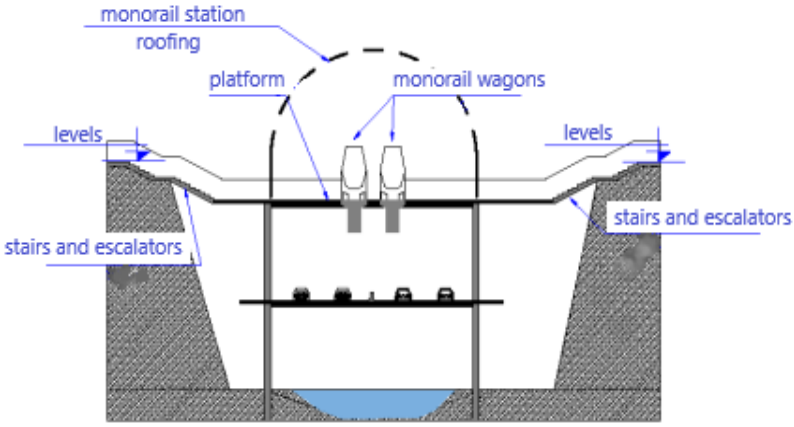


Fig.10. Approximate layout of the combined monorail and motorway along the Vere river gorge

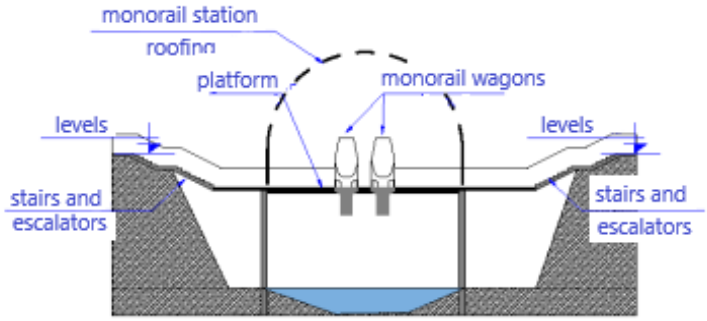


Fig. 11. Approximate layout of monorail roads and layout of stations of monorail stops, along the gorge of the river "Vere"

BENEFITS OF THE MONORAIL IN TBILISI

- The main advantage of the monorail is that, like a traditional metro, it does not take up space on busy highways, but, unlike the construction of the metro, its construction is much cheaper (In fact, monorail lines used as urban passenger lines are still one possible implementation of the metro) and more convenient for passengers;
- The monorail train can climb steeper hilly slopes than any rail vehicle;
- In Tbilisi, monorail roads can be built where today there are practically unused areas, such as narrow gorges and mountain valleys, small riverbeds (such as the Vere river valley, Digmula, Gldanula, Khevdzmara and others), which time require special care on the part of the city, since at the same time they also pose a threat to society and the population (for example, the valley of the Vere River), floods, landslides, etc.;

- The speed developed by a monorail could theoretically be much higher than the speed of traditional rail transport, since there is no risk of derailment, and the likelihood of collision with other road objects is negligible;
- Good visibility from all directions of traffic due to elevated transport lines to a certain height, which is especially effective for a city with a mountainous terrain, such as Tbilisi, and for a country such as Georgia;
- Noise reduction, in some cases greater than traditional trams, thanks to the use of quiet electric motors and ruby wheels, which have already become mandatory on almost all types of monorail tracks. The noise level of the German monorail "Wuppertaler Schwebebahn" after reconstruction is about 56 dB (50 dB - moderate conversations, quiet street, washing machine, according to the article on sound pressure);
- Doesn't obstruct vehicular traffic. It is also a panoramic transport, creating another center of tourist attraction;
- Monorail transport can transport: residents, guests or tourists from area to area comfortably and in minimum time. In addition, it is a competitive mode of transport compared to all currently known modes of transport (for example: railway, metro, tram, trolleybus);
- In conditions of difficult terrain, hills and gorges, in case of problems with the employment of supports for monorail cars along the gorge, it is possible to arrange supports at extended distances based on the use of cable-stayed systems, which will be considered and solved during the detailed design and comparison of technical solutions, taking into account the optimal consumption of materials and technical features for their production, taking into account the specifics.

NEW ARCHITECTURAL AND PLANNING SOLUTIONS IN THE CONDITIONS OF TBILISI, TAKING INTO ACCOUNT THE USE OF MONORAIL SYSTEMS

Tbilisi currently covers an area of 720 km² with a population of over 1,200,000, as of 2021. Despite the fact that in 30 years, due to the ongoing forced events in Abkhazia and South Ossetia, over a quarter of the population migrated from Georgia, and the population of the city of Tbilisi is growing.

Tbilisi is practically an inter-regional center of socio-economic development and attraction for the surrounding regions. At the same time, the dynamics of the city's population shows how much people want to live in this city.

It should also be noted that it is cities that enjoy a reliable reputation in the world as sources of scientific development, economic development, human potential and prosperity. With careful attention to the creative possibilities inherent in the urban environment, the advantages of the location of the city or the effect, agglomerated cities - both as separate municipalities and as part of integrated urban systems - can in many cases achieve a renaissance of their economy. Through this report, UN-Habitat hopes to contribute to this process of urban revitalization and improvement of the urban environment for the benefit of the people of Europe in transition.

The problems outlined in this paper and the proposed development paths are of great importance, due to the strategic position of Georgia itself, the city of Tbilisi and the economic importance of such a location, combined with an increase in the frequency of slowly progressing development of the entire Caucasus region, the city of Tbilisi has the prospect of progressive development and expansion.

As the city develops, the population will also grow, which in turn necessitates the creation of new districts and micro districts in the city, and taking into account modern requirements, the construction of multi-storey buildings and structures will expand, which will require the expansion, improvement or creation of new transport routes within the city. On fig. 12-14, the possible options for the development and creation of new and multifunctional areas for the expansion of the city of Tbilisi, taking into account the use of modern vehicles, are presented. These options were developed on our initiative and are presented taking into account fragments of the development of complex terrain and hills.

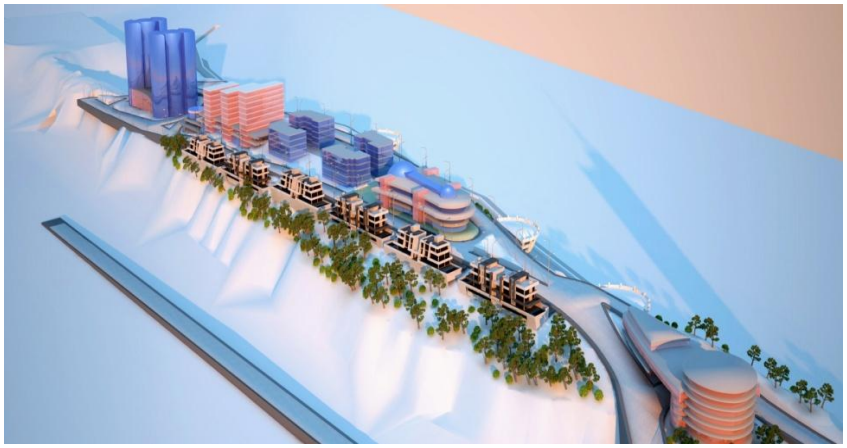


Fig.12.Bird's-eye view from the northwest side of the hippodrome, along the river Vere (fragment). Arch. Valerie Gogava

Construction is often carried out in conditions of difficult terrain and elevation changes in the city, taking into account high natural risks, which makes it necessary to take into account the following factors when designing: taking into account seismic effects, unstable soils, the presence of landslide slopes, temperature changes, destructive hydrogeological processes, heavy precipitation, floods and, most importantly, with a shortage of land. All of the above significantly complicates the construction of not only modern buildings and structures, but also highways, transportation of passengers and goods. Because of this, the construction of roads in mountainous conditions (at the foot of the mountains and on the slopes) needs to make decisions on engineering protection - strengthening the slopes and building protective barriers for small rivers and streams that occupy a place in gorges with ravines. As a result, transport costs within the city may still increase significantly.

Fig. 13. Bird's-eye view from the southeast side along the Vere River (along the new highway. fragment). Arch. Valerie Gogava

Fig. 14. General view of a multi-level and multifunctional center on a slope in Tbilisi. In the foreground are a complex of 1-2 story terraced buildings, with an inclined elevator and footpaths. Arch. Malkhaz Jeyranashvili and Zurab Jeyranashvili

One of the urgent problems of old and modern cities located on difficult terrain (such as Tbilisi and others) is the problem of organizing urban roads and parking lots.

This problem includes both - legal and economic, urban planning, environmental, social, and municipal aspects.

BASED ON THE FOREGOING, THE FOLLOWING CONCLUSIONS CAN BE DRAWN

- The approaches discussed above to the formation of the process of creating a monorail road (RM) for the transportation of passengers (people) and auxiliary cargo, based on the general principles of technical capabilities and achievements of modern science, allow modeling and studying the functioning of the RM, taking into account the prospective development of new **micro districts** with complex terrain along proposed route;
- It is here that the construction of monorail lines is especially interesting and profitable, which can be of great benefit to both the city and the country in the near future, if the production of monorail cars based on modern composite materials using basalt fiber, instead of aluminum and other metals [9,10];
- Planning for the construction of monorail transport systems is based on the establishment of the required number of passengers, the number of goods and transportation routes, taking into account the development of new micro districts, an increase in the population of the city, and especially those micro districts where the construction of MD is planned. To simulate these systems, it is advisable to use the so-called transport problem of linear programming and its modifications;
- With the help of the proposed solutions for the construction of new micro districts and an increase in the population of micro districts along the gorges of the Vere River and adjacent places, taking into account Mount Ikalto and others (according to the proposed architectural and planning solutions and for the development of gorges) and the city, a more correct and reasonable solution is possible in scientific and technical plan;
- The main priority areas of socio-economic development, identified by the strategy of the city of Tbilisi, should be disclosed and specified in the submitted proposals for strategic planning, developed within the framework of planning and programming, taking into account the long-term development of the city;
- With permits for the development of gorges and their improvement, floods will be excluded here forever and the gorges will turn into one of the well-maintained centers for people's lives, a comfortable place for the city's population and guests;
- One of the key tasks in the development of a modern urban planning methodology is to improve the settlement structure and form a system of new districts, micro districts and settlements, taking into account the complex terrain of the city.

CONCLUSION

1. The presented conceptual work is an innovative scientific and technical development dedicated to establishing the patterns of formation, based on the studies conducted by the authors, of the problems of the long-term development of the city of Tbilisi. We have obtained a new and more modern solution to an urgent problem, which is of great scientific, technical and economic importance in terms of long-term development for the city and the country, which consists in developing the scientific foundations for creating new districts and micro districts in the city, taking into account monorails and highways with optimal parameters with scientific, technical and economic points of view;
2. For the first time for the city and all the Transcaucasian countries, a model for the functioning of monorails has been developed as an element of the logistics system for existing and new areas of the city, which allows using the solutions found to minimize the cost and time of delivery of passengers and goods, as well as correctly, scientifically, to establish expedient scope of monorail transport, taking into account the development and development of the complex terrain of the city. This allows you to create more comfortable conditions for both citizens and visitors;
3. For the first time, the regularities of the rolling stock of monorail cars were determined, taking into account the complex trajectory of movement along the monorail, combined with road transport, which

made it possible to propose simultaneous action during the movement of the rolling stock along the monorail and other motorized vehicles.

4. In the developed project for the development of the gorge and the landscape adjacent to it as a whole, undesirable processes of both natural and technogenic origin (washout and weathering of the soil, erosion, waterlogging, floods, shallowing of the Vere River, mudflows, pollution of water, air, soil) etc.). The entire project will contribute both to the conservation of natural resources and to the improvement of the quality of the living environment of citizens and guests of the city;
5. In the conditions of Tbilisi, self-propelled monorail cars of the citywide public transport network on a tire track can be created;
6. Judging by the very great interest in the development and application of monorail transport throughout the world, it must be assumed that in the near future it will be possible to create powerful magnetic fields where the suspension will be made in an unconventional way - that is, without bearing rails. At the moment, the future of maglev trains has great prospects and is able to hold the wagons and trains of new generation monorails on weight. We hope that soon they will become very affordable and will prove to be cost-effective transport for Georgia as well.

REFERENCES

1. „სამშენებლო ნორმები და წესები – სეისმომედეგი მშენებლობა“, (პნ 01.01-09), 2009 წ;
2. Гигинейшвили Д. Я. идр., «Перспективы монорельсовых и автомобильных дорог для города Тбилиси с учетом создания новых микрорайонов», ООО «ПРИГРЕСИ». Научно-техническая работа депонировано в «САКПАТЕНТИ», №8107.28.07. 2020г. стр. 125;
3. Адасинский С. А. Городской «транспорт будущего», М., Наука, 1979, 164 с., (Наука и технический прогресс);
4. Тыняный В. В., Кущев И. Е. «Экономические перспективы использования подвесных монорельсовых дорог», Современные проблемы и приоритетные направления развития транспорта и транспортной системы: Материалы I Международной научно-практической конференции 18 июня 2015 года, г. Рязань, Рязанский филиал МИИТ, с. 81–86;
5. Бакланов В.В. «Внедрение легкорельсовго транспорта - один из путей повышения качества транспортного обслуживания населения г. Москвы», № Международная практическая конференция "Тенденции развития легкорельсовго транспорта в городе Москве", 16 октября 2008 года;
6. Райдершип «Монорельсовая дорога Лас-Вегаса» 2011. Архивировано с оригинал 9 мая 2012 г. Получено 28 мая, 2016;
7. «Монорельс демонстрирует удивительный послужной список пассажиропоток растет», ЛАС-ВЕГАС ОБЗОР-ЖУРНАЛ, 15 января 2014 г., Получено 17 августа, 2015;
8. «Прогулка на монорельсе», Сказание об Окинаве, Туристическо-информационный веб-сайт Окинавы, дата обращения 18 января 2013, Архивировано 28 января 2013 года;
9. Гигинейшвили Д.Я. «Базальтовые камни Грузии”, Историческая справка и перспективы широкомасштабного применения изделий на основе переработки базальтов для разных областей промышленности и строительства»,. Научно-технический журнал “СТРОИТЕЛЬСТВО”, Тбилиси, №1 (50), 2019, стр. 6-17;
10. Гигинейшвили Д.Я., Савенко В.Н. «Начало новой эры применения базальтового камня», научно-технический журнал «ВИНОХИДНИК И РАЦИОНАЛИЗАТОР И ТЕХНИКА», Киев, №1 (125), 2019, стр. 14-19.

RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES OF THE CREATION OF PRESTRESSED CONCRETE BEAMS BASED ON THE USE OF BASALT-PLASTIC REINFORCEMENTS

J. Gigineishvili[1), 2)], E. Kristesiashvili[1)]
[1)] LLC "PROGRESI", Georgia, Tbilisi,
[2)] Georgian Technical University, Georgia, Tbilisi
E-mail: *johnigig@gmail.com,e.kristesiashvili@gtu.ge*

INTRODUCTION

Studies conducted to identify the possibility of creating pre-stressed concrete sleepers for railway transport reinforced with basalt-plastic reinforcement (BPA) showed the possibility and prospects of using BPA for their reinforcement, as well as for the reinforcement of other prestressed concrete structural elements. When using BPA in structures for reinforced concrete sleepers, the problems associated with corrosion of steel reinforcement can be avoided, which ultimately translates into durability of the structure. In addition, BPA has a low density, which can somewhat reduce the weight of reinforced concrete and reduce the pressure from its own weight.In the conducted theoretical and experimental studies, new results have been obtained on the design of concrete sleepers reinforced on the basis of the use of BPA and tension concretes based on NTs-20. The use of BPA and tension concretes makes it possible to obtain materials not only without metal, but also with qualitatively new higher characteristics, which make it possible to increase the service life of structures used in an aggressive environment, reduce the metal consumption of structures, their weight, cost and, accordingly, the complexity of construction.Such structures have higher mechanical strength, corrosion resistance, heat-shielding and dielectric properties, non-magnetic and radio-transparent.The use of BPA can give a noticeable economic effect both in the reinforcement of prestressed concrete sleepers for railway transport, as well as for civil engineering, for hydraulic and other structures.

BASALT FIBER FOR BUILDING REINFORCEMENT

The positive results obtained in the USSR for melting basalt in bath furnaces in the production of basalt super thin fibers (BSTF) using spinneret feeders formed the basis for research and development of a technology for manufacturing basalt continuous fiber (BCF) in a single-stage method.

In the USSR, the development of structural elements using basalt fiber for the needs of the military industry and for space was carried out continuously, and for the needs of construction with a noticeable lag. The Scientific Research Institute NIISK in Kyiv, on the instructions of the USSR State Construction Committee, starting from 1987, began to create a new composite material - basalt fiber-reinforced concrete. However, even earlier, starting in October 1978, at the Kiev ZNIIEP Research Institute, on the initiative of the author of this article and under the guidance of Ph.D. MM. Akulenko, research began to create concrete structures reinforced with basalt plastic reinforcement.Due to the complete lack of funding on this topic, all theoretical and experimental studies were carried out at our own expense, as well as problems with conducting full-scale experiments, the work did not move fast enough and from the summer of 1984 was continued at the Kiev Civil Engineering Institute (KISI) and Kiev Institute of Civil Aviation Engineers (KIIGA), under the guidance of Doctor of Technical Sciences, prof. Yu.V. Veryuzhsky.

To effectively address the issues arising from this problem, it can be very useful to manufacture and use concrete sleepers reinforced with basalt plastic reinforcement for both existing (for selective or complete replacement) and new railway lines both for Georgia and for the republics of the former Union. This development is still innovative in the railway industry, although it has almost 40 years of history [1,2,3,4].

Basalt plastic reinforcement (BPA) can be classified as a modern composite material with good chemical and physical properties. The basis for the production of BPA are basalt fibers and special organic binders, which ensure their effective joint work.A feature of BP fittings is anti-corrosion performance, anti-magnetic and dielectric properties of fittings and other features. BPA has high tensile, tensile and tensile strength characteristics, which is especially important in areas where increased structural stress or exposure

to aggressive chemical environments, including acids and alkalis, is expected.It is more expedient to use BPA in the temperature range: from -70 to +100°C (for special cases up to -160°C) [5,6,7,8].

By varying between binder and filler materials, it is possible to obtain products based on basalt fiber with the most suitable properties and properties for a particular application.Due to the fact that for the reinforcement of sleepers made of concrete and with the use of basalt-plastic reinforcement, high strength of reinforcing rods is required, with a large number of tension-compression cycles, as well as sign-changing transverse forces, taking into account the dynamics, special attention was paid to the selection of such materials in combination with concrete value [9,11].

KievZNIIEP and KISI, studies were carried out to identify the interaction of cement stone (concrete) and basalt fiber (Fig. 1). We were also engaged in the research and creation of effective concrete structures reinforced with basalt plastic reinforcement.

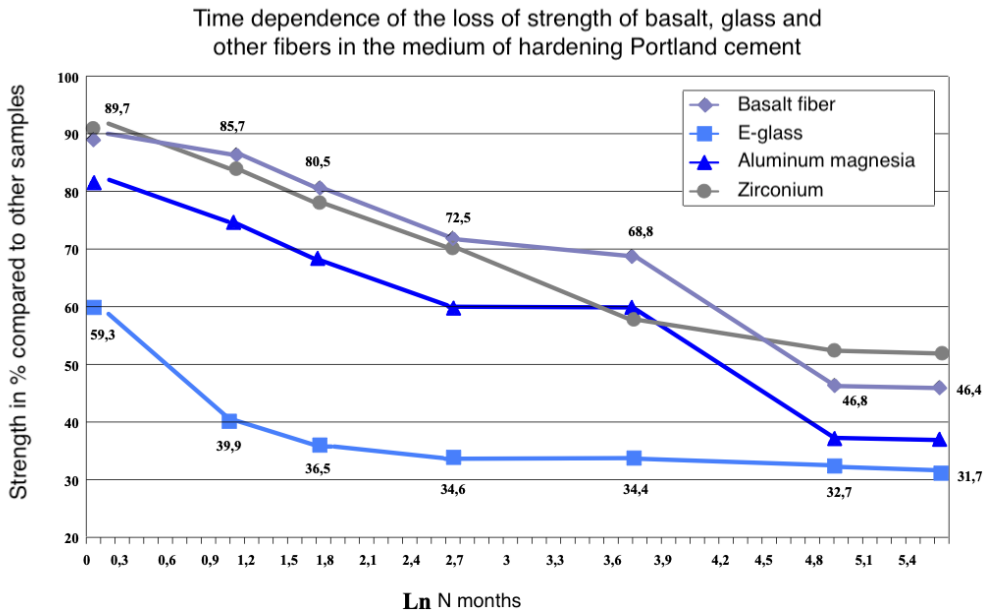


Fig. 1. Comparative time dependence of the loss of strength of basalt and other types of fibers in hardening Portland cement

Numerous studies have confirmed that the adhesion of concrete to BPA is less than the adhesion of concrete to steel reinforcement [4-8]. Therefore, the engagement factor during the adhesion of BPA reinforcement to concrete should be given an even greater role and attention than in the adhesion of steel reinforcement to concrete. In this regard, numerous studies have been carried out (Fig. 1. And Photos 1, 2, 3 and 4).

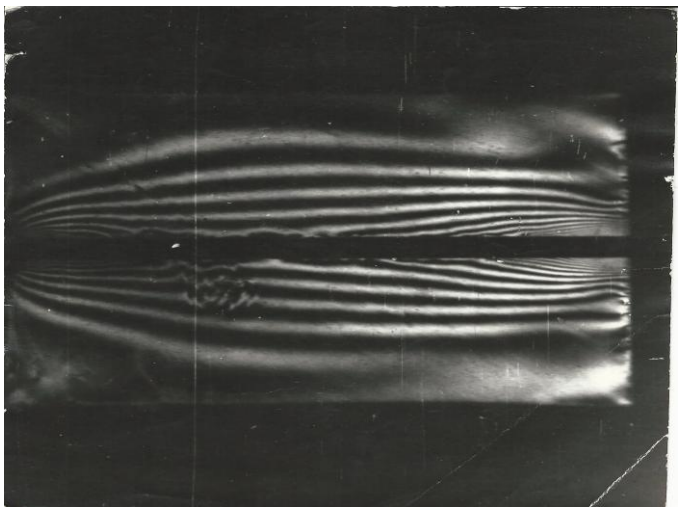


Photo. 2. The result of the experimental study: the distribution of contact and other stresses along the BPA contact line during concrete shrinkage. BPA without braided thread (Research was carried out in a closed laboratory of the BOLSHEVIK plant in 1987-1988).

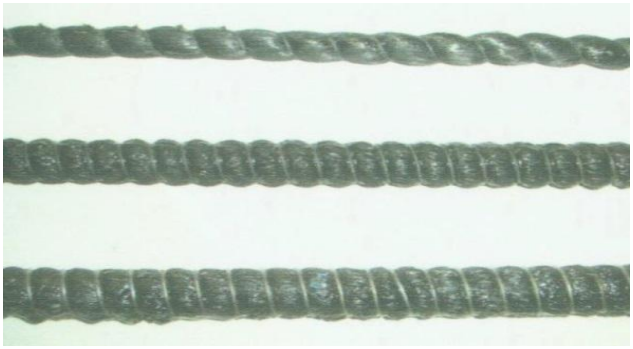


Photo 3. Reinforcement made of basalt fiber with a diameter of 4 mm, 6 mm and 8 mm

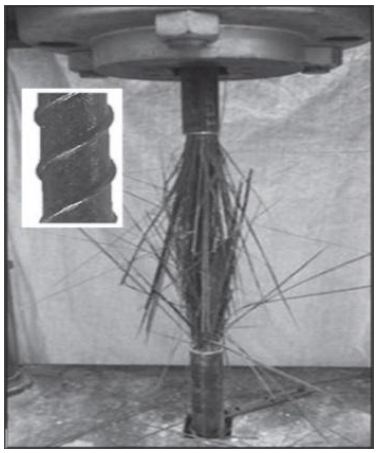


Photo 4. test results of basalt fiber reinforcement

On the basis of the theoretical and experimental studies carried out, the parameters of the basalt-plastic reinforcement, effective in terms of adhesion to concrete, were obtained. Such a profile of basalt plastic reinforcement Ф3-6 mm is a profile created with glass fiber NS-75/6 (we replaced glass fiber with basalt fiber) when winding it onto a core with a pitch of 2.2 mm and a thread force of 0.1-0.2 kgf.

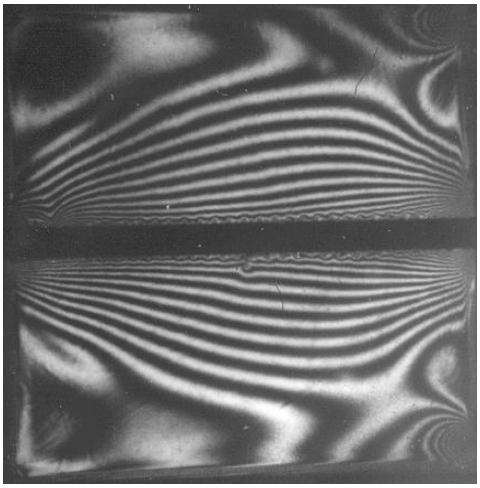


Photo.5, 6. Stress distribution in concrete in the zone of contact with the BP: in ordinary concrete (left) in photo 5; in expanding concrete (right).

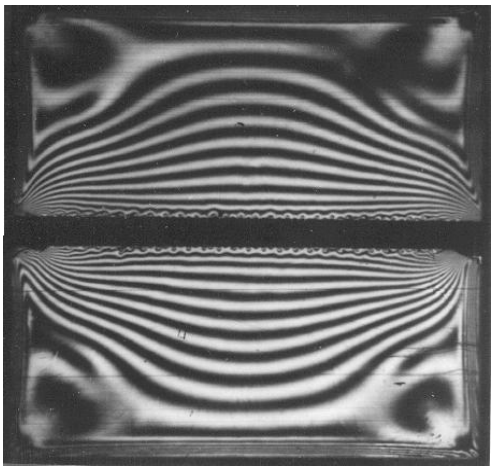


Photo 6 shows the results of the experiment - the distribution of stresses in concrete in the contact zone with BPA

In experiments, it was established how the profile without braided thread and with the use of braided thread with different pitches affects the distribution of stresses along the contact line of the basalt plastic reinforcement.The change in the depth of the dents with an increase in the pitch of the braided thread is shown in the photo. 2. We found that the presence of a braided thread and dents on the surface of the BPA greatly increases the adhesion of basalt plastic reinforcement to concrete, and later it was found that the increase occurs by 3-4 times.The "stress-strain" diagram of the BPA obtained with this method of production is almost straight up to the point of rupture.

When analyzing the test results, we found that the highest adhesion rates of BPA and concretes made using NTs-20 were obtained by BPA samples having a winding with threads located at an angle of 45 degrees in the reinforcement axis.

Elastic modulus Ea. unidirectional basalt rebar (under tension) can be calculated by the formula:

$$E_{р.\ бп} = E_{аб}F_{ст} + E_{с}F_{с}\ , \qquad (1)$$

where:

Ea and Ec - respectively, the modulus of elasticity for stretching the fiber and binder;

Fst and Fc - volumetric content of basalt plastic and binder in the composite. The cross-sectional stress of the reinforcement itself must be determined by the following formula:

$$\sigma=V_1E_1\varepsilon_1+V_2E_2\varepsilon_2, \quad (2)$$

where:

V1 - respectively, the volume of elasticity for stretching the basalt fiber and binder;

Ea - respectively, the modulus of elasticity for stretching the fiber and binder;

ε1 - Accordingly, **F**st and Fc - volumetric content of basalt plastic and binder in the composite.

Concrete sleepers [7,8] can be reinforced with rod basalt with plastic reinforcement of a periodic profile. The design strength for the calculation of structures for long-term load, taking into account the short-term strength of the BPA, is taken equal to:

$$R=18000\cdot\kappa=13950 \text{ kg/cm}^2, \quad (3)$$

where, the coefficient k=0.65 takes into account the drop-in strength over time.

Taking into account that the industrial production of basalt plastic reinforcement is just being established and standards for its characteristics have not yet been developed, the value of the coefficient of 0.65 should be considered justified.

Modulus of elasticity BPA E =650000-750000 kg/cm^2; duration factor -0.65; deformation time coefficient -0.85-0.9.

Design characteristics of concrete: $R_{дл}$=320 kg/cm^2; $E_{дл}$= 25E4 kg/cm^2, The diameter of the reinforcement significantly affects the value of the tensile strength of basalt plastic reinforcement. The strength of reinforcement with a diameter of 3 mm reaches 1900 MPa, and with a diameter of 10 mm - only 1200 MPa. Therefore, with an increase in the diameter of the BPA, an increased content of it in structures is required, which leads to an increase in the cost of structures.

The data for the calculation were obtained on the basis of studies of prototypes of structures with BP reinforcement of a periodic profile, made by the broaching method. The stress-strain diagram of the BPA is almost straight forward up to rupture, regardless of the diameter of the reinforcing bars.

THEORETICAL AND EXPERIMENTAL STUDIES FOR THE CREATION OF PRESTRESSED CONCRETE BEAMS, TAKING INTO ACCOUNT THE FEATURES OF THEIR REINFORCEMENT WITH BPA

At the first stage, a special stand was created to create prestressing in concrete beams (photo 6.7), with the help of which prestressing in the structures of concrete beams reinforced with BPA was created without using jacks to tension reinforcing bars. At the next stage, to create a prestress, we used fast-setting and fast-hardening prestressing cements NTs-20 [9,10].NTs-20, which, compared to conventional Portland cement, are characterized by low water resistance and resistance to frost and aggressive environments, begin to increase in volume during the hardening process, which made it possible to obtain prestressed structures without the use of jacks and any other mechanisms.It should be noted that NTs grade 20 (GOST 101785, "B" - a quick-hardening composition is a cement that completely compensates for concrete shrinkage and creates prestresses in structures. Expansion rates and tensile strength are higher than those of mortars based on conventional Portland cement. Water pressure, maintained by concrete with the addition of NTs-20, can reach 20 atmospheres, and frost resistance - up to 1500 cycles. The effect of prestressing concrete beams reinforced with BPA should occur due to the expansion of the concrete mixture; however, what will be the coefficients of adhesion and the effect of prestressed concrete structural elements and other characteristics during joint work, until this moment, no one has previously carried out.

Pre-stressed in concrete elements at first were created on the basis of the use of improvised mechanical installations, see photos 7, 8.

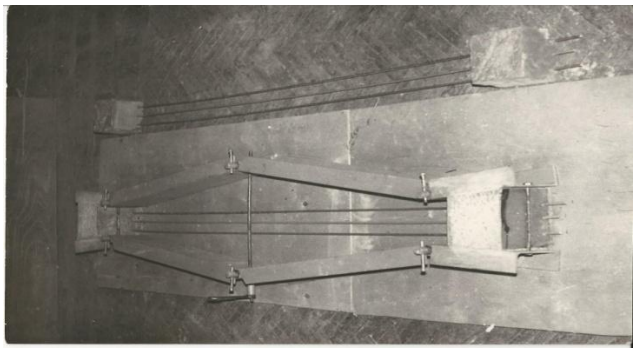


Photo 7. Experimental setup for creating prestressed concrete beams reinforced BPA

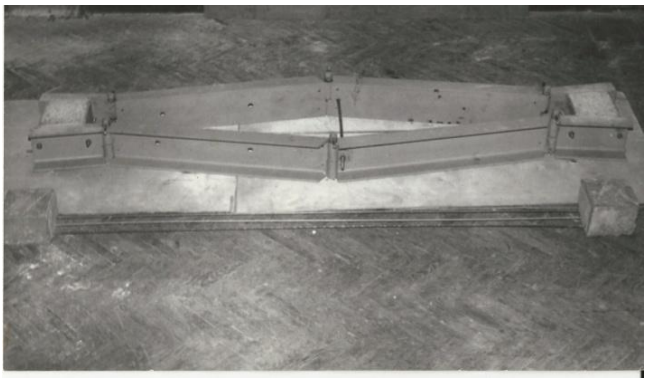


Photo 8. Experimental installation for the creation of prestressed concrete beams reinforced with BPA

THE RESULTS OF THEORETICAL AND EXPERIMENTAL STUDIES OF PRESTRESSED CONCRETE BEAMS, TAKING INTO ACCOUNT THE FEATURES OF THEIR REINFORCEMENT WITH BPA

Testing of self-stressed beams was carried out on a special installation mounted on a load-bearing floor. A total of 4 concrete beams were manufactured and tested with the same geometry, but with different percentages of reinforcement. The results of the experimental studies carried out with different percentages of beam reinforcement and different values of prestresses are presented in Table No. 1 and in the form of diagrams (Fig. 1). A detailed analysis was also carried out on the basis of computer simulation using the LIRA CAD computer system.

Cement NTs grade 20 (GOST 101785, "B" - fast-hardening composition) is a cement that fully compensates for concrete shrinkage and creates minimal prestressing in structures. Expansion rates and tensile strength are higher than conventional Portland cement mortars. The water pressure maintained by concrete with the addition of NTs-20 can reach 20 atmospheres, frost resistance - up to 1500 cycles.It should also be noted that the cements of V. V. Mikhailov [9, 10] do not have a negative effect on the strength loss of basalt fiber during hardening.

The effect of prestressing basalt plastic reinforcement should occur due to the expansion of the concrete mixture, however, what will be the coefficients of adhesion and the effect of prestressing structures during joint work have not been carried out so far. When expanding concrete reinforced with BP reinforcement and during adhesion, the tensile force should be 25-30 kgf / cm^2.

After each stage of loading applied in the thirds of the span (Fig. 2) of the self-stressed beam, the readings of the measuring instruments were taken, the nature and magnitude of the deformations, and the width of the cracks were evaluated.To measure the deflections of the beam, three dial indicators were installed on its two supports and in the middle of the span. Deformations in the extreme fibers of concrete were determined using strain gauges.The sensors were installed along the lines connecting the points of application of the load and the support points of the tested samples. Sensors were glued to the beam perpendicular to the direction of possible inclined cracks to assess the main tensile strains, to fix the corresponding stress in the concrete and to determine experimentally the moment of the formation of an

inclined crack.The tests were carried out until the self-stressed beams had exhausted their bearing capacity, before failure, are given in Table No. 1. On fig. 1, the diagrams show the dependence of the load and deformations of self-stressed beams reinforced with different percentages, basalt plastic reinforcement.

The prestressed structure was obtained due to the expansion of the concrete. At the initial stage of the structure operation, we assume that the deformations in concrete and reinforcement are equal, since we assume that there is no reinforcement sliding at this stage.

The force expended on the compression and tension of the reinforcement during the expansion of concrete is determined from the equilibrium condition in the transition to stresses:

$$\sigma_0{}^{б}F_{б}= \sigma_0{}^{a}F_{a}.(4)$$

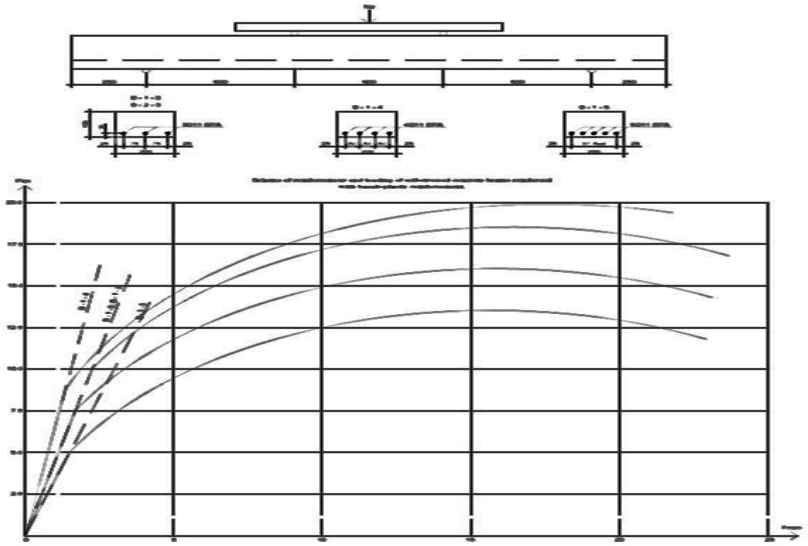


Fig. 2. The schemes of reinforcement and loading of self-stressed concrete beams and the dependence of the load and deformation of concrete beams reinforced with different percentages of basalt-plastic reinforcement are presented

The beams were tested on a special installation mounted on a load-bearing floor. A total of 4 concrete beams were manufactured and tested with the same geometry, but with different percentages of beam reinforcement. The results of the experimental studies for beams with different percentages of reinforcement and different values of prestresses are presented in the form of diagrams (Fig. 2 and Table 1). Table 1 does not show the results of experiment B-2-4.

The experiment was carried out until the destruction of each sample. The force acting on the test element was applied stepwise. The first load steps were equal to 15 percent of the theoretical cracking moment.When the load corresponding to the theoretical cracking moment was reached, the load step was reduced to 5% of the theoretical cracking moment until 50% of the theoretical breaking moment was reached. Further, the stage of load application was increased to 10% of the theoretical breaking load, up to the destruction of the sample.

Table 1

Mark. Beams	Step	M_{MAX}	ℓ	X_{CP}	$Z=h_0-\frac{X_{CP}}{3}$	$\in_{ac}=\frac{8*f_{max}}{\ell^2}(h_0-x_c)$	$\in_a=\frac{M}{Z*F_{a*}E_a}$	$\psi_a\frac{\in_{ac}}{\in_a}$
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Б- 1 -3	**4**	31 100	0.0055	3.85	11.72	0,018*10^-3	6,251*10^-3	0.0029
	5	36 500	0.290	3.67	11.78	0,962*10^-3	7,299*10^-3	0.132
	6	44 600	0.815	3.10	11.97	2,869*10^-3	8,777*10^-3	0.327
	7	52 700	1.375	2.56	12.15	5,104*10^-3	10,218*10^-3	0.499
	8	60 800	1.815	1.45	12.52	7,454*10^-3	11,440*10^-3	0.652
	9	69 000	2.310	1.24	12.59	9,659*10^-3	12,910*10^-3	0.748
	10	-	-	-	-	-	-	-

Б-1 -4	**5**	36 900	0.062	3.93	11.70	0,199*10^-3	5,572*10^-3	0.035
	6	40 000	0.142	3.77	11.74	0,466*10^-3	6,019*10^-3	0.077
	7	43 200	0.255	3.22	11.93	0,887*10^-3	6,398*10^-3	0.138
	8	46 300	0.397	2.77	12.08	1,444*10^-3	6,772*10^-3	0.159
	9	49 400	0.505	1.51	12.49	2,063*10^-3	6,988*10^-3	0.295
	10	55 700	0.625	1.33	12.55	2,593*10^-3	7,841*10^-3	0.331
	11	58 800	0.750	1.22	12.59	3,141*10^-3	8,251*10^-3	0.381
	12	70 000	1.24	1.15	12.60	5,225*10^-3	9,815*10^-3	0.532
	13	87 500	2.160	1.00	12.66	9,215*10^-3	12,211*10^-3	0.75
	-	-	-	-	-	-	-	-
Б- 1 -5	**4**	30 600	0.069	3.95	11.72	0,206*10^-3	3,691*10^-3	0.056
	5	36 900	0.255	3.75	11.74	0,839*10^-3	4,442*10^-3	0.188
	6	43 200	0.498	3.35	11.88	1,708*10^-3	5,140*10^-3	0.332
	7	49 300	0.750	2.84	12.05	2,709*10^-3	5,783*10^-3	0.468
	8	55 000	0.980	1.86	12.38	3,882*10^-3	6,240*10^-3	0.622
	9	62 500	1.290	1.48	12.51	5,284*10^-3	7,012*10^-3	0.750
	10	70 000	1.600	1.20	12.60	6,713*10^-3	7,852*10^-3	0.855
	11	80 000	2.160	1.15	12.62	9,101*10^-3	8,960*10^-3	1.016
	12	90 000	-	-	-	-	-	-

Here, index 0 denotes the value of the stress value σ_0 immediately after concrete hardening and completion of the main expansion process. The values of the moments from the eccentric application of the pre-compression forces of the structures were calculated using formula 5.

$$M_0 = N_0 / (h/2 - a) \quad (5)$$

from the 5th, you can get the efforts from compression:

$$N_0 = \frac{M_0}{(h/2-a)} = \frac{M_T^{on} - M\xi}{(h/2-a)} \quad (6)$$

In order to clarify the experimental results and obtain a detailed value of the distribution of deformations and stresses of self-stressed concrete beams reinforced with basalt plastic reinforcement, an analysis was carried out on the basis of computer simulation using the LIRA-SAPR computer complex [27, 28], taking into account the features of the nonlinear deformation of materials.The results obtained made it possible to analyze the stress-strain state before stressed concrete sleepers, GOST 10629-88 [10], and compare the effectiveness of reinforcing concrete sleepers, both based on the use of high-strength ropes and using basalt plastic reinforcement.

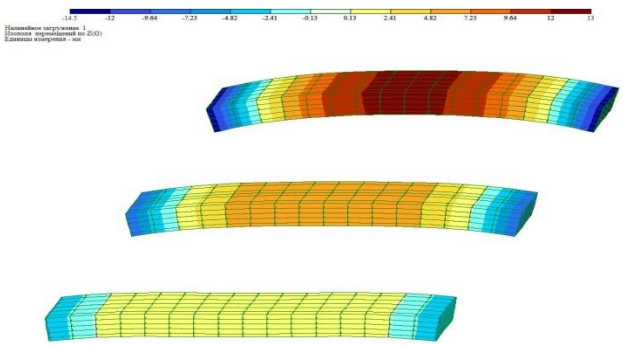


Fig. 3. distribution of deformations and stresses of self-stressed concrete beams B-1-3, B-1-4 and B-1-5, made on the basis of NTs-20 prestressing cements and reinforced with different amounts of basalt-plastic reinforcement, from pre-compression.

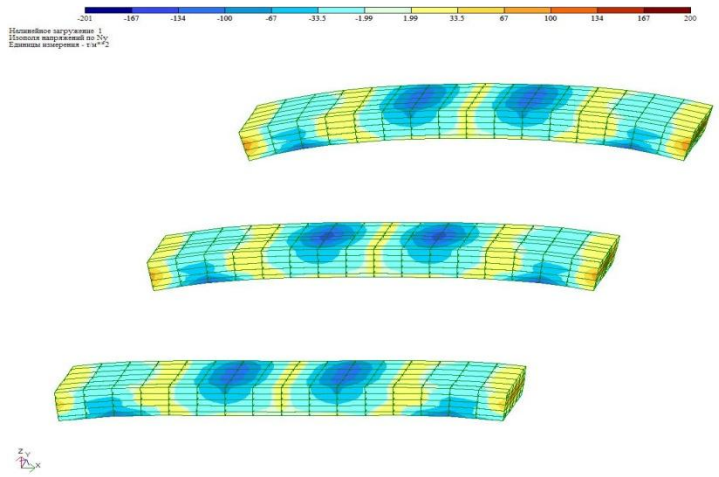


Fig. 4. distribution of deformations and stresses of self-stressed concrete beams B-1-3, B-1-4 and B-1-5, made on the basis of tension cements and reinforced with different amounts of basalt plastic reinforcement, after applying the loads determined according to the scheme (Fig. one).

AFTERWORD

It is well known to those skilled in the art that the widespread use of prestressed concrete elements opens up significant opportunities for reducing the consumption of steel in construction. This can be achieved mainly by reducing the metal consumption of a number of reinforced concrete load-bearing and enclosing structures, reducing their weight, as well as by replacing metal structures with reinforced concrete ones.

One of the most time-consuming technological operations in the production of prestressed concrete products is the laying and tensioning of the rods. Therefore, it makes sense to pay more attention to the development of various pre-stressed reinforced concrete structures, in which the tension of high-strength basalt-plastic reinforcement based on the use of prestressing cements and the advantages of prestressing concrete in comparison with mechanical or electromechanical tension are used in a complex way.The need for new capital construction is enormous, but it must also be built in accordance with modern requirements, that is, with the use of modern technologies, equipment and materials.

We hope that the production of building materials, as well as the construction process in general, will eventually reach the required modern level of application of structures with prestressed concrete elements based on the use of BPA. There is no doubt that the development of the production of prestressed concrete using prestressing cements and BPA is necessary for the further improvement of capital construction, as one of the most important sectors of the country.

The use of BPA and basalt-fibre-reinforced concrete for reinforcing prestressed concrete sleepers will reduce the estimated cost as a result of reducing the consumption of materials (in particular, high-strength steels and concrete) and, therefore, will reduce the material and energy intensity of production and will allow the introduction of new progressive solutions.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

- Conducted theoretical and experimental studies give grounds to draw the following conclusions:
- Thanks to the tireless work of scientists from Kyiv, a new branch of production of continuous fiber from basalt stone, BPA, basalt plastics of various shapes and purposes, etc., was born, which has no analogues in the world of that time. The technology is simple, the already explored reserves of basalt stone, only in Georgia alone, are estimated at several tens of millions. м^3;
- The use of BPA and prestressing concretes makes it possible to obtain materials not only metal-free, but also having qualitatively new higher characteristics, allowing to increase the service life of structures used in an aggressive environment, reduce the metal consumption of structures, their weight, cost and, accordingly, the complexity of construction. Such structures have higher mechanical strength, corrosion resistance, heat-shielding and dielectric properties, non-magnetic and radio-transparent;

- The strength of the BPA is quite sufficient to ensure the required bearing capacity of concrete sleepers, in which the use of BPA is supposed to be used as prestressed reinforcement;
- The results of comparing the values obtained by the proposed method, by the method of SNiP 11-21-85 and by computer modeling to determine the stress-strain state of structures differ by an average of 15-20%;
- The use of self-stressing cement with low expansion energy to create prestressed structures should be considered ineffective, because the destruction of beams occurs before reaching the limit values in basalt-plastic reinforcement, the most appropriate may be the use of tension cements NTs-40 or higher in combination with basalt fiber-reinforced concrete;
- The use of basalt-plastic reinforcement and basalt fiber-reinforced concrete can give a noticeable economic effect when reinforcing concrete sleepers due to:
  - increase the service life of sleepers, which will lead to a decrease in cost structures per unit of operating time;
  - increasing the overhaul cycle of structures;
  - reduction of operating costs for the repair of structures;
  - reducing the weight and consumption of materials (concrete and reinforcement) of the structure;
  - increasing the bearing capacity of structures as a whole, due to high strength.

REFERENCES

1. Джигирис Д. Д. „Основы производства базальтовых волокон и изделий“, Монография, - М.: Теплоэнергетик, стр. 2002. – 416;
2. Гигинейшвили Д. Я., Береговой Г. Л. „Численное моделирование и экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния бетонных элементов строительных конструкций в зоне анкеровки с неметаллической (базальт пластиковой) арматурой“, Тезисы докладов V Всесоюзной конференции по статике и динамике пространственных конструкций. Киев, КИСИ, 1985;
3. Гигинейшвили Д. Я. „Численные и экспериментальные исследования различных видов арматуры и матрицы, Интегральные уравнения в прикладном моделировании“, Тез. докл. 2-й Республиканской конференции. Киев, 1986, Ч.1., стр. 106-107;
4. Гигинейшвили Д. Я., Петренко А. Я., Сайдахмедов А. Ш. „Численные и и экспериментальные исследования анкеровки арматуры в бетоне“, ВНИИС, №8309, Киевский инженерно-строительный институт, 1987, стр. 18;
5. Верюжский Ю. В., Гигинейшвили Д. Я., Петренко А. Я. „Моделирование взаимодействия арматуры и цементного камня с учетом контактного взаимодействия“, ВНИИС, №9335. Киевский институт инженеров гражданской авиаций, 1988, стр. 21;
6. Верюжский Ю. В., Гигинейшвили Д. Я., СниткоА. Н. „Моделирование процессов разрушения составных тел численно-аналитическим методом потенциала. Механика композитных материалов“, Академия Наук Латвийской ССР, №6, Рига, 1989, стр. 1024-1030;
7. J. Gigineishvili. RESULTS OF SURVEY OF PRESTRESSED CONCRETE BEAMS REINFORSED WITH BASALTPLASTIC BARS. International Conference Seismic-2014. Seismic resistance and rehabilitation of buildings. Tbilisi, Georgia 29-30. May 2015. Pages 65-78;
8. ГОСТ 21174-75 Шпалы железобетонные предварительно напряженные для трамвайных путей широкой колеи, Москва, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР. 1975;
9. Шпалы ж/бетонные предварительно напряженные, ГОСТ 10629-88. МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ;
10. Михайлов, В. В., Литвер С. Л. „Расширяющийся и напрягающий цементы и самонапряженные железобетонные конструкции“, М.: 1994, Стройиздат. стр. 312 страниц;
11. Михайлов В. В., Напрягающий цемент НЦ-20. ТУ 21-20-18-80. М.: Стройиздат.

JOINT CALCULATION OF THE SHEET PILE FENCING OF THE FOUNDATION PIT AND THE GROUND MASS SURROUNDING IT FROM THE ACTION OF STATIC AND DYNAMIC LOADS

A. Grishin
Odessa National Maritime University
Odessa, Ukraine
E -mail: *a619grin@gmail.com*

INTRODUCTION

In this paper, we consider a pit, the vertical edge of which is reinforced with a sheet pile wall. During the production of works at the bottom of the pit or outside it, dynamic loads are possible, caused by production necessity or random circumstances. The task was to find out how such impacts would affect the strength of the wall and adjacent structures. To assess this, a joint calculation of the retaining wall and the surrounding soil massif was carried out. The solution of the task was carried out using the developed software package for PC. In the future, the wall together with the soil mass will be called the system.

The massif and the wall are modeled by an elastoplastic medium, to which the theory of plasticity is applicable, based on the associated flow law with hardening [3]. The wall material can be metal or concrete, so the conditions proposed by Geniev in [1] are used as loading functions. For the soil environment, the Coulomb-Mohr or Botkin condition is applied [2]. As dynamic influences, concentrated or distributed impulse loads applied in different parts of the system were used. The design scheme of the problem under consideration is shown in Fig. 1.

MAIN PART

To solve the problem, the following relations were used. Equality resulting from the principle of virtual work, which does not depend on the relationship between stresses and strains

$$\int_{\Omega}[\delta\varepsilon]^T\sigma d\Omega+\int_{\Omega}[\delta u]^T(\rho\ddot{u}+c\dot{u}-P)d\Omega-\int_{\Gamma_1}[\delta u]^T qd\Gamma=0. \quad (1)$$

Here: $\Gamma = \Gamma_1 U \Gamma_2$ – system boundary; δu, $\delta\varepsilon$ – vectors of virtual displacements and deformations; σ – vector of internal stresses; ρ – material density; c – vector of attenuation parameters; P – volume load; q – impulse surface load.

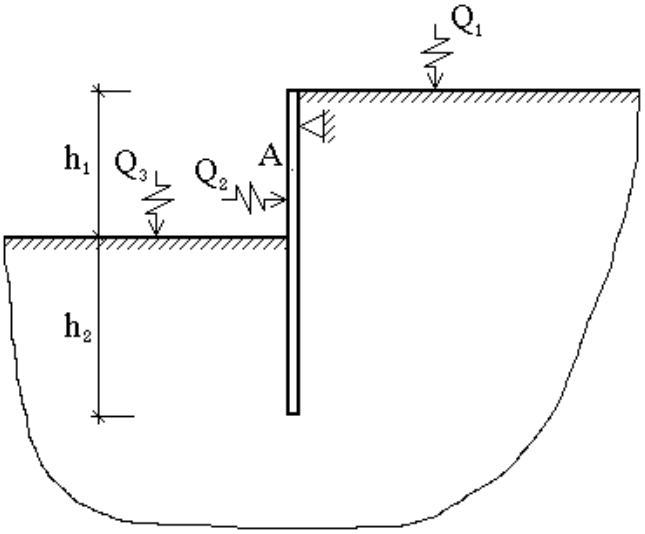


Fig. 1. Calculation scheme

The relationship between increments of displacements and deformations was determined from the geometric Cauchy relations

$$d\varepsilon_{ks} = \tfrac{1}{2}(du_{k,s} + du_{s,k}). \tag{2}$$

The equations of state were taken in the form of the equality

$$d\varepsilon_{ks} = C^{(e)}_{ksmn}\, d\sigma_{mn} + d\lambda f_{,\sigma_{ks}}, \tag{3}$$

where $d\lambda = const > 0$; $f_{,\sigma_{ks}}$ – derivative of the loading function with respect to σ_{ks}; $C^{(e)}_{ksmn}$ – modulus of elasticity.

The theory of kinematic hardening was applied [3]. In the numerical solution of elastoplastic dynamic problems, two main stages have to be implemented: first, to digitization the initial equations, both in time and in the area occupied by the system; secondly, to build a step-by-step process to determine the desired result on a given time interval from 0 to T. For the first digitization, the given time interval is divided into N long time intervals Δt and initial equations are constructed at each discrete time points t_n. For the second digitization, the internal area of the system is divided into finite, and along the infinite boundary of the array into infinite isoparametric elements. If the array is limited to a finite area, as is often done when solving static problems, then the waves reflected from its boundary can distort the solution results.

The digitization of the basic equations over the area of the system is performed by the finite element method. As a result of the transformations, a system of nonlinear algebraic equations was obtained, which can be written for a moment of time t in the form of the following matrix equation

$$M\ddot{d} + C\dot{d} + K(d) = Q, \tag{4}$$

here: M – mass matrix, C – damping matrix of the system, $K(d)$ – rigidity matrix depending on the vector of nodal displacements, Q – impulse load, $\ddot{d}, \dot{d}, d$ – respectively, vectors of nodal accelerations of speeds and displacements.

Equilibrium equation (4) is valid only at discrete points t_k of a given time interval, but changes in displacements, velocities and accelerations over a time interval Δt affect the accuracy and stability of solutions at time $t_k + \Delta t$. To solve the problem, we used the direct integration method implemented according to the modified Newmark scheme. The modification of the classical Newmark method [4] was caused by the non-linearity of the initial equations. This implicit method is, of course, stable, which significantly reduces the computation time and increases its reliability.

For the numerical implementation of the proposed technique, a software package was used. In it, solutions of elastoviscoplastic dynamic problems can be performed using explicit, implicit, and combined integration schemes. Dynamic action can be impulse, harmonic, temperature or in the form of acceleration given in time. The source file is created interactively. The calculation results are displayed in a file in the form of tables or on the display screen in the form of various diagrams of displacements, stresses and plastic zones over a given period of time. This information can also be displayed on a printer in tabular or graphical form.

Consider the application of the above technique to specific numerical examples. Let the height of the pit be 10.75 m, the depth of pile driving from the bottom of the pit be 6 m. The wall is reinforced concrete with characteristics for concrete E_c = 30,000 MPa; μ = 0.3; σ_p = 1.5 MPa; $\sigma_{\tilde{n}}$ = 15 MPa. For soil mass E_o = 30 MPa; μ = 0.3; c = 0.02 MPa; φ =21°. The load action time is 0.001 sec, the time interval Δt = 0.02 sec, the number of time steps was 2020. An implicit integration method was used. There was an impulse distributed load q_1 = 0.15 MPa.

On fig. 2 and 3 show diagrams of vertical and horizontal displacements of point *A* (in meters, see Fig. 1) in the time interval from 0 to 20.4 seconds. The maximum vertical displacements occur at t = 2 sec. Then they begin to gradually fade. Horizontal maximum displacements were observed at *t* = 8.3 sec. and reached 1.256 cm. Oscillations, both horizontal and vertical, occurred not around the time axis, but around parallel shifted lines. The maximum vertical vibrations of the bottom of the pit occurred near the tongue and reached 1.35 cm. Therefore, when performing work on this section of the pit, these circumstances must be taken into account.

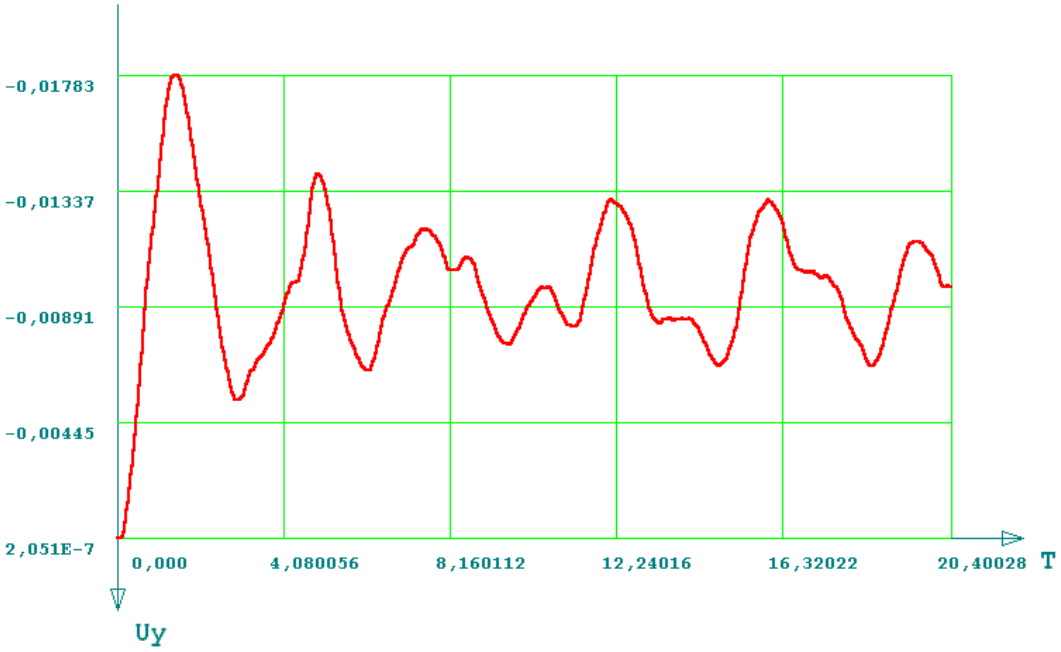


Fig. 2. Diagram of vertical displacements of point *A* from an impulse distributed load q_1 = 0.15 MPa

On fig. 4 shows the stress diagram (in t/m^2) at the same point on the same time interval. The maximum stresses arose immediately after the impact, and then gradually faded. Approximately in the middle part of the wall from the side of the pit, a plastic zone arose, which disappeared with time, i.e., the process of unloading took place.

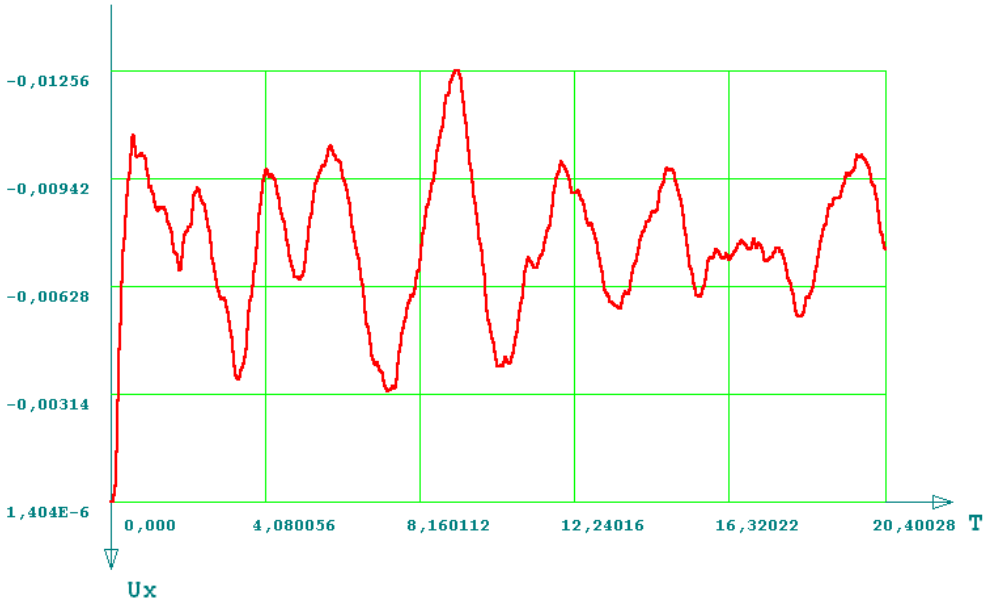


Fig. 3. Diagram of horizontal displacements of point *A* from impulse distributed load q_1 = 0.15 MPa

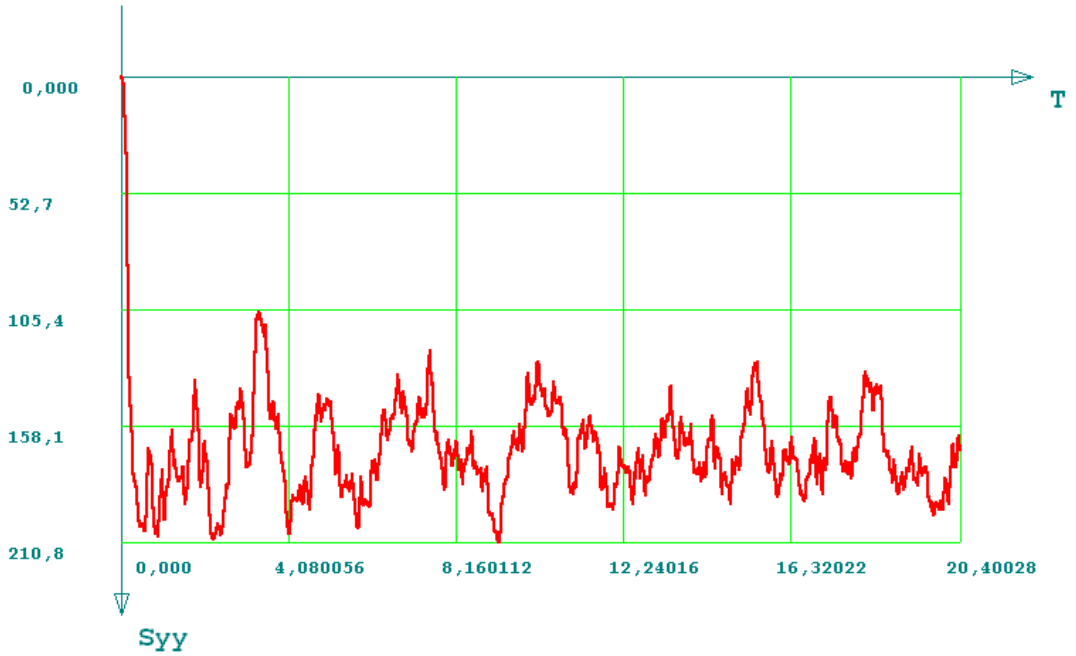


Fig. 4. Plot of stresses of point *A* from impulse distributed load q_1 = 0.15 MPa. (in t/m^2)

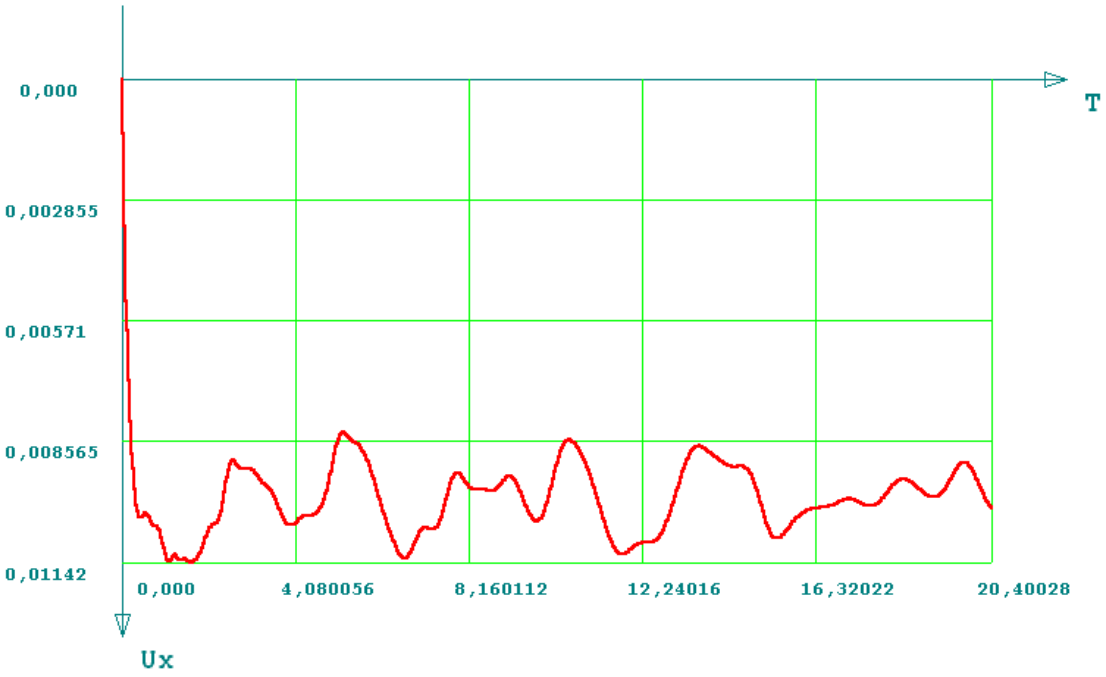


Fig. 5. Plot of horizontal displacements of point *A* from concentrated dynamic load Q_2 = 45 *t.* on the segment time from 0 to 20.4 sec.

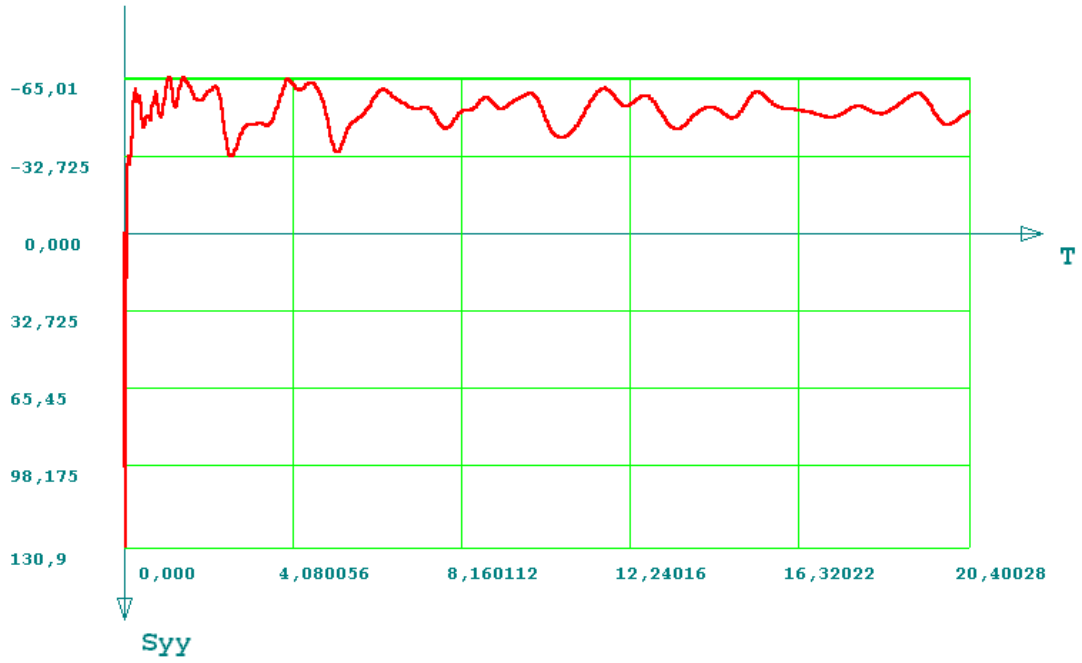


Fig. 6. Stress diagram at point *A* from a concentrated dynamic load Q_2 = 45 *t*.

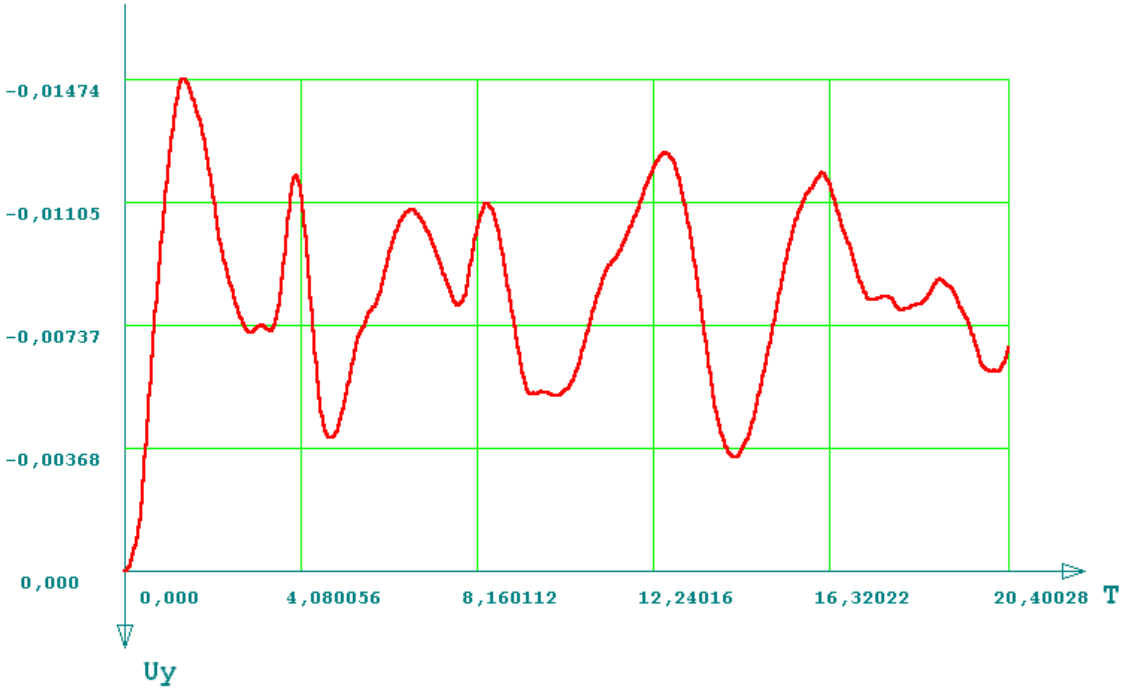


Fig. 7. Plot of vertical displacements of point *A* on the time segment from 0 to 20.4 sec. from distributed dynamic load Q_3

The case was considered when a concentrated dynamic load Q_2 = 45 *tons* was applied directly to the sheet fig. 5 shows a diagram of horizontal displacements over a time interval from 0 to 20.4 seconds. The maximum displacements equal to 1.142 cm were observed immediately after the impact and then their gradual attenuation occurred. On fig. 6 shows the stress diagram at point A of the sheet pile. They reached 1.3 MPa. The maximum displacements at the bottom of the pit and beyond occurred near the sheet pile and reached 0.543 cm, i.e., they did not pose any particular danger.

Next, we considered the case when a distributed dynamic load Q_3 with an intensity of 0.15 MPa was applied at the bottom of the pit. On fig. 7 shows a diagram of the vertical displacements of point *A* in the time interval from 0 to 20.4 seconds. The maximum displacements were equal to -1.474 cm at time t = 1.6 sec. At the bottom of the pit, vertical displacements reached -1.23 cm, and outside the pit -0.9 cm. If there are structures near the pit, then the resulting oscillatory processes should be taken into account.

CONCLUSION

It follows from the results obtained that the most dangerous for the wall is the first case from the action of distributed impulse loading applied to the day surface of the backfill with an intensity of 0.12 MPa. Therefore, when designing devices enclosing the pit, it is necessary to take into account the possibility of dynamic loads.

When solving these problems, it is necessary to take into account the deformations and stresses obtained from static loads, since they affect the oscillatory process that occurs when the system is dynamically loaded. In addition, the sheet pile retaining wall and the soil environment are interconnected. A change in the properties of one element of the system over time affects the stress-strain state of another. Therefore, only their joint calculation will provide the correct results.

REFERENCES

1. Гениев Г.А., Киссюк В.Н., Тюпин Г.А. Теория пластичности бетона и железобетона. – М.: Стройиздат, 1974. – 316 с.
2. Зарецкий Ю.К. Вязкопластичность грунтов и расчеты сооружений. – М.: Стройиздат, 1988. – 350 с.
3. Ивлев Д.Д., Быковцев Г.И. Теория упрочняющегося пластического тела.. – М.: Наука, 1971. – 231 с.
4. Бате К., Вилсон Е. Численные методы анализа и метод конечных элементов. – М.: Сторойиздат, 1982. – 447 с.

BIOLOGICAL ADDITIVES AS KEY FACTOR FOR SOIL MOISTURE DYNAMICS

V. Grybauskienė, G. Vyčienė
Kaunas Forestry and Environmental Engineering University of Applied Sciences
Kaunas, Lithuania
Faculty of Environmental engineering, department of Hydraulic structures
Kaunas, Lithuania
E-mail: **grybauskiene.vilda@gmail.com**

INTRODUCTION

Many authors note that the yield of agricultural crops is greatly influenced by meteorological conditions (Bujauskas, 2001). In Lithuanian soils, crop yields vary greatly due to meteorological factors, the yield is determined by the air temperature and atmospheric precipitation for all decades.

Potato (*Solanum tuberosum* L.) is a traditional, one of the main food products in Lithuania. They are grown by most farmers and consumed more than 96 kg per capita per year (Bujauskas, 2001). Potato is a shallow rooted crop and extremely sensitive to water stress (Jefferies & Heilbronn, 1991; Fabeiro, Martín, & Juan, 2001; Alva, Moore, & Collins, 2012). The deficit of water has great influence on commercial potato production (Bujauskas, 2001). Soil, water and temperature have been shown to be in potato plant growth and tuber production (Epstein, 1966; Singh, 1969; Wang *et al*., 2005).

In recent years, drought and soaking problems in Lithuania have become more frequent. Potatoes and maize suffer most from natural droughts, as they need moisture most in July and August. Most researchers say that the highest potato yield can be grown when the soil moisture is 80% of the field moisture capacity (FMC). When the soil is too dry (15–20% FMC) or too moist (up to 90–100% (FMC)), the potato yield is low (Bujauskas, 2001; Ražukas, 2003). For this, it is necessary that the tubers receive at least 5–6 mm of water from the soil moisture resources every day. The main indicator of the onset of irrigation is the dry top layer (up to 6 cm deep) of the soil. Potatoes are planted when the soil is already warmed to 7–8°C at a depth of 10 cm and germinated to 6 °C.

In order to avoid droughts, farmers have several options – to install irrigation systems or to use mineral additives in the fields, which help to increase soil moisture and thus reduce the need for irrigation.

Mineral additives potentially influence infiltration rates, density, soil structure, compaction, soil texture, aggregate stability, crust hardness (Helalia & Letey, 1989), and evaporation rates (Teyel & El-Hady, 1981). They increase the water in the soil available to the plant, which prolongs plant survival under water stress. Mineral additives can hold or accumulate hundreds of times more water than they weigh themselves. Agrovermiculite, agroperlite, and hydrogel are most often used to hold soil moisture in agriculture. Also, they are widely preferred as they encourage faster root development, reduce the risk of damping off, avoid water logging, and provide an optimum balance of air and water. The optimum moisture level can be maintained around the root, and this is a significant advantage over rockwool, which has less capillary action.

All of these benefits lead to increased plant growth. Most of the articles cited here focus on how these additives affect yield, crop quality, and plant engraftment, and only a few analyses additive ability to bind moisture.

The aim of the study was to determine the dynamics of soil moisture in May–August, when different amounts – 0.5 cm, 1 cm and 2 cm of biological additives are added to the soil.

MATERIALS AND METHODS

The experiment was conducted at the two experimental farms in Šilvotas (SF) and in Pupasodis (PF) villages in Lithuania (Figure 1). The aim of the study was to determine the dynamics of soil moisture in May–August, when different amounts (effects of different percentages) of biological additives are added to the soil.

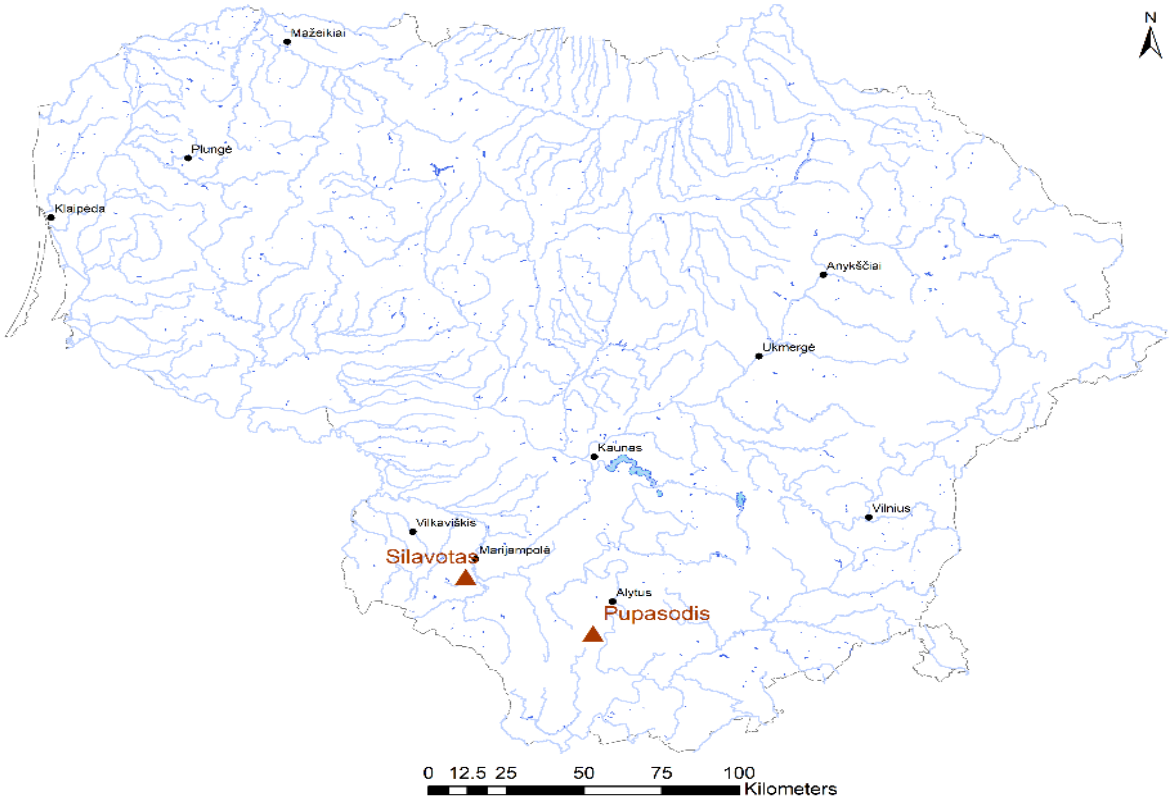


Figure 1. Place of experiment

The physical and chemical properties of the soil (Table 1) were determined, samples were taken at a depth of 0–30 cm, the tests were performed in an accredited laboratory.

Table 1. Physical and chemical properties of the soil at a 0-30 cm depth on the study sites

Soil property	Units	Value	
		Pupasodis	Šilavotas
Sand	2000-63 µm	90.6 ±7.1	93.2±7.1
Silt	63 - 2 µm	6 ±0.5	4 ±0.5
Clay	<2%	3.4 ±0.3	3±0.3
ph.	ph 1 mol / KCl suspension	6.2 ±0.2	5.3 ±0.2
Concentration of mobile phosphorus (P_2O_5)	mg kg^{-1}	334	300
Concentration of mobile potassium (K_2O)	mg kg^{-1}	120	140
Concentration of mobile magnesium (Mg)	mg kg^{-1}	144	150

P.S. The particle size distribution was performed according to s- ISO 11277-2020 N.

It was found that at SF study site soil mechanical composition is – loamy sand, and PF study site – sandy. Low acidity or neutral reaction soils (pH 6.5–7.0) are most suitable for potatoes.
In both farms, potatoes were grown in the experimental fields. '*Vineta'* varieties of potatoes were planted on April 8 in SF and on May 6 in PF. The effectiveness of soil moisture retaining additives was studied by spreading a layer of agroperlite or agrovermiculite of different thickness (0.5 cm – 2%; 1 cm – 4%; 2 cm – 8%, as a volumetric percent of soil) on the soil surface. The Figure 2 shows how the experimental 5-acre area is arranged for different amounts of biological additives.

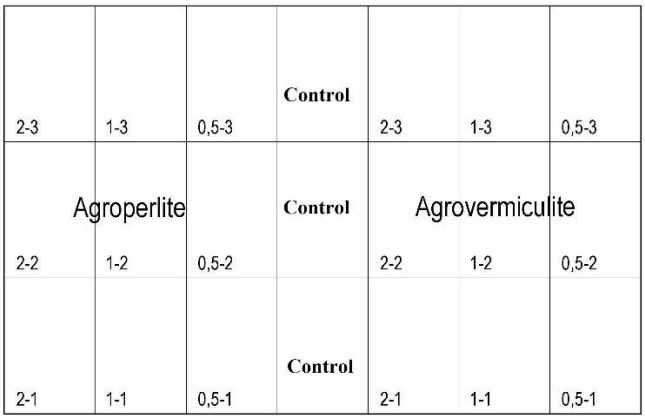


Figure 2. Scheme of mineral additives ratio in the soil in the experimental field (explanation: 2-1 mean -2 cm of agroperlite 1 repeat, all ratio has 3 repeats)

A 'TDR 150' device was used to measure the volume of water (%) in soil, the operation of TDR is based on the measurement of the rate of change of voltage (wave). The voltage is supplied by a wire which enters the measuring probe and is inserted into the soil. The rate of propagation of the voltage pulse in the measuring probe is a dimension that can be interpreted as soil moisture in an appropriate ratio. The smaller the pulse propagation speed, the wetter the soil. Soil moisture measurements were performed every 10 days at a depth of 0–20 cm, and soil temperature was also recorded with 3 measurements in each test field.

Meteorological data of the analyzed period were used from the nearest Alytus and Marijampolė meteorological stations.

RESULTS AND DISCUSSION

In 2020, the amount of precipitation changed during the research (Figure 3). During the whole period observed in 2020, in the study fields in PF precipitation was 234 mm and on May 2, the most abundant precipitation was recorded – 52.8 mm. During this short observation period, the soil moisture content was at its most optimal for potato germination conditions. During the 1st and 3rd decades of August, 34.7 mm and - 21.7 mm of precipitation fell. Over the next 6 decades, less than 10 mm of precipitation was observed per decade. During this observed period, 77% of all decades were drier than perennials (DNs). Comparing the dynamics of daily average temperatures with the soil temperature that were fixed from the 1st decade of May to the 2nd of August, the soil temperature at the time of measurement (11–12 a.m.) was always at 12–16 degrees higher. Later, this difference became more even, because from the beginning of June the daily temperature did not fall below 20 °C.

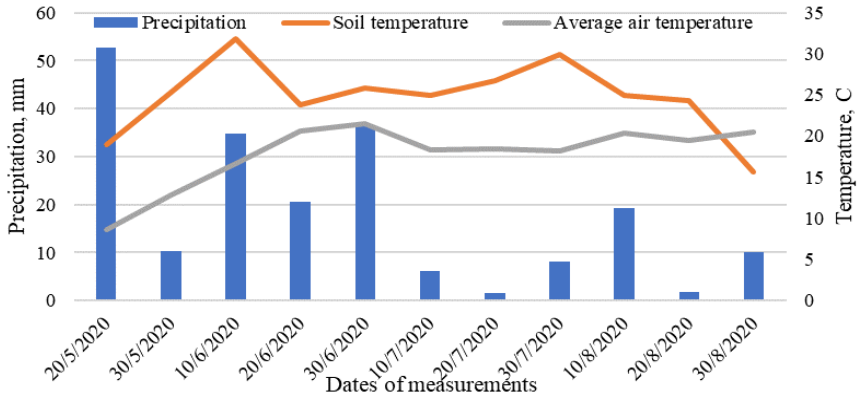


Figure 3. Dynamics of observing meteorological conditions at PF

Analyzing the amount of precipitation in SF (Figure 4), it was found that 351.5 mm of precipitation fell during the observed period, which is 164.3 mm more than in the PF study fields. The distance between experiment plots is more than 70 km. In the 3rd decade of June, 72,7 mm of precipitation fell. Precipitation was observed below the perennial rates for the 5th observed decade (1st and 3rd decades of May, 2nd and 3rd of

July, 2nd of August). It stood out for the 2nd decade of July, then it fell to 1.8 mm of precipitation. Comparing the amounts of precipitation between the two fields, we see that dry and warm weather prevailed in the second half of the vegetation period.

Assessing the dynamics of soil temperature (Figure 3), we observe a tendency that from the 2nd decade of May the soil layer up to 20 cm thick warms up and maintains higher than average daily temperatures up to 15 °C. In the study fields SF and PF, we see that in the 2nd and 3rd decades of August there is a change between the average ambient temperatures. It becomes higher than the soil surface temperature.

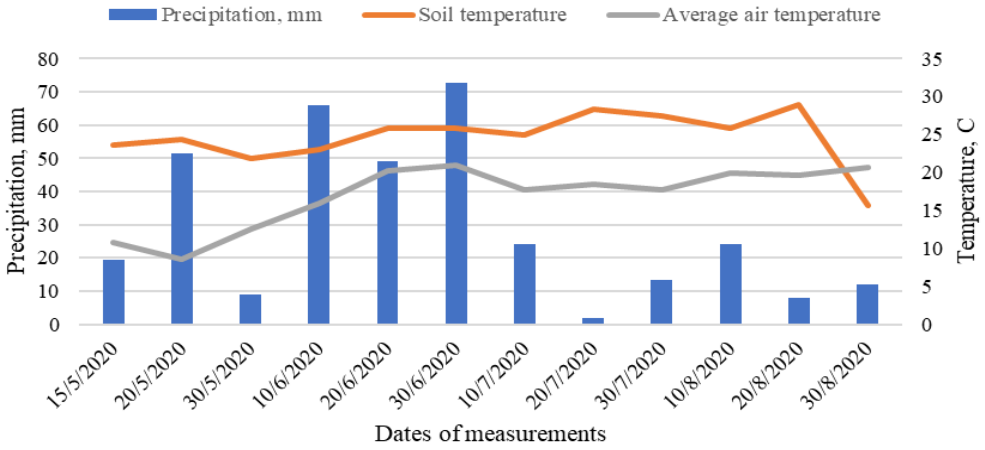


Figure 4. Dynamics of observing meteorological conditions at SF

Soil moisture measurements were performed at 10-day intervals. In Figure 5, we see that the soil moisture dynamics overlap in the same field of study even with different rates of biological additives. However, as it might be expected, soil moisture dynamics are mostly influenced by precipitation and air temperature. However, studies performed on PF show that less changes in soil moisture are observed with agrovermiculite than with agroperlite. Agroperlite additives keep soil moisture for longer. In PF fields, during the dry period from the second decade of July till the second decade of August, up to 5% difference in soil moisture dynamics compared to the control fields is observed.

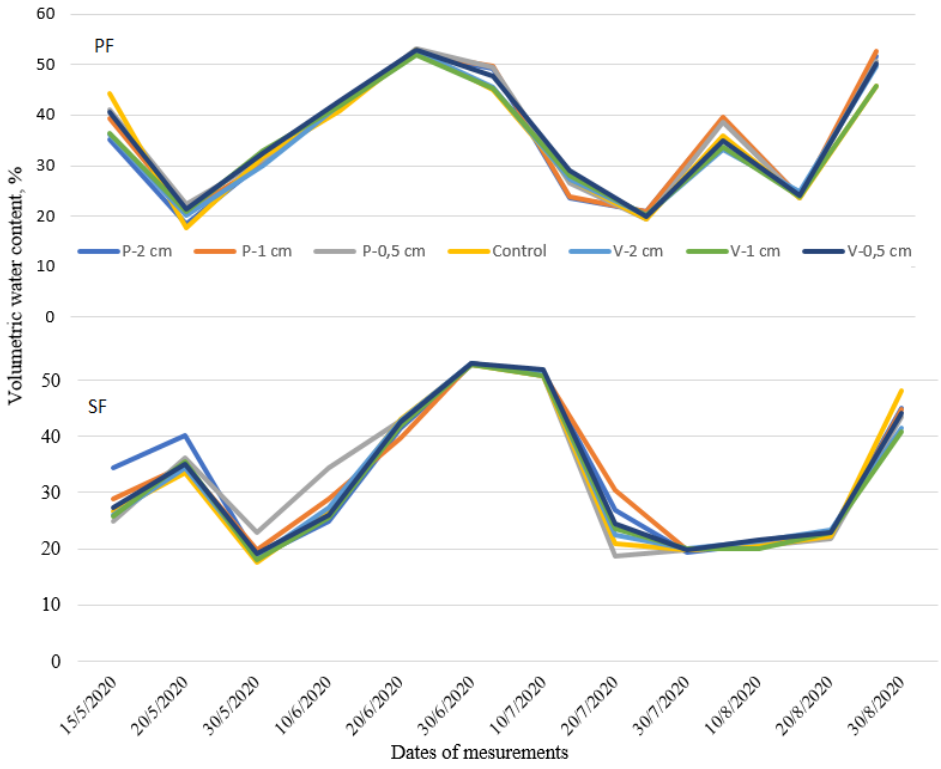


Figure 5. Volumetric soil moisture dynamics in experimental fields

After analyzing the soil moisture dynamics in SF fields, we see that between first and second decades of July, due to high daily average temperatures and low precipitation (25.8 mm), even with the use of biological additives, soil moisture fall could not be stopped. In the control fields it dropped to – 21% (from 51%) and in the fields with 1 cm of agroperlite the soil moisture dropped from 51.1% to 30.4%. However, we record a 10% difference in volumetric water content between the fields, which means that agroperlite spreading it in a 1 cm layer when planting potatoes is able to retain soil moisture longer. The results presented in Table 2 show that the differences in volumetric water content in the experimental fields range from 2.07% to 3.66%.

Table 2. The analysis of volumetric soil moisture

Mineral additives ratio	Average volumetric soil moisture, %		Standard deviation, %		α
	PF	SF	0.05	SF	
P-2cm	35.29	33.22	12.67	12.63	0.05
P-1cm	36.01	32.89	12.63	11.99	
P-0.5cm	36.11	32.43	12.17	12.69	
Control	34.97	31.92	11.82	13.29	
V-2cm	34.71	31.85	11.53	12.38	
V-1cm	34.61	31.48	10.74	12.40	
V-0.5cm	36.00	32.30	11.72	12.53	

As climate change has a major impact on farmers 'work schedules, planting and digging deadlines are adjusted. The study found that soil temperature correlates with exponential dependence on precipitation (Figure 6).

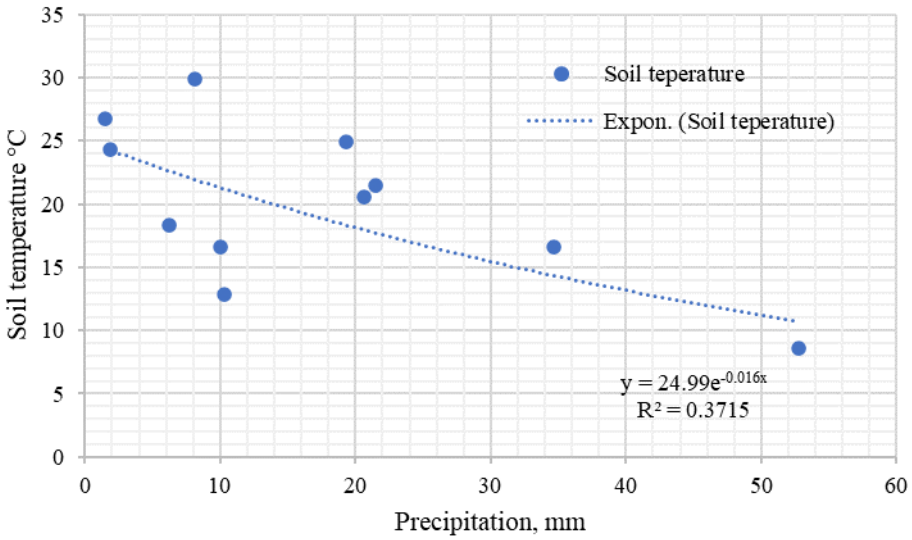


Figure 6. Exponential relationship between soil temperature and precipitation

The correlation coefficient r = 0.69, and when assessing the relationship between soil temperature and ambient temperature, a linear dependence and coefficient of determination R = 0.5649 were found, and the correlation between these two environmental phenomena is very strong at r =0.751.

CONCLUSIONS

- In 2020, the amount of precipitation changed during the research. During the whole period observed in 2020, in the study fields in PF, precipitation was 234 mm. During this period, 77% of all decades were drier than perennials (DNs). In SF, it was found that 351.5 mm of precipitation fell during the observed period, which is 164.3 mm more than in the PF study fields. The distance between experiment plots was more than 70 km. Comparing the amounts of precipitation between the two fields, dry and warm weather prevailed in the second half of the vegetation period.
- Average differences between volumetric water content ranged from 2.07% to 3.66% (to compare all observed data) between Pupasodis and Šilavotas villages experimental fields. A difference of 2.98% was found between the two control fields. The results explain differences in final amount of production in different regions of Lithuania.
- The study found that soil temperature correlates with exponential dependence on precipitation. The correlation coefficient r = 0.69, and when assessing the relationship between soil temperature and ambient temperature, a linear dependence and coefficient of determination R = 0.5649 were found, and the correlation between these two environmental phenomena is very strong at r =0.751.

REFERENCES

1. Alva, A., Moore, A.D., & Collins, H.P. (2012). Impact of deficit irrigation on tuber yield and quality of potato cultivars. *J. Crop Improv*. 26, 1–17.
2. Bujauskas, A.V. (2001). *Bulvių selekcija (Potato selection)*. Vilnius (in Lithuanian).
3. Epstein, E. (1966). Effect of soil temperature at different growth stages on growth and development of potato plants. *Agron. J*. 58, 169–171.
4. Fabeiro, C., Martín de, S.O.F., & de Juan, J.A. (2001). Yield and size of deficit irrigated potatoes. *Agric. Water Manag*. 48, 255–266.
5. Helalia, A.M., & Letey, J. (1989). Effects of different polymers on seedling emergence, aggregate stability and crust hardness. *Soil Science*, 148, 199–203. DOI: 10.1097/00010694-198909000-00007.
6. Jefferies, R.A., & Heilbronn, T.D. (1991). Water stress as a constraint on growth in the potato crop. 1. Model development. *Agric. Forest Meteorol*. 53, 185–196.
7. Ražukas, A. (2003). *Bulvės. Biologija, selekcija, sėklininkystė (Potatoes. Biology, breeding, seed production)*. Vilnius. (in Lithuanian).
8. Singh, G. (1969). A review of the soil-moisture relationship in potatoes. *Am. Potato J*. 46, 398–403.
9. Teyel, M.Y., & El-Hady, O.A. (1981). Super gel as a soil conditioner. *Acta Horticulture*, 119, 247–256.
10. Wang, X.L., Li, F.M., Yu, J., & Shi, W.Q. (2005). Increasing potato yields with additional water and increased soil temperature. *Agric. Water Manag*. 78, 181–194.

წყლის მაქსიმალური და ღვარცოფული ხარჯების პროგნოზირებადი სიდიდეების ანგარიში მდინარე თელავისხევზე

რ. დიაკონიძე, ჯ. ფანჩულიძე, ლ. წულუკიძე, თ. ბუტულაშვილი, ქ. დადიანი, ნ. ნიბლაძე, მ. გლუნჩაძე, ბ. დიაკონიძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
თბილისი, საქართველო
E-mail: robertdia@mail.ru

შესავალი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტში მუშავდება სამეცნიერო თემატური პროექტი: „წყლის რესურსების უსაფრთხოება და ინტეგრალური მართვა კლიმატის ცვლილების ფონზე“, რომელშიც ზემოაღნიშნული ინსტიტუტის ბუნებრივი კატასტროფების განყოფილების მიერ დამუშავდება ერთ-ერთი ძირითადი მიმართულების საკითხი: „ბუნების სტიქიური მოვლენების მეცნიერული კვლევა, სენსიტიური უბნების ელექტრონული რუკების შედგენა GIS ტექნოლოგიების გამოყენებით და გარემოსდაცვითი ღონისძიებების დამუშავება“.

პროექტი ითვალისწინებს საქართველოს დასახლებული პუნქტების ეკოლოგიური უსაფრთხოების დაცვას ბუნებრივი კატასტროფებისაგან, კერძოდ, წყალდიდობებისა და ღვარცოფებისგან. ნაშრომში წარმოდგენილია წყალდიდობებისა და ღვარცოფული ნაკადების საანგარიშო თანამედროვე მეთოდიკა.

ჩვენს სტატიაში წარმოდგენილია მდ. თელავისხევის ღვარცოფული ხარჯების პროგნოზული სიდიდეების საანგარიშო ახალი დამოკიდებულებები, რომელიც საშუალებას იძლევა უფრო მაღალი საიმედოობით შევაფასოთ ღვარცოფული ხარჯების პროგნოზული სიდიდეები, რათა დავიცვათ ქ. თელავის ეკოლოგიური უსაფრთხოება.

ძირითადი ნაწილი

მდინარე თელავისხევის მოკლე ჰიდროგრაფიული დახასიათება

მდინარე თელავისხევი სათავეს იღებს ცივ-გომბორის ქედის ჩრდილოეთ ფერდობზე 1795 მეტრის სიმაღლეზე და ერთვის მდ. ალაზანს მარჯვენა მხრიდან. იგი ღვარცოფული ხასიათისაა და მასზე რამოდენიმეჯერ ჰქონდა ადგილი ღვარცოფის ფორმირებას. ქალაქ თელავის დასაცავად თავის დროზე აღნიშნული მდინარის ხეობაში მოწყობილი იქნა ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობა, რომელიც შეიქმნა ყოფილი ამიერკავკასიის ჰიდრომეტეოროლოგიურ სამეცნიერო კვლევით ინსტიტუტში. ეს ნაგებობა დღესაც ფუნქციონირებს, იგი ამჟამად რეაბილიტირებულია და დღეისათვის ქალაქი თელავი დაცულია ბუნებრივი სტიქიებისგან.

წყლისა და ღვარცოფული ნაკადის მაქსიმალური ხარჯები

იმის გამო, რომ ჰიდროლოგიურად ზემოაღნიშნული მდინარე ნაკლებადაა შესწავლილი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის სპეციალისტების მიერ საველე-საექსპედიციო სამეცნიერო კვლევების განხორციელების საფუძველზე შესწავლილი და დადგენილია ყველა ის საჭირო პარამეტრი – ზემოაღნიშნული მდინარის წყლისა და ღვარცოფული მაქსიმალური ხარჯების მოსალოდნელი პროგნოზული სიდიდეები, რისთვისაც გამოყენებული იქნა შესაბამისი ლიტერატურა და რეკომენდაციები [1, 2]. აღსანიშნავია ისიც, რომ მიღებული შედეგები გამოყენებული იქნა სხვადასხვა საპროექტო ორგანიზაციების მიერ.

ცხრილი 1

მდინარე თელავისხევის წყლისა და ღვარცოფული ნაკადის მაქსიმალური ხარჯები მ³/წმ-ში

კვეთი	τ წელი	$P\%$	Qw -წყლის მაქს. ხარჯი	Qs – ღვარცოფის მაქს. ხარჯი
ქ. თელავი	100	1	45.0	55.0
	50	2	35.0	43.0
	20	5	24.0	29.5
	10	10	17.5	21.5

არსებული (ძველი) მეთოდებით დადგენილი ღვარცოფული ხარჯების მნიშვნელობები, საიმედოობის შემოწმების მიზნით, შედარებულ იქნა ჩვენ მიერ დამუშავებული ახალი ემპირიული დამოკიდებულებით გამოთვლილ სიდიდეებთან.

ახალ საანგარიშო ემპირიულ დამოკიდებულებას, ღვარცოფული ხარჯის ($Q_{ღვ}$) პროგნოზული სიდიდეების საანგარიშოდ ასეთი ზოგადი სახე აქვს:

$$Q_{ღვ} = aN + b, \quad (1)$$

სადაც N აუზის სიმძლავრეა, მლნ.ვტ., რომლის ანგარიში შესაძლებელია წყალშემკრები აუზის სიმძლავრის საანგარიშო დამოკიდებულებიდან [1].

ცხრილი 2

არსებული მეთოდებით და ახალი ემპირიული დამოკიდებულებებით მიღებული ღვარცოფული ხარჯების პროგნოზული სიდიდეების მნიშვნელობები მდინარე თელავისხევზე

კვეთი	განმეორადობა τ (წელი)	წყლის მაქსიმალური ხარჯი, Q (მ³/წმ)	ღვარცოფის ხარჯი $Q_{ღვ}$ (მ³/წმ) (არსებული მეთოდებით)	ღვარცოფის ხარჯი $Q_{ღვ}$ (მ³/წმ) (ახალი დამოკიდებულებებით)
თელავი	100	45,0	55,0	56,5
	50	35,0	43,0	44,0
	20	24,0	29,5	30,0
	10	17,5	21,5	22,0

ფორმულაში (1) „a“ და „b“ უგანზომილებო ემპირიული დამოკიდებულების კოეფიციენტებია. „b” კოეფიციენტის რიცხვითი მნიშვნელობა ტოლია 24-ის, ხოლო „a“ კოეფიციენტი იცვლება აუზის სიმძლავრის ცვლილებით და მოცემული შემთხვევისათვის შეადგენს 0.001-ს.

თუ დამოკიდებულებაში (1) შევიტანთ „a“ და „b“ შესაბამის მნიშვნელობებს, მივიღებთ:

$$Q_{ღვ} = 0{,}001N + 24 \quad (2)$$

მე-(2) დამოკიდებულებით ღვარცოფული ხარჯებისა და ძველი მეთოდებით გამოთვლილი ხარჯის სიდიდეები ერთმანეთისაგან დიდად არ განსხვავდება (ცხრილი 2), თუმცა მიგვაჩნია, რომ მე-(2) დამოკიდებულებით მიღებული შედეგები უფრო საიმედოა და მარტივია გამოსათვლელად არსებულ დამოკიდებულებებთან შედარებით.

დასკვნა

საქართველოს ღვარცოფულ მდინარეებზე სხვადასხვა უზრუნველყოფის პროგნოზული ღვარცოფული ხარჯის დასადგენად შესაძლებელია წარმატებით იქნას გამოყენებული დამოკიდებულება (2). აღნიშნული დამოკიდებულება ღვარცოფული ხარჯის საანგარიშოდ მიგვაჩნია უფრო საიმედოდ, ვიდრე აქამდე არსებული სხვა დამოკიდებულებები. მისი გამოყენება ღვარცოფული ხარჯების საანგრიშოდ მარტივია, შედეგები კი საიმედო.

ლიტერატურა

1. რ. დიაკონიძე, ზ. გვიშიანი. მყარი ნატანისა და ღვარცოფული ხარჯის საანგარიშო მეთოდიკა. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის გამომცემლობა, თბილისი, 2022. 11 გვ.;
2. ჰიდროლოგიური ცნობარი „სსრ კავშირის ზედაპირული წყლის რესურსები“. ტომი IX, გამოშვება I, გ. ნ. ხმალაძის რედაქციით, (რუსულ ენაზე), „ჰიდრომეტგამომცემლობა“, ლენინგრადი, 1969, 310 გვ.

RECOMMENDATIONS FOR THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES FOR GROWING SEEDLINGS WITH THE USE OF POLYMERIC-MINERAL MATERIAL PMM

A. Vartanyan[1)], E. Avanesyan[1)], V. Tokmajyan[2)], S. Galstyan[1)]
[1)] Yerevan Institute of Technolgy, Yerevan, RA
[2)] Institute of Water Problems and Hydro-Engineering Named After Academic I.V. Yeghiazarov Yerevan, RA
E-mail: *tokmajyanv@gmail.com*

INTRODUCTION

Water and air in cultivated structural soil provide all the vital processes in plants and the vital activity of a great number of microorganisms as well which are in the plants and provide the necessary technological processes for their growing. Therefore, due to lack of water, the productivity of many plant species under rain fed conditions is significantly lower than that in irrigated soils of the same region's irrigated soils. In addition to the existing traditional methods of applying various ameliorants, attempts have been made at various times to rapidly improve the physical qualities of the soil. In areas where crops are produced without artificial irrigation, the use of polymer-mineral material (PMM) will improve the water regime, perhaps leading to higher yields by reducing the root system of growing plants and lowering the coefficients of filtration and soil evaporation. The use of polymer-mineral material in soil under rainfed conditions, in particular, will ensure the quick growth of trees and boost their viability [1,2].

The task is to develop recommendations for the development of technologies for growing seedlings using polymer-mineral material (hereinafter PMM).

One of the main elements of soil fertility is its water permeability index. The water falling in the form of precipitation on the surface of the soil under the influence of gravity, is absorbed by large pores in it and is absorbed by thin pores or capillaries surrounding the soil particles with a wide layer. The larger the soil particles (for example, in sand) are, the larger the holes between them are and the easier is water penetration in such soil. In contrast to clay soils which are rich in smallest particles, the holes between them are very small and the water penetrates relatively slowly. However, this applies not only to non-structural clay soils. If such soil is rich in humus and lime compounds, the individual smallest particles, especially the colloidal particle coagulate, soften and are stuck to each other in it forming porous grains and particles which are quite strong in the presence of humus and lime and withstand prolonged water washing. In natural conditions middle-sized holes appear between the grains and particles as in sand and such structural clay obtains good water permeability. The more porous the soil is, the more water there is in it. This amount of water corresponds to the soil water permeability index. It is clear that the water permeability of the soil is equal in volume to its porosity. However, water permeability must be distinguished from soil moisture. Soil moisture is the moisture retained by it that remains in it after complete wetting and free squeezing with the pores directed downwards or sideways according to the slope. Based on the above mentioned and guided by the requirements of basic and applied sciences, we set ourselves the task to determine the impact of the application of polymer mineral raw materials created by Moscow State University after M.V. Lomonosov on the regulation of water regimes of field crops and woody plants through vegetation and field experiments in rain-fed conditions [3]. The tests and gained knowledge have shown the perspective of developing ecologically safe and highly effective methods to increase water retention and to improve the agro ameliorative properties of soil and technological processes for their implementation. The developed technologies provide an increase in the storage of productive moisture in the soil to predetermined limits, the creation of an optimal water regime for plants, a decrease in the frequency and norms of irrigation, an

increase in erosion resistance, a decrease or exclusion of water loss and salination, an increase in yield, a decrease in capital investments and the cost of agricultural products [3-5].

CONFLICT SETTING

In order to improve the properties of degraded lands, to regulate water and food regimes of crops, to reduce the cost price of production it is necessary to carry out laboratory, field and vegetation experiments by means of studies to reveal the impact of different amounts of polymer-mineral raw materials invented by Research Institute of Mechanics of Moscow State University after M.V.Lomonosov and their application methods on soil improvement, regulation of water and food regimes and as a result on economic efficiency of crops and decorative trees. PMM material and automation of the processes of growing winter crop will provide reasonable suggestions for solving the most important national economic problem: increasing the yield and vitality of winter crop and reducing the costs and resources for growing it including the strategic resource - fresh water [3, 4].

The task is to develop recommendations for the development of technologies for growing seedlings using polymer-mineral material "PMM".

RESEARCH RESULTS

Field experimental studies in order to develop technologies for growing seedlings using the polymer-mineral material PMM are proposed to be carried out according to the procedure proposed below.

After seedling hole (40-50 cm deep and 30 cm in diameter) was dug, it is necessary to mixthegiven volume of selected soil (40-46 kg) with 250-350 gr.PMMin the following proportion: 100 g of the PMM mixed with fertilize is placed at the bottom of the hole, next it covers with a thin layer of earth 1one cm thick on top, then a seedlingis plant and the remaining 150 - 250 gr. PMM previously equally mixed with the ground (40 cm) is poured in small amounts alternating with uniform layers of PMM, the top layer of five cm should not include PMM material.

Since approximately 1300 trees are planted per one ha, it is proposed to split the planting into three control groups of approximately 440 trees per group and distribute the PMM into groups as follows:

Group 1 - 250 gr. PMM: 100 gr., PMM and the remaining 150 gr. PMM is evenly mixed with soil in the middle of the hole.

Group 2 - 300 gr. PMM: 100 gr., PMM and the remaining 200 gr. PMM is evenly mixed with soil in the middle of the hole.

Group 3 - 350 gr. PMM: 100 gr., PMM and the remaining 250 gr. PMM is evenly mixed with soil in the middle of the hole.

To identify the ideal amount of PMM for effective tree culture, it must be divided into groups. During the first three years of intensive development and fruiting, the selected groups should be compared against plantings of similar trees without material.

EXPECTED RESULTS FROM THE USE OF PMM

When planting groups of trees PMM material is used:

1) it is proposed to irrigate two times less often (using half the amount of water and saving money on power, labor, and other resources);

2) reduce fertilizer consumption by halving the amount of fertilizer that will dissolve and enter the ground as a result of irrigation;

3) it is expected to increase the yield by 20-25 percent due to the zeolite, which is a part of the PMM and is a natural material containing a considerable number of substances useful for plants;

4) a 20 percent increase in green mass and plant growth is expected;

5) plant loss is expected to be reduced by 20-30 percent.

In the absence of heavy rains and raging floods, as well as huge amounts of uncontrolled irrigation, the amount of PMM once applied to the soil is sufficient for 5-7 years. In the event of a force majeure (rainstorms, floods), part of the PMM can be washed out faster; thus, to maintain the predicted results described above, after such an annual season in which the aforementioned natural phenomena were present, it is necessary to add 20 percent of the initially invested at the end of autumn or spring PMM material (around 50 gr.) for each tree.

WHAT IS THE PREDICTED OUTCOME?

After irrigation, PMM in the soil dissolves in irrigation water, increasing its viscosity and surface tension, causing water to move through the pores in the soil more slowly, increasing the moisture capacity by tens of percent depending on the amount of PMM sprayed per kg. soil. Because the process of PMM disintegration does not start instantly, but might span several years depending on irrigation, the impact of "retaining" moisture in the soil lasts the entire duration.

When the tree reaches the age of 5-6 years, the dependence on PMM gradually decreases, because. an adult tree is able to feed itself due to the formed powerful root system.

EXPECTED ECONOMIC EFFECT

Only by saving resources in the first two years it can be predicted that the costs spent on acquiring and introducing PMM into the soil beneath the tree would be totally repaid. Also, by increasing yields and reducing crop loss, the economic effect increases. In particular, a 20 percent increase in yield will make it possible to additionally obtain up to 10 kg of apples from each tree, which in less than two years will cover the cost of purchasing PMM.

CONCLUSION

Based on the findings, it is possible to begin developing technologies for growing seedlings with PMM. To attain this goal, we recommend that, after conducting observations during the first 2-3 years, the effective amount of PMM per tree (250 gr., 300 gr., or 350 gr.) be determined and the resulting ideal solution replicated for the remainder of future plantings. It should be noted that you can add PMM after planting at any moment by using small holes (up to 4 pcs.) Around the tree with PMM material, up to 10 cm deep and one cm in diameter, uniformly invest up to 50-100 g. PMM material. Holes must be dug in such a way that they do not harm the root system.

REFERENCES

1. Vartanyan A.A., Shakhnazarov A.A., Tokmajyan V.H., Sarukhanyan A.A. Increase of soil moisture storage by applying polymer-mineral material (2020) //Bulletin of high technology, Shushi, N1 (11), 2020, p. 3-10.
2. Tokmajyan V.H., MarkosyanA.Kh., Khalatyan A.A., Khachatryan N.B. (2018) The perspectives of providing the storage of irrigation water in case of using water collecting additives in the ground // Bulletin of high technology, Shushi , N 2 (6) /2018, p. 9-14.
3. Galstyan S.B., Vartanyan A.A., Tokmajyan V.H., Gorshkova N.E., Tokmajyan H.V. (2020) The regulation of water regime of field crops and decorative woody plants in natural conditions by applying polymer-mineral raw material //Bulletin of high technology, Shushi, N1 (11), 2020, p. 11-15.
4. Vartanyan A.A., Markosyan M. V., Tokmajyan V.H., Galstyan S.B. (2020) Management of Processes of Growing Winter Crop in Rainfed Conditions Using Innovative Technological Solutions //Bulletin of high technology, Shushi, N2 (13), 2020, p. 3-13.
5. Vardanyan A. A., Tomajyan H.V. and others (2021) Automated processes of plant growth in substrate with water accumulating polymer mineral material/edited by Doctor of Economics, Professor ArevshadVardanyan(2021) //Stepanakert, publ. «Shushi University of Technology», 2021.- 158 p.

სარწყავი წყლის ტარიფები და მათი გამოყენება საქართველოს პირობებში

მ. ვართანოვი, ე. კეჩხოშვილი, ფ. ლორთქიფანიძე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
თბილისი, საქართველო
E-mail: m.vartanov@gtu.ge

შესავალი

საქართველოს სოფლის მეურნეობის ინტენსიფიკაციის ერთ-ერთ ძირითად პირობას წარმოადგენს სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების მელიორაცია, კერძოდ, ირიგაცია. ცნობილია, რომ სარწყავი მიწების 90% მდებარეობს აღმოსავლეთ საქართველოში, ამასთან ამ მიწების დაახლოებით ¼ ირწყვება უშუალოდ მდ. მტკვრის წყლით, ხოლო დანარენი - მისი შენაკადებიდან. აქედან გამომდინარე, აღმოსავლეთ საქართველოს პრაქტიკულად მთელი სარწყავი ფართობები მოქცეულია მდ. მტკვრის აუზში. როგორც სარწყავი სისტემების ექსპლუატაციამ გვიჩვენა, წყლის რესურსების გამოყენების ეფექტურობა სარწყავ მიწათმოქმედებაში დაბალია. კლიმატის გლობალური ცვლილების ფონზე აუცილებელია სარწყავი წყლის გამოყენების პროდუქტიულობისა და წყლის რესურსების ეკონომიის, მ.შ. გამოუყენებელი სარწყავი წყლის გადაგდების აღკვეთის ხარჯზე, მთლიანობაში, სარწყავი მიწათმოქმედების ეფექტიანობის მკვეთრი ზრდა.

ძირითადი ნაწილი

სარწყავი მიწების გამოყენების ანალიზით, მიუხედავად იმისა, რომ 2013 წლიდან რეაბილიტაციის ხარჯზე წყალუზრუნველყოფილი (გამართული სარწყავი სისტემით) ფართობები გაიზარდა და 2015 წლისთვის შეადგინა 88,66 ათასი ჰა, მთელი ფართობების 312,0 ათასი ჰა-დან (მ.შ. 253,6 ათასი ჰა თვითდინებით და 58,4 ათასი ჰა მექანიკური აწევით) ფაქტიურად მორწყული სავარგულების საერთო ფართობი 2015 წელს შეადგენდა 42,35 ათასი ჰა-ს, ანუ 13,6 %-ს.

ცხრილი 1

შპს „საქართველოს მელიორაციის“ სერვის-ცენტრების ზონაში არსებული სარწყავი ფართობები (ჰა)

№	რეგიონი	ექსპლუატაციაში ჩაბარებული			წყალუზრუნველყოფილი		
		სულ	მათ შორის		2013	2014	2015
			თვითდინებით	მექ. აწევით			
1	ქვემო ქართლი	80 297	75 747	4 550	26 734	28 579	38 110
2	შიდა ქართლი	73 933	50 140	23 793	12 273	13 873	17 502
3	მცხეთა-მთიანეთი	15 612	11 702	3 910	3 525	3 525	5 601
4	კახეთი	98 167	75 660	22 517	12 721	13 271	18 272
5	სამცხე-ჯავახეთი	11 569	7 922	3 647	150	150	2 930
6	იმერეთი	32 429	32 429	-	3 207	5 707	6 246
	სულ	312 007	253 600	58 417	58 610	65 105	88 661

ცხრილი 2

შპს „საქართველოს მელიორაციის“ სერვის-ცენტრების ზონაში ფაქტიურად მორწყული ფართობები (ჰა)

№	რეგიონი	2013 წელი			2014 წელი		
		სულ	მათ შორის		სულ	მათ შორის	
			მექ. აწევით	წყალმიწოდებით წყალსაცავიდან		მექ. აწევით	წყალმიწოდებით წყალსაცავიდან
1	ქვემო ქართლი	17 835	-	5 021	20 261	-	5 952
2	შიდა ქართლი	9 503	5 051	-	11 379	4 971	-
3	მცხეთა-მთიანეთი	1 290	-	-	1 502	35	-
4	კახეთი	5 015	-	2 998	8 078	-	4 038
5	სამცხე-ჯავახეთი	127	-	-	137	-	-
6	იმერეთი	480	-	-	992	-	-
	სულ	34 250	5 051	8 019	42 349	5 006	9 990

ცხრილი 3

ირიგაციული წყალაღება და წყალმიწოდება შპს „საქართველოს მელიორაციის“ სერვის-ცენტრების ზონაში (ათასი მ³)

№	რეგიონი	საირიგაციო წყალაღება		საირიგაციო წყალმიწოდება	
		2013 წელი	2014 წელი	2013 წელი	2014 წელი
1	ქვემო ქართლი	343 046,8	367 047,4	181 955,0	219 295,7
2	შიდა ქართლი	187 051,1	160 085,8	97 496,8	84 002,7
3	მცხეთა-მთიანეთი	22 559,0	22 175,6	12 413,5	12 679,8
4	კახეთი	122 178,6	133 200,9	58 324,8	63 759,1
5	სამცხე-ჯავახეთი	854,5	1 622,9	470,9	923,8
6	იმერეთი	2 999,8	6 117,3	1 691,5	3 391,8
	სულ	678 689,8	690 249,9	352 352,5	384 053,0

ცხრილების 2 და 3 ანალიზი ცხადყოფს, რომ საქართველოს სარწყავი სისტემების წყალაღებამ 2014 წელს შეადგინა 1,3 ათასი მ³ 1 ჰა სარწყავ ფართობზე, ხოლო წყალმიწოდებამ - 9,07 ათასი მ³, რაც 7,5-ჯერ აღემატება არსებულ სარწყავ ნორმებს. ძვირფასი რესურსის ასეთი არაეფექტური და უყაირათო ხარჯვა მიუთითებს საირიგაციო სისტემების აღდგენასა და მოდერნიზაციაზე რწყვის პროგრესული, გარემოსდამცავი მეთოდების გამოყენებით. ეს მდგომარეობა განაპირობა, აგრეთვე, 12 - 15 წლის წინ შემოღებულმა სარწყავი წყლის გადასახადმა, რომლის მიხედვით მომხმარებელი იხდის არა მოხმარებული წყლის ღირებულებას, არამედ, ფაქტობრივად, სავეგეტაციო პერიოდში საკუთარი მიწების მორწყვის უფლებას. ამავე დროს, ეს გადასახადი ერთიანია მთელი აღმოსავლეთ საქართველოსთვის და არ ითვალისწინებს არც მოხმარებული წყლის მოცულობას, არც რაიონის ბუნებრივ-კლიმატურ პირობებს. შექმნილი სიტუაციის გამოსასწორებლად აუცილებელია ფასიან წყალსარგებლობაზე გადასვლა, რომელიც დამოკიდებული იქნება როგორც მოხმარებული წყლის რაოდენობაზე, ასევე მომსახურების ხარისხზე, ანუ მიწოდებული წყლის შესაბამისობაზე გარკვეულ მოთხოვნებთან, წყლის მიწოდების გრფიკის დაცვასა და მიწოდების სტაბილურობაზე.

სარწყავი წყლის ტარიფიკაციის პრინციპები

წყალაღება, ზრუნვა წყლის რესურსების შენახვაზე, საირიგაციო ობიექტების მშენებლობა და მათი ექსპლუატაცია თხოულობს ფასების სისტემას, რომელიც იძლევა არა მარტო დანაკარების შემცირების, არამედ წყალგანაწილებისა და მისი გამოყენების ოპტიმალური გადაწყვეტილებების მიღების საშუალებას.

ცნობილია, რომ ნებისმიერი საირიგაციო პროექტის საფუძველი არის მისი რენტაბელობა ანუ ეკონომიკური ეფექტიანობა ობიექტის ექსპლუატაციის პროცესში. ამასთან, პროექტის რენტაბელობა მთლიანობაში არ უნდა იყოს ნაციონალური ეკონომიკის რენტაბელობაზე დაბალი.

სარწყავი წყლის ტარიფი არის ფასების და მისი გაყიდვის პირობების ნუსხა. ტარიფის მიზანი უნდა იყოს არა იმდენად მოგების მიღება, რამდენადაც წყალმოსარგებლეთა მაქსიმალური დაკმაყოფილების პირობების შექმნა. წყლის ფასი უნდა ასახავდეს:

- გაზომვის მეთოდს - წყლის ხარჯის ($მ^3$/წმ), მოცულობის ($მ^3$) ან ორივეს მიხედვით;
- დანახარჯების გასაშუალებულ სიდიდეს სერვის-ცენტრების მოქმედების ზონების ან რეგიონების მიხედვით, შესაძლებელია მსხვილი საირიგაციო სისტემების ზონების ცალკე გამოყოფაც;
- სოციალურ-ეკონომიკური სიტუაციის ცვალებადობას, განპირობებულს წყლის რესურსების გამოყენების გაუმჯობესების შედეგად მუშახელის შემადგენლობისა და კვალიფიკაციის ცვლილებით;
- წყალაღების მოდულაციას, ანუ იმის გათვალისწინებას, დროის რა პერიოდში არის მისაწოდებელი სარწყავი წყალი;
- წყალმომხმარებლების გარანტირებული მომსახურების ხარისხი და დონე, რაც მოიცავს: წყლის დადგენილ ფიზიკურ-ქიმიურ შედგენილობას, ავარიის შემთხვევაში მომხმარებლისთვის წყლის შეწყვეტის შესაძლებლობას, გამონაკლის შემთხვევებში „მოთხოვნით“ წყალმიწოდებას და ა.შ.;
- წყლის მიწოდებაზე დანახარჯების გამოთვლის ავტომატიზებულ თუ „ხელით“ სისტემას. ამასთან, სატარიფო ბადე უნდა იყოს მარტივი, მოქმედი და რეალური.

სარწყავი წყლის ტარიფიკაციის ზოგიერთი ტიპი

მსოფლიოში ისტორიულად ჩამოყალიბდა წყალსარგებლობის მიმართ სხვადასხვა სამართლებრივი და ეკონომიკური მიდგომა, რამაც თავისი ასახვა ჰპოვა გამოყენებული ტარიფების შექმნის პრინციპებში. ეს განსხვავებები განპირობებულია, უპირველეს ყოვლისა, წყლის ფასის მიმართ სახელმწიფოსა და წყალმომხმარებლების განსხვავებული პოზიციებით; გარდა ამისა - წყალმოხმარებისა და მისი განვითარების პერსპექტივებზე აუცილებელი სანდო ინფორმაციის არარსებობით. სარწყავი წყლის საფასურის გადახდის ყველა არსებული სატარიფო ბადე, ერთწევრიანი ან ორწევრიანი, გამოყენებული ძირითადი კონცეფციის მიხედვით შეიძლება დაიყოს ოთხ ჯგუფად [1,2].

<u>სოციალურ-ეკონომიკურ კრიტერიუმებზე დამყარებული ტარიფები</u> საერთოდ არ ითვალისწინებს სარწყავი წყლის რეალურ ღირებულებას. წყლის ფასი მიიღება ადმინისტრატიულად და იგი მნიშვნელოვნად ნაკლებია ღირებულებაზე. ეს ტარიფები გამოიყენება მაშინ, როდესაც სახელმწიფოს მიზანია გარკვეული რეგიონის (რეგიონების) ეკონომიკური განვითარების სტიმულირება; სახელმწიფო შეისყიდის ფერმერებისგან მოსავალს მათ მიერ დადგენილ ფასად, ხოლო სარწყავი წყლის ღირებულების დეფიციტს ფარავს ან ბიუჯეტიდან, ან სავაჭრო ქსელში გაყიდვით მიღებული მოგებიდან. ასეთი ტარიფების პირობებში ფერმერებმა სარწყავი წყალი შეიძლება უფასოდაც მიიღონ. ამ კრიტერიუმებზე დაფუძნებული ტარიფიკაციის მეორე მაგალითია ფიქსირებული ტარიფების დიფერენციაცია სარწყავი სავარგულების ფართობის მიხედვით.

ტარიფიკაცია „სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობის“ მიხედვით ითვალისწინებს სარწყავ მიწებზე მოყვანილი კულტურებისთვის წყლის ფასების სხვაობას მათი სახეობის მიხედვით და გამოიყენება, როდესაც სახელმწიფო დაინტერესებულია გარკვეული სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოყვანის სტიმულირებასა ან შეზღუდვაში. ამ ტარიფიკაციის სახესხვაობა არის მცირედმოსავლიანი კულტურებისთვის წყლის დაბალი, ხოლო მაღალმოსავლიანი კულტურებისთვის - მაღალი ფასის დაწესება, რომელიც შესაძლებელია აღემატებოდეს მის ფაქტობრივ ღირებულებას.

ტარიფიკაცია წყლის საშუალო ღირებულების მიხედვით იძლევა სარწყავი სისტემის ბიუჯეტის დაბალანსების საშუალებას წლიური ხარჯებისა და წყლის გაყიდვიდან მიღებული შემოსავლების მიხედვით. სარწყავი წყლის სრულ ღირებულებაში შეყვანილია მუდმივი და ცვლადი ხარჯები. საირიგაციო სისტემის მუდმივი ხარჯები მოიცავს ხარჯებს მიღებულ კრედიტზე, მოწყობილობის ტექნიკურ მომსახურებასა (მოვლა-შენახვა) და მოდერნიზაციაზე (მ.შ. ამორტიზაცია), საექსპლუატაციო ხარჯების ნაწილსა და ზედნადებ ხარჯებს. ცვლადი ხარჯები შედგება საექსპლუატაციო ხარჯების ნაწილისა (ტუმბოების მუშაობისათვის აუცილებელი ენერგიის ღირებულებისაგან) და სრული ღირებულების სიდიდის (*C*) გაყოფით მიწოდებული წყლის საერთო მოცულობაზე *(W).* მიიღება წყლის ერთეული მოცულობის ($მ^3$) საშუალო ღირებულება - *C=f(W).* სარწყავი სისტემის სასრული ზომების გამო მიწოდებული წყლის მოცულობის ზრდასთან ერთად ერთეული მოცულობის საშუალო ღირებულება შემცირდება და *C=f(W)* დამოკიდებულების გრაფიკს ექნება კლებადი ექსპონენციალური ხასიათი. ამ ტარიფიკაციის გამოყენების პრაქტიკაში არსებობს წყლის საშუალო ღირებულების განსაზღვრის სხვადასხვა მეთოდი. ეს შეიძლება იყოს კონკრეტული (მოქმედი დროის განსაზღვრული მომენტისათვის), მუდმივი ან ცვლადი (ზრდადი ან კლებადი) ტარიფები და ა.შ. ზოგჯერ გაანგარიშების გამარტივების მიზნით წყლის ღირებულება განისაზღვრება არა მიწოდებული წყლის მოცულობის, არამედ ნაკვეთის ფართობის (ჰა) მიხედვით.

უნდა აღინიშნოს, რომ წყლის საშუალო ღირებულების მიხედვით გამოთვლილი ტარიფები ფინანსური თვალსაზრისით უფრო გამართლებულია, ვიდრე ზემოთ აღწერილი ტარიფები, მაგრამ მათ გააჩნია არსებითი ნაკლი - არ ითვალისწინებენ საირიგაციო სისტემების განვითარებასა და ტექნოლოგიურ და სოციალურ-ეკონომიკურ ცვალებადობას, რაც წარმოადგენს ძველი სარწყავი სისტემების დამახასიათებელ ნაკლს.

ჩვენი აზრით, საქართველოს დღევანდელი პირობებისთვის უფრო ეფექტური შეიძლება გამოდგეს ბინარული ტარიფიკაცია, რომელიც ითვალისწინებს ცალკე - სარწყავი ფართობით სარგებლობის და ცალკე - ნახმარი სარწყავი წყლის ღირებულებას.

სარწყავი წყლის ღირებულების გაანგარიშების სქემა

წყლის ღირებულების გაანგარიშების ქვემოთ მოყვანილი სქემა ითვალისწინებს წყლის გამოყენებას სარწყავად, ამიტომ მრავალდანიშნულებიანი ჰიდროსისტემები აქ არ განიხილება. თუმცა, თუ ცნობილია წყალმოხმარების განვითარების კანონზომიერება სახალხო მეურნეობის სხვა დარგებში, ეს ყველაფერი შეიძლება გათვალისწინებული იყოს უკვე დადგენილი ტარიფების პრინციპის საფუძველზე. ეს სქემა შედგება რიგი ელემენტებისაგან.

სატარიფო ზონების გამოყოფა, ანუ სარწყავი მასივის დაყოფა მეტ-ნაკლებად ერთგვაროვან ზონებად (განსაკუთრებით ფართობის მნიშვნელოვანი სიდიდის დროს) ხდება სარწყავი ნაკვეთების აგროეკონომიკური მახასიათებლების, მათი მდებარეობის გათვალისწინებით სარწყავი ქსელისა და წყლის წყაროს მიმართ. ამ ოპერაციის მიზანი არის ზონების გამოყოფა, სარწყავი წყლის მიწოდებაზე დაახლოებით ერთნაირი რეალური დანახარჯებით, რათა თავიდან ავიცილოთ, ერთი მხრივ, ზონების გადაჭარბებული რაოდენობა (რაც გაართულებს ტარიფების განსაზღვრას) და, მეორე მხრივ, კონკრეტული ნაკვეთის მოსარწყავად წყლის მიწოდებაზე ფაქტობრივ ხარჯებსა და წყლის გასაყიდ ფასს შორის დიდი სხვაობა, არასასურველია როგორც ზედმეტი დადეტალება, ისე სხვადასხვა სარწყავი ზონის ტარიფების ხელოვნური გათანაბრება.

წყლის ღირებულებაზე დამოკიდებულებით მოთხოვნილების ევოლუციის ფუნქციის აგება. მოთხოვნილების ევოლუციის ფუნქცია, ანუ სარწყავ წყალზე მაქსიმალური მოთხოვნილების შეფასება განისაზღვრება სათესი ფართობების სტრუქტურის, სათესი (სარგავი) მასალის ხარისხის და კლიმატური ფაქტორების (ნალექები, ევაპოტრანსპირაცია, ნიდაგის ტენიანობა) მიხედვით. მოთხოვნილება ფასდება საერთო წლიური ხარჯისა ($მ^3$/წელი) და მომხმარებელთან შეთანხმებული ჯამური ხარჯის (ლ/წმ) მიხედვით, ასევე შეფასებული უნდა იყოს პიკურ პერიოდში მოხმარებული წყლის მოცულობა, მაქსიმალური მოთხოვნილების საწყის და ბოლო მნიშვნელობებს შორის არსებობს ფუნქციონალური მრუდი, რომელიც განსაზღვრავს მეზობელ რაიონში მიღებული გამოცდილების ანალოგიური მოთხოვნილების ცვალებადობას და ამავე დროს ითვალისწინებს განსახილველი რაიონის სპეციფიკას: კვების წყაროს, დაფინანსების პრობლემებს, მოსავლის მისაღებად აუცილებელ დროს, სავარგულების ზომებს და ა.შ. როგორც წესი, შეისწავლება ორი ფუნქციონალური მრუდი - ოპტიმალური და პესიმისტური და საანგარიშო მრუდი მიიღება მათი ინტერპოლაციით.

ძირითადი ფონდების ამორტიზაცია

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, მუდმივი დანახარჯები არ არის დამოკიდებული „წარმოებული“ წყლის რაოდენობაზე. ამ დანახარჯების ერთ-ერთი ელემენტი არის სამელიორაციო სისტემების ძირითადი ფონდების საამორტიზაციო ანარიცხები [3].

მსოფლიო პრაქტიკაში საამორტიზაციო ანარიცხებისა და ნარჩენი საბალანსო ღირებულების განსაზღვრის მიმართ გამოიყენება სხვადასხვა მიდგომა. გამოვყოთ მათი ძირითადი ნიშან-თვისებები.

ბაზად, რომლის მიხედვით განისაზღვრება ძირითადი ფონდების ამორტიზაცია, უმრავლეს შემთხვევაში მიიღება მათი ექსპლუატაციის სავარაუდო ვადა, უფრო იშვიათად - შესასრულებელი სამუშაოს სავარაუდო მოცულობა. სამელიორაციო ობიექტების ექსპლუატაციის პირობებში ამორტიზაციის განსაზღვრისადმი უფრო უპრიან მიდგომას წარმოადგენს ექსპლუატაციის ვადაზე დაფუძნებული მიდგომა.

ფონდების ღირებულების ჩამოწერის თანაბრობის მიხედვით ასხვავებენ თანაბარ (ხაზოვან) და არათანაბარ ამორტიზაციას. ეს უკანასკნელი შეიძლება განხორციელდეს განსხვავებულად: ჩამოწერის თანხები შეიძლება იცვლებოდეს რაიმე რინციპის, ან სპეციალური გრაფიკის მიხედვით და სხვ. ამორტიზაციის დარიცხვის მეთოდები შეიძლება დაიყოს ასევე ნორმალურ, დაჩქარებულ და შენელებულ მეთოდებად.

ეკონომიკური თვალსაზრისით, ამორტიზაციის თანხების განსაზღვრის დროს მნიშვნელოვანია ფულის დროში არათანაბრობის პრინციპის გათვალისწინება. ზოგიერთი მეთოდი დაფუძნებულია ამ პრინციპზე, ზოგიერთი კი - მას არ ითვალისწინებს.

შემოვიღოთ აღნიშვნები:

P - ძირითად ფონდებში ინვესტიციების საწყისი ღირებულება;

L - ძირითადი ფონდების სალიკვიდაციო (ნარჩენი) ღირებულება ექსპლუატაციის ბოლოს;

n - ამორტიზაციის ვადა;

D_t - ჯამური წლიური ამორტიზაციული ანარიცხები (თანხა);

B_t - ძირითადი ფონდების საბალანსო (ნარჩენი, არაამორტიზებული) ღირებულება t წელიწადში.

ძირითადი ფონდების საბალანსო ღირებულების დინამიკა შეიძლება გამოისახოს ორი განტოლებით:

$$B_t = B_{t-1} - D_t \text{და } B_t = P - \sum_{j=1}^{t} D_j \quad (1)$$

სამამულო პრაქტიკაში საამორტიზაციო თანხების განსასაზღვრავად, ძირითადად, გამოიყენება ხაზოვანი მეთოდი. აქედან გამომდინარე:

$$D = \frac{P - L}{n} = const, \quad (2)$$

t წლის ბოლოს, ცვეთის მორიგი ჩამოწერის შემდეგ, ნარჩენი ღირებულება შეადგენს:

$$B_t = P - D_t = P - \frac{t}{n}(P - L); \; t = 1, 2, 3..., n \quad (3)$$

არახაზოვანი მეთოდები შეიძლება დაიყოს ორ ჯგუფად: ამორტიზაციის თანხებზე პროცენტის დარიცხვით და მის გარეშე, ანუ დროის ფაქტორის გათვალისწინებით და გაუთვალისწინებლად. პირველ ჯგუფს განეკუთვნება დაგროვებული რეზერვის და ანუიტეტების მეთოდები, ხოლო მეორეს - ნარჩენი საბალანსო ღირებულების ჩამოწერის მუდმივი წილის, რიგითი რიცხვების ჯამის და ცხრილური მეთოდები.

ამ მეთოდებიდან, ჩვენი თვალსაზრისით, ყველაზე საინტერესოა ანუიტეტების მეთოდი, რომლის მიხედვით საამორტიზაციო თანხები აკუმულირდება სპეციალურ რეზერვში, მისი შემდგომი მიზნობრივი გამოყენებით - ახალი მოწყობილობის, მანქანების, მექანიზმების შეძენა, ამორტიზებული ნაგებობების მაგივრად ახლის მშენებლობა. ამასთან, ამ რეზერვში შეტანილ თანხებზე დაირიცხება პროცენტები.

თუ დავუშვებთ, რომ ამორტიზაციის ვადის ბოლოსთვის დაგროვილი სარეზერვო თანხა უნდა იყოს მწყობრიდან გამოსული ძირითადი ფონდების ღირებულების ტოლი, სალიკვიდაციო ღირებულებასთან ერთად, ხოლო ამ რეზერვის შემქმნელი შენატანები მუდმივი, მაშინ ეს გადახდები ღებულობს მუდმივი პოსტნმერანდო ფინანსური რენტის სახეს, რომლის ნაზარდი თანხა შესაქმნელი (აუცილებელი) რეზერვის ტოლია. ამასთან, რენტის ნაზრდის მამრავლი (ცხრილური კოეფიციენტი) განისაზღვრება ფორმულით:

$$S_{n,j} = \frac{(1+i)^n - 1}{i}, \quad (4)$$

სადაც i არის საპროცენტო განაკვეთი.

ყოველწლიური შენატანი განისაზღვრება ფორმულით:

$$D = \frac{P - L}{S_{n,j}}, \quad (5)$$

ანუიტიტების მეთოდით სამელიორაციო საექსპლუატაციო ორგანიზაციის ძირითადი ფონდების ამორტიზაციის გამოთვლის მაგალითი მოყვანილია ცხრილში 4. გამოანგარიშებისთვის მიღებულია შემდეგი საწყისი მონაცემები: ორგანიზაციის ძირითადი ფონდების ღირებულება - 1000 ათასი ლარი, ფონდების ექსპლუატაციის ვადა - 20 წელი (დაჩქარებული ამორტიზაცია), ძირითადი ფონდების ნარჩენი ღირებულება - 10,0 ათასი ლარი, საბანკო განაკვეთი 15 %, შესაბამისად, ცხრილური კოეფიციენტი - 102,4435826, ორგანიზაციის ყოველწლიური შენატანი - 9,664 ათასი ლარი.

ცხრილი 4

საამორტიზაციო ფონდის ფორმირების პროცესი და საბალანსო ღირებულების დინამიკა

წლები (t)	ყოველწლიური შენატანი D, ათასი ლარი	ცვეთა t წელიწადის განმავლობაში $D_t = D(1+i)^{t-1}$, ათასი ლარი	საამორტიზაციო ფონდი, წლის ბოლოს მიმდევრობითი გადასახადების და პროცენტების ნაზრდის გათვალისწინებით $D*S_{t;i}$, ათასი ლარი	ძირითადი ფონდების საბალანსო ღირებულება B_t, ათასი ლარი
0	-	-		1000,00
1	9,664	9,66	9,66	990,34
2	9,664	11,11	20,78	979,22
3	9,664	12,78	33,56	966,44
4	9,664	14,70	48,26	951,74

5	9,664	16,90	65,16	934,84
6	9,664	19,44	84,60	915,4
7	9,664	22,35	106,95	893,05
8	9,664	25,71	132,66	867,34
9	9,664	29,56	162,22	837,78
10	9,664	34,00	196,22	803,78
11	9,664	39,09	235,31	764,69
12	9,664	44,96	280,27	719,73
13	9,664	51,70	331,98	668,02
14	9,664	59,46	391,44	608,56
15	9,664	68,38	459,82	540,18
16	9,664	78,64	538,45	461,55
17	9,664	90,43	628,89	371,11
18	9,664	103,99	732,88	267,12
19	9,664	119,60	852,48	147,52
20	9,664	137,53	990,00	10,00
		990,00		

მე-4 ცხრილის მონაცემების ანალიზი ცხადყოფს, რომ საამორტიზაციო ფონდის ფორმირებისთვის ანუიტეტის მეთოდის გამოყენების შემთხვევაში ყოველწლიური შენატანის სიდიდე შედგენს მხოლოდ 9,664 ათას ლარს, მაშინ, როდესაც ხაზოვანი მეთოდის გამოყენების დროს - (1000,0 –10,0) x 5%=49,5 ათას ლარს. გასათვალისწიმებელია, აგრეთვე, რომ ანუიტეტების მეთოდით საბალანსო ღირებულების ჩამოწერა პირველ წლებში ხდება უფრო ნელა ცვეთის განსაზღვრის ხაზოვან მეთოდთან შედარებით; ასე რომ, ძირითადი ფონდების საბალანსო ღირებულების ნახევრის ამორტიზაცია ანუიტეტების მეთოდით ხდება 15 წელიწადში, ხოლო ხაზოვანი მეთოდით - 10 წელიწადში.

საექსპლუატაციო ხარჯები

ეს ხარჯები მოიცავს [4,5]:

- ელექტრონული და ელექტრომექანიკური მოწყობილობის მოდერნიზაციის ხარჯებს;
- მომსახურების და შენობა-ნაგებობების კაპიტალური რემონტის ხარჯებს;
- მუდმივ საექსპლუატაციო (სამელიორაციო სისტემის მოვლა-შენახვის) ხარჯებს;
- მომსახურე პერსონალის ხელფასს და ზედნადებ ხარჯებს;
- ხარჯებს წყალმოსარგებლის ტექნიკურ დახმარებაზე;
- სატუმბი სადგურის ელექროენარგიის, ასევე გათბობის, განათების, სატრანსპორტო და ა.შ. ხარჯებს.

ძირითადი დასკვნები

1. საქართველოს საირიგაციო სისტემებზე 2014 წელს წყალაღებამ საშუალოდ შეადგინა 16,3 ათასი მ^3 ფაქტობრივად მორწყულ 1 ჰა ფართობზე, ხოლო წყალმიწოდებამ - 9,07 ათასი მ^3, რაც 7,5-ჯერ აღემატება სარწყავ ნორმებს;
2. პირდაპირი გაგებით ძვირფასი და არააღდგენადი წყლის რესურსების ბოლო წლებში ჩამოყალიბებული არაეფექტური და უყაირათო ხარჯვა აშკარად მიუთითებს არსებული სარწყავი სისტემების რეაბილიტაციისა და ტექნიკური გადაიარაღების, მათი ფუნქციონირების საორგანიზაციო ფორმების რეორგანიზაციის აუცილებლობაზე;
3. შექმნილი მდგომარეობის ერთ-ერთ ძირითად მიზეზს წარმოადგენს 12-14 წლის წინ წყალმიწოდების მომსახურებაზე შემოღებული სისტემა, რომლის მიხედვით მომხმარებელი ანაზღაურებს არა მოხმარებული წყლის საფასურს, არამედ სავეგეტაციო პერიოდში საკუთარი სავარგულების მორწყვის შესაძლებლობის უფლებას. ამავე დროს მნიშვნელობა არ ენიჭება მოხმარებული წყლისა და ფაქტობრივი რწყვების რაოდენობას;

4. აღნიშნული განაპირობებს ფასიან წყალმოხმარებაზე გადასვლის ობიექტურ აუცილებლობას, როდესაც გადასახადი დამოკიდებული იქნება მოხმარებული წყლის რაოდენობაზე, მის ხარისხსა და მიწოდების სტაბილურობაზე.

ლიტერატურა

1. მ. ვართანოვი, კ. იორდანიშვილი. „წყლის რესურსების ტარიფიკაციის მეთოდები, გამოყენებული სარწყავ მიწათმოქმედებაში“, „აგრარული მეცნიერების მოამბე“, ტომი 6, №4, თბილისი, 2008 (რუსულ ენაზე), გვ. 114-116;
2. მ. ვართანოვი, თ. მახარაძე. „სარწყავი წყლის მიწოდებაზე ტარიფების ოპტიმიზაციის საკითხისათვის“, „აგრარული ეკონომიკის მოამბე“, ტომი II, თბილისი, 2008 (რუსულ ენაზე), გვ. 96-99;
3. მ. ვართანოვი. „საქართველოს სარწყავი სისტემების ტექნიკური ექსპლუატაცია თაბამედროვე მოთხოვნების გათვალისწინებით“, სტუ-ის გამომცემლობა, თბილისი, 2016;
4. მ. ვართანოვი, ე. კეჩხოშვილი. „საქართველოს სოფლის მეურნეობის ინტენსიფიკაციის ეკონომიკური ასპექტები“, სტუ-ის გამომცემლობა, თბილისი, 2016;
5. მ. ვართანოვი, შ. კუპრეიშვილი, ე. კეჩხოშვილი. „ინვესტიციების ეკონომიკური შეფასების თანამედროვე მეთოდები“, სტუ-ის გამომცემლობა, თბილისი, 2017.

TRAINING OF WATER PROFESSIONALS IN AZERBAIJAN

F. Imanov[1)], M. Asadov[2)]
[1)] Baku State University
[2)] JSC Amelioration and Water Management of Azerbaijan
Baku, Azerbaijan
E-mail: *farda_imanov@mail.ru*

INTRODUCTION

The goal of the development strategy of the Republic of Azerbaijan is to minimize the country's dependence on oil and natural gas exports by developing a number of priority sectors of the economy and its diversification. One of such priorities is the development of agriculture to improve the food supply of the population. The total area of agricultural land in Azerbaijan is 4.2 million hectares (48.8% of the country's territory), of which 1.45 million hectares are arable lands. Arable lands are mainly in the plains, which are characterized by arid climatic conditions, and therefore the cultivation of crops is possible only through irrigation. At present, there is a potential to grow agricultural products on an additional 200,000 hectares, but this work is delayed due to the shortage of water resources. Azerbaijan is among the arid countries with limited water resources. Due to climate change, the country's water resources have decreased by 10-15%. According to local and international organizations, the negative impact of climate change on water resources will continue at least until the middle of the 21st century.

Taking into account the shortage of water in the country and the situation in reservoirs, in order to increase water resources, improve the supply of drinking water and irrigation water to consumers, the President of the Republic of Azerbaijan signed an order "On additional measures to ensure efficient use of water resources" on July 27, 2020.

Currently, there is a great need for highly qualified water specialists in organizations responsible for the study and management of water resources in Azerbaijan (Ministry of Ecology and Natural Resources, State Agency for Water Resources of the Ministry of Emergency Situations, "Amelioration and Water Management"JSC, "Azersu"JSC). The need for water specialists has increased due to the need to study, use and protect water sources in the Karabakh region.In addition, at present, in the state institutions responsible for the management of water resources in Azerbaijan, most of the decision-makers at various levels are not specialists in the field of water management or hydrology.

MAIN PART

Education is one of the main backbone institutions of society that implement a wide range of socially significant functions. A feature of education in the modern world is that it is increasingly becoming the center of reproduction of the most significant innovations and best practices that determine the prospects for the development of society. A number of global trends in the development of modern education are determined by general world trends and are influenced by global social problems (Trends in the development of higher education, 2021).

To solve the problems of water supply, irrigation, drainage, etc., both surface and underground waters are used. In Azerbaijan, as well as in the republics of the former USSR, personnel training in surface and ground waters was carried out separately. Surface water specialists, i.e., hydrologists, were trained in specialized hydrometeorological institutes and geographical departments of universities, and groundwater specialists, i.e., hydrogeologists, in geological departments.

In essence, hydrology and hydrogeology are a single science. From the point of view of aspects of theory, modeling, forecasts, the existing separation of hydrogeology from hydrology is a misunderstanding.

But engineering hydrology and engineering hydrogeology differ from each other in terms of the tasks to be solved. The soil cover and the first meters of the surfacerock mass is an area of increased interest in hydrology and hydrogeology at the same time. Hydrogeology and hydrology are faced with the problem of the interaction of surface and groundwater, and each discipline considers it as its own (Vinogradov, Vinogradova, 2008).

In 1973, the Department of Hydrometeorology was established at the Faculty of Geography of Baku State University and the training of national staff in hydrology began. Admission of students to the master's degree in the same specialty has been held since 1997.

Within the framework of the UNDP project "Reducing cross-border degradation in the Kura-Aras river basin" implemented in the South Caucasus in 2011-2014, a curriculum for a master's degree in "Integrated Management of Water Resources" was developed. This curriculum was developed under the auspices of the UNESCO Institute of Hydrology in the Netherlands. It is known that sustainable development requires integrated management of natural resources, including water. With this in mind, interdisciplinary integration is envisaged in the curriculum. Thus, not only students with a bachelor's degree in hydrometeorology, but also students with a degree in geology, ecology, geography, biology, chemistry, sociology, natural resources management, management and agriculture have a master's degree in "Integrated Water Resources Management" can also be accepted. It is only required that future masters have a basic knowledge of basic natural and social sciences.

Starting from the 2016/2017 academic year, admission to this specialization is held at Baku State University.

Thus, at present, the Department of Hydrometeorology trains specialists in "Hydrology" at the undergraduate level, and "Hydrology" and "Integrated Management of Water Resources" at the master's level.

Currently, the First and Second Baku water pipelines, which play an important role in the drinking water supply of the Absheron Peninsula, as well as the water source of the Oguz-Gabala-Baku water pipeline are groundwater. In other regions of the country, groundwater is widely used for drinking water supply. With the rapid socio-economic development of Azerbaijan and population growth, the demand for water resources is growing every year. Since 1992, a specialist in "Hydrogeological Engineering" was trained at Baku State University. However, it should be noted that in 2019, the Cabinet of Ministers did not include the specialty "Hydrogeological Engineering" in the "Classification of specialties (programs) at the bachelor's level of higher education." Currently, only masters in "Hydrogeology" and "Hydrogeoecology" are trained.

Since the former USSR, the Azerbaijan University of Architecture and Construction has been training specialists in the field of water supply and land reclamation. At present, the bachelor's degree is in "Amelioration Engineering" and "Communication Systems Engineering", and the master's degree is in "Water Supply", "Wastewater Treatment and Treatment", "Protection and Integrated Use of Water Resources" and "Amelioration, Reclamation and Land Protection" staff is trained.

At present, the universities of the countries formed after the collapse of the USSR prepare bachelors and masters in various specialties: "Water resources and water use", "Integrated use of water resources", "Melioration, reclamation and land protection".

There are no special hydrometeorological universities in the countries of Western Europe and USA. The training of hydrologists is usually carried out at the natural and physical and mathematical faculties of universities, in transport and other universities (Barkhatova, 2019).

Based on the analysis of the situation in Azerbaijan with the training of water specialists, it is proposed to include a new specialty in the Classification of bachelor's degree specialties' programs of higher education - "Water Resources Engineering". When developing the curriculum of this specialty, the subjects taught in both "Hydrology" and "Hydrogeological Engineering" should be taken into account.

Currently, we face a number of serious problems in the training of water professionals.

1. A limited number of applicants consciously choose water specialties. Most high school graduates entering the first year cannot explain what "hydrology" is.

2. The level of knowledge of students admitted to the first year of bachelor's degree is low.
3. The low salaries of hydrologists in the National Hydrometeorological Service and Scientific Research Institutes are not considered prestigious among young people, and therefore they do not work hard during their studies.
4. With the change in water infrastructure, the requirements for specialists also change. We practically do not have specialists ready to work with new technologies. Our graduates are not in demand. We have to invite foreign experts. The reason for this is the low quality of education. The education program does not fully meet the requirements of employers (Mammadov, Imanov, 2020).

CONCLUSION

Hydrology is one of those professions that should be highly valued in the labor market due to its importance, but little is known about it among today's youth. It is necessary not only to inform schoolchildren and their parents more, but also to improve the quality of training of water specialists. Those responsible for water resources management in Azerbaijan should take special care of young professionals.

REFERENCES

1. Barkhatova O.A. Training of hydrologists in Russia. Modern trends and prospects for the development of hydrometeorology in Russia. Materials of the II All-Russian Scientific and Practical Conference. Irkutsk, June 5–7, 2019, pp. 121-127.
2. Vinogradov Y.B., Vinogradova T.A. Modern problems of hydrology. Moscow, Ed. Center Academy.2008-319 p.
3. Mammadov R.M., Imanov F.A. Current state of hydrological researches in Azerbaijan. Geographyandnaturalresources.№1 (11), 2020, pp.15 -26.
4. Trends in the development of higher education in the world and in Russia (analytical report-digest). Moscow, 2021.

DETERMINATION OF POTENTIAL SOIL EROSION IN THE DURUJI RIVER BASIN (NORTH-EASTERN PART OF GEORGIA) USING "RUSLE"

I. Inashvili[1)], K.Bziava[1), 2)], Z.Tsinadze[1)], N. Beraia [2)]
[1)] Georgian Technical University
Tbilis, Georgia
[2)] Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University
Tbilis, Georgia
E-mail:*i.inashvili@gtu.ge, k.bziava@gtu.ge, z.tsinadze@gtu.ge*

INTRODUCTION

Modelling the process of water erosion of the soil-cover is a complex and not fully resolved problem. One of the most important tasks of erosion research is the assessment of soil erosion hazard.

Nowadays, the most effective method for determining potential soil washout is the use of the RUSLEmodel (Revised Universal Equation for Soil Loss from Erosion) based on GIS technology. It should be noted that the effectiveness of using the RUSLE model largely depends on the quantitative interpretation of the parameters included in it.

As you know, the revised universal equation of soil loss from erosion (RUSLE), developed by the U Soil Conservation Service of the U.S. Department of Agriculture of the United States (USDA SCS) is expressed as [1]:

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P \quad (1)$$

where A is the long-term average annual soil loss, *t*/*ha* per year;
R - the rainfall and runoff factor, *MJ*×*mm*/(*ha*×*hour*);
K - the soil erodibility factor, *t*×*ha*×*h*/(*MJ*×*mm*×*ha*);
L - the slope length factor (dimensionless);
S - the slope steepness factor (dimensionless);
C - the cover-management factor (dimensionless, varying from 0 to 1);
P - the support practice factor (dimensionless, varying from 0 to 1).

The aim of this work is to determine three factors included in the equation of soil loss from erosion (RUSLE), in particular, factors K (soil erodibility factor), C (cover-management factor), and P (the support practice factor).

It should be noted that K- soil erodibility factor represents both susceptibility of soil to erosion and the rate of runoff, as measured under the standard unit plot condition. Soils high in clay have low K values (0.05 to 0.15), because they resistant to detachment. Coarse textured soils, such as sandy soils, have low K values (0.05 to 0.2), because of low runoff even though these soils are easily detached. Medium textured soils, such as the silt loam soils, have a moderate K values (0.25 to 0.4), because they are moderately susceptible to detachment and they produce moderate runoff. Soils having high silt content are most erodible of all soils. They are easily detached; tend to crust and produce high rates of runoff. Values of K for these soils tend to be greater than 0.4 [2, 3].

The C-factor (cover-management factor) is used to reflect the effect of cropping and management practices on erosion rates. It is the factor used most often to compare the relative impacts of management options on conservation plans. The C-factor indicates how the conservation plan will affect the average annual soil loss and how that soil-loss potential will be distributed in time during construction activities, crop rotations or other management schemes [2, 3].

P is the support practice factor. The RUSLE P-factor reflects the impact of support practices and the average annual erosion rate. It is the ratio of soil loss with contouring and/or strip-cropping to that with straight row farming up-and-down slope [2, 3].

STADY AREA

The object of research is the catchment area of the river Duruji, located in Kvareli municipality (Kakheti region, north-eastern part of Georgia) (Fig. 1).

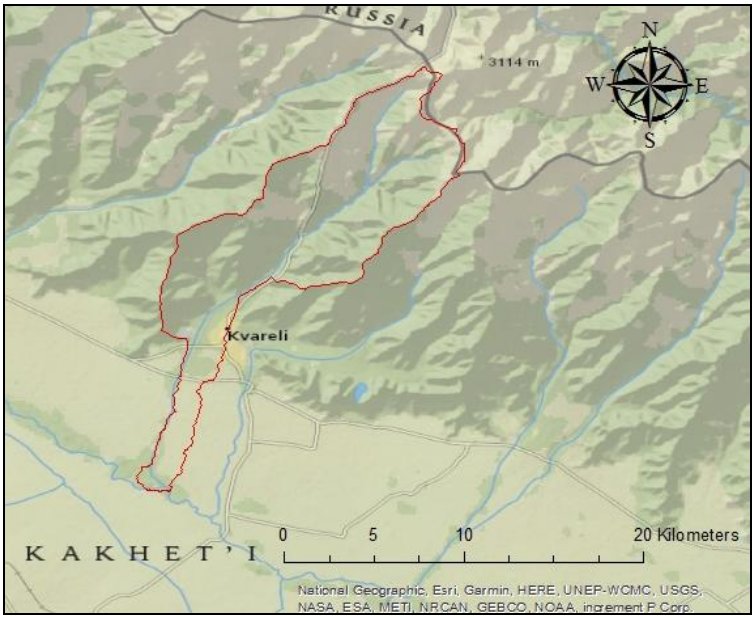


Fig. 1. Layout of Duruji river basin

Kvareli municipality belongs to the zone of moderately humid subtropical climate. Three zones are distinguished by Sea Level (Above Sea Level - ASL):

1. 1000-1200 (m) ASL – lowland regions. Average annual air temperature is 8-9 ° C;
2. 1700-1800 (m) ASL - middle mountain regions. Average annual air temperature is 5-6 ° C;
3. > 1800 (m) ASL, highland regions. The average annual air temperature is 3-4 ° C.

The maximum recorded temperature in Kvareli is 38^0C, the lowest is – 23^0C.

The maximum of precipitation is in May and the minimum is in January. Annual rainfall is 1100-2000 mm in the mountain district [4].

In Kvareli, there are mainly different types of meadow-forest non-calcareous loamy soils, which differ from each other in such parameters as: degree of stoniness and texture. Thus, 7 types of alluvial non-calcareous soils are distinguished in Kvareli [5]:

1. Deep loamy soils;
2. Deep, weakly stony, loamy soil;
3. Deep, weakly stony, loamy and sandy soils;
4. Deep, very stony, loamy and sandy;
5. deep loamy soil with groundwater level at 80 cm depth;
6. Deep and moderately deep, very wet, heavy loam soil;
7. Deep and moderately deep, boggy, loamy soil.

As for the Duruji river basin itself, several types of soils are dominated here:

1. Among them, cinnamonic leached soil;
2. Brown forest soil;
3. Weakly developed eroded soils;
4. Mountain-meadow soils;
5. Undeveloped grey-cinnamomic soil and proluvial and deluvial soils.

Duruji catchment area is bordered by Tsitelgori and Pokhali ridges, as well as by the segment of main ridge of Ninikastsikhe-Zurgisdzvali. The length of the Duruji River is actually 19.8 km, and the length of the straight line is 14.6 km. In addition, research has established that the drainage area of the Duruji River is 9402.48 ha, of which 75.1% is an erosion-hazardous zone [6].

METHODOLOGY

Determination of K factor

Currently, in practice, several methods are used to indirectly assess the factor of soil erosion. Among them, in our calculations we used the widespread Sharpley–Williams equation [7, 8]:

$$K = 0.1317 \times f_{csand} \times f_{cl} - f_{orgC} \times f_{hisand} \quad (2)$$

where

$$f_{csand} = \left\{0.2 + 0.3 \times exp\left[-0.0256 \times m_s \times \left(1 - \frac{m_{silt}}{100}\right)\right]\right\} \quad (3)$$

$$f_{cl-si} = \left(\frac{m_{silt}}{m_c + m_{silt}}\right)^{0.3} \quad (4)$$

$$f_{orgC} = \left[1 - \frac{0.25 \times orgC}{orgC + exp[3.72 - 2.95 \times orgC]}\right] \quad (5)$$

$$f_{hisand} = \left[1 - \frac{0.70 \times \left(1 - \frac{m_s}{100}\right)}{\left(1 - \frac{m_s}{100}\right) + exp\left[-5.51 + 22.9\left(1 + \frac{m_s}{100}\right)\right]}\right] \quad (6)$$

where m_s, $m_{silt}$and $m_c$is the proportion of sand, silt and clay contained in the soil,%; *orgC* - organic carbon content.

Soil variable data are taken from the world map developed by the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) [9]. The soil data of the Duruji River Basin are shown in Table 1.

Table 1. Duruji River Basin Soil Data

Soil unit symbol	Sand % topsoil	Silt % topsoil	Clay % topsoil	OC % topsoil
I	58,9	16,2	24,9	0,97
BC	40,1	21,5	38,4	1,44

The stages of calculating the factor *K*: soil map → soil type →*K* factor.

Determination of C factor

The *C* factor is the second most important factor that controls soil erosion risk, and it reflects the effect of cropping and management practices on the soil erosion rate. Generally, the *C* factor ranges between 1 and 0. *C* equal to 1 indicates no cover present and the surface is treated as barren land, where as *C* near zero (0) indicates very strong cover effects and well-protected soil.

Many researchers calculated the *C* factor with different equations, but the equation suggested by Durigon [10] is used in this study:

$$C = \frac{-\text{NDVI}+1}{2} \quad (7)$$

For Landsat 8 data [11]:

$$NDVI = (Band\ 5 - Band\ 4)/(Band\ 5 + Band\ 4) \quad (8)$$

where Band 4-red. Wavelength 0.64-0.67. This map is useful for mapping discriminates vegetation slopes;
Band 5-near Infrared (NIR). Wavelength 0.85-0.88. This map is useful for mapping emphasizes biomass content and shorelines.

The stages of calculating the factor *C*: Landsat data → NDVI value →*C* factor.

Determination of P factor

P factor is defined as theimpact of landuse or farmingsystem on the soil erosion.The *P* factor adjustst hepotential erosion by waterrunoff through implementing the effects of contouring, strip cropping, and terraced contour farming. If there is no erosion control solution, then *P* value should be 1.0 [12].

Table 2 shows the value of support practice factor (*P*) according to the cultivating methods and slope [13]. The *P* value range 0 to 1 where 0 represents very good manmade erosion resistance facility and 1 represents no manmade erosion resistance facility.

Table 2. Support practice factor according to the types of cultivation and slope

Slope (%)	Contouring	Strip Cropping	Terracing
0.0-7.0	0.55	0.27	0.10
7.0-11.3	0.60	0.30	0.12
11.3-17.6	0.80	0.40	0.16
17.6-26.8	0.90	0.45	0.18
>26.8	1.00	0.50	0.20

The stages of calculating the factor *P*: Slope map →Pfactor.

The calculation was carried out in the ArcMap 10.2.2 program based on DEM images with a resolution of 30 meters received from USGS (United States Geological Survey Agency), Landsat 8.

RESULTS AND DISCUSSION

For clarity, below are given (Figures: 2, 3, 4, 5, 6) the results obtained by applying the above methodology.

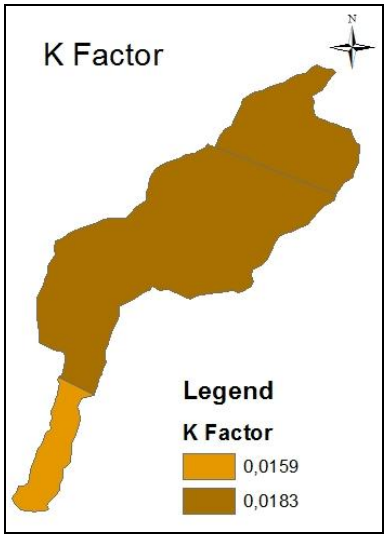
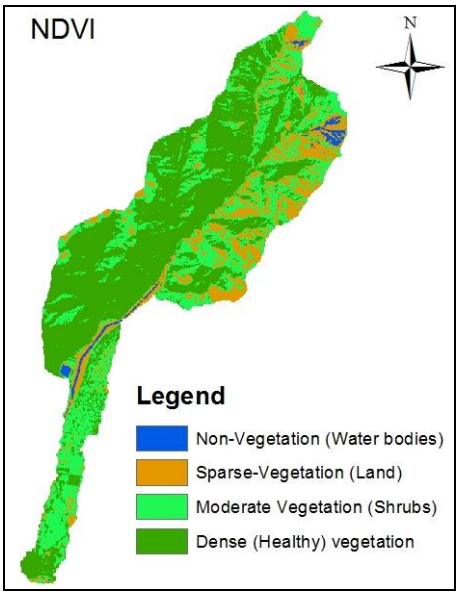


Fig. 2. Soils Erodibility Factor *K*



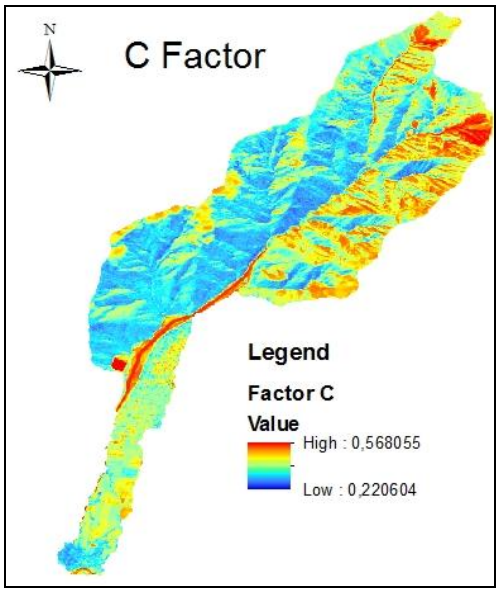
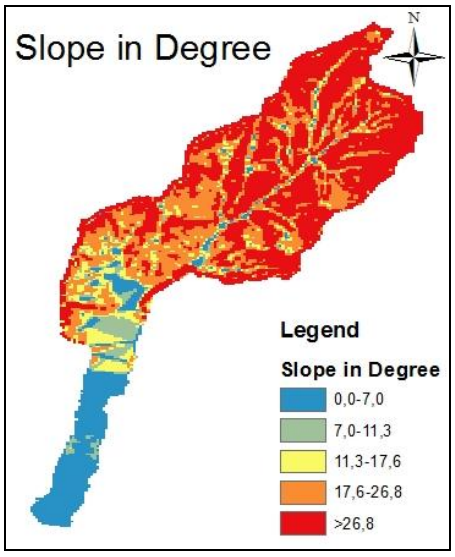


Fig. 3 & 4. Reclassified map of normalized difference vegetation index (NDVI) and cover-management factor *C*

The NDVI value varies from -1 to 1. Higher the value of NDVI reflects high Near Infrared (NIR), means dense greenery. Generally, we obtain following result (see Fig. 3) [11]:

- NDVI = -1 to 0 represent Water bodies – Non-Vegetation;
- NDVI = -0.1 to 0.1 represent Barren rocks, land, sand, or snow – Sparse-Vegetation;
- NDVI = 0.2 to 0.5 represent Shrubs and grasslands or senescing crops – Moderate Vegetation;
- NDVI = 0.6 to 1.0 represent Dense (Healthy) vegetation or tropical rainforest.



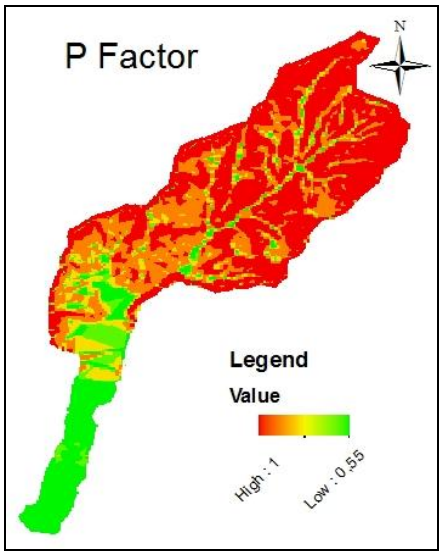


Fig. 5 & 6.Duruji River Basin's slope map (in degree) and the support practice factor*P*

Analyzing the calculations performed, the following conclusions can be drawn:

- Investigating the soil data of the Duruji river basin, obtained according to the classification of FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), it was found that in the studied region, two types of soil are mainly distributed (I and BC) (Table 1);
- Accordingly, soils erodibility factor *K* is 0.0159 (min) and 0.0183 (max).
- Cover-management factor *C* ranges from 0.221 to 0.568. Based on the fact that the value of the C factor can vary from 0 to 1 and 0 indicates very strong cover effects and well-protected soil, it can be concluded that most of the territory of the Duruji River basin is at risk of water erosion;
- The support practice factor (*P*) varies from 0.55 to 1 depending on the slope and cultivation practice.

The results obtained indicate that even in the developed territory, where the erosion control resistance facility is currently located, the *P* factor is 0.55, while 0 represents a very good manmade erosion resistance facility.

Based on the abovementioned, it becomes obvious that in order to preserve the integrity of the soil and prevent water erosion in the territory of the Duruji river basin, along with agro-reclamation measures, it is necessary to revise the existing irrigation and reclamation structures and select new protective measures.

REFERENSES

1. Renard, K.G., Foster, G.R., Weesies, G.A., NcCool, D.K., Yoder, D.C. (1997). Predicting soil erosion by water: A guide to conservation planning with the revised universal soil loss equation (RUSLE). *Agricultural handbook, 703.* USDA, 407p.
2. NRCS: USDA State Office of Michigan, Technical Guide to RUSLE Use in Michigan. (2002), 116p.
3. <http://www.iwr.msu.edu/rusle/kfactor.htm> (June 12, 2021).
4. Alpenidze, M., Sepertelidze, Z., Davitaia, E., Kharadze, K. (2012). Physical geography of Georgia. Publishing house "Universali", Tbilisi, 237p. (*in Georgian language*).
5. Sabashvili, M. (1970). Soil Science. Publishing House "Tbilisi University", Tbilisi, 354p.
6. Inashvili I., Bziava K., Denisova I., Shogiradze M. (2021). Determination of Slope Length and Steepness Factor (LS) For Duruji River Basin. Engineering and Technology Journal e-ISSN: 2456-3358, Volume 06, Issue 06, June-2021, pp. 932-935. DOI: 10.47191/etj/v6i6.07, I.F. – 6.39.
7. Anache, J., Bacchi, C., Panachuki, E., AlveSobrinho, T. (2015). Assessment of methods for predicting soil erodibility in soil loss modeling // Geociências, 34(1), pp.32-40.
8. Wawer, R., Nowocieñ, E., Podolski, B. (2005). Real and Calculated *K*RUSLE Erodibility Factor for Selected Polish Soils. *Polish Journal of Environmental Studies,* 14(5), pp.655-658.
9. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2003). Digital Soil Map of the World. <https://data.apps.fao.org/map/catalog/srv/eng/catalog.search?id=14116#/home> (June 12, 2021).
10. Durigon, V.L., Carvalho, D.F., Antunes, M.A.H., Oliveira, P.T.S., Fernandes, M.M. (2014). NDVI time series for monitoring RUSLE cover management factor in a tropical watershed. International Journal of Remote Sensing, 35(2), pp. 441-453.
11. Inashvili, I., Bziava, K., Denisova, I., Shogiradze, M. (2021). Determination of Normalized Difference Vegetation Index using remote sensing and GIS (River Duruji Basin, Kvareli Municipality, Georgia). (2021). Proceedings of the Conference "XXIX International Scientific and Practical Conference International Trends in Science and Technology". Founder: RS Global Sp.z O.O., Scholarly Publisher, Warsaw, Poland, May 30, 2021, Warsaw, Poland, pp. 3-9. ISBN 978-83-961179-4-6
12. Wischmeier, W.H., Smith, D.D. (1978). Predicting rainfall erosion losses - a guide to conservation planning. The USDA Agricultural Handbook No. 537, Maryland.
13. Shin, G. J. (1999). The Analysis of Soil Erosion Analysis in Watershed Using GIS. Ph.D. Dissertation, Department of Civil Engineering, Gang-Won National University, Chuncheon.

ელექტროენერგიის წარმოებისთვის საქართველოს ჰიდრორესურსების გამოყენების ეფექტურობა

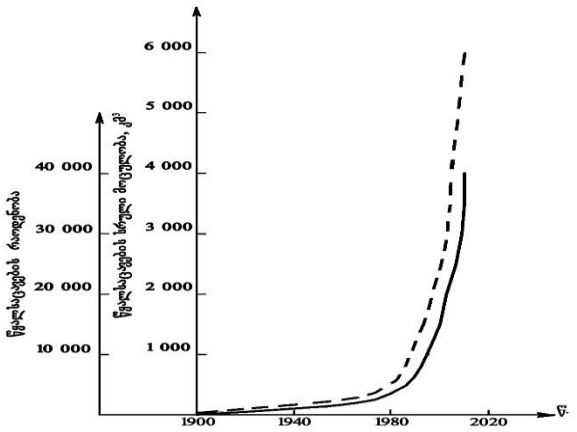
ი. იორდანიშვილი, მ. ვართანოვი, კ. იორდანიშვილი, ლ. ბილანიშვილი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
თბილისი, საქართველო
E-mail: irinaiord48@mail.ru

შესავალი

იუნესკოს მონაცემებით მსოფლიოში მდინარის მდინარეული ჩამონადენის მოთხოვნილება გაიზარდა 25%-ით, ხოლო წყლის რესურსების მარეგულირებელი ეფექტური შესაძლებლობა შეინიშნება მთისა და მთისწინეთის რეგიონებში.

მთავარი ნაწილი

პირველი წყალსაცავიანი სისტემები ეგვიპტეში 5000 წლის წინ აშენდა. წყალსაცავების მშენებლობის მნიშვნელოვანი განვითარება შეიმჩნევა შუა საუკუნეებში თითქმის ყველა კონტინენტზე [Иорданишвили И. К., Иорданишвили К.Т., 2012]. წყალსაცავების აგების დასაწყისი გასული საუკუნის შუა წლებით თარიღდება. 2021 წლისთვის პლანეტაზე 40 000-მდე წყალსაცავი ფუნქციონირებს (ნახ. 1).



ნახ. 1. მსოფლიოს მსხვილი წყალსაცავების რაოდენობისა (1) დასრული მოცულობის (2) ზრდის დინამიკა (მოცულობით 1 მლნ მ³-ზე მეტი)

მთის წყალსაცავებისა და მათი კასკადების შექმნა განპირობებულია ფერდობის მნიშვნელოვანი დამრეცობით, მთის ფერდობების სიმტკიცით, წყალგაუმტარებლობითა და სიღრმით. წყალსაცავების ფუნქციონირების ანალიზმა აჩვენა, რომ მთისა და მთისწინეთში მდებარე წყალსაცავებს მნიშვნელოვანი უპირატესობები აქვთ მსოფლიოს ყველა კონტინენტზე. განსაკუთრებით აღსანიშნავია მთის წყალსაცავების ინტენსიური მშენებლობა ნორვეგიაში, შვეიცარიასა და იტალიაში.

ნორვეგია ქვეყანაა, რომელსაც აქვს ნავთობისა და ბუნებრივი აირის უდიდესი მარაგი, ამ რესურსებს მინიმუმამდე იყენებს. ნორვეგიის ჰიდროელექტროსადგურები გამოიმუშავებს 143 მლრდ კვტ/სთ-მდე, თბოელექტროსადგურები კი - მხოლოდ 6 მლრდ კვტ/სთ-ს. ნორვეგიის ტერიტორიაზე, რომლის ფართობია 324,220 კმ², ცხოვრობს 5.3 მლნ მოსახლეობა, შეიქმნა 1000-ზე მეტი წყალსაცავიანი სისტემა ჰიდროელექტროსადგურებით. ნორვეგია ჰიდროელექტრო-

ენერგიის გამომუშავებით ევროპაში პირველ ადგილზეა, ხოლო მსოფლიოში მეექვსე. ქვეყანა ელექტროენერგიას მეზობელ ქვეყნებზეც ყიდის, რითაც მნიშვნელოვანი წვლილი შეაქვს ბიუჯეტში.

შვეიცარიაში უკვე გამოყენებულია მდინარეების ენერგეტიკული პოტენციალის 95%. აქ ფუნქციონირებს 200-ზე მეტი ღრმა მთის წყალსაცავი, რომლებზეც 450-ზე მეტი ელექტროსადგური მუშაობს. შვეიცარიის ტერიტორია (ფართობი 41 290 კმ^2) გეომორფოლოგიური მახასიათებლებით საქართველოს მსგავსია (ფართობი 69 700 კმ^2), ორივე სახელმწიფო მდებარეობს დედამიწის ერთსა და იმავე გრძივ სარტყელში (44° -47°). შვეიცარიაში ჰიდროელექტროენერგიის წარმოებამ შეადგინა 35 მლრდ კვტ/სთ-ზე მეტი, რაც სრულად უზრუნველყოფდა მის ელექტროენერგიის მოხმარებას.

იტალიაში მხოლოდ მდინარე პოს აუზში არის 120-ზე მეტი წყალსაცავიანი სისტემა ელექტროსადგურებით.

იაპონიამ, მძიმე სეისმური (9 ბალამდე) და მეწყრული პირობების მქონე ქვეყანამ, სრულად დაარეგულირა თავისი მდინარეები, რაც ქვეყნისთვის მნიშვნელოვანი რაოდენობის ელექტროენერგიის გამომუშავებას უზრუნველყოფს.

წყალსაცავების კასკადები გავრცელდა აგრეთვე ციმბირის მთისა და მთისწინეთში, შუა აზიაში, სომხეთში, იტალიაში და ა.შ.

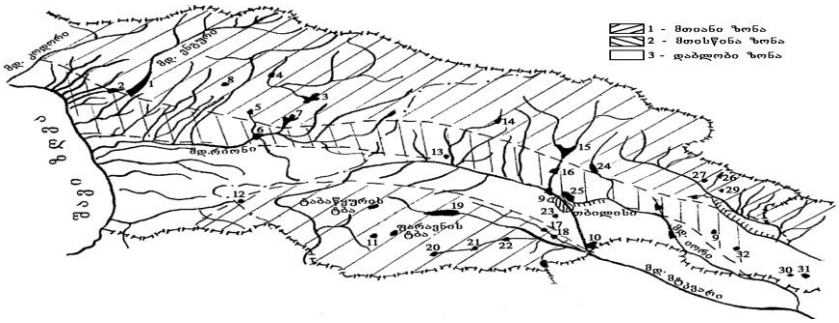
საქართველოს წყლის რესურსების ეფექტური გამოყენება განისაზღვრება სამი ძირითადი ფაქტორით - ჰიდროგრაფიული ქსელის სიმკვრივით, ტერიტორიის გეოლოგიური აგებულებითა და რელიეფის ჰიფსომეტრიული სიმაღლეების მნიშვნელოვანი განსხვავებით. საქართველოში ჰიდროგრაფიული ქსელი არათანაბრად არის განვითარებული. მისი უფრო დიდი წყლოვანობა ფიქსირდება დასავლეთ საქართველოში. ამასთან, მდინარეების წყლის წყლოვანობა მცირდება დასავლეთიდან აღმოსავლეთის მიმართულებით 100 ლ/წმ-დან 2 ლ/წმ-მდე კმ^2-ზე. საქართველოს ტერიტორიაზე 26 060 მდინარეა. დასავლეთ საქართველოს წყალზე მოთხოვნა არსებითად დაფარულია მისი ბუნებრივი ჩამონადენით. ენერგეტიკული მიზნებისთვის არსებობს წყალსაცავების მშენებლობის რეალური შესაძლებლობები. აღმოსავლეთ საქართველოს დაძაბული წყლის ბალანსი განაპირობებს ჰიდროტექნიკური სისტემების შექმნას, რომლებიც უზრუნველყოფენ ჰიდროელექტროენერგიის გამომუშავებასა და სარწყავ წყალმომარაგებას. წყალსაცავების ფუნქციონირებით შესაძლებელია რეგიონის წყლის რესურსების 60-70%-ით გაზრდა, მდინარეული ჩამონადენის წელიწადში რამდენჯერმე გამოყენებით. საქართველოს მდინარეების ხეობებს ახასიათებს „ახალგაზრდა“ V-ს ფორმის პროფილი, მაღალი ნაპირები მცირე ტერასის სიგანით. რელიეფური წარმონაქმნები განსაზღვრავენ წყალსაცავის მორფომეტრიის სპეციფიკურ მახასიათებლებს (აუზის მაღალი ჰიფსომეტრიული სიმაღლე და წყალსაცავის წყლის ზედაპირი - 400,0 მ-ზე მეტი ზღვის დონიდან, სანაპირო ფერდობების მნიშვნელოვანი სიღრმე), ექსპლუატაციურ რეჟიმს (წყლის დონის მნიშვნელოვანი რყევები). საქართველოს ტერიტორიაზე მოქმედი 29 წყალსაცავია 1 მლნ მ^3-ზე მეტი მოცულობით (საერთო მოცულობა 3,157 კმ^3), ცხრილი 1, ნახ. 2.

ცხრილი 1

საქართველოში არსებული წყალსაცავების მორფოლოგიური პარამეტრები

ნახ.2-ის მიხედვით	№	წყალსაცავის დასახელება	ძირითადი მახასიათებლები			გამოყენების ტიპი	ექსპლუატაციის დაწყების წელი
			$V_{სრ.}$, კმ^3	F, კმ^2	$V_{სპ}/F$,მ		
1	2	3	4	5	6	7	8
მსხვილი> 1 კმ^3							
1	1	ჯვრის (ენგურის)	1,092	13,48	81,00	ე	1978
საშუალო 0,1÷1,0 კმ^3							
15	2	ჟინვალის	0,520	11,52	45,20	ეი	1985
24	3	სიონის	0,325	11,40	28,50	ი, ე	1963
19	4	ხრამის (წალკის)	0,312	34,00	9,17	ე	1947

25	5	თბილისის (საპროექტო)	0,308	11,80	26,10	ე, ი	**1956**
2	6	გალის	0,145	8,00	18,14	ე	**1972**
მცირე< 0,1 კმ³							
7	7	ტყიბულის	0,084	11,50	7,30	ე	**1956**
3	8	შაორის	0,071	13,20	5,37	ე	**1955**
17	9	ალგეთის	0,065	2,30	28,0	ი	**1983**
10	10	ჯანდარის	0,052	12,50	4,16	ი	**1967**
14	11	ზონკარის (პატარა ლიახვის)	0,040	1,40	28,60	ი	**1985**
5	12	გუმათის	0,039	2,40	16,30	ე	**1958**
4	13	ლაჯანურის	0,024	1,40	17,10	ე	**1960**
6	14	ვარციხის	0,0146	5,07	2,88	ე	**1976**
9	15	ზაჰესი	0,012	2,00	6,00	ე	**1927**
22	16	იაკუბლო	0,011	2,00	5,00	ი	**1981**
უმცირესი< 0,01 კმ³							
13	17	ნადარბაზევის	0,0082	2,00	4,10	ი	**1966**
16	18	ნარეკვავის	0,0068	0,56	12,10	ი	**1978**
21	19	პანტიანის	0,0053	0,62	9,04	ი	**1978**
31	20	კუშისხევის	0,0040	0,65	6,15	ი	**1976**
27	21	კუდიგორას (ლაპიანის ხევი)	0,0035	3,00	1,16	ი	**1971**
20	22	მთისძირის	0,0033	0,82	4,06	ი	**1981**
11	23	ზრესის	0,00208	1,77	1,17	ი	**1976**
8	24	კუხის	0,0019	0,30	2,71	ი	**1978**
28	25	ოქტომბრის	0,0017	0,23	7,60	ი	**1976**
26	26	ჭალის	0,0017	0,35	4,85	ი	**1968**
12	27	ცხენის ჭა (უდე)	0,0015	0,30	5,00	ი	**1969**
32	28	თავწყაროს	0,0013	0,255	0,57	ი	**1986**
18	29	მარაბდის	0,0012	0,23	5,22	ი	**1964**
			∑ =3,157				
აღნიშვნები: ე – ენერგეტიკა; ი – ირიგაცია.							



ნახ. 2. საქართველოს1 მლნ მ³ მოცულობის წყალსაცავების მდებარეობა
(წყალსაცავების დასახელება შესაბამისი ნუმერაციით მოცემულია ცხრილში 1)

საქართველოში 230-მდე მდინარეა, რომლებიც ხასიათდება სათავესა და შესართავს შორის მნიშვნელოვანი სიმაღლის სხვაობით, მათი გამოყენება ჰიდროელექტროსადგურების შესაქმნელად ძალზე ეფექტურია. საქართველოს მდინარეების ჰიდროპოტენციური სიმძლავრეა 25,0 მლნ კვტ/სთ, რაც შეესაბამება 220,0 მლრდ კვტ/სთ/წელიწადში ჰიდროელექტროენერგიის პოტენციურ გამომუშავებას. 2020 წელს საქართველოში მხოლოდ 9,691 მლრდ კვტ/სთ ელექტროენერგია გამომუშავდა, რაც პოტენციური წარმოების 4,5%-ს შეადგენს, ცხრილი 2.

ცხრილი 2

ელექტროენერგიის ფაქტობრივი წარმოება საქართველოში

ელექტროენერგიის მთლიანი გამომუშავება, მლრდ კვტ/სთ/წელი	ადგილობრივი ჰიდროელექტროენერგიის გამომუშავება, მლრდ კვტ/სთ/წელი	ელექტროენერგიის იმპორტი, მლრდ კვტ/სთ/წელი	ადგილობრივი ალტერნატიული ელექტროენერგია, მლრდ კვტ/სთ/წელი (თერმული, ქარის, მზის)
13,191	9,691	2,0	1,5

ამჟამად საქართველოში ფუნქციონირებს 6 **ქარის** ელექტროსადგური 0,018 მლნ კვტ სიმძლავრით, ჯამური გამომუშავება 0,16 მლრდ კვტ/სთ-მდეა. ქარის ელექტროსადგურების მუშაობისთვის საჭიროა 6 მ/წმ-ზე მეტი ქარის სიჩქარე (10 მ სიმაღლეზე). მათ მუშაობას თან ახლავს ხმაური (20 ჰც-მდე) და სატელევიზიო გადაცემების ეკრანირება, ფრინველების გადაფრენის მარშრუტების შეცვლა, ტურბინების ფრთების შესაძლო განადგურება, ქარის ელექტროსადგურების განთავსება მოითხოვს მნიშვნელოვან მიწის ფართობებს; ტურბინების ქვეშ ბიოფაუნის განვითარება პრაქტიკულად ჩერდება. ეს ყველაფერი საქართველოში ქარის ელექტროსადგურების გამოყენებას არაეფექტიანს ხდის.

თბოელექტროსადგურები უარყოფითად აისახება გარემოს მთელ რიგ ელემენტებზე: სახნავი მიწების გასხვისება და დაბინძურება, ჰაერისა და წყლის ტემპერატურის ცვლილება და ა.შ. ატმოსფეროს დასუფთავების უახლესი ტექნოლოგიების გამოყენების მიუხედავად, საქართველოში ახალი თბოელექტროსადგურების მშენებლობა მიზანშეწონილი არ არის.

მზის ელექტროსადგურების შექმნას მნიშვნელოვანი ტერიტორიები სჭირდება, ამას თან ახლავს ტერიტორიების დაჩრდილვა, ჰაერისა და წყლის ტემპერატურის მატება; მუშაობს მხოლოდ დღის საათებში; მათი შექმნა მოითხოვს ძვირადღირებული სამშენებლო მასალების მნიშვნელოვან რაოდენობას. მზის ელექტროსადგურებს საქართველოში მხოლოდ ადგილობრივი მნიშვნელობა აქვს, ამიტომ დიდი სიმძლავრის მზის ელექტროსადგურების შექმნა აქ არ არის მომგებიანი.

რაც შეეხება **ატომურ ელექტროსადგურებს,** ჩერნობილისა (უკრაინა) და ფუკუსიმას (იაპონია) ცნობილი კატასტროფების შემდეგ, საქართველოში მათი შექმნის საკითხი არ დამდგარა.

საქართველოში ელექტროენერგიის მიღება შესაძლებელია **სარწყავი და სადერივაციო** არხებიდან, რომელთა პოტენციური გამომუშავება 0,15 მლრდ კვტ/სთ-ს აღწევს. სხვადასხვა ტიპის ელექტროსადგურების რისკ-ფაქტორების მნიშვნელობები მოცემულია ცხრილში 3.

ცხრილი 3

სხვადასხვა ტიპის ელექტროსადგურების რისკ-ფაქტორი

ელექტროსადგურის ტიპი	შესაძლო რისკ-ფაქტორები
თბოელექტროსადგურები	ატმოსფეროსა და წყლის ობიექტების დაბინძურება
მზის ელექტროსადგურები	ელექტრომოწყობილობების ავარიები
ქარის ელექტროსადგურები	ტურბინის ფრთების გატეხვისა და ძლიერი ქარის შემთხვევაში მათი 100.0 მ მანძილზე გადაგდების რისკი
ატომური ელექტროსადგურები	ატმოსფეროსა და ჰიდროსფეროს რადიაციული დაბინძურება
ელექტროსადგურები სარწყავ სისტემებზე	მიწის კაშხლების ნგრევა
ჰიდროელექტროსადგურები	-

ვინაიდან საქართველო ბუნებრივ აირს საზღვარგარეთ ყიდულობს (რუსეთი, აზერბაიჯანი, ირანი), იმპორტიორ ქვეყნებზე ენერგეტიკული დამოკიდებულების შემცირების ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი გზა-ქვეყნის ჰიდროელექტროსადგურებზე ელექტრო-ენერგიის გამომუშავებაა. საქართველო არის ქვეყანა, სადაც ჰიდროელექტროსადგურებს შეუძლიათ გამოიმუშაონ მისთვის საჭირო ელექტროენერგიის 80%-მდე. ამის მიუხედავად,

ბოლო პერიოდში ქვეყანაში დაიწყო მოძრაობა ჰიდროელექტროსადგურების მშენებლობის წინააღმდეგ. ეს მოძრაობა თავისი არსით აბსოლუტურად დილეტანტურია, მას შეუძლია მნიშვნელოვანი ზიანი მიაყენოს ქვეყნის ეკონომიკურ განვითარებას.

საპროექტო ჰიდროელექტროსადგურების კასკადი მდებარეობს მდ. რიონზე წყალტუბოსა და ცაგერის მუნიციპალიტეტებში, ლაჯანურის წყალსაცავის ქვედა აუზსა და გუმათი ჰესის ზედა აუზს შორის, ჰიფსომეტრიული სიმაღლეები ∀205.0-დან ∀357,0მ-მდე. კასკადის დადგმული სიმძლავრე იქნება 433 მეგავატი (1500 გვტსთ/წელი), საიდანაც 333 მეგავატი გამომუშავდება ნამახვანი-ჟონეთ ჰესზე, ხოლო 100 მეგავატი - ტვიშ-ჰესზე. წყალსაცავები - დღეღამური რეგულირებისაა. ნამახვანი-ჟონეთის ჰიდროელექტროსადგურის ქვედა საფეხურის ძირითადი პარამეტრებია: წყალსაცავის დონის ნიშნულები - მაქსიმალური - ∀max = 311,5 მ, მინიმალური - ∀მინ = 294,5 მ; წყალსაცავის ზედაპირის კატასტროფული ნიშნული ∀max=314,0 მ; სრული მოცულობა – $V_{სრ}$ =167,5 მლნ მ³; სარკის ფართობი ნშდ-ზე - 510 ჰა; სასარგებლო მოცულობა -73,5 მლნ მ³; ბეტონის გრავიტაციული კაშხლის- H=105,0 მ; სიგანე - 6,5 მ; სიგრძე - 270,0 მ; ხარჯი - $Q_{ტურბ.}$=334,0 მ³/წმ; დადგმული სიმძლავრე - 324,0 მგვტ. ექსტრემალურ შემთხვევაში წყალსაცავიდან წყლის სწრაფი გაშვება ხორციელდება ფსკერული წყალგაშვების გამოყენებით. წყალსაცავიდან წყლის დონის უეცარმა დაწევამ არ უნდა გამოიწვიოს ნაპირების მნიშვნელოვანი ეროზია, რადგან ნაპირები შედგება კლდოვანი ქანებისგან. ტერიტორია, რომელზეც შეიქმნება ნამახვანის ჰიდროკვანძი, რიონის ხეობის ტერიტორიის მხოლოდ 2,9%-ს შეადგენს, ჰიდროელექტროკომპლექსის მშენებლობაზე საქართველოს მოსახლეობის 1700 ადამიანი დასაქმდება, რაც მშენებელთა საერთო რაოდენობის 80%-ია; ჰესების ტექნიკური უზრუნველყოფისათვის მომზადდება 400-მდე სპეციალისტი, პროფესიული ჰიდროელექტრო-კომპლექსის ფუნქციონირება ხელს შეუწყობს რეგიონის განვითარებას. მოსახლეობის დაბრუნებას ადრე მიტოვებულ საცხოვრებელ ადგილებში, ბიზნესისა და ტურიზმის განვითარებას. ჰიდროელექტროკომპლექსის ტერიტორიაზე კარსტული ქანები არ შეინიშნება, ისინი გვხვდება მხოლოდ მის ზედა ნაწილში, სადაც გამოქვაბულების დატბორვის საფრთხე არ არსებობს. ნამახვანის ჰიდროელექტროკომპლექსის ქვედა საფეხურზე კარსტული მღვიმეები არ არის. წყალსაცავის ტერიტორიაზე ფილტრაციის პროცესები არ შეინიშნება, ხეობაში კლიმატის მნიშვნელოვანი ცვლილებები არ იქნება; ჰიდროელექტროკომპლექსი არ ემუქრება კოლხურ ზუთხს, რადგან თევზის ეს სახეობა ამ აუზში არ არის. ცნობილი მეცნიერის დ. მირცხულავას მიერ ჩატარებულმა კვლევებმა დაადასტურა ნამახვანის ბეტონის კაშხლის მაღალი სეისმომედეგობა. ამდენად, ჰიდროელექტროკომპლექსის შექმნა გარემოში მნიშვნელოვან ცვლილებებს არ გამოიწვევს.

შევჩერდეთ კაშხლების ნგრევის საკითხზე [Вартанов М.В., Иорданишвили И.К., Кечхошвили Э.М., Бераиа Н.К., 2020 წელი; Иорданишвили И.К., Хосрошвили Е.З., Иорданишвили К.Т., Вартанов М.В., 2013]. დაზიანება და ავარია კაშხლის ისეთი მდგომარეობაა, რომლის აღდგენის შემდეგ შესაძლებელია წყალსაცავის ნორმალური ფუნქციონირება. კატასტროფა არის ისეთი დაზიანება, რომელიც იწვევს კაშხლის წყობიდან გამოსვლას და ის წყვეტს ფუნქციონირებას. კატასტროფას თან ახლავს ადამიანთა მსხვერპლი. მსოფლიოში კაშხლის ავარიის 4 000-მდე შემთხვევის ანალიზი აჩვენებს, რომ ყველაზე მეტი ნგრევა ხდება მიწის კაშხლებზე, სადაც საშიშროება წარმოდგენილია ტალღის ზემოქმედებით, სუფუზიური პროცესებით, კაშხალზე წყლის გადმოდინებით, წყალდიდობით, კაშხლის ჯდენით, გამორეცხვით, ფილტრაციით, ცხრილი 4 [Иорданишвили И.К., Иорданишвили К.Т., 2012].

მსოფლიოში დაფიქსირდა ბეტონის კაშხლის კატასტროფის მხოლოდ 2 შემთხვევა: სენტ-ფრანსის კაშხალი (საფრანგეთი) განადგურდა წყალსაცავის ტაფობში კონგლომერატების გარეცხვის შედეგად, დაიღუპა 450 ადამიანი (1928 წ.); მალ-პას-ის კაშხალი (საფრანგეთი) დაინგრა წყალსაცავის ტაფობში მიკრობზარების შედეგად, დაიღუპა 42 ადამიანი (1959 წ.). ვაიონტის 220.0 მ სიმაღლის ბეტონის კაშხალზე წყლის გადადინების გამო 2500 ადამიანი დაიღუპა. კაშხალს ნგრევა არ მოჰყოლია. წყლის გადადინება კაშხალზე გამოიწვია მარჯვენა სანაპიროზე მეწყერის ჩამოწოლამ (1963 წ.).

ცხრილი 4

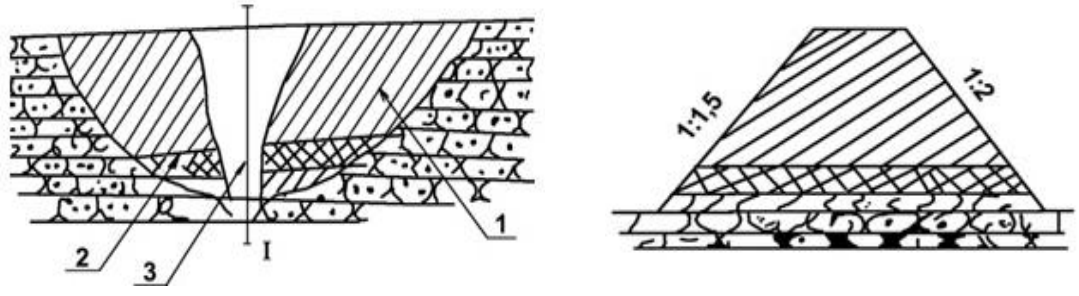
ადამიანების მსხვერპლი მსოფლიოს უდიდესი კაშხლების კატასტროფების გამო

№	კაშხალი	ქვეყანა	კატასტროფის წელი	კაშხლის ტიპი	მსხვერპლთა რაოდენობა
1	2	3	4	5	6
1	მალ-პასე	საფრანგეთი	1959	ბ	42
2	ბუზეი	საფრანგეთი	1881	ქ	90
3	ზერბინი	იტალია	1935	ქ	100
4	აუსტინი	აშშ	1911	მ	100
5	აპალაჩი	აშშ	1902	მ	120
6	რიბადელიგო	ესპანეთი	1959	ქ	140
7	ვილიამსბურგი	აშშ	1874	მ	143
8	მილრივერი	აშშ	1874	მ	144
9	ულსტან-გროდვი	აშშ	1880	ქ	150
10	უელნოდ-გრუნი	აშშ	1890	ქ.მ	150
11	ელ-კობრე	ჩილე	1965	მ	200
12	დეილ-დაკი	ინგლისი	1854	მ	250
13	შეფილდი	ინგლისი	1864	მ	238
14	ხიოკირი	ჩრდილოეთ კორეა	1965	მ	250
15	ფრანცისკვიტი	აშშ		მ	400
16	სენტ-ფრენსისი	საფრანგეთი	1928	ბ	450
17	ბერგამო	იტალია	1923	ქ	600
18	გლენო	იტალია	1923	მ	600
19	პუენტისი	ესპანეთი	1802	მ	650
20	ოროსი	ბრაზილია	1860	ქ	1000
21	მაჩხუ II	ინდოეთი	1979	ქ	2000
22	ჯონსტონი	აშშ	1893	მ	2200
23	სოუფორსი	აშშ	1962	მ	2500
24	ვაიონტი	იტალია	1963	ბ	2600
25	გუჯაროცი	ინდოეთი	1979	მ	15000
26	რუკხუა	ჩინეთი	1975	მ	>200000

კაშხლები: ქ-ქვის; მ-მიწის; ბ-ბეტონის, ქ.მ.- ქვამიწის

მთლიანობაში, მსოფლიოში 600-მდე კაშხალი იყო დანგრეულო.

საქართველოში დაზიანდა სხვადასხვა ტიპის კაშხლები, რომელთა შორის ყველაზე მნიშვნელოვანი იყო წყნეთის თიხის კაშხალზე წყლის გადადინება (1980 წლის 14 მაისი), სადაც 12 მ-ის წყლის სიმაღლე გადმოვიდა კაშხლიდან. თიხის კაშხლის ნგრევის შედეგად შვიდი ადამიანი დაიღუპა, ნახ. 3.



ნახ. 3. დაბა წყნეთის კაშხლის კატასტროფა (1980 წ.)

1. კაშხლის ტანი; 2. თიხის ფენა; 3. კაშხლის გარეცხილი ნაწილი

დალის-მთის თიხის კაშხლის თხემზე წყლის გადადინების შედეგად წყალსაცავი აღარ ფუნქციონირებს.

2010 წლის აპრილში ინტენსიური წვიმების შედეგად, ჭერემის წყალსაცავში დაფიქსირდა წყლის დონის მკვეთრი მატება, ნაპირების ეროზია, ბეტონის ფილების ჩამორეცხვა წყალსაგდების სათავეებში და ხიდის დანგრევა. წყლის გამოდინების შესაძლებლობის გამო სახიფათო ვითარება შეიქმნა ქალაქ გურჯაანისთვის. განსაკუთრებული სიტუაციის სამინისტროს მიერ გატარებული ღონისძიებების შედეგად ოპერატიულად მიიღეს შესაბამისი ზომები: კატასტროფული წყალსაგდები გამაგრდა ქვიშის ტომრებით, მიმართული აფეთქებით გასუფთავდა საირიგაციო მილი. გატარებული ღონისძიებების შედეგად წყალსაცავში წყლის დონე მინიმუმამდე იქნა დაყვანილი. ამჟამად წყალსაცავი არ ფუნქციონირებს.

დასკვნა

მაღალი ბეტონის თაღოვანი კაშხლები ყველაზე უსაფრთხოა მსოფლიოში, ასევე ეკოლოგიურად სუფთა ელექტროენერგიის მიღების ყველაზე ეფექტური გზაა.

დასავლეთ საქართველოში მდ. რიონზე ჰესის მშენებლობა უზრუნველყოფს 433 მგვტს/წელიწადში ელექტროენერგიის მიღებას. ჰიდროელექტროკომპლექსის ფუნქციონირება ხელს უწყობს ბიზნესისა და ტურიზმის განვითარებას.

ლიტერატურა

1. Вартанов М.В., Иорданишвили И.К., Кечхошвили Э.М., Бераиа Н.К. К вопросу прогнозирования аварий и катастроф на действующих водохранилищах Грузии. Сб. докладов Научно-практической интернет-конференции. Тбилиси, 2020 г., стр. 49-59;
2. Иорданишвили И.К., Иорданишвили К.Т. Вопросы эко-эволюции горных водохранилищ Грузии. Универсал, Тбилиси, 2012 г., 186 стр. (монография);
3. Иорданишвили И.К., Хосрошвили Е.З., Иорданишвили К.Т., Вартанов М.В. Анализ аварий и катастроф плотин мира. Сб. докладов III–ей Международной научно-технической конференции «Современные проблемы охраны окружающей среды, архитектуры и строительства», Универсал, Тбилиси, 2013 г., стр. 81-87.

წყლის ხარისხის ფორმირება და თვითწმენდის პროცესები ჟინვალის წყალსაცავში*)

კ. იორდანიშვილი, ი. იორდანიშვილი, ე. ხოსროშვილი,
მ. მღებრიშვილი, ი. ქუფარაშვილი, ნ. კანდელაკი, ლ. ბილანიშვილი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
თბილისი, საქართველო
E-mail: kostaior@mail.ru

შესავალი

წყალსაცავების წყლის ხარისხი ერთ-ერთი უმთავრესი მაჩვენებელია, რომელიც განსაზღვრავს წყალსაცავებისა და მდინარეების წყლის რესურსების ეფექტურ და რაციონალურ გამოყენებას [1,2,3].

წყალსაცავების შექმნა და ექსპლუატაცია დაკავშირებულია პოტენციური მომხმარებლის ინტერესებთან, როგორიცაა: სასოფლო-სამეურნეო და ურბანული ტერიტორიების სასმელი წყლით უზრუნველყოფა; სამრეწველო და თევზის მეურნეობის განვითარება; სანაპირო ზონის რეკრეაციული მიზნით ათვისება. გასათვალისწინებელია ის ფაქტი, რომ ნებისმიერი მომხმარებელი უპირველეს ყოვლისა დაინტერესებულია წყალსაცავის წყლის ხარისხით, ვინაიდან მხოლოდ წყლის დასაშვები ხარისხი გვაძლევს წყალსაცავების აქტიური მართვის შესაძლებლობას.

წყლის ხარისხი წყალსაცავებში დამოკიდებულია ბუნებრივი და სამეურნეო ჩამონადენის ფორმირების პირობებზე. მსოფლიოს ყველა ქვეყანაში წყალი ნორმირდება წყალმოხმარების კონკრეტული მიზნების მიხედვით, მაგალითად: წყლის სასმელ-სამეურნეო მოხმარებისათვის - ნორმატივების მალიმიტირებელს წარმოადგენს ეპიდემიური უსაფრთხოება, ფიზიკური თვისებები (სუნი, გემო, მჟავიანობა და ა. შ.), ქიმიური შემადგენლობის უვნებლობა; სამრეწველო მიზნებისათვის - მინერალიზაციის ხარისხი, სიხისტე და შეტივნარებული მასალის არსებობა.

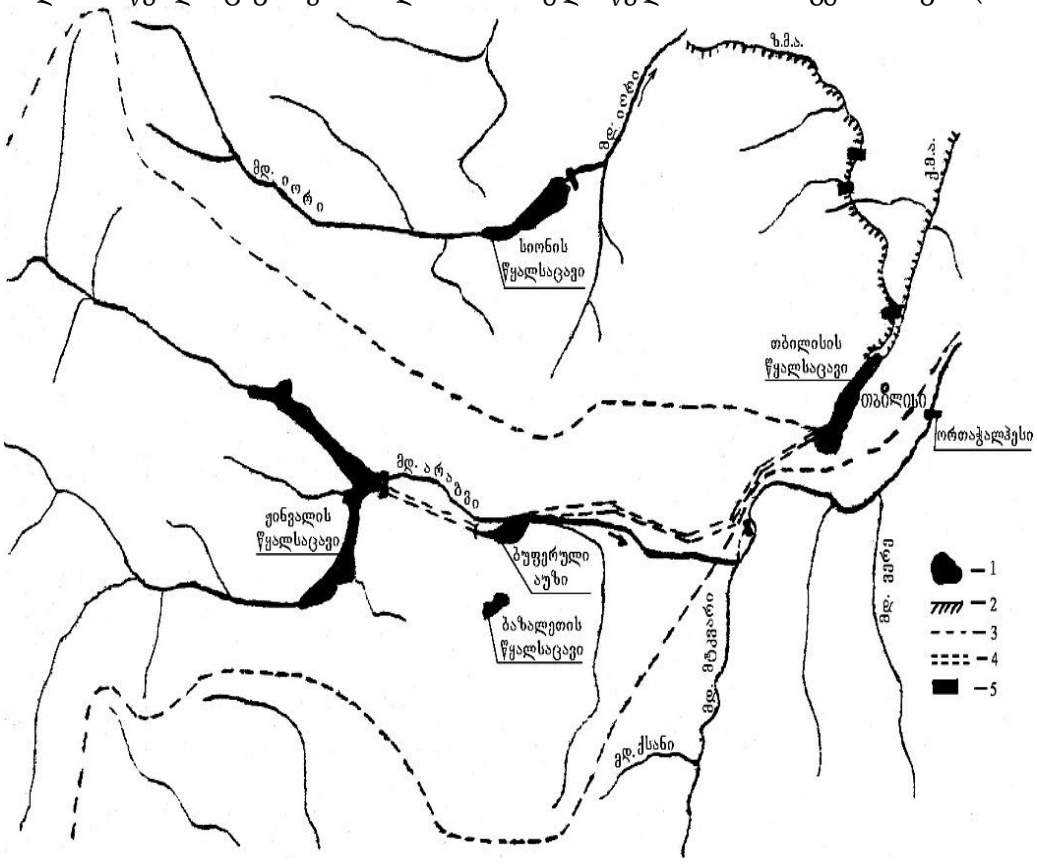
წყლის ხარისხი წყალსაცავებში განისაზღვრება მდინარეული ჩამონადენის ჰიდროქიმიური თავისებურებებით. წყლის შემადგენლობას წყალსაცავში მნიშვნელოვანწილად განსაზღვრავს მისი ქვაბულისა და გარემომცველი ტერიტორიის გეოლოგიური აგებულება. წყლის შეტბორვის შემდეგ წყალსაცავის გეოგარემოში ვითარდება მთელი რიგი პროცესები: ნაპირგადამუშავება, ქვაბულში ჩამდინარე დროებითი და მუდმივმოქმედი ნაკადების გააქტიურება, ნიადაგის დამარილიანება სანაპირო ზოლში წყლის კაპილარული აწევის შედეგად და სხვ. განსაკუთრებულ მნიშვნელობას იძენს წყლის ხარისხის სანიტარულ-ბიოლოგიური მაჩვენებლები, რომლებიც განსაზღვრავენ სასმელად მის ვარგისიანობას. მელიორაციული დანიშნულების წყალსაცავებში ვეგეტაციის პერიოდში წყლის ინტენსიური მოხმარებისა და მაღალი აერაციის პირობებში, შეტბორვის დონის დაწევასთან ერთად, ადგილი აქვს მინერალიზაციის მნიშვნელოვან ამაღლებას.

ჰიდროლოგიური რეჟიმის თავისებურებების გამო, მთის წყალსაცავები განსხვავდება ტბებისა და ვაკის წყალსაცავებისაგან.

*სტატიაში განხილული კვლევები განხორციელდა შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მხარდაჭერით (გრანტის ნომერი FR-21-2942, პროექტის სახელწოდება საქართველოს „მთის წყალსაცავების საინჟინრო-ეკოლოგიური თავისებურებების სისტემური ანალიზი“).

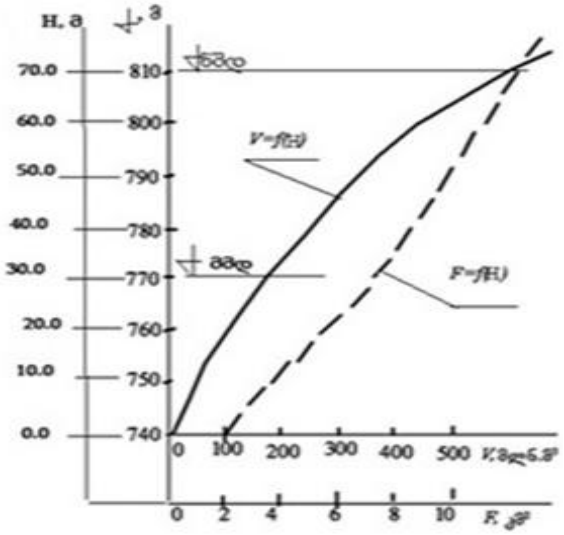
ძირითადი ნაწილი

ქ. თბილისის წყალმომარაგების პრობლემა 1950-იანი წლებიდან მსხვილი წყალსაცავების შექმნით წყდებოდა. პირველი ასეთი ღონისძიება იყო **თბილისის** (სამგორის) წყალსაცავის შექმნა 1952 წელს. 1960-იანი წლებიდან ქ. თბილისის სწრაფი ზრდის გამო კომუნალური წყლის პრობლემა გამწვავდა და აუცილებელი გახდა ახალი წყალსაცავის აგება. ამ მიზნით 1963 წლიდან ამოქმედდა **სიონის** წყალსაცავი. მომდევნო ათწლეულებში შეიქმნა მელიორაციული დანიშნულების წყლის მწვავე დეფიციტი. ამ წყალსაცავების შექმნით თითქმის მთლიანად იქნა გამოყენებული მდ. იორის ჩამონადენი (Q=14 მ³/წმ), რის გამოც ქ. თბილისის სასმელი და სარწყავი წყლით მომარაგების შემდგომი უზრუნველყოფისათვის აუცილებელი გახდა წყლის რესურსების მოძიება მოსაზღვრე მდინარეთა აუზებში. ამ პრობლემის გადაჭრა მოხდა 1985 წ. **ჟინვალის** წყალსაცავის აგებით. ამ ობიექტის მოქმედებით ჩამოყალიბდა მდ. იორი-არაგვის წყალსაცავთა კასკადი. თბილისის წყალსაცავში თავს იყრის არაგვისა და იორის სეზონური ჩამონადენის დაუხარჯავი ნაწილი, სიონის და ჟინვალის წყალსაცავები იღებენ წყალდიდობის ჩამონადენს. ჟინვალის წყალსაცავის აგებით გადაწყდა სასმელ-სარწყავი წყლისა და, ნაწილობრივ, ელექტროენერგიის პრობლემებიც. ჟინვალის წყალსაცავიდან ნამუშევარი წყალი (15 მ³/წმ) ბუფერული აუზის გავლით მიეწოდება მაგისტრალურ არხს, ხოლო 5.2 მ³/წმ - ჩაედინება თბილისის წყალსაცავში ქ. თბილისის სასმელი წყლით მომარაგებისათვის (ნახ.1).



ნახ. 1. სიონის, თბილისის და ჟინვალის წყალსაცავების ერთობლივი ფუნქციონირების სქემა
1- წყალსაცავები; 2 - არხები; 3 - მდინარეთა აუზების წყალგამყოფი; 4 - წყალსატარები; 5 - ჰესები

ჟინვალის წყალსაცავის მოცულობისა V=f(H) და სარკის ფართობის F=f(H) მრუდები მოყვანილია ნახ. 2-ზე, ხოლო წყალსაცავის მორფომეტრიული და წყალცვლის მაჩვენებელი - $n=W_{წამ}/V_{სრ}$, ცხრ. I-ზე.

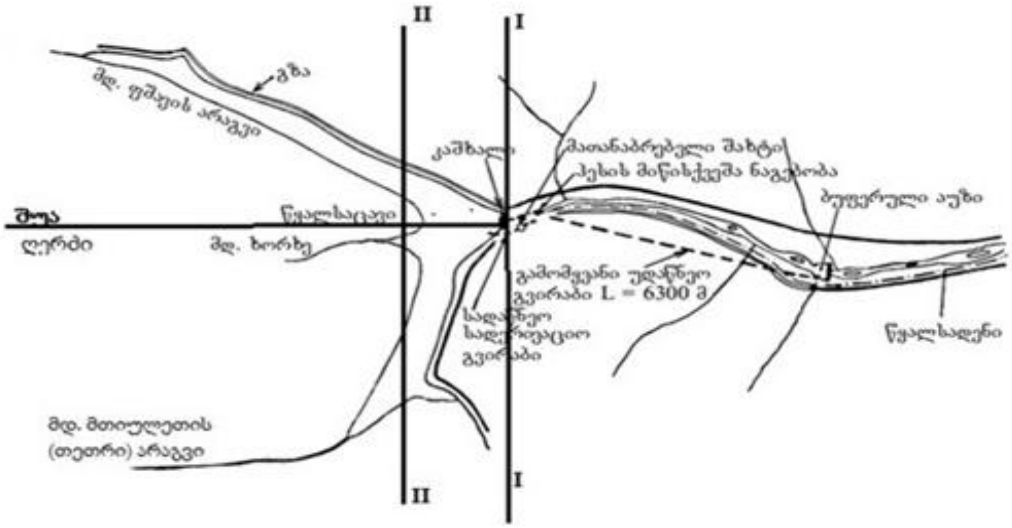


ნახ. 2. ჟინვალის წყალსაცავის მოცულობის V=f(H) და სარკის ფართობის F=f(H) საპროექტო მრუდები

ცხრილი 1. ჟინვალის წყალსაცავის მორფომეტრიული და სრული მოცულობის წყალცვლის მაჩვენებლები

სრული მოცულობა, $V_{სრ}$, მლნ მ³	სასარგებლო მოცულობა, $V_{სას}$, მლნ მ³	მაქს. სიღრმე, H_{max}, მ	დონის დამუშავების მაქსიმალური სიღრმე, მ	$V_{სრ}/V_{სას}$	ექსპლუატაციის ვადა 2021 წლისათვის, T, წელი	სრული მოცულობის წყალცვლის მაჩვენებელი (n-რაოდენობა წელიწადში)
1	2	3	4	5	6	7
520,0	370,0	98,0	40,0	1,4	36	2,7

ჟინვალის წყალსაცავის წყლის ხარისხის შესაფასებლად 2021 წლის იანვარსა და ივლისში ჩატარდა საველე კვლევები, რომლის დროს ამოღებულია წყლის სინჯები წყალსაცავის აკვატორიისა და სიღრმის წინასწარ დაგეგმილი ორი პროფილიდან, (ნახ. 3). ჟინვალის წყალსაცავიდან წყლის ქიმიური ანალიზის შედეგები მოყვანილია ცხრ 2-ში.



ნახ. 3. ჟინვალის წყალსაცავიდან წყლის სინჯების აღების ადგილმდებარეობა
I, II – სინჯების აღების პროფილები

ცხრილი 2

ჟინვალის წყალსაცავის წყლის ქიმიური ცვლილებების დინამიკა წლის პერიოდის მიხედვით (წყალსაცავის შუა ღერძზე, შ.ღ) (05. 01. 2021; 05.07.2021 წ.)

წყლის სინჯების აღების თარ. (2021)	№	გამოსაკვლევი მაჩვენებელი	საზომი ერთეული	ნორმატიული არა უმეტეს	შედეგები განივზე I-I			შედეგები განივზე II-II	ქიმიური ელემენტ. განაწილება	ნორმატიული დოკუმენტი
					კაშხლის ძირში, ⏚=710,0 მ	წყლის ზედაპირზე, ⏚,მ	წყლის ზედაპირიდან 10,0 მ სიღრმეზე, ⏚, მ	წყლის ზედაპირზე, ⏚,მ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლები									
05.01.	1	სუნი 20°C, 60°C	ბალი	1,0	0					1
05.07.	1[1]	-//-	-//-	1,0	0					1
05.01.	2	გემო 20°C	ბალი	1,0	0					1
05.07.	2[1]	-//-	-//-	1,0	0					1
05.01.	3	ფერიანობა 20 სმ-ში	გრად.	15,0	<5.0					2
05.07.	3[1]	-//-	-//-	15,0	<5.0					2
05.01 05.07	4	სიმღვრივე	მგ/ლ	არ არის ნორმ.	10.6					3
	4[1]	-//-	-//-	არ არის ნორმ.	1.51					3
	ზოგადი მაჩვენებლები									
05.01	5	წყალბადის მაჩვენებელი	pH	6.5-8.5	7.99	7,95 (⏚=770,0 მ)	7,90 (⏚=760,0 მ)	7,80 (⏚=770,0 მ)	წყლის სიღრმის, სიგრძის და სეზონურობის მიხედვით-უმნიშვნ.	4
05.07	5[1]	-//-	-//-	6,5-8,5	7.79	7,75 (⏚=800,0 მ)	7,70(⏚=790,0 მ)	7,75 (⏚=800,0 მ)		4
05.01	6	პერმანგანატ. ჟანგვადობა	მგ O_2/ლ	3,0	0.64					5
05.07	6[1]	-//-	-//-	3,0	0.61					5
05.01	7	მშრალი ნაშთი	მგ/ლ	1000	145.4	140,0 (⏚=770,0მ)	141,0 (⏚=760,0მ)	135,0 (⏚=770,0 მ)	იზრდება ზედაპირიდან -სიღრმეზე, და შესართავიდან-კაშხლისკენ; მაქსიმუმი-ზამთარში	6
05.07	7[1]	-//-	-//-	1000	117.3	110,0 (⏚=800,0მ)	115,0 (⏚=790,0მ)	105,0 (⏚=800,0 მ)		6
	არაორგანული ნივთიერებები									
05.01	8	ბარიუმი (Ba^{2+})	მგ/ლ	0.1	0.02					7
05.07	8[1]	-//-	-//-	0,1	0.01					7
05.01	9	ბორი (B, ჯამური)	მგ/ლ	0,5	0.27					7
05.07	9[1]	-//-	-//-	0,5	0.1					7
05.01	10	დარიშხანი (As, ჯამური)	მგ/ლ	0.05	0.002					7
05.07	10[1]	-//-	-//-	0,05	<0.001					7
05.01	11	ვერცხლისწყ.	მგ/ლ	0.0005	0.0004					8

		(Hg, არაორგ.)								
05.07	11[1]	-//-	-//-	0,0005	<0.0001					8
05.01	12	კადმიუმი (Cd, ჯამური)	მგ/ლ	0.001	<0.001					7
05.07	12[1]	-//-	-//-	0,001	<0.001					7
05.01	13	მანგანუმი (Mn, ჯამური)	მგ/ლ	0.1	0.01					7
05.07	13[1]	-//-	-//-	0,1	0.003					7
05.01	14	მოლიბდენი (Mo, ჯამური)	მგ/ლ	0.25	0.001					7
05.07	14[1]	-//-	-//-	0,25	0.001					7
05.01	15	ნიკელი (Ni, ჯამური)	მგ/ლ	0.1	0.001					7
05.07	15[1]	-//-	-//-	0,1	<0.001					7
05.01	16	ამიაკი	მგ/ლ	0.39	<0.08					9
05.07	16[1]	-//-	-//-	0,39	<0.08					9
05.01	17	ნიტრატები (NO_3-ით ხანმოკლე ზემოქმედებით)	მგ/ლ	45,0	0.75					10
05.07	17[1]	-//-	-//-	45,0	0.91					10
05.07	18	ნიტრატები (NO_2-ით ხანგრძლივი ზემოქმედებით)	მგ/ლ	3.3	<0.075					10
05.07	18[1]	-//-	-//-	3,3	<0.075					10
05.01	19	სელენი (Se, ჯამური)	მგ/ლ	0.001	<0.001	<0,001 (⏚=770,0 მ)	<0,001 (⏚=760,0 მ)	<001 (⏚=770,0 მ)	ნორმის ზღვარზეა; არ იცვლება წყ-ის სიღრმის, სიგრძის და სეზონურობის მიხედვით	10
05.07	19[1]	-//-	-//-	0,001	<0.001	<0,001 (⏚=800,0 მ)	<0,001 (⏚=790,0 მ)	<001 (⏚=800,0 მ)		10
05.01	20	სპილენძი (Cu, ჯამური)	მგ/ლ	1,0	0.001					7
05.07	20[1]	-//-	-//-	1,0	0.002					7
05.01	21	ტყვია (Pb, ჯამური)	მგ/ლ	0.03	<0.001					7
05.07	21[1]	-//-	-//-	0,03	0.002					7
05.01 05.07	22	ფტორიდები (F)	მგ/ლ	0.05	0.09	0,08 (⏚=770,0მ)		0,075 (⏚=770,0 მ)	**ნორმას აღემატება,** იზრდება შესართავიდან კაშხლისკენ, მცირდება სიღრმეში და შესართავისკენ	10
	22[1]	-//-	-//-	0,05	0.07	0,07 (⏚=800,0მ)		0,070 (⏚=800,0 მ)		10
05.01	23	ქრომი (Cr**)	მგ/ლ	0.1	0.001					7
05.07	23[1]	-//-	-//-	0,1	<0.001					7
05.01	24	სტიბიუმი (Sb)	მგ/ლ	0.05	<0.001					7
05.07	24[1]	-//-	-//-	0,05	<0.001					7
05.01	25	ციანიდები (CN)	მგ/ლ	0.1	<0.005					11
05.07	25[1]	-//-	-//-	0,1	<0.005					11
05.01	26	სულფატები (SO_4^{2-})	მგ/ლ	500	23.25					10
05.07	26[1]	-//-	-//-	500	18.77					10

05.01	27	ქლორიდები (Cl)	მგ/ლ	350,0	5.15					10
05.07	27[1]	-//-	-//-	350,0	2.06					10
25.01	28	საერთო სიხისტე	მგ-ეკვ./ლ	7,0	2.71					12
05.07	28[1]	-//-	-//-	7,0	2.25					12
05.01	29	ტუტიანობა	მგ-ეკვ./ლ	ა.ა.ნ.	2.44					13
05.07	29[1]	-//-	-//-	ა.ა.ნ.	2.04					13
05.01	30	კალციუმი (Ca)	მგ/ლ	ა.ა.ნ.	43.89					7
05.07	30[1]	-//-	-//-	ა.ა.ნ.	36					7
05.01	31	მაგნიუმი (Mg)	მგ/ლ	ა.ა.ნ.	6.29					7
05.07	31[1]	-//-	-//-	ა.ა.ნ.	5.49					7
05.01	32	ნატრიუმი (Na)	მგ/ლ	ა.ა.ნ.	8.43					7
05.07	32[1]	-//-	-//-	ა.ა.ნ.	5.64					7
05.01	33	თუთია (Zn^{Z+})	მგ/ლ	1,0	0.001					7
05.07	33[1]	-//-	-//-	1,0	<0.001					7
05.01	34	რკინა (Fe, ჯამური)	მგ/ლ	0.3	0.14					7
05.07	34[1]	-//-	-//-	0,3	0.06					7
05.01	35	ალუმინი (AL)	მგ/ლ	0.5	0.29					7
05.07	35[1]	-//-	-//-	0,5	0.15					7
05.01	36	სილიციუმი (Si, ჯამური)	მგ/ლ	ა.ა.ნ.	4.3					7
05.07	36[1]	-//-	-//-	ა.ა.ნ.	3.4					7
05.01	37	პოლიფოსფატები (PO_4^{3-})	მგ/ლ	3.5	<0.2					10
05.07	37[1]	-//-	-//-	3,5	<0.2					10
05.01	38	შეწონილი ნაწილაკები	მგ/ლ	ა.ა.ნ.	15.6					14
05.07	38[1]	-//-	-//-	ა.ა.ნ.	<2.0					14
05.01 05.07	39	გახსნილი ჟანგბადი	მგ/ლ	ა.ა.ნ.	8.3	9,0 (⏚=770,0 მ)	9,3 (⏚=760,0 მ)	9,5 (⏚=770,0 მ)	მცირდება ზედაპირიდან სიღრმეში და შესართავიდან კაშხლისკენ	15
	39[1]	-//-	-//-	ა.ა.ნ.	11.18	12,0 (⏚=800,0 მ)	12,0 (⏚=790,0 მ)	12,5 (⏚=800,0 მ)		15
05.01	40	ჟქმ (ჟანგბადის ქიმიური მოთხოვნილება)	მგ/ლ	ა.ა.ნ.	1.14					16
05.07	40[1]	-//-	-//-	ა.ა.ნ.	1.24					16
05.01 05.07	41	ჟბმ (ჟანგბადის ბიოქიმიური მოთხოვნილება)	მგ/ლ	ა.ა.ნ.	0.63					17
	41[1]	-//-	-//-	ა.ა.ნ.	0.78					17
05.01	42	ელექტროგამტარობა	µS/სმ	ა.ა.ნ.	283					18
05.07	42[1]	-//-	-//-	ა.ა.ნ.	249					18
05.01	43	პესტიციდების საერთო შემცველობა	მგ/ლ	0.05	<0.0044					19
05.07	43[1]	-//-	-//-	0,05	<0.0044					19
05.01	44	ნავთობპროდუქტები, ჯამური	მგ/ლ	0.3	<0.04					20
05.07	44[1]	-//-	-//-	0,3	<0.04					20
05.01	45	ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებები ანიონაქტიურები	მგ/ლ	0.1	<0.1					21

05.07	45[1]	-//-	-//-	0,1	<0.1					21
მიკრობიოლოგიური მაჩვენებლები										
05.01	46	საერთო კოლიფორმული ბაქტერიები	MPN 1ლ-ში	10000	504					22
05.07	46[1]	-//-	-//-	10000	417					22
05.01	47	მეზოფილური აეროზები და ფაკულტატური ანაეროზები	კწე 1 მლ-ში, 37°C	ა.ა.ნ.	19					23
05.07	47[1]	-//-	-//-	ა.ა.ნ.	70					23
05.01	48	მეზოფილური აეროზები და ფაკულტატური ანაეროზები	კწე 1 მლ-ში, 22°C	ა.ა.ნ.	72					23
05.07	48[1]	-//-	-//-	ა.ა.ნ.	291					23
05.01	49	Streptococcus faecalis	MPN 100 მლ-ში	ა.ა.ნ.	5.3					24
05.07	49[1]	-//-	-//-	ა.ა.ნ.	2.0					24
05.01	50	selmonella	1 ლ-ში	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა					25
05.07	50[1]	-//-	-//-	არ დაიშვება	-//-					25
05.01	51	კოლიფაგები	ნკწე, 1 ლ-ში	100	არ აღმოჩცნდა					26
05.07	51[1]	-//-	-//-	100	-//-					26
პარაზიტოლოგიური მაჩვენებლები										
05.01	52	ლამბლიების ცისტები	ცისტების რაოდ. 25 ლ-ში	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა					26
05.07	52[1]	-//-	-//-	არ დაიშვება	-//-					26
05.01	53	დიზენტერიული ამების ცისტები	ცისტების რაოდ. 25 ლ-ში	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდება					26
05.07	53[1]	-//-	-//-	არ დაიშვება	-//-					26

აღნიშვნები: ა) ა.ა.ნ. - არ არის ნორმირებული; ბ)-//- იგივე; გ) გამოყენებული ნორმატიული დოკუმენტები: 1-სსტ 3351-74; 2-სსტისო 7887:2011, 3-სსტ ისო 7027-1:2016; 4-სსტისო 10523:2008; 5-სსტისო 8467:1993; 6-სსტ 18164-72; 7-სსტ ისტ 11885:2007; 8-AGiLENT-ის მეთოდი; 9-სსტ ისო 7150-1:1984; 10-სსტ ისო 10304 1:2007; 11-HACH Metod 8027; 12-სსტ ისო 6059:1984; 13-სსტ ისო 9963-1:1944; 14-ISO 11923:1997; 15-HACH Metod 81166 (ISO 5814); 16-HACH LCK 500 მეთოდი; 17-ISO 5815-1 მეთოდი; 18- ISO 7888; 19-სსტ ისო 6468:1996; 20-სსტ ისო 9377-2:2000; 21-სსტ ისო 7875-1:1996; 22-სსტ ისო 9308-2:2012; 23-სსტ ისო 6222:1996; 24-სსტ ისო 7899 1:1998 ENTEROLERTE; 25-სსტ ისო 19250:2010; 26-მ.მ 4.2. 1884-04.

დასკვნა

ამრიგად, **კათიონების** მიხედვით ჟინვალის წყალსაცავის წყალი - კალციუმ-ნატრიუმ-მაგნიუმის ტიპისაა, ხოლო **ანიონების** მიხედვით - სულფატური და ნაკლებად ქლორიდური. ჟინვალის წყალსაცავი არ წარმოადგენს წყლის ხარისხის გაუარესების მიზეზს, არამედ იგი მიმდებარე ტერიტორიიდან და მდინარეების - შავი და თეთრი არაგვიდან ჩამოდინებული დაბინძურების მსხვერპლია.

ჟინვალის წყალსაცავში **აეროვანი რეჟიმი** განისაზღვრება, ძირითადად, ჟანგბადის რეჟიმით, რომელიც დამოკიდებულია გახსნილი ჟანგბადის მაღალ რაოდენობაზე (0_2>8,3 მგ/ლ), რაც დაკავშირებულია წყალსაცავის წყლის წყალცვლის მაღალი მნიშვნელობით (2,7-ჯერ წელიწადში). ჟანგბადის მაღალი მნიშვნელობა განსაზღვრავს ანაერობული პროდუქტების (ამიაკი, გოგირდწყალბადი) დაშლას და ქიმიური ელემენტების (რკინა, ფოსფორი, ცინკი, მარგანეცი და სხვ) გადანაწილებას და დაგროვებას წყალსაცავის ფსკერზე.

მინერალური და ორგანული ნივთიერებები ჟინვალის წყალსაცავში, ძირითადად, შემოდის მდინარეული და ზედაპირული ჩამონადენიდან - სოფლის მეურნეობის სავარგულებიდან და სამრეწველო-ყოფითი ტერიტორიებიდან. ჟინვალის წყალსაცავი მდებარეობს მდ. არაგვის ზედა ნაწილში და მისი წყალშემკრები აუზის ტერიტორიები არ არის მნიშვნელოვნად დატვირთული სამრეწველო და სოფლის მეურნეობის სავარგულებიდან დამაბინძურებელი ნივთიერებებით. ჟინვალის წყალსაცავის წყლის ყველა ელემენტების **ქიმიური** მაჩვენებლები **არ აღემატება ნორმას, გარდა ფტორიდების (F) მაჩვენებელისა**, რომლის რაოდენობაა 0,09 მგ/ლ - ზამთარში, 0,07 მგ/ლ - ზაფხულში (ნორმა - <0,05 მგ/ლ).

რიგი ელემენტების რაოდენობა ზაფხულში იმატებს, მაგრამ ნორმის ფარგლებშია, ესენია: ნიტრატების - 0,75 მგ/ლ-ზამთარში, 0,91 მგ/ლ-ზაფხულში; სპილენძის 0,001 მგ/ლ-ზამთარში, 0,002 მგ/ლ-ზაფხულში; ტყვიის - 0,001 მგ/ლ-ზამთარში, 0,002 მგ/ლ-ზაფხულში; გახსნილი ჟანგბადის - 8,3 მგ/ლ-ზამთარში, 11,8 მგ/ლ-ზაფხულში; ჟანგბადის ქიმიური მოთხოვნილების (ჟქმ) – 1,14 მგ/ლ-ზამთარში, 1,24 მგ/ლ - ზაფხულში; ჟანგბადის ბიოქიმიური მოთხოვნილებების (ჟბმ)-0,63 მგ/ლ-ზამთარში, 0,78 მგ/ლ-ზაფხულში; მეზოფილური აერობების და ფაკულტატური ანაერობების 19 კწე 1 მლ-ში- ზამთარში, 70,0 კწე 1 მლ-ში- ზაფხულში; მეზოფილური აერობების და ფაკულტატური ანაერობების-72 კწე 1 მლ-ში-ზამთარში, 29 კწე 1 მლ-ში - ზაფხულში. რაც შეეხება მიკრობიოლოგიურ და პარაზიტოლოგიურ ელემენტებს - ჟინვალის წყალსაცავის წყალში არ აღმოჩნდა.

აღსანიშნავია, რომ წყალსაცავის ზედა ნაწილში მარჯვენა ნაპირზე აშენებულია აგარაკები სულ რაღაც 15 მ-ში, რაც ყოვლად დაუშვებელია. ჟინვალის წყალსაცავისა და მისი წყლის სანიტარულ-ტექნიკური მდგომარეობისა და წყალსაცავში ცოცხალი ბიომის დასაცავად **საჭიროა** სანიტარული ზოლის (ს. ზოლ.) და წყალდამცავი ზონის (წ. ზონ.) საზღვრების დანიშვნა და დაცვა.

ლიტერატურა

1. ა. უიმა, ი. იორდანიშვილი, ი. ირემაშვილი, მ. ვართანოვი, ნ. კანდელაკი, კ. იორდანიშვილი. კლიმატის ცვლილების პირობებში ბალტიისა და შავი ზღვის აუზების წყლის რესურსების ხარისხი, IX International Scientific and Technical conference “Modern Problems of water management, environmental protection, architecture and construction” მოხსენებების კრებული, Tbilisi, "Universal" 2019. pp. 263-277 (რუსულად);
2. ჰიგიენური მოთხოვნილებები წყლის შემადგენლობასა და ხარისხზე სასმელ-სამეურნეო და კულტურულ საყოფაცხოვრებო წყალმოთხოვნილების ობიექტების წყალში მავნე ნივთიერებების შემცველობის ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები (ზდკ). საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობის და სოციალური დაცვის მინისტრის 2001 წლის 16 აგვისტოს #297/ნ „გარემოს ხარისხობრივი მდგომარეობის ნორმების დამტკიცების შესახებ“. საქართველოს ოფიციალური ბეჭდვითი ორგანო. „საქართველოს საკანონმდებლო მაცნე“ (სსმ), #90, 24.08.2001, გვ. 91-93;
3. ი. იორდანიშვილი, ი. ირემაშვილი, ლ. იტრიაშვილი, კ. იორდანიშვილი, გ. ნატროშვილი, ე. ხოსროშვილი, დ. ფოცხვერია, ლ. ბილანიშვილი. საქართველოს ძირითადი წყალსაცავების წყლის ხარისხის დინამიკა. IX International Scientific and Technical conference “Modern Problems of water management, environmental protection, architecture and construction”. მოხსენებების კრებული, Tbilisi, "Universal", 2019, pp. 95-107 (რუსულად).

ღვარცოფის ტალღაჩამხშობ მოტივტივე კონსტრუქციაზე ზემოქმედების გათვლის მაგალითები და მეთოდები სამგანზომილებიანი (3D) სასაზღვრო ამოცანების რიცხვითი ამონახსენის საფუძველზე

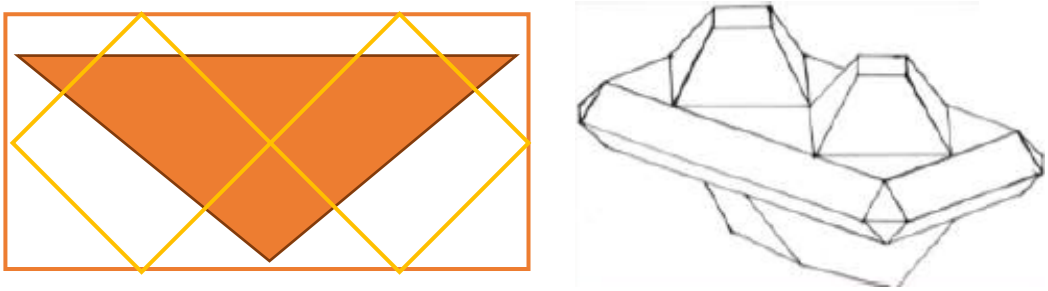
ხ. ირემაშვილი, გ. ბერძენაშვილი, გ. წივილაშვილი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
თბილისი, საქართველო
E-mail: ***xvicha65@mail.ru, george.berdzenashvili@bsc.ge,***

შესავალი

კატასტროფული ჰიდროდინამიკური (ტალღური) ზემოქმედების საფრთხის პრევენცია ან მისი ინტენსივობის შემცირება უაღრესად მნიშვნელოვანია და აუცილებელია ჰიდროკვანძის გარემოსდაცვისა და უსაფრთხოების უზრუნველყოფის მიზნით. სამთო წყალსაცავში ღვარცოფით წარმოქმნილი ექსტრემალური ტალღური პროცესების აღწერის ახალი სრულყოფილი მეთოდის შექმნა მათემატიკური მოდელირების საფუძველზე საშუალებას იძლევა განხორციელდეს კაშხალსა და წყალსაცავის მიმდებარე გარემოზე ჰიდროდინამიკური ზემოქმედების პროგნოზირება და პოტენციური საფრთხის პრევენცია (ან შემცირება), გარდა ამისა, ტალღური პროცესების ინტესივობის შემცირების მიზნით ახალი სპეციალური ტალღასაწინააღმდეგო კონსტრუქციებისა (ტალღა–დემფერების) და ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობების ჰიდრავლიკური გაანგარიშების მეთოდების დამუშავება.

ძირითადი ნაწილი

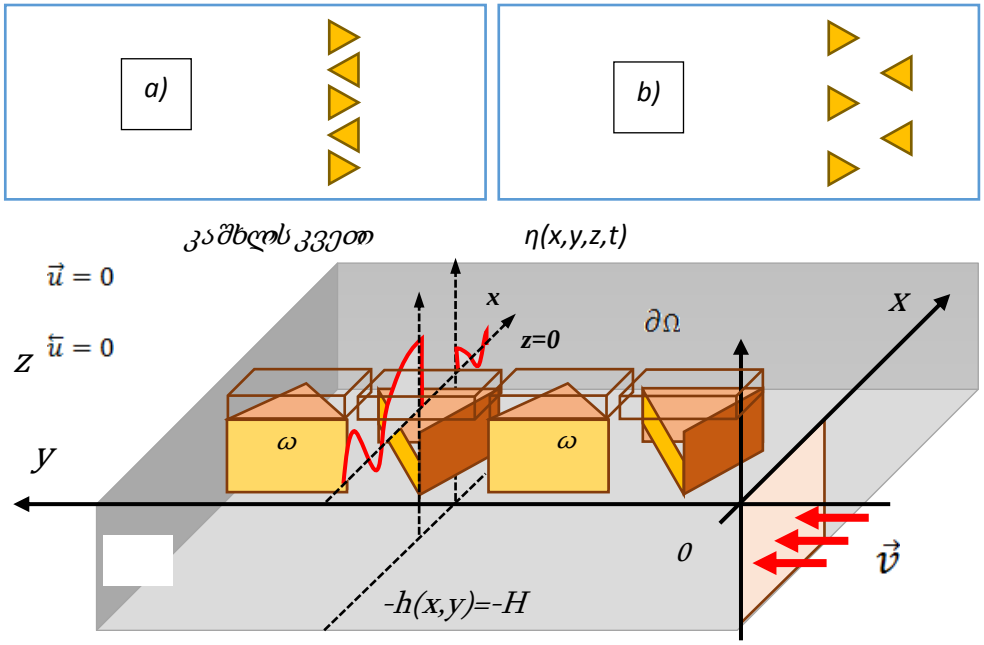
წყალსაცავში მოტივტივე კონსტრუქციების მათემატიკური მოდელირება უმჯობესია მოვახდინოთ მცირეამპლიტუდიანი ტალღების წრფივი თეორიის სამგანზომილებიანი (3D) სასაზღვრო ამოცანის გამოყენებით.



ნახ.1. ეფექტური მოტივტივე ტალღაჩამხშობი კონსტრუქციის მაგალითი

მაგალითისთვის განვიხილოთ სქემატიზებული საანგარიშო სქემა 0 მოცემული კონსტრუქციის გავლენის შეფასებისათვის. აღნიშნული კონსტრუქცია წყალში ჩაშვებულია ფუძით, როგორც ძირითადი ელემენტი და აქვს სამკუთხედის ფორმის ფრონტი წყლის ნაკადის შესაკავებლად ან დასაშლელად, რომელიც წარმოადგენს ჩვენი კვლევის საგანს. რაც შეეხება კონსტრუქციის ზედა ნაწილს, გამოყენებულია დამატებითი ეფექტის მისაღებად და მისი გავლენის შეფასება შესაძლებელია მხოლოდ ექსპერიმენტული კვლევითი მეთოდებით.

0 მოცემულია კაშხლის მიმდებარე ტერიტორიაზე ასეთი კონსტრუქციების ჯაჭვური ურთიერთშეპირისპირებული განლაგების საანგარიშო სქემა.



ნახ.2. ტალღაჩამხშობი მოტივტივე კონსტრუქციების გავლენის შესწავლის საანგარიშო სქემა სამგანზომილებიანი (3D) მოდელირებისათვის

ასეთი სახის ამოცანის ამოხსნა შესაძლებელია ჩვენ მიერ დამუშავებული არაცხადი იტერაციული მეთოდით:

$$\varphi^{s+1}=\varphi^{s}+\begin{cases}\frac{\tilde{\sigma}}{\tilde{\delta}}\left(\tilde{A}\varphi^{s,s+1}-\tilde{f}\right), & k=N_k\\ \frac{\sigma}{\delta}\left(A\varphi^{s,s+1}-f\right), & 0\le k<N_k\end{cases};\ n=1,2,\dots \tag{1}$$

სადაც $0<\sigma,\tilde{\sigma}<2$ და $\tau>0$ არის იტერაციული პარამეტრები, სივრცითი და დროის მიხედვით და გამოყენებულია აღნიშვნები

$$A\varphi-f=0$$
$$\tilde{A}=-\tilde{\vartheta}E+\tau A$$
$$\tilde{f}=\tau f^{n}+\tilde{\vartheta}(-2\varphi^{n-1}+\varphi^{n-2})-(1-2\tau)r^{n-1}-\tau r^{n-2}$$
$$r=A\varphi-f,\qquad \delta=2\left(\frac{1}{\Delta_x^2}+\frac{1}{\Delta_y^2}+\frac{1}{\Delta_z^2}\right) \tag{2}$$
$$\tilde{\vartheta}=\frac{2}{\Delta_z\Delta_t^2},\qquad \tilde{\delta}=\tilde{\vartheta}+\tau\delta$$
$$A=\sum_{\xi}^{x,y,z}A_\xi;\quad f=\sum_{\xi}^{x,y,z}f_\xi$$

$$A_\xi\varphi=\begin{cases}+\frac{2}{\Delta_\xi}\varphi_\xi, & m=0\\ \varphi_{\bar{\xi}\xi}, & m\in(0,N_m)\\ -\frac{2}{\Delta_\xi}\varphi_{\bar{\xi}}, & m=N_m\end{cases};\quad f_\xi=\begin{cases}\frac{2}{\Delta_\xi}\overrightarrow{v_\xi}, & m=0\\ 0, & m\in(0,N_m)\\ \frac{2}{\Delta_\xi}\overleftarrow{v_\xi} & m=N_m,\xi\neq z\\ 0 & m=N_m,\xi=z\end{cases} \tag{3}$$

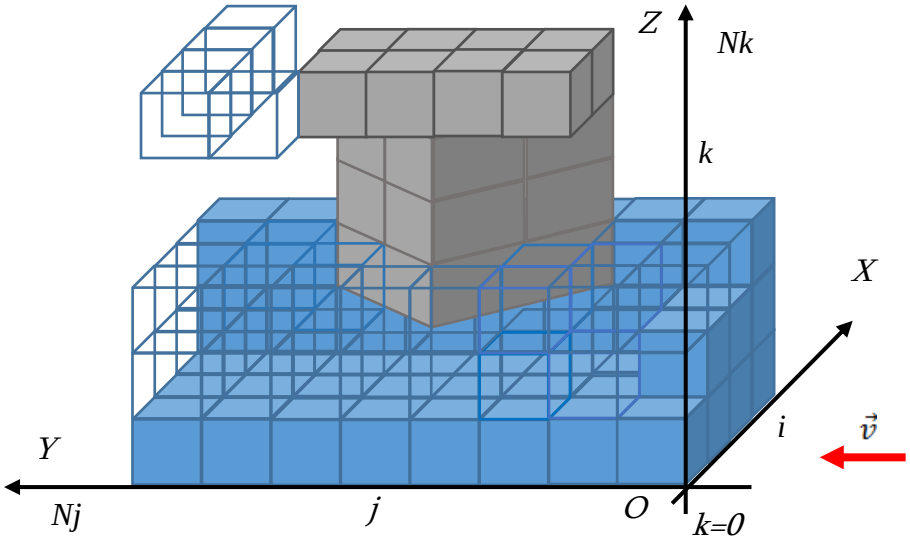
$$\varphi_\xi=\frac{1}{\Delta_\xi}(\varphi_{m+1}-\varphi_m);\quad \varphi_{\bar{\xi}}=\frac{1}{\Delta_\xi}(\varphi_m-\varphi_{m-1})$$
$$\varphi_{\bar{\xi}\xi}=\frac{1}{\Delta_\xi^2}(\varphi_{m+1}-2\varphi_m+\varphi_{m-1})$$
$$\xi=x,y,z;\ \varphi_m=\varphi(\xi_m)$$
$$\xi_m=\xi_0+m\Delta_\xi;\ \xi_0=\begin{cases}0, & \xi=x,y\\ -h_0=-N_k*\Delta_\xi, & \xi=z\end{cases}$$

იტერაციული პროცესი გრძელდება, ვიდრე არ შესრულდება ერთდროულად ორივე პირობა

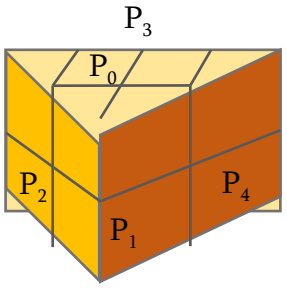
$$\begin{cases} \|\tilde{r}^{s+1}\| < \varepsilon \|\tilde{r}^{0}\|; & \tilde{r}^{s+1} = \tilde{A}\varphi^{s+1} - \tilde{f}^{s+1} \\ \|r^{s+1}\| < \varepsilon \|r^{0}\|; & r^{s+1} = A\varphi^{s+1} - f^{s+1} \end{cases} \quad (4)$$

სადაც ε არის ამონახსნის სიზუსტე.

რიცხვითი ბადე მცირეამპლიტუდიანი თეორიის საფუძველზე მიღებული სამგანზომილებიანი ამოცანის რიცხვითი, სასრულსხვაობითი ამონახსნის მოთხოვნების შესაბამისად მოცემულია 0). განსახილველი ამოცანა გარდა რეგულარული და საზღვრის წერტილებისა შეიცავს განსაკუთრებულ წერტილებს, რომელიც წარმოადგენს არის შიგნით მოთავსებული სხეულის ზედაპირს და თავად სხეულს 0.



ნახ.3. საანგარიშო რიცხვითი ბადე მოტივტივე კონსტრუქციის გათვალისწინებით



ნახ.4. საანგარიშო რიცხვითი ბადე ნულოვანი არის საზღვარზე.
რთული ფორმა ყველა შესაძლო სახის წერტილების ერთობლიობით

მოცემული ფორმა შეიცავს მინიმალური აუცილებელი წერტილების რაოდენობას ამოცანის რიცხვით ბადეზე აპროქსიმაციისათვის. ფორმის შიგნით არის ნულოვანი წერტილი P_0, რომლისთვისაც მართებულია ტოლობა $\varphi^{n}_{i,j,k} = 0$. წერტილისათვის P_m და მისი ანალოგური ნულოვანი საზღვრის წერტილებისათვის ადგილი აქვს ნეიმანის სასაზღვრო პირობას, როდესაც სიჩქარეები ნულოვანია.

მოცემული სასაზღვრო პირობები მართებულია, თუ მათი აპროქსიმაცია ხდება Δ_x, Δ_y ჰორიზონტალური ბიჯების შერჩევით ისე, რომ კვეთის წერტილები განლაგდება სამკუთხედების წვეროსა და ფერდებზე, რაც ამარტივებს ამოცანას და გამოთვლებს

$$\Delta_y = \Delta_x \tan\frac{\alpha}{2} \quad (5)$$

სადაც α არის კონსტრუქციის წვეროსთან მდებარე კუთხე. შესაბამისად თუ გვაქვს ფერდების 45^0-იანი დახრა $\Delta_x = \Delta_y$ჰორიზონტალური ბიჯები ერთმანეთის ტოლია.

დასკვნა

აღნიშნული მეთოდიკით შესაძლებელია გამოვთვალოთ კონსტრუქციის სხვადასხვა ფორმისა და განლაგების გავლენა ღვარცოფის, მეწყერისა თუ მიწისძვრის შედეგად წყალსაცავში წარმოშობილ ტალღებზე, ოპტიმალური კონფიგურაციის შესარჩევად. თითოეული ნაგებობისა და კონსტრუქციის დამოუკიდებელი გავლენის შეფასებისა და ფორმების შერჩევის შემდეგ შესაძლებელია სამგანზომილებიანი ფორმულებით აიგოს სრული (ნაგებობა + კონსტრუქცია) ტალღაჩამხშობი სისტემის მათემატიკური მოდელი და გამოითვალოს მთლიანი სისტემის ეფექტურობა, ღვარცოფის სხვადასხვა მახასიათებლების პირობებში, კაშხლის რღვევის საფრთხის რისკების შეფასება/პროგნოზირების მიზნით.

ლიტერატურა

1. ხ. ირემაშვილი, გ. ბერძენაშვილი. სამთო განიერ წყალსაცავში ღვარცოფის შემოდინების სამგანზომილებიანი (3D) სასაზღვრო ამოცანის რიცხვითი მოდელირება. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი ,,მშენებლობა“ №3(46), 2017 გვ. 27-30;
2. Гвелесиани Т.Л. Теория генерации волн в приложении к задачам гидроекологии. ,,Универсал“, Тбилиси, 2009;
3. А. А. Самарский, А. П. Михайлов. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. 2-е изд., испр. М. Физматлит, 2001;
4. Gvelesiani T., Iremashvili Kh., Akhmedov A., Berdzenashvili G. RIVER FLOW VELOCITIES DISTRIBUTION AT THE TRANSVERSAL COAST-PROTECTING STRUCTURE ZONE. 5-th International Scientific and Technical Conference, Modern Problems of Water Management, Enviromental Protection, Architecture and Construction. 16-19 July, 2015. p. 45-48.

MANAGEMENT DECISION MAKING FOR DEFICIT IRRIGATION SCHEDULING

R. Isaac[1,*)], **M. Isaac**[2,*)]
[1)] Department of Irrigation and Drainage, Sam Higginbottom Institute of Agriculture, Technology and Sciences, (Formerly Allahabad Agricultural Institute) Deemed University
[1), 2)] Research Scholar, Department of computational Biology and Bioinformatics, Sam Higginbottom Institute of Agriculture, Technology and Sciences, (Formerly Allahabad Agricultural Institute) Deemed University Allahabad, India
E-mail: ***Isaac_rk@hotmail.com***

INTRODUCTION

India is anagrarian country, second largest in the world, having arable land area of 159.7 million hectares, after the United States. India has variable topographical conditions from Plateaus of Deccan to Northern plain and hills of Himalayas. India receives 65-70% of annual average rainfall from southwest monsoon (June-September). This monsoon rains are the major source for replenishment of water bodies. Deficit or failure of southwest monsoon reaput tremendous pressure on the water resources. The impact of variability of the monsoon rainfall on the food grain production has remained large throughout the last century, despite the Green Revolution over the Indian region, (Abrol 1999), (Gadgil et al., 1999).

For the Indian region (South Asia), the IPCC projected 0.5 to 1.2°C rise in temperature by 2020, 0.88 to 3.16°C by 2050 and 1.56 to 5.44°C by 2080, depending on the future development scenario (IPCC 2007 b). The impact of climate change in the future is quite severe there will be reduction in the freshwater availability because of climate change. This has also been revealed that by the middle of the twenty-first century, decrease in annual average runoff and availability of water will project up to 10-30%.

Indo–Gangatic plains form the most important wheat growing area of north India.Production of wheat during 2019-20 is estimated at record 106.21 million tonne, which is higher by 2.61 million tonnes compared with wheat production during 2018-19 and is 11.60 million tonnes higher than the five-year average wheat production of 94.61 million tonnes. Seasonal fluctuations in temperature have potential impacts on the development and grain yield of crops. Wheat, being a winter cereal, requires particular environmental conditions for better emergence, growth and flowering (Dabre et al., 1993) and is more venerable if exposed to high temperatures during reproductive stages (Kalra et al., 2008).

The estimation of the water requirement of crops is one of the basic needs for crop planning of any irrigation project which depends on the potential crop evapotranspiration (ETc) of a crop.As agriculture in Allahabad region is highly dependent on rainfall a slight change in rainfall pattern impacts a lot on wheat crop production. Rainfall amount and temperature decides water availability, wheat crop growth and duration. In this region slightly changes in climate makes direct impact on growth and crop water requirement of wheat crop. Hence the production of wheat crop becomes low if the field moisture reduces.

The present study aimed to provide a scientific methodology to plan deficit irrigation based on modeling and to optimize the net returns from the area when there is chances of failure of monsoon assess the effect of climatic parameter on wheat yield so that the production can be enhanced despite variable drought effect.Several models have been developed to simulate irrigation water demand, based on climate – soil-plant systems (Hill et al., 1982; Killer, 1987; Smith, 1991)

Elaborating irrigation schedules merely on the basis of field research is rather difficult and time consuming. Crop water productivity models on the other hand, allow a conjunctive assessment of various environment and management factors, as well as stress resistance and avoidance mechanisms affecting crop yield (Bray, 1997). If combined with frequency analysis and long time series of climatic input data, the irrigation timing and dose irrigation application can be optimized for varying weather conditions (Pereira et al., 2002; Liu et al., 2007; Popova and Pereira, 2008)

STUDY AREA

The study was conducted for Jasra Block located to the south of Allahabad, Uttar Pradesh, India, at the Latitude and longitude coordinates 25.281691, 81.776649.98 above MSL. Fig.1. shows the location of project area. The area receives mm of mean precipitation. The rainfall are is mainly received from July to September due the monsoon, Fig.2. Shows the decadal variation of rainfall.The maximum and minimum temperature of the area varies from degree Centigrade to degree Centigrade.

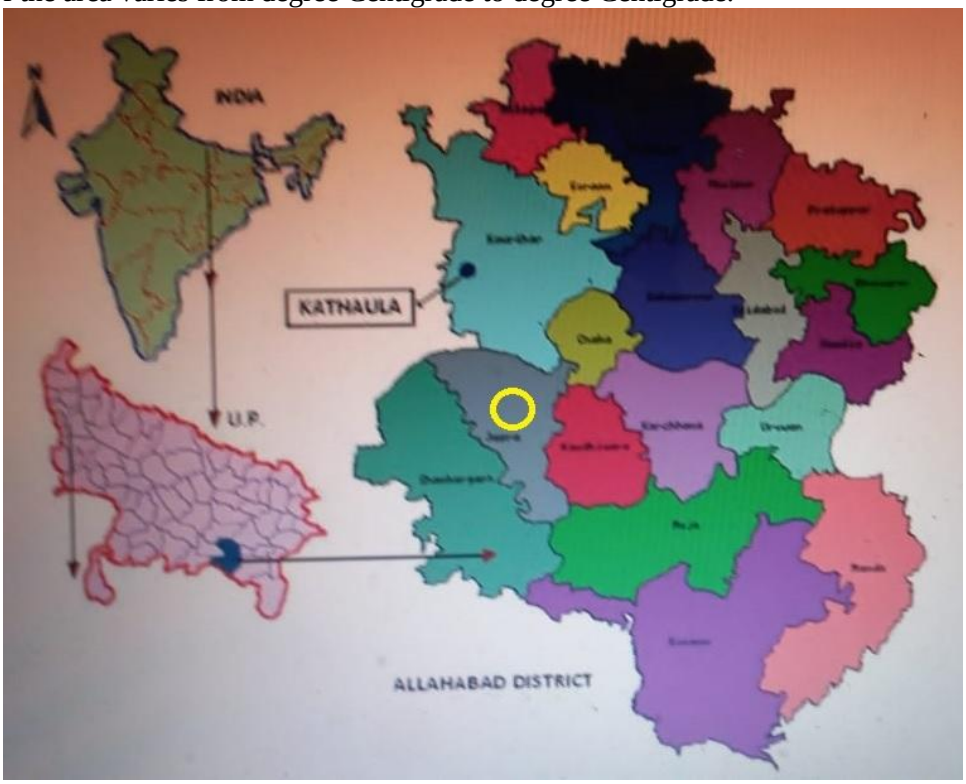


Fig. 1. Location of Project area Jasra, Allahabad, U.P., India

Table 1

Cultivable land and total water availability

Block	Season	Cultivable land ha	Total GWT & PWT ha m	Total canal discharge ha m	Total water availability (ha-m)
Jasra	Rabi season	12243	3693	3734	7427

ANALYSIS OF DATA

Daily climatological data of 40 years were obtained from NASA website. The data was analyzed and checked for redundancy. Table 1 shows the land and water resource availability in the project area. CropWat and AquaCrop Model software is used to formulate guidelines for farmers to meet their needs. Irrigation based on Evapotranspiration needs for irrigation requirement. According to local practices at farmers sow wheat as main crop from November to March and paddy inform July to October, Soil in the is manly sandy loam and clay loam and deficit irrigation schedules were proposed at various probability density densities. Drainage Paper n. 33 (Doornbosand Kassam, 1979) represented an important source to determine the yield response to water of field, vegetable and tree crops, through the following equation.

$$\frac{Y_x - Y_a}{Y_x} = K_y \frac{ET_x - ET_a}{ET_x}$$

Where, Yx and Y are the maximum and actual yield, ETx and ET are the maximum and actual evapotranspiration and Ky is the proportionality factor between yield loss and reduction in evapotranspiration. The actual evapotranspiration (ET) in to soil evaporation (E) and crop transpiration (Tr):

$$ET = E + T_r$$

The final yield (Y) into biomass (b) and Harvest Index (HI):

$$Y = B \times HI$$

Where Tr is the crop transpiration (in mm) and WP is the water productivity. Estimation of crop water productivity (WP)

$$CWP = \frac{Y}{ET}$$

OPTIMIZATION MODEL

Artificial Neural Network Modeling was used to optimize the observed yield data.

RESULTS AND DISCUSSION

Climatic Events and their effects on water requirements

Fig.1. shows the mean decadal rainfall of 2012-21 of Allahabad. It is evident from the figure that a lot variation has been recorded in the current year events which are high in the monsoon months but the wheat season has received negligible rainfall due to which irrigation has to be provided during the crop period although due to high amount of pre-season rainfall received during last two years, better moisture content has been maintained in the root zone leading to reduction in net irrigation requirements.

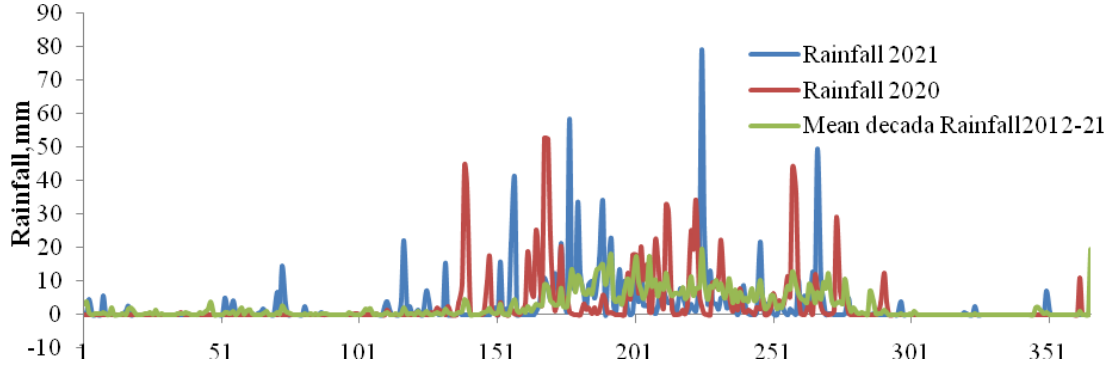


Fig. 1. Daily yearly and decadal variation in reinfall of Allahabad District, U.P.India

Table2

Net Irrigation requirement for wheat crop in the project area

Month	Decade	Stage	Kc coeff	ETc mm/day	ETc mm/dec	Eff rain mm/dec	Irr. Req. mm/dec
Nov	2	Init	0.40	1.54	9.3	0.0	9.3
Nov	3	Init	0.40	1.48	14.8	0.0	14.8
Dec	1	Deve	0.46	1.63	16.3	0.6	15.7
Dec	2	Deve	0.73	2.47	24.7	0.8	23.9
Dec	3	Deve	1.03	3.60	39.5	1.0	38.5
Jan	1	Mid	1.25	4.49	44.9	4.5	40.4
Jan	2	Mid	1.26	4.64	46.4	6.3	40.1
Jan	3	Mid	1.26	5.14	56.5	6.0	50.5
Feb	1	Mid	1.26	5.54	55.4	8.4	47.0
Feb	2	Late	1.16	5.49	54.9	11.9	43.0
Feb	3	Late	0.89	4.90	39.2	8.8	30.4
Mar	1	Late	0.72	4.49	17.9	2.2	15.7
					420.0	**50.2**	**369.4**

Table 2 shows the estimated Net Irrigation requirement for wheat in the project area. The table shows that the evapotranspiration rate for the area was quite high during development, mid season and late season of wheat growth. Crop water productivity models on the other hand, allow a conjunctive assessment of various environment and management factors, as well as stress resistance and avoidance mechanisms affecting crop yield (Bray, 1997). If combined with frequency analysis and long time series of climatic input data, the irrigation timing and dose irrigation application can be optimized for varying weather conditions (Pereira et al., 2002, Liu et al., 2007, Popova and Pereira, 2008). Figure 2 shows the detrended yield of the wheat from 2001-2022, a continuous low fluctuation can be observed during 2010 to 2017 with a very high reduction in 2018 to 2019.

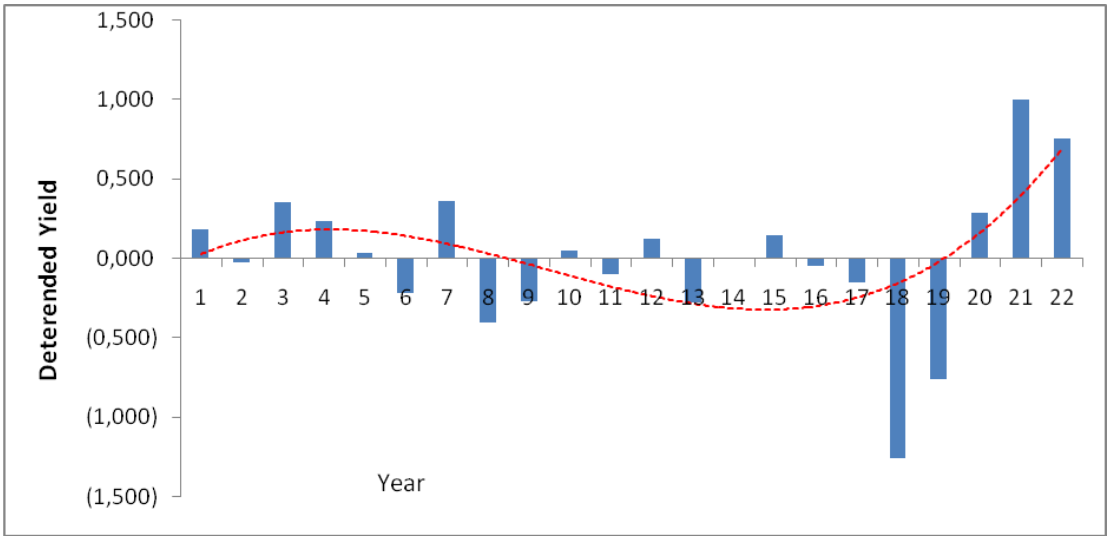


Fig. 2. Detrended yield of wheat crop in last two decades

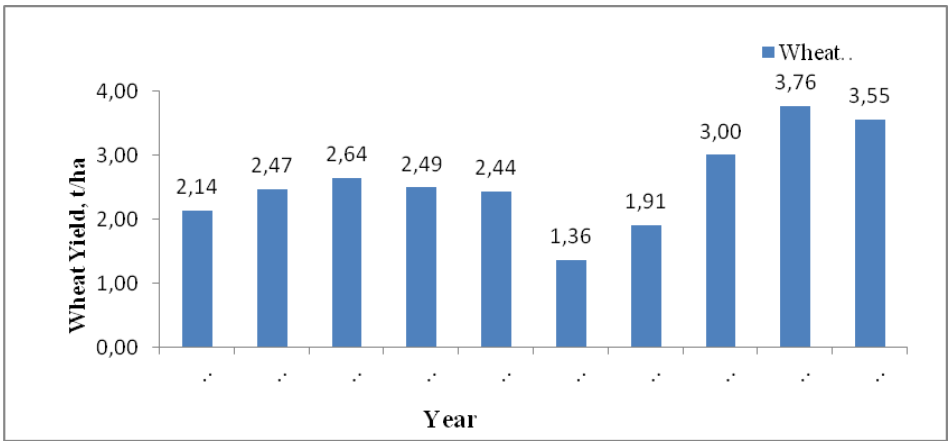


Fig. 3. shows the actual crop yield of wheat in the project area

Table 3

Actual crop yield and yield response factor for the project area

Year	Actual Yield , t/ha	Yield response factor, K_Y	Net irrigation Requirement, mm	Detrended Yield. t/ha	Water Productivity kg/m3
2019	3.55	0.306633	384.2	0.754	0.948776
2018	3.76	0.08125	426.6	1.005	0.963977
2017	3.00	1.262287	407.9	0.284	0.752199
2016	1.91	2.663593	397.9	-(0.760)	0.467596
2015	1.36	2.8559	380.2	-(1.265)	0.318185
2014	2.44	1.522643	370.2	-(0.154)	0.630799

Table 3. shows the variation of wheat yield in relation to yield response factor, net irrigation requirement, It is evident that there is no concreate relationship in yield variation with net irrigation requirement or yield response factor. It shows there are many factors including soil fertility status, climatic parameters and soil moisture status after the monsoonal rainfall, which governs the actual yield, although if there is sufficient moisture present in the field at its initial and developmental stage, the net irrigation can be substantially reduced to accommodate water shortages. The deterended yield values shows that at the high amount of water application, better yield response has been received. This may also be due to higher seasonal evapotranspiration rate. To avoid crop water stress, irrigations should be applied before or at the moment when the readily available soil water is depleted. But considering the water shortages some amount of stress may be allowed which may or may not affect the crop yield.

RESPONSE OF NET IRRIGATION REQUIREMENT TO YIELD

Referring to Table 3, the results indicated that the highest yield obtained was 3.76 t/ha which was in 2018 with the highest water use. In 2014, the total available water was used efficiently to 2.51 kg/m^3 causing water productivity to 0.63. The net irrigation requirement results from the AquaCrop simulation shows that water deficits, by affecting growth, development, and carbon assimilation, reduce the yield of most annual crops (Hsiao and Bradford, 1983). Deficit irrigation, by reducing irrigation water use, can aid in coping with situations of shortage in water supply. In field crops, a well-designed deficit irrigation schedule can optimize water productivity over an area when full irrigation is not possible.

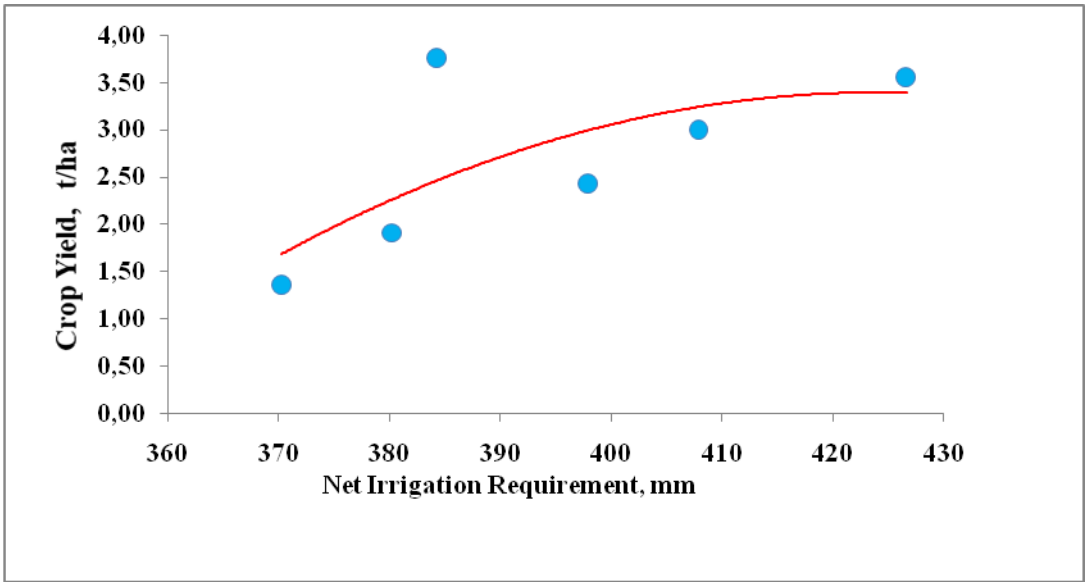


Fig. 4. Wheat yield and Net irrigation requirement relationship

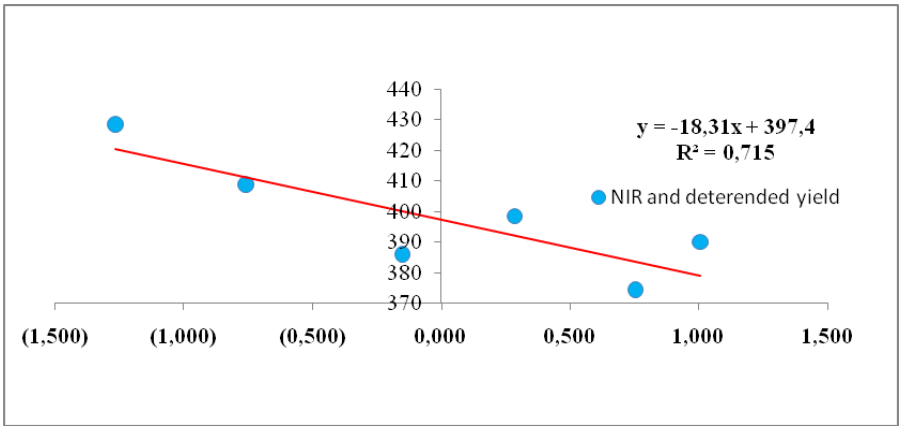


Fig. 5. Net Irrigation requirement and deterended yield

Table 4

Net Irrigation requirement and Climatological factors effect on Irrigation Deficit

	Normalized Importance at NIR for Irrigation Deficit					
Variables	50%NIR	60%NIR	70%NIR	80%NIR	90%NIR	100%NIR
ET	100.0%	83.5%	83.8%	71.9%	50.5%	64.9%
Precipitation	12.8%	33.4%	46.5%	59.1%	26.3%	46.6%
V: Max Temp	16.5%	8.6%	22.0%	15.0%	21.1%	6.6%
Min Temp	1.3%	14.7%	21.6%	2.2%	17.9%	28.1%

Table 4 shows the normalized importance of net irrigation requirement at different probability levels. Evapotranspiration was observed as an important variable throughout the varying probability levels.

Maximizing the net benefits or deriving greater value per unit of water at deficit water condition has key implications for farmer decisions, economic growth and the environmental factors controlling gross water supply to farm and allocating to excess water to other cash crops for which the deficit of water may cause more impact on critical growth stages.

Table 5

Expected Simulated Yield at deficit supply

Net irrigation supply	Simulated yield t/ha	Expected reduction of maximum yield from standard max. yield. t/ha	Remark
100%NIR	1.9-3.9	+0.03723	No reduction
90%NIR	1.8-3.8	+0.01064	No reduction
80%NIR	1.8-3.6	-0.042553	Very low reduction
70%NIR	1.8-3.8	+0.01064	No reduction
60%NIR	1.8-3.2	-0.148936	Moderate reduction
50%NIR	1.6-2.6	-0.308511	Very high reduction

DEFICIT IRRIGATION SCHEDULES

A water allocation decision making well in advance, is necessary to cope up with water shortages. The proposed artificial neural network model for water deficit optimization model provides net irrigation proposals in condition of variable environmental inputs. The simulated model outputs effects can be varied at various probability levels to assess yield outputs at deficit conditions. In condition of restrained water supply anticipated crop selections, plan for crop rotations, and project water deliveries to each crop in standard condition may be required. The influence of one variable input on another, such as water allocation, evapotranspiration, maximum and minimum temperature, daily rainfall, Net irrigation efficiency, irrigation system efficiency, and irrigation application efficiency can be evaluated through multiple executions of the model.

The simulation showed that there was appreciably no reduction in wheat yield at 100%, 90% and 70% NIR. The seasonal Rainfall was observed as an important variable initially from100% to 70% NIR levels for maintaining sufficient soil moisture. The effect of maximum temperature was observed remarkably at 90% and 70% NIR levels whereas minimum temperature was important initially at full NIR and 90%, 70% and 60% NIR levels respectively. When the irrigation deficit is increased to 60% and 50% the reduction in crop yield becomes moderate to high. The yield reduction may also dependable on many factors including time of irrigation, crop growth stages. Higher yield reduction may be expected if irrigation is not provided at the critical growth stages.

CONCLUSIONS

With the increasing water shortage throughout the world judicious use of water is essential. Deficit irrigation planning is an effective method of improving crop water productivity through scientific water management. In the semi- arid areas, deficit irrigation provides better water productivity than full irrigation

especially when the moisture content in the soil is restored from the pre- season rain. Mulching can be an additional support for maintaining soil moisture. Better output of deficit irrigation can be obtained by controlling timing of irrigation at various crop growth stages to reduce the effects of water stress on crop yield and net returns. Optimal planning can lead minimum shortfall in yield through deficit irrigation as compared to full irrigation supply.

REFERENCES

1. Geerts S., D. Raes, M. Garcia(2010). Using AquaCrop to derive deficit irrigation schedules Agricultural Water Management, Volume 98, Issue 1, 1 December 2010, Pages 213-216.
2. Hsiao TC, Bradford KJ. 1983. Physiological consequences of cellular water deficits. In: Taylor HM, Jordan WR, Sinclair TR, eds. Limitations to efficient water use in crop production. Madison, WI: ASA, CSSA, SSSA, 227–265.
3. Pereira, Luis Santos;TheibOweisand AbdelazizZairi2002, Irrigation management under water scarcity, Agricultural Water Management, Volume 57, Issue 3, 30 December 2002, Pages 175-206
4. Bray, E.A., 1997. Plant responses to water deficit. Trends Plant Sci. 2, 48–54.
5. Liu, J., Wiberg, D., Zehnder, A., Yang, H., 2007. Modeling the role of irrigation in winter wheat yield, crop water productivity, and production in China. Irrig. Sci. 26, 21–33.
6. Popova, Z., Pereira, L.S., 2008. Irrigation scheduling for furrow-irrigated maize under climate uncertainties in the thrace plain, Bulgaria. Biosyst. Eng. 99, 587–597
7. Richard G. ALLEN, Luis S. PEREIRA, Dirk RAES and Martin SMITH, Crop Evapotranspiration. FAO Irrigation and Drainage paper 56

NATURAL ENVIRONMENT, LANDSCAPE AND RECREATIONAL TERRITORIAL ZONES IN THE ABSHERON SYSTEM OF SETTLEMENTS

I. Isbatov
Azerbaijan University of Architecture and Construction
Baku, Azerbaijan
E-mail: *isbatov@mail.ru*

INTRODUCTION

One of the most common connections in group settlement systems, which is the Absheron system of populated areas, is the service of large urban concentrations of the population with short-term (weekly) and annual recreation. This function is of primary importance in areas with particularly valuable recreational natural, climatic and historical and cultural qualities.

MAIN PART

The flow of vacationers and tourists not only from neighboring cities and agglomerations, but the whole country, often from foreign countries, rushes into these areas. There are complex economic, functional and cultural relations between the local and visiting population, between local production and recreation, natural and cultural areas and resort areas. Such zones include the North Coast of Absheron.

In economic and social terms, the Absheron Economic and Geographical Region is the most highly developed region of the Republic of Azerbaijan. The islands of the Absheron and Baku archipelagos located in the Caspian Sea are also part of this region.

This region accounts for 70% of industrial production in the republic.In the economy of the region, the advantage is oil and gas production, oil processing, petrochemistry and chemistry, ferrous and non-ferrous metallurgy, energy, light and food industries. A powerful construction and transport complex, various branches of the service sector are concentrated here.

The Absheron region has a favorable economic and geographical position. The area's access to the Caspian Sea improves its transport links. The Absheron economic and geographical region covers the Absheron peninsula, the southern, central and northern Gobustan, as well as low mountains located on the southeast continuation of the Main Caucasus Range. The territory of the district is represented by plains, hilly ridges of foothills and low mountains.

The Absheron economic region has numerous reserves of natural resources. Among them, oil and gas deposits are of great economic importance, both on land and in the shelf zone of the Caspian Sea. The Absheron region for oil and gas production is the most important region of Azerbaijan. There are large reserves of building materials, especially cube-stone (Gyuzdek, Garadag, etc.), cement raw materials, limestone, and quartz sand. The special agroclimatic resources of the area allow the cultivation of such valuable southern plants as saffron, almonds, pistachios, figs, olives, and famous grape varieties. Based on the balneological riches of the Absheron Peninsula (the healing mud of Lake Masazyr, etc., the hot mineral springs of Shikhov and Surakhany, and the sunny marine climate of the Caspian Sea, fine sand of beaches, etc.), sanatoriums, balneological resorts, rest houses were built.

The northern coast of the Absheron Peninsula east of Sumgait plays the role of a health zone. Based on the available natural and balneological resources there are resort centres in Bilga, Buzovny, Pirshagi, Mardakany, and Shuvelan. These resorts are used not only by residents of Azerbaijan but also by guests coming from other countries.

With the acquisition of independence by Azerbaijan in the 90s of the 20th century, the role of the city of Baku and the Absheron economic and geographical region increased sharply. The city of Baku became the centre of the oil industry of world importance. The tasks of organizing recreation of the population and tourism become more important in the Republic of Azerbaijan due to the growing processes of urbanization, democratization and mass distribution of the customs of going on annual holidays, an increase in the material capabilities of the population, an increase in their free time. It becomes obvious that meeting the recreation needs should go not only through the construction of separate resort facilities but through a comprehensive recreational development of extensive areas, including historically established and new entities, multifunctional settlement systems combining recreational functions with agricultural, industrial and other functions. Recreation services on the Caspian Sea coast in the Absheron region should become the most

important, cost-effective industry, competitive in production activities that contribute to the economic activization of the region. Meetings and communication of the local and vacationing population will bring a noticeable socio-cultural effect, dissemination of advanced examples in everyday life, culture and spiritual needs. All these factors are reflected in the planning organization of the landscape and recreational areas of Absheron as integral or interacting elements of the Absheron settlement group system.

The functional basis of this organization is the integrated use of the total resources of the Absheron territory, the established development funds, labor resources, as well as landscape and historical and cultural values of the region for national and local recreation and the entire local economy, for the economic and socio-cultural development of the region.

The most important condition for achieving those objectives was the territorial separation of incompatible functions, particularly recreation and harmful industrial production while maintaining mutually beneficial links between their predominance zones (especially in the field of work as well as cultural services). The growth of cultural demands of the population of Azerbaijan led to the development of a wide system of cultural institutions in resorts and places of recreation, to their transformation sometimes into large art centers. Music festival halls, concert halls, exhibitions and scientific conferences attract not only tourists, not only professional artists but also broad segments of the population of nearby cities and towns. The cultural values of historical settlements serve not only the flow of tourists from outside - but also make up the pride of the resident population of the area. Based on these economic and social and cultural relations, active compositional relations of urbanized systems and landscape and recreational areas are formed. Their specific content varies according to the nature of the natural and geographical environment.

The most pronounced and intensively used recreational areas are the seaside territories of Absheron. Recreation functions are combined here with port farming, shipbuilding, fishing, specific coastal agriculture, as well as with industrial production of "deep" located cities and towns of the "second echelon." The Republic of Azerbaijan has carried out recreational and tourist development of the Caspian Sea coast, the development of which is still relatively extensive. The development of planning concepts and models for further rationalization of the Caspian coast is continuing.

The system of green spaces forming on the territory of Baku and other populated areas of Absheron is the result of a long evolution, expressed in the creation of squares, gardens, boulevards, parks and forest parks in the complex natural and climatic conditions of the South of the country. Especially the rapid pace of spatial expansion of the landscaping system is characteristic of the post-war period. The area of green spaces in Baku for the period 1945-1970 increased from 261 to 3125 hectares, that is, almost 12 times. During the same time, there was a doubling of the area of public green spaces for each resident of the capital of the republic. During this period, large green massifs were created outside the city of Baku - on the Bailov slopes, the Akhmedli plateau, the Balajar descent, green spaces on Absheron with an area of 1150 hectares, including 2900 hectares in the northern part of the peninsula.

Over the past decade, new green protection zones and forest parks have been created and old ones renovated.

The rapid development of the Baku - Absheron green space system has its explanation. Baku is the largest industrial centre where oil, gas and other industries pollute the airspace. This leads to increased attention to health work. In addition, rather complex natural conditions characterized by a long dry period, a semi-desert landscape with a lack of natural woody vegetation cause the need for active green construction.

Considerable work has been done to create conditions conducive to improved working conditions and a healthy rest at enterprises. To this end, the territories of industrial enterprises and complexes were intensively landscaped. The main roads of Absheron are landscaped, linking individual areas and villages by multi-row planting of trees. To create green massifs - uncomfortable lands (slopes, ravines, former landfills) were used. Moreover, all these places are planted mainly by conifers (for example, Sabail slopes, Balajar descent, etc.).

Another protective green barrier is created as a scenic parkway by clearing blocks of old low-rise development between Fizuli and Badalbeyli streets. These boulevards and protective green strips in combination with parks contribute to the improvement of microclimatic characteristics on the peninsula and thereby provide the necessary conditions for the life processes of the population of a large Baku urban agglomeration.

CONCLUSION

An important task in the renewal of gardens and parks is to preserve, to the greatest extent possible, the appearance of a garden or park that was developed during the period of maturity and full vegetation development. At the same time, it is important to reveal the creative idea of the original creators of the garden or park ensemble and to preserve the artistic continuity of the renovation of the park.

REFERENCES

1. Bokhari Yu.P., Kudryavtsev O.K. Planning structure of the modern city. Moscow: Literatureonconstruction, 1972, 160 p.
2. Bretanitsky L.S., Salamzade A.V. Architecture of Soviet Azerbaijan. Moscow: Literature on construction, 1973, 264 p.
3. Lavrov V.A. Reconstruction of large cities (a manual for designers), TsNIIPI on urban planning. Moscow: Literature on construction, 1972.
4. Nagiyev N.G. Modern urban planning of the Azerbaijan Republic. Baku: Educator printing house, 2011.
5. Nagiyev N.G., Huseynov F.M. History of architecture of Azerbaijan. Modern history of architecture of the Azerbaijan Republic. Baku: Sharg-Garb, 2013, 354 p.
6. Smolyar I.M. New cities (planning structure of cities of industrial and scientific-production profile). Moscow: Literature Publishing House for Construction, 1972, 184 p.
7. Fatullaev Sh.S. Urban planning and architecture of Azerbaijan in the 19th and early 20thcenturies. Leningrad: Stroyizdat, 1986, 456 p.

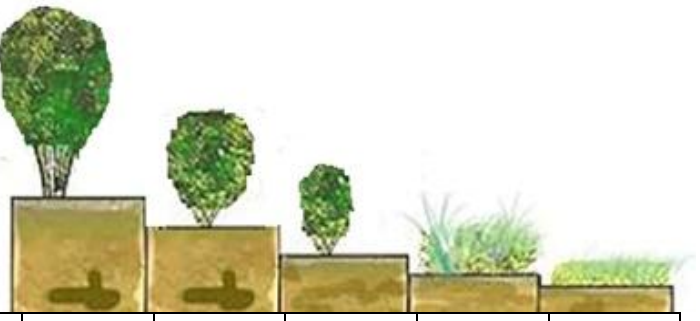
დაბალი მზიდი უნარის ბრტყელ გადახურვებზე მწვანე საფარის მოწყობის გამარტივებული ტექნოლოგია

ლ. იტრიაშვილი[1)], ი. ირემაშვილი[1)], ნ. მსხილაძე[2)], გ. კილურაძე[3)], ლ. ზაზაძე[2]

[1)] საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
თბილისი, საქართველო
[2)] საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
თბილისი, საქართველო
[3)] სტუდია 21
თბილისი, საქართველო
Email: **itriashvili@mail.ru, ingairema@yahoo.com**

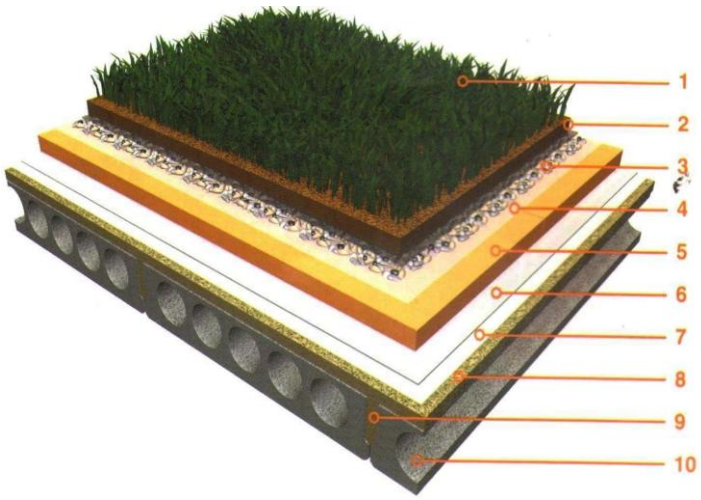
შესავალი

მსოფლიო გამოცდილება (აშშ, კანადა, გერმანია, ესპანეთი, ჩინეთი, ავსტრალია) გვიჩვენებს, რომ თანამედროვე არქიტექტურისა და სამშენებლო ტექნოლოგიის პერსპექტიულ მიმართულებას წარმოადგენს შენობების სახურავებზე მწვანე საფარების მოწყობა. ასეთი სახურავები, გარდა მათი ესთეტიკური, ეკოლოგიური და ენერგოდამზოგი თვისებებისა, გამოიყენება დასვენების ზონად. თუმცა ასეთი ზონების საფარები გამოირჩევიან სახურავზე მაღალი დატვირთვით (სისქისაგან დამოკიდებულებით 250 კგ/მ^2 - 1200 კგ/მ^2), ნახ. 1, რაც თხოულობს მაღალი ტვირთგამძლეობის მქონე სპეციალური კონსტრუქციის მოწყობას, და შესაბამისად, თვით შენობის შესაბამის კონსტრუქციებს. გარდა ამისა, ნებისმიერი ქალაქის შენობის სახურავების (განსაკუთრებით ძველი შენობის) უმრავლესობას გააჩნია დაბალი ტვირთგამძლეობა (80 კგ/მ^2 - 140 კგ/მ^2), რაც ფაქტობრივად გამორიცხავს მასზე მწვანე ზონების მოწყობას. არსებული მწვანე საფარისთვის განკუთვნილი კონსტრუქციები კი, ე.წ. სენდვიჩები წარმოადგენდნენ რთულ, მრავალფენოვან კონსტრუქციებს და გააჩნიათ საკმაოდ მაღალი წონა, რაც, უმეტეს შემთხვევაში, აფერხებს მათ გამოყენებას, ნახ. 2.



ფენის სისქე, სმ		80	60	30	20	15
დატვირთვა	კგ/მ^2	1200	900	450	350	250
	კნ/მ^2	11,8	8,8	4,4	3,4	2,5

ნახ. 1. დატვირთვა სახურავზე გრუნტის ფენის სხვადასხვა სისქისას



ნახ. 2. მწვანე საფარის კონსტრუქცია:
1 - მცენარეული საფარი გრუნტით; 2 - ფილტრაციული შრე, 3 - სადრენაჟე ფენა ხრეშისგან ფრაქციით 10-20 მმ; 4 - ფესვთა შემკავებელი ფენა; 5 - „პენოპლექსის“ ფილა; 6 - გამყოფი შრე; 7 - ჰიდროსაიზოლაციო საფარი; 8 - გამყოფი შრე; 9 - დახრის შემქმნელი ცემენტ-ქვიშის ფენა; 10 - რკინაბეტონის გადახურვის ფილა

ზემოთმოყვანილიდან გამომდინარე, რათა შესაძლებელი გახდეს მწვანე საფარის მოწყობა ყველა ტიპის სახურავზე, მეტად აქტუალურია ისეთი გრუნტის სუბსტრატების შერჩევა, რომლებიც მაქსიმალურად მცირე მოცულობით მასასთან (200 კგ/მ²) ერთად უზრუნველყოფენ საკმარის ფორიანობას, წყალშეკავებას, აერაციას, საკვები ნივთიერებების შემცველობას, დაბალ ჯდენას, გამოყენებას ყველა მცენარეთათვის, დაბალ ღირებულებას, დამზადების მარტივ ტექნოლოგიას და კონსტრუქციის მაქსიმალურ სიმარტივეს, ასევე მიზანშეწონილია, მწვანე სახურავების მოწყობისას ადგილობრივი მასალებისა და ენდემური ჯიშის მცენარეების გამოყენება, რაც საგრძნობლად გააიაფებს მათ ღირებულებას და ფუნქციონირების ხარისხს.

ძირითადი ნაწილი

ადგილობრივი მასალების ანალიზის შედეგად მწვანე საფარებისათვის მოსამზადებელი გრუნტის სუბსტრატისათვის შერჩეული იყო შავმიწა ნიადაგი (გურჯაანი), ტორფი (ფოთი) და პერლიტი (ფარავანი), რომლების მახასიათებლები მოყვანილია ცხრილში 1.

ცხრილი 1

ნიადაგური სუბსტანციის კომპონენტების წყალ-ფიზიკური მახასიათებლები

დასახელება	კუთრი მასა, კგ/მ³	მოცულო-ბითი მასა, კგ/მ³	ფორია-ნობა, %	ზღვრული წყალტევადობა		მინიმალური წყალტევადობა		გაჯერებ. კომპონენტის მასა, მყარი + წყალი, კგ/მ³	ჰუმუსის შემცვე-ლობა, კგ/მ³
				%	კგ/მ³	%	კგ/მ³		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
შავმიწა ნიადაგი (გურჯაანი)	2400	1200	50	42	420	31	370	1570	220
ტორფი (ფოთი)	1500	450	70	90	400	80	360	810	200
პერლიტი - ფრაქცია 0,63 – 1,25 მმ (ფარავანი)	2360	47	96 შიდა ფორების გარეშე	120	340	49	25	72	-
				შიდა ფორიანობის ჩათვლით					

შავმიწა ნიადაგი

შავმიწა ნიადაგი უდავოდ წარმოადგენს საუკეთესო სუბსტანციას მცენარეთა განვითარებისათვის, რადგან შეიცავს დიდი რაოდენობით ჰუმუსს, გამოირჩევა წყლის საკმარისი მარაგით (აქვს წყლის აკუმულირების კარგი უნარი), კარგი ფილტრაციით, დაბალი ჯდენით და კარგი წყალ-ჰაერის რეჟიმით, მაგრამ მისი გამოყენება მწვანე სახურავებისათვის ფერხდება ძალიან მაღალი მოცულობითი მასის (არანაკლები 1,2 ტ/მ^2 1 მეტრიანი შრისათვის, 0,5 ტ/მ^2 - 0,5 მეტრიანი შრისათვის და 0,3 ტ/მ^2 0,25 მეტრიანი შრისათვის) გამო.

ტორფი

ტორფი წარმოადგენს საუკეთესო სუბსტრაქტს მცენარეთათვის. მას გააჩნია კარგი წყალ-ჰაერის რეჟიმი, წყლის აკუმულირების კარგი უნარი, ჰუმუსის მაღალი შემცველობა, დაშლის პროცესში გამოყოფს ნახშირორჟანგს, რომელიც აუცილებელია მცენარეთა ზრდა-განვითარებისათვის. გარდა ამისა, ტორფი შეიცავს მცენარეთათვის საჭირო სამშენებლო კომპონენტებს და ბიოკატალიზატორებს, რომლებიც არეგულირებენ მეტაბოლიზმის პროცესებს, რაც დადებითად მოქმედებს სტრესულ სიტუაციებში (წყლის ჭარბი რაოდენობა ან უკმარისობა). მართალია, ტორფი გამოირჩევა დაბალი მოცულობითი მასით - 0,4 ტ/მ^3, მაგრამ მისი სუფთა სახით გამოყენება ფერხდება იმით, რომ მას გააჩნია მაღალი დატკეპნის უნარი, რის შედეგადაც უარესდება მისი წყალ-ფიზიკური მახასიათებლები, წყალთან ურთიერთობისას კი მიმდინარეობს გაჯირჯვება და, შესაბამისად, მოცულობის ზრდა.

პერლიტი

პერლიტი წარმოადგენს ბიოლოგიურად სუფთა ნივთიერებას, რის გამოც ეფექტურად გამოიყენება მცენარეთა ავადმყოფობებისა და მავნებლების წინააღმდეგ. აგრეთვე შეუცვლელია დატკეპნილი ნიადაგებისათვის, სადაც ვერ ვითარდებიან სუსტი ფესვთა სისტემის მქონე მცენარეები. მას შეუძლია წყლის დიდი რაოდენობის შეკავება და მცენარეთათვის შემდგომი კვება, მაგრამ პერლიტი ხასიათდება PH ნეიტრალური რეაქციით, რის გამოც მისი გამოყენება სუფთა სახით არასასურველია, რადგანაც შესაძლებელია მჟავიანობის აწევა. რაც არასასურველია მცენარეთა უმრავლესობისათვის. გარდა ამისა, პერლიტი საკმაოდ ძვირია, რაც ასევე აფერხებს მის სუფთა სახით გამოყენებას.

მისი ქიმიური შემადგენლობაა:

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	SO_3	Na_2O	K_2O	H_2O
73.28	12.93	0.92	0.13	0.68	0.23	0.00	4.18	3.00	3.66

გამომდინარე ზემოთქმულიდან, რენტაბელურია არსებული ნედლეულისაგან ისეთი სუბსტრატის შექმნა, რომელშიც გაერთიანებული იქნება კომპონენტების დადებითი მხარეები და მინიმუმამდე იქნება დაყვანილი უარყოფითი.

ამ მიზნით განხორციელდა კვლევები სხვადასხვა შემცველობის სუბსტრაქტის თვისებების დასადგენად და ოპტიმალური შემადგენლობის შესარჩევად. კვლევის შედეგები მოყვანილია ცხრილში 2.

ცხრილი 2

ნიადაგური სუბსტანციის წყალ-ფიზიკური მახასიათებლები კომპონენტების შემცველობის მიხედვით

კომპონენტების შემცველობა, %			მოცულობითი მასა, კგ/მ³	ჰუმუსის შემცველობა, კგ/მ³	ფორიანობა, %	მინიმალური წყალტევადობა, კგ/მ³	გაჯერებული სუბსტანციის მასა (მყარი + წყალი), კგ/მ³	აერაცია, %
შავმიწა ნიადაგი	ტორფი	პერლიტი						
1	2	3	4	5	6	7	8	9
80	10	20	1200	196	57	360	1560	20,7
70	15	15	1028	184	60	334	1362	19,8
60	20	20	829	172	63	299	1120	19,5
50	25	25	724	160	66	281	1005	19,0
40	30	30	629	148	70	263	892	19,0
30	35	35	534	136	73	246	700	19,0
20	40	40	439	124	76	228	667	16,0
	80	20	370	160	73	293	663	43
	70	30	330	140	81	260	590	55
	60	40	290	120	84	226	516	61
	50	50	250	100	87	192	442	68
	40	60	210	80	90	160	370	74
	30	70	167	60	93	132	327	79

როგორც ცხრილი 2-დან ჩანს:

1. სამკომპონენტიან (შავმიწა ნიადაგი, ტორფი, პერლიტი) სუბსტრატში ტორფისა და პერლიტის შემცველობის ზრდასთან ერთად მნიშვნელოვნად მცირდება მისი წონა როგორც მშრალ (1200 კგ/მ³-დან 439 კგ/მ³-მდე), ისე ტენიან (1560 კგ/მ³-დან 667 კგ/მ³-მდე) მდგომარეობაში, რაც მნიშვნელოვნად ამცირებს სახურავზე დაწოლას. ამავე დროს, სუბსტრატი შეიცავს საკმარის მოცულობას, პროდუქტიულ წყალს (360 კგ/მ³-დან 228 კგ/მ³-მდე), ინარჩუნებს საკმარის აერაციას (20,7%-დან 16%-მდე) და ჰუმუსის შემცველობას (196 კგ/მ³-დან 127 კგ/მ³-მდე), რაც უზრუნველყოფს მცენარისათვის საჭირო წყალ-ჰაერისა და კვების ხელსაყრელ პირობებს.

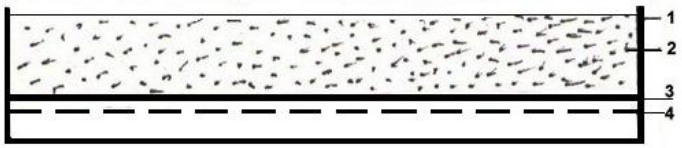
   მიღებული მონაცემების ანალიზის საფუძველზე შერჩეულია სუბსტრატის ოპტიმალური შემადგენლობა: შავმიწა ნიადაგი - 30 %, ტორფი - 35 %, პერლიტი - 35 %, რომელიც 30 სმ სისქის სუბსტრატის შემთხვევაში უზრუნველყოფს: დაწოლას სახურავზე - 160 კგ/მ²-ზე, ფორიანობას - 37%-ს, აერაციას - 19%-ს, ჰუმუსს - 40 კგ-ს, მცენარისათვის პროდუქტიულ წყალს - 70 კგ-ს, ანუ 70 ლ-ს.
2. ორკომპონენტიანი სუბსტრატის (ტორფი, პერლიტი) კომპონენტების ნებისმიერი შემცველობა აგრეთვე უზრუნველყოფს მის დაბალ წონას და, შესაბამისად, დაწოლას სახურავზე, ასევე ოპტიმალურ პირობებს მცენარეთა ზრდა-განვითარებისათვის.

მიღებული მონაცემების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ სუბსტრატის საუკეთესო მაჩვენებლები მიიღება კომბინაციების შემდეგი შემცველობის პირობებში:

ტორფი - პერლიტი 30-70, 50-50. 40-60, რომლებსაც აქვთ შემდეგი მახასიათებლები: წონა 290 ÷ 210 კგ/მ³, ფორიანობა 84 ÷ 90%, ჰუმუსი 120-80 კგ/მ³, პროდუქტიული წყალი - 226 – 160 კგ/მ³, აერაცია - 61-74%, სუბსტრატის 50 სმ სისქისას წონა მერყეობს 145 – 105 კგ/მ², 30 სმ სისქისას კი - 75 -70 კგ/მ².

თუ ფესვთა სისტემის განვითარება გვინდა, მაგ. ყვავილოვანი მცენარეებისთვის - ვარდები...), მაშინ საჭიროა 20-30 სმ შრე, ბალახოვანისთვის (ხვიარა ან მცირე ზომის) - 10-20 სმ სუბსტრატის შრე საკმარისია, ხოლო ბუჩქოვანისთვის - 50 სმ-მდე.

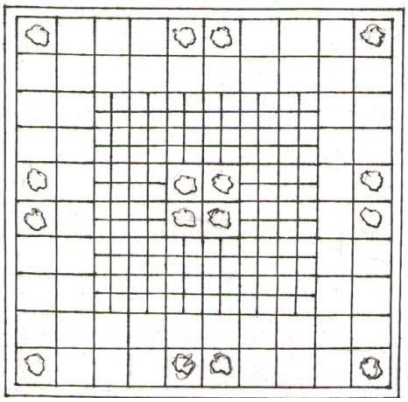
მწვანე სახურავების მოწყობის გამარტივებისა და გაიაფების მიზნით შემუშავებული და შემოთავაზებულია მცენარეთა დარგვის გადასატანი კასეტური სისტემა (ნახ. 3, 4).



ნახ. 3. კასეტური კონსტრუქციის სქემა: 1 - კასეტა; 2 - ფრუნტი; 3 - წვრილფოროვანი მემბრანა - ბარიერი მცენარეული საფარისთვის (გეოტექსტილი); 4 - ბადე

ნახ. 4. პლასტმასის კასეტის ანაკრები კონსტრუქციის საერთო ხედი

ასეთი სისტემა, გარდა სიმსუბუქისა, საშუალებას იძლევა გამოვრიცხოთ სახურავის დამატებითი ჰიდროიზოლაციის მოწყობა და მოვახდინოთ მწვანე საფარის ნებისმიერი დიზაინური გადაწყვეტა (ნახ. 5).



- ბუჩქნარი ან დაბალტანიანი ხეები
- ყვავილოვან-ბალახოვანი საფარი
- მოედანი

ნახ. 5. კასეტის ანაკრები კონსტრუქციის მწვანე საფარის სქემა

ბუნებრივია, რომ მცენარეთა შერჩევისას უპირატესობა უნდა მიეცეს ენდემურ ჯიშებს, რომლებიც ადაპტირებულია ადგილობრივ კლიმატურ პირობებთან და აქვთ ჰორიზონტალური ფესვთა სისტემა.

დაკვნა

ამრიგად, შერჩეული სუბსტრატები გამოირჩევიან დაბალი წონით, წყლის აკუმულირებით და შენახვით, პრაქტიკულად ჯდენის (დატკეპნის) უქონლობით, ჰუმუსის მაღალი შემცველობით, კარგი წყალგამტარობითა და მცენარეთათვის ხელსაყრელი წყალ-ჰაერის რეჟიმით.

სუბსტრატის დამზადების ტექნოლოგია მარტივია და ხორციელდება კომპონენტების ერთმანეთში მექანიკური შერევის გზით.

შემოთავაზებული მწვანე სახურავების მოწყობის მსუბუქი, გამარტივებული კასეტური კონსტრუქცია მათი განლაგების მრავალი ვარიანტების საშუალებას იძლევა მზიდი გადახურვისა და სხვადასხვა დიზაინური განლაგების გათვალისწინებით.

მიღებული შედეგები შეიძლება შემოთავაზებული იყოს პრაქტიკაში გამოყენებისთვის, განსაკუთრებით ქ. თბილისისათვის, სადაც არის ძველი განაშენიანების დაბალი მზიდი უნარის მქონე უამრავი ბრტყელი გადახურვა.

ლიტერატურა

1. Toronto Green Roof Construction Standard – http://www6.mississauga.ca/onlinemaps/planbldg/MUDR/Toronto%20-20Green%20Standards.pdf.
2. Lstiburek W.I., Seeing Red Over Green Roofs// ASHRAE, 2011.
3. Езугбая З.А., Иремашвили И.Р. Зелёное покрытие как экологически чистая и энергоэффективная технология в строительстве. Сборник научных трудов №70 Института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава Грузинского технического университета, 2015 г., Тбилиси, стр. 56-60.
4. Езугбая З.А., Иремашвили И.Р., Мсхиладзе Н.Г., Чеишвили Ш.Н. Улучшение экологического состояния в городах грузии путем устройства зеленых покрытий на крышах зданий и сооружений. V международная научно-техническая конференция “Современные проблемы водного хозяйства, охраны окружающей среды, архитектуры и строительства”. Сборник научных трудов. 2015 г., Тбилиси, стр.73-85.
5. Ефимов В.Н. Торфяные почвы. Россельхозиздат, М., 1980, 120 с.
6. Итриашвили Л.А. Целевое управление свойствами грунтов. Монография, «Мецниереба», Тбилиси, 2005, 326 с.
7. Езугбая З.А., Итриашвили Л.А., Иремашвили И.Р. Упращенная технология устройства зеленой кровли с использованием нового состава почво-грунтов. VI международная научно-техническая конференция “Современные проблемы водного хозяйства, охраны окружающей среды, архитектуры и строительства”. Сборник научных трудов. 2016 г., Тбилиси, стр.52-56.
8. Езугбая З.А., Итриашвили Л.А., Иремашвили И.Р. Технология устройства зеленой кровли для плоских перекрытий г. Тбилиси. Сборник научных трудов №71 Института водного хозяйства им. Ц. Мирцхулава Грузинского технического университета, 2016 г., Тбилиси, стр.32-37.
9. Итриашвили Л.А., Иремашвили И. Р., Уйма А. Устройство зелёной кровли на перекрытиях с малой несущей способностью. XIV International Scientific-Technical onference Constructions of Optimized Energy Potential, Energy Saving Materials and Technologies.Czestochowa University of Technology. Coll. Papers #2 (20) 2017, pp. 121-128.
10. Исследование перлитов Украины, Греции, Турции, Армении и Грузии. ДСТУ БВ. 2.7-157-2011.

წყლის მაქსიმალური ხარჯების გაანგარიშება ერთეულოვანი ჰიდროგრაფის მეთოდით

მ. კიკაბიძე, ჯ. ფანჩულიძე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
თბილისი, საქართველო
E-mail: maiakikabidze@ok.ru

შესავალი

მრავალი წელი მიმდინარეობდა კვლევები ჰიდროგრაფის ანგარიშის მეთოდების დასახვეწად. მეთოდიკა ეფუძნებოდა ჩამონადენის გენეტიკურ ფორმულას. ეს მეთოდები შეიძლება გაერთიანდეს ერთი საერთო დასახელების ქვეშ - ჩამონადენის ჰიდროგრაფების ანგარიში ტალღის გარბენის ერთნაირ დროთა შემომსაზღვრელი მრუდების საშუალებით. ცალკეულ შემთხვევაში ეს მეთოდებია: ელემენტარული წყალდიდობის მეთოდი (ერთეულოვანი ჰიდროგრაფის მეთოდი), იზოქრონების მეთოდი და ტალღის გარბენის ერთნაირ დროთა შემომსაზღვრელი მრუდების მეთოდი.

ძირითადი ნაწილი

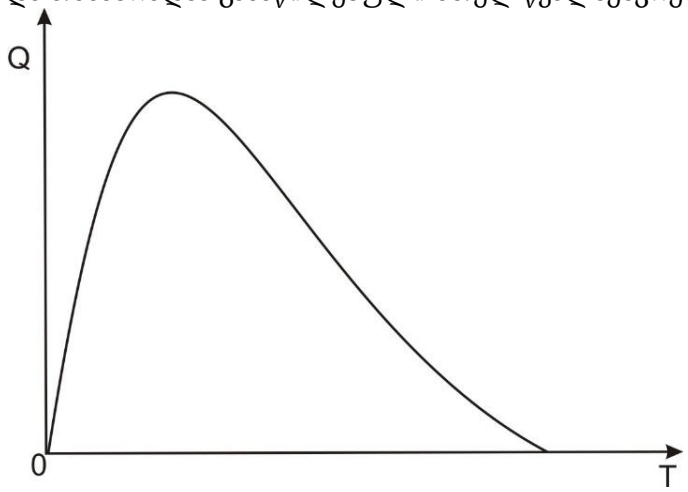
წყალდიდობის ტალღის გარბენის ერთნაირ დროთა ამსახველი (შემაერთებელი) მრუდების მეთოდი საფუძვლად დაედო ჩამონადენის გენეტიკურ ფორმულას და აიწერება დიუამელის ინტეგრალით, რომელსაც აქვს შემდეგი სახე;

$$Q_t = \int_0^t h_{t-\tau} f_\tau d\tau \quad (1)$$

სადაც h_t ნალექებია, თანაბრად მოსული მთელ აუზზე t დროში.

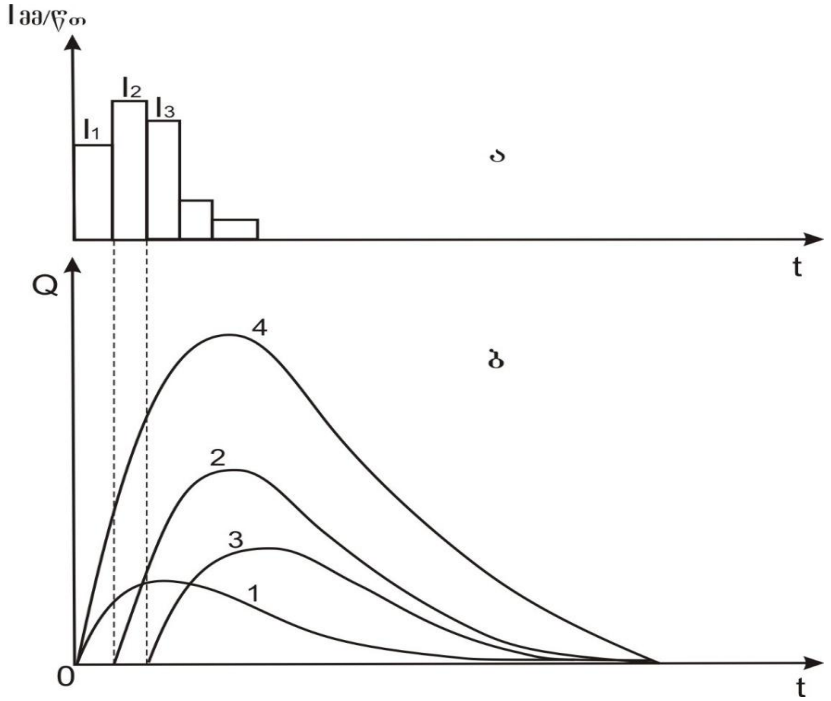
f_τ - ერთეულოვანი (ელემენტარული) ფართობებიდან ჩამონადენის ამსახველი მრუდი.

ელემენტარული ერთეულოვანი ჰიდროგრაფი (ნახ.1) წარმოადგენს მრუდს, რომელიც მხოლოდ მოცემული ნაკადისთვისაა დამახასიათებელი. ეს არის წყლის ხარჯის დროში ცვლილების რეაქცია ელემენტარული (ერთეულოვანი) წვიმის მიმართ, რომელიც ფართობზე მოვიდა მუდმივი ინტენსივობით, მცირე ხანგრძლივობით, მაქსიმალური კონცენტრაციის (T) დროსთან შედარებით და თანაბრადაა განაწილებული მთელ წყალშემკრებ აუზზე (ნახ. 1).



ნახ.1. ელემენტარული ჰიდროგრაფი

თვალსაჩინოებისათვის განვიხილოთ წვიმის ინტენსივობის დროში მსვლელობის გრაფიკი (პლუვიოგრამა) საფეხურებრივი (ინტერვალებად დაყოფილი) სახით (ნახ. 2). პლუვიოგრამა დავყოთ ელემენტარულ თავსხმებად მუდმივი ინტენსივობით და ერთნაირი მცირე ხანგრძლივობით (t), რომელიც კონცენტრაციის დროსთან (T) შედარებით უმნიშვნელოა.



ნახ.2. წვიმის პლუვიოგრამა (ა) და შესაბამისი ჩამონადენის ჰიდროგრაფი (ბ)

აღვნიშნოთ:

I_1, I_2, I_3 - ერთმანეთის მიმყოლი ინტენსივობებია;

i_1, i_2, i_3 – „ეფექტური“ ინტენსივობებია, რომელიც ფაქტობრივად იწვევს ჩამონადენს, ე.ი. $i_1 = I_1 \cdot \alpha$; $i_2 = I_2 \cdot \alpha$; $i_3 = I_3 \cdot \alpha$, სადაც α ნალექების დანაკარგია, ჩამონადენის კოეფიციენტის სახით ($\alpha = 1 - \mu$). მაშინ I_1 ინტენსივობის ნალექებს შეესატყვისება ჩამონადენი, რომელიც ნახაზზე წარმოდგენილია 1 ჰიდროგრაფით (ნახ.2). იგი აიგება I_1 ინტენსივობის ერთეულოვანი წვიმის შედეგად მიღებული წყლის ეფექტური ფენის h-ის ყველა ორდინატის $i_1 t$-ზე გამრავლების გზით. ჩამონადენი იწყება იმ მომენტიდან, როდესაც იწყება წვიმა I_1 ინტენსივობით.

ჩამონადენის ჰიდროგრაფ 1-ს „დაედება“ ჰიდროგრაფი 2, I_2 ინტენსივობის თავსხმა წვიმის დამთავრების მომენტიდან.

ჰიდროგრაფი 2 აიგება ყველა ორდინატის $i_2 t$-ზე გამრავლებით. მისი დასაწყისი 1 ჰიდროგრაფის დაწყებას დროში ჩამორჩება t ინტერვალით, რომელიც ტოლია I_1 და I_2 ინტენსივობების დასაწყისთა შორის დროის სხვაობისა.

ანალოგიურად, ნალექები I_3 ინტენსივობით წარმოქმნიან ჰიდროგრაფ 3-ს, დაცილებულს ჰიდროგრაფ 2-საგან დროის ინტერვალით, რომელიც I_2 და I_3 ინტენსივობების დასაწყისებს შორისაა.

წყლის ხარჯი ნებისმიერი მომენტისათვის, რომელიც ჯამურ ნალექს შეესატყვისება (ე.ი. შედგება ელემენტარული თავსხმებისაგან ინტენსივობებით I_1, $I_2 I_3$), წარმოადგენს წყლის ხარჯების ჯამს, გამოწვეულს 1, 2, 3 თავსხმა წვიმებისაგან (ნახ. 2 (ა) და (ბ)).

ყოველივე აღნიშნული ანალიზურად შეიძლება გამოსახული იქნეს შემდეგი სახით: თუ აღვნიშნავთ t დროის მომენტისათვის ჰიდროგრაფის ორდინატას h_1-ით, h_2-ით იმავეს$2t$ მომენტისათვის, h_3-ით $3t$ მომენტისათვის და ა.შ., h_n-ით nt მომენტისათვის, მაშინ t, $2t$, $3t$, nt მომენტებისათვის შეგვიძლია დავწეროთ:

$$t - q_1 = i_1 h_1 t$$
$$2t - q_2 = (i_1 h_2 + i_2 h_1)t,$$
$$3t - q_3 = (i_1 h_3 + i_2 h_2 + i_3 h_1)t,$$
$$nt - q_n = (i_1 h_n + i_2 h_{n-1} + \cdots + i_1 h_1)t.$$

საერთო შემთხვევისათვის, როდესაც თავსხმა წვიმის ინტენსივობა i უწყვეტად ცვალებადია τ დროის განმავლობაში, შედეგობრივ ჰიდროგრაფის განტოლებას ექნება სახე:

$$q_t = \sum_{\tau=0}^{\tau=t} h(t-\tau)i(\tau) = \int_{\tau=0}^{\tau=t} h(t-\tau)i(\tau)d\tau \qquad (2)$$

სადაც q_t წყლის ხარჯია (t მომენტისათვის შესატყვისი);

$h(t-\tau)$ - ელემენტარული ჰიდროგრაფის ორდინატა $(t-\tau)$ მომენტისათვის;

$i(\tau)$- წვიმის ინტენსივობა τ მომენტში.

წყლის ხარჯი სხვადასხვა t მომენტისათვის განისაზღვრება iht ნამრავლით, t დროის ინტერვალის მუდმივობის გათვალისწინებით, ე.ი. უდიდეს მნიშვნელობას q_t მიაღწევს მაშინ, როდესაც $i \cdot h$ ნამრავლი იქნება უდიდესი.

ერთეულოვანი ჰიდროგრაფის უფრო გაადვილებულად წარმოსახვა შესაძლებელია იზოქრონების თეორიაზე დაყრდნობით, რომელიც წყალდიდეობის ფორმირების პროცესს აღწერს, როგორც ცალკეული წყალშემკრები და ერთნაირი გარბენის დროის მქონე წყლის მოცულობების შეჯამების პროცესს.

მოცემულ საკითხთან დაკავშირებით სპეციალურ ლიტერატურაში აღნიშნულია, რომ „ერთეულოვანი ჰიდროგრაფის მეთოდი უშუალო კავშირშია იზოქრონების თეორიასთან და ბევრი სირთულე, რომელიც დაკავშირებულია მის პრაქტიკულ განხორციელებასთან, შესაძლებელია განისაზღვროს „იზოქრონების თეორიის პოზიციებიდან გამომდინარე“ [1].

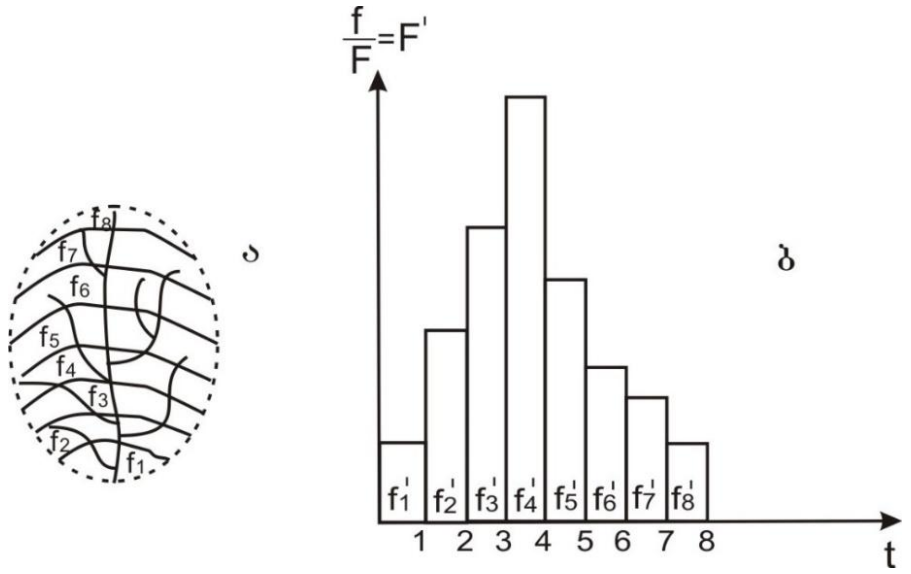
ზედაპირული ჩამონადენის ფორმირებაში წყლის გარბენისას წყალშემკრები ფართის ზედაპირიდან წყლის ჩამოდინების (t) დროს უმნიშვნელოვანესი როლი ენიჭება. კერძოდ, ჩამოდინების პროცესში წყალშემკრების ბოლო კვეთში ხდება იმ წყლის ხარჯების შეჯამება, რომლებიც ერთდროულად შემოედინებიან წყალშემკრები აუზის სხვადასხვა ნაწილებიდან.

აქედან გამომდინარე, ნებისმიერი წყალშემკრებისათვის წყლის გარბენის დროთა სქემატური გამოსახვისათვის, ჩვეულებრივ, ვხელმძღვანელობთ იზოქრონების პრინციპით - ნებისმიერი წყალშემკრების რუკაზე გამოვყოთ აუზის ცალკე (კერძო) ერთეულოვანი ფართობები $f_1, f_2, f_3 \dots f_\tau$, რომლებიც შემოსაზღვრულია წყლის მასის გარბენის ერთნაირ დროთა შემაერთებელი ხაზებით [ნახ.3 (ა); (ბ)]. წყლის ხარჯი ყოველ ერთეულოვან დროში ფორმირდება არა ცალკეული წყლის მოცულობების შეჯამებით, რომლებიც ცალკეული, ერთეულოვანი წყალშემკრებებიდან ჩამოედინება, არამედ ცალკეული წყალშემკრებებიდან f_1, f_2, $f_3 \dots f_n$, კვეთში მუდმივად შემოდენილი, ამ ფართობებზე მოსული „ერთეულოვანი“ ნალექებისაგან (h_0);

ე.ი. $Q_1 = h_0 f_1, Q_2 = h_0 f_2,$

.....

$Q_\tau = h_0 f_\tau$



ნახ. 3. ა) აუზზე წყლის მასის გარბენის ერთნაირ დროთა შემაერთებელი ხაზები; ბ) ერთეულოვანი ჩამონადენების ფართობთა განაწილების გრაფიკი f_τ

საიდანაც გამომდინარეობს, რომ:

$$\frac{Q_t}{\sum Q} = \frac{h_0 f_\tau}{h_0 F} = \frac{f_\tau}{F} \tag{3}$$

ე.ი. ერთეულოვანი ნალექებით გამოწვეული წყალდიდობის ჰიდროგრაფის ორდინატა შეესაბამება ერთეულოვანი ფართობების განაწილების მრუდის ორდინატას, ანუ ე.წ. გარბენის მრუდს $\frac{f_\tau}{F}$, რომელიც გამოსახულია ფარდობითი მნიშვნელობით წყალშემკრები აუზის ფართის F-ის მიმართ. მაგრამ, როგორც ჩვეულებრივ ბუნებაში ხდება, დროის ერთეულში მოსული „ერთეულოვანი“ წვიმების ინტენსივობები $h_1, h_2, h_3, \dots h_t$ერთმანეთის ტოლი არ არიან. ზემოაღნიშნულის ანალოგიურად, შეიძლება დავწეროთ, რომ წყლის ხარჯი პირველ დროის ერთეულში ტოლი იქნება

$$Q_1 = f_1 h_1$$

დროის მეორე ერთეულის ბოლოსათვის პირველი წვიმის ნალექების მოცულობა h_1 მოვა მეორე ელემენტარული წყალშემკრები ფართიდან f_2, ხოლო მეორე - h_2 ინტენსივობის ნალექების მოცულობა - პირველი ელემენტარული წყალშემკრები ფართიდან f_1.

ამრიგად,

$$Q_2 = h_1 f_2 + h_2 f_1$$

t დროის ერთეულის ბოლოსათვის

$$Q_t = h_1 f_t + h_2 f_{t-1} + \cdots + h_t f_1,$$

$$\text{ე.ი. } Q_t = \sum_{\tau=0}^{\tau=t} h_{t-\tau} f_\tau \tag{4}$$

მიღებულ ანალიზურ გამოსახულებას ეწოდება ჩამონადენის გენეტიკური ფორმულა, სადაც Q_t წყლის ხარჯია t მომენტში; $h_{t-\tau}$ - ნალექების ფენა, დანაკარგების გამოკლებით; τ - წყლის მასის გარბენის მაქსიმალური დრო - წყალშემკრები აუზის ყველაზე დაცილებული წერტილიდან საანგარიშო კვეთამდე, ანუ ჩამონადენის კონცენტრაციის დრო; f_τ - ერთეულოვანი წყალშემკრებების ფართობებია, რომლებიც მოთავსებულია იზოქრონებს შორის.

საკვლევი ფართობის სიგრძე, რომელსაც S-ით აღვნიშნავთ, შესართავ კვეთში წყლის ჩამოდინების მომენტიდან იწყებს ზრდას ამ კვეთიდან დაწყებული ფერდობისაკენ (წყალგამყოფისაკენ ან ზემოთ განლაგებული შემკრები არხისაკენ), ანუ წყლის დინების

მიმართულებით აღებული OX ღერძის საპირისპირო მიმართულებით (ნახ.4), სიგრძე S შეიძლება განისაზღვროს იმ თვალსაზრისით, რომ წყლის ხვედრითი ხარჯი შესართავ კვეთში $q(l;t)$ ტოლი უნდა იყოს $S \cdot 1$ მ^2 ფართობიდან ჩამოდენილი წყლის ხარჯის, ე.ი. ადგილი უნდა ჰქონდეს ტოლობას:

$$q(l;t) = S \cdot 1\,(P-K) = S\alpha P,$$

საიდანაც შეიძლება განისაზღვროს S

$$S = \frac{q(l,t)}{P-K} \tag{5}$$

ამ გამოსახულებაში თუ შევიტანთ $q(l;t)$-ს მნიშვნელობას,

$$q(l;t) = C_0\left[\frac{P-K}{\nu+1}t\right]^{\nu+1} = C_0\left[\frac{\alpha P}{\nu+1}\right]^{\nu+1} t^{\nu+1} = \frac{C_0}{(\nu+1)^{\nu+1}}(\alpha p)^{\nu}t^{\nu+1} \tag{6}$$

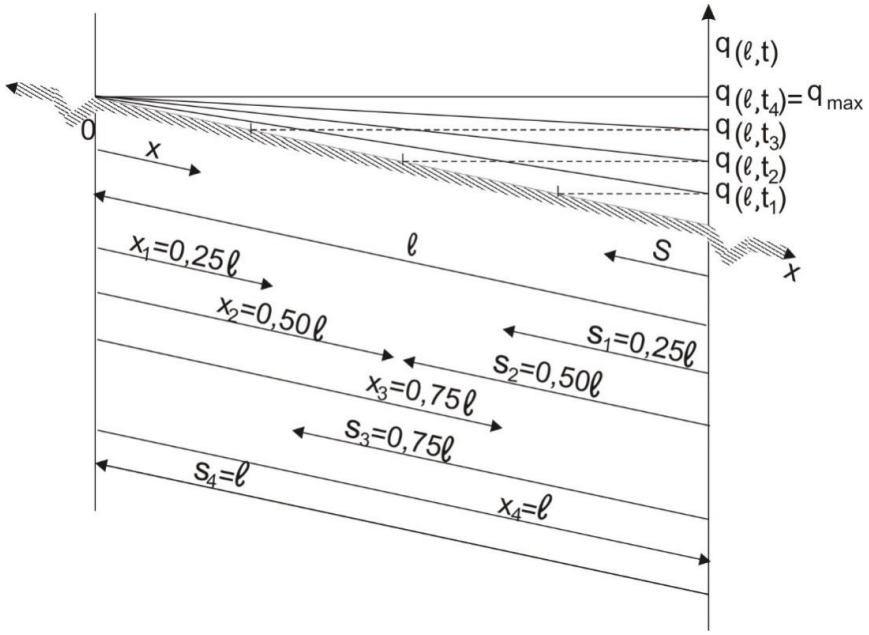
მაშინ საბოლოოდ მივიღებთ:

$$S = \frac{q(l,t)}{P-K} = \frac{C_0}{P-K}\left[\frac{P-K}{\nu+1}t\right]^{\nu+1} = \frac{C_0}{\alpha P}\left[\frac{\alpha P}{\nu+1}\right]^{\nu+1} t^{\nu+1} = \frac{C_0}{(\nu+1)^{\nu+1}}(\alpha P)^{\nu}t^{\nu+1} \tag{7}$$

სადაც $C_0 = \frac{1}{n}i^{0,5}$ ასახავს კალაპოტის ხორკლიანობას;

ν - ხარისხის მაჩვენებელი და მოძრაობის რეჟიმის მიხედვით (ლამინარული, ტურბულენტური) მერყეობს $\frac{1}{3} \div 2$.

ე.ი. მივიღეთ მოქმედი ფართობის სიგრძის ზრდის კანონი დროის მიხედვით, რომელიც სავსებით ანალოგიურია თეორიაში მიღებული $x = x(t)$ დამოკიდებულების. მაშასადამე, მოქმედი ფართობის ზრდის სიჩქარე წყალგამყოფისაკენ წყლის დინების საწინააღმდეგო მიმართულებით ისეთივე კანონით გამოისახება, როგორითაც გამოისახება ზედაპირული ჩამონადენის სიჩქარე წყალგამყოფიდან შესართავისაკენ წყლის დინების მიმართულებით. ეს იმას ნიშნავს, რომ თუ ჩამონადენის წარმოქმნის მომენტიდან რაღაც t_1 დროში ნაკადმა წყალგამყოფიდან $(x = 0)$ შესართავისაკენ განვლო $x_1 = 0{,}25l$ მანძილი, მაშინ იმავე t_1 დროში პირუკუ მიმართულებით - შესართავიდან წყალგამყოფისაკენ მოქმედი ფართობის სიგრძე გაიზრდება $S = 0$ -დან $S = 0{,}25l$-მდე. ანალოგიურად გვექნება მაგალითად t_2 დროში $x_2 = 0{,}50l$ და $S_2 = 0{,}50l$. t_3 დროში $x_3 = 0{,}75l$ და $S_3 = 0{,}75l$. $t_4 = t_l$ დროში $x_4 = l$ და $S_4 = l$. (ნახ.4)



ნახ. 4. ზედაპირული ჩამონადენის მატებისა და შესაბამისი მოქმედი ფართობის ზრდის სქემა

მიღებული S-ის გამოსახულებაში შემავალი t წარმოადგენს არა მარტო იმ დროს, რომლის განმავლობაშიც მოქმედი ფართობის სიგრძე იზრდება შესართავიდან წყალგამყოფისაკენ 0-დან S-მდე, არამედ იმ დროსაც, რომელსაც უნდება ზედაპირული ჩამონადენი S მანძილის გავლისას და შესართავამდე ჩაღწევისას $(S = \bar{V} \cdot t; t = S : \bar{V})$. ამ დროს უწოდებენ „ტალღის გარბენის დროს“, რომელსაც t_s-ით აღვნიშნავთ. იგი განისაზღვრება S-ის გამოსახულებიდან

$$t = t_s = \frac{(\nu+1)S^{\frac{1}{\nu+1}}}{C_0^{\frac{1}{\nu+1}}(P-K)^{\frac{\nu}{\nu+1}}} = \frac{(\nu+1)S^{\frac{1}{\nu+1}}}{C_0^{\frac{1}{\nu+1}}(\alpha P)^{\frac{\nu}{\nu+1}}} \qquad (8)$$

მოცემული ფორმულაც სავსებით ანალოგიურია t_x-ის საანგარიშო ფორმულის, მაგრამ შინაარსობრივად მათ შორის პრინციპული განსხვავებაა. t_x არის x მანძილის გარბენის დრო წყალგამყოფიდან რაიმე N წერილამდე, ხოლო t_s კი - რაიმე წერტილიდან შესართავამდე S მანძილის გარბენის დრო. თუ $X = S$, მაშინ $t_x = t_s$.

დასკვნა

მიღებული S (7) და $t_s(8)$ გამოსახულებების საფუძველზე შესაძლებელია წყალშემკრები აუზის ტოპოგრაფიულ რუკაზე გატარებული იქნეს ერთნაირი t_s-ის ($t_s = 1$ სთ, $t_s = 2$ სთ და ა.შ.) გამომსახველი ხაზები (მრუდები) ანუ იზოქრონები. ყოველ იზოქრონზე ეწერება მისგან შესართავამდე S მანძილის გარბენის დრო t_s, ხოლო თვით S მანძილები გადაიზომება მოცემული იზოქრონიდან შესართავამდე იზოჰიფსების პერპენდიკულარულად. თითოეული იზოქრონით შემოსაზღვრული ფართობი წარმოადგენს მოქმედ ფართობს - ω, ხოლო მისი ნამრავლი αP-ზე კი იქნება წყლის ხარჯი ($q = \omega_\partial \alpha P$ შესართავ კვეთში. ამგვარად, ყოველი t_s-ის შესაბამისი მოქმედი ფართობების განსაზღვრის საფუძველზე შეიძლება აიგოს წყლის ჩამოდინების პროგნოზული ჰიდროგრაფი $Q = \sum q(l,t)$ შესართავი კვეთისათვის.

ლიტერატურა

1. ტუღუში გ., ფანჩულიძე ჯ., ტუღუში პ. ატმოსფერული ნალექების ზედაპირული ჩამონადენის სისრულისა და დაგვიანების კოეფიციენტების ცვალებადობის კანონზომიერებები. საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტი,სამეცნიერო შრომები „საინჟინრო ეკოლოგიის საკითხები ჰიდროტექნიკურ მელიორაციაში“. თბ., 1996 წ., გვ. 29-31;
2. ფანჩულიძე ჯ. მაქსიმალური ჩამონადენის განსაზღვრის სრულყოფის პრინციპები და გაანგარიშებათა მეთოდიკა დამშრობი სისტემებისათვის. საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტი, სამეცნიერო შრომები „საინჟინრო ეკოლოგიის საკითხები ჰიდროტექნიკურ მელიორაციაში“. თბ., 1996 წ., გვ. 34-40;
3. ფანჩულიძე ჯ., მამასახლისი ჟ. გამოყენებითი ჰიდროლოგია და ჰიდროეკოლოგია. გამომცემლობა „შ.პ.ს. დანი“, თბილისი, 2009 წ., 117 გვ.;
4. შატბერაშვილი ფ., გიორგაძე ს., ფანჩულიძე ჯ. - დაშრობითი მელიორაცია, მელიორატორის ცნობარი (გვ. 206-243), „განათლება“, თბილისი, 1986 წ., 335 გვ.;
5. ფანჩულიძე ჯ., მამასახლისი ჟ. ჩამონადენის მოცულობის გაანგარიშების ახალი მეთოდიკა ჭარბტენიანი ზონის ჰიდროქსელისათვის. საქ. ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, ტ. 116, თბილისი, 2011 წ., გვ. 17-21.

RIVERBED PROCESSES EXISTING IN THE MUDFLOW CHANNEL, DEBRIS FLOW STABILITY AND MUDFLOW MARGINAL VELOCITY

Kh. Kiknadze
Ts. Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia
E-mail: *khkiknadze@gmail.com*

INTRODUCTION

A large part of the territory of Georgia is located in the area of debris flow ducts and catchment basins of rivers. It is as a result of bed erosion in rivers of this nature that both the coastal strip is out of order and there is a decrease in the parameters determining the stability of the channels.

Among the many types of flows in beds, because of the anomalies and differences in their behavior from other flows in channels, mudflows are one of the most prominent.

The water flow ducts and debris flow ducts of the mountainous region of Georgia are placed in the highest category zone due to riverbed erosive processes and the risk of mudflow transit.

MAIN PART

Both the disruption of flow stability and the deformations caused by the processes occurring in natural channel riverbeds can be considered as a special research subject. This leads to a deep cut in the flow channel, the side slopes of which, even in the normal mode, suffer collapse and change in shape. The shape of the profile obtained by subsidence and deformations of the coastline, caused by floods and through mudflows, is increased by geometric progression. The current beds in the channels created by mudflow discharge, the issues of deformation and the state of their study are also important. Therefore, the riverbed processes taking place in the transit area of mudflow channels and the discharge cones and the prediction of changes in their characteristics require special attention and deepening and clarification of assessment methods. Based on the above, the adaptation of mathematical models to the process and the use of accounting dependences is a priority [1,2,3]

The complete presentation of the change in the dynamics of the flow in mudflows is of particular interest when it is formed in different modes. Predicting the conditions of movement of such flows with calculation parameters, fully representing the process, differences in steady characteristics from the usual ones and changes in large ranges as a result of incommensurability become even more difficult. At the same time, it becomes difficult to adapt to the event, which is often the reason for the emergence of opposing opinions and the determining criterion for obtaining different results.

Investigations of riverbed processes in mudflow channels confirm that the mudflow in the stage of formation is related to energy characteristics, among which flow rate, slope, flow speed and others attract attention.

The parameter combination model is used as an analogue of determining the limit value of the width of mudflow movement cases:

$$B_{Th} = \frac{Q^{0.5}K}{I^{0.2}\sqrt{V_{Th}}} \qquad (1)$$

where,

B_{Th} - Width of moving mudflow (m)

Q- Forming flow of duct cross-section (m/s)

I- Duct slope

K - Coefficient, its value is approximately equal to 1.

The presented model can be used for ducts created by mudflow discharge. i.e. A mudflow duct is represented by mudflow-generating soil.

The model for determining the limit width of the mudflow duct, when considering such flow in the channel, based on the limit value of lateral compression, can be presented as follows:

$$1-\frac{\Delta B}{B}=\frac{B_{Th}}{B} \tag{2}$$

where,

ΔB_{Th} - Threshold value of flow compression.

ΔB - If the magnitude exceeds the critical value, the flow loses stability.

$\frac{B_{Th}}{B}$- is the coefficient of lateral compression of the flow, where (2) will have the form

$$1-n=\frac{B_{Th}}{B} \tag{3}$$

From where,

$$B=\frac{B_{Th}}{1-n} \tag{4}$$

The width of the flow, when the expense:

$$\mathrm{Q}=\frac{Bgih^3f(\beta)}{\alpha} \tag{5}$$

From where $B=\frac{QL}{gih^3f(\beta)}$

The marginal width of the mudflow:

$$B_{Th}=(1-n)\frac{QL}{gih^3f(\beta)} \tag{6}$$

If we take into account the value of the lateral compression of the mudflow stream in the equation, the marginal width of the stream is calculated by the formula:

$$B_{Th}=1-\frac{\alpha}{1+\alpha}\cdot\frac{\alpha^3+4\alpha\sqrt{\alpha}}{4(1+\alpha)}\cdot\frac{QL}{gih^3f(\beta)\psi^3} \tag{7}$$

when$\alpha=1$ i.e. In case of water flow:

$$B_{Th}=1-\frac{11}{16}\cdot\frac{QL}{gih^3f(\beta)} \tag{8}$$

In the case of water flow, the value of the threshold speed:

$$V_{Th}=\frac{Q}{B_{Th}I^{0.4}} \tag{9}$$

(8) take into account (9)

$$V_{Th} = \frac{[gih^3\psi^3 f(\beta)(1-n)]^2}{I^{0.4}QL^2} \qquad (10)$$

The analysis carried out on the water channels shows that the cross-section can be presented in different forms in the mudflow channels with similar geotechnical characteristics. As for the edge shapes, their magnitude can be estimated based on the ultimate tensile stability.

CONCLUSION

Based on the above, the riverbed processes taking place in mudflow channels are specific and diametrically different from the processes taking place in the self-forming natural riverbeds of water channels. Taking into account the influence of morphometric parameters, the assessment of riverbed processes is one of the interesting results of scientific research.

Based on research, the above formulas can be used to calculate the stable shape of the riverbeds ducts, which is a function of the flow rate, slope and the size of the diameter of the soil particles that make up the riverbed.

REFERENCES

1. Kukhalashvili E., Gavardashvili G., Iremashvili I., Maisaia L., Beraia N., Kiknadze Kh., Dadiani K., Mathematical model for evaluation of energy characteristics of mudflow. Collection of scientific works of Water Management Institute, 2019yr. p.100.
2. Gavardashvili G. Prediction of erosive-mudflow processes in the Duruji river basin and new engineering-ecological measures against them. "Science". Tbilisi, 2003 yr. p. 116.
3. Danelia R., Kukhalashvili E., Unstabilize D. movement of linked mudflow; Proceedings of the scientific conference on issues of hydraulics and hydrotechnics of pipeline transport of riverbed processes and hydrotechnical structures. Tbilisi, 2000 yr. pp. 43-45.

URBAN PLANNING AND THE PROBLEMS OF MODERN ARCHITECTURE

G. Kighuradze [1], A. Ujma [2]
[1] Ltd Architectural Studio 21
Tbilisi, Georgia
[2] Czestochowa University of Technology,
Czestochowa, Poland

INTRODUCTION

For almos 100 years the world urban planning and urbanism has been in a severe crisis. Two problems can be identified here: The sustainability of our cities over time and the significance diminishing of visual aesthetic of our cities.

Architecture initially implies permanence, sustainability and heritage. It is well known that the study of old settlements and cities plays a big role in the study/cognition of certain epochs. Of great importance are the paintings that not only area remaining from today's urbanism but are literally lost in front of us. The reason of these processes are: materials and technologies, used in modern construction, are only valid for 50-150 years, that is why new construction is not considered for long term exploitation, but as temporary building. Furthermore, the importance of the aesthetic appearance of the city is ignored, which has the greatest negative impact on the proper development of a person. Today's urban planning is adapted to material concepts, which are conditioned by epoch-making events.

In the 1960s, a reaction began, a movement of postmodernists and subjectivists, which led to the rise of subjectivism, and hence the inability to make an objective assessment.The Absolute absence of objective criteria. This is the hardest and most destructive factor in our reality as the formal logic of this philosophy collides with the wall of manipulation of lies and ignorance. As a result, we get the justification of incompetence by the subjectivity of taste.

At the same time we have the legacy of epochs where imperative truth was accepted as the highest standard and all other views were simply disregarded. Therefore, the main task is to rethink this knowledge, identify the positive aspects, identify the cause of the current crisis and find approaches that will be a new breath in the field of urban planning.Objective: Develop a philosophical doctrine, in the scope of which, we will protect the freedom of art individualsand at the same time, we will be able to act within strictly written rules and criteria.Urban planning considers strict regulations.

An important problem of post-industrial design is currently creating a comfortable architectural and urban environment of the city. This design is intended to provide a large-scale, informative, intelligent, functional and psychological comfortable functional and spatial environment for humans

THESIS STATEMENT

Urban planning belongs to an area where excessive freedom is devastating.Entrusting the authors of various projects to decide the architectural appearance of a particular places, according to their own artistic and technical views, can lead to chaos in the structure of the city. A particular author may even be a genius, but this does not solve the difficulty of harmoniously merging different authors, in the absence of all kind of artistic /aesthetic parameters. Therefore, the city management regulations should strict, without any exceptions. It is essential for the city to have a unified vision, which considers what is the clear goal is, how to reach it and what result it should get in the significant period of the city development.

The unified vision consists of many separate components: height determination rule, intensity coefficients, List of facade materials, legal regulations and many more. Here it is important to understand the impact and importance of the individual components during the formation of the city. Examine the power and area of influence of each component and only then can we decide which component should be used and which one should be ignored for our city. The urban planning concept should be perceived as a creative act. The process of urban planning has two main factors:

- A city planner who sets a vision for development;
- An architect who designs objects within a vision of development.

Urban planning vision should be a creative act that establishes both technical and aesthetic vision of the city, district, village, street. In case of upsetting this balance, we will get chaos or just a dull and boring city. Monochrome in urban planning cannot be too large-scaled, it should be perceived as a local-scale approach. Monochrome planning should not be misunderstood with classic urban planning documents. A classic urban planning document can and should cover large cities (10 million), colossal agglomerations which include the architectural areas of the multi-style epochs and each multifunctional area should have a unified enlarged vision. Monochrome planning is limited to a specific monoid contour. There may be divisions at district or street level. The main thing is not to have different typological districts in this unit. Each monochrome urban-planning act is an individual case that sets out the rules of action within a particular context.

As soon as we try unite two districts of different character into one scheme we get a devastating result.

In the modern world the value of aesthetics has been diminished, this is due primarily to industrialization and mass production. Mass production is focused on delivering balanced value and quality. Too low quality will not be sold, and high quality products will not be available to mass consumers. Everything goes to the middle, to the gray. Our industry creates a beautiful but less valuable product that will be recklessly thrown away in a short period of time (10-15 years). This leads to the use of secondary and rapidly degradable materials in industrial products.

Architecture, initially implies permanence, sustainability and heritage. It is well known that the study of old settlements and cities plays a big role in the study/cognition of certain epochs. Of great importance are the paintings that not only area remaining from today's urbanism but are literally lost in front of us. The reason of these processes are: materials and technologies, used in modern construction, are only valid for 50-150 years, that is why new construction is not considered for long term exploitation, but as temporary building.

Our materials need to be refined to the point that after 300-1000 years we would have physically preserved / surviving buildings.

The aesthetic-artistic value of new buildings should be so high that future generations would have a strong desire and consider it necessary to maintain and take care of existing cities and individual buildings.

In the early twentieth century, categories in architecture such as beauty, and the manifestation of this decor were considered as excessive and useless.Moreover, the thesis was proposed: "Everything is beautiful that is functional", hence the category of beauty is being partially diminished in modern massive architecture. It is therefore important that beauty should be a functionally necessary element and not and not the unnecessary extra expensive of luxury. It affects a person's mood, actions, spiritual or physical comfort. Thus, this category cannot be ignored. Architecture must return to the piece of art dimension.

One of the important points in our concept is the control of building materials.

In the postmodernist vision of the appearance of a modern city, the concept of development and research trends in urban formations, the city is perceived as a complex, open and dynamic structure. The artistic appearance of the city evolves in time and space, covering all levels of the architectural and urban context, which are associated with various urban images, architectural composition of buildings and structures in one whole full of symbolic meaning.

The hierarchical process of shaping the artistic architectural and urban appearance of the city consists of four interrelated stages of appearance creation:

- Searching for analogies by comparing one architectural object with another,
- Abstract expression of similarity in the scheme of the future appearance,
- in-depth abstraction with the use of allegories
- Creating a full-fledged artistic symbolic performance by giving corporeality and new content to the entirety of abstract ideas.

This topic can be devided iinto two parts:

- Building material as the main constituent of construction and filler;
- Facing material
- According to this:
- Choose a material that can be used to maintain the building for a long time (500-1000).
- Choose a material that will make the building visually attractive for a long time and will not lose its value.

One possible solution to this problem is to use natural materials. Natural material gives us a unique opportunities. Over time, natural stone, wood, metal, brick. Lime, clay does not lose its aesthetic appeal

despite aging and surface cracking. Modern materials, on the contrary, look very bad in a fairly short period of time.

Contemporary urban spatial planning faces an exceptionally difficult scenario for the future in the current reality. Intensive industrialization of urban areas, technological progress and unlimited urbanization have indirectly led to dramatic climate changes on a global scale. In connection with the above, the heads of state and government decided in 2007 to reduce greenhouse gas emissions by 50% by 2050 compared to 1990 levels. The effect should be to lead to climate neutrality in 2050. This is a huge challenge for modern civilization.

Adaptation measures to the ongoing climate change include various planning interventions, among others, in Poland, which are implemented at the national, regional and local level.

A significant challenge for contemporary spatial planning is to establish and enforce such planning provisions that would guarantee the use of pro-ecological spatial solutions. The need for legislative changes allowing for the transformation of planning systems from passive to proactive is also emphasized.

Attempts are made to include provisions in planning regulations to limit the location of investments that may have a significant impact on the natural environment, especially within residential zones. Other recommendations take into account urban indicators that allow for the diversification of the height of buildings adequately to the location and adjacent space. High buildings in the city center, low buildings on the outskirts of cities, while maintaining the appropriate distance between buildings. Increasing the value of the indicator of biologically active areas in relation to the area of the plot for development. It is recommended to use biologically active surfaces of roofs and building facades, which increase the value of the indicator.

Among the pro-environmental activities, activities that reduce the negative effects of climate change are indicated. In particular, it is indicated to verify local plans in terms of taking into account the need to save energy and obtain it from alternative sources. It is recommended to use high-efficiency and low-emission devices producing heat and electricity, including cogeneration, development of sustainable transport, in order to reduce the effect of the so-called urban heat island. Taking into account local air circulation, for example by moving building lines away from the boundaries of watercourses, rivers, canals and recommending low vegetation in such areas.

Despite the currently conducted large-scale climate research, the currently observed climate changes are an extremely long-term process and very difficult to predict.

From research conducted in Poland on local spatial development plans for Poland, it is difficult to definitively state whether the current planning provisions are sufficient to counteract the effects of progressive climate change.

It is important to know that the opportunity for contemporary urban spaces lies in developing harmony between anthropogenic, man-made and natural systems, directing both towards development that creates the potential to build sustainable social and environmental capital.

The current research has identified a significant problem in the planning system in Poland at the commune level. The current planning provisions included in the local spatial development plans are only to a small extent able to counteract the progressing climate changes. The unfavorable provisions result primarily from the unclear position of Polish law as to the necessity and possibility of applying specific binding planning regulations that could regulate climate policy at the local planning level.

The current planning provisions contained in the local spatial development plans are only to a small extent able to counteract the progressing climate changes. The unfavorable provisions result primarily from the unclear position of Polish law as to the necessity and possibility of applying specific binding planning regulations that could regulate climate policy at the local planning level. In addition, there are no appropriate tools to verify whether, when creating local plans, provisions aimed at preventing the effects of climate change were recorded and then implemented. Very often these are only recommendations, not requirements. Usually, pro-climate provisions in the development of local spatial development plans are immeasurable. Spatial planning focused on the needs of contemporary spaces struggling with climate change should be implemented in an integrated manner, without systemic and hierarchical divisions. Only multi-directional, comprehensive records and actions can prevent the effects of climate change, or at least mitigate them.

CONCLUSION

Scale monochrome

Scaling is one of the major players in urban planning. In case of right planning, it is essential to maintain the overall scale of the city; A sense of the integrity of this structure in order to maintain an atmosphere of calm and serenity in the living environment.

A drastically different scale disrupts the sense of integrity of the perception of the city. Throughout the history it was principally difficult to obtain a sharp, large-scaled dissonance in the settlement because the scale in the region was determined by technological knowledge and principally you would not have significant interventions in the planning of the city.

In the modern epoch we have almost unlimited possibilities to create a city of a different scale, which should not be abused.

Style monochrome

Through the centuries, mixing styles in a big city has been more than welcomed and accepted practice.

But we are not talking about the big city, but the small elements of it, accordingly, it is important to protect the stylistic unity within this element in order to create a sense of unity in a given section of the city.

Proportional monochrome

We talked about the overall scale of the settlement, that there can be no interference of different scales in the settlement. However, we should not miss another kind of scale.

We are talking about the proportionality of the proportions of individual buildings, as we have for example the common type of buildings in a historic settlement with the following dimensions: height 9 m length 6 m width 6 m. Bringing a new building in this settlement with a height of 9 m, a length of 20 m and a width of 20 m. would be dissonant although the overall height of the settlement does not change.

Uniqueness

No matter how carefully we follow the existing recommendations, nothing will make sense if our piece of art will not be the unique.

For example if our city repeats any environment of another city which is older, who will come to see our city, what approach might a person take to be interested in our art if it is an a priori copy. By what approach can a person be interested in our art if it is just a copy.

The main challenge here is that: How is the minimum level of uniqueness defined, where does the margin go for minor change and the formation of a unique component.

Respect the landscape

The natural landscape, despite its incredible diversity has beauty and attractiveness. There are some unfamiliar laws in the beauty of the landscape.

In previous eras man was forced to adapt to the existing natural landscapes because he did not have the technical ability to make drastic changes of the landscape.

In the modern era, technology gives us an incredible opportunity to change the landscape as we would like it, which is often manifested in rough and overly rigid interference. We need to learn the existing landscape as much as possible and adapt to it and change the landscape only in case of unavoidable situations, very carefully and providently.

An important issue is to provide students and young architects with the latest trends in the development of architecture and urban planning, aimed at ensuring not only comfort for humans in the urban environment, but also environmental sustainability of this area. The most important principle of architectural education in the field of urban planning was integrated teaching based on the integrated method. This method makes it possible to stimulate a particular cognitive and creative activity, serving the purpose of integrating the knowledge acquired by students in various disciplines. An integrated training system aimed at mastering the profession consists in updating previously acquired knowledge and creatively processing new information.

The integrated method ensures the development of the basis for the designer's creative method in the field of urban, functional, spatial, material, technical, ideological, artistic and multi-level modeling.

The proposed synthetic concept of the model takes the organization of the object-spatial environment of the city to a qualitatively new level, correlating it with traditional methods of urban planning on the one hand, and an individual person, taking into account their requests, guidelines and ideas about comfort, on the other hand. In it, the person (consumer), the project (subject) and the city (space) are treated as components and mutually reinforcing components of one triad "man-project-city", which is the main subject of modern design activity of the architect when organizing the object-spatial environment of the city.

Solving the problems of designing the urban environment implies two methodological approaches to the organization of the spatial structure of the city:

- traditional methodology of urban planning, which solves design tasks based on strategic economic, geographical and topographical models and urban schemes, to general plans and projects of detailed planning of complexes and individual architectural objects as well as improvement elements;
- an alternative approach from the person, his subjective environment to the organization of the subjective-spatial environment and spatial planning structures; based on the general scientific method of deduction, also taking into account the needs of the natural environment, its protection, protection of the atmosphere and achieving climate neutrality of this area.

Yet another problem of urban development is the preservation of the historical and cultural heritage of a given urbanized centre. The functions of such buildings are often changed. This can be done in various ways, but preserving the original character and appearance of the façade. Otherwise, irreversible damage to the traditional, historic architectural appearance of the city may occur.

REFERENCES

1. Delirious New York: A Retroactive Manifesto for Manhattan. Rem Koolhaas, 1978.
2. A Pattern Language. Christopher Alexander, 1977.
3. The Image of the City. Kevin Lynch, 1990
4. Bulakh, I.V. Artistic and Aesthetic Formation and Evolution of Architectural and Urban Planning Space. *Science and Innovation 2019*, 15(5), 47—56, https://doi.org/10.15407/scine15.05.047
5. Andrzejewska A. K., Challenges of Spatial Planning in Poland in the Context of Global Climate Change—Selected Issues. Buildings 2021, 11, 596. https://doi.org/10.3390/buildings11120596
6. Semenyuk O., Slyamkhanova A., Yeraly E., Abdrashitova T., Butabekova A. Integrated Urban Design. Civil Engineering and Architecture 10(4): 1631-1640, 2022, https://doi.org/10.13189/cea.2022.100432
7. Kvaraia I., Ujma A., Iremashvili I., Giorgobian L. Reconstruction of building structures of historical and architectural heritage in the Tbilisi city. Beauty in Architecture. Harmony of Place (red.) Szuba Bogusław, Drewniak Tomasz. Peter Lang Publishing Group, Berlin 227-238, 2022 https://www.peterlang.com/document/1183625

ზუგდიდის მუნიციპალიტეტის დასაშრობი ზონის ნიადაგურ–მელიორაციული დარაიონება და ჰიდროტექნიკური რეკომენდაციები

შ. კუპრეიშვილი[1)], პ. სიჭინავა[1)], გ. კუპატაძე[2)], ქ. ქუხილავა[2)]
[1)]საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
[2)] საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
თბილისი, საქართველო
E-mail: sh.kupreishvili@ gtu.ge; p.sichinava@gmail.com

შესავალი

დაშრობითი მელიორაციის მთავარ ობიექტს საქართველოში კოლხეთის დაბლობი წარმოადგენს, რომლის ჭარბტენიანი მიწების ფართობი შეადგენს 225 ათას ჰა-ს. ჭაობების ეკოსისტემის შენარჩუნებასთან ერთად (მაგ. კოლხეთის ეროვნული პარკი, ფართობით 561 ჰა) კოლხეთის დაბლობის დაჭაობებული მიწების ათვისება დაიწყო XX საუკუნის 30-იან წლებში. ჭარბტენიანიმიწების დაშრობით შესაძლებელია მთელი რიგი საკითხების გადაწყვეტა, რომელთა შორის აღსანიშნავია სოფლის მეურნეობა–მეცხოველეობის საკვებწარმოების მძლავრი ბაზის შექმნა, მემინდვრეობა და სუბტროპიკული მეხილეობა, ტურისტული და რეკრეაციული ზონების გაფართოება და სხვ [1,2,3].

ჩვენი კვლევის ობიექტს წარმოადგენს ზუგდიდის მუნიციპალიტეტი. მისი ტერიტორია ტექტონიკური დარაიონების სქემის მიხედვით შედის საქართველოს დასავლეთი დაძირვის ზონის კოლხეთის ქვეზონაში. გეომორფოლოგიური თავისებურებების მიხედვით შედგება სამი ნაწილისგან: 1. ბრტყელი ზედაპირის მქონე აკუმულაციური - ოდიშის დაბლობი (მუნიციპალიტეტის ტერიტორიის დასავლეთ და სამხრეთ–დასავლეთი ნაწილი შავ ზღვამდე); 2. დახრილი ვაკე – ოდიშის პლატო (მუნიცპალიტეტის აღმოსავლეთი და ჩრდილო–აღმოსავლეთი ნაწილი დასერილი მდინარეებისა და ხეობების ქსელით); 3. მთისწინეთის წვრილმთიანეთი და ურთის მთა (ხობის მუნიციპალიტეტის საზღვარზე, სიმაღლე 469 მ), რომლის ჩრდილოეთი კალთა ზუგდიდის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაშია მოქცეული. ტერიტორია ლანდშაფტურად შემდეგნაირად იყოფა: 1. დაჭაობებული ვაკე–დაბლობი; 2. ჭალები; 3. დაბალი ვაკე–დაბლობი; 4. ბორცვიანი მთისწინეთი; 5. კარსტული სერი.

აგროკლიმატური პირობები მეტად ხელსაყრელია მრავალდარგოვანი და მაღალრენტაბელური სასოფლო–სამეურნეო წარმოების შექმნისათვის, განსაკუთრებით კი ისეთი დარგების განვითარებისათვის, როგორებიცაა: მესიმინდეობა, მეჩაიეობა, სუბტროპიკული კულტურების წარმოება (ციტრუსები, დაფნა, კივი, ფეიხოა და სხვ.), აგრეთვე, ხეხილის, თხილის, ერთწლიანი მარცვლეული და ბოსტნეული კულტურებისათვის.

ძირითადი ნაწილი

ზუდიდის მუნიციპალიტეტში შემავალ 17 თემში (აბასთუმანი, ანაკლია, ახალსოფელი, დიდი ნეძი, ერგეტა, ინგირი, კოკი, კორცხელი, ნარაზენი, ოდიში, ორულუ, ოქტომბერი, რუხი, ჩხორია, ცაიში, ჭაქვინჯი, ჯიხაშკარი) განხორციელებული საველე–საექსპედიციო და ლაბორატორიული კვლევების საფუძველზე შედგენილ იქნა ნიადაგურ–მელიორაციული დარაიონების ტიპები.

სურ. 1. ზუგდიდის მუნიციპალიტეტში საველე კვლევების დროს

ნიადაგურ–მელიორაციულ დარაიონებას საფუძვლად დაედო ბუნებრივი დრენირების დონე, რომლის მიხედვითაც გამოყოფილი იქნა 1. ზღვისპირა მიწები; 2. ჭაობიანი და დაჭაობებული მიწები; 3. უწრეტი მიწები; 4. სუსტად წრეტადი მიწები; 5. არასაკმარისად წრეტადი მიწები.

1. ზღვისპირა ნიადაგური საფარი წარმოდგენილია მდელოს–კორდიანი, ქვიშა და ქვიშნარი ნიადაგებით. დაჭაობება გამოწვეულია რელიეფური პირობებით, ატმოსფერული ნალექებითა და გრუნტის წყლებით. აქ გავრცელებული ნიადაგები მსუბუქი მექანიკური შედგენილობისაა და მაღალი ფილტრაციული უნარის გამო ნიადაგისა და გრუნტის წყლები შეერთებულია, წიაღისეული წარმოდგენილია ნიადაგ–გრუნტის წყლის სახით. ამ წყლების დონე მკვეთრად იცვლება ამინდის პირობების მიხედვით და საშუალოდ დგას 0,5 მეტრზე მიწის ზედაპირიდან;

რეკომენდაცია: ამ სახის მიწების მელიორაციისათვის საჭიროა ცალკეული უბნების წყლის მექანიკური გადატუმბვა წყალმიმღებში. ამასთან ერთად აუცილებელია აგრომელიორაციული ღონისძიებები: მიწის ზედაპირის მოშანდაკება ბუნებრივი ქანობის მიხედვით ზედაპირული წრეტის გასაძლიერებლად და პლასტმასის დახურული დრენაჟი.

2. ჭაობების მიწები ხასიათდება დაბალი ჰიფსომეტრიული დონით, უწრეტი ქანობითა და გრუნტის წყლების სტაბილურად მაღალი დონეებით. დაჭაობების წყლოვანი წყაროებია ატმოსფერული ნალექები, ალუვიური და გრუნტის წყლები;

რეკომენდაცია: ჭაობის მიწების სასოფლო-სამეურნეო ათვისებისათვის აუცილებელია წყალშემკრებ–დამშრობი ქსლის მოწყობა და სასოფლო-სამეურნეო კულტურების აგრობიოლოგიური მოთხოვნების შესაბამისად აგრომელიორაციული ღონისძიებების გამოყენება: მრავალწლოვანი კულტურებისათვის – კვალი 10-12 მ სიგანის ან კვლისა და დახურული მატერიალური დრენაჟის შეთანწყობა; ერთწლოვანი კულტურებისათვის – ფართო 25-50 მ სიგანის კვლები ან მიწის ზედაპირის მოშანდაკება და მასზე ორნატების, სოროდრენების ან სადრენაჟო ნაპრალების მოწყობა.

3. უწრეტი მიწები ხასიათდება დაბალი ჰიფსომეტრიული მდებარეობით, უმნიშვნელო ქანობით, მიწის ზედაპირის დიდი ხორკლიანობითა და უაღრესად მძიმე ნიადაგური პირობებით. ნიადაგური საფარი წარმოდგენილია ჭაობის ლამიანი, ეწერ-ლებისა და ჭაობის-ალუვიურ თიხა ნიადაგებით;

რეკომენდაცია: მელიორაციისათვის აუცილებელია მდინარეების შემოდამბვა, მთისძირა არხები, დამშრობ-კოლექტორული ქსელი და ზედაპირული, შიგანიადაგური წრეტის პრინციპზე მოქმედი აგრომელიორაციული ღონისძიებები.

4. სუსტად წრეტადი მიწების ნიადაგური საფარი წარმოდგენილია მძიმე მექანიკური შედგენილობის, უსტრუქტურო, სხვადასხვა ინტენსივობით დაჭაობებული ნიადაგებით; განსაკუთრებით დიდი გავრცელება აქვს ალუვიურ-ჰიდრომორფული რიგის ნიადაგებს:

მდელოს-ალუვიურ გალებებულ, მდელოს-კორდიან გალებებულ, ეწერ-ლების უპირატესად თიხა და თიხნარ ნიადაგებს. ამ ნიადაგების დაჭაობება გამოწვეულია ატმოსფერული ნალექებით, ალუვიური და დელუვიური წყლებით, მიწის ზედაპირის ხორკლიანობითა და გაძნელებული ზედაპირული წრეტით, აგრეთვე, მძიმე ნიადაგური პირობებით: წყლოვანი და ფიზიკური თვისებებით;

რეკომენდაცია: მსხვილი მდინარეების შემოდამბვა, საერთოდ კალაპოტური სისტემის მოწყობა დამატებით აგრომელიორაციულ ღონისძიებებთან ერთად. მრავალწლიანი კულტურებისათვის რეკომენდირებულია მიწის ზედაპირის პროფილირება – კვალი 10-25 მ სიგანის დახურულ ტრანშეულ დრენაჟთან შეთანწყობით, ხოლო ერთწლიანი კულტურებისათვის – ფართო კვლები 25-50 მ სიგანის, ან არხთაშორისი ტერიტორიის მოშანდაკება მასზე ორნატების, სოროდრენების სადრენაჟო ნაპრალების მოწყობით.

5. არასაკმარისად წრეტადი ნიადაგურ-მელიორაციული მიწების ნიადაგური საფარი წარმოდგენილია დაუჭაობებელი და სუსტად დაჭაობებული ნიადაგებით – თითქმის გაულებებელი მდელოს-კორდიანი, მდელოს-ალუვიური, ნეშომპალაკარბონატული, ეწერი და ეწერ-ლებიანი, უპირატესად თიხა და თიხნარი მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებით, ალაგ-ალაგ დაჭაობების გამოვლინება აიხსნება უწრეტი, დახშული მიკრორელიეფით, ნიადაგების ცუდი ფიზიკური და წყლოვანი თვისებებით. ნიადაგები პერიოდულად გადატენიანებულ მდგომარეობაშია. ტენის წყაროა ატმოსფერული ნალექები, აგრეთვე, ალუვიური და დელუვიური წყლები.

რეკომენდაცია: ჰიდრომელიორაციული ღონისძიება შეიძლება იყოს მდინარეების ორმხრივი შემოდამბვა, მთისძირა არხები და დამშრობ-კოლექტორული ქსელი. მაგრამ ჰიდროტექნიკური მელიორაციის ფონზე ამ მიწების ათვისებისთვის აუცილებელია შიგათარგული აგრომელიორაციული ღონისძიებები გასაშენებელი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების აგრობილოგიური თავისებურებების გათვალისწინებით. ამ მხრივ საერთო მელიორაციულ ღონისძიებად ითვლება ნიადაგის მკვრივი ალუვიური ჰორიზონტის დესტრუქცია და დესტრუქციის ხაზით წყლის წრეტა ღია არხში. ამ ფონზე მრავალწლოვანი კულტურებისთვის აუცილებელია მიწის ზედაპირის ოვალური პროფილირება 20-25 მ სიგანის ზოლებად და მათ შორის ღია სადრენაჟო არხის მოწყობა. პროფილირებული ზოლების განის დადგენისას მხედველობაში უნდა ვიქონიოთ ნიადაგური და ტიპოგრაფიული პირობები, ერთწლოვანი კულტურებისათვის საკმარისია არხთაშორისი ტერიტორიის მოშანდაკება და ამ ფონზე საჭიროებისამებრ სოროდრენების, სადრენაჟო ნაპრალების ორნატების მოწყობა.

დასკვნა

როგორც ნიადაგურ-მელიორაციული მიწების დახასიათებიდან ჩანს, ისინი მელიორაციული ვითარების სირთულით მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან და დაშრობისათვის საჭიროებენ რთულ მელიორაციულ ღონისძიებებს.

ამრიგად, როგორც ვხედავთ, კოლხეთის დაბლობი ზუგდიდის მუნიციპალიტეტის მაგალითზე მეტად რთული და ძნელი სამელიორაციო ობიექტია, მის დაჭაობებაში მონაწილეობენ ატმოსფერული ნალექები, ალუვიური და დელუვიური წყლები, ხოლო მის დასავლეთ ნაწილში თავს იჩენს გრუნტის წყლების გავლენაც. დაჭაობებას ხელს უწყობს აგრეთვე მცირექანობიანი, ხოლო ზოგიერთ ნიადაგურ-მელიორაციულ რაიონში თითქმის უწრეტი ვაკე რელიეფი და ნიადაგების ცუდი ფიზიკური და წყლოვანი თვისებები.

დაშრობილ მიწებზე მცენარის ზრდა-განვითარებისათვის საჭირო მელიორაციული ფონის შექმნა-შენარჩუნების მიზნით უნდა განხორციელდეს დასაბუთებული საპროექტო გადაწყვეტილებების განუხრელად დაცვა, დაშრობილი ფართობებიდან წყალშემკრები და წყალგამყვანი ქსელებით ჭარბი წყლის შეუფერხებელი გაყვანა შეტბორვებისა და შეგუბებების გარეშე, წყალმიმღებისა და წყალგამყვანი არხების კალაპოტებში მცენარეულობის, დალექილი

ნატანის, მცენარეთა ფესვების დაგროვების აღკვეთა, დამშრობი არხების მდგრადი განივი და გრძივი საპროექტო პროფილების შენარჩუნება [4,5]; დამშრობ სისტემაზე არსებული ნაგებობების, საექსპლუატაციო გზების ქსელის, შემომზღუდავი დამბების, შიდაინფრასტრუქტურის ნორმალური ტექნიკური მდგომარეობის შენარჩუნება; დამბებსა და არხებზე არსებული გადასასვლელების გამართული მდგომარეობის უზრუნველყოფა.

ლიტერატურა

1. გავარდაშვილი გ., გუგუჩია მ. კომბინირებული სამიარუსიანი სადრენაჟო სისტემის დრენებს შორის მანძილის განსაზღვრა. ,,ჰიდროინჟინერია“, 2016, გვ. 25–30;
2. გუგუჩია მ. სამიარუსიანი კომბინირებული დრენაჟის კვლევისათვის საველე პოლიგონის მოწყობა. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის სამეცნიერო შრომათა კრებული, 2014, №69, გვ. 74 – 77;
3. შურღაია ვ., ვართანოვი მ., კეჩხოშვილი ე., კიკნაძე ხ., კეკელიშვილი ლ. სადრენაჟო სისტემების დაპროექტება და ექსპლუატაცია. მეთოდური რეკონდაციები. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი, 2018, 103 გვ.;
4. კუპრეიშვილი შ., სიჭინავა პ., სუპატაშვილი თ. გაგუა ო. კოლხეთის დაბლობზე წყლის ბალანსის ძირითადი ელემენტების გამოკვლევა. მე-9 საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენციის შრომათა კრებული ,,წყალთა მეურნეობის, გარემოს დაცვის, არქიტექტურისა და მშენებლობის თანამედროვე პრობლემები”, 2019, გვ. 93–100;
5. კუპრეიშვილი შ,. სიჭინავა პ. ,,მარეგულირებელი ქსელი ზედაპირული კვების შემთხვევაში და მისი მოქმედების პრინციპი“. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის სამეცნიერო შრომათა კრებული, 2014 , №69, გვ. 153 - 154.

ღვარცოფთა საინჟინრო ამოცანების კერძო გადაწყვეტები

ე. კუხალაშვილი, ნ. ბერაია
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
თბილისი, საქართველო

შესავალი

უკანასკნელ პერიოდში ღვარცოფთა საინჟინრო ამოცანები, სხვადასხვა მოსაზრებებზე დაყრდნობით, მიღებული დიფერენციალურ განტოლებათა ინტეგრებით ხორციელდება. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია პრიზმატულ კალაპოტში მოძრავი ღვარცოფის ქცევის შესაძლებლობები, რომელთა აღწერისთვის სხვადასხვა მოდიფიკაციის დიფერენციალურ განტოლებათა სახეებია გამოყენებული. წარმოდგენილი განტოლებები რეოლოგიური მახასიათებლების უგულებელყოფის შემთხვევაში სრულად გარდაისახება ნიუტონური სითხეების არათანაბარი მოძრაობის დიფერენციალურ განტოლებებად.

ძირითადი ნაწილი

თავისუფალი ზედაპირის ფორმა, რომელსაც იღებს სადინარში მოძრავი ნაკადი, მის სტრუქტურულ შედგენილობასა და სადინარის პრიზმატულობასთანაა დაკავშირებული.

როცა კალაპოტი პრიზმულია და ნაკადის მოძრაობა შესაბამისი დიფერენციალური განტოლებითაა აღწერილი, ასეთ შემთხვევაში იყენებენ მის კერძო შემთხვევებს, მნიშვნელში განთავსებული კინემატიკურობის კოეფიციენტის ანალიზითა და დაშვებით. როცა ეს მაჩვენებელი 1–ის ტოლია, ნაკადი კრიტიკულ მდგომარეობაშია, როცა ეს სიდიდე 1–ზე ნაკლებია, ნაკადი წყნარ რეჟიმში მოძრაობს, ხოლო, როცა მეტია 1–ზე, იგი ხასიათდება მძაფრი რეჟიმით. დიფერენციალურ განტოლებათა ყველა სახისთვის, როცა მნიშვნელი ან მრიცხველი 0–ის ტოლი არ არის და დაწნევის წარმოებულის სიდიდე უარყოფითი ან დადებითია, ნაკადის სიღრმე მდორედ და უწყვეტად იცვლება, ხოლო თავისუფალი ზედაპირის კოორდინატი მოძრაობის მიმართულებით მცირდება. ღვარცოფთა მოძრაობის ამოცანების განხილვის დროს ნაკადის ანომალურობიდან გამომდინარე, შესაძლებელია დაემატოს დამატებითი განსაკუთრებული პირობები, რაც მეტ ანალიზსა და კლასიფიკაციური ნიშნების გათვალისწინებას საჭიროებს.

არათანაბარი დამყარებული მოძრაობის შემთხვევაში მოძრაობის მიმართულებით სადინარში შეინიშნება ნაკადის სიღრმის, ცოცხალი კვეთისა და საშუალო სიჩქარის ცვლილება. ადგილი აქვს შემხვედრი წინააღმდეგობის თავისუფალი ზედაპირის ნაკადების სიღრმეებით გადალახვას და ნორმალურ სიღმესთან დაახლოების შესაძლებლობას, ე.ი. არათანაბრობის სიგრძეზე გადანაწილებას. აქედან გამომდინარე, არათანაბრობის ხარისხის ნებისმიერ ცოცხალ კვეთში შეფასებისას მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული სხვადასხვა კრიტერიუმები. ერთ–ერთ ასეთ კრიტერიუმად მიღებულია კინემატიკურობის კოეფიციენტი. მოვლენის შესწავლის ისტორიიდან გამომდინარე, ღვარვოფთა დინამიკა ნაკადის შემხვედრ წინააღმდეგობებზე ზემოქმედების და სარეგულაციო სახეების შერწყმის განმსაზღვრელი ფაქტორია. იგი მათი შეფასებისა და გაანგარიშების მეთოდოლოგიად შეიძლება იყოს გამოყენებული. აღნიშნულიდან გამომდინარე, ღვარცოფთა დინამიკის სრულად წარმოჩენა შესაძლებელს გახდის დასაშვები სიზუსტით გადაწყდეს ნაგებობასთან მათი ურთიერთმოქმედების ამოცანები.

მიღებული დიფერენციალური განტოლების ინტეგრებით შესაძლებელი იქნება აღწერილი იქნეს სადინარში ღვარცოფის როგორც სიღრმის ცვლილება, ისე დინების მიმართულებით მოძრაობის რეჟიმი. ამოცანის გადაწყვეტა იმ შემთხვევაშია მარტივი, როცა ღვარცოფის დინება ერთი ცვლადი ფუნქციით არის წარმოდგენილი. განტოლება, რომელიც

ღვარცოფთა მოძრაობის დიფერენციალური განტოლების სახელით არის ცნობილი, შედგენილია ბოლო პერიოდში და ჰიდრავლიკის შეფასების ოპერატიულ საშუალებად არის მიჩნეული.

ნებისმიერი სწორკუთხა კვეთის არაპრიზმული ფორმის მქონე სადინარის კალაპოტის შემთხვევაში ღვარცოფის მოძრაობის დიფერენციალურ განტოლებას აქვს სახე:

$$\frac{dh}{dl}=\frac{1}{A}\frac{i-\frac{Q\alpha}{g\omega h^3 f(\beta)}-\frac{\alpha Q q}{A^2\omega^2 g}}{1-\frac{\alpha Q^2}{g}\frac{B^3}{\omega^3 A^3}} \tag{1}$$

როცა სადინარში მოძრაობა განიხილება მუდმივი ხარჯით, ე.ი. $q=\frac{dQ}{dl}=const$

$$\frac{dh}{dl}=\frac{1}{A}\frac{i-\frac{Q\alpha}{g\omega h^2 f(\beta)}}{1-\frac{\alpha Q^2}{g}\frac{B}{\omega^3 A^3}} \tag{2}$$

სადაც i – ღვარცოფის კალაპოტის გრძივი ქანობია;

A – კოეფიციენტია და ითვალისწინებს ღვარცოფული მასის რეოლოგიურ მახასიათებლებს $A=\left(1-\frac{h_0}{h}\right)h$;

$f(\beta)$ – სიჩქარის შემასწორებელი კოეფიციენტია

$$f(\beta)=\frac{h_0}{h}\left[\left(\left(\frac{h_0}{h}\right)^2-1\right)+\frac{1}{3}\left(1-\left(\frac{h_0}{h}\right)^3\right)\right];$$

სადაც Q – ღვარცოფის ხარჯი (მ³/წმ);

h, B_1 – ღვარცოფის სიღრმე და სიგანე (მ);

ω – ცოცხალი კვეთის ფართობი (მ).

მე–(2) განტოლების ინტეგრებით შესაძლებელია მოძრაობის მიმართულებით ღვარცოფის თავისუფალი ზედაპირის პროგნოზირება და გრძივი პროფილის სახის დადგენა. რეოლოგიურ მოდელზე დაყრდნობით ღვარცოფის ხარჯი:

$$Q=\frac{Bih^3 f(\beta)}{\alpha} \tag{3}$$

ღვარცოფის ხარჯი K მოდულის კოეფიციენტით გამოსახვის შემთხვევაში:

$$Q=K\sqrt{i} \tag{4}$$

მე–(4)–ს გათვალისწინებით მე–(2)–ში:

$$\frac{dh}{dl}=\frac{1}{A}\frac{i-\frac{K_0}{K}}{1-y\left(\frac{K_0}{K}\right)} \tag{5}$$

მე–(5) განტოლებაში:

$$y=\frac{QBih^2 f(\beta)}{\omega^2\alpha A^3} \tag{6}$$

თანაბარი და ნებისმიერი მოძრაობის რეჟიმით ღვარცოფის ხარჯის მოდულებს თუ გამოვსახავთ K_0 და K –თი, როცა რეოლოგიური მახასიათებლები არ იცვლება:

$$\frac{K_0}{K}=\frac{Q_0}{Q}=\left(\frac{h_0}{h}\right)^3 \tag{7}$$

საერთოდ თანაფარდობა K_0/K რთული ფუნქციაა და ღვარცოფის რეოლოგიური მახასიათებლების ფუნქციას წარმოადგენს. განტოლება მე–(5)–ის ინტეგრების მიზნით მოდულებს შორის ფარდობის აღწერის დროს შეიძლება გამოყენებული იქნეს მაჩვენებლიანი დამოკიდებულებები.

მე–(5) განტოლების მარჯვენა მხარის მნიშვნელს და მრიცხველს თუ გავამრავლებთ K_0/K –ზე

$$\frac{dh}{dl}=\frac{1}{A}\frac{K/K_0-1}{K/K_0-\bar{y}} \tag{8}$$

თუ შემოვიღებთ მნიშვნელობას:

$$\frac{h}{h_0}=\eta,\ \eta=\frac{K}{K_0}=\left(\frac{h}{h_0}\right)^x \text{ და } \eta^x=\left(\frac{h}{h_0}\right)^3, \text{ მაშინ}$$

$$\left.\begin{aligned}\eta_1&=\frac{K_1}{K_0}\\ \eta_2&=\frac{K_2}{K_0}\end{aligned}\right\} \tag{9}$$

აღნიშვნის შესაბამისად:

$$d\eta=h_0 dh. \tag{10}$$

მე–(10)–ს გათვალისწინებით მე–(8)–ში მივიღებთ:

$$\frac{idl}{Ah_0}=\frac{\eta-\bar{y}}{\eta-1}d\eta \tag{11}$$

თუ მე–(11) განტოლების მარჯვენა მხარეს დავამატებთ და გამოვაკლებთ 1–ს, მივიღებთ:

$$\frac{idl}{Ah_0}=\int_{\eta_1}^{\eta_2}d\eta-(1-y)\int_{\eta_1}^{\eta_2}\frac{d\eta}{1-\eta^x} \tag{12}$$

მე–(10) დამოკიდებულების შესაბამისად $\frac{dh}{d\eta}=\frac{h_2-h_1}{\eta_2-\eta}=a=const=h_0$

მე–(12) განტოლების ინტეგრებით l მანძილით დაშორებული 1–1 კვეთიდან 2–2 კვეთზე გვექნება:

$$\frac{i}{h_0}(l_2-l_1)=\eta_2-\eta_1+\int_{\eta_1}^{\eta_2}\frac{1-\bar{y}}{1-\eta^x}d\eta \tag{13}$$

როცა სპეციალური გაანგარიშებები მიგვანიშნებს, რომ $\bar{y}$ სიდიდე ძალზე მცირე ზღვრებში იცვლება მნიშვნელოვანი გარემოების გათვალისწინებით და მისი ინტეგრაციის ნიშნით გარეთ გატანის შემთხვევაში, როცა $l_2-l_1=l$ -ს, გვექნება:

$$\frac{il}{h_0}=\eta_2-\eta_1-(1-\bar{y})\int_{\eta_1}^{\eta_2}\frac{d\eta}{1-\eta^x} \tag{14}$$

როცა მოცემული სადინარის კალაპოტის ჰიდრავლიკური მაჩვენებელი არ იცვლება $x=const$ ინტეგრალქვეშა ფუნქცია მე–(14) განტოლებისა შეიძლება განხილული იქნეს როგორც η –ს ფუნქცია და, როცა მუდმივი თავისუფალი წევრი C_0 –ის ტოლია:

$$\int \frac{d\eta}{1-\eta^x} = \varphi(\eta) + C_0 \tag{15}$$

მე–(15)–ს გამოყენებით მე–(14)–ში, როცა $y = \frac{1}{2}(y_1 + y_2)$, $h = \frac{h_1 + h_2}{\alpha}$,

$$\frac{il}{Ah_0} = \eta_2 - \eta_1 - \left(1 - \bar{y}\right)\left[\varphi(\eta_2) - \varphi(\eta_1)\right] \tag{16}$$

მე–(16) წარმოადგენს ღვარცოფის არათანაბარი მოძრაობის თავისუფალი ზედაპირის განტოლებას. მისი გამოყენებით შესაძლებელია დინების მიმართულებით გაკეთდეს სიღრმის ცვლილება. მე–(16) განტოლების გამოყენებით შესაძლებელია სადინარში შეირჩეს ნაგებობათა განლაგების ადგილები და პროგნოზირება გაუკეთდეს მოსალოდნელი ღვარცოფის ზემოქმედების შესაძლებლობას.

ღვარცოფული ამოცანის განხილვის დროს მე–(16) დამოკიდებულებაში $\varphi(\eta)$ სიდიდის გამოთვლის მიზნით ინტეგრალქვეშა ფუნქციის დაყოფა ხდება რიგებად η –სა და x–ის სხვადასხვა მნიშვნელობებისათვის, ხოლო x ჰიდრავლიკური მაჩვენებლის მოცემული სიდიდისათვის გაიანგარიშება ღვარცოფსადინარის η_1 და η_2 მნიშვნელობები.

დასკვნა

მიღებული განტოლება საშუალებას იძლევა გადაწყდეს ღვარცოფთა რეგულირების პრაქტიკული ამოცანები, კერძოდ, როცა მოცემულია ღვარცოფის სიღრმე h_1 ან h_2, როცა l მანძილით დაცილებული კვეთისთვის, შეიძლება მოიძებნოს ნაკადის მე–2 სიღრმე ან პირიქით, ე.ი. სადინარის მთელ სიგრძეზე აგებული იქნეს თავისუფალი ზედაპირის პროფილი.

მოყვანილი ამოცანა ეხება ღვარცოფის მოძრაობას დადებითი ქანობის შემთხვევაში, რაც შეეხება ნულოვანი და უარყოფითი ქანობის შემთხვევებს, ასეთი ამოცანები არ განიხილება მათი მოძრაობის შეუძლებლობის გამო.

ლიტერატურა

1. Гагошидзе М. С. Селевые явления и борьба с ними. Издательство «Сабчота Сакартвело», Тбилиси, 1970, 387 с.;

2. დანელია რ., კუხალაშვილი ე. ბმული ღვარცოფის დაუმყარებელი მოძრაობა, კალაპოტური პროცესების, სამილსადენო ტრანსპორტისა და ჰიდროტექნიკური ნაგებობების ჰიდრავლიკისა და ჰიდროენერგეტიკის საკითხებზე. კონფერენციის მოხსენებების კრებული, სტუ, თბილისი, 2000, გვ. 43–45;

3. კუხალაშვილი ე., ინაშვილი ი., ბზიავა კ., ყრუაშვილი ი., ლორთქიფანიძე დ., ღვარცოფსადენში ტალღურად მოძრავი ბმული ღვარცოფის მახასიათებლების დადგენა. სტუ, ჟ. ,,ჰიდროინჟინერია“#1–2(19–20) 2015, გვ. 70–75;

4. Kukhalashvili E.Г., Gavardashvili G., Kupreishvili Sh. Expected Rick of Cohesive debris flows and Fighting Against Them. LAP_LAMBERT Academic Publishing, Germany, 2018, 87 p;

5. Круашвили И. Г., «Сели и методы борьбы с ними», Тбилиси, ГТУ, 2014, 338 с.;

6. Круашвили И. Г., Кухалашвили Е.Г., Инашвили И.Д., Бзиава К. Н. ,,ღვარცოფული მოვლენები, რისკი, პროგნოზი, დაცვა“ სტუ, თბილისი, 2017, გვ. 250;

7. ო. ნათიშვილი, ვ. თევზაძე, ზ. დანელია, ღვარცოფისა და ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობების ჰიდრავლიკა, თბილისი, 1995, 70 გვ.;

8. Натишвили О. Г., Тевзадзе В.И., Основы динамики селей, Тбилиси, 2007, 214 с.;

9. Натишвили О. Г., Тевзадзе В.И., Волны в селях, ООО Издательство «Научмехиздат», М., 2011, 160 с.;

10. Натишвили О. Г., Круашвили И. Г. «Экологические проблемы защиты объектов от вредного воздействия селевых потоков», Ж. Экологические системы и приборы, №7,М., 2015, с. 20-30;

11. ო. ნათიშვილი,ი. ყრუაშვილი, გ. გავარდაშვილი, ი. ინაშვილი, მეთოდური რეკომენდაციები ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობის პროექტირებისათვის (ჰიდრავლიკური გაანგარიშებები), საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია, თბილისი, 2016, 48 გვ.;

12. Натишвили О. Г., Круашвили И. Г. Защита инфраструктуры объектов от селевых потоков (Экологические проблемы). LAP_LAMBERTAcademic Publishing, Germany, 2016, 104 p.;

13. Херхеулидзе Г.И. К определению нагрузок от воздействия селевого потока на поперечные преграды. Тр. Зак. НИГМИ, вып. 40(46), Гидрометеоиздат, Л., 1972 г., с. 76-113;

14. Херхеулидзе И.И., Эмпирические формулы для приближенного определения расчетных параметров структурных селевых потоков. Всесоюзная конференция по изучению селевых потоков и мер боръбы с ними. Баку, 1962, с. 178-185;

15. G Di Silvio, Flood and sediment dynamics in mountain rivers. Preproceedin of the NATO ASJ and ,,Coping with floods", E. Mojoraamana center Erice, November, 3415, 1992, pp. 110;

16. Яно К., Даидо А., Фундаментальные изучения грязекаменных потоков, Труд Института защиты от стихийных бедствии, т. 14, часть 2, Киото,1985, с. 69-93;

17. Takahashi, Debris flow, Tailor & Francis Group, London, UK, 2007, 465 p.

18. Natishvili O., Kukhalashvili E., Gavardashvili G., Iremashvili I. One-dimension mathematical model of energy parameters of a hyper concentrated mudflow, Annaps of Agrarian Science, pp. 251-257.

INTERIOR ENVIRONMENT QUALITY AND PEOPLE'S FEELINGS IN ENERGY RETROFITTED EDUCATIONAL BUILDINGS

A. Lis, P. Lis
Czestochowa University of Technology
ul. Dąbrowskiego 69, 42-200 Częstochowa, Poland
E-mail: ***anna.lis@pcz.pl, piotr.lis@pcz.pl***

PREAMBLE

The energy retrofitting of buildings has significant importance for climate policy as one of the elements in the effort to contain climate change. The impact of these retrofits on the interior environment quality and the comfort of its users should be an important element in creating a renovation programme. The quality of the interior environment is one of the basic issues covered in most guidelines for a building's energy assessment when designing sustainable and low-energy buildings. According to the European Union directive on the energy performance of buildings, it is important not only to improve the energy efficiency of buildings, but also to define the conditions for classifying objects in terms of internal microclimate requirements [2]. Energy-saving measures focusing only on the thermal insulation of building envelopes and tightness of windows and doors often result in deterioration of the quality of the interior microclimate. Excessive tightness of buildings usually leads to improper operation of gravity ventilation systems and deterioration of interior air quality [10, 16, 18, 21]. Poor interior air quality is usually the cause of sick building syndrome. Attention is also drawn to the relationship between the quality of the internal environment and growing sickness absences and its high economic cost [6, 12, 17, 22, 24]. The requirements for shaping the proper condition of the interior environment in buildings should therefore be given priority over the requirements of energy savings due to the need to ensure, above all, appropriate conditions for people to stay in closed rooms. The approach to whole building energy retrofitting must therefore take, into account and balance factors such as energy efficiency level, building materials used and human health to avoid inappropriate effects of wrong practices in this area [16, 26].

The problem of the quality of the interior environment related to the well-being and health of its users and the rationalization of energy consumption has recently gained importance also in relation to educational buildings. Apart from residential buildings, educational buildings are an important environment in which children and young people spend a lot of time. The influence of the environment, especially on preschool and school-age children, is intensified due to the greater sensitivity of their not yet fully formed organisms. The poor air quality in educational rooms may lead to a deterioration of well-being or illness, and therefore to school absences and breaks in learning. An equally important aspect of the quality of the environment in educational rooms is ensuring appropriate conditions for mental work. Appropriate interior conditions affect not only the ability or willingness to learn, but also its efficiency and quality, as well as the final results [1, 3, 4, 9, 23]. When improving the energy efficiency of educational buildings, it is important, first of all, that energy retrofitting leads not only to lower operating costs of buildings or reduce the emission of harmful substances into the atmosphere from the combustion of non-renewable fuels, but also to improve the quality of the interior environment.

CHARACTERISTICS OF THE BUILDINGS AND THE ENERGY RETROFIT ACTIVITIES

The evaluation covered several educational buildings, subjected to energy retrofitting, located in the city of Czestochowa, which is situated in southern Poland, in the Silesian Voivodeship. Typical school buildings were erected using traditional technology between the years 1951-1976 with full or partial basements. The buildings were heated from their own boiler room. Due to worn-out heating devices and the lack of insulation of pipes, central heating systems were characterized by low efficiency. Preparation of domestic hot water was done locally in sanitary facilities from electric heaters or centrally from boiler rooms. Low thermal insulation of the building envelope led to excessive heat losses and was not conducive to energy saving (Fig. 1). In some building envelopes, water vapor condensation occurred, which additionally resulted in a decrease in their thermal insulation. Between the years 2006-2019, the buildings underwent modernization. Energy retrofit work was aimed at increasing their energy efficiency, adapting to the applicable requirements in the field of thermal protection relating to thermal insulation and energy savings,

and reducing their negative impact on the environment. As part of the energy retrofitting, external partitions were insulated and windows and doors were replaced. The thickness of the insulation was selected in accordance with the requirements of thermal insulation of external envelope in force at the time when the energy retrofit project of a given building was carried out.

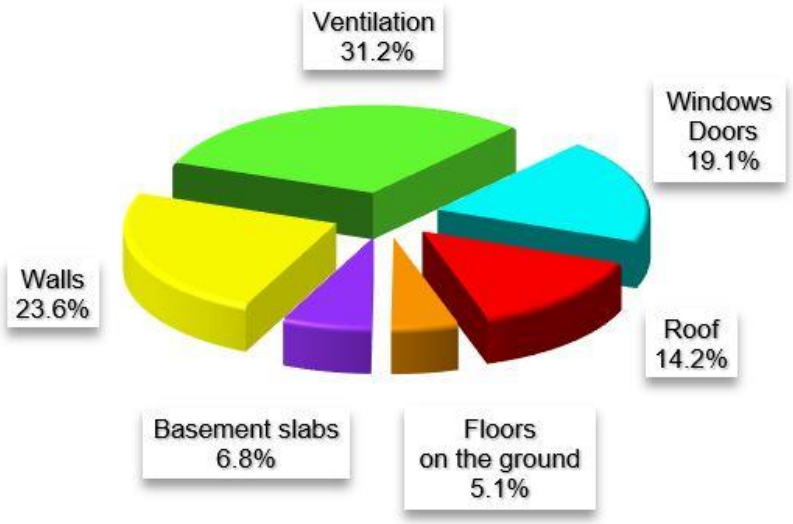


Fig. 1. Heat loss from buildings before energy retrofit

Various changes have also been made to the heating and hot water systems of individual buildings. In the buildings, coal or gas boilers were replaced with devices of higher efficiency, equipped with automatic regulation and system control elements. The installation was rebuilt, heating elements with low thermal inertia and thermostatic valves were installed, insulation covers were installed on central heating pipes, ineffective electric heaters were replaced with centralized heating from internal boiler rooms or replaced with new ones. Heating pauses have been introduced or increased. They were left in the buildings gravitational ventilation system, and if necessary, diffusers mounted in the windows were used.

PURPOSE AND METHODS OF THE STUDY

Since people spend a lot of time indoors, buildings should be constructed with the aim to reduce the negative impact on the user. The World Health Organization has confirmed that many symptoms of disease that people complain about are associated with the quality of the interior environment in which they stay.

The main problem in the group of existing educational buildings is the lack of adequate thermal insulation of building envelope, low efficiency of technical systems and numerous defects and faults, e.g. warped and leaky windows. This results in significant energy losses and high operating fees, overburdening already slim school budgets. However, an equally important problem revealed during studies conducted in educational buildings turned out to be improper air quality in their interiors and its negative impact on users [8, 11, 19]. It seems that including this group of buildings in the energy retrofit program should bring measurable benefits resulting from the reduction of energy consumption and, at the same time, improvement of the interior environmental quality. However, it turns out that this is not always the case. Errors made both during the energy audit, which is the basis for energy retrofitting activities, and during the implementation of the selected energy retrofit variant, may lead to a lack of improvement or even deterioration of interior conditions [5, 14, 20]. Therefore, it is so important to carry out a precise audit analysis before undertaking energy retrofitting.

Taking into account the need to increase the energy efficiency of educational buildings, and at the same time to ensure proper environmental conditions in their interiors, it was decided to carry out an assessment of the impact of energy retrofit measures on the interior microclimate conditions in this group of buildings. Information about the buildings was collected before the energy retrofit works were carried out in them, concerning material and construction solutions and technical systems, as well as the analysis of the improvements used in the energy retrofit of the buildings, and the energy characteristics of buildings before and after energy retrofitting.

Measurements of selected interior microclimate parameters were carried out in the buildings during

the heating season before energy retrofitting, and then in the same period after the completion of energy retrofit works under similar temperature and humidity conditions outside. During the observation, factors influencing the shaping of the quality of the internal environment as well as the well-being of users were taken into account. The research related to the assessment of the interior environment was carried out in typical classrooms where lessons were conducted while the measurements were being taken.

Most of the classrooms in individual buildings were included in the research. The rooms were located on the first and second floors. The average size of the classroom was 58 m2, with an average of 15 people in the classroom. All the rooms in which the research was conducted were rectangular in shape with windows located only on one of the long sides on the eastern, western or southern elevation. The glazing of the façade in the rooms was 49% on average; the maximum recorded value of glazing was 69%.

All rooms were equipped with gravity ventilation, the ventilation ducts were unobstructed. The windows in all rooms were plastic with the declared infiltration coefficient before thermo-modernization higher than 0.5 m3/(m·h·daPa2/3), which should ensure an adequate inflow of external air to the rooms. The estimated stream of external air flowing into the rooms through 1 m of the window slots length at different values of the air infiltration coefficient "a" and the pressure difference on both sides of the window is shown in Fig. 2.

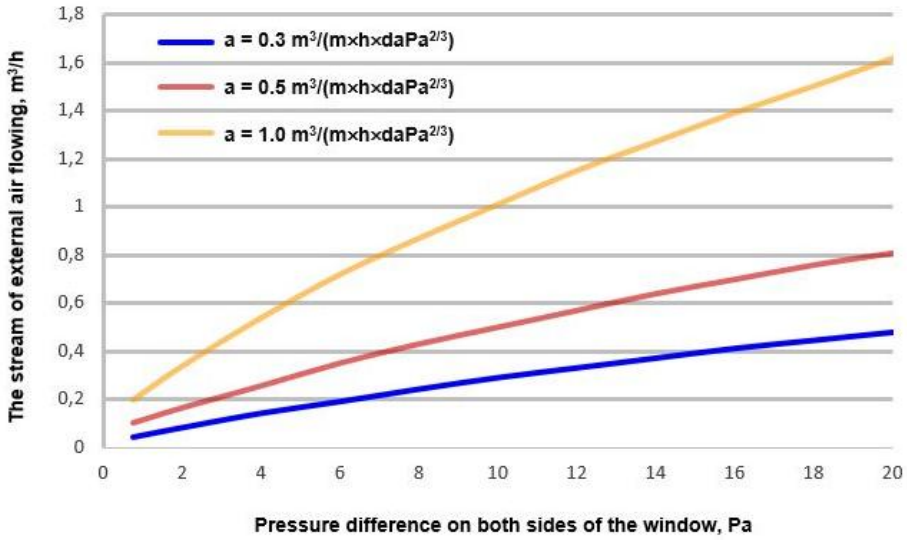


Fig. 2. The external air inflow to the rooms at different values of air infiltration coefficient "a" and pressure difference on both sides of the window

In the educational buildings, the air temperature, relative air humidity and air flow velocity were measured inside the rooms and in some rooms ambient radiation temperature and the level of carbon dioxide concentration using standard, calibrated measuring devices.

Information was collected on the people staying in the classrooms, including the number of people, gender and their age. Efforts were also made to determine the relationship between environmental factors and the symptoms of Sick Building Syndrome (SBS). This phenomenon applies to buildings in which at least 20% of people, while inside them, notice the appearance and intensification of symptoms such as: general malaise, irritability, permanent feeling of fatigue and sleepiness as well as problems with concentration, headache, irritation of the eyes, nose and throat, skin allergies or problems with the respiratory system [25]. They are also referred to as Building Related Illness (BRI). These ailments are closely related to improper environmental conditions inside rooms and their insufficient ventilation [7, 13, 15]. They decrease or disappear after leaving the building. To assess the impact of staying in a given environment on the perception of SBS symptoms, questionnaires developed on the basis of literature and own experiences related to the study of the impact of the environment on the thermal comfort and well-being of people staying in them were used.

RESULTS AND DISCUSSIONS

After the thermal insulation, the thermal and humidity parameters of the external envelope improved considerably and the thermal transmittance decreased on average by about 60-80%. The estimated average value for the annual demand of final energy decreased by 73%. A slightly higher energy consumption was observed after energy retrofitting in relation to the calculated demand for final energy. Checks made of the

thermal insulation installed so far did not reveal any errors. A reason for the increased energy consumption may be due to frequent airing of the rooms due to poor air quality without closing the thermostatic valves. They were often blocked. Despite the significant reduction in energy consumption, an absolute reduction in heating and domestic hot water costs has not been achieved. It is associated with a significant increase in energy costs in the recent period.

The air temperature in the rooms before energy retrofitting was on average 19.4°C with a standard deviation of 2.4°C, however, near leaky windows, a significantly lower temperature value and an increased air flow velocity were recorded. In addition to the symmetrical thermal load on the body, the evenness of air temperature distribution in rooms has a significant impact on the positive assessment of environmental conditions. In most classrooms, heaters were placed on the outer wall under the windows, just above the floor. The temperature difference between the level of the head and the feet was around 2.6°C. Typical school buildings are characterized by a significant glazing of the facade, especially in classrooms. The maximum value of glazing in the facade of the room in the assessed buildings was nearly 70%. The size of the glazing and its leakage affect the air temperature and thermal stability in the interior. The low thermal insulation of windows was undoubtedly the cause of a much lower temperature on their inner surface compared to the temperatures on the surface of external envelope. As a person radiates more heat towards cold windows, this could have been the reason for uneven cooling of the body, and thus disorders in the process of thermoregulation and discomfort. With low thermal insulation, also the low temperature of the surrounding opaque external envelope causes an increase in the asymmetry of the thermal radiation field and a decrease in the ambient radiation temperature, but to a lesser extent than in the case of windows. Window leakage could additionally intensify the effect of asymmetry radiation, causing a feeling of discomfort not only near the windows, but also away from them, especially in windy weather. The differences in temperature and air flow velocity at the room depth were found. Near the leaky windows, the recorded air temperatures were 2.5 to 5°C lower than in the centre of the rooms, and the air flow rate increased by about 2 to 4 times. Excessive glazing had a negative impact on the microclimate conditions in the rooms, also during the days with strong solar operation, which resulted in increased overheating of the rooms with the lack of local temperature control. The adverse effects of excessive sunlight could be mitigated by the use of various types of curtains, but this necessitated the use of artificial lighting and increased energy consumption. After the energy retrofitting in the rooms, an increase in air temperature was noted and no significant drop near the windows was noted. The air temperature gradient at the room depth did not exceed 0.5°C/m. The temperature at the floor did not differ by more than about 1.4°C from the average air temperature determined for a given room.

Before the energy retrofitting, a slightly higher level of relative air humidity was found. The value of air humidity oscillated most often from 30 to 55% at the end of the school tasks. During the day, there was a gradual increase in the value of humidity by about 20-25%. After the energy retrofit, the value of air humidity in the rooms decreased. Low thermal insulation of the external envelope combined with a significant level of air humidity in some rooms in the given time period were probably related to the development of micro-organisms on the internal surfaces of the building envelope in these rooms. Traces of mold were observed on the surface of the walls within the window recess. After the energy retrofit, this phenomenon was completely eliminated. In polluted air at low relative humidity dust particles and other air pollutants float up and settle on the radiators. Then, gases are produced that irritate the respiratory tract. In dry air, plastics pick up static more easily, which additionally attracts dust particles. This is the main cause of discomfort in the heating season and irritation of the respiratory system.

Before the energy retrofit, the air flow velocity in the rooms was slightly higher and increased significantly near the leaky windows. Air movement is of course necessary for proper ventilation and heat transfer, but the increased flow of cool air and the formation of drafts caused discomfort. Mainly air with a temperature lower than the air temperature in the room has a negative effect on people, disturbing their thermal sensations. The air flow with a temperature much lower than the air temperature in the room is particularly acute in the floor zone, especially in nursery school buildings. The floors in these types of buildings are a place where children like to play during the day. After the energy retrofit, the air speed remained at a relatively low level of about 0.12 m/s and did not exceed 0.2 m/s.

A serious problem in the classroom environment is the recorded high level of carbon dioxide concentration. Carbon dioxide contained in the air in a concentration of up to about 500 ppm is not harmful to humans, but a higher concentration, especially for people with low tolerance to CO_2, may already cause dyspnoea associated with the difficult excretion of carbon dioxide generated in the human body. An acceptable limit is an air concentration of up to 1000 ppm. A concentration above 1000 ppm results in

impairment of intellectual abilities, and above 2500 ppm also significantly reduces physical abilities. The conducted research shows, unfortunately, that students of schools subjected to energy retrofitting are more often exposed to increased concentrations of carbon dioxide during lessons than students in buildings not subjected to energy retrofitting [10, 13, 25]. The main source of carbon dioxide contamination of rooms was the breathing of users. During the day, the rooms in the educational buildings were used during school tasks, and during the breaks, school students left the classrooms and the rooms were intensively ventilated by opening the windows. The concentration of carbon dioxide in classrooms changed dynamically depending on the number of people, the size of the rooms and the frequency of airing them. Carbon dioxide concentration was measured in only two buildings. An alarming phenomenon was observed. Although the level of CO_2 did not exceed 1400 ppm before the energy retrofit, after the energy retrofit a concentration of 2307 ppm was recorded. Fig. 3 shows the changes in the concentration of carbon dioxide in the air in the classroom during the working day in the educational building where energy retrofitting was carried out.

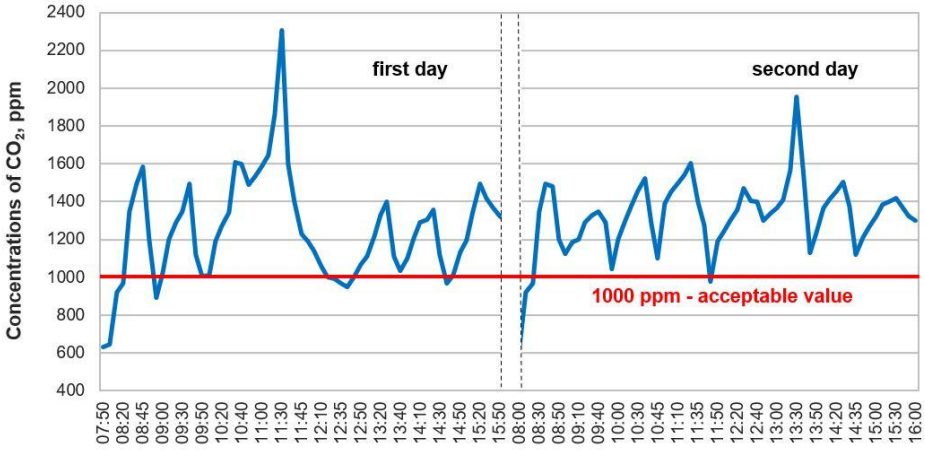


Fig. 3. The changes in the concentration of carbon dioxide in educational room after energy retrofit

During study in educational buildings, symptoms of the sick building syndrome were observed in people staying in the rooms, which they identified with long-term stays in a given environment. The occurrence of symptoms in the studied population of people before and after energy retrofit is shown in Figure 4.

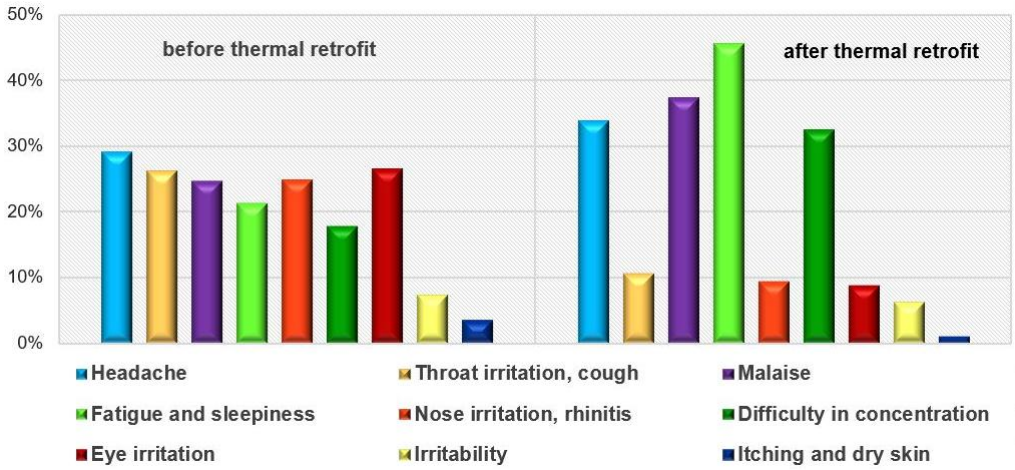


Fig. 4. The sick building syndrome symptoms before and after energy retrofit

Some of the symptoms of sick building syndrome, primarily eyes, nose and throat irritation or skin allergies, were partially resolved after energy retrofitting. The increase in fatigue, sleepiness, and difficulty in concentrating may be related to an increase in carbon dioxide levels in the rooms. Overall, poor interior air quality was reported by around 90% of the room occupants. The feeling of a lack of fresh air resulted in the need for additional ventilation of the rooms by opening windows. In the heating season, it was the cause of an increase in heat loss and a temporary deterioration of thermal comfort conditions among people staying in the rooms while airing them.

CONCLUSION

With a comprehensive approach to energy retrofitting in accordance with the assumptions contained in the audit analysis, one should expect not only a reduction in energy consumption for building heating and preparation of domestic hot water as well as a reduction of emissions of harmful substances into the atmosphere from fuel combustion, but also improvement in the interior microclimate and thermal comfort or well-being of its users. The environment in which a person resides should allow them to achieve a state of satisfaction with the conditions prevailing and fully satisfy their physical and mental needs. Ensuring adequate interior air quality seems to be a key problem, especially in educational buildings, considering the long time of exposure to the environment, comparable to the working time of adults to not yet fully formed and particularly sensitive children's organisms, especially in preschool and early school age.

The research carried out in selected educational buildings showed the benefits of energy retrofit works in this type of buildings, but also allowed for the observation of certain irregularities related to the implementation of established solutions under certain restrictions. Increasing the thermal insulation of partitions and modernization of the heating system and hot water preparation significantly improved the energy efficiency of educational buildings. A partial improvement of the microclimate conditions in the rooms and the feeling of thermal comfort by classroom users after the energy retrofit works were also found. There was an increase in interior temperature, which was positively received by the respondents, especially when the air temperature in the classrooms remained lower than the determined average. A temperature control lock in rooms was securing against improper use of thermostatic valves by children, however, enabling local temperature control by appropriate persons, e.g. teachers, would simultaneously reduce energy consumption for heating buildings by taking into account solar gains in the overall balance and limit the burdensome overheating of rooms in heating season in case of strong sun operation. After energy retrofit the relative air humidity decreased, even in a few cases to a value unacceptable by the respondents.

The development of mold in the area of windows, occurring before the energy retrofit and the phenomenon of water vapour condensation inside the building envelope, has been completely eliminated. Conducting a energy retrofit of buildings contributed to the partial elimination of some health problems related to the sick building syndrome, such as irritation of the eyes, nose, throat or skin. After energy retrofitting, however, an intensification of some of the syndrome symptoms, which the users of the rooms associated with the deterioration of interior air quality, was found to intensify, in particular, there were complaints about sleepiness and difficulties with concentration. There has been an increase in the concentration of carbon dioxide after a longer period of use of the rooms, most likely related to the limitation of the ventilation process with a significant sealing of the building envelope in the case of leaving the gravity ventilation system after the energy retrofit. Increasing the flow of ventilated air increases the operating costs of buildings related to their heating, but generates clear benefits for health and quality of science. Proper ventilation of rooms allows not only the elimination many health problems associated with sick building syndrome, but also eliminates utility problems, such as mold in partitions.

The feeling of lack of fresh air made it necessary to ventilate the rooms by opening windows, which in the heating season was the cause of intensifying heat losses and temporary deterioration of thermal comfort conditions due to the increased flow velocity of the cold air stream. The gravity ventilation system, commonly used also after energy retrofit in educational buildings, is not able to ensure the air exchange in the amount necessary to ensure appropriate hygienic and health conditions. Since the primary function of ventilation is to provide room users with physiological comfort, i.e. an environment in which the concentration of gaseous pollutants and metabolic products is maintained at an acceptable level, it would be beneficial to introduce a constant, gradual supply of fresh air to the rooms, necessarily taking into account the measures aimed at reducing outdoor air pollution entering the interior.

In educational buildings, it would be best to use an automatically controlled ventilation or heating and ventilation system of regulated air supply, with simultaneous heat recovery from used air, purification of the air supplied to the rooms and warming it in winter. The use of mechanical ventilation would eliminate the need for frequent ventilation by opening the windows, it would allow for a more complete control over the amount and quality of air reaching the rooms and contribute to reducing heat loss and thus its consumption, by simultaneously improving the microclimate of the interior and the thermal comfort conditions of people staying in them and SBS symptoms. One should always strive to create such optimal interior conditions that each person feels satisfied with the environment in which they usually stay and that it does not adversely affect their well-being and health.

REFERENCES

1. Delgado, J.M.P.Q. Indoor Environmental Quality of School Buildings. Defect and Diffusion Forum. 2016, V. 369, pp. 24-29.
2. Directive 2018/844/EU of The European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings and Directive 2012/27/EU on energy efficiency.
3. Finell, E., Tolvanen, A., et al. Indoor air problems and the perceived social climate in schools: a multilevel structural equation analysis. Science of the Total environment. 2018, V. 624, pp. 1504–1512.
4. Haverinen-Shaughnessy, U., Shaughnessy, R.J., et al. An assessment of indoor environmental quality in schools and its association with health and performance. Building and Environment. 2015, V. 9, No. 1, pp. 35-40. ISSN 0360-1323.
5. Hu, M. Assessment of effective energy retrofit strategies and related impact on indoor environmental quality: A case study of an elementary school in the State of Maryland. Journal of Green Building. 2017, V. 12, No. 2, pp. 38–55.
6. Jayasooriya, V.M., Rajapaksha, R.M.D.H., et al. Associations of Indoor Carbon Dioxide Concentration and Symptoms of Sick Building Syndrome in Air-Conditioned Lecture Halls. Research Square, 2020.
7. Kapalo, P., Klymenko, H., et al. Evaluating the state of sanitary and hygienic conditions in ventilated rooms. Bulletin of the Lviv Polytechnic National University. Collection of scientific papers. Series: Theory and Building Practice. 2019, V. 55, No. 912, pp. 63-67.
8. Kapalo, P., Voznyak, O., et al. Perception of air quality in the selected classroom. BoZPE. 2019, V. 8, No. 2, 77-84.
9. Le, A.T.H., Park, K.S., et al. Sustainable refurbishment for school buildings: a literature review. International Journal of Building Pathology and Adaptation. 2021, V. 39, No. 1, pp. 5-19.
10. Mainka, A., Zajusz-Zubek E. Determination on carbon dioxide levels in school buildings: the effect of thermal efficiency improvement. Engineering and Protection of Environment. 2018, V. 21, No. 2, pp. 155-162.
11. Michalik, M., Mizera, G., et al. Problems with microclimate in classrooms — results of measurements and proposed solution. Eco-Energetics: technologies, environment, law and economy. 2021, V. 3-4, pp. 11-20.
12. Michalak, P., Szczotka, K., Szymiczek, J. Energy effectiveness or economic profitability? A case study of thermal modernization of a school building. Energies. 2021, V. 14, 1973.
13. Mishra, A.K., Schiavon, S., et al. Carbon dioxide and its effect on occupant cognitive performance: A literature review. In: Windsor 2020. Resilien Comfort. Proceedings. 2020, pp. 432-444.
14. Mohelníková, J., Novotný, M., Mocová, P. Evaluation of school building energy performance and classroom indoor environment. Energies. 2020, V. 13, No. 10, 2489.
15. Petersen, S., Jensen, K.L., et al. The effect of increased classroom ventilation rate indicated by reduced CO_2 concentration on the performance of schoolwork by children. Indoor Air. 2016, V. 26, No. 3, pp. 366-79.
16. Rucińska, J. Improving the Energy Quality and Indoor Environmental Quality in Retrofit Buildings. In: Rynska, E., Kozminska, U., et al. Design Solutions for nZEB Retrofit Buildings. Hershey: IGI Global, 2018, pp. 186-208.
17. Sarkhosh, M., Najafpoor, A.A., et al. Indoor Air Quality associations with sick building syndrome: An application of decision tree technology. Building and Environment. 2021, V. 188, 107446.
18. Sowa, J. Jakość powietrza w budynkach modernizowanych. Izolacje. 2018, No. 2, pp. 76-82
19. Vilcekova, S., Kapalo, P., et al. Investigation of indoor environment quality in classroom - Case Study. Procedia

Engineering. 2017, V. 190, pp. 496–503.
20. Vornanen-Winqvist, C., Toomla, S., et al. The effect of positive pressure on indoor air quality in a deeply renovated school building. Energy Procedia. 2017, V. 132, pp. 165-170.
21. Wargocki, P. What are indoor air quality priorities for energy-efficient buildings? Indoor and Built Environment. 2015, V. 24, No. 5, pp. 579-582.
22. Wargocki, P. Productivity and health effects of high indoor air quality. In: Nriagu, J.O., ed. Encyclopedia of Environmental Health. Elsevier, 2019, pp. 382-388.
23. Wargocki, P., Wyon, D.P. Ten questions concerning thermal and indoor air quality effects on the performance of office work and schoolwork. Building and Environment. 2016, V. 112, pp. 359–366.
24. Wierzbicka, A., Pedersen, E. Healthy indoor environments: The need for a holistic approach. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2018, V. 15, No. 9, 1874.
25. Zhang, X., Mishra, A., Wargocki, P. Effects from Exposures to Human Bioeffluents and Carbon Dioxide. In: Zhang Y., Hopke P.K., Mandin C., eds. Handbook of Indoor Air Quality. Springer, 2022, pp. 1-12.
26. Życzyńska, A., Suchorab, Z., et al. Energy Effects of Retrofitting the Educational Facilities Located in South-Eastern Poland. Energies. 2020, V. 13, 2449.

მცენარე ტოპინამბურის (Tuberosus) საველე-სამეცნიერო კვლევის შედეგები და მისი შეფასება *

ფ. ლორთქიფანიძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
თბილისი, საქართველო
E-mail: feride75@gtu.ge

შესავალი

ტოპინამბური, რომელსაც საქართველოში მიწავაშლას სახელწოდებით იცნობენ, ამერიკული წარმოშობის მცენარეა. იგი თავის სამშობლოში მკვლევარებსა და მოგზაურებს ველურად მოზარდი დღესაც ხვდებათ. მცენარის სახელი ბრაზილიელ ინდიელთა ტომის — ტოპინამბოს სახელწოდებიდან წარმოსდგება. ამ ტომის ინდიელები ფრანგმა მოგზაურებმა ევროპაში პირველად 1618 წელს ჩამოიყვანეს (მცენარის გამოჩენასაც ამ პერიოდს უკავშირებენ). კულინარებმა მალე სხვადასხვა, ,,საოცარი", ასე ვთქვათ, პრესტიჟული კერძების რეცეპტები შეიმუშავეს და ოფიციალურ ბანკეტზე მაღალი რანგის სტუმრებს სწორედ ,,უცხო ბოლქვები-საგან" დამზადებული ეგზოტიკური კერძებით უმასპინძლდებოდნენ. შემდეგში ამ მცენარით ბევრი მდიდარი მიწათმფლობელი და მეწარმეც დაინტერესდა, მათ შეისწავლეს მისი მოვლა-მოყვანის ტექნოლოგია და ,,მოაშინაურეს" კიდეც. მეცხოველეებმაც შენიშნეს ტოპინამბურის ღირსებები და მის ბოლქვებსა და ყუათიან მწვანე მასას მაღალი შეფასება მისცეს. მათ აოცებდათ ესოდენ მაღალი მოსავლიანობა (ჩატარებულმა გამოკვლევებმა ცხადყო, რომ ტოპინამბურის ნათესი პროდუქტიულობით სჯობნიდა იმავე ფართობზე დათესილი მზესუმზირისა და კარტოფილის პროდუქტიულობას ერთად აღებულს, მისი ფოტოსინთეზის ინტენსივობა კი ხორბლის ფოტოსინთეზს ორჯერ აღემატებოდა) და ხელი მიჰყვეს მის მოშენებას (სურ.1).

სურ. 1. ტოპინამბურის ბოლქვები ფესვთა სისტემასთან ერთად

* კვლევები განხორციელდა აკადემიკოს გივი გავარდაშვილის ხელმძღვანელობით

თავის მხრივ, არც მედიცინის მუშაკებს გამორჩენიათ ტოპინამბურის გამაჯანსაღებელი და სამკურნალო თვისებები და ამდენად, ეს მცენარე ჯერ ინგლისსა და საფრანგეთში, შემდეგ კი მთელ ევროპასა და აზიაშიც გავრცელდა. ამ კულტურის გავრცელებას თვით რომის პაპი და ქრისტიანული ეკლესია უწყობდა ხელს.

ჩატარებული ბიოლოგიური გამოკვლევებით დადგენილია, რომ ტოპინამბურის ბოლქვები ქიმიური შემადგენლობით კარტოფილს უახლოვდება, ოღონდ მასში ძირითადი ნივთიერებაა არა სახამებელი, არამედ ინულინი — უაზოტო ექსტრაქტული ნივთიერება, ერთადერთი ბუნებრივი პოლიმერი, რომელიც ჰიდროლიზითაც ფრუქტოზა მიიღება. სწორედ ამით უნდა აიხსნას ის, რომ დიაბეტით დაავადებულნი (ცხადია, მკურნალთა რეკომენდაციით) ხშირად ღებულობენ ტოპინამბურის ბოლქვებს.

ძირითადი ნაწილი

ტოპინამბურის მცენარის სამეცნიერო კვლევის მიზნით საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის გარდაბნის სამეცნიერო-კვლევით ბაზაზე განხორციელდა აგროტექნიკური სამუშაოები და ფართობიდან აღებულ იქნა ნიადაგის ნიმუშები ლაბორატორიული გამოკვლევისათვის. სურათზე 2 ნაჩვენებია ნიადაგის ნიმუშების აღების პროცესი. ნიადაგ-გრუნტის ნიმუშები აღებული იქნა როგორც მის ჰორიზონტზე 0-0,20 მ, ასევე 0,20-0,40 - მ სიღრმეზე, რომლის ლაბორატორიული კვლევის შედეგები მოცემულია 1 და 2 ცხრილში.

სურ. 2. საცდელი ნაკვეთიდან ნიადაგის ნიმუშის აღების პროცესი

ცხრილი 1

ნიადაგის წყლოვან-ფიზიკური თვისებები

გენეზისური ჰორიზონტი	კუთრი წონა	მოცულობითი წონა	კაპილარული ტენტევადობა	სრული ტენტევადობა	ზღვრული ტენტევადობა	საერთო ფორიანობა	კაპილარული ფორიანობა	არაკაპილარული ფორიანობა	% საერთო ფორიანობა	% საერთო ფორიანობაა კაპილარული	ზღვრული ტენტევადობა 80 %
0,0 –0,20	2,60	O,98	41,89	47.42	45.01	62.09	41.89	20.20	67,47	32.53	36.01
0,20-0,40	2,76	1,12	42,12	43.56	41.57	58.81	42.12	13.69	75.47	24.53	33.26

ცხრილი 2

ნიადაგ-გრუნტის გრანულომეტრიის მაჩვენებლები

ნიადაგის ჰორიზონტი	1-0.25	0,25-0,05	0,05-0.01	0,001-0,005	0,005-0,001	<0,001	<0,01	>0,01	0,01-0,001	<0,01 /<0,001
0-16	0,43	1.0	6,56	15,11	17.13	59,77	92,01	7,99	32,24	1.54
16-32	0,13	1,27	10,86	12,49	14.80	60,49	87,74	12,26	27,29	1,45

ტოპინამბურის მცენარის დათესვისათვის განხორციელდა ადგილზე საკვლევი ფართობის დაგეგმვა, შეირჩა რიგთა შორის მანძილი 2 მ, ხოლო ბუდეებს შორის დაშორება კი 1,5 მ. საკვლევ უბანზე დათესილი იქნა მცენარე ტოპინამბურის 100 ბოლქვი 22 ბუდეში (ფოტო 3).

სურ.3. მცენარე ტოპინამბურის დათესვის დაგეგმვისა და ბუდეებში ბოლქვების შერჩევის პროცესი

დასკვნა

ლაბორატორიული კვლევების შედეგად მიღებული მონაცემების გამოყენებით გაანგარიშებული იქნა სოფელ გამარჯვების საცდელ-საექსპერიმენტო ნაკვეთის მორწყვის ნორმა (m) შემდეგი ფორმულით:

$$m = 100\ \text{H}\alpha\left(r_{\text{ზღ}} - r_{\text{ზღ }80\,\%}\right)\ \text{მ}^3/\text{ჰა}, \qquad (1)$$

სადაც, H ნიადაგის აქტიური ფენაა, სადაც მიმდინარეობს მცენარის ფესვთა სისტემის განვითარება (მ), a - ნიადაგის მოცულობითი წონა (კგ/მ^3) $r_{\text{ზღ}}$- ნიადაგ-გრუნტის ზღვრული წყალტევადობის მაჩვენებელი.

შევიტანოთ მოღებული მონაცემები (1) დამოკიდებულებაში, მივიღებთ:

1. მორწყვის ნორმა ნიადაგ-გრუნტის 0-0.20 ჰორიზონტისათვის:

$$m = 100\ \text{H}\alpha\left(r_{\text{ზღ}} - r_{\text{ზღ }80\,\%}\right) = 100 \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}98(45{,}1 - 36{,}08) = 70 \cdot 0{,}98 \cdot 9{,}02 = 618{,}77\ \text{მ}^3/\text{ჰა}; \qquad (2)$$

2. მორწყვის ნორმა ნიადაგ-გრუნტის 0.20 – 0,40 ჰორიზონტისათვის:

$$m = 100\ \text{H}\alpha\left(r_{\text{ზღ}} - r_{\text{ზღ }80\,\%}\right) = 100 \cdot 0{,}7 \cdot 1{,}12(41{,}57 - 33{,}25) = 70 \cdot 1{,}12 \cdot 8{,}32 = 652{,}28\ \text{მ}^3/\text{ჰა}; \qquad (3)$$

ამრიგად, საველე-სამეცნიერო კვლევების საფუძველზე დადგენილია ნიადაგის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები, ტოპინამბურის მორწყვის ნორმები, დათესილია ტოპინამბურის ბოლქვები და უკვე 2022 წელს მიღებულია პირველი მოსავალი.

მიღებული მონაცემების მიხედვით დაიგეგმა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის გარდაბნის რაიონის სოფელ გამარჯვების საცდელ სამეცნიერო-კვლევით ბაზაზე მცენარე ტოპინამბურზე შემდგომი მომავალი სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოები, რომელიც განხორციელდება 2023 წლის დასაწყისში.

ლიტერატურა

1. გავარდაშვილი გ. ირიგაცია, დრენაჟი, ეროზია (მეორე გამოცემა). გამომცემლობა „უნივერსალი", თბილისი, 2018, 470 გვ.
2. Gavardashvili G.V. Forecasting of Water Erosion of Agricultural Decisions in Georgia with Regarding Climate Change. Book of Abstract of the first International Scientific Conference - Ecological and Environmental Engineering. Krakow, Poland, 26-29 June, 2018, pp. 55.
3. Гавардашвили Г.В., Иорданишвили И.К. Обоснование к схеме блого-устройства и улучшение технического состояния Тбилисского моря для питания Верхне Самгорской оросительной системы. Материалы Международной научно-практической конференции по теме: «Водные ресурсы, гидротехнические сооружения и окружающая среда». Часть 2, Баку, Азербайджан, 15-16 марта, 2017, с. 83-87
4. მელაძე გ., მელაძე მ. აღმოსავლეთ საქართველოს აგროკლიმატური რესურსები. 2019, 145 გვ.
5. ქუფარაშვილი ი., კაკაშვილი გ. ალაზნის საცდელ-სამელიორაციო პუნქტის 45 ჰა ნაკვეთის დამლაშებული ნიადაგის შეფასება და ანალიზი. VIII საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენციის „წყალთა მეურნეობის, გარემოს დაცვის, არქიტექტურისა და მშენებლობის თანამედროვე პრობლემები", კონფერენციის შრომათა კრებული, თბილისი, 2018, გვ. 241-248.
6. https://paparazzi.ge/article/33686

ნაკადის უსაფრთხო ტრანზიტი ღვარცოფული ტიპის სადინარებში

ლ. მაისაია
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
თბილისი, საქართველო
E-mail: likamaisaia@gmail.com

შესავალი

ღვარცოფებთა უსაფრთხო ტრანზიტის დროს შემხვედრ წინააღმდეგობებად მოიაზრება გვირაბები, ხიდი-გადასასვლელები, რკინიგზებისა და საავტომობილო მაგისტრალების ღიობები, რომელთა ჩახერგვის თავიდან აცილება შესაძლებელია, საპროექტო ზომები უნდა პასუხობდეს ნაკადის უსაფრთხოდ გატარების შესაძლებლობებს.

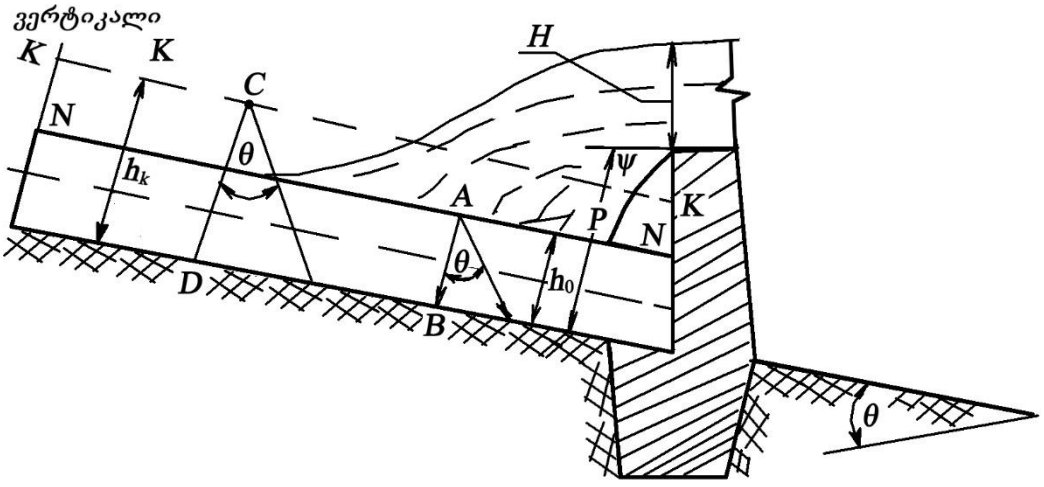
ღვარცოფრეგულირებაში ხშირია ისეთი შემთხვევები, როდესაც სადინრად ნაგებობათა სადაწნეო ზედაპირია გამოყენებული. ნაშრომში განიხილება ნაგებობის ისეთი სახე, როდესაც მისი ზედაპირი ნაკადის მოძრავი ღერძის მიმართ კედლის სახით არის წარმოდგენილი, კედელი არც თუ ისე მაღალია და ღვარცოფთა ბუნებიდან გამომდინარე მასზე ნაკადის გადადინება შეშფოთების გარეშე ხდება. ასეთი ნაგებობის ზედა ბიეფში ადგილი აქვს ღვარცოფული მასის ტრამპლინის სახით გადანაწილებას [1,2,3,4,5,6,7,8,9,10]

ძირითადი ნაწილი

ნაშრომში განიხილება სამუშაოს ნაგებობის ისეთი სიმაღლის მოწყობა, რომლის გადალახვის დროს ღვარცოფულ მასაში ადგილი არ ექნება უკუტალღის წარმოქმნას.

ნაკადის და ნაგებობის პარამეტრებზე ნათელი წარმოდგენის მიზნით გამოყენებულია შემდეგი აღნიშვნები და ნაგებობის სქემა (ნახ 1):

θ - სადინარის ჰორიზონტთან დახრის კუთხე;
K-K – კრიტიკული სიღრმის გამომხატველი წრფე;
N-N – ნორმალური სიღრმის ხაზი;
$AB = h_0 = h_1$ – ღვარცოფის ნორმალური სიღრმე;
$CD = h_k$ – კრიტიკული სიღრმე;
P – ვერტიკალური შემხვედრი წინააღმდეგობის სიმაღლე



ნახ. 1. შემხვედრი წინააღმდეგობის მაქსიმალური სიმაღლის საანგარიშო სქემა ღვარცოფის გადადინების დროს

სქემის საფუძველზე სიღრმეები

$$h_0^H = h_B^1 = \frac{h_0}{\cos\theta}; \qquad h_K^1 = \frac{h_K}{\cos\theta}, \tag{1}$$

სადაც h_B^1 და h_κ^1 – პირველი შეუღლებული და კრიტიკული სიღრმეა (მ).

თუ დავუშვებთ, რომ ვერტიკალური სადაწნეო ზედაპირის მქონე წინააღმდეგობას აქვს დაუძირავი ღვარცოფსადინარის ფუნქცია, ხარჯის საანგარიშოდ შეიძლება გამოყენებულ იქნეს დამოკიდებულება

$$q = m\sqrt{2g}H^{3/2}, \tag{2}$$

სადაც H მოქმედი დაწნევაა;

m – ხარჯის კოეფიციენტი;

$q = \frac{Q}{B}$ – ხარჯი ღვარცოფსადინარის ერთეული სიგანიდან.

მე - (2) დამოკიდებულებიდან მოქმედი დაწნევის სიდიდე

$$H = \sqrt[3]{\frac{q^2}{2gm^2}} \tag{3}$$

ღვარცოფი, რომელიც ხასიათდება C ბმულობით, რომლის შესაბამისი ეკვივალენტური სიღრმე h_0-ის, ხოლო შინაგანი ხახუნის კუთხე φ შესაბამისი ψ კოეფიციენტით არის წარმოდგენილი, როცა სიჩქარის ვერტიკალზე გადანაწილების კოეფიციენტი a - ს ტოლია და მისი სიდიდე უდრის ერთს, კრიტიკული სიმაღლე

$$h_k = h_0 + \frac{1}{\psi}\sqrt[3]{\frac{2q^2}{V}} \tag{4}$$

ღვარცოფის დეფორმაციულობიდან გამომდინარე, მისი სიღრმის წაგრძელების შესაძლებლობა საწყის სიღრმესთან შედარებით

$$h^I = h_1 + \frac{4a + a^2 + 4\sqrt{a}}{4} \tag{5}$$

წინაღობის ვერტიკალური სიდიდე

$$P = h_I^0 - H \tag{6}$$

ღვარცოფსადინარის მნიშვნელოვანი ქანობის შემთხვევაში აუცილებელია საანგარიშო დამოკიდებულებების კორექტირება

$$h_{1B} = \frac{h_1}{\cos\theta} \quad \text{და} \quad h_{HB}^C = \frac{h^H}{\cos\theta}. \tag{7}$$

საანგარიშო დამოკიდებულებებში a - ს სიდიდე $a = \left(1 - \frac{h_0}{h_1}\right)\psi$

შესაბამისად, ვერტიკალური შემხვედრი წინააღმდეგობის სიმაღლე

$$P = \frac{h_1}{\cos\theta}\frac{4a + a^2 + 4\sqrt{a}}{4} - H$$

შემოთავაზებული მოდელით ნაგებობის სიმაღლის განსაზღვრის საიმედოობა დაადასტურებულია ღვარცოფულ დანადგარზე ჩატარებული ცდებით და სიმაღლის საშუალო კვადრატული გადახრა რეალურს არ აღემატება ნორმატივებით განსაზღვრულ მნიშვნელობებს.

დასკვნა

ღვარცოფთა უსაფრთხო ტრანზიტის საანგარიშო პარამეტრების გამოყვანის მიზნით გამოყენებული იქნა შემხვედრი წინააღმდეგობის მაქსიმალური სიმაღლის საანგარიშო მოდელი, რომლის საფუძველზე მიღებულია მისი მაქსიმალური სიმაღლის, ნაკადის კრიტიკული სიმაღლის და ხარჯის საანგარიშო დამოკიდებულებები. მიღებული მოდელით შესაძლებელია დადგინდეს შემხვედრი წინააღმდეგობების უსაფრთხო გადადინებისათვის საჭირო საპროექტო პარამეტრები.

ლიტერატურა

1. Gavardashvili G., Kukhalashvili E., Supatashvili T., Iremashvili I., Quparashvili I., Bziava K., Natroshvili G. Using the „CAPRA“ Methodology for Analysis of the Critical State of the Zhinvali Earth dam and Risks. Conference Proceedings, Istanbul, Turkey, Jan. 30-31, 2019, Part XVII, pp. 27-34.
2. Кухалашвили Э.Г. Об адаптации законов механики неньютоновских систем для описания динамики трехлинейной модели структурных (грязекаменных) селевых потоков. Сообщения АН Груз. ССР, Тбилиси, 1983, т. 112, 31, стр. 113-116.
3. კუხალაშვილი ე., ინაშვილი ი., ბზიავა კ., ყრუაშვილი ი., დ. ლორთქიფანიძე ღვარცოფსადინარებში ტალღურად მოძრავი ბმული ღვარცოფის მახასიათებლების დადგენა. სტუ, ჟურნ. „ჰიდროინჟინერია“ №1-2 (19-20) 2015, გვ. 70-75
4. Круашвили И.Г. Сели и методы борьбы с ними. Тбилиси, ГТУ, 2014, 338 стр.
5. ყრუაშვილი ი.გ., კუხალაშვილი ე.გ., ინაშვილი ი.დ.,ბზიავა კ.ნ. ღვარცოფული მოვლენები, რისკი, პროგნოზი, დაცვა. სტუ, თბილისი, 2017, გვ. 250.
6. ნათიშვილი ო., თევზაძე ვ., დანელია ზ. ღვარცოფისა და ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობის ჰიდრავლიკა. თბილისი, 1995, 70 გვ.
7. Натишвили О.Г., Тевзадзе В.И. Основы динамики в селях, Тбилиси, 2007, 214 стр.
8. Di Silvio G. Flood and sediment dynamics in Mountain Rivers. Pre-processing of the NATO ASJ and „Coping with floods“, E. Mojoraamana centre Erice, November, 3415, 1992, pp. 110;
9. Яно К., Даидо А. Фундаментальные изучения грязекаменных потоков. Труды Института Защиты от Стихийных Бедствии, т. 14, часть 2, Киото, 1985, стр. 69-93.
10. Takahashi T. Debris flow. Tailor & Francis Group, London, UK, 2007, 465 p.

THREATS OF LOSS OF MELIORATIVE INFRASTRUCTURE AND HARVEST DURING THE OCCUPATION OF KHERSON AND ZAPORIZHZHIA REGIONS BY TROOPS OF THE RUSSIAN FEDERATION

T. Matiash, S. Shevchuk, I. Shevchenko A. Krucheniuk
Institute of Water Problems and Reclamation of NAAS,
Kyiv, Ukraine
E-mail: t.v.matiash@gmail.com

The offensive of Russian troops in the Kherson region took place from the first days of the war on February 24, 2022, and continues to this day. There is a mass seizure of agricultural infrastructure, the largest agricultural and water enterprises and organizations in the region, and reclamation systems throughout the region. Since February, the occupiers have actually controlled not only the North Crimean Canal but also the Kakhovka Canal, which is the main source of irrigation in the south of the Kherson region and provides water supply to the occupied Berdiansk (Fig. 1). Kherson region for invaders is an opportunity to get cheap agricultural products. Therefore, if at first the Russian occupiers simply robbed agricultural producers in the Kherson region, now they are forcing farmers to cooperate with the occupation authorities.

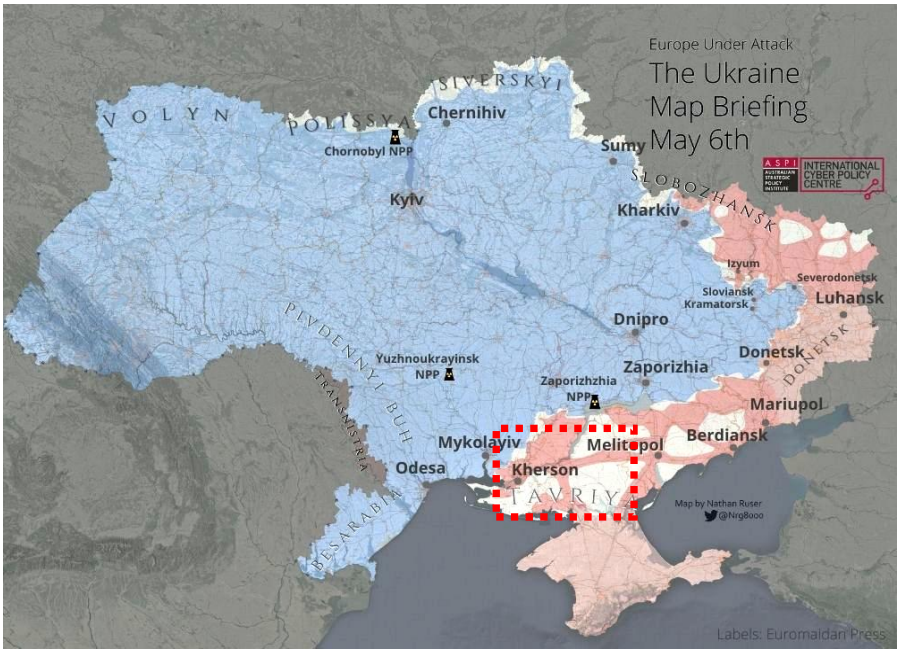


Fig. 1. Zone of active hostilities and location of the main structures of the North Crimean and Kakhovka irrigation systems (marked by a rectangle)

Object of study and methods. Water supply to Crimea by the Russian occupiers is carried out by blowing up blocking dam in the Kherson region, without complying with environmental legislation and ensuring sanitary and biological water discharges downstream of the Dnieper. Such an approach to the issue of water supply to the actually occupied territories to support activities, in particular, military bases in Crimea, is contrary to current international law. There are also other economic losses from stolen water due to lack of electricity through the passage of water through the Kakhovka HPP, the inability to control and manage the cascade of Dnipro reservoirs and create the threat of imbalance of energy systems.

At the same time, an artificial food catastrophe is being created in the occupied territories, grain is being taken out of elevators en masse, and the activity of agricultural producers is being hindered, as well as the harvest of grain and vegetable crops.

According to FAO estimates [1], one third of crops and agricultural land will not be harvested or cultivated in 2022, which could lead to the global food crisis of 2022-2023, so the efforts of the world community to support agricultural production and food supply chains are important. .

The following is a comparison of the years of cultivation of agricultural products before 2022. 7.6 million hectares were sown with winter grain for the 2022 harvest, which is 7% lower than in 2021 (8.2 million hectares) and practically coincides with the sown area in 2020. This includes the area under winter wheat under the harvest in 2022 amounted to 6.5 million hectares (-5% to 2021), under winter barley - 969.0 thousand hectares (-15%) and under rye - 108.5 thousand hectares (-39%)).

Regional analysis of the distribution of sown areas under winter wheat shows that for the 2022 harvest in the Kherson region sown 7%, which is approximately 0.53 million hectares, in the Zaporozhye region 10%, which is approximately 0.76 million hectares.

In the period from 2019 to 2021, the area under spring grain crops in Ukraine ranged from 7.5 to 7.8 million hectares. This year, due to the war, active hostilities, destruction of oil depots and fuel storage facilities for agricultural machinery, the need to demine the occupied territories, the structure of spring crops is likely to be significantly reduced. This is evidenced by the data of the Ministry of Agrarian Policyas of April 21, 2022, wherein total, only 70% of the projected areas for spring grain crops were sown.

Although the probability of a food crisis in Ukraine as a whole is estimated to be low, external demand for grain products will remain high. It is possible to return to a high level of grain exports only if seaports are restored and safely accessed, which, given the risks to shipowners and damage to Ukraine's transport infrastructure, is not a quick prospect.

To analyze and forecast the future harvest in the Kherson region, the structure of sown areas in 2021 according to remote sensing data is presented (Fig. 2) [2,3]. Shades of green and yellow show the areas under agricultural crops with successive phases of vegetation of cultivated crops for the period April-September. Shades of red indicate areas that have not been involved in agricultural production this year.

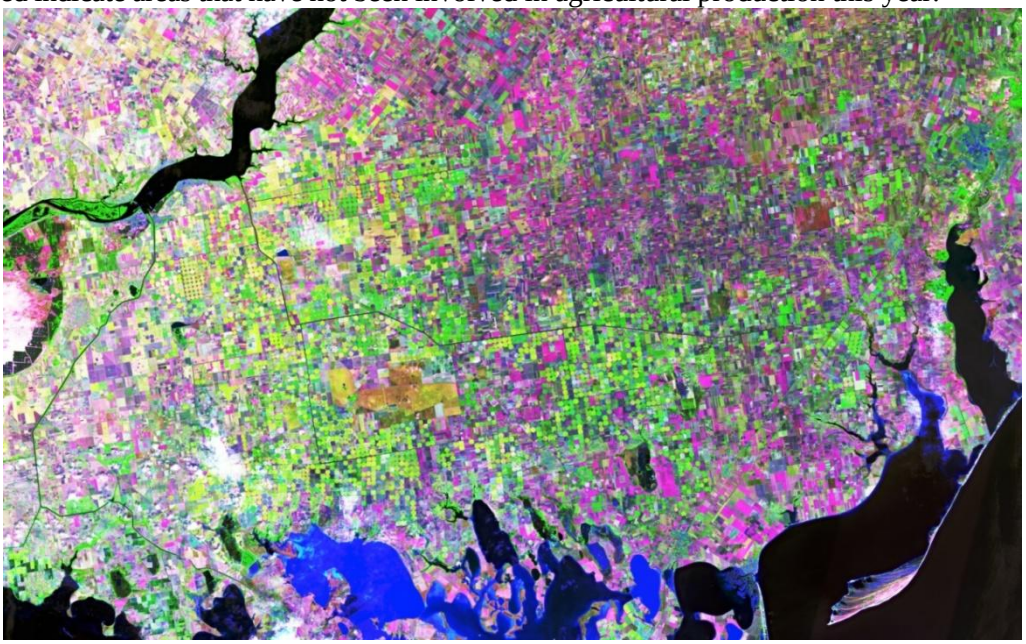


Fig. 2. Distribution and development of agricultural crops in the growing season (April-September) 2021 within the Kherson and Zaporizhia regions. The fields on which cultivation was carried out are marked in green

According to the state statistical reporting in Ukraine, a record crop of grain crops was harvested in 2021. In the south of Ukraine, this was facilitated by heavy rainfall and intensive use of irrigated areas for growing grain, industrial and vegetable crops (Fig. 3). Shades of red show non-irrigated land without vegetation (steam, technologically cultivated land, etc.). Shades of yellow indicate rainfed lands with natural atmospheric nutrition. Irrigated areas with intensive artificial water supply are marked in dark blue [4].

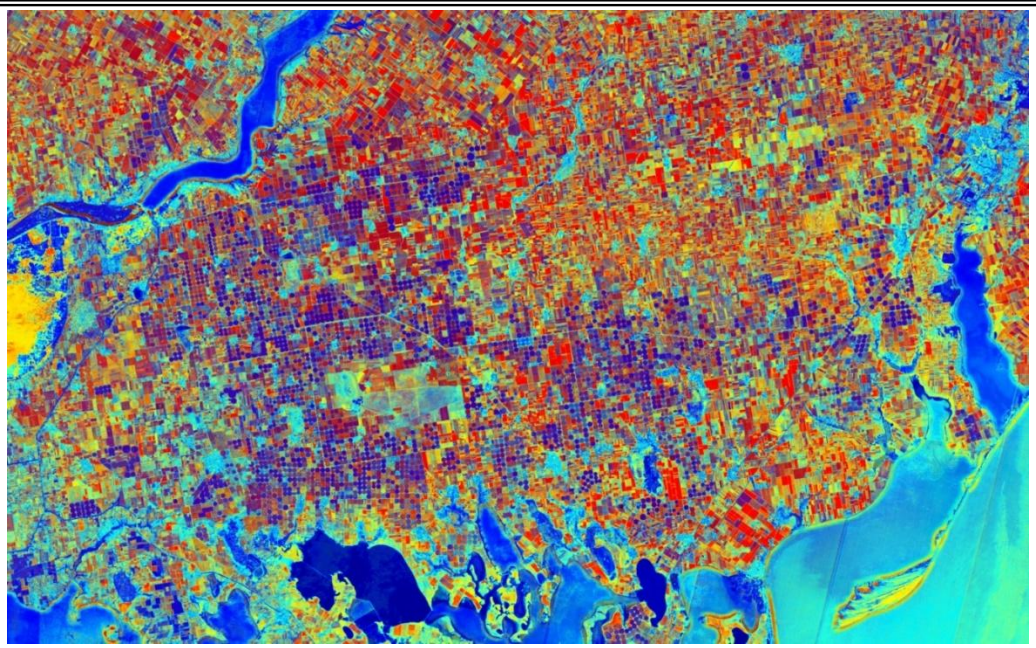


Fig. 3. Irrigation areas of Kakhovka and North Crimean irrigation systems in the growing season (April-September) 2021 within the Kherson and Zaporizhia regions

Weather conditions in March 2022 proved to be quite difficult for the development of such plants as winter wheat and other winter cereals at the end of the calendar winter. The temperature was lower than multi-year averages for almost the whole of March, which was combined with insufficient rainfall and generally had a negative effect on the condition of crops. Subsequently, during most of April, a rather favorable hydrothermal regime was maintained.

The temperature regime of April turned out to be quite favorable, within the optimal parameters, which allowed winter cereals to restore photosynthetic processes in a relatively short time, grow well and create a strong root system even in crops after unpaired predecessors. The first decade was very warm, as for this time of year, with little precipitation. The average daily air temperature was mainly in the range of 7.2–16.4°C heat. The average air temperature for the third decade was 10.3°C, which was 2.5°C above the long-term average. In total, about 65 mm of precipitation fell in April, which was one and a half times higher than the long-term average.

Thus, having conducted a correlation analysis of the conditions of the current year and previous years by the amount of precipitation and temperature indicators in terms of decades and months (Fig. 4), the most similar to compare the conditions of the current year correspond to 2017 and 2020 (Table 1), respectively taken and the levels of projected yields.

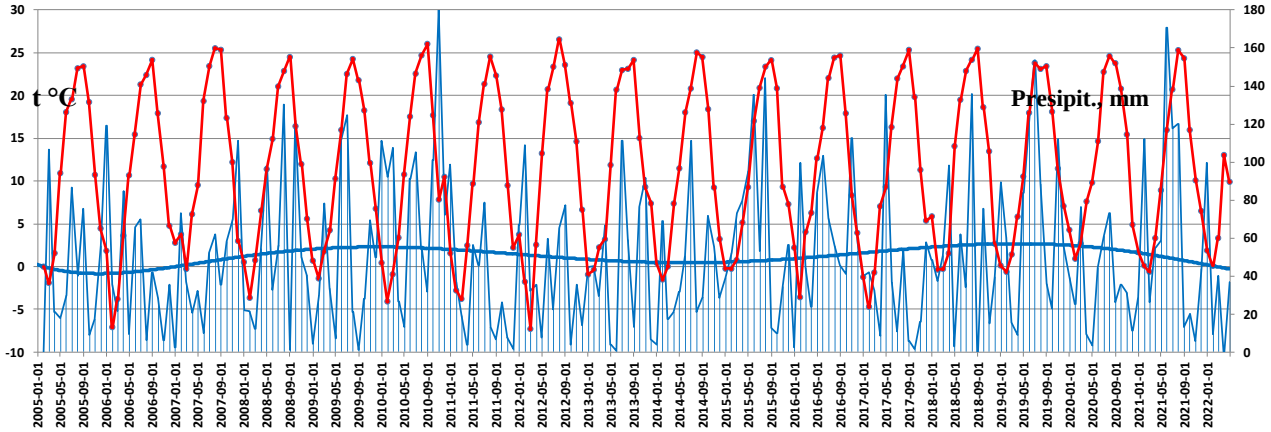


Fig. 4. Monthly data of temperature and precipitation for the period from 2005 to April 2022 at the Kherson meteorological station

Analyzing a number of years from 2005 to April 2022, using databases of the Institute of Water Problems and Land Reclamation of NAAS (Table 2), cultivation of crops, agrometeorological indicators, evapotranspiration, ranked by a deficit of moisture, and determine the most similar years and forecast of the future grain harvest.

Table 1

Two-factor analysis of long-term precipitation and temperature data.

роки	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
2005																		
2006																		
2007																		
2008																		
2009																		
2010																		
2011																		
2012																		
2013																		
2014																		
2015																		
2016																		
2017																		
2018																		
2019																		
2020																		
2021																		
2022																		

As a result of the two-factor analysis, a consolidated table symmetric across the table's diagonal for the period 2005-2022 was obtained. Years most similar to each other are highlighted in green, highlighted in yellow are similar on average, and the red ones are non-similar.

Table 2

Irrigation rates for growing winter wheat in the Kherson region

Year	Irrigation rate for winter wheat, Kherson meteorological station, m^3 / ha	Lack of security winter wheat,%
2005	2085	64.8
2006	1957	51.64
2007	2752	87.83
2008	1820	48.36
2009	2166	71.38
2010	2265	81.25
2011	2178	74.67
2012	3178	97.7
2013	2943	94.41
2014	2244	77.96
2015	2040	61.51
2016	2040	58.22
2017	**2086**	**68.09**
2018	2870	91.12
2019	2553	84.54
2020	**2009**	**54.93**
2021	1795	45.07

In Figure 4, the trend line clearly indicates the dynamics of precipitation fluctuations for the period 2005-2022. This is also confirmed by the data of variance and correlation analysis of weather conditions.

On the basis of long-term observations carried out at the institute, the daily values of evapotranspiration by the Shtoiko method are calculated and on their basis, the irrigation norms for winter wheat for the selected period of years are determined (Fig. 5).

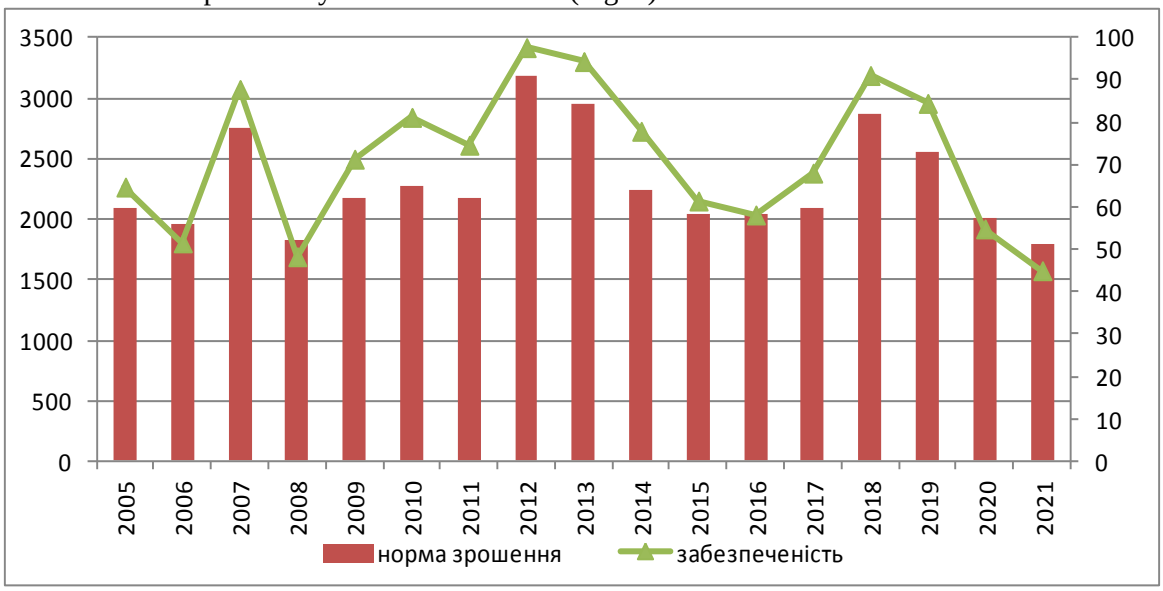
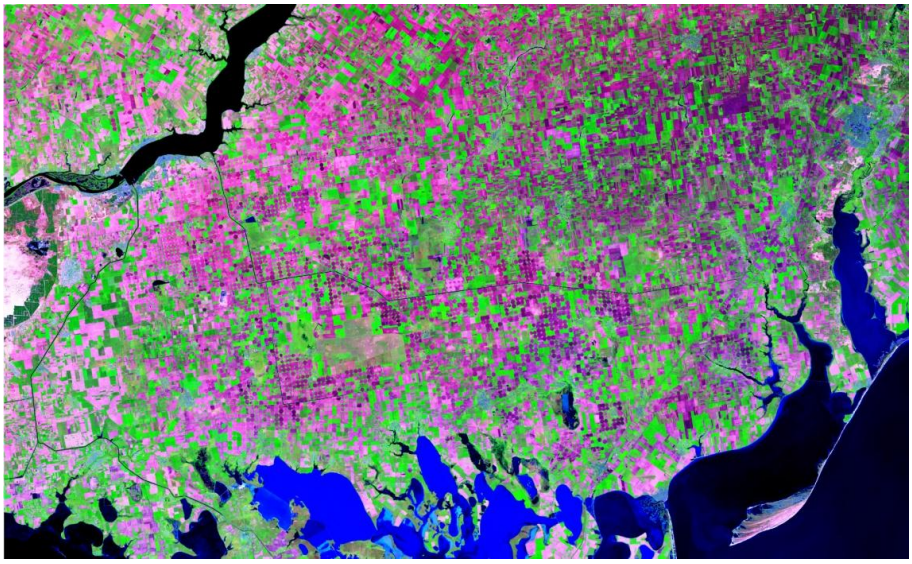


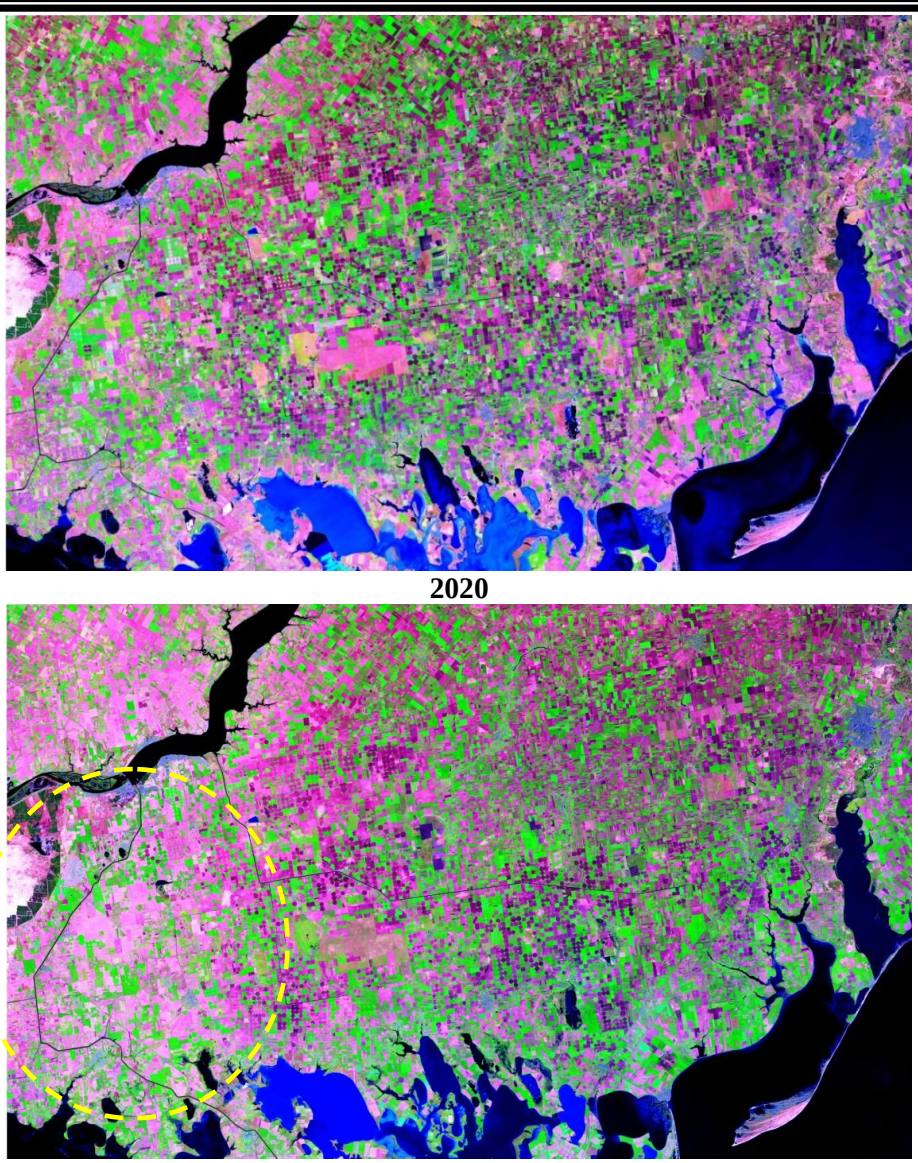
Fig. 5. Irrigation rate and deficit of provision of irrigation rate for winter wheat for Kherson and Zaporizhzhia regions

The similarity of the selected years is evidenced by the intensity of vegetation according to remote sensing of the Earth on the selected date in April and May, marked in green in the photo, as well as the amount of preparatory work for spring crops in 2022, which is characterized by the darkest burgundy color. However, on the map of 2022 in the zone of intensive hostilities, there is no spring fieldwork, and the vegetation is restored only in last year's winter crops of cereals and industrial crops. According to preliminary estimates, crop losses in Kherson and Zaporizhzhia regions will amount to up to 40% of winter crops and up to 60% of spring and fruit and vegetable crops under such management conditions. Compensate for such large-scale crop losses is possible only through the use, where possible, irrigation.

The current state of water resources management on irrigated systems depends directly on the conditions of land and water use at the level of economic entities. During the war, there was a significant reduction in the area of actual irrigation compared to the area that was provided for in the project and used in previous years (Fig. 6).



2017



2020

2022

Fig. 6. The intensity of vegetation restoration of winter grain crops and preparatory works for sowing of spring crops in 2017, 2020, and 2022

The issue of efficiency of operation of irrigation systems and water use is becoming relevant. Currently, in order to fully and comprehensively assess the efficiency of water resources use in reclaimed irrigation systems of Ukraine, it is necessary to conduct an inventory and audit of the use of existing irrigated lands[5].

In the occupied territories, after the end of hostilities, the current technical condition of the engineering infrastructure of irrigation systems should be assessed, the characteristics of all main, distribution canals and pipelines, pumping stations, internal network, purpose, the technical condition of other hydraulic structures and facilities for their reconstruction, and modernization.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

According to preliminary estimates, the 2022 crop losses within the Kherson and Zaporizhzhia regions will amount to up to 40% of winter crops and up to 60% of spring and fruit and vegetable crops, which will generally affect domestic and foreign markets. Compensation, in the face of war for the destruction of reclamation infrastructure and lost profits of farmers under current international law, is the responsibility of the aggressor country.

The priorities for the development of agricultural production this year in the territories not occupied by the Russian occupiers should be the maximum use of irrigated areas to increase the yield of crops grown

in the unoccupied territories of Ukraine. In the liberated territories, the restoration of reclamation infrastructure should be the main task for the provision of agricultural products in Ukraine in the postwar period.

To implement these tasks it is necessary for the current 2022:

- ensure food security of the state by growing a certain list of agricultural crops on irrigated lands;
- accounting for reclamation systems in the unoccupied territories, determining their technical condition and maximum load capacity to ensure water supply for irrigation or water regulation;
- determine the priority of restoration of engineering infrastructure of reclamation systems in case of technical problems and the amount of funding for their restoration;
- providing state support to agricultural producers, reducing lending rates, providing interest-free loans, and providing a market for grown products;
- providing compensations to agricultural producers for the cost of electricity and fuel and lubricants used for irrigation of crops;
- increase the efficiency of reclamation systems management by creating and comprehensively promoting the activities of water users' organizations.

REFERENCES

1. Information Note the importance of Ukraine and the Russian Federation for global agricultural markets and the risks associated with the current conflict. URL: https://www.fao.org/3/cb9236en/cb9236en.pdf
2. Vyshnevskyi V., Shevchuk S., Matiash T. Water resoursrs of the Lower Danube River and their use within the territory of Ukraine // Electronic book with full papers from XXVIII Conference of the DanubianCountries on Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management. Kyiv,Ukraine,November 6-8, 2019. P. 199-208.
3. Vyshnevskyi, VI; Shevchuk, SA Vykorystannia danykh dystantsiinoho zonduvannia Zemli u doslidzhenniakh vodnykh obyektiv Ukrainy [Use of remote sensing data in a study of water bodies of Ukraine]. Kyiv: Interpress LTD. [In Ukrainian], 2018.
4. Shevchuk SA Estimation of the current state and prospects of irrigation development in the zone of influence of the North Crimean canal within the Kherson region / S.A. Shevchuk, TV Matiash, I.A. Shevchenko // International scientific-practical conference "Modern technologies and achievements of engineering sciences in the field of hydraulic engineering and water engineering", KSAU, Kherson, 2019. P. 84-86.
5. ZROSHENNIA TA DRENAZHU V UKRAINI, Stratehiia. for the period up to 2030 [Irrigation and drainage strategy in Ukraine until 2030]: Approved rozporiadzhenniam Cabinet of Ministers of Ukraine № 688-r. (2019, August 14). Uriadovyi courier, 170. Uriadovyi courier, 170.

THE EFFICIENCY OF NEW, ECOLOGICALLY SAFE MICRO-FERTILIZER "COMPLEX - CO" FOR THE CEREALS CULTIVATION

H.Mirimyan[1)], B.Babayan[1),2)], T.Soghomonyan[1)], S.Galstyan[3)], H.Martirosyan[4)], A.Mikaelyan[1)]

[1)] National Polytechnic University of Armenia, Republic of Armenia
[2)] SPC "Armbiotechnology" NAS RA, SNPO, Republic of Armenia
[3)] Yerevan Institute of Technology, Republic of Armenia
[4)] National Agrarian University of Armenia, Republic of Armenia
E-mail: *aramrm@seua.am*

INTRODUCTION

Micronutrient deficiencies are major constraints in cereal production in the fucured agricultural programs. Micronutrient fertilizers are gaining importance day by day and would play a major role in bringing stability and sustainability in the production of food grains, pulses in the coming decade. One of the possible directions for the creation of effective new preparations containing micronutrients is the production of compounds with regulable solubility and stability in water and soil environment. In this issue coming importance the special use of their chelating complexes [1].

The three main classes of micronutrient sources are known: inorganic, synthetic chelates and natural organic complexes. Inorganic sources are the most common metallic salts used in the fertilizer industry because of their ready availability and water solubility. In the past 35-40 years, it has been recognized that compounds containing chelated metals could supply many of the micronutrient requirements of plants [2]. These chelates find use in cultivation of a wide variety of agricultural cereals. Applications for chelates vary from fertilizer additives, seed dressing to foliar sprays and hydroponics. Chelating agents strongly affect the efficiency of micronutrient application and the degree of assimilation of micronutrients by plants, as a result of which plants absorb micro elements 6-10 times better than their sulfates or chlorides [3].

Based on natural raw materials (wine-making waste: cream of tartar) preparetions with growth-stimulating properties and trace elements content was developed. These products are distinguished by a simple, affordable, waste-free production method. The main adventage are high susceptibility of plants to active substances, low cost and consumption rates, non-toxicity to humans and environmental objects.

Without fertilizer-N, global food production would be sufficient for less than half of the current population of 7.3 billion [4]. Trends of fertilizer-N application, nitrogen harvested by the crop on a per hectare basis showed linear increases from 1961 to 2010, with 50-year averages of 78 $kg\,ha^{-1}$ for maize, 60 $kg\,ha^{-1}$ for rice and 56 $kg\,ha^{-1}$ for wheat [5]. Nearly half of the N fertilizer supplied is not used by cereals and is lost to the ecosystem through volatilization, run-off, or leaching [6]. These losses lead to environmental problems, such as the release of greenhouse gases, pollution of water bodies, soil acidification, or biodiversity reduction. The atmospheric level of N pollution is expected by, 2050, to be in the range 102–156% higher than in 2010 with the agricultural sector accounting for 60% of this increase [7].Agriculture has been recognized as a major source of nitrate leaching pollution [8].Nitrogen leaching is not only related to the amount of fertilizer applied, but also to othervariables such as the timing and place of fertilizer applied in relation to the cereals growingcycle, irrigation regimes, type of fertilizer, agronomic practices, cereal rotation, soil characteristics,type of soil cover, climate, etc. [9].

Similar problems exist in Armenia due to the widespread use of nitrogen fertilizers in the Sevan Lake area. In particular, in recent years, there has been an increase in the nitrogen content in the water, which leads to the formation of green algae and eutrophication.The use of chelating micro-fertilizers in modern agriculture leads to a reduction in the consumption of traditional nitrogen-containing fertilizers.Taking into account above mentioned, a simple and affordable technology via acid treatment of wine-yeast/cream of tartar sediments, was developed in the base laboratory of NPUA "Creation and quality control of agricultural pesticides" [10]. Based on this technology, a "Complex-Co"new complex preparation with plant growth stimulating effect was elaborated."Complex-Co" contains additives (amino derivatives of natural tartaric acid, colamine and micro-nutrient elements) providing the target properties and improves soil behavior.

METHODS

At the first stage of the technology, natural tartar is subjected to acid treatment, after which all tartaric acid is dissolved, then trace elements are added in the form of salts, monoethanolamine is added to regulate the pH and add additional nitrogen. The content of various trace elements in 1 liter of the drug and some physical parameters are shown in table 1.

Table 1

Composition of the preparation "Complex-Co" and physical characteristics

Content of microelements and supplies g/l:								pH	d_4^{20}
Fe	Zn	Cu	B	K	SO_4	MEA Colamine	BAS		
6	8.7	12.5	5	28	79	142.5	20	3.6	1.31

In order to study the effect of the obtained micronutrient preparation "Complex-Co" on the efficiency of cereal cultivation, experiments were carried out in the conditions of water-abundant, cultivated-irrigated soils of the Armavir region of the Republic of Armenia. Winter triticale was sown annually in the second decade of October 6.0 million pieces, sowing of barley and emmer in the second decade of March, respectively, 5.0 and 4.5 pieces: germinating grains with norm. The experiments were carried out in three variants, with four repetitions; the estimated area of the landfill was 25m^2. To do this, the seeds of legumes (barley, emmer, triticale) were treated with a 1% solution of this drug to combat fungal diseases before sowing. At the stage of the bush in autumn sowing triticale late autumn on (29.11.2021) and early spring (06.03.2022), the grass cover was subjected to a 0.5% solution of the same drug for foliar nutrition.

RESULTS

The effect of the "Complex-Co" preparation on the growth of a number of sowing cereals is presented in table 2.

Table 2

The effect of the "Complex-Co" on the growth rate of barley, emmer and triticale.

Cereal	Version	Plant height at the leaf stage, cm	Degree of leafing		Plant height at earing stage, cm	Length ear, cm	The number of cereals from the ear, Pcs	Diseases, scoring
			General	Effective				
Barley	Test version	13.5	2.11	1.97	71.4	7.4	31.2	4.7
	Cultivated	16.7	3.22	2.24	88.3	9.8	39.8	4.9
Emmer	Test version	12	1.91	1.02	64.3	5.3	24.7	4.8
	Cultivated	14.7	2.42	1.92	71.3	6.4	30.1	5
Triticale	Test version	17.9	3.24	2.01	161.3	9.7	45.4	4.9
	Cultivated	20.9	4.15	2.97	187.4	11.9	55.5	5

The data in the table show that the drug has a significant effect on the growth rate of plants both in the leaf stage and on the height in the earing stage. The height of the latter increased by 2.0-3.5 cm compared to the control in the tested versions in the leaf phase, and this difference became more evident in the earing phase. So, if the preparation "Complex-Co" at the leaf stage contributed to an increase in the height of plants

of emmer wheat by 10.3, barley by 9.2 cm, then in triticale this difference reached unprecedented values, reaching 28.1 cm, which plays a big role, to get straw.

CONCLUSION

Thus, the preparation "Complex-Co", obtained by an optimized technology, showed a rather high efficiency on grain cereals both for pre-treatment of seeds and when used as a foliar feeding method. The preparation can be used during the entire growing season of cereals, which will reduce the consumption of nitrogen fertilizers, which is one of the main goals of green agriculture. Further research is needed for other crops, depending on the species, to determine the range of best working fluid concentrations and application rates.

Acknowledgment

The work was supported by the Science Committee of RA, in the frames of the research project № 21T-4B070. "Evaluation of the effectiveness of growing new varieties of cereal crops in green agriculture".

REFERENCES

1. Y. Zuo, F. Zhang, Soil and crop management strategies to prevent iron deficiency in crops, Plant Soil 339 (1–2) (2011) 83–95.
2. Abdelhameed R.M., Abdelhameed R.E., Kamel H.A.// Iron-based metal-organic frame works as fertilizers for hydroponically grown Phaseolus vulgaris. // Mater Lett. 237. -2019. –P. 72-79.
3. Mengel K., Kirby E.A., Kosegarten H. and Appel T. // Principles of Plant Nutrition,Kluwer Academic Publisher, -2001.
4. Connor, D. J. Organic agriculture cannot feed the world. Field Crops Res. 106, 187–190 (2008).
5. Ladha, J., Tirol-Padre, A., Reddy, C. et al. Global nitrogen budgets in cereals: A 50-year assessment for maize, rice and wheat production systems. Sci Rep 6, 19355 (2016).
6. Billen, G.; Garnier, J.; Lassaletta, L. The nitrogen cascade from agricultural soils to the sea: Modelling nitrogen transfers at regionalwatershed and global scales. Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci. 2013, 368, 20130123.
7. Bodirsky, B.L.; Popp, A.; Lotze-Campen, H.; Dietrich, J.P.; Rolinski, S.;Weindl, Reactive nitrogen requirements to feed the world in 2050 and potential to mitigate nitrogen pollution. Nat. Commun. 2014, 5,1–7.
8. Ball D., MacDonald A., Lilly A. Agriculture and diffuse pollution: Groundwater nitrate vulnerable zones in Scotland. Scott. J.Geol. 2005, 41, -P.61–68.
9. Barton, L.; Colmer, T.D. Irrigation and fertiliser strategies for minimising nitrogen leaching from turfgrass. Agric. Water Manag.2006, 80, -P. 160–175.
10. Babayan B.G., Mikaelyan A.R., Asatryan N.L., Vardanyan A.S. The Effect of New Complex Phytostimulator on Plants of Different Taxonomic Groups Based on Natural Tartaric Acid // Shirak State University, Collection of Scientific Papers -2019. -V2. -P. 116-115.

EVALUATION OF MODERN TRENDS OF MAXİMAL FLOWAND FLOOD RISK ASSESSMENT (CASE STUDY GOYCHAY AND TURYANCHAY)

A. Nuriyev, N. Gasymova
Baku State University
Baku, Azerbaijan
E-mail: *anar_nuri@yahoo.com*

INTRODUCTION

Modern climate change has a profound effect on all components of the Earht's hydrosphere, including the water resources and regime of the oceans, seas, rivers, lakes, groundwater, glaciers and swamps.

Against the background of temperature increase in the cold period of the year due to climate change, the minimum winter runoff on these rivers increases, the duration of the flood season and the corresponding maximum water flow decrease. River water resources of any country as a natural process are considered one of the main guarantees of socio-economic, sustainable development. From this point of view, the correct assessment of water resources is of great social, economic and even political importance for more accurate forecasting of the processes taking place in water bodies under the influence of modern climate change, meeting the country's water needs.A clear example of this is the floods in the downstream of the Kura River in 2010 due to the interaction of natural and anthropogenic factors, and the overall damage to the country's economy, population, infrastructure and agriculture.

In order to study the impact of climate change on the maximal flow of the Shirvan rivers, observation data on the example of Goychay and Turyanchay were analyzed. Flood risk of river basins was also assessed using a geographic information system.

RESEARCH AREA

The research area is the Shirvan zone of the Greater Caucasus natural region. Both geological and geomorphological features of the mountainous and plain parts of the area differ from each other. Shirvan hydrological region covers a number of left tributaries of the Kura River - Alijanchay, Turyanchay, Goychay, Girdimanchay and Agsu rivers. The share of groundwater in the feeding of these rivers reaches 40-60%, and the share of rainwater reaches 20-30%. In the upstream of the rivers, the valleys are V-shaped and the bottom erosion is dominated, in the downstream debris cones are formed. Most rivers do not reach the Kura River during the summer due to water intake for irrigation purposes. Agriculture lands and other objects located in the debris cones area are subject to the destructive effects of periodic floods.

Turyanchay is formed from the confluence of Tikanlichay, Aghchay, Bumchay and Damiraparanchay rivers. All these rivers flow from north to south direction. The main source of the river is Tikanlichay river. Until the Saralchay flows, the Turyanchay is called the Garachay river. Turyanchay is delivered by artificial channel to the month-Kura river. The place where the Shirvan rivers flowed was dried up, and in the 50s and 60s of the 20th century, these rivers were connected to the Kura by an artificial channel called the Garasu River. The length of the Turyanchay is 180 km, the area of the basin is 4840 km^2. The average width of the Turyanchay basin is 10.2 km, the average altitude of the basin is 819 m. There is no forest cover in the upper part of the basin above 2500 m. The slopes are very steep and split intensively. There are 4.2 km^2 of glaciers and 445 km^2 of forest cover in the basin. The average slope of the river is 20.5‰, and the density of the river network is 0.50 km/km^2.

Goychay originates from the western slope of Kovdag in the Lagich mountain system. The source of the river is a spring from a rock at an altitude of 1980 m. The river flows into the Haftaran valley in the territory of the village of Buynuz. Goychay is delivered to Kura by an artificial channel. The average width of the basin is 15.4 km, the average height is 538 m. The forest in the basin covers an area of 510 km^2. The average slope of the river is 17.2 ‰, the density of the river network is 0.48 km/km^2. The length of Goychay is 115 km, the basin area is 1770 km^2.

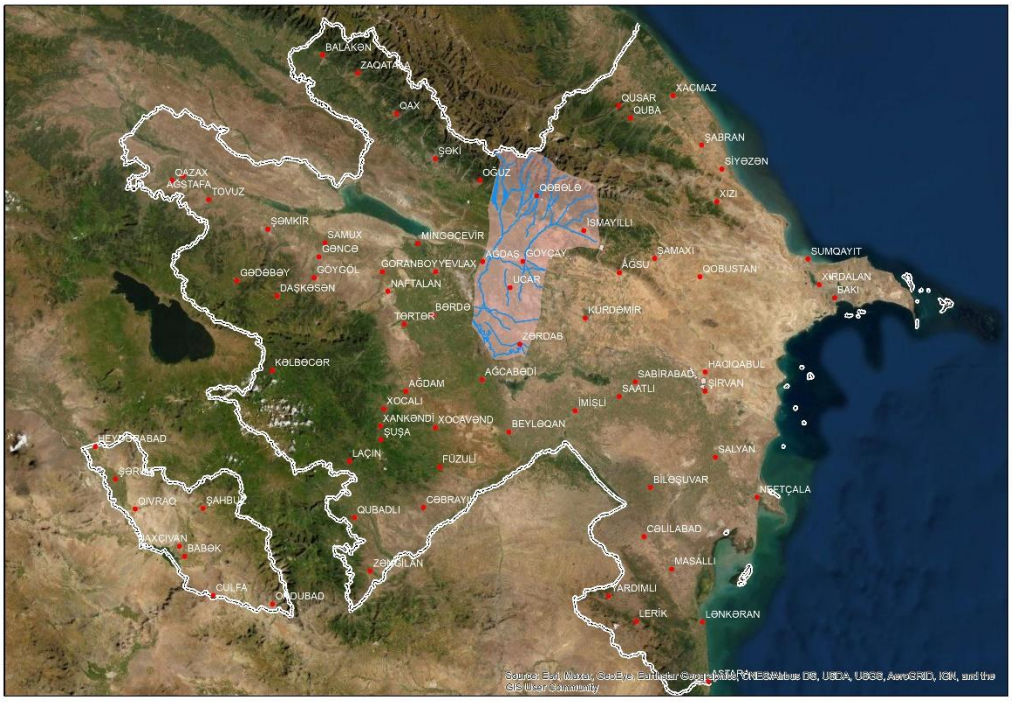


Fig. 1. Location of selected rivers

MATERIALS AND METHODS

In this reseach used archival materials, data from hydrological observation stations located in the area, Azersky, LANDSAT and Sentinel-2 satellite images from the Earth Explorer website and the results of researchers to analyze the dynamics and changes in the long-term runoff of the both rivers.

ANALYSIS AND DISCUSSION

Turyanchay and Goychay has spring-summer high flow and autumn rain flood season. The strongest floods occur in Aghchay (Galachay), Bumchay, Tikanlichay and Damiraparan rivers. The average starting date of high season in the Demiraparan River is March 21, the date of completion is August 4, and the duration is approximately 136 days. July-August is dry season. Autumn rian floods occur in the river in September-November. In December-February, the winter dry phase is formed.In Goychay hish season starts on average on March 10 and ends on June 28, with an average duration of 140 days.

Analysis of fluctuations in maximum water discharge over many years shows that the average annual water flow varies. Therefore, in order to study the multi-year fluctuations of Goychay and Turyanchay rivers, both difference integral curves and linear trend analysis were performed, and the direction of maximum flow fluctuations of the selected rivers was determined.

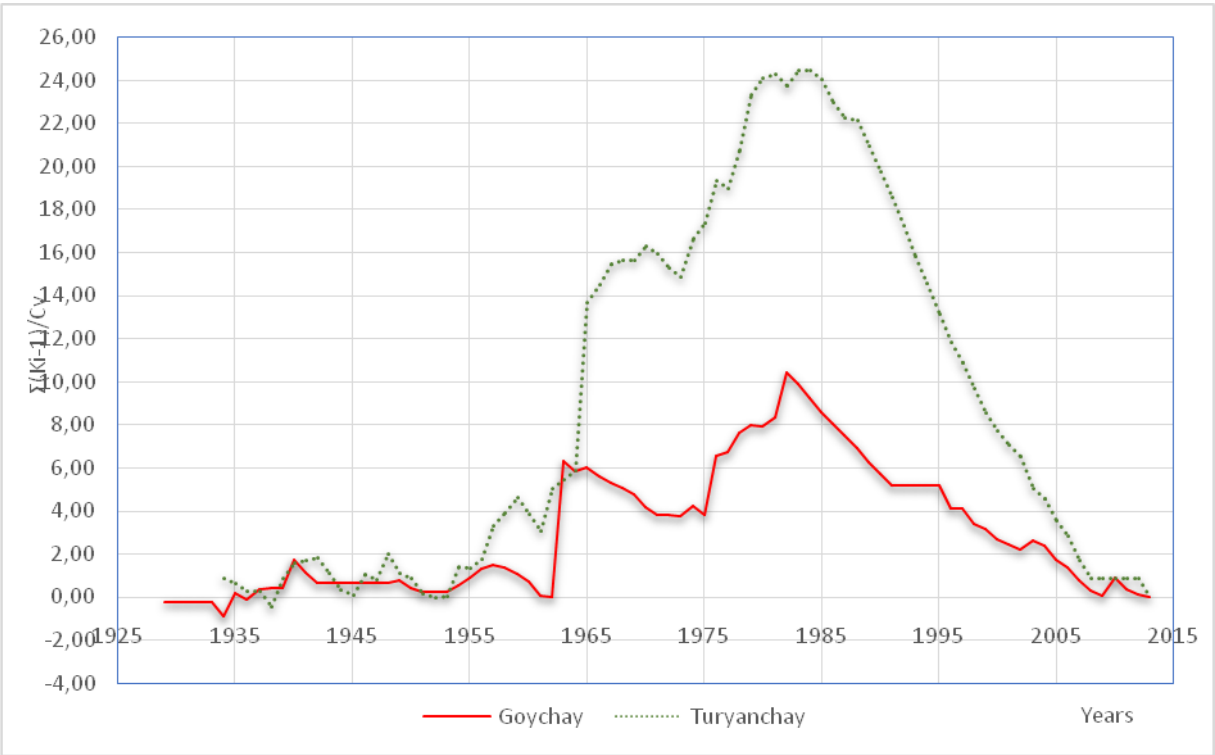


Fig. 2. Difference-integral curve of water discharge of Goychayand Turyanchay rivers

According to the Goychay River from 1982 to 2015 there was a decrease in the maximum river flow. Same tendece seen in Turyanchay river. There is decreasing of the maximum flow from 1984 to 2015.

In the study, the multi-year fluctuations of the maximum flow were analyzed using the multi-year water discharge data of the area rivers.

Linear trends for Goychay river Goychay station and Turyanchay Su Govshaghi stations are shown in Figure 3.

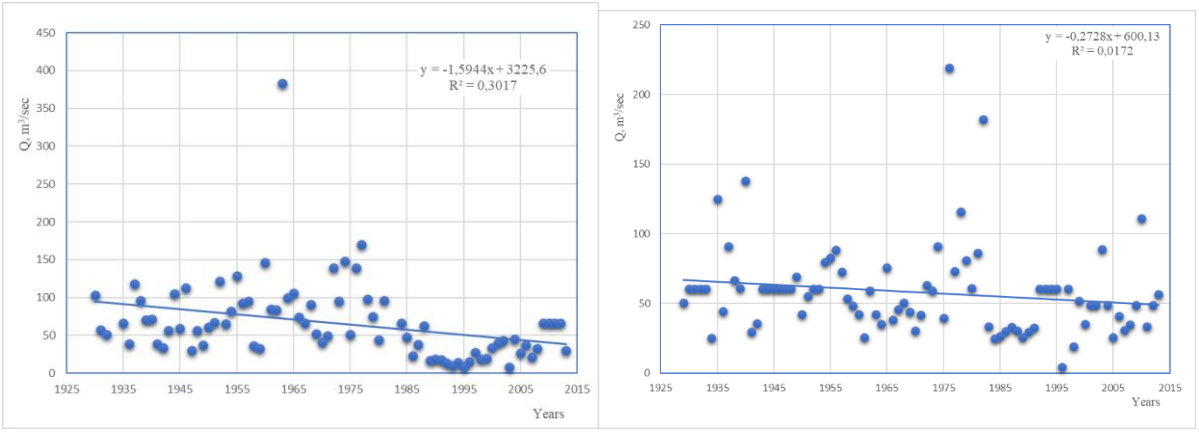


Fig. 3. Linear trends for Goychay river Goychay station and Turyanchay Su Govshaghi stations

A comparison of linear trends shows that there has been a decline in both of rivers. Same time statistics shows that number of flood events had significantly increased. This can also be explained by the recent increase in river water use. This is also reflected in the precipitation data of the Goychay meteorological station located in the area.

ArcGIS software, one of the GIS technologies, was used in this study. Annual precipitation, geological structure, drainage density, slope, aspect, land use, land cover and distance to streams were used as data sets, and the Multi-Criteria Decision Making Method was used as a method. As a result, flood risk areas were identified and assessed for the study area.

The geomorphological features of the basin include the slope factor, which has a significant impact on flood formation. Assuming that all conditions are the same, in areas with high slopes, water infiltration from

precipitation is lower than in areas with low inclination, due to the low water holding capacity of the soil. As a result, where the slope is high, the amount of water flowing is higher. Areas with low slope values can be considered at risk for flooding. The study also included precipitation, which is one of the most important factors in terms of flood risk.

Control classification was performed in ArcGIS software using Sentinel-2 satellite imagery to determine land use.

However, in our study, the aspect map was taken into account, assuming that the slopes facing north are more risky in terms of flood risk. Because, in general, the slopes facing north of the relief are less exposed to solar radiation than the slopes facing south. However, slopes facing east receive more sun in the morning, and slopes facing west receive more sun in the evening.

In determining the risk areas in the applied method, the parameters were taken into account one by one. The flood risk parameters were assessed on a rating scale ranging from 1 to 5 degrees of significance, and each was given a weight scale. ArcGIS software was used to create and analyze the data. Each map used in the analysis is represented by a separate layer in the software.

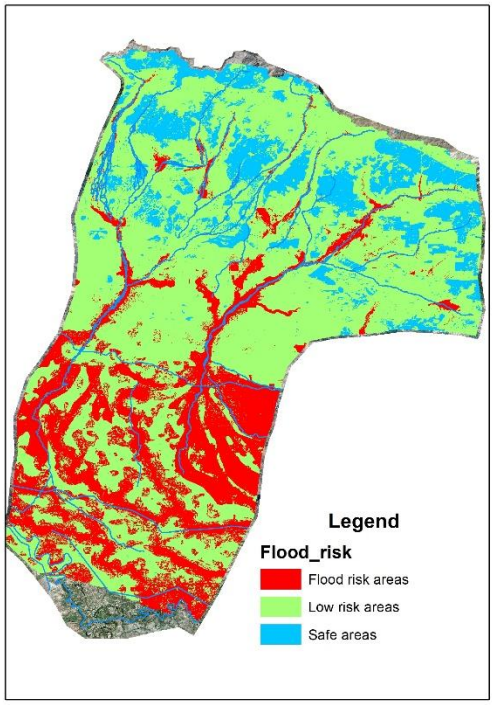


Fig. 4. Flood risk map of river basins

CONCLUSION

A trend analysis was conducted for territorial rivers based on long-term observational data. According to the figures maximum flow discharge decreased in both rivers. Sametime antropogenic impact and activities rapidly increased in river basins. All these factors caused possibility of damage druing the flood. As result of investigation flood risk map developed for rivers. According the estimations 1260 km^2 of area in both river basins are located in risk areas.

REFERENCES

1. Mammadov M.A. Hydrography of Azerbaijan. Baku, 2012.-253 p.
2. Museyibov M.A. Physical geography of Azerbaijan, Maarif publishing house, Baku, 1998, 399 p.
3. Rustamov S.H. Rivers of the Azerbaijan SSR and their hydrological features. Baku, Science, 1960, 196 p
4. Mahmudov R.N. Modern Climate Change and Dangerous Hydrometeorological Events, Baku, NAA, 2018. 232 p.
5. Imanov F.A. Statistical methods in hydrometeorology, Baku, 2011, 271 p.
6. Imanov F.A., Mammadov V.A., Abdullayev I.M. Hydrology, Baku, 2014, 563 p.

WATERFALLS OF AZERBAIJAN AS TOURIST OBJECTS

E. Nuriyev, I. Akhmedova
Baku State University
Baku, Azerbaijan
E-mail: *elxan.nuriyev47@gmail.com, ahmedova@list.ru*

Azerbaijan has a unique geographical position and richest natural resources. One of which is waterfalls. More than half of the territory of the Republic is occupied by mountain ranges belonging in the north to the system the Greater Caucasus (the ridges of the Greater Caucasus with the peaks of Bazarduzu - 4466 m. and Shahdag - 4243 m.) and the Lesser Caucasus in the west and southwest. In the extreme southeast of the Talysh Range (Kemurgyoy town - 2493 m [1]. There are more than 1000 rivers, 250 lakes and reservoirs on the territory of Azerbaijan. Due to the mountainous terrain and rapids, many rivers form noisy and picturesque waterfalls. The most interesting objects Afurja, Seven Beauties, Ram-Rama, Laza, Ilisu, Umbrellas, Sum Waterfall, Orobijon Waterfall, Katechchay, Takdam, Pazmari, Mamyrly, Galabin, Abdal Cascade, etc [2].

A waterfall is the fall of water in a river from a ledge that crosses the river bed. The word waterfall consists of two words: "water" and "fall". Unlike river rapids, waterfalls are characterized by a sharp drop in the height of the river bottom and a steep fall. As the falling water breaks the ledge, powerful waterfalls are constantly moving up the river. A waterfall is a place where water falls from a height of more than one meter. Waterfalls are characteristic of mountain rivers and are usually attractive landscapes, which attracts a stream of tourists who want to take a break from the noisy city, as the bewitching beauty of falling water causes aesthetic pleasure. Waterfalls are a tourist resource and are of great importance in terms of tourist and local lore objects.

Waterfalls are the most attractive sights that nature can provide. Waterfalls and mountain rivers are the object of hiking, canyoning and rafting, i.e. extreme tourism, as it includes the use of certain equipment designed to overcome water obstacles, rock climbing, rappelling, jumping into the water, swimming, etc. Canyoning and rafting - these are varieties of extreme tourism that require certain physical fitness and climbing equipment. In the regions of Azerbaijan, there are a large number of mountain rivers with rapids, which makes it possible to go down the mountain rivers in boats. All these types of water tourism should be developed on the mountain rivers of the republic [2].

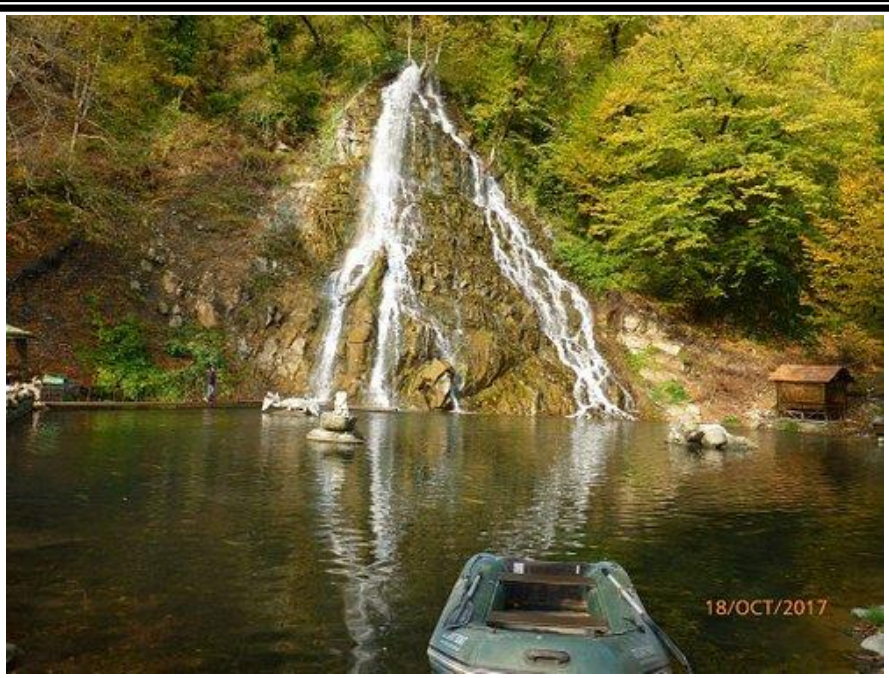
The Afrudzha waterfall, located in the Cuban region, falls from a 30-meter height [4]. The waterfall is located on the Velvelechay River and is a “Natural Monument of Azerbaijan”. The word Afrudzha in translation means “splashes of water”, because due to the strong wind its jets heel in different directions and cool drops of water from a mountain river scatter in different directions. 10 kilometers from the picturesque Afrudzha waterfall, there are four dozen springs spouting from the ground, which attract tourists.

In the Guba-Khachmaz region, tourists are attracted by several water objects, including a cascade of waterfalls on the Gudialchay River in the Tengialty Gorge (depth 400-600 m), the combination of the scorching sun and cool water causes incredible sensations among tourists.

The Kienhirt waterfall is 25 m high. You can bathe in its crystal clear and cool waters.

In the Tovuz region, not far from the village of Chobansykhnag, seven waterfalls were discovered, which are surrounded by sheer cliffs. The height of the highest waterfall is 35m, the lowest is 10m. It is expected that this discovery will positively influence the development of local tourism and attract local and foreign tourists.

The “Seven Beauties” waterfall, locally called “Yeddi Gozel”, is located in the Gabala region, not far from the village of Vandam, represents seven powerful cascades and is an amazing water feature that can surprise everyone with its beauty. Observation platforms are built at different heights of the waterfall. And on the waterfalls to the fourth cascade you can climb a steep staircase.



Picture 1. The "Seven Beauties" waterfall

In the Gakh region, in the village of Ilisu, there is a waterfall Ram - Rama (at an altitude of 1600 m above sea level). The waterfall is surrounded on all sides by a picturesque forest, where there are opportunities for organizing a climatic resort. Ram - Rama is the highest waterfall in Azerbaijan, the height of which reaches 75 meters. It is quite difficult to get to this waterfall, it is located in a difficult mountainous area. The chance to get to it really appears at the end of summer and autumn. The waterfall is not very popular among tourists, because the road to it is very difficult and dangerous. In such territories untouched by civilization, ecological balance and the load on this natural environment are of great importance.

Waterfalls near the village of Laza in the Gusar region are especially popular in winter. Ice-climbing championships on icy waterfalls are periodically held here. Athletes from different regions of Azerbaijan, Russia and other countries take part in them. Usually the championship is held in two stages - for the speed and difficulty of the ascent - as a kind of extreme tourism.

Picture 2. Waterfalls Laza

The Mamyrly waterfall is located in the village of Lekit, Gakh region. The name in translation means "muddy", which is associated with the long-term process of overgrowing the waterfall with green moss. The waterfall is located at an altitude of 550 meters above sea level, the height of the waterfall reaches 15 meters with a width of 30 meters. It looks especially beautiful in the sun, which illuminates the icy water, descending down the green carpet. The local population calls the Mamyrly waterfall a “drip” waterfall, due to the abundance of streams flowing with moss and drops of water. By the decision of the Cabinet of Ministers of Azerbaijan, "Mamyrly" is a natural monument of the Gakh region and is under state protection.

Pazmari waterfall on the Aychinlyg River, at an altitude of 3707 meters above sea level, in the Ordubad region of the Nakhichevan Autonomous Republic. Water contains hydrocarbons, calcium and minerals. The height of the waterfall is 16 meters. "Pazmari" is one of the highest waterfalls in Nakhichevan and has kinetic energy. The waterfall is an object of visiting tourists and annually it is visited by about 500 tourists.

The Katehchay waterfall is located in the Balakan region and is part of ten waterfalls located on the territory of the Zagatala reserve. The height of the waterfall is 20 meters, but to get to the waterfall you need to overcome a difficult road of 500 meters [5].

Picture 3. Waterfalls Abdal

The Takdam waterfall is located in the Yardimli region, its height is 34 m. It is the hallmark of Yardimli. In order for tourists to get up to the waterfall, steps are carved into the rock.

The Ilisu waterfall in the Gakh region is located in a high-mountainous area and in order to get to it, tourists need to overcome a 35-40 minute walk. The height of the waterfall is 25 meters.

The cascade of Abdal waterfalls is located on the river of the same name, which flows through the Tovuz region. The cascade consists of eight waterfalls of various heights. The main two have a height of 20 and 15 meters. One of the first explorers of this waterfall was Jalaladin. According to the decision of the Ministry of Ecology and Natural Resources of Azerbaijan, the Abdal cascade is a natural monument [5].

The Galadin waterfall is located on the peak of the Talysh mountains in the village of the same name in the Lerik region. It is located at an altitude of 1000 meters above sea level and has a height of 65 - 70 meters. This waterfall is very popular among both local tourists and tourists from the Islamic Republic of Iran.

Thus, a hike to the waterfalls is part of an active holiday in the sports and recreational aspect. The combination of hiking to the waterfalls with rafting, kayaking, cycling, as well as rock climbing, mountaineering, climbing glaciers, horseback riding, fishing and hunting, tent "tourism" with jogging and roller skating will attract a large number of tourists to the areas where the waterfalls are located. There are several tourist routes with a visit to the waterfalls: 1. Northern route: Tengalty - Afurdzha waterfall (52 meters) - Suatan (20 meters). Includes the ascent to the Afurdzha waterfall on a special car; 2. North-western route of Gabala - waterfall of seven beauties (it is a seven-tiered waterfall, where stairs lead to the third tier); 3. Southern route Lerik - Yardimli (35 meters), visiting the waterfall, the possibility of fishing for mountain trout Unfortunately, today, the waterfalls of the country are not fully used for tourism development and their visit is spontaneous disorganized nature. It is advisable to include a visit to the waterfalls in tourist routes. To increase the number of regulated visitors, it is necessary to create a certain infrastructure that does not affect the ecological balance of the surroundings of the waterfalls. The ecological conditions of the region after visiting tourists remain important, too. Preservation of water bodies in the face of ever-increasing recreational impact.

REFERENCES

1. Gasimov R. Guide to Azerbaijan. The famous waterfall Baku, 2017, 175 pages
2. Kangerli T.N., Babaev Sh.A. Geology of the Azerbaijan Republic. Baku, 2013 , 148 pages
3. Lewis J. Waterfalls: 75 most beautiful waterfalls in the world. Art - Spring. 2012, 160 pp. 289 pp.
4. Museibov M.A. Physical geography of Azerbaijan. Baku, 1998, 400 pages
5. https: //ru.wikipedia.arg/wiki

TRANSPORT OF POLLUTANTS BY ATMOSPHERIC FLOWS WITHIN MAJOR INDUSTRIAL CENTER

A. Olshtynska, Ye. Nasedkin, G. Ivanova
Institute of Geological Sciences of National academy of science of Ukraine
Kiev, Ukraine
E-mail: a_1207@ukr.net

INTRODUCTION

Modern period of technological progress and development of productive capacities in the world provoke the inevitable impact on environment. Particularly, intensive development of processing industry causes pollution of ground, water and air media. Examination of transfer by air flow and accumulation of substance coming to the air media as the result of economic activity is one of the important way of the solution of this problem. In air aerosol within localities content of anthropogenic component (inter alia heavy metals), could exceed twice and more natural concentrations. In large industrial centers and surrounding areas emissions to air result in pollution of ground-level mid-air and progressive accumulation of contaminants in upper layer of the ground.

MAIN PART

In Ukraine ratio between anthropogenic and natural component of eolian suspension in air media of industrialized cities with steel industry (Dnipro, Mariupol, Kryvyi Rih, Nikipol, Kramatorsk, Zaporizhzhia, et al) has significant imbalance. In Zaporizhzhia city, located in the lower reaches of the Dnieper in the south-east of Ukraine, there are such enterprises of metallurgical facilities as "Zaporizhstal", "Dniprospecstal", "Zaporozhsky Ferroalloy Plant", "Zaporozhsky abrazivny combinat", "Zaporizhcocke", "Zaporozhye Tittanum and Magnesium combine", "Zaporizhskloflus", "Zaporizhzhia Aluminum Combine", "Motor Sich" and others. These enterprises actively emit pollutants into the air [1]. Most of them are situated in so-called Plant (Zavodskoy) district. So it allow to spatially localize the main sources of emission.

In 2017, in Zaporizhzhia region volume of pollutants in the air was 180,9 thousands tons (table 1). In emission content suspended solid particles without identification of their composition, as well as metals and metals compounds were taken into account.

Continuous monitoring of transfer and sedimentation of air suspension within Zaporizhzhia city gave us chance to examine substance of the air flows, estimate the main trends of its temporal distribution and patterns of heavy metals accumulation in the composition of eolian flows.

Table 1

Emissions of pollutants in air media from stationary sources in Zaporizhzhia region in 2017

Pollutant	Volume, thousand tones
Metals and metals compounds	0,7
POPs	0,1
CO	52,4
SO_2 and other sulphur compounds	79,1
Nitrogen oxides	32,3
Suspended particulate matters	13,1
Light organic compounds	22,2
Total	180,9

For systematic monitoring of air flows the trap for sampling of solid components of air aerosol was used. It allowed examining the processes of particles movement in set time interval (monthly) during the year. Equipment has been tested for a long time periods under marine coastal conditions and have proved to be reliable tool for sampling of natural substance from air flows (Fig.1) [2].

Research specificity provided certain demands for trap design and type of filter textile: long-term (about a month) and evenly sampling of substance from air flows. Therefore the trap can rotate the entire circle of 360 degree; trap design was developed to minimize losses of aerosol settled on the filter. The trap does not require additional energy source. Outer filter is polyamide mesh (diameter of pores is 0,019 mm). It allow to sample substance of aleuritic size. Inner filter is polypropylene geotextile (pores diameter is 0,1 mm), it prevent removing of settled substance by wind; inner filter due to its durability reinforces construction defenses polyamide mesh from damage by air excitements.

Fig. 1. a) aerosol trap; b) replacement of filter for following sampling of substance from trap; c) trap installation (1 – triangle frame, 2 – textile of stabilizer tail, 3 – outer layer of filter textile, 4 – inner layer of filter textile)

The pier of State Institution "Research Hydrophysical Center of NAN of Ukraine" was chosen as the optimal place of sediment trap installation (Fig. 2). Distance from the largest pollution sources (above-mentioned enterprises) is more then 8 km. The trap was installed on the edge of concrete pier (boundary line between land and water media).

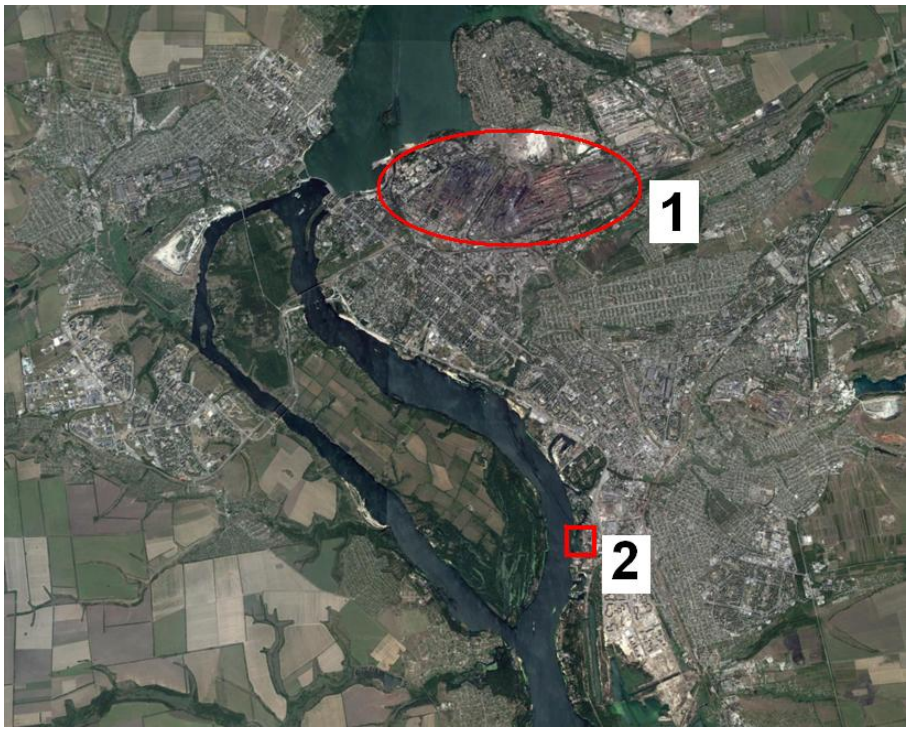


Fig. 2. Location of the main polluting enterprises within Zaporizhzhia city (1); Monitoring point (2)

Extraction of settled substance once a month creates the conditions for aerosol accumulation within a certain time. At the same time continuous hydrometeorological observation (speed, directions, duration of winds, precipitations) were carried out. Connection between different outer impact factors and quantitative and qualitative characteristics of sediment was studied.

Results of our observations (second part of 2015 – 2017) and comprehensive laboratory analysis revealed that air substance distribution was determined by such factors as:

- seasonality (changes in ratio of main components of eolian substance);
- atmospheric disturbance (changes in intensity of substance entering in trap and particle size);
- ground humidity and precipitations (changes in particle size, mineral and micro-elemental composition of air suspension);
- some natural reasons (changes in ratio between natural and antropogenic components of substance composition).

Qualitative characteristics of eolian substance depend on redistribution in the air of condensation (condensation aerosol) and dispersion (disintegration aerosols) parts of eolian substance.

Condensation aerosols are the results of high temperature processes; natural processes (strength and duration of winds, precipitations) lead to disintegration aerosols. Thus intensity of technological processes, which cause emissions of anthropogenic component of eolian substance, is conditionally constant; processes, determining content of natural part, change considerably throughout the year.

Samples of warm part of the year contain tree main components: biogenic (plants pollen and spores, wood pieces); terrigenous (debris, clay aggregates) and technogenic (particulate matter of atmospheric origin) (Fig. 3). Technogenic component (aleuritic particles) basically consists of iron and heavy metals.

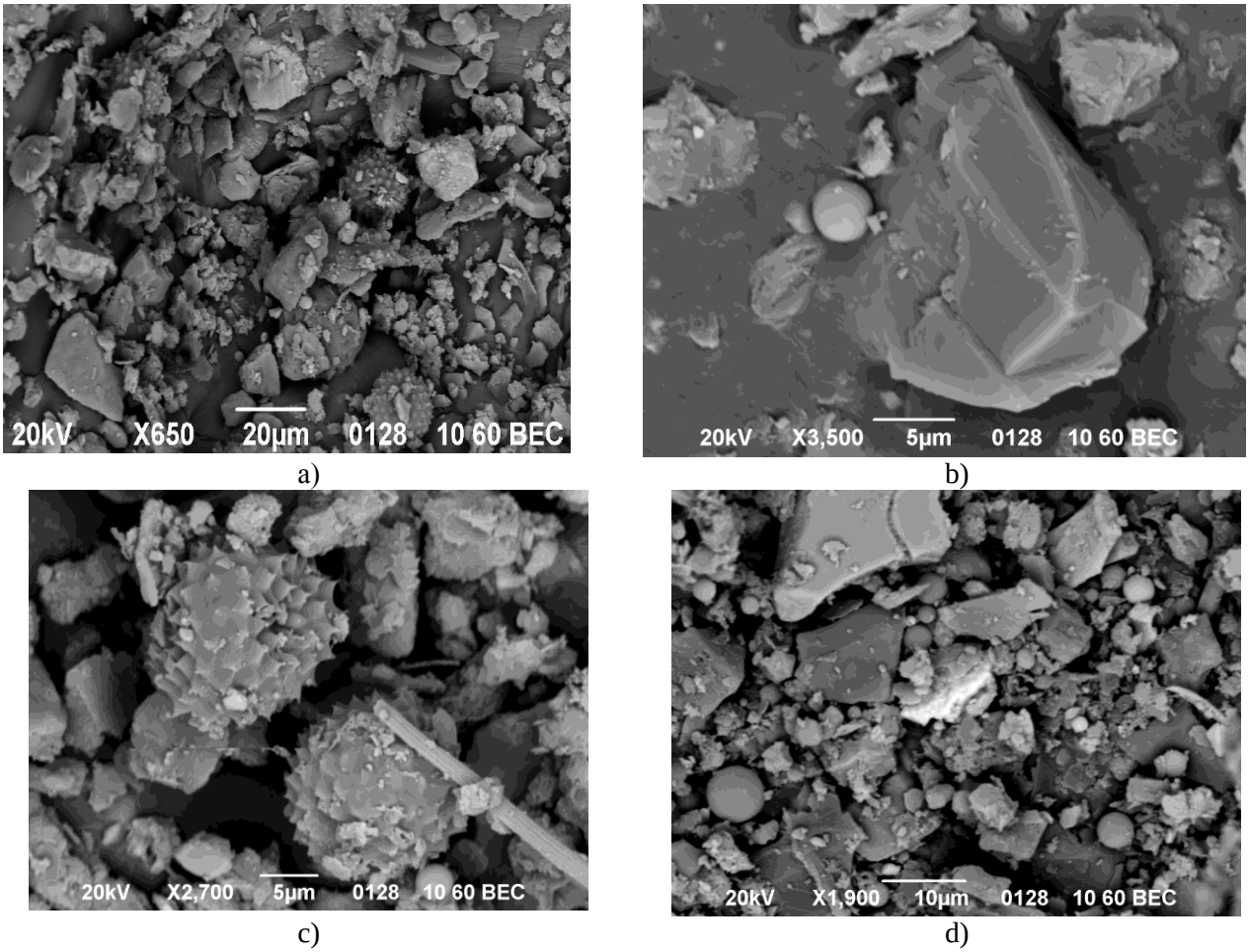
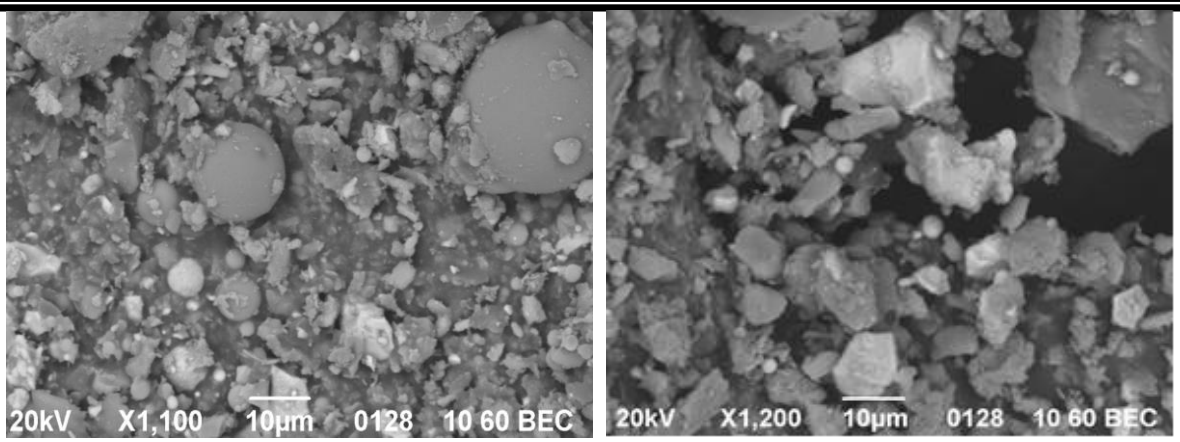


Fig. 3. SEM image of eolian substance (Jule-August 2015): a – sample general view; b – piece of quartz; c – pollen; d – sample general view, where substantial amount of air-born spherical creations are observed

In cold period (November – March) amount of natural component (biogenic component) decreases under influence of external factors (the end of plant growing period) (Fig. 4).



a) b)

Fig. 4. Samples of air suspension (SEM images): a) December 2017 – January 2018); b) June 2017 – July 2017

Slight decrease of disintegration aerosols (mainly of its aleuritic component) was caused by humidification of ground because of frequent precipitations. At the same time concentration of condensate aerosols increases, as the result there were observed changes of eolian particles size, mineral composition and content of heavy metals and iron in suspended substance [3] (Table 2).

Table 2

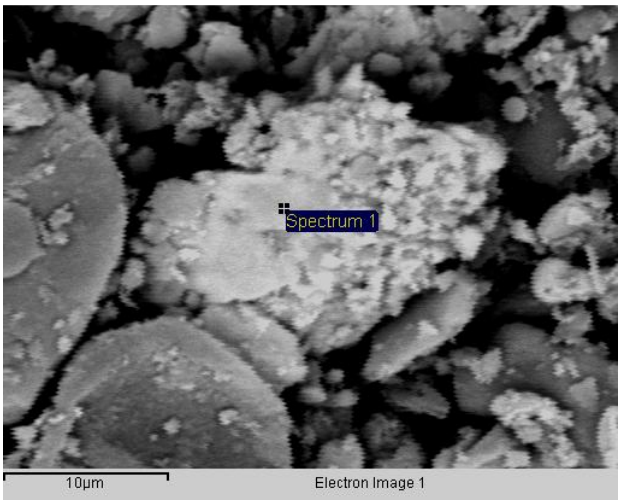
Trace elements and metals content in composition of eolian substance according to RFA (g/t)

Sampling period	Fe	Ni	Cu	Zn	Pb	As	Sn
July-August 2015	179700	163	426	670	358	23	26
November-December 2015	459000	338	775	1770	920	39	55

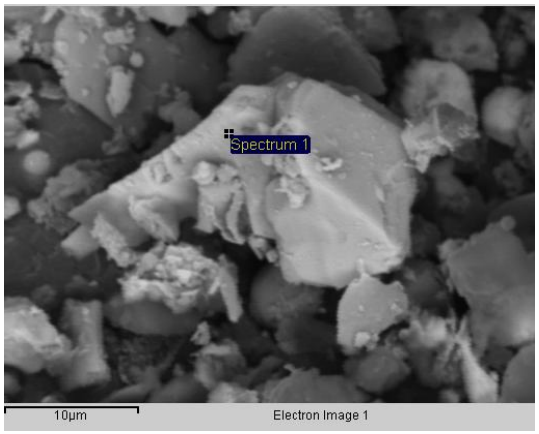
Concentration of iron and heavy metals in substance of air flows is greater then their concentrations in ground surface, bottom sediments and Dnipro river suspension. Such well known pattern is the result not only of anthropogenic impact but also natural factors.

There are correlations between temporal distributions of iron and some heavy metals (for example correlation coefficient between iron and lead exceeds 0,8). It is the evidence of the main role of integrated steel plants in heavy metals pollution of air environment.

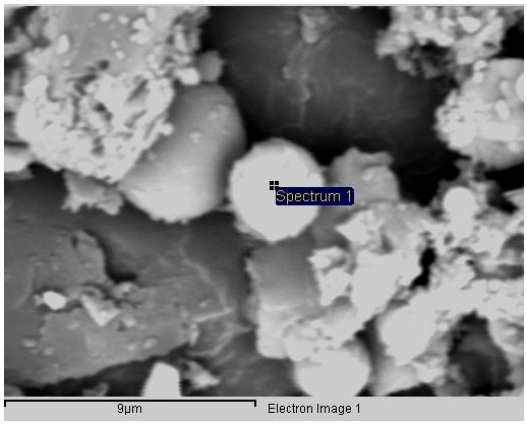
In contaminant emissions of steel plants and fuel and energy enterprises there are not only products of fuel fossils use, but dust with high concentrations of heavy metals. Results of SEM and RF analyses of nature substance samples could be explained by great impact of the plants (Fig. 5).



Element	Weight%	Atomic%	Compd%	Formula
Al K	1.31	1.45	2.47	Al_2O_3
Si K	4.41	4.68	9.43	SiO_2
Ca K	1.17	0.87	1.64	CaO
Mn K	0.32	0.17	0.41	MnO
Fe K	60.18	32.11	86.05	Fe_2O_3
O	32.61	60.73		
Totals	100.00			



Element	Weight%	Atomic%	Compd%	Formula
Fe K	69.94	40.00	100.00	Fe_2O_3
O	30.06	60.00		
Totals	100.00			



Element	Weight%	Atomic%	Compd%	Formula
Si K	2.71	2.98	5.80	SiO_2
Fe K	65.89	36.43	94.20	Fe_2O_3
O	31.40	60.60		
Totals	100.00			

Fig. 5. Iron oxides (sampling of November-December 2017)

Finely dispersed component of eolian substance differs from component of ground surface of research area (result of atypical compounds introduction within this area). In contrast to finely dispersed component, content of aleuritic particles indicates its local origin.

CONCLUSION

Results of electron microscopic investigations show the great influence of high temperature processes on aerosol composition. Detrital component (iron oxide) contains more than 90 % of iron, impurities of ferrous metals (Ti, Mn) and micro admixtures of heavy metals (Ni, Cu, Pb). Metals can be observed as separate coins (with concentration more then 50 %).

Monitoring of temporary distribution and specificity of air aerosol composition within Zaporizhzhia resulted in identification of regularity of iron content in mineral component of air substance and origin of metal-containing creations (result of specified technological processes). High iron concentration in substance of eolian flows could be the evidence of industry impact on city air environment.

REFERENCE

1. http://www.zoda.gov.ua/files/WP_Article_File/original/000098/98556.pdf [in Ukraine].
2. Nasiedkin Ye.I., Mytropolskyi O.Yu., Ivanova G.M. (2013). Monitoring of sedimentation processes in the land and sea interaction zone. Sevastopol: EKOSI-Gidrofisika. 295 p. [in Ukraine].
3. Nasedkin, Ye. (2017). Geochemical research aspects of atmospheric aerosol of Zaporizhzhia city. Mineralogical journal, 2(39), 57-63. [in Ukrainian].

DYNAMICS OF TOTAL SUSPENDED MATTER AT MAJOR FISHING PORTS ALONG THE SOUTHERN BLACK SEA

K. Özşeker[1)], K. Seyhan[2)], U. Khan[1)], Ş.Atasaral[2)], A. Şahin[2)]

[1)] Institute of Marine Science and Technology,
Karadeniz Technical University
[2)] Karadeniz Technical University,
Trabzon, Turkey
E-mail: seyhan@ktu.edu.tr

INTRODUCTION

Maintaining good water quality is essential to sustain the development of human society, and it is generally determined by some water quality parameters. Among them, total suspended matter (TSM) is considered an important water quality parameter which consists of inorganic and organic matter in water(Pahlevan et al. 2019; Wang et al. 2022). Coastal waters are often characterized by high concentrations of suspended organic and inorganic material derived from seabedresuspension or discharge of particle-laden rivers (Miller and McKee 2004). High concentrations of suspended materials directly affect many water column and benthic processes such as phytoplankton productivity, coral growth, productivity of submerged aquatic vegetation, nutrient dynamics, and the transport of pollutants and other materials(Cole and Cloern 1991; May et al. 2003; Miller and McKee 2004; Kyryliuk and Kratzer 2019). TSM can be affect the water clarity, euphotic zone depth and primary producers (e.g., phytoplankton and aquatic macrophytes), leading to some ecological problems(Bilotta and Brazier 2008; Wang et al. 2022). In this sense, accurate and routine monitoring of TSM plays a key role in protecting ecological and social environments. The coastal areas of the seas are affected positively or negatively due to the substances carried by the rivers. Especially in the rainy and rugged Eastern Black Sea Region, many rivers carry both natural and anthropogenic materials to the coastal regions. Some of these substances, with their polluting properties, cause the deterioration of the natural balance on the coasts over time (Boran and Sivri 2001). There is a high amount of suspended matter entering the Black Sea coasts due to river discharges. As suspended solids cause unpleasant taste and odor in water, clog the filters of water treatment plants, increase the hardness of the water and adversely affect aquatic life, they should be checked regularly. In addition, suspended solids of organic or inorganic origin and transported by rivers increase turbidity and reduce light permeability to water. Thus, there is a significant decrease in oxygen production through photosynthesis. While suspended solids limit the usage purposes of streams, they also cause much negativity in coastal areas of seas. In short, suspended solids cause physical changes in water and some undesirable situations. Most importantly, it is known that in areas where water inlet and outlet are very weak, such as ports, the depths decrease as solids settle to the bottom of the water over time. In this way, shipping and coastal fisheries are adversely affected (Boran and Sivri 2001; Dunn et al. 2021). In this study, the suspended solids load of fishing shelters such asFındıklı and Hopa, which are located in the Eastern Black Sea Coast, where fishing activities are carried out most intensively, were determined on a monthly basis and their effects on the ecosystem (such as filling the fishermen's shelters with materials related to terrestrial transport) were tried to be revealed.

MATERIAL AND METHODS

This research was carried out in and around Fındıklı and HopaFishing Ports in the Southeast Black Sea Region, which are used extensively by fishing vessels. Sampling was carried out monthly at nine different stations for each port in the 2022 winter season. The stations were determined to reveal the difference between the effects of streams and harbors and the areas that are thought to be relatively free from these effects (Figure 1). Immediately after sampling, sediment physicochemical parameters; pH, oxygen, salinity, and temperature were measured in situ. Temperature, salinity, and dissolved oxygen were measured using a Conductivity, Temperature, and Depth sensor (CTD) probe. Total suspended solids; It was measured

gravimetrically (SM 2540 D) after a certain volume of water sample was filtered through 72GF/F filters brought to constant weight and kept at 105 ºC until constant weight (Watson et al.).

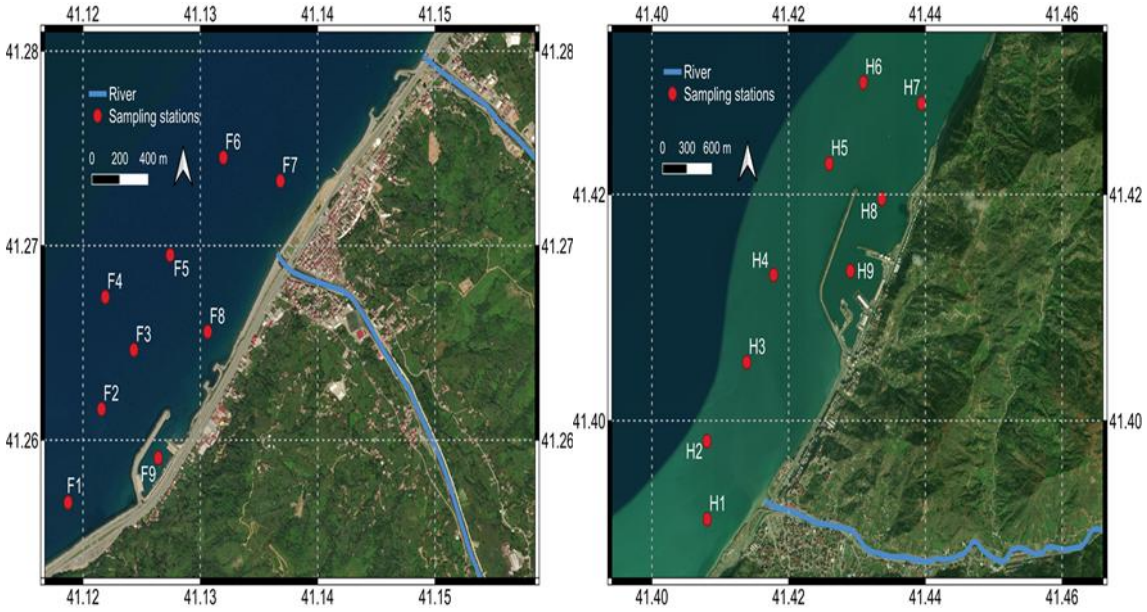


Fig. 1. Map of study area (F: Fındıklı port, H: Hopa port)

RESULTS AND DISCUSSION

Some physicochemical average parameter values of the surface waters of Fındıklı and Hopa ports are given in Table 1.

Table 1

Winter season measurement results of Fındıklı and Hopa Ports

	Parameters	n	Months			
			November	December	January	February
Fındıklı Port	Temperature (ºC)	9	21.06±1.05	15.29±0.41	11.30±0.32	10.74±0.57
	Salinity (‰)	9	15.20±3.50	17.76±0.80	18.08±0.12	17.76±0.73
	Oxygen (mg/L)	9	7.98±0.36	8.93±0.22	9.81±0.69	9.76±0.36
	Suspended matter (mg/L)	9	17.7±9.83	14.27±9.83	19.90±11.48	17.87±8.20
	Parameters	n	Months			
			November	December	January	February
Hopa Port	Temperature (ºC)	9	18.89±0.89	15.05±0.51	10.91±0.55	10.29±0.52
	Salinity (‰)	9	18.22±0.15	18.13±0.17	18.33±0.07	18.26±0.07
	Oxygen (mg/L)	9	8.31±0.33	8.85±0.35	9.72±0.40	9.77±0.68
	Suspended matter (mg/L)	9	19.22±10.04	13.25±7.39	22.85±12.77	19.63±8.96

It was determined that the temperature values measured in Fındıklı and Hopa Ports changed between 10.40 -22.19°C and 9.78 - 21.07°C, respectively. While salinity values varied between 13.15 and 18.32 ‰ in Fındıklı Port, it varied between 17.76 and 18.45 ‰ in Hopa Port. The lowest dissolved oxygen value was measured as 7.54 mg/L in Fındıklı and Hopa Ports. While the highest dissolved oxygen values were measured as 10.17 in Fındıklı Port in January, it was measured as 10.36 mg/L in Hopa Port in February.The profile of physicochemical parameters such as temperature, salinity and oxygen depending on the depth of Fındıklı and Hopa Ports is shown in figure 2. There is no difference between the ports in terms of these values. In addition, it is similar to the winter season CTD profiles observed in the southeastern Black Sea at the two ports (Ozseker 2021).

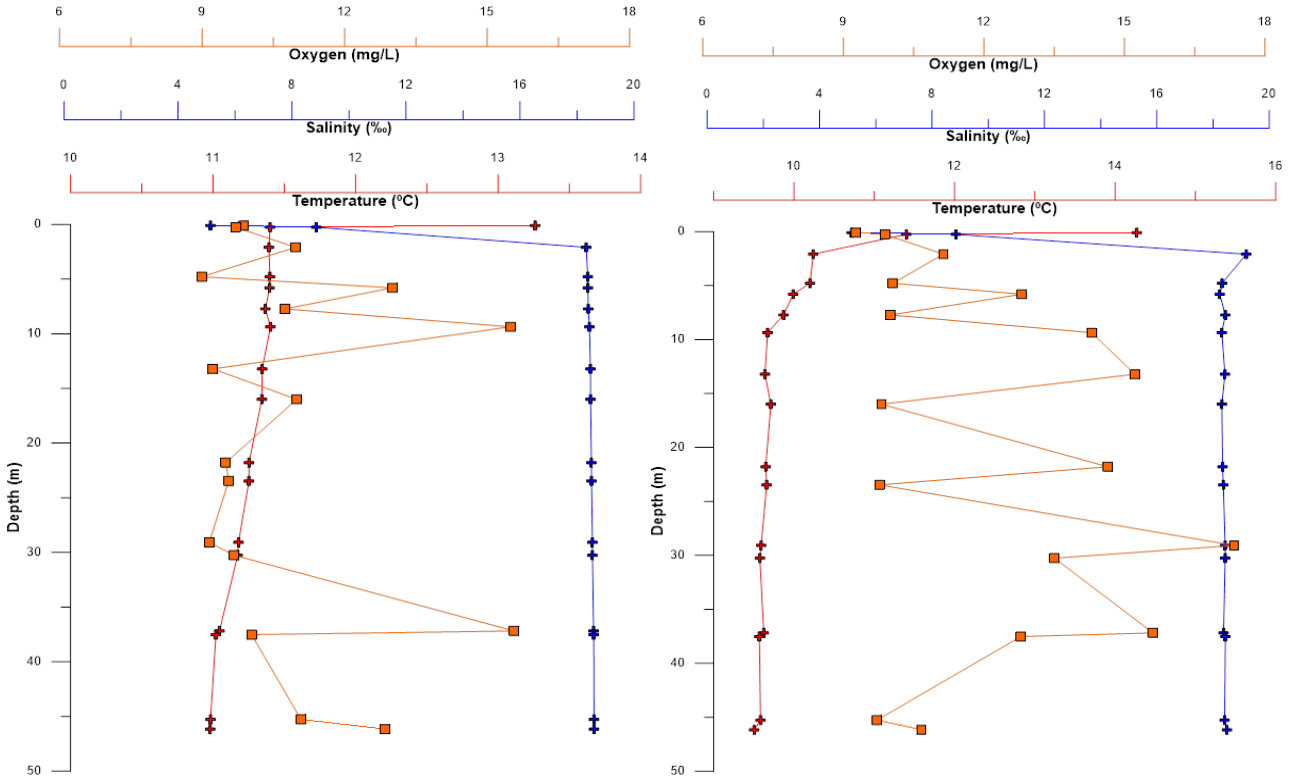


Fig. 2. Change of physicochemical parameters of depth (fig. 1 Fındıklı Port; fig. 2 Hopa Port)

Total suspended matter in Fındıklı Port varied between 3.7 and 42.16 mg/L. The lowest value was observed in December, while the highest value was measured in January. The general average in the winter season was determined as 17.43±9.84. In the Hopa Port, total suspended matter varied between 4.23 and 48.2 mg/L. Similar to Fındıklı Port, the lowest values in Hopa Port were determined in December, while the highest values were determined in January. The general average in the winter season was determined as 18.74±9.78.

When the data obtained from this study were compared with the previous data of Trabzon Port in the region (Ozseker et al. 2016), it was seen that the results were similar.One of the most important problems in the Southeastern Black Sea Region, which has plenty of precipitation, is the heavy transport of suspended matter to coastal areas by rivers.Especially in rainy periods, this transport increases.In this study, the highest values were determined in January when the precipitation is the most intense.Transport from rivers, resuspension of accumulated sediments, erosion of beaches and intensification of biological activities are the main causes.Harbors are stagnant water bodies with poor water dynamics. Considering this feature of ports, the dynamics of suspended matter in coastal areas is of great importance for the active use of ports.

Acknowledgements: This research was supported by the HORIZON 2020 European Union Research Project called DOORS (10100518) (Developing Optimal and Research Support for the Black Sea).

REFERENCES

1. Bilotta GS, Brazier RE (2008) Understanding the influence of suspended solids on water quality and aquatic biota. Water Res 42:2849–2861. https://doi.org/10.1016/J.WATRES.2008.03.018.
2. Boran M, Sivri N (2001) Trabzon (Türkiye) İl Sınırları İçerisinde Bulunan Solaklı ve Sürmene Derelerinde Nütrient ve Askıda Katı Madde Yüklerinin Belirlenmesi. EU J Fish Aquat Sci 18:343–348
3. Cole BE, Cloern JE An empirical model for estimating phytoplankton productivity in estuaries.
4. Dunn RJK, Glen J, Lin H-H, Zigic S (2021) Marine Science and Engineering Observations of Suspended Particulate Matter Concentrations and Particle Size Distributions within a Macrotidal Estuary (Port Curtis Estuary, Australia). https://doi.org/10.3390/jmse9121385.
5. Kyryliuk D, Kratzer S (2019) Summer distribution of total suspended matter across the Baltic Sea.

Front Mar Sci 5:1–16. https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00504.
6. May CL, Koseff JR, Lucas L V., Cloern JE, Schoellhamer DH (2003) Effects of spatial and temporal variability of turbidity on phytoplankton blooms. Mar Ecol Prog Ser 254:111–128. https://doi.org/10.3354/meps254111.
7. Miller RL, McKee BA (2004) Using MODIS Terra 250 m imagery to map concentrations of total suspended matter in coastal waters. Remote Sens Environ 93:259–266. https://doi.org/10.1016/J.RSE.2004.07.012.
8. Ozseker K (2021) Toxic Metal Pollution and Ecological Risk Estimation in the Sediment around Hopa Harbor, Turkey (SE). Clean - Soil, Air, Water. https://doi.org/10.1002/clen.202000269
9. Ozseker K, Seyhan K, Eruz C (2016) Ecological risk assessment and spatial distribution of heavy metals in sediment and pore water around Trabzon harbor, Turkey. Fresenius Environ Bull 25:
10. Pahlevan N, Chittimalli SK, Balasubramanian S V., Vellucci V (2019). Sentinel-2/Landsat-8 product consistency and implications for monitoring aquatic systems. Remote Sens Environ 220:19–29. https://doi.org/10.1016/J.RSE.2018.10.027.
11. Wang X, Song K, Liu G, Wen Z, Shang Y, Du J (2022) Development of total suspended matter prediction in waters using fractional-order derivative spectra. J Environ Manage 302:301–4797. https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2021.113958.
12. Watson JG, Tropp RJ, Kohl SD, Wang • Xiaoliang, Chow JC Filter Processing and Gravimetric Analysis for Suspended Particulate Matter Samples. https://doi.org/10.1007/s41810-017-0010-4.

EXAMINATION OF THE DYNAMICS OF CHANGES IN A LAKE COAST LINE WITH A 3D LASER SCANNER

J. Pawłowicz[1)], G. Gavardashvili [2)]
[1)] Faculty of Geoengineering, University of Warmia and Mazury in Olsztyn, Olsztyn, Poland
[2)] Ts. Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University (GTU), Tbilisi, Georgia
E-mail: jopaw@uwm.edu.pl, givi_gava@yahoo.com

INTRODUCTION

The aim of this study is to present a method for determining changes that occur on a sandy beach of one of the lakes within the city limits of Olsztyn (Poland) (Fig 1), using the 3D laser scanning method. The paper presents laser scanning as a research method in various analyzes of the coastal zone. Two measurements were made with a 3D laser scanner of the 100 m long part of the beach. The tests were carried out at a six-month interval. The data obtained from scanning in the form of a cloud of points were used to create a 3D model of the lake shore and to analyze the changes taking place in the studied area. On the basis of the obtained measurement data processing results, a comparative evaluation of two beach models from different research periods was made. The differences between them were analyzed and on this basis the lithodynamic changes that occurred in the six-month interval were determined. The nature of these changes was also specified. The advantages of using laser scanning technology to study the variability of the lake's shoreline are also presented.

Fig. 1. Lake beach under examination in spring 2022

3D LASER SCANNING - PRINCIPLES OF DATA COLLECTION

The laser scanning technology allows for the acquisition of spatial data of a real object and their digital processing using appropriate software. The result of the scanning process is a point cloud that very accurately reflects reality [1]. A laser scanner works by measuring the distance and the deviation of the laser beam. The distance measurement is carried out by measuring the time that elapses from the moment the laser beam is sent from the scanner to its return after reflecting off the scanned object. The angle at which the laser light is emitted is also recorded. These parameters unambiguously allow to determine the coordinates of the measured objects in the three-dimensional space X, Y, Z [2]. The points relate to the local scanner system whose origin is located in the center of the instrument, however, it can be any user-defined coordinate system. The observer selects the scanning density of the object (every 1mm, 5mm, 1cm, 2cm), which is closely related to the scan resolution. The accuracy of the scanning results depends on the density and the

resolution related to it [3]. Then, these data are processed in an appropriate program, and the final product is information on the dimensions, shape of the tested object, etc. [2].

The scanner also records the intensity of the reflection of the returning light beam. The intensity of the reflection gives a realistic look to the space. Depending on the type of surface, it has a different ability to reflect the light beam [4].

The advantage of laser scanning technology is the reduction of the measurement time, reduction of the costs of their implementation and a large amount of data collected during one measurement. The high precision of the device allows you to scan even the smallest details. During the scan, very precise test results are obtained. A specific feature of the scanners is the possibility of taking measurements at night due to the fact that the laser is a source of light for itself [5].

DIGITIZATION AND PROCESSING OF MEASUREMENT DATA

Two measurements of the beach were made: the first in winter and the second in spring. As a result of the measurement, a virtual model was created, representing an approximately 100-meter stretch of the beach. It is a complete datum that represents reality in the scanner's default coordinate system. In order to compare the data from two different surveys, it was necessary to place the models in a geodetic coordinate system. For this purpose, georeferencing was performed by means of GPS measurement.

At the stage of data processing, all the elements irrelevant for the study, such as trees, landscaping and other reflections called noise, were eliminated from the set of point clouds (Fig. 2). The end result was the ScanWords cleaned and prepared for further analyzes.

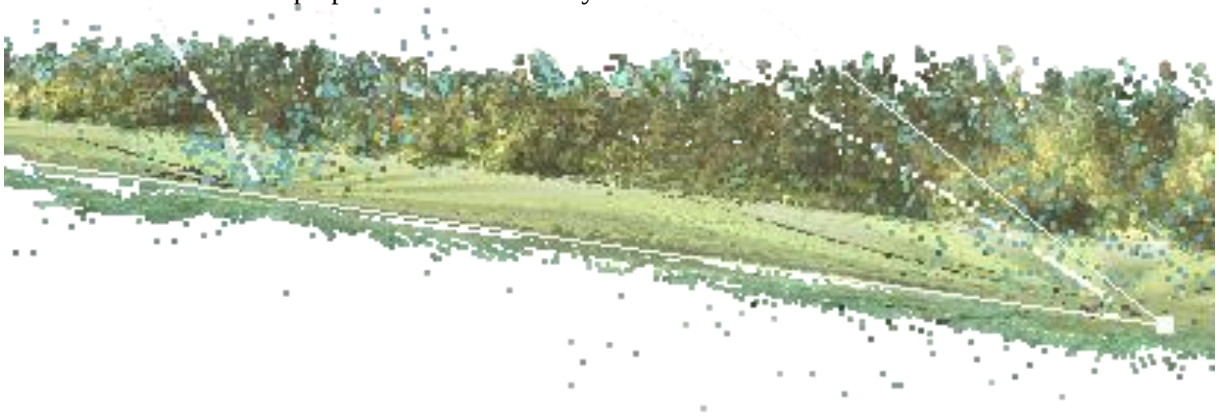


Fig. 2. Cleaning the scan from unnecessary data

DATA ANALYSIS

In the final phase of data processing on cleaned ScanWorlds, the final analysis was carried out to determine the dynamics of edge changes within the studied area. For this reason, the following were performed: calculations of the volume of sand on 0m and 100m sections, the widest and narrowest section of the beach as well as the highest and lowest point of the beach were determined. All observations were made on the same sections of the shore.

Calculation of the sand volume was determined in relation to the reference plane set to the zero of the global coordinate system on the basis of the created triangle mesh (TIN) (Fig. 3).

Fig. 3. ScanWorld cut with the TIN grid overlaid

This mesh was superimposed on the point clouds obtained from both measurements. The volume results were developed for the mesh thinning of 10%, 20%, 30%, 50%, 100% (Fig. 4). In order to compare the results, sampling steps every 0.1 m and 0.2 m were also set.

Sections were made for a linear fit element. The cutting planes were set at a distance of 0 m and 100 m, and its thickness was adjusted to the density of the point cloud to faithfully reproduce the outline of the beach surface. The mesh side of the saw net was 5 m.

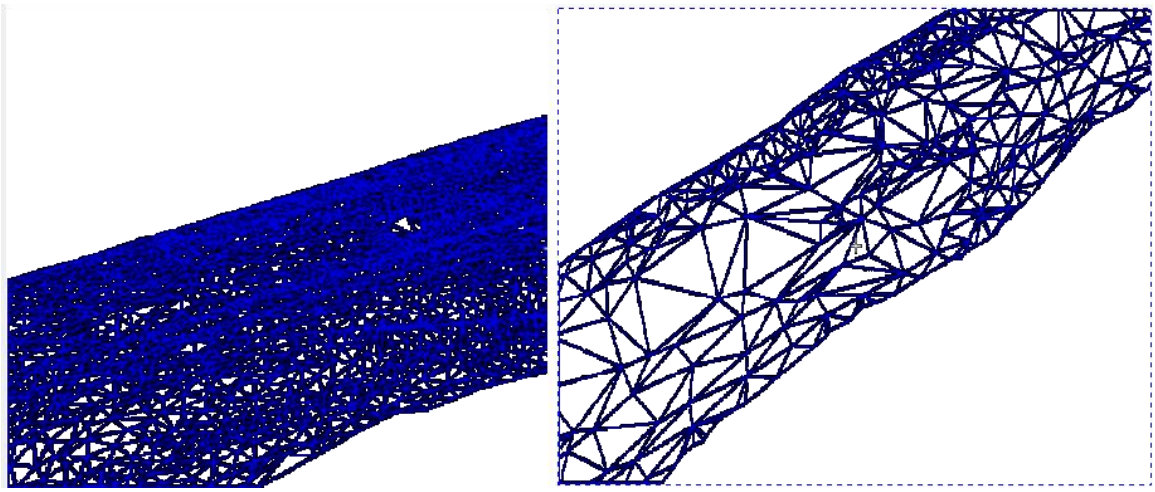


Fig. 4. Thinning of the TIN 100% and TIN 10% mesh

The highest and lowest points were also found on the tested area of the beach. The widest and narrowest section of the shore was determined visually by measuring the length between two points.

SUMMARY OF THE ANALYSIS RESULTS

Table 1

The lowest and highest point of the beach measurement I and measurement II (Fig. 5, Fig. 6)

Measurement	Point [m]	
	Highest	Low
I	3,803	0,353
II	3,175	-0,747
Difference	-0,628	-1,1

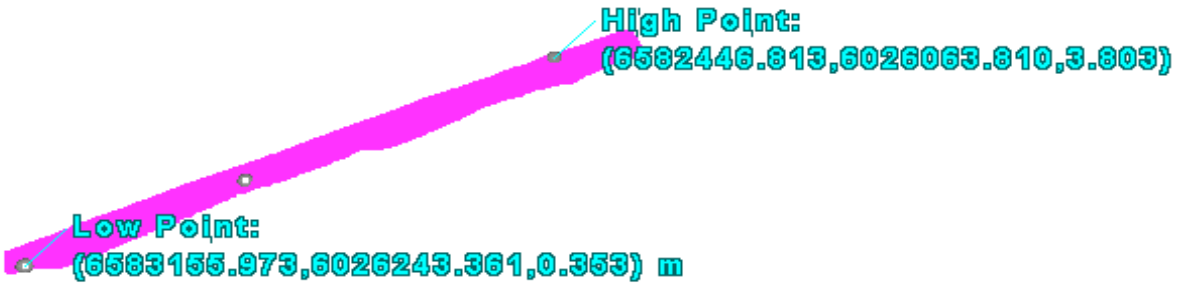


Fig. 5. The highest and lowest point of the beach measurement I

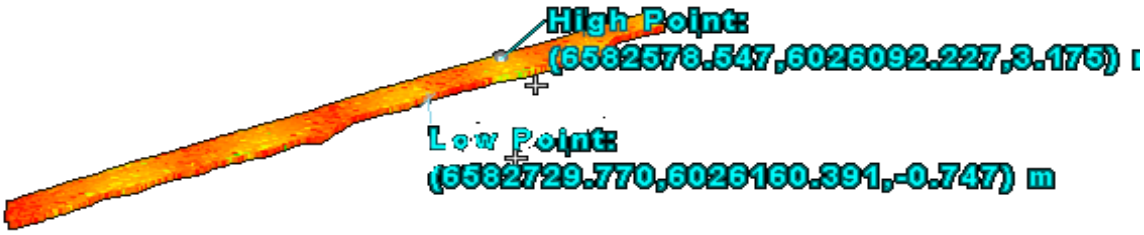


Fig. 6. The highest and lowest point of the beach measurement II

Table 2

Volume of the beach for a sampling step of 0.1 m

Volume					
Measurement	**The Grid Percentage**				
	10	**20**	**30**	**50**	**100**
I	44969,596	44719,286	44658,897	44623,397	44608,304
II	43396,499	43154,055	43048,564	42968,950	42937,672
Difference	-1573,097	-1565,231	-1610,333	-1654,447	-1670,632

Table 3

Volume of the beach for a sampling step of 0.2 m

Volume					
Measurement	The Grid Percentage				
	10	20	30	50	100
I	44948,926	44853,452	44948,926	44948,926	44785,694
II	43397,402	43396,402	43396,402	42968,379	42936,715
Difference	-1551,524	-1457,050	-1552,524	-1980,547	-1848,979

Table 4

Maximum and minimum edge widths (Fig. 7, Fig. 8)

	Width [m]	
Measurement	Maximum	Minimum
I	44,395	20,812
II	56,687	32,328
Difference	12,292	11,516

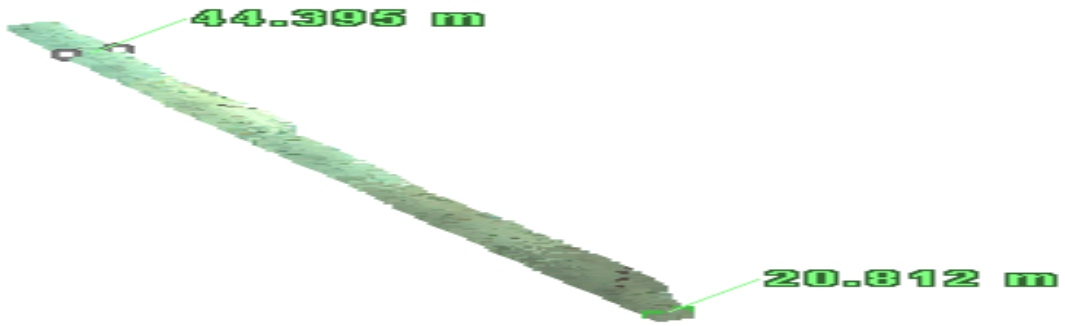


Fig. 7. Extreme edge widths measurement I

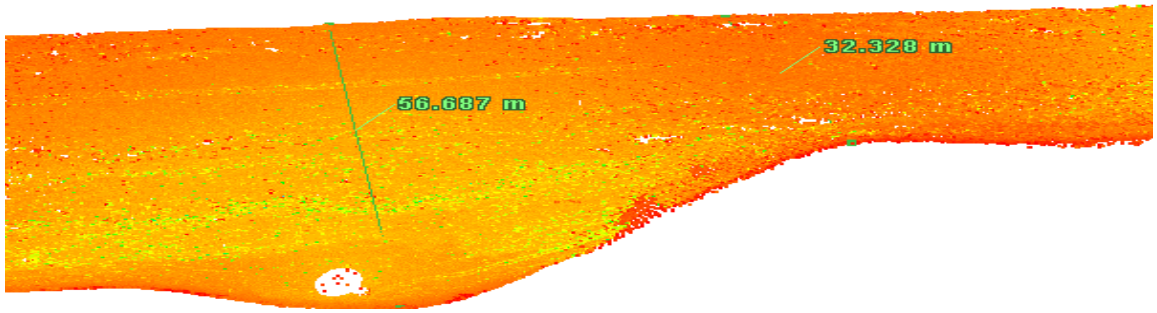


Fig. 8. Extreme edge widths measurement II

Table 5

List of the results measurement I and measurement II, cross-section 0.00m (Fig. 9, Fig. 10)

Point							
	1		2		3		
	Coordinates [m]		Coordinates [m]		Coordinates [m]		
Measurement	y	z	y	z	y	z	Width[m]
I	6026242,5	0,854	6026224,77	2,71	6026231,29	1,608	18,226
II	6026235,2	1,235	6026222,513	2,366	6026231,29	1,608	13
Difference	-7,300	0,381	-2,257	-0,344	0,000	0,000	-5,226

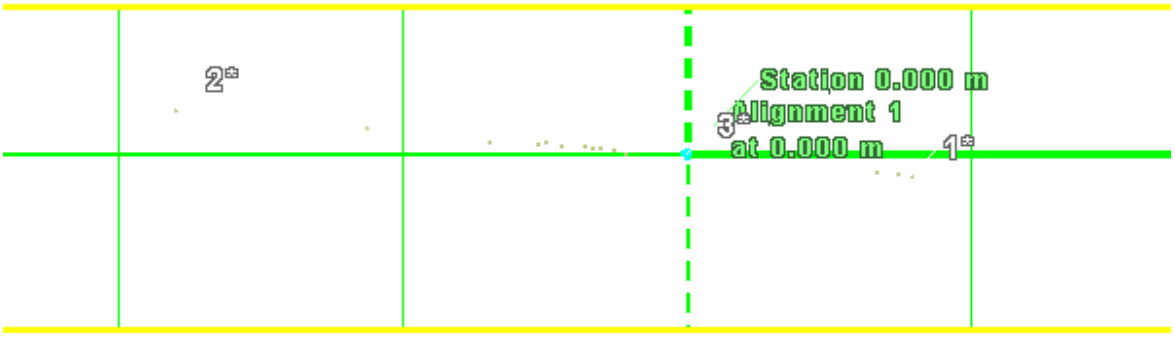


Fig. 9. Cross-section 0.000 measurement I

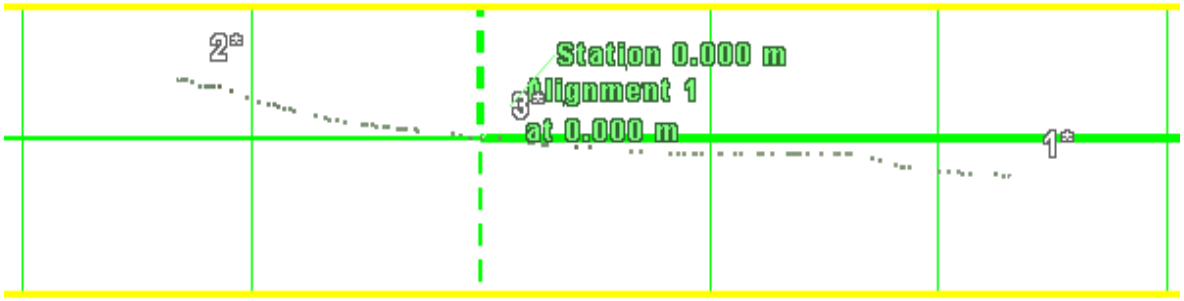


Fig. 10. Cross-section 0.000 measurement II

Table 6

Summary of the results measurement I and measurement II, cross-section 100m (Fig. 11, Fig. 12)

Point							
	1		2		3		
	Coordinates [m]		Coordinates [m]		Coordinates [m]		
Measurement	y	z	y	z	y	z	Width[m]
I	6026239,2	0,749	6026202,762	2,552	6026211,27	1,668	37,133
II	6026234	-0,018	6026196,572	2,476	6026211,12	1,272	38,464
Difference	-5,200	-0,767	-6,190	-0,076	-0,150	-0,396	1,331

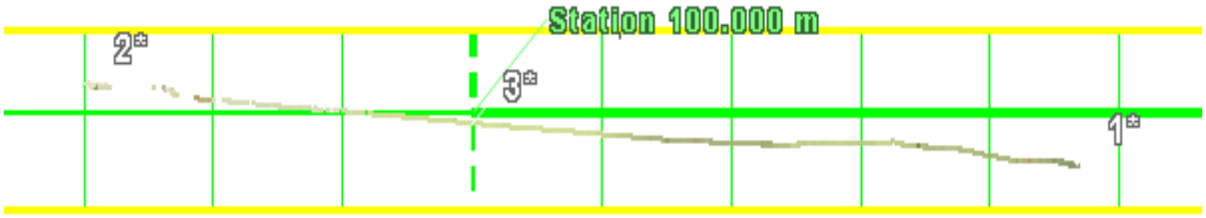


Fig. 11. Cross-section 100 measurement I

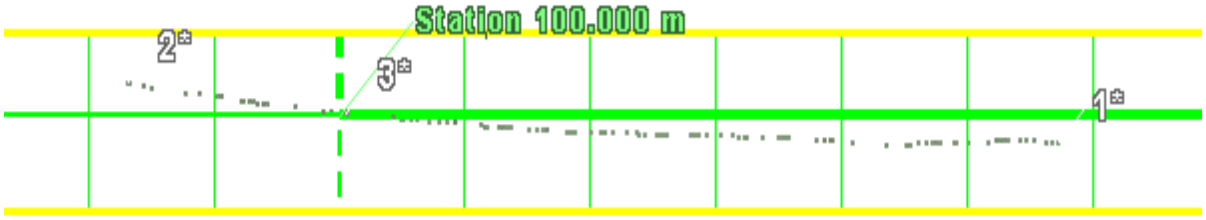


Fig. 12. Cross-section 100 measurement I

ANALYSIS OF THE RESULTS AND SUMMARY

It was decided that the best way to compare the test results would be to: analyze the sections made in the same places, compare the sand volume from both measurements, determine the maximum and minimum height and the widest and narrowest part of the beach. It allowed to illustrate the changes that are taking place in the vicinity of the beach by the lake.

Two 3D models from different research periods were generated from the measurement data, representing the analyzed area. Each of the models obtained in this way was analyzed and two sets of data representing the measurements were obtained.

The volume of sand was converted for various parameters of the TIN mesh compaction and the sampling step in order to determine the discrepancy of the obtained results. The best fit of the mesh to the object gives 100% compaction. Then the mesh triangles most accurately reflect the surface we are examining. As can be seen in Table 2, for a denser sampling step, i.e. every 0.1 m, the differences resulting from the set different mesh density are relatively small compared to the volume of the studied area (Table 2). However, for the less frequent sampling step, greater discrepancies can be observed (Table 3). The accuracy of the volume measurement is significantly influenced by the density of the point cloud. An example is the volume result for 100% mesh refinement at a sampling step of 0.1 m and 0.2 m. The point cloud from the first measurement at the joint had a lower density due to the less frequent spacing of the stations. At the second measurement, the cloud was more uniform, because the measurement stations were arranged more densely. When analyzing the results obtained for the mesh compaction of 100% at the measurement I and II and the sampling steps of 0.1 and 0.2 m, the difference in volume can be seen. For the measurement I for the sampling step of 0.1 m, the volume was 44608.304 m ^ 3 while for the sampling step of 0.2 m it was 44785.694 m ^ 3 (Table 2). For measurement II, with the same mesh compaction, for the sampling step of 0.1 and 0.2 m3, respectively, the volume was 42937.672 m ^ 3 and 42936.715 m ^ 3 (Table 3). This means that for the measurement with a lower density of the point cloud at the joining point, the difference between the two volumes is greater. On the other hand, the difference in measuring II is small and amounts to about 1 m ^ 3. This is due to "holes" in the point cloud. When calculating volumes, the program encounters losses in data. Hence the differences in the obtained volumes.

On the basis of tables 2 and 3, it can be concluded that the tested section of the lake shore is erosive. There was a loss of sand volume in the section of the beach under study. The difference in volume between the measurements I and II was 1670.632 m ^ 3. The result obtained for the sampling step of 0.1 m and the mesh density of 100% was considered the most accurate.

Beach cross-sections were carried out at 0 m and 100 m, starting from the western entrance to the beach, for both measurements they were established in the same places. They were generated by cutting planes with a mesh side of 5 x 5 m. Based on these sections, the horizontal and vertical displacement of the embankment (point 2) and the beach shoreline (point 1) were determined. Point 3 was used to determine the change in altitude in the middle of the beach. The changes that took place in the six-month period in the selected sections of the beach were analyzed in relation to the first studies.

The embankment has eroded along the entire length of the beach. It is visible to the maximum extent on a cross-section of 100 m, where the value of the shift of the embankment from the lake shore was 6.190 m (Table 6).

The results from measurement II show that the terrain is flatter, which indicates erosion in that area. When analyzing the Z ordinate (height) on the cross-sections in point 3, it decreased on each of them in relation to the first measurement. Moreover, only one of the points: 1.2 (despite different X, Y ordinates) shows an elevation in the ordinate in relation to the base point. This result also proves beach erosion. The sand was washed away and the elevation of the beach was lowered.

Changes to the shoreline along the length of the beach were different. The maximum shoreline erosion in relation to the first measurement was 7.30 m for the 0.00 m cross-section. Table 1 presents the comparison of the highest and the lowest point of the beach for measurement I and II. These parameters also indicate the erosive nature of the studied area. The heights of the lowest and highest point decrease in relation to the first measurement. The difference is 1.1 m for the lowest point and 0.628 m for the highest point, respectively.

Table 4 provides a summary of the minimum and maximum beach width. In this case, the widths in relation to the first measurement have increased. When analyzing the photos presented below, a conclusion can be drawn that despite the erosive nature of the beach - which is confirmed by the analyzes quoted above (obtained volumes, cross-sections, extreme heights), the shore has widened. This statement is also confirmed by the results of cross-sections, and more precisely their widths. For the most part, the difference between them is positive, so the width of the beach has changed to "plus". The shore has been eroded, it has become flatter and widened.

Most of the analyzes carried out prove the erosive nature of the shore in the analyzed period.

ACKNOWLEDGMENT

The publication was written as a result of the author's internship in Ts. Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University (GTU) Tbilisi, Georgia co-financed by the

European Union under the European Social Fund (Operational Program Knowledge Education Development), carried out in the project Development Program at the University of Warmia and Mazury in Olsztyn (POWR.03.05. 00-00-Z310/17)

REFERENCE

1. Gergont K., Kierys E., 2009, The use of terrestrial scanning technology in the process of documenting road accidents and crime scenes, AGH University of Science and Technology, Kraków.
2. Pawłowicz, Joanna A. 2017, Examination of the quality of a laser beam reflected from homogenous materials of different colors, International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM 17 (2017): 127-132.
3. Bojarowski K., Dumalski A., Kamiński W., Mroczkowski K., Trystuła J. 2008: Assessment of the possibility of using the ScanStation by Leica laser scanner in the study of deformation of buildings, Journal of Technology, issue 2-Ś, pp. 139-147, Publishing House of the Krakow University of Technology, Krakow.
4. Pudło M., 2006: Leica scanner. Surveyor No. 6 (133) pp. 52-53.
5. Studencki M., 2003: Laser carving. Surveyor No. 6 p. 97.

ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის გაანგარიშება მდ. ცხენისწყალის მაგალითზე

ბ. ფიფია, მ. მარდალეიშვილი, გ. ცივქარაშვილი,
ნ. კიკაჩეიშვილი, თ. შოშიაშვილი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
თბილისი, საქართველო
E_mail: *B.phiphia@gtu.ge, M.mardaleishvili@gtu.ge*

შესავალი

მდგრადი განვითარება, ეკონომიკის ზრდასთან ერთად, გულისხმობს გარემოსდაცვითი პირობების დაცვასაც. მდგრადი განვითარების ნაწილად ენერგეტიკული უსაფრთხოებაც მოიაზრება, რაც მოიცავს ეკოლოგიურად სუფთა ენერგიის განახლებადი სახეობების, მათ შორის, ჰიდროენერგეტიკული რესურსების გამოყენებას [1]. აღსანიშნავია, რომ ჰიდროენერგეტიკა განიხილება, როგორც ქვეყნის ეკონომიკის საბაზო დარგი, ამასთან ჰიდროენერგია არის მნიშვნელოვანი განახლებადი ენერგორესურსი, მაგრამ ის ქმნის ადგილობრივი ეკოლოგიური ზემოქმედებების რისკებს.

ელექტროენერგიაზე მზარდი მოთხოვნილების დაკმაყოფილება თანამედროვე საზოგადოების ერთ-ერთი აქტუალური პრობლემაა, რაც განსაკუთრებით იჩენს თავს არაგანახლებადი ენერგეტიკული რესურსების შემცირების კვალობაზე. ამ პირობებში ძალიან დიდი მნიშვნელობა აქვს განახლებადი ენერგეტიკული რესურსების შესაძლო სრულად ათვისებას.

მდინარეების წყალენერგეტიკული პოტენციალის შეფასება მნიშვნელოვანია ნებისმიერი ქვეყნის ჰიდროგენერაციის განვითარების შესაძლებლობების პროგნოზირებისათვის. ამჟამად მდინარეების ჰიდროენერგეტიკული მარაგი ფასდება პოტენციალური, ტექნიკური და ეკონომიკური რესურსის მიხედვით [2, 3].

ჰიდროენერგეტიკის განვითარება საქართველოში დაკავშირებულია არა მხოლოდ წყალსაცავიანი ჰესების მშენებლობასთან, არამედ ჩამონადენის რეჟიმში მომუშავე სადგურების განხორციელებასთან, რომლებიც არ საჭიროებს წყალსაცავებს და რომლებიც, ძირითადად, ხორციელდება დერივაციული სქემით. ამ შემთხვევაში გარემოსდაცვითი თვალსაზრისით პრობლემას წარმოადგენს დერივაციის გასწვრივ არსებული მდინარის მონაკვეთის სათანადო რაოდენობის წყლით უზრუნველყოფა, რაც აუცილებელია ფლორისა და ფაუნის ძირითადი სასიცოცხლო პირობების შენარჩუნებისათვის, ასევე წყალსამეურნეო კომპლექსის მონაწილეთა (წყალმომარაგება, მელიორაცია) წყალმოთხოვნილების დაკმაყოფილების, ჩამდინარე წყლების დაბინძურების დასაშვები ნორმების ფარგლებში შენარჩუნებისთვის.

აღსანიშნავია, რომ ზემოთ ნახსენები გარემოსდაცვითი, სამეურნეო და ჰიდროენერგეტიკული მოთხოვნების ერთდროულად შესრულება რთულ ამოცანას წარმოადგენს და, შესაბამისად, აღნიშნული განსაკუთრებულ აქტუალობას იძენს გამკაცრებული გარემოსდაცვითი მოთხოვნების ფონზე.

ყოველივე თქმული აუცილებელს ხდის ჰიდროენერგეტიკული ობიექტებიდან ქვემო ბიეფში გარემოსდაცვითი წყლის ხარჯის მიწოდებას, რომლითაც უზრუნველყოფილი იქნება მდინარის გაუწყლოებულ უბანზე ტექნიკური და ეკოლოგიური მოთხოვნილებები.

ჰიდროენერგეტიკული ობიექტებიდან გარემოსდაცვითი წყალგაშვების აუცილებლობა ზემოქმედებას ახდენს მოცემულ წყალაღების კვეთში მდინარის ფაქტობრივი ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის განსაზღვრაზე, ანუ ჰიდროელექტროსადგურის ენერგეტიკულ და ეკონომიკურ მახასიათებლებზე.

ძირითადი ნაწილი

უნდა ითქვას, რომ საქართველოში ამჟამად არ არის შემუშავებული საკანონმდებლო რეგულაციები ჰიდროკვანძების წყალაღების გასწორიდან ქვედა ბიეფში აუცილებლად მისაწოდებელი წყლის ხარჯების განსაზღვრის შესახებ. თანამედროვე ეკოლოგიური მოთხოვნებისა და მოსახლეობის ნაწილის ჰიდროენერგეტიკული ობიექტების მშენებლობი-სადმი უარყოფითი დამოკიდებულების ფონზე მნიშვნელოვანი დაბრკოლებები ექმნება ახალი ჰესების მშენებლობის განხორციელებას. აღნიშნული არსებითად ამცირებს ჰიდროენერგეტიკის განვითარების ტემპს, ხელოვნურად ზრდის ელექტროენერგიის დეფიციტს და უარყოფითად აისახება ქვეყნის ეკონომიკაზე. მნიშვნელოვანია იმ ზღვრული გარემოსდაცვითი წყლის ხარჯის დადგენა სამდინარო ქსელის თავისებურების გათვალისწინებით, რაც უზრუნველყოფს მაქსიმალურ ენერგეტიკულ ეფექტს მდინარის მონაკვეთის პოტენციალის ათვისებით [4].

ჰიდროელექტროსადგურების დაპროექტებისას გარემოსდაცვითი წყლის ხარჯის სიდიდედ მიღება წყალმიმღები ნაგებობის კვეთში მდინარის საშუალო მრავალწლიური წყლის ხარჯის 10%, რომელიც ვერ ჩაითვლება კორექტულად, რადგან არ არის მხედველობაში მიღებული ისეთი ფაქტორები, როგორიცაა: მდინარის საზრდოობის ტიპი და წყლიანობის რეჟიმი, გაუწყლოების არეალში ბიოლოგიური სისტემების და წყალსამეურნეო სუბიექტების მოთხოვნილება წყალზე. აღნიშნულიდან გამომდინარე, შემოთავაზებულია მდინარის ცალკეული წყალაღების გასწორისათვის გარემოსდაცვითი წყლის ხარჯის დადგენა ინდივიდუალურად მითითებული ფაქტორების გათვალისწინებით. მსგავსი მიდგომა საშუალებას მოგვცემს დაცული იყოს გარემოსდაცვითი წყალგაშვების პირობა ყველა გარემოსდაცვითი ფაქტორისა და ჰესის ეფექტური ფუნქციონირების პირობების ერთობლივი თანაბარი ხარისხის გათვალისწინებით, რაც ხელს შეუწყობს პერსპექტიული ჰიდრო-ენერგეტიკული ობიექტების შედარებითი ეკოლოგიური ეფექტურობის დადგენას [5, 6].

გამომდინარე ზემოთ აღნიშნულიდან, შესაძლებელია შემოღებულ იქნეს მდინარის „გარემოსდაცვითი ენერგეტიკული პოტენციალის“ ცნება, რომელიც ასახავს ფაქტობრივ ჰიდროენერგეტიკულ პოტენციალს, რაც თავის მხრივ ძალიან მნიშვნელოვანია როგორც ტექნიკური, ისე საინვესტიციო მიმზიდველობის ასპექტში.

გარემოსდაცვითი პოტენციალის განსაზღვრის მიზნით, ჩვენ მიერ მაგალითის სახით განხილულია მდ. ცხენისწყალის ჰ/ს რცხმელურის კვეთი. აღნიშნული კვეთის შერჩევა მოხდა ანთროპოგენური ზემოქმედების არარსებობის პირობიდან გამომდინარე, რადგანაც, როგორც ცნობილია, მოცემული კვეთის შემდეგ, მდ. ცხენისწყლიდან ხდება წყლის გადაგდება/მიწოდება ლაჯანურჰესის წყალსაცავში და, შესაბამისად, ირღვევა ბუნებრივი პირობები.

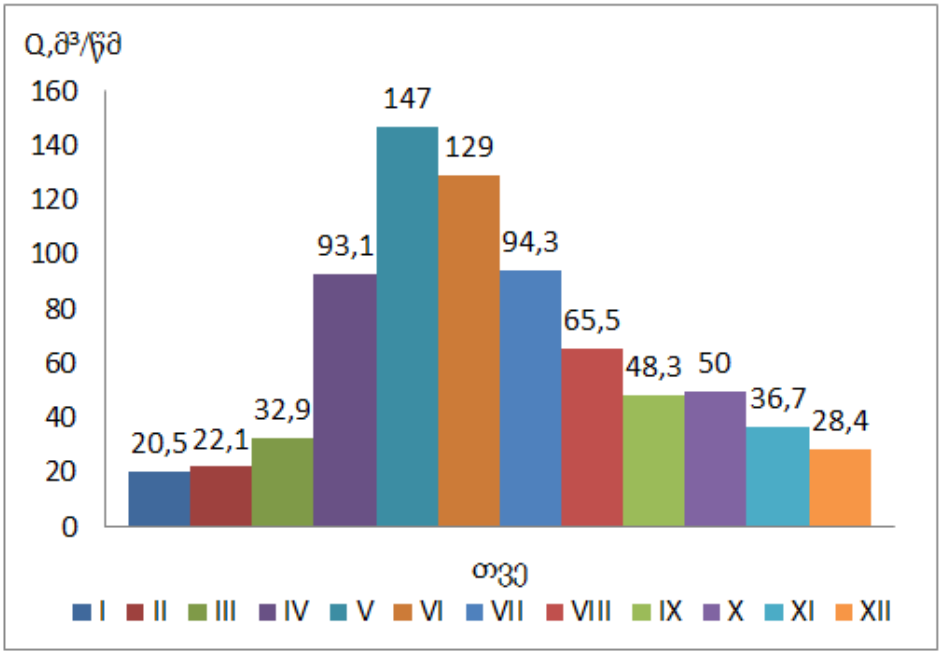
ჰ/ს რცხმელურის კვეთისთვის ხელმისაწვდომია 1935-37; 1939-41; 1949-55; 1959-80 წლების ჰიდროლოგიური დაკვირვების მონაცემები. აღსანიშნავია, რომ ჰ/ს რცხმელურის ჰიდროლო-გიური რიგი აკმაყოფილებს რეპრეზენტატულობის (წარმომადგენლობითობის) მოთხოვნებს.

ჰ/ს რცხმელურის კვეთში მდ. ცხენისწყლის წყალშემკრები აუზის ფართობია $F = 1450$ კმ^2, საშუალო სიმაღლე — $H_{საშ} = 2040$ მ. 35-წლიანი ჰიდროლოგიური დაკვირვებების რიგის თანახმად ყველაზე წყალუხვი საშუალო თვიური ხარჯია მაისში (147 მ^3/წმ), ხოლო წყალმცირე - იანვარში (20,5 მ^3/წმ) (ნახ. 1). საშუალო წლიური წყლის ხარჯი (ნორმა) შეადგენს 64 მ^3/წმ-ს. საშუალო წლიური ჩამონადენი — 1439,7 მლნ.მ^3.

მდ. ცხენისწყლის (ჰ/ს რცხმელურის კვეთი) კვებაში მონაწილეობს თოვლის (39,3%), წვიმისა (27,1%) და გრუნტის წყლები (33,6%) [7].

საქართველოს მდინარეებისათვის დამახასიათებელი არის საზრდოობის განსხვავებული სახეობები, რაც განაპირობებს 8 განსხვავებული წყლიანობის რეჟიმის მქონე მდინარეთა ჯგუფს [8]. როგორც მდინარე ცხენისწყლის ამ კვეთის ჰიდროგრაფიდან ჩანს, აღნიშნული მდინარე მიეკუთვნება მე-2 ტიპის მდინარეთა ჯგუფს, კერძოდ მდინარეებს გაზაფხული-ზაფხულის წყალდიობებით, რომლის შემთხვევაშიც წყალუხვი პერიოდის ჩამონადენი შეადგენს წლიური ჩამონადენის არანაკლებ 60%-ს და კონცენტრირებულია გაზაფხულ-ზაფხულში და, ამასთან,

წყალუხვობის პერიოდის წყლის ხარჯები მნიშვნელოვნად აჭარბებს წლის დანარჩენი პერიოდის წყლის ხარჯებს. ჩვენ მიერ შემუშავებული მეთოდის შესაბამისად, მე-2 ტიპის მდინარეებისთვის წყალმცირობის პერიოდში გარემოსდაცვითი წყლის ხარჯი შესაძლებელია მიღებულ იქნეს დაკვირვებული მინიმალური წყლის ხარჯის საშუალო მნიშვნელობაზე (არსებული დაკვირვებების რიგის შესაბამისად), ხოლო წყალუხვობის პერიოდში - ამავე პერიოდის თითოეული თვის საშუალო თვიური წყლის ხარჯის 10%-ზე არანაკლები [9], აღნიშნული მეთოდით ეკოლოგიური წყლის ხარჯის დაგდენის დროს გაუწყლოებულ უბანზე შენარჩუნებულია მდინარისთვის დამახასიათებელი ბუნებრივი წყლიანობის რეჟიმი, რაც პოზიტიურად აისახება მდინარის ეკოლოგიურ მდგომარეობაზე.



ნახ. 1. მდ. ცხენისწყლის ჰიდროგრაფი (ჰ/ს რცხმელური)

ჰ/ს რცხმელურის კვეთისათვის დაკვირვებული მინიმალური საშუალო წლიური ხარჯი 17,9 მ³/წმ-ს შეადგენს [8], შესაბამისად, იანვარ-მარტისა და აგვისტო-დეკემბრის პერიოდში სწორედ ეს ხარჯი უნდა იქნეს მიღებული, როგორც გარემოსდაცვითი ხარჯის სიდიდე, ხოლო წყალუხვობის (აპრილი-ივლისი) პერიოდში გარემოსდაცვით ხარჯად მიღებული იქნება საშუალო თვიური ხარჯების 10%. აღნიშნული მეთოდით გამოთვლილი გარემოსდაცვითი წყლის ხარჯები მდ. ცხენისწყლის ჰ/ს რცხმელურის კვეთისთვის მოცემულია ცხრილი 1-ში.

ცხრილი 1

თვე	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	საშუალო
გარემოსდაცვითი წყლის ხარჯი, მ³/წმ	17,9	17,9	17,9	9,31	14,7	12,9	9,43	17,9	17,9	17,9	17,9	17,9	**15,8**

ჩვენ მიერ, მდ. ცხენისწყალის გარემოსდაცვითი ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალი გამოთვლილია ჰ/ს რცხმელურის კვეთისთვის. მიღებული გაანგარიშების შედეგები მოცემულია ცხრილი 2-ში.

ცხრილი 2

მდ. ცხენისწყლის ენერგეტიკული პოტენციალის ანგარიში

ჰ/ს	წყალშ. აუზის ფართობი, კმ²	აბს. ნიშნული, მ	მდ. ფსკერის ვარდნა უბანზე, მ	წყლის საშ. წლიური ხარჯი, მ³/წმ	გარემოსდაცვითი წყლის ხარჯი, მ³/წმ	წყლის საშ. ხარჯი უბანზე, გარემოსდაცვითი ხარჯის გათვალისწინებით, მ³/წმ	სიმძლავრე, ათასი კვტ
მდ. ხოფურის შენაკადის შემდეგ	1386,8	600	80	62,5	15,8	47,45	37,23
ჰ/ს რცხმელური	1450	520		64			

გაანგარიშებებით დადგინდა, რომ მდ. ცხენისწყლის ჰ/ს რცხმელურის კვეთის გარემოსდაცვითი ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალი 37,23 მგვტ-ს შეადგენს. აღნიშნული სიდიდე დაახლოებით 25%-ით ნაკლებია 1987 წელს გამოქვეყნებულ შედეგთან შედარებით (აკადემიკოს გივი სვანიძის ხელმძღვანელობით გამოთვლილი ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალი) [10] და 16,6%-ით ნაკლები საშუალო მრავალწლიური ხარჯის 10%-ის გათვალისწინებით გამოანგარიშებულ გარემოსდაცვით ენერგეტიკულ პოტენციალზე.

აუცილებელია იმის აღნიშვნაც, რომ მომავალში, როცა შემუშავდება და საკანონმდებლო აქტით გაფორმდება გარემოსდაცვითი წყლის ხარჯის განსაზღვრის მეთოდიკა, წყლის ხარჯის მხედველობაში მიღება უნდა მოხდეს კონკრეტული მდინარის კონკრეტული გასწორისათვის ხარჯის სიდიდეზე მოქმედი ყველა ფაქტორის გათვალისწინებით.

ლიტერატურა

1. ფიფია ბ. მარდალეიშვილი მ. ხელიძე გ., საქართველოს მდინარეების გარემოსდაცვითი ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის შესახებ. “ენერგია”. №1(93). 2020. თბილისი. გვ. 15-19.
2. IEC - International Electrotechnical Commission http://www.iec.ch/
3. Khelidze G, Shatakishvili L, Pipia B. Quantitative Assessment of Hydropower Potential by the Impacts of Climate Transformation on the Example of the Rivers of Georgia. World Science. 2019 Oct 31;1(10 (50)):4-9. https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/31102019/6712
4. ხელიძე გ., მარდალეიშვილი მ. გარემოსდაცვითი წყლის ხარჯის შეფასება საქართველოს განსხვავებული წყლიანიბის რეჟიმის მდინარეებისათვის. „ენერგია, 2019, №1(89), გვ. 61-70.
5. ლომიძე ი., ხელიძე გ., პატარაია კ., მარდალეიშვილი მ.. საქართველოს მდინარეების გარემოსდაცვითი წყლის ხარჯის დადგენის პრინციპები ჰიდროენერგეტიკული ობიექტებისათვის. „ენერგია, 2018, №2(86), გვ. 49-54.
6. ლომიძე ი., ხელიძე გ., ჩოხელი ხ., მარდალეიშვილი მ.. ეკოლოგიური წყლის ხარჯი და მისი განმსაზღვრელი ძირითადი ფაქტორები. „საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, 2017, №3, გვ. 65-67.

7. Владимиров Л. А., Шакарашвили Д. И., Габричидзе Т. И. Водный баланс Грузии, Изд-во. "Мецниереба", Тбилиси, 1974 г.
8. Многолетные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши., т.VI, Груз. ССР, Л., Гидрометеоиздат., 1987.
9. მარდალეიშვილი მ. ჰიდროენერგეტიკული ობიექტებიდან გარემოსდაცვითი ხარჯის სიდიდის განსაზღვრა ეკოლოგიური ფაქტორების გათვალისწინებით. დისერტაცია. , საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. 2021 წ. გვ. 131.
10. Сванидзе Г.Г., Гагуа В.П., Сухишвили Э.В. Возобновляемые энергоресурсы Грузии. Л.; Гидрометеоиздат. 1987.

ANALYSIS OF HYDROMELIORATIVE MEASURES IMPLEMENTED IN AGRICULTURE IN WORLD EXPERIENCE

V. Rzayev, S. Salimli
Azerbaijan Hydrotechnics and Melioration Scientific-Production Union
Baku, Azerbaijan
E-mail: *vrzayev07@gmail.com, salimli@icloud.com*

INTRODUCTION

One of the biggest problems in the world is that the demand for water is not met by freshwater resources. Unfortunately, the problem of water scarcity covers all continents. At the World Economic Forum in 2015, experts assessed the world's water shortages as the biggest global risk for the next decade. Statistical analyses show that two-thirds of the world's population (4 billion people) are forced to live in severe water shortages for at least once a month a year. Although the water problem has a serious impact on many areas, the biggest damage is on agriculture [7].

Nevertheless, the world's agricultural and food markets are becoming increasingly actual day-by-day. Unlike other sectors of the national economy, the ability to export agricultural products to foreign markets depends on the effective use of existing potential. From this point of view, along with the strengthening of the competitive factor between the countries of the world in the direction of dynamic and sustainable development of agriculture, increasing the quality and quantity of export-oriented products, the formation of a mutually healthy environment of practice is observed.

The development of agriculture, along with many other factors, is closely linked with the provision of water resources, which is the core of creation. However, currently vital water resources are declining due to ecological imbalance, climate change, industrialization, demographic growth and other reasons. This, in turn, contributes to the deteriorating living standards, well-being and socio-economic problems of societies.

At present, global climate change and its regional effects continue to have a negative impact on sustainable economic development of most countries. Thus, the abnormal atmospheric processes caused by climate change have lead to changes in hydro meteorological situation and increased the incidents of natural disasters such as floods, hurricanes, droughts, strong winds, continuous rains, forest fires, level fluctuations in water bodies, etc. This, in turn, continues to have a devastating effect on countries individually and the world economy as a whole, as well as on human deaths around the world. According to the data of World Meteorological Organization (WMO, Genevra), the number of natural disasters caused by climate change has recently increased. 80-85% of such natural disasters in the world are due to hydro meteorological and the rest to geophysical processes. Over the past 35 years, the economic damage caused by hydro meteorological processes and natural disasters around the world amounted to 995 billion which have increased 74 times [5, p. 63-69].

According to the estimates, the demand for water resources, which are widely used not only in domestic but also in agriculture and industry, is supposed to increase by 55% by 2050 compared to the current period. The complexity of the problem is that water resources, especially freshwater resources, are not naturally able to meet human needs for water on their own. On the other hand, the problem of water use is further complicated by the uneven distribution of available water resources across the globe [2. p.36]. It will cause 700 million people to leave their homes by 2030 [8]. This demographic problem will both change the world's political landscape and have a serious negative impact on its economic opportunities.

According to a special study of the United Nations, global demand for water will double in the next half century. According to statistics, about 3 billion people worldwide suffer from a shortage of drinking water every day. Scarce water resources are polluted by industrialization and urbanization and rendered unusable. According to the result of a study conducted by more than 400 hydrologists and agronomists around the world with the support of the Food and Agriculture Organization of the United Nations, solving the water problem will not be as easy as solving the food problem. The head of the World Water Council, LoïcFauchon, has expressed his concern that the period of water abundance is over. Therefore, water should not be wasted. He has dictated that other countries should help countries with water shortages: "The countries of the world should be connected to each other through water canals." UN Deputy Secretary-

General Sha Yukonghassaid that it is important to take immediate measures to ensure equal access to water in all parts of the world [4, p.8].

Discussion and analysis of the research. Salinization and swamping processes associated with irrigation melioration are observed in Central Asia and the Caucasus, as well as in Africa, Arabia, Latin America, Australia, as well as in other countries. Irrigation of lands using hydromeliorative systems was used many centuries ago in Central Asia, Transcaucasia, India, Egypt, Iraq, Iran, Italy, China, Algeria, Tunisia, Spain, Mexico, Peru, USA and other countries. At present, these systems are used to achieve high productivity in agriculture by being upgraded with the latest equipment.

In most European countries, useful agricultural land accounts for 50-70 percent of the land fund. This measure is higher in Hungary, Poland, Denmark, the United Kingdom and low in mountainous countries - Scandinavia (Norway - 3 percent), and lower in Albania. In most European countries, cultivated areas are dominated by meadows and pastures in the United Kingdom, Sweden and Germany. In South America, the share of agricultural land is 15-35 percent, in Argentina and Uruguay (pampas and forest-pampa) is at the level of Central Europe. In North and Central America, agricultural land is more adopted, and pastures and meadows dominate. In Asia, there are sharp differences in the agricultural development of the area. In Japan, China, India, and the Philippines, due to the high population density, the land suitable for agriculture is small, but completely cultivated. In Africa, cultivated land is scarce, but pastures are plentiful. Australia has 4-5 percent of cultivated land, but more pastures. Expansion of agricultural lands is due to land melioration, especially irrigation. In recent years, new planting fields have been created in the desert and semi-deserts due to surface and groundwater. Levels of agricultural specialization vary from country to country. In most developed countries there are many areas of specialization (both crop and cattle-breeding), and this is called as polyculture (poly - many), while in developing countries agricultural specialization is represented by 1-2 areas and this is called as monoculture (mono) - alone) [9].

In many parts of the world, non-traditional alternative water is also used in agriculture due to water scarcity in most countries. Assessing the quality of water used in agriculture around the world and achieving high economic returns from the product has become relevant since the beginning of the last century.

In 1906, the American researcher F. Hilgard laid the foundation for the development of methods for quantitative assessment of the quality of irrigation water, and for the first-time classified irrigation water according to the concentration of ions and salts in it. In 1954, in the United States, L. Richards developed a classification of irrigation water according to the degree of mineralization and sodium adsorption ratio (SAR). [3. s. 145-147].

This process is defined by the following formula:

$$SAR = Na^{+} / \sqrt{0.5\,(Ca^{2+} + Mg^{2+}} \qquad (1)$$

Here: Na^{+}, Ca^{2+}, Mg^{2+}- is the concentration of cations in water, mg - eq /1.

The risk of soil salinization was determined by the mineralization of the irrigation water and the dependence on SAR. This classification was widely used in agricultural practice in the United States and has been the basis for the preparation of various modifications both in the United States (Carter, 1969, Rhoodes 1972) and in other countries (Q.Sandu, B.Bleknaru, 1984, A.I. Boldrev 1976). However, SAR does not take into account calcium reserves in soil, and studies show that assessments of soil salinity may be exaggerated.

For this reason, the Rhoodes SAR and pHc contact formula were proposed:

$$SAR^{*} = SAR\,[1+(8{,}4 - pH_c)] \qquad (2)$$

Here: SAR * is the specified sodium absorption ratio; pHc is a lanceolate index that characterizes the tendency of $CaCO_3$ to dissolve or precipitate as water passes through the soil.

If pHc> 8.4, the conditions for the dissolution of lime ($CaCO_3$) during water leakage are satisfactory; if pHc<8.4, lime tends to precipitate in water. When SAR * <6, salinization is not expected; When SAR * = 6-9, it is possible to gradually accumulate salts in the soil; When SAR *> 9, salinization occurs.

F. Eaton proposed two indicators for the assessment of irrigation water. The first indicator is to assess the risk of sodium content in irrigation water and is determined by the following formula:

$$Na\% = Na^{+}\cdot 100/[(Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^{+})-(CO_3^{2-} + HCO_3^{-})] \qquad (3)$$

The second indicator is for the evaluation of residual sodium carbonate (CPS) and is determined by the following formula:

$$CSP = (CO_3^{2-}+HCO_3^-)-(Ca^{2+} + Mg^{2+}) \quad (4)$$

Wilcox (1958) classified irrigation water according to the sum of calcium and magnesium cations and the amount of sodium. Currently, the pH, mineral, SAR, Na^+, Cl^- boron, bicarbonates, NO_3- classification of irrigation water is widely used in the United States (Table 1). Irrigation water with mineral content <0.5 g / l is used excessively, and water with mineral content> 2.0 g / l can be used under very harsh conditions. The mineral content of the water is considered from the point of view of the reduction of the amount of soil moisture absorbed by plants.

Table 1

Irrigation Water Quality Assessment in the United States

Parameters	Unit of measurement	Under the limit of use		
		weak	from weak to mild	strict limits
Minerality Electrical conductivity (ECw) or total amount of soluble salts.	dS/m mg/l	< 0.7 < 450	0.7 – 3,0 450-2000	>3,0 >2000
Intensity of water infiltration (calculated using SAR and ECw)				
SAR = 0-3 və ECw equal. 3-6 6-12 12-20 20-40		<0.7 <1,2 <1,9 <2,9 <5,0	0.7-0,2 1,2-0,3 1,9-0,5 2,9-1,3 5,0-2,9	>0.2 >0,3 >0,5 >1,3 >2,9
Harmfulness of individual ions (affects sensitive plants)				
Sodium (Na): Surface irrigation Irrigation by rain	 mg – ekv/l mg – ekv/l	 <3 <3	 3-9 3-10	 >9 >10
Chlorine (Cl): Surface irrigation Irrigation by rain	 mg – ekv/l mg – ekv/l	 <4 <3	 4-10 3-10	 >10 >10
Bor (B):	mg – ekv/l	<0,7	0.7-3,0	>3,0
Nitrogen (NO_3-N):	mg/l	<5	5-30	>30
Bicarbonate (HCO_3): (Canopy irrigation of plants only by rainfall)	mg – ekv/l	<1,5	1,5-8,5	>8,5
pH			Norm 6,5 – 8,4	

According to the recommendations of the FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), the permissible concentration limit of the elements in the US standards is specified. The permissible concentration limit is based on the practice of using the irrigation norm of 10 thousand m3 / ha per year. If the consumption of irrigation water exceeds this measure, it is recommended to reduce the allowable concentration limit in proportion to the price, and at low consumption it is recommended to adjust the norms.

As one of the most developed European countries in the field of agriculture, Hungary has agricultural lands which accounts for 70% of its territory (6.5 million hectares). Currently, Hungary produces crops such as wheat, corn, rice, vegetables, fruits, rye, barley, sunflower, oats, beets. In Hungary, vegetables can be purchased wholesale in any season of the year. At the same time, the country's export potential is high. The Hungarian food industry is in demand in many foreign countries, such as Russia, Romania and Croatia. Hungarian vegetable suppliers are famous all over the world. Hungary's agricultural land is 6.1 million hectares, of which 50 percent is cultivated land. 1.5 million hectares were allocated for cereals and 1.0 million hectares for corn. Crop production is mainly represented by grain farming, but also by vegetable growing and horticulture (including viticulture). [1, p. 324 - 325].

In Hungary, special attention is paid to the quality of irrigation water when choosing irrigation methods and technologies. Permissible values of harmful elements in irrigation water are set for two use options:

1. For use in surface irrigation and rainfall irrigation of vegetables and fruits that people use directly in their diet;

2. After processing, for use in surface irrigation and rainfall irrigation of field plants used by humans for food.

Particular attention is paid to the amount of molybdenum in irrigation water. Waters rich in this element are used in iron-rich acid soils. This is explained by the fact that oxidized iron in soils reduces the effect of molybdenum on plants.

For example, in Turkmenistan, a Central Asian country, agriculture has played a traditionally major role. The peoples of Turkmenistan have cultivated crops on irrigated lands for thousands of years. Turkmenistan has extensive experience in growing cotton, melons, vegetables and fruits, and grapes. Irrigated landsare currently about 1.5 million hectares, and the total area of agricultural landsare about 39 million hectares. [1. p.477]

Due to the harsh climate of Turkmenistan, only irrigated agriculture is possible here. Only in the mountains there are small areas of dryland farming. The country is constantly expanding, repairing and renovating irrigation facilities. The Amudarya and Karakum canals play an important role in Turkmenistan's agriculture, irrigating 90 percent of all areas. Cotton growing is the country's leading agricultural sector. 15% of the cotton growing in the CIS countries is produced in Turkmenistan, including 30% of fine-fiber cotton. In accordance with the "Water Management Development Program for 2003-2020", 30,000 hectares of orchards and vineyards were irrigated in 2010, 15,000 hectares in 2015, and 284,000 hectares in 2020. [10]

In Turkmenistan, on light gray soils, aquatic plants were irrigated with drainage water with a salinity of 3-4 g / l: in the 1st year the green mass was 612 s / ha, in the 2nd year it was 750 s / ha. In the control variant, the productivity was 15-20% higher than this indicator, the groundwater level did not rise, and a small amount of salt accumulation was observed in the topsoil. Even high yields were obtained from sunflowers and corn. Two years of experience at the Tashuz Agricultural Experiment Station have proved that drainage water with a salinity of 3 g / l can be used to wash saline soils and irrigate cotton crops.

I.S. Rabachiyev's many experiments in Turkmenistan allowed him to develop a new classification for the assessment of irrigation water. In this classification, he also used the SAR classification proposed by US scientists. I.S. Rabachiyev compiled the following 5-point distribution to assess irrigation water (Table 2). It is important to take into account the danger of soda salinity in the quality assessment of irrigation water. Thus, according to L. V. Wilcox, water is considered unfit if the amount of Na_2CO_3 in 1 liter of water is more than 1.25 mg-eq, and the total amount of carbonates is more than 2.5 mg-eq.

Table 2

I.S. Rabachiyev's Irrigation water assessment schedule

Score	Quality of Water	SAR	Sum of solt, g/l	Harmful salt	
				g/l	%
1	Very good	<5	<1	<0,1	<10
2	Good	6-10	0,4	0,4	20
3	Satisfactory	11-15	1,8	1,8	35
4	Little satisfactory	16-20	4,0	4,0	50
5	Unsatisfactory	>20	>4,0	>4,0	>50

We see from world experience that the assessment of irrigation water quality is one of the important factors for achieving high productivity with export potential and economic efficiency. However, these mentioned classifications, formulas and divisions are very complex, and their use requires a lot of effort, as well as a complete chemical analysis of the water and various reports every time.

Soil suitability for irrigation is also significantly affected by soil type, climate, drainage, and mechanical cultivation of the soil, and therefore makes it difficult to draw a universal classification. In some parts of the US state of California, which is the world's economic superpower and has achieved successful results in agriculture, more than 80 percent of sodium water is used for irrigation.

As another example, we can show brother country Turkey. Thus, Turkey is one of the few countries that meets its domestic needs with agricultural products, especially food. It is the 36th largest country in the

world (total area 783.6 thousand km^2, population 77.0 million). 44.3% of its territory is forest and 55.7% is agricultural land [1, p.388].

Turkey ranks in the third place in Europe in terms of cultivated land (24.9 million hectares). Eighty-five percent of arable land is under cereals. 14% of arable land is irrigated and is mainly concentrated in the western part of the country. 34% of cultivated lands are under wheat, 9.5% under barley, 10.6% under fruits, 7.6% under oilseeds and 2.5% under cotton. Currently, work is going on to increase the area under corn, hazelnuts, sugar beets, potatoes, tea and olives. Turkey is in the top six in terms of wheat production. The area under wheat is 8.5 - 8.6 million hectares, which is as high as in the countries such as Canada and Australia [11].

The agricultural sector, which consumes 70 percent of the region's fresh water, receives 53 percent of this water from surface water resources and 38 percent from water resources. Eighty-two percent of irrigated agricultural lands are irrigated by flood irrigation, 17 percent by rainfall, and only 1 percent by drip irrigation [12].

The efficient use of water resources is of great importance for the neighboring Islamic Republic of Iran, as well as the East Azerbaijan Province. The Islamic Republic of Iran has limited water resources compared to other countries. One of the factors complicating the water problem in Iran is the increase in agricultural production due to the arid climate of most natural economic zones, mainly due to irrigation.

In total, arable land covers 20 percent of Iran's territory. Most of these lands are located in the north, near the Caspian Sea, as well as in the relatively humid valleys of the northwest. In the plains, but in the arid southern areas, some arable lands are equipped with irrigation systems. 7.5 million hectares of land are irrigated. There are 51 million hectares of arable land in Iran, but in fact 15 million hectares are cultivated and involved in agricultural turnover. Unfavorable natural conditions and mountainous terrain allow to use about 10% of the area for agriculture. Forty percent of arable land is irrigated, which produces the bulk of agricultural products. Water for irrigation comes from a variety of sources, including deep wells, reservoirs, and "kahriz", a traditional Iranian system [1. p. 449-450].

Given the importance of irrigation in the intensification of agriculture and the production of sustainable crops, the country has developed a long-term extensive melioration program. Water sources and accumulations are not stable in time and space. This problem will create water shortages in some parts of the country, as well as a water crisis in the future. The average amount of precipitation is 50 mm in the central, southern and eastern parts, and 1500 mm in the western and northern parts. Statistics shows that in 6% of the country's territory (Eastern and Central) the annual rainfall is less than 50 mm. Precipitation is less than 200 mm in 45% of the country's territory (South, East, central settlements), 200-500 mm in 40%, and 500-1000 mm in 8% (Western mountainous and northern settlements). In general, 1% of the country (North-West Coast of the Caspian Sea) receives more than 100 mm of rainfall. The distribution of water resources in two parts of the country: East and West, clarifies the issue [6. p. 11-16].

It should be noted that the main reason for water shortages in the world is the extensive use of water in agriculture (agriculture and cattle-breeding) and industry. Developing countries use 10 times more water than developed countries. Excessive water consumption in developing countries is caused by the production of daily consumer goods and the use of products such as cotton, flax and sugar beet. Most of these products are exported to developed countries [13].

In some countries struggling with water problems, we even observe the use of wastewater in agriculture.

For more than 16 years, research has been conducted at the University of Pennsylvania in the United States on the recovery of wastewater by irrigating different types of tree plantations and the study of the effectiveness of these tree plantings in wastewater treatment. It has been established that satisfactory soil treatment of wastewater is achieved by irrigating mixed tree species at a rate of 25 mm per week. In this case, special attention is paid to the presence of grasses that have the ability to absorb significant amounts of minerals, first of all, nitrogen in the first years of planting. Nitrogen application was 650 kg / ha when irrigating mixed crops at a rate of 50 mm per week throughout the year. In the United States, wastewater irrigation was carried out at 11 facilities in Oregon, Michigan, Maryland, Florida and Pennsylvania with different natural conditions [3, p. 142].

THE RESULT

As a result, we can say that in the countries of the world, the assessment of irrigation water quality is one of the important factors for achieving high productivity and economic efficiency with export potential. Thus, due to water shortages in many countries around the world, along with fresh water resources, non-traditional alternative waters are used in agriculture. In this regard, one of the main goals for the world is to assess the quality of water used in agriculture and to obtain high economic returns from the product. The practice of using salt water and even wastewater as alternative water sources using various modern technological methods is seen as a key alternative solution to the growing problem of water scarcity. At the same time, the application of various irrigation systems for the prevention of water waste in agriculture and the efficient use of water is widely used in world practice.

REFERENCES

1. Abbasov İ., "Azərbaycanın və dünya ölkələrinin kənd təsərrüfatı", "Şərq – Qərb" nəşriyyat evi. Bakı – 2013.
2. Əhmədzadə Ə.C, Həşimov A.C, Ensiklopediya: Meliorasiya və Su Təsərrüfatı, Bakı – 2016.
3. Əhmədzadə Ə.C., Həşimov A.C., İsgəndərov M.Y., İsmayılov C.M., "Alternativ su mənbələrindən suvarmada və şoranlaşmış torpaqların meliorasiyasında istifadə", Bakı – 2019.
4. Rəsmiyyə R., "Dünyanı su qıtlığından xilas etmək hər bir dövlətin borcudur", Azərbaycan qəzeti, Bakı. 31 mart - 2009.
5. Махмудов, Р.Н. Региональные климатические изменения и региональные сток в Азербайджане. // №9, Москва: Гидрометеоиздат – 2016.
6. Məhəmmədi Ə.K., "İranda su təsərrüfatının idarə olunmasının səmərəliliyinin yüksəldilməsi yolları", İqtisad üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün təqdim olunmuş dissertasiyanın avtoreferatı, Bakı – 2016.
7. "Water crises are a top global risk".https://www.weforum.org/agenda/2015/01/why-world-water-crises-are-a-top-global-risk/
8. "Su sorunu küresel boyutlara ulaşıyor: 21 yıl içinde 700 milyon kişi su nedeniyle göç edebilir." https://www.gzt.com/jurnalist/su-sorunu-kuresel-boyutlara-ulasiyor-21-yil-icinde-700-milyon-kisi-su-nedeniyle-goc-edebilir-3496954
9. "Dünyanın kənd təsərrüfatının coğrafiyası", https://osmanemin.wordpress.com /2017/05/07/dunyanin- k%C9%99nd-t%C9%99s%C9%99 rrufatinin-cografiyasi/
10. "Türkmənistan haqqında", https://az.wikipedia.org/wiki/T%C3%BCrkm%C9%99nistan
11. "Tarımda toprak ve suyun sürdürülebilir kullanımı. Özel ihtisas komisyon raporu." https://www.sbb.gov.tr/wp
12. "Tarımda kullanılan su", https://sutema.org/kirilgan-dongu/tarimda-kullanilan su.10.aspx
13. "Water bron van on twikkeling, machten conflict", http://www.ncdo.nl/sites/default/files/Globaliseringsreeks%203%20Water.pdf

STUDY OF POLLUTION CAUSED BY HEAVY METAL IN INDUSTRIAL REGIONS OF GEORGIA

T. Supatashvili[1)], Sh. Kupreishvili[2)], M. Shavlakadze[3)], M. Guguchia[4)]
[1)] University of Georgia
[2)] Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University
[3)] Tbilisi Humanitarian Teaching Univeristy
[4)] N(N)LP Ecocenter for Environmental Protection
Tbilisi. Georgia
E-mail: **t.supatashvili@ug.edu.ge, sh. kupreishvili@gtu.ge;**

INTRODUCTION

Heavy metal pollution plays an important role in the list of environmental problems. The main sources of pollution with heavy metals are ferrous and non-ferrous metallurgy, road transport and agricultural chemicals. The pollutants are mainly found in the soil in a windy way, while the impact of wastewater and waste is local. Heavy metal contamination is associated with their widespread use in manufacturing practice and the weakness of treatment systems. Soil is the main area where heavy metals accumulate, including from the atmosphere and water.

There are several technogenically active zones on the territory of Georgia, where due to open mining of minerals and uncontrolled disposal of industrial wastes, the concentration of heavy metals has increased and in some cases exceeds the maximum permissible concentrations.

MAIN PART

There is still no accurate information on the amount of waste in Georgia. However, there are estimates made in different years, according to which, a total of 64.5 million tons of waste was generated, which included all types of waste except household waste. Of this amount, 70% was waste from the extraction and processing of mineral resources [1].

Given that there are no special landfills for industrial waste and no alternative methods of recycling / decontamination of this type of waste are introduced, it is likely that part of the industrial waste is disposed of in conventional, household waste landfills and the rest is stored in the plant area (see Fig. 1 and 2). .

Pic. 1. Waste store of Kazreti ore

Pic. 2. Waste of Chiatura ore

Due to the fact that the toxic elements have a long period of decay, the degree of soil contamination is still high today: In the vicinity of Tbilisi, Rustavi, Zestaponi, Kutaisi, Batumi, Poti and especially Madneuli mining complex (see Table 1.) [2].

Table 1

Industrial waste accumulated on the territory of Georgia

City, Region	Industry	Type of waste	Amount of waste
Kazreti	Gold-Copper-Barite polymetal ore	Mining waste	22.5 million Tone
Kutaisi	Lithophone factory	Sludge containing barium and zinc	300 thousand tone
Zestaponi	Ferroalloy	Heat treatment and electrolysis sludge	368 thousand tone
Rustavi	Metallurgical Plant	Slag and iron ore - Mineral waste	400 thousand tone
Chiatura	Manganese processing	Sludge containing manganese	9 318 200 Tone

Studies have shown that the distribution of pollutants in space is very difficult and depends on many factors, but in any case the main receiver and accumulator of heavy metals is the soil. Copper, zinc, lead and manganese were selected for the study, the content of which was determined in the arable lands of agricultural areas contaminated with industrial waste (see Table 2).

Table 2

Heavy metal content in soils of Bolnisi district, mg / kg.

Place of sampling	Cu	Zn	Pb	Mn
Ratevani	155	165	23	1200
Khatisopeli	140	160	22	1125
Makhuti	150	220	14	1000
Rachisubani	100	100	12	875
Phakhralo	130	170	22	1120
Kianeti	305	110	33	1210
Qvemo Bolnisi	60	85	22	960

Comparison of the maximum allowable concentrations of the obtained results, it was found that the concentration of the study metals is several times higher than the maximum allowable concentrations.

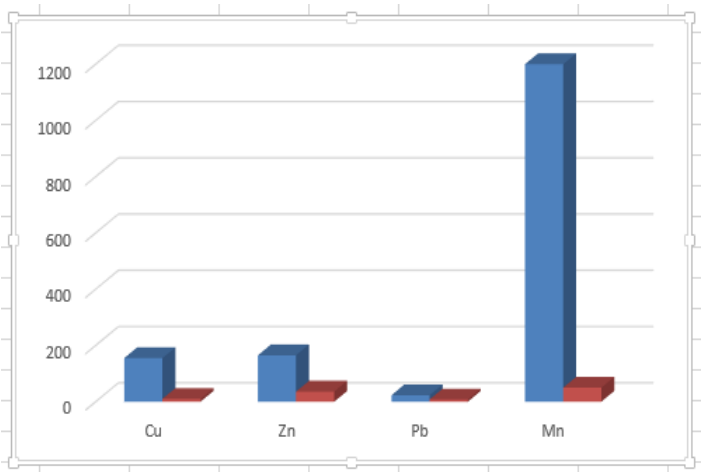


Fig. 1. Bar chart of metal concentration comparison with maximum allowable concentrations

A special problem for Chiatura is manganese mining - industrial waste generated during processing. Waste removed from the quarries by Georgian Manganese Ltd. is disposed of in the vicinity of the mines and quarries, near the settlements [3].

The content of 4 metals selected by us for research was determined in the village. Shukruti and the village. In the soils of Merevi. The results of the analysis are presented in the form of a bar chart (see Figs. 2 and 3).

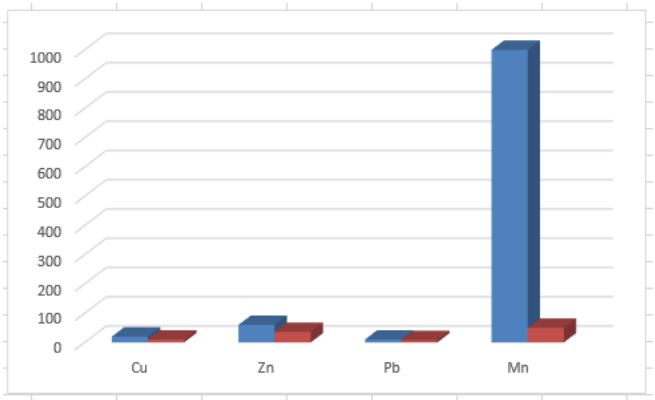


Fig. 2. Data on the content of heavy metals in the soil of Shukruti

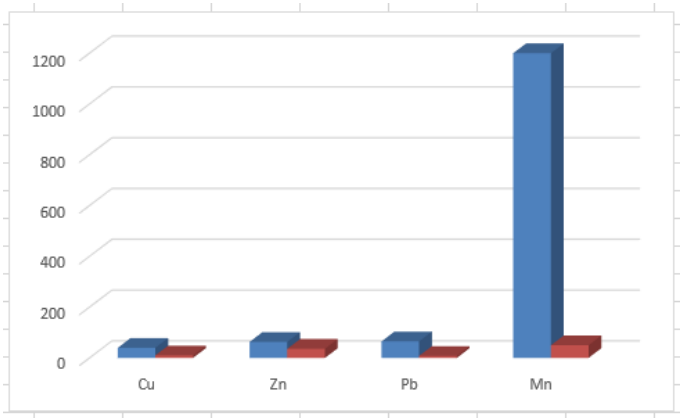


Fig. 3. The Heavy metal content data in vil.Merevi soil

The data clearly shows that the soil pollution in Shukruti is relatively less, even though the village is located 5 km from the enterprise. Studies have shown that the further away the enterprise village is, the more proportionally the heavy metal content in these soils increases. Especially noteworthy is manganese, which exceeds the maximum allowable concentration. In the Chiatura district, ore mines and open pits are located at the mouth of the river and use the water of the Kvirila River to wash the ore, causing the river to be heavily polluted with heavy metals (see Figs. 3 and 4) [3; 5].

Pic. 3. River Kvirila in Chiatura

Pic.4. Rivers Kvirila and Dzirula confluence st. With Zestafoni

Contaminated river. Kvirila is intensively used in Zestaponi district for agricultural activities (mainly for irrigation purposes). The situation in this area is complicated by a manganese ferro alloy plant. As a result of the work of the enterprise, dust containing harmful gases and ore are released into the atmosphere. Industrial dust eventually accumulates in the soils of nearby villages and causes soil contamination with various elements [3; 5]. According to the above data, the soils in the city of Zestaponi, the villages of Kveda Sakara and Sviri are polluted with both atmospheric air and water from the river Kvirila, which is used to irrigate the fields. The villages of Sakara and Sviri are 5 and 11 km away from the Zestaponi ferro-alloy plant.

CONCLUSION

As a result of the impact of the waste of the above-mentioned enterprises, the agricultural type soils we have investigated are heavily contaminated with manganese, lead, zinc, copper, cadmium, etc. The population uses these soils intensively for agricultural activities, which ultimately affects the health of living organisms and humans. The paradox is that these metals are even necessary in certain quantities to ensure the full life of living organisms, but their excess can lead to serious disease and even death. To solve this problem, it is important to develop timely and effective measures to ensure the safe disposal of waste and minimize their impact on the environment.

REFERENCES

1. Supatashvili G. Environmental Chemistry. Tbilisi, 2008, p.176;
2. Supatashvili T, Dadiani St., Kiknadze Kh., Maisaia L, Kupreishvili Sh. "Impact of industrial waste on the ecological condition of the environment". International Scientific-Practical Conference "Innovative Technologies and Environmental Protection" Kutaisi, 2012, p. 78-80;
3. Avqophashvili G. „The Phyto Migration of Heavy Metals on the Techno genic Polluted Soils“, Tbilisi, 2018;
4. Tabatadze M. „Assessment of the modern ecological condition of the rivers of Eastern Georgia taking into account the anthropogenic load on them“, Tbilisi, 2009;
5. Supatashvili T., Kupreishvili Sh., Shavlakadze M., Sichinava P. „The Problems of Industrial Wastes Utilization and Their Role in Environmental Pollution“. 10th International Scientific-Technical Conference “The Modern Problems of Water Management, Environmental Protection, Architecture and Construction”, Tbilisi, 2021.

PROSPECTS FOR GREEN BUILDING IN THE FUTURE RESTORATION OF UKRAINE

T. Tkachenko [1], V. Mileikovskyin [2], A. Ujma [3]
[1), 2)] Kyiv National University of Construction and Architecture
Kyiv, Ukraine
[3)] Czestochowa University of Technology,
Czestochowa, Poland
E-mail: ***tkachenkoknuba@gmail.com***

INTRODUCTION

It is believed that the transition to the construction of green buildings began in Europe in the 1970s, after a quick rise in oil prices. Examples of energy-efficient construction are known even earlier. In the XVII-XVIII centuries in Iceland, due to the firewood crisis, houses began to be built with peat-insulated roofs on which turf vegetation was planted. Thanks to the natural insulation, heat losses were reduced and the houses remained warm for a long time. It sounds paradoxical, but the first passive house was not the house, but the ship "Fram" by Nansen (1883). Thanks to the good insulation of walls, floors and windows, the cabins were always warm, despite the temperature outside.

Pioneers in North America include William Schurkliff and Wayne Schick, who experimented with super-insulated homes in the late 1970s and early 1980s.

Transformation of green construction has gone from buildings with low energy consumption for heating – no more than 60 kWh/(m²·year) – through passive houses – no more than 15 kWh/(m²·year) – to buildings with "zero energy" – 0 kWh/(m²·year) – and houses of "energy plus" or "active houses". The last ones are buildings that produce more energy than they consume with the help of installed engineering equipment: solar panels, collectors, heat pumps, recuperators, ground heat exchangers, etc.

Currently, the new version of the EU directive on the energy performance of buildings proposes that from 2030 they should be erected as emission-free, while in the public sector from 2027, and existing buildings are to be emission-free from 2050. Such buildings are to have a low demand for non-renewable energy and use nearby renewable energy sources. They have little effect on global warming related to CO_2 equivalent emissions throughout the life cycle of the building. A definition of zero-emission buildings (ZEB) was introduced there. Certain steps to move closer to energy efficiency in construction have already been taken and are underway in Ukraine. These are the Law “On the energy efficiency of buildings” (2017), DBN V.2.6-31: 2016 “Thermal insulation of buildings”, etc.

The main priority of green construction is the construction of buildings and their operation, which don’t harm the environment. This is achieved through a combination of energy-efficient, environmental and social aspects of construction. In many countries around the world, modern green building is governed by specially designed green standards. The most common and well-known of these are BREEAM (UK), LEED (USA) and DGNB (Germany). The Zielony Dom Certificate was introduced in Poland.

The war in Ukraine brought new demands on the construction industry. There is a lot of discussion about what exactly needs during restoring cities and towns. In our opinion, today it is time to build by green standards.

The tasks of green construction are:

- reduction of operating costs;
- reduction of waste generation and increased waste disposal efficiency;
- improving the efficiency of natural resources consumption;
- ensuring safety and reducing the negative impact on human health;
- reduction of greenhouse gas emissions;
- prevention of floods and landslides;
- increasing the share of renewable energy sources in the operation and maintenance of buildings.

GENERAL PART

Modern technologies help to bring the building as close as possible to the standards of green building. For example, green structures are a combination of building structures and plants: green roofs [1] (fig. 1), green façade blocks [2] (fig. 2), vertical greening (fig. 3), green parking [3] (fig. 4), the greening of the slopes (fig. 5).

Fig. 1. Author's inversion "green roof" [1] of intensive type with steppe phytocenosis

At the Kyiv National University of Construction and Architecture there was a research on the positive effects of green structures – a promising energy-efficient technology:

- additional thermal insulation incl. the thermal resistance of the vegetation layer [4];
- a cooling effect (1 ... 3,5 K Lolium Perenne, 1,2 ... 4 K - Parthenocissus, (fig. 6-7) [4, 5]);
- reflection of solar radiation in the warm period of the year and its conversion into biomass, not heat;
- automatic sun protection in the warm period of the year with the transmission of solar radiation in the cold one [6, 7], etc.

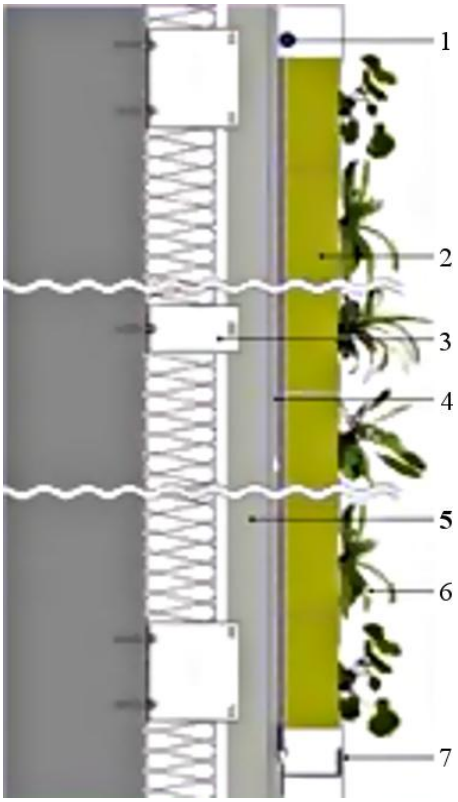


Fig. 2. Vertigreen facade landscaping system from ZinCo [2]:
1 – irrigation system; 2 – module of vertical landscaping; 3 – fastening; 4 – sheet of the base surface; 5 – aluminium profile; 6 – vegetation;7 – water intake tray

Military action leads to the production of significant amounts of construction waste, including broken red bricks. It can be used as drainage and as one of the components of the substrate for green roofs and greening.

Fig. 3. Vertical landscaping of the facade of the restaurant "Boyarin", Brovary [photo by the author]

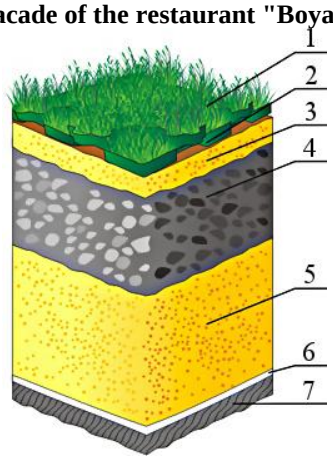


Fig. 4. Green parking: 1 - fertile layer; 2 - lawn lattice; 3 - levelling sand layer; 4 - crushed stone fraction 40-70 mm; 5 - sandy base; 6 - geotextile; 7 – soil [3]

a

b

Fig. 5. Examples of landscaping slopes: a - landscaping with perennial grasses; b - tiered landscaping of slopes [6]

The effects reduce the load on the air conditioning and heating systems. During the war between the Russian Federation and Ukraine, various pollutants are released in an uncontrolled manner, both directly from an ammunition explosion and during fires caused by their impact. During the combustion of fuel bases, especially base oils, large amounts of pollutants are formed. According to NASA research, plants can absorb pollutants from both the atmospheric and internal air [8].

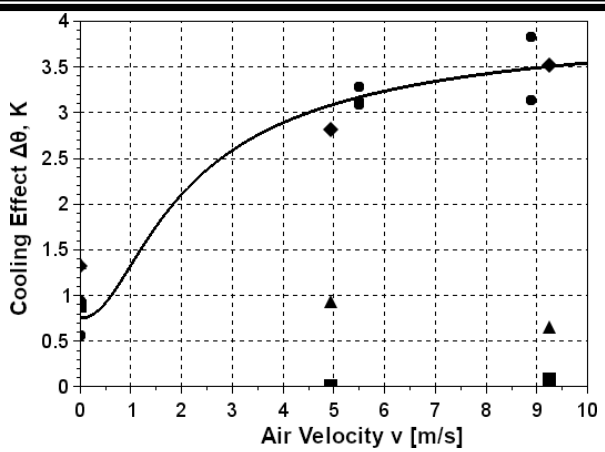


Fig. 6. Results of research [9] of the cooling effect of pasture ryegrass (Loliumperenne) in the windtunnel depending on the air speed: ● – grass height 40 and 123 mm, different points; ▲ – the height of grass 399 mm, around the centre of the model; ■ – the height of grass 399 mm, angle from the windward side; ♦ – the height of grass 399 mm, angle from the windward side ● – the height of grass 40 and 123 mm, different points; ▲ – the height of grass 399 mm, around the centre of the model; ■ – the height of grass 399 mm, angle from the windward side; ♦ – the grass height 399 mm, angle from the windward side [4]

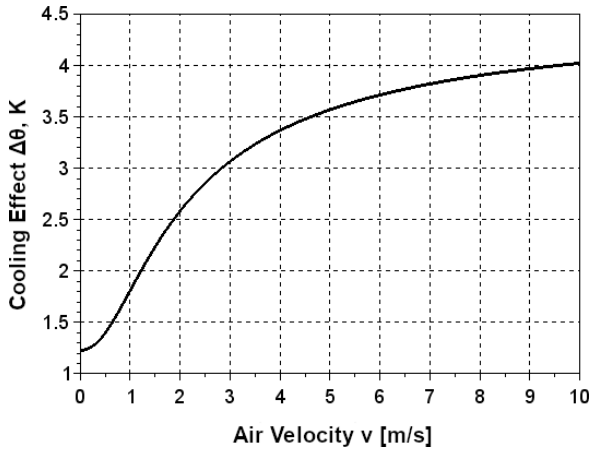


Fig. 7. Evaluation of the cooling effect of the wild grapes (Parthenocissus) [5]

As a result of hostilities, there is a massive violation of roads along with rainwater drainage. Restoring these engineering systems involves large costs tomorrow. Today, an alternative [9] to these systems is the concept of the sponge city, i.e. the maximum use of space to absorb rainwater. We have proposed special green structures for highways – rain gardens-strips (fig. 8).

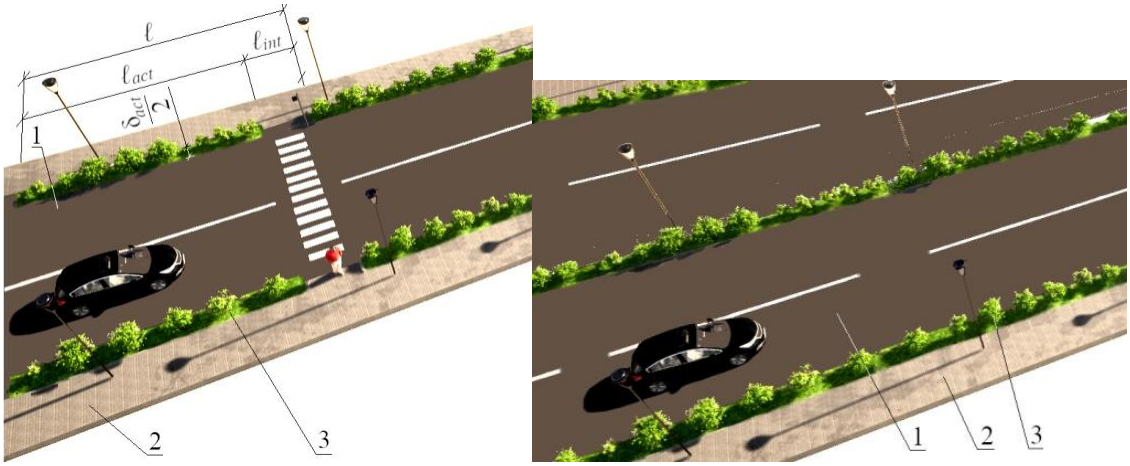


Fig. 8. Roads with rain gardens-strips [9]

In the framework of the Erasmus + ClimED grant program, a mathematical model and application for the Copernicus CDS Toolbox have been developed [9]. They allow determining the required width of these gardens depending on the amount of precipitation for most cities in Ukraine and the European Union. According to calculations, for the conditions of Kyiv, it is only 11 % of the road width. Unlike stormwater intakes, gardens will collect water along the entire highway. This will contribute to greater road safety for fuel-driven and environment-friendly vehicles. To decrease the gains of rainwater, green roofs of the neighbouring buildings can be used as another sponge facilities [10]

An author's green roof made of domestic building materials (fig. 1) has been developed and effectively implemented in Ukraine [1]. This roof has been operating successfully for over 16 years. Observations have shown that the plants on it develop effectively and have a phenotype of 4...5 points from 5 on the Tumanov scale, i.e. have an attractive appearance and actively reproduce. As part of the Erasmus + ClimED grant program, a mathematical model and application for the Copernicus CDS Toolbox have been developed to assess the state of plant development for different cities in Ukraine and the European Union.

The Czestochowa University of Technology supports the research and interests of the partnership, because it is very relevant not only for Ukraine, but also for EU countries, especially those that are militarily threatened by the Russian Federation. For example, the University will enable the use of a wind tunnel to test the vertical greening of buildings. Poland's experience in implementing the construction of blue and green infrastructure will be useful for partners from Ukraine. The results of research on the influence of green structures on the thermal properties of the structure of building partitions, the microclimate of the city, etc. are interesting.

We offer fruitful cooperation with the Ministry of Development of Communities and Territories of Ukraine and the similar governmental organisation of other countries in the direction of developing a system of rationing the implementation of green structures in the construction. This will allow them to be systematically implemented in the settlements. In particular, the following areas of rationing are proposed:

- the standard of certification of buildings according to green criteria;
- the standard for the implementation of green structures;
- methods of assessing the energy efficiency of structures for the energy balance of buildings, which will take into account the positive properties of green structures;
- the standard for highways with rain gardens-strips.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

Green structures are a promising area of green construction, which has significant potential for the recovery of the country after active hostilities. To achieve maximum efficiency, it is necessary to systematically implement different types of these structures, which requires an appropriate regulatory framework.

The blue-green infrastructure will alleviate changes cities microclimate, contribute to the improvement of the energy efficiency of buildings, reduce CO_2 emissions in cities, etc.

REFERENCES

1. Tkachenko T. M., Technology used in the creation of an inverted green roof using domestic building materials. Budownictwo o zoptymalizowanympotencjaleenergetycznym. 2019. Vol. 8, No. 1. pp. 77-84. https://doi.org/10.17512/bozpe.2019.1.08;
2. Vertigreen®. Vertical gardening system for indoor and outdoor use. URL: http://zinco.com.ua/system/vertigreen/. Accessed 25.09.2017;
3. Ecoparking device. URL: http://www.stroypraym.ru/arhitektura/landshaftnyj-dizajn/1434-ustroystvo-ekoparkovki.html. Accessed: 26.05.2022;
4. Tkachenko T. M., Mileikovskyi V. O., Methodology of Thermal Resistance and Cooling Effect Testing of Green Roofs. Songklanakarin Journal of Science and Technology. 2020. No 42(1). P. 126-146. https://doi.org/10.14456/sjst-psu.2019.7;

5. Tkachenko T. M., Mileikovskyi V. O., Gunchenko O. M., Estimation of energy savings and indirect reduction of CO2 emissions by vertical landscaping. Ventyliatsiia, osvitlennia ta teplohazopostachannia. 2019. Vyp. 31. P. 16-23;
6. Tkachenko T. M. Scientific and methodological basis for improving the environmental safety of urban ecosystems by creation of energy-efficient «green» construction technologies. Thesis Dr. Hab. KNUCA. Kyiv, 2018. 386 p.;
7. Tkachenko T. M., Mileikovskyi V. O., Assessment of Light Transmission for Comfort and Energy Efficient Insolation by "Green Structures" // ICGG 2020 – Proceedings of the 19th International Conference on Geometry and Graphics. São Paulo, 18-22 January 2021. Advances in Intelligent Systems and Computing. Iss. 1296. P. 139-151. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-63403-2_13;
8. Bandehali S., Miri T., Onyeaka H., Kumar P., Current State of Indoor Air Phytoremediation Using Potted Plants and Green Walls. Atmosphere. 2021. Vol. 12, Iss. 4. Article ID 473;
9. Hlushchenko R. O., Tkachenko T. M., Mileikovskyi V. O., Effective drainage of rainwater from roads by rain garden-strips in the concept of the city-sponge. Environmental safety and natural resources. 2021. Vol. 40, No. 4. pp. 46-59;
10. Tkachenko T. M., Prokopenko I. O. Calculation of maintenance of surface drainage roofing of a German manufacturer. Environmental safety and natural resources. 2020. Vol. 35, No. 3. pp. 44-56.

SURFACE WATER QUALITY IN OLEKSIIVSKE RESERVOIR AND PETRENKIVSKIY POND – KHARKIV CITY, UKRAINE (PERIOD: 2006 – 2020)

K. Utkina[1)], A. Garbuz[2)], M. Kulyk[2)]
[1)] Wegener Center for Climate and Global Change, University of Graz
Graz, Austria
[2)] V. N. Karain Kharkiv National University
Kharkiv, Ukraine
E-mail: m.kulyk@karazin.ua

INTRODUCTION

Surface water resources of Kharkiv Region consist of rivers, lakes, wetlands, ponds, canals, reservoirs. Water bodies and rivers of our region belong to the Don river basin (3/4 of the region) and the Dnieper river basin (1/4 of the region). Rivers are characterized by pronounced spring floods, summer and winter lows, and relatively high runoff in autumn. The network of rivers is unevenly distributed throughout the Kharkiv Region. The Siversky Donets river is the main river[1].

The Udy, Lopan, Kharkiv and Nemyshlya rivers flow through the Kharkiv City. These rivers are shallow, with low flow velocity, are subject to significant anthropogenic impact. More detailed information about them is given in [2]. It should be noted that on the rivers of Kharkiv there are channel reservoirs, reservoirs, ponds in beams, and natural lakes in the valleys of the main rivers, lakes-old women, lakes-swamps. In total, there are 57 reservoirs and 2538 ponds in the Kharkiv Region. Water bodies are used mainly for recreational purposes [1, 2, 3].

The Kharkiv City population is about 1.5 million people (before the war in 2022), it ranks the second place in Ukraine in terms of population. Several types of recreational areas have been created for the needs of the city's residents. Many people use water bodies for recreational purposes. The highest number of visits to river/reservoir banks and beaches occurs in the months from May to September.

Water quality in surface water bodies is affected by wastewater from various settlements, industrial enterprises, agricultural complexes, land use violations of coastal water protection areas [2, 4]. Surface water quality is very important for both recreation activity and economic activity of the city.

The aim of the paper is to assess dynamics of water quality in two main recreational water bodies: Oleksiivske reservoir and Petrenkivskiy pond – located in Kharkiv and to develop recommendations for improvement of water quality. Period: 2006 – 2020. This paper can be considered as a prolongation of analysis, performed in [2].

MAIN PART

Description of water bodies

There are several recreational areas in Kharkiv. We have described the quality of water in such recreational facilities as Zhuravlivskiy hydropark, Oleksiivskiy lugopark, Udyanskiy hydropark, Osnovyanske lake intheprevious paper [2]. In the present paper we make analysis of the state of surface waters in Oleksiivske reservoir and Petrenkivskiy pond, which are also popular recreation areas for Kharkiv residents and guests during the warm season, it should also be noted that these water bodies are located near large residential areas in Kharkiv (Fig. 1) [5].

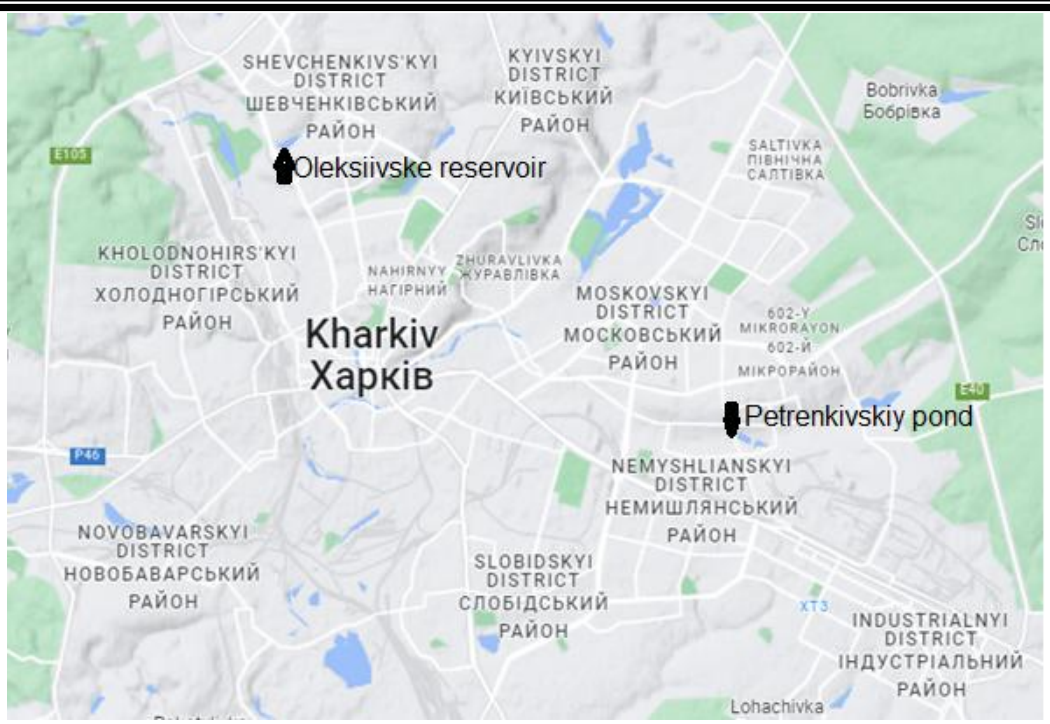


Fig. 1. Location of two popular recreational areas in Kharkiv: Oleksiivske reservoir and Petrenkivskiy pond

Petrenkivskiy pond was formed as a result of quarrying for sand mining, located on the Nemyshlya river. The area of the water mirror is 76.4 thousand m^2. There are no water-regulating constructions on the reservoir, it is operated in a natural mode, feeding the river. The Southern part of the reservoir is swampy and overgrown with reed vegetation. The water area of the reservoir is located within the residential and industrial zones of the city (Nemyshlyanskyi district). It is used for recreational purposes[3, 6].

Oleksiivske reservoir was created according to the project of the Kharkiv giprovodkhoz Institute in the 1970s. The reservoir is located on the Oleksiivska beam, the type of reservoir is channel one. The spillway is a reinforced concrete mine with a capacity of 20 m^3/sec. The low speed of the current contributes to the overgrowth of the reservoir. During the construction of the pond, a screen made of polyethylene film was laid in the bed. The shores of the pond are fixed with reinforced concrete slabs. The area of the water mirror is 76.1 thousand m^2. The water area of the reservoir is located within the boundaries of the residential zone of the city (Shevchenkivskyi district). Oleksiivske reservoir s used for recreational purposes [3].

As in the previous paper [2] the methodology was the same: water samples analysis were performed in a certified Laboratory of Analytical Chemical Research of the Institute of Environmental Sciences, V. N. Karazin Kharkiv National University, the following parameters were analysed: pH, transparency, nitrates, nitrites, ammonia, dissolved oxygen, chlorides, total hardness, alkalinity, BOD_5, COD, total mineralisation, phosphates, oil products, surfactants, heavy metals. Laboratory methods and equipment were used[7].For evaluation of water quality we used national standard "Hygienic requirements to composition and peculiarities of surface water bodies used for recreational and municipal purposes", MAC values were taken for recreational areas, used for swimming, sport and rest of population[8]. Also EU Directive 2006/7/EC concerning the management of bathing water quality was used for assessment of water quality [9]. Obtained average data for all periods are presented in Tables 1 – 2.

Table 1

Water quality in Petrenkivskiy pond, data of chemical analysis, average data

Parameter	Unit	Sampling period						MAC, Ukraine [8]	MAC, EU [9]
		2006-2010		2011-2015		2016- 2020			
		15 May – 15 June	15 Aug. – 15 Sept.	15 May – 15 June	15 Aug. – 15 Sept.	15 May – 15 June	15Aug. –15 Sept.		
Transpires y	cm	≥ 30	≥ 30	≥30	≥ 30	≤ 30	≥ 30	≤ 30	≤ 100
pH	pH units	7,8	8,4	8,1	8,6	7,9	8,5	6,5-8,5	6-9
Dissolved oxygen	mgO_2/dm^3	2,6	3,4	2,9	3,3	3,0	3,5	≤ 4,0	-
BOD_5	mgO_2/dm^3	3,2	3,9	3,4	3,6	4,0	3,9	≥ 4,0	-
Total mineralization	mg/dm^3	772	785	791	826	814	845	≤ 1000	≤ 1000
Ammonim nitrogen	mg/dm^3	2,8	2,2	1,45	1,91	1,65	2,12	≤ 2,0	1,0
Nitrite nitrogen	mg/dm^3	2,62	2,40	1,95	2,18	1,76	2,34	≤ 3,3	0,1
Nitrate nitrogen	mg/dm^3	33,6	31,9	27,2	31,5	22,8	24,1	≤ 50,0	30
Phosphates	mg/dm^3	1,3	1,44	1,92	2,3	2,1	2,3	≤ 3,5	3,5
Oil products	mg/dm^3	0,32	0,28	0,25	0,18	0,12	0,21	≤ 0,3	0,5
Surfactants	mg/dm^3	0,22	0,38	0,21	0,25	0,11	0,18	≤ 0,5	0,3
Cd	mg/dm^3	0	0	0,0006	0,0005	0,0003	0,0005	≤0,001	0
As	mg/dm^3	0	0	0,0012	0,0015	0,0011	0,0012	≤ 0,05	0
Hg	mg/dm^3	0	0	0	0	0,0001	0,0001	≤0,0005	0
Pb	mg/dm^3	0,01	0,011	0,014	0,015	0,018	0,02	≤ 0,03	0

Table 2

Water quality in Oleksiivske reservoir, data of chemical analysis, average data

Parameter	Unit	Sampling period						MAC, Ukraine [8]	MAC, EU [9]
		2006-2010		2011-2015		2016-2020			
		15 May – 15 June	15 Aug. – 15 Sept.	15 May – 15 June	15 Aug. – 15 Sept.	15 May – 15June	15Aug – 15Sept.		
Transparenc	cm	≤ 30	≥ 30	≤ 30	≥ 30	≤ 30	≥ 30	≤ 30	≤ 100
pH	pH units	7,0	7,2	7,4	7,60	7,5	7,65	6,5-8,5	6-9
Dissolved oxygen	mgO_2/dm^3	4,2	4,3	4,1	4,4	3,8	4,0	≤ 4,0	-
BOD_5	mgO_2/dm^3	3,2	3,5	4,0	3,9	4,0	4,1	≥ 4,0	-
Total mineralization	mg/dm^3	820	715	776	703	732	685	≤ 1000	≤ 1000
Ammonium nitrogen	mg/dm^3	2,15	1,82	1,4	0,95	0,86	0,94	≤ 2,0	1,0
Nitrite nitrogen	mg/dm^3	2,45	2,8	2,32	2,9	1,63	1,92	≤ 3,3	0,1
Nitrate nitrogen	mg/dm^3	12,5	14,4	21,6	17,3	11,8	12,9	≤ 50,0	30
Phosphates	mg/dm^3	2,8	3,0	2,2	2,6	1,43	1,6	≤ 3,5	3,5
Oil products	mg/dm^3	0,05	0,08	0,16	0,2	0,11	0,15	≤ 0,3	0,5
Surfactants	mg/dm^3	0,08	0,11	0,04	0,06	0,07	0,08	≤ 0,5	0,3
Cd	mg/dm^3	0,0005	0,0006	0,0002	0,0009	0,0007	0,001	≤0,001	0
As	mg/dm^3	0,011	0,015	0,008	0,011	0,014	0,021	≤ 0,05	0
Hg	mg/dm^3	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	≤0,0005	0
Pb	mg/dm^3	0,003	0,0028	0,0026	0,0029	0,071	0,01	≤ 0,03	0

DISCUSSION OF RESULTS

The main criteria for assessing of organic pollution are ***dissolved oxygen*** and ***BOD_5***. There are various natural and anthropogenic sources of organic pollutants inputs. In surface waters dissolved oxygen should varies from 0.5 to 4.0 mg O_2 / dm^3 depending on the season and physiological and biochemical activity of microorganisms, and BOD_5 should be higher than 4.0 mg O_2 / dm^3. The results of the research showed deviations from the norms in the samples of water from the Petrenkivskiy pond according to the BOD_5 indicator for the whole 15-year period: it is lower by 0.1-0.8 mg O_2 / dm^3. For the Oleksiivske reservoir we have determined the dissolved oxygen content for the entire 15-year period: higher by 0.1-0.4 mg O_2 / dm^3, and the BOD_5 in the period from 2006-2010 is lower by 0.5-0, 8 mg O_2 / dm^3. This shows the excessive amount of organic pollution of water bodies as a result of increasing pressure on the recreational area and the creation of illegal beaches with large numbers of people around the studied reservoirs.

The total mineralization in the reservoirs averages 810 mg / dm^3 for the Petrenkivskiy pond and 745 mg / dm^3 for the Oleksiivske reservoir, which corresponds to the normal level of mineralization.

The content of ***nutrients*** (namely nitrogen and phosphorus compounds) is a key parameter of the hydrochemical characteristics of water quality and the state of the aquatic ecosystem. These parameters show the level of eutrophication rate, which is the cause of a sharp deterioration in water quality and loss of aquatic life. Our data show that in spring they are 1.5-2.2 times lower than in summer, which can be explained by season, lighting and low temperature. The content of ammonium nitrogen and nitrite nitrogen Oleksiivske reservoir and Petrenkivskiy pond are equivalent for a 15-year period: the average is 1.4 mg / dm^3 and 2.43 mg / dm^3, respectively; and in terms of nitrate nitrogen, we see that in the Petrenkivskiy pond this figure is 10-15 units higher than in the Oleksiivske reservoir. These data indicate an excessive anthropogenic load on these facilities, as the local population during this period increases more than 10 times compared to the spring period. The phosphates content in the Petrenkivskiy pond for 15 years of research increased from 1.3 to 2.3 mg / dm^3, and in the Oleksiivske reservoir - decreased from 3.0 to 1.5 mg / dm^3, but all indicators are within normal limits.

Oil products and surfactants

During the study period, oil films and oily spots were repeatedly detected on the water surface of the Petrenkivskiy pond. They are usually associated with car and animal washing, as well as surface runoff. At the same time, chemical analysis showed that oil products were 1.5-10 times lower than the MPC, and surfactants were up to 10 times lower than the MPC in the waters of the studied reservoirs.

Toxic heavy metals

Unfortunately, we can point to an increase in water pollution in the Petrenkivskiy pond and the Oleksiivske reservoir with metals such as Cd, As and Pb over the past 15 years, which is the result of anthropogenic pressure. On the contrary, the Hg content in the waters of these reservoirs has hardly changed over the last 15 years. These reservoirs are located very close to highways, and the number of vehicles has quadrupled in the last 5 years, so surface runoff from adjacent roads contributes much more toxic pollutants. Exceeding the MPC for the content of toxic metals is not determined.

For improvement of water quality we have developed recommendations.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

1. Analysis of surface water quality in the Petrenkivskiy pond and the Oleksiivske reservoir was performed for 2006-2020. This paper prolonged researches presented in [2]. The main criteria for assessing of organic pollution are ***dissolved oxygen*** and ***BOD_5***. They show the excessive amount of organic pollution of water bodies as a result of increasing pressure on the recreational area and the creation of illegal beaches with large numbers of people around the studied reservoirs.
2. ***The total mineralization*** and nutrients content are within normative values.
3. ***Oil products and surfactants*** were up to 10 times lower than the MPC in the waters of the both studied reservoirs.
4. Exceeding the MPC for the content of ***toxic metals*** is not determined.

5. ***Factors having impact on the environmental state*** of the water bodies can vary depending on natural characteristics and features of the city. The key factors are: surface runoff, water bodies located near, flow velocity.
6. The following ***recommendations*** are proposed: to perform additional arrangements of the bank area (at least 25 m in size); to introduce additionally toothless as natural filters in water bodies; to populate the pond with herbivorous fish (crucian carp, carp, aphids, etc.) and predators to control their numbers.

REFERENCES

1. Reshetchenko, S. I., Cherkashyna, N. I., & Babaieva, O. V. (2018). Physical and geographical principlesof tourist cluster's formation in Kharkiv region. Вісник Харківського національного університету іменіВ.Н.Каразіна, серія«Геологія. Географія. Екологія», (47). С. 149 – 152. (https://periodicals.karazin.ua/geoeco/article/view/10342).
2. Utkina K., Garbuz A., Kulyk M. Dynamics of surface water quality in recreational areas located in Kharkiv city (Ukraine). Collected papers. X International Conference on "Modern problems of water management, environmental protection, architecture and construction" (Tbilisi, Georgia 25 – 27 july, 2021) – Tbilisi, Ts. Mirtskhulava water management institute; Ecocenter for environmental protection, 2021. – P. 206 – 212.
3. Лобойченко В. М., Жук В. Н. Оценка гидроэкологического состояния городских водоемов на примере Алексеевского пруда города Харькова. Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. 2017. №105. С. 74 – 81.
4. «Программа охраны окружающей природной среды г. Харькова на 2013-2017 г.г.», утвержденная Решением сессии Харьковского городского совета Харьковской области от 19.12.2012 г. № 990/12 (http://kharkiv.rocks/reestr/616823).
5. Новое место: Петренковский водоем в Харькове. (https://kharkovgo.com/places/dostoprimechatelnosti/petrenkovskij-vodoem-v-harkove/).
6. В Харькове обустроили пляжную зону и локацию для отдыха (https://www.successful-city.com/v-harkove-obustroili-pljazhnuju-zonu-i-lokaciju-dlja-otdyha/).
7. Некос А. Н., Гарбуз А. Г. Экологическая оценка объектов окружающей среды и пищевых продуктов (методика проведения исследований).– Харьков: ХНУ имени В. Н. Каразина, 2012. – 104 с.
8. Постанова Кабінету Міністрів України від 19 вересня 2018 р. № 758 «Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод» (https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/758-2018-%D0%BF#Text).
9. EU Directive 2006/7/EC concerning the management of bathing water quality (https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=LEGISSUM%3Aco0018).

ENVIRONMENT CONTAMINATION WITH PETROLEUM PRODUCTS WITHIN THE DENDROLOGICAL PARK "OLEKSANDRIYA"

O. Shpak, R. Havryliuk, O. Lohvinenko, O. Kurilo
Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine
Kiev, Ukraine
E-mail: shpak_lena@yahoo.com

INTRODUCTION

Founded at the end of the XVIII century, the dendrological park "Oleksandriya" is a unique monument of landscape art of Ukraine. The dendrological park is interesting for its history, landscape compositions, ancient architecture, cascades of ponds, and waterfalls. Being a real "green treasure" of Ukraine, it is visited by hundreds of thousands of tourists annually. In recent decades, soils, groundwater, surface water and landscape of the dendrological park have been suffered from petroleum contamination, the source of which is the territory of the former Bila Tserkva Aircraft Repair Plant (BARP).

This paper considers the features of the formation of ecological and hydrogeological situation in the dendrological park under the influence of petroleum contamination from the technogenic loaded area of BARP in order to develop the system of control of potentially negative environmental impacts and plan remedial actions.

MATERIALS AND METHODS

Environmental and geological studies conducted at the site included surveys of the contaminated area, identification of existing and potential sources of contamination, drilling of observation wells, monitoring of groundwater contamination with measurements of water and oil product levels, water and soil sampling. Laboratory studies to determine petroleum product contents in water and soil samples were performed using the analyzer "Mikran" in the laboratory of Groundwater Protection Department of the Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine.

RESULTS AND DISCUSSIONS

Ecological and geological studies of environment contamination with petroleum products within the cascade of ponds of the dendrological park "Oleksandriya" and adjacent areas began in 1990 in connection with the appearance of petroleum products in the ponds of the Western ravine of the dendrological park. Thus, in the waters of the Poterchata pond petroleum product concentrations varied from 0.12 to 4.94 mg/dm^3, the Rusalka pond ¬ from 0.07 to 4.40 mg/dm^3, and the Vodyanik pond ¬ from 0.04 to 3.68 mg/dm^3, which is tens and hundreds of times higher than maximum limited concentrations (*Plyaskach, 2004*).

In 2000-2001 Groundwater Protection Department of the Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine studied the ecological and geological situation of this area in accordance with the Program for the Destruction of Heavy Bombers and Cruise Missiles Air Bases and in 2006-2007 under the Program for Elimination of the Consequences of Groundwater, Surface Water and Soil Contamination in the dendrological park "Oleksandriya" in Bila Tserkva, Kyiv region.

These research revealed that the main sources of subsurface contamination with petroleum products in the area adjacent to the dendrological park "Oleksandriya" were BARP facilities such as fuel and lubricant warehouses, an aircraft repair shop, engine repair and testing shops, and a petrol station. Three lenses of mobile petroleum products with a thickness up to 2.5 m located on the water table of the aquifer of submarine water-glacial deposits were found and deliniated (Fig. 1). Groundwater contamination with dissolved petroleum products covered all three ravines of the dendrological park ¬ Western, Central and Eastern and the ravine "Forester's House". The maximum contents of petroleum products in groundwater (30 mg/l) and in bottom sediments (5600 mg/kg) were found in the upper Poterchata ravine at the site of groundwater discharge (*Negoda et al., 2014*). As the waters of ponds of all cascades are discharged into the

Ros River, the ecological situation in the dendrological park also significantly affected the state of the Ros river basin, which is the main source of drinking water for the residents of Bila Tserkva.

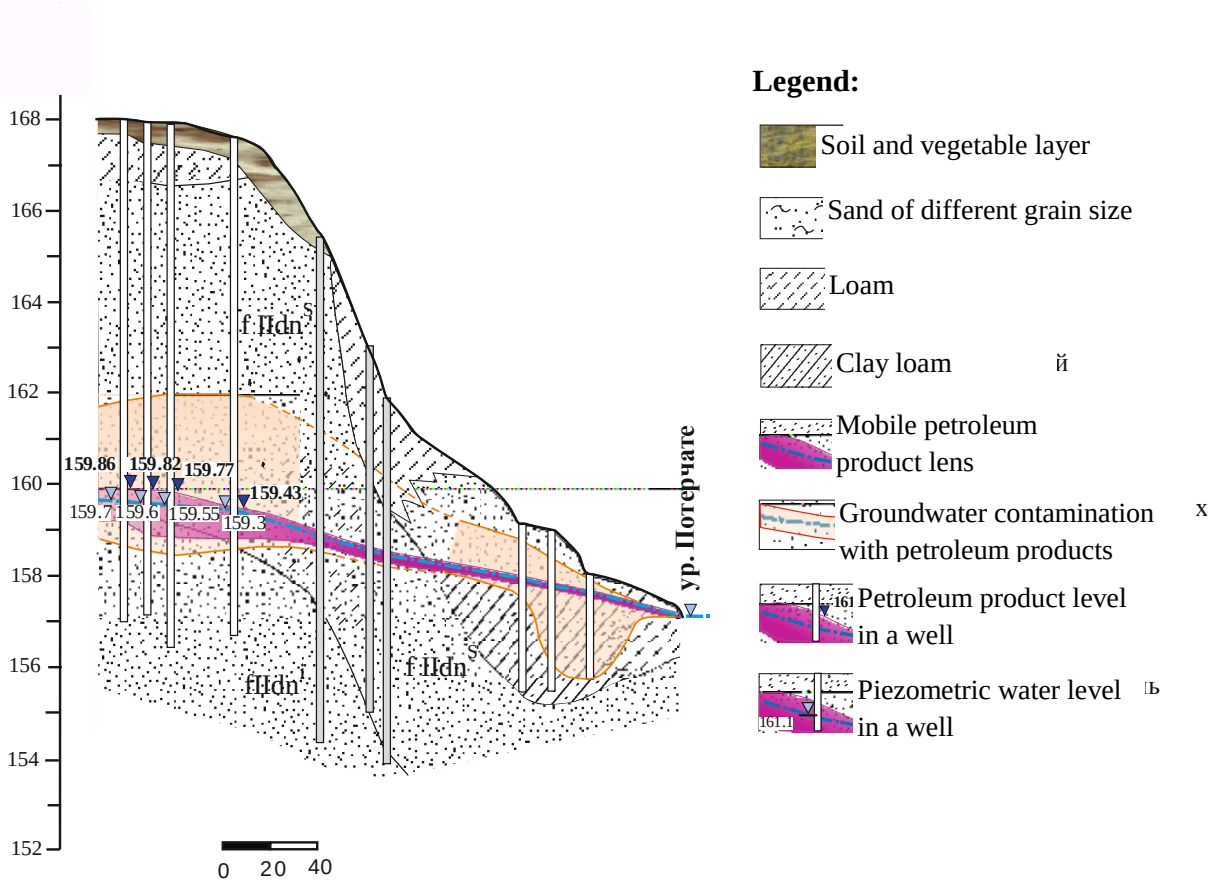


Figure 1. Spreading of subsurface contamination with petroleum products in the direction of the Poterchata ravine (the dendrological park "Oleksandriya")

Despite the implemented remedial actions (the application of protective drainage systems on the way of groundwater flow contaminated with petroleum products), environment contamination continued. The biocenoses of the dendrological park were threatened with degradation due to environmental disturbances resulting from the long-term contamination of the territory with petroleum products from the adjacent military airfield. Prolonged contamination has negatively affected the state of the woody and herbaceous vegetation, and the high overall toxicity of soluble hydrocarbons in the western cascade of ponds has killed fish (*Galkin, 2011*).

Since 2019, within the framework of the agreement on scientific cooperation with the State Dendrological Park "Oleksandriya" of the NAS of Ukraine the researchers of Groundwater Protection Department have been conducting a survey of the contaminated area. It has been established that petroleum contamination of the cascade of ponds in the Western ravine of the dendrological park continues to this day. The signs of petroleum product flow discharge into the mouth of one of the lateral troughs crossing the western slope of the ravine (the Poterchata pond) were revealed (Fig. 2). This gives reason to believe that contaminant migration from the groundwater recharge area, where contamination sources locate, to the place of groundwater drainage in the Western ravine through moraine sediments occurs in high conductivity layers formed by fluvioglacial sand (*Bricks et al., 2020*). In order to confirm this assumption and solve the problem of groundwater protection within the dendrological park, we plan to set up observation posts in places where petroleum products are expected to enter the ponds. According to the latest research in 2021, a mobile petroleum product layer with a thickness of 0.25-0.36 m was observed in all wells located on the western slope of the Poterchata pond, which requires immediate actions.

Figure 2. Petroleum contamination of surface water of the Poterchata pond and petroleum product flow discharge on the surface

Thus, the results of these research indicate a negative environmental situation in the dendrological park "Oleksandriya". It is necessary to carry out a detailed survey of the contaminated area, investigate the cascade of ponds, determine the main ways of petroleum product entering with a groundwater flow the surface waters of ponds and establish an observation well network in the direction of these ways, as well as monitoring of petroleum contamination and sampling of soil, groundwater, surface water and silt deposits.

At present, Ukraine has implemented a global program of eco-industrial parks (GPEIP) initiated by the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO). The goal of GPEIP is to demonstrate the benefits of eco-industrial parks (EIP), which are to increase resource productivity and improve the economic, environmental and social performance of enterprises, as well as to promote inclusive and sustainable development. In 2020, the Industrial Park "Bila Tserkva" (the industrial site of Bila Tserkva Cargo Aviation Complex (BCAC)), which is established on the basis of the existing production facilities of the aviation industry, provided with the necessary infrastructure and also has a favorable geographical location, logistics connection, industrial production and strong economic potential to attract investment, became a member of GPEIP in Ukraine. Participation in GPEIP will enable to use the experience of leading companies and implement global practices in the field of ecology, energy efficiency and sustainable development. The transformation of the industrial site of BCAC (former BARP) located next to the dendrological park "Oleksandriya" and the Ros River into an eco-industrial park will assist to solve the problem of environment contamination with petroleum products.

The expected results of this research will allow to create the system of control of potentially negative impact of eco-industrial parks on the environment, in particular, the spreading of petroleum contamination in groundwater towards the dendrological park "Oleksandriya", increase both environmental and economic efficiency of remediation measures, and promote the solution of current environmental problems related to groundwater contamination with petroleum products. Improving the ecological state of the contaminated territory of the dendrological park "Oleksandriya" will contribute to the preservation of historical park compositions and valuable plant communities, and, in turn, the development of tourism.

CONCLUSIONS

Subsurface contamination with petroleum products in the dendrological park "Oleksandriya" was found in the early 1990s. The source of contamination is the territory of the former BARZ. In 2000-2007, ecological and geological studies revealed mobile petroleum product lenses with a thickness up to 2.5 m on the water table of the aquifer of submarine water-glacial deposits. Groundwater contamination with dissolved petroleum products, which covered all three ravines of the dendrological park and the ravine "Forester's House", was found. The maximum contents of petroleum products in groundwater and bottom sediments were recorded at the upper Poterchata ravine.

Despite the implemented remedial actions, petroleum contamination of the cascade of ponds in the Western ravine of the dendrological park "Oleksandriya" continues to this day. A mobile petroleum product layer with a thickness of 0.25-0.36 m is observed in all wells located on the western slope of the Poterchata

pond. In this situation, it is necessary to carry out a detailed survey of the contaminated area, investigate the cascade of ponds, determine the main ways of petroleum product entering with a groundwater flow the surface waters of ponds and establish an observation well network in the direction of these ways, as well as monitoring of petroleum contamination and sampling of soil, groundwater, surface water and bottom deposits.

Being a part of GPEIP, the transformation of the former BARP industrial site located next to the the dendrological park "Oleksandriya" and the Ros River into an eco-industrial park will assist to solve the environmental problem of petroleum contamination.

REFERENCES

1. Bricks A.L., Gavryliuk R.B., Negoda Y.O. Hazard of petrochemical pollution of ponds of the "Oleksandriya" arboretum (Bila Tserkva). Journal of Geology, Geography and Geoecology. № 29(2). 2020. P. 243-251.
2. Galkin S.I. Dendrological parks of the National Academy of Sciences of Ukraine: problems of preservation of historical plantations related to the strengthening of anthropogenic impact on their territories (on the example of the dendrological park "Oleksandriya" of the National Academy of Sciences of Ukraine). Journal: Introduction of plants, № 2. 2011. P. 118-123 (*In Ukrainian*);
3. Negoda Y.O., Golub G.I., Shpak O.M. Assessment of subsurface contamination with petroleum products and heavy metals within the state dendrological park "Oleksandriya" (Bila Tserkva). National Natural Parks - Past, Present, Future: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 30th anniversary of the Shatsk National Park (Svityaz, April 23-25, 2014). Kyiv, 2014. P. 168-172 (*In Ukrainian*);
4. Pleskach L.Y. Contamination of water reservoirs of the dendrological park "Oleksandriya" and its impact on the state of vegetation. Journal: Introduction of plants. 2004. P. 80-89 (*In Ukrainian*).

PECULIARITIES OF WATER-PHYSICAL PROPERTIES OF KOLKHETI PERMEABLE SOILS

V. Shurghaya, E. Kechkhoshvili, G. Vakhtangishvili,
L. Kekelishvili, S. Modebadze
Ts. MirtskhulavaWater Management Institute
ofGeorgian Technical University
Tbilisi, Georgia
E-mail: ***v.Shurghaia@gtu.ge***

INTRODUCTION

"Permeable soils" as a term is somewhat conditional, since practically all soils are to varying degrees. The degree of permeation depends on many internal and external factors, such as granulometric and mineralogical composition, humus state, composition of the soil absorption complex, structural condition, moisture, the nature of water flow in the soil, external mechanical impact - Pressure of the upper layers of the soil, plant root system, processing equipment. At the same time, these factors, in addition to their independent impact, are interdependent.

MAIN PART

The study of specific features of heavy clayey and loamy soils of the Kolkheti lowland (Fig. 1) began in the 30s of the XX century by d. Gedevanishvili, N. Dimos, i. Daraselia and others.; However, it has achieved serious development and systematization since the 1960s due to the difficulties of reclamation and livening of these soils. G. Abelishvili, D. Kereselidze, R. Chkhikvishvili, O. Astakhova, V. Grdzelishvili, A. Motserelia, E. Kavzharadze, L. Itriashvili and others worked on these issues in the 60s and 70s, describing the peculiarities of the soils of the Kolkheti lowlands and the main reasons for the difficulty of their amelioration.

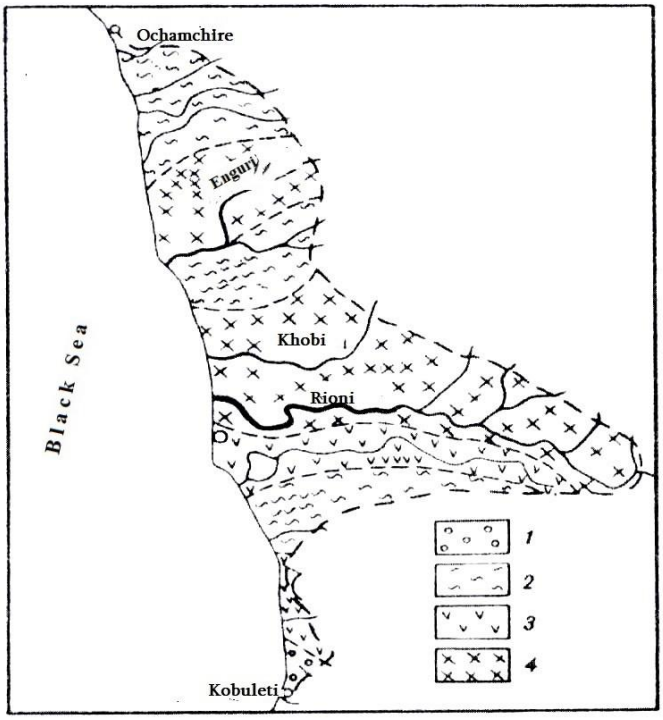


Fig.1. Distribution of clay soil in the Colchis lowlands [4]: 1 - Kaolinite, 2 - Montmorillonite, 3 - Kaolinite with Montmorillonite, 4 - Hydrocars with Montmorillonite

The abundant factual material on the bonded soils of different regions of the world gives grounds to consider the heavily hardened soils of Kolkheti as hydromorphic Montmorillon bond soils [1,2,3].

The main feature of these soils is the strong permeation (increase in volume) with increasing moisture, which reaches 35 - 40% of the volume of the initial dry sample (Table 1).

Table 1

Permeability of the soils of the Kolkheti plains

Location	Soil type	Depth in CM	permeability in%	Weight Moisture at Full permeation %
Chaladidi	Meadow-swamp	0 -10	35,2	73,88
		10 - 20	37,0	75,71
		20 - 30	37,2	73,51
		40 - 50	35,0	75,42
Khorga	Podzolic-gley	10 – 20	30,1	75,45
		30 - 40	31,4	74,0
		60 - 70	33,1	65,70
Shua Khvaloni	Sod gleyed	0 -10	42,9	82,41
		10 - 20	37,1	77,54
		20 - 30	43,6	81,12
		40 - 50	43,4	80,78

The permeation process is mainly related to the hydration of soil colloids (amorphous oxides of aluminum and iron Al_2O_3, Fe_2O_3, humic substances), to the crushing pressures of water bodies formed around clayey (especially montmorillic) minerals. This process takes place quite rapidly, within a few minutes (not more than 20 minutes), after water supply in the allocated micro-volume of soil (Fig. 2). The process of rapid reaction of the soil to the water supply can be compared to the processes of chemical sorption and cation exchange with the soil absorption complex.

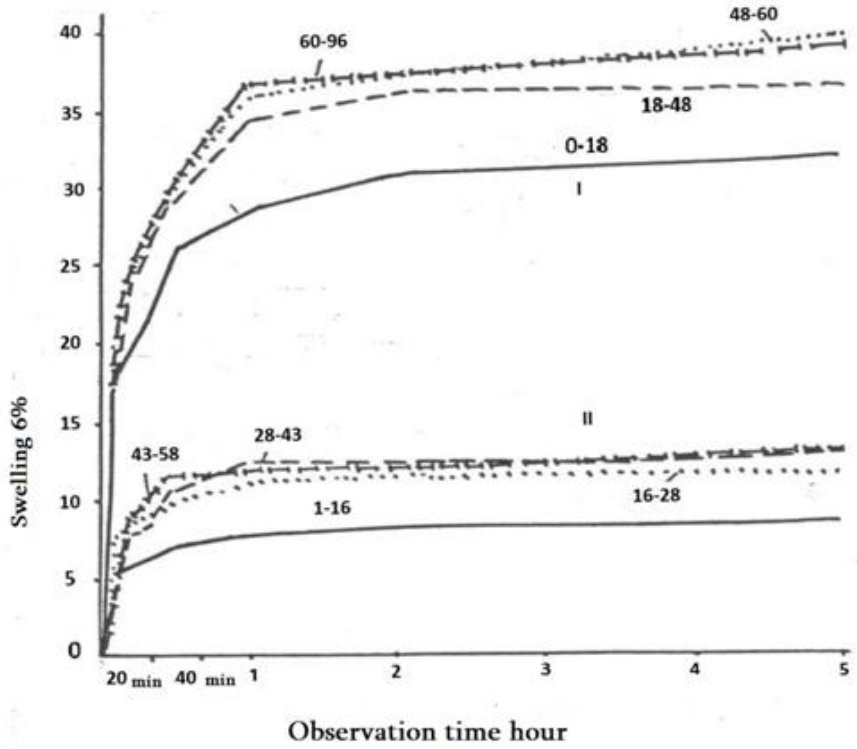


Fig. 2. Lamian-swampy (I) and red soil (II) soils of Kolkheti lowland Dynamics of turbulence in their wetting process (numbers on curves Notes depth in cm in soil profile)

Solubility is generally determined by the mineralogical composition of the soil, the qualitative composition of the humus (C_F ratio of fulvic acids and the C_H ratio of humic acids) to the amorphous oxides of aluminum and iron. The C_H / C_F ratio for Kolkheti lowland soils ranges from 0.24 to 0.47.

When the soil dries, there is an inverted process - the formation of cracks. The alternation of permiation processes does not practically affect the ability of the soil to perminate thus, they are reversible.

During the drying of soils, under their conditions of relatively high humidity, the removed water, due to the compression of the pores, is not replaced by air, as is the case in hard soils (Fig. 3). The amount of water strongly bound to the soil skeleton is greater than at relatively low humidity. This is another important difference between the water-physical properties of permeable soils compared to non-permeable soils.Overall porosity varies according to soil moisture, but the notion of porosity for permeable soils is not an exact copy of what is obtained for non-permeable soils. When the humidity increases in high humidity conditions, the total porosity increases, while in the case of so-called "permeable" or accessible water movement, the porosity does not increase and may even decrease to some extent.

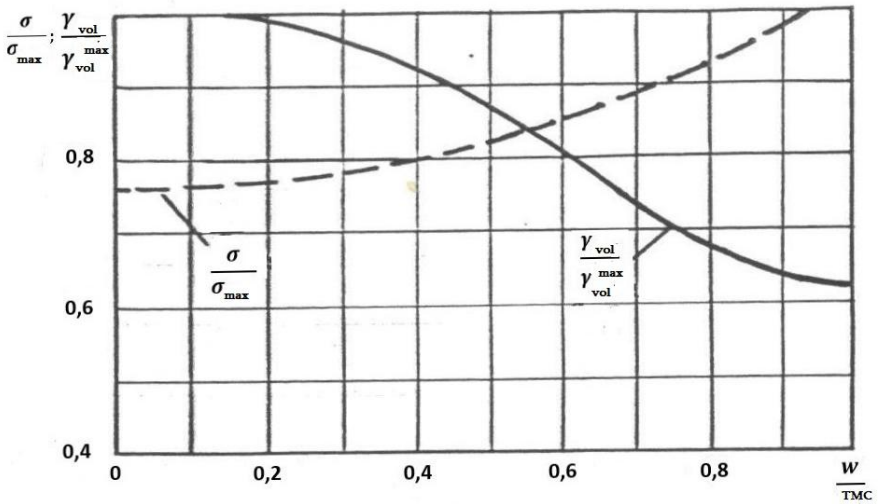


Fig. 3. Characteristic graph of aeration change A (in Amax parts of maximum aeration) according to the moisture content of the aerated soil (in parts of full aeration capacity). The values of total tonnage (st) and Amax for soil horizons 5 - 15 cm, 33 - 43 cm, and 90 - 100 cm are equal to 67% and 32%, respectively; 57% and 27%; 55% and 18%

The graph of the variability of the total porosity of the soil σ and the volumetric mass γ according to the change of its moisture W is given in Fig. 4. The total porosity was defined as $\sigma = \gamma / \gamma_s$, where γ_s is the density of the soil skeleton ($\gamma_s = 2.7$ t / m^3).

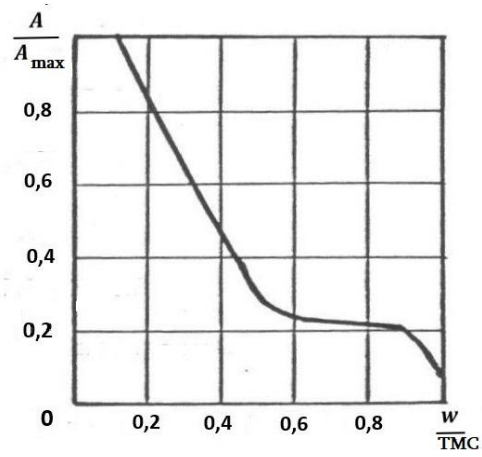


Fig. 4. Graph of volumetric mass γ (in maximum volumetric parts of soil) and total porosity σ (from maximum porosity in mac parts) to its moisture W (in parts of full tonnage)

Obstacle values for soil horizons 5 - 15 cm, 33 - 43 cm, and 90 - 100 cm equal to 1.45 t/m^3; 1.65 t/m^3; 1.75 t / m^3 (full tonnage data for these horizons are given in the explanation of Fig. 2).

An important characteristic of the water-physical properties of soils is the K_W dependence of their moisture conductivity coefficient on moisture (W). For hard, non-compacted soils, the coefficient of conductivity is progressive — increasing with increasing moisture content to full saturation (W = TMC = σ), when the coefficient of permeability is equal to the filtration coefficient (K_W = K). According to S.F. Averianov, the dependence KW = f (W) for non-degradable soils is qualitative in most cases:

$$K_W = K\,\partial^n = K\left(\frac{W-W_0}{TMC-W_0}\right)^n \qquad (1)$$

Where W_0 is the maximum molecular moisture capacity;

n - quality ratio and varies from 3.5 to 10 for different soils.

Other types of K_W = f (W) dependence curves are characteristic of the Kolkheti lowlands. Such a graph, as a sample is given in at Fig. 5 - curve 1, the distinguishing feature of which is that the K_W values increase with increasing value of W, but with an increase in humidity of approximately W = (0.6 - 0.65) TMC (Θ = 0.45) the increase in the coefficient of conductivity decreases.

The same figure shows the curves of the dependence K_W = f (W) for non-saturated soils, curve 2 is an approximation of curve 1 if this soil saturation would not occur, and curve 3 is for non-saturated soils with full porosity equal to TMC_2 at full impregnation. Curve 4 describes the variability of clay soil moisture permeability during its maturation [5].

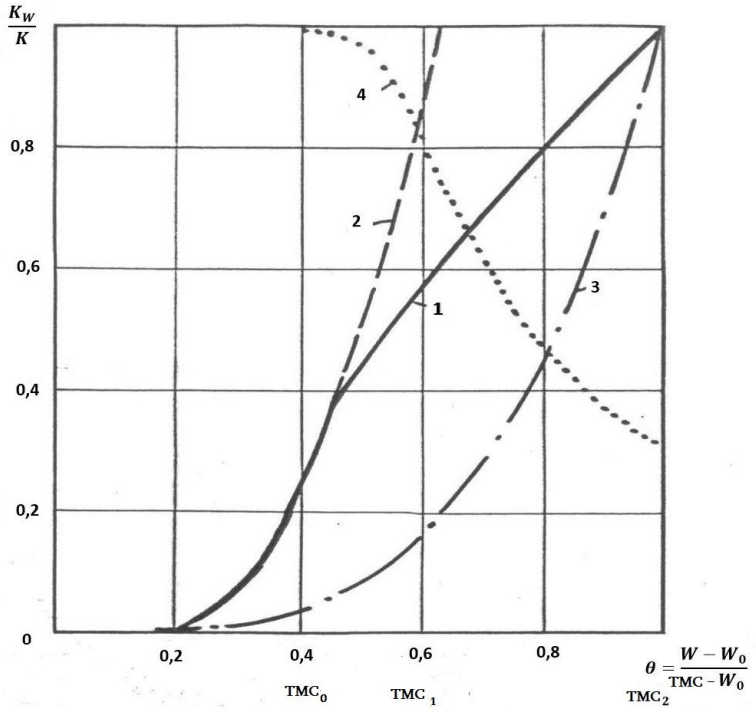


Fig.5. Characteristics of K_W (in parts from K filter coefficient) relative density dependence curves (W_0 - maximum molecular moisture capacity, Fig. 5. K_W (in parts of K filtration coefficient) ratio of relative content dependence of W_0 curves TMC - totalmoisture capacity, TMC_0 - moisture capacity, during which the soil aggregates begin to disintegrate and start to germinate in clay soils, TMC_1 - equivalent to non-permeable soil water permeability equivalent of non-permeable soil with full capacity, TMC_2–total moisture capacity)

ψ The dependence of the capillary potential on moisture W in form in well-drained soils varies slightly in shape compared to non-permeable soils. Fig. 6 schematically shows the dependence graph of ψ = f (W) for non-permeable soils with full moisture capacity TMC_1 and the possible graph change for permeable soils

for which the total moisture capacity increases to TMC_2 due to turbidity. Dependence graph for non-turbulent soils with full tonnage TMC_1 and possible change of schedule for saturated soils for which the total moisture capacity increases to TMC_2 due to turbidity. The figure shows the area of possible variability of ψ when increasing the total moisture capacity from st1 to TMC_2.

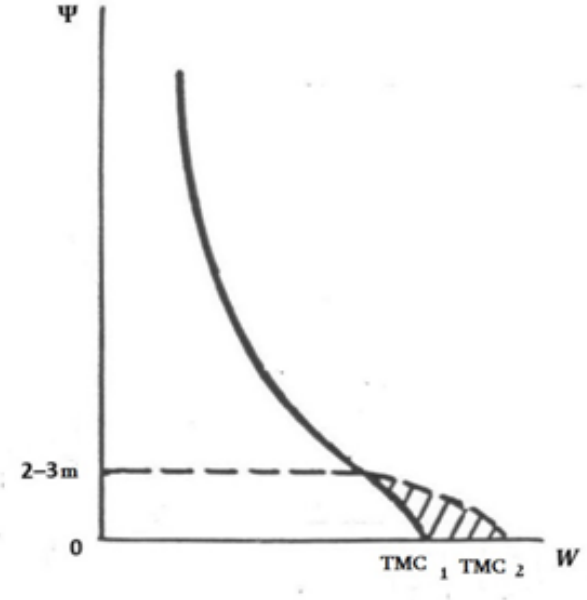


Fig.6. Schematic graph of the dependence ψ = f (W) during the transition from non-saturated soils (maximum moisture capacityTMC_1) to saturated soils (TMC_2). The difference is marked in the area of absolute values ψ <2 - 3

To describe the dependence ψ = f (W) for permeable soils, it is likely that the formulas proposed by various authors for non-permeable soils can be used in the first approximation, for example [6]:

$$\psi = h_k \left(ln \frac{1}{\Theta}\right)^c \quad (2)$$

Where h_k is the capillary rise height;

c - constant $= \frac{W - W_0}{TMC_1 - W_0}$.

In this relation ψ is measured in absolute values (ψ> 0).

Given the complexity of the Physico-chemical picture of soil permeation and the variability of their water-physical properties, it is advisable to distinguish universal criteria for assessing the condition of soils during their various types of chemical, biological and physical treatment. The value of specific surface energy ε may be considered as such a criterion[1].If the specific surface energy is in the range of 55-65 J/kg, such soils have a granular structure, are slightly sedimentary and are characterized by good water-physical agro-technical properties. Soils with a specific surface energy value of ε ≥ 100 -110 J/kg are usually characterized by enhanced permeation and adhesion in the wet state. An increase in the content of organic matter in the soil (especially if it is associated with calcium humates) reduces the amount of specific surface energy. An effective way to reduce it is to add phosphates (in the form of phosphate plaster), tomacids and others to the soils of the Kolkheti lowlands.

It is also possible to saturate the soil with calcium cations, although in this case, the soil acidity decreases, which is unacceptable for some crops (for example- tea).

[1] Duniamalyan V.S. "Qualitative composition of humus in waterlogged clay soils of Colchis as a factor of their water-air regime". Proceedings of the Gruz NIIGiM, No. 24, Tbilisi, 1966, pp. 30 -33.

CONCLUSION

In order to substantiate the list of agro-technical, agro-amelioration and hydromelioration measures that help to improve soil properties and reduce viability, it is necessary to predict water-air, biological and chemical regimes of soils, first of all: The total content of humus and its composition (C_H / C_F), the content of iron and aluminum oxides (Fe_2O_3, and Al_2O_3). The variability of these parameters is achieved through a set of measures: by introducing special systems of agricultural machinery (organic input, chemical reclamation, etc.) and by managing the water-air regime within the required limits [7].

REFERENCES

1. Svanidze GG «Kolkhid's descent. Natural conditions and socio-economic aspects ». "Hydrometeoizdat". Leningrad, 1989 (In Russian).
2. Itriashvili L.A., Iremashvili I.R., Khosroshvili E.Z., Natroshvili G.L. "Thermophysical properties of kaolinite and bentonite clays". Collection of Scientific Papers of Ts. Mirtskhulava Institute of Water Management №72, Tbilisi, 2017, p. 94 – 98 (In Russian).
3. Itriashvili L.A., Iremashvili I.R., Khosroshvili E.Z., Natroshvili G.L. "Changes in the microstructure of montmorillonite clays under the influence of temperature". Collection of Scientific Papers of Ts. Mirtskhulava Institute of Water Management №73, Tbilisi, 2018, p. 52-55 (In Russian).
4. Kiknadze T.Z. "Colchis lowland. Scientific prerequisites for development. "Nauka", Moscow, 1990 (In Russian).
5. Zakaidze I.G. "Natural-reclamation zoning taking into account the filtration properties of heavy clay and loamy soils (on the example of the Colchis lowland)". Abstract for the competition. uch. Art. cand. tech. Sciences, Tbilisi, 1983 (In Russian).
6. Eroshkina A.N. “The influence of iron forms on the agrophysical properties of soils in the humid subtropics of Western Georgia. (Agricultural and genetic characteristics of soils in the subtropical zone of Western Georgia. Makharadze - Anaseuli, 1983 (In Russian).
7. Shurgaia V., Zakaidze I., Kekelishvili L., Kiknadze Kh., Maisaia L. Analysis of water-physical properties of soils in the central part of the Kolkheti Plain in relation to its development.Proceedings of the Ts. Mirtskhulava Institute of Water Management, Georgian Technical University № 69, Tbilisi, 2014, p. 285-291(In Georgian).

GROUND WATER MONITORING OF THE IRRIGATED AND RECLAIMED LANDS IN AZERBAIJAN

K. Khasaev, A. Rakhimova
Azerbaijan Scientific-Production Association
of Hydraulic Engineering and Amelioration
Baku, Azerbaijan
E-mail: qalib.xasayev48@mail.ru, afatrahimova@rambler.ru

INTRODUCTION

Due to the population growth and increasing demand, as well as global climate change, problems with drinking water and irrigation water have worsened in most regions of the world. In recent years, under the leadership of President Ilham Aliyev, very important work has been done to improve the water supply in Azerbaijan. However, for various reasons, there are still problems with drinking and irrigation water supply in the country, and there is a growing need for fundamental and innovative scientific research to ensure water security in the country's. Quantitative and chemical monitoring of groundwater is carried out in Azerbaijan and a lot of work is being done for these purposes.

Systematic groundwater regime monitoring is carried out by the special observation networks placed depending on the geological, hydrogeological and relief conditions of the area.

The Ministry of Ecology and Natural Resources (MENR), the State Agency for Water Resources (SAWR), Amelioration and Water Management OJSC (Amelioration OJSC) and "Azersu" Open Joint Stock Company are the main national bodies are responsible to formulate water policy and manage water resources in the country.

RESEARCH OBJECT

Irrigated and reclaimed land in Azerbaijan.

RESEARCH METHODOLOGY

Systematic monitoring of groundwater regime is carried out through special observationnetworks located in accordance with the geological, hydrogeological and relief conditions of the area.

ANALYSIS AND DISCUSSION

Azerbaijan has a comprehensive developed institutional and legislative framework for environmental protection, including water management, which has undergone many changes over the past 20 years. The Constitution of Azerbaijan defines the basic rules for environmental protection and states that everyone has the right to live in a healthy environment, to be informed about the state of the environment and receive compensation for damage to health and property as a result of violation of environmental rights.

The groundwater monitoring is carried out by the Ministry of Ecology and Natural Resources of the Republic of Azerbaijan in accordance with the monitoring program as defined by the charter of the Integrated Hydrogeological Research Service (IHRS) and as well as with the requirements of the Water Code of the Republic of Azerbaijan.

The Ministry of Ecology and Natural Resources conducts an inventory of water resources and monitors water quality through regular hydrometric, hydrogeological and hydro- chemical observations, compiles the water balance and forecasts the elements of the water regime, evaluates groundwater, deals with the issues of rational use and restoration of water resources. Establishes and approves standards for maximum wastewater discharges (WD) and monitors their compliance through its regional subdivisions.

It should be noted that the annual water abstraction is 12 billion m^3 for the irrigation in the country, and wasteful use and losses about 50% establishes very complicated hydro regime. According to the OJSC "Amelioration and Water Management", 631 thousand hectares from totally 1.43 million hectares of irrigated land, is exposed to salinization with the varying degrees, including as estimated from which 395 thousand hectares - weak, 140 thousand hectares - medium, 66 thousand hectares -high, about 30 thousand hectares are heavily salinized.

Azerbaijan is poor in comparison with the of neighboring countries in terms of its local water resources. In Georgia, the provision of internal water resources is 85%, in Armenia - 82%, while in our country this figure is only 28%.

In the arid zone of the country in Kura-Araz lowland about 800 thousand hectares of irrigated land is used for the about 90% of agricultural production, from 547 thousand hectares artificially drained, and their ameliorative condition is evaluated as follows: 200 thousand .ha - in good condition, 278 thousand ha- in satisfactory condition and about 322 thousand ha- in unsatisfactory reclamation condition.

Changes taken place in the hydro-regime of the Kura-Araz lowland have significantly influenced the quality of water in surface and underground sources. For example, the mineralization of the Kura and Araz rivers, the main water arteries, has increased 3-5 times over 50 years, their chemical composition has changed significantly. On the other hand, the annual discharge of 5 m^3 billions of water of various chemical composition from the lowland into the sea and the inflow of new aerated water into its place also creates a difficult environmental and reclamation situation [1, 2].

The average groundwater level in the lowlands has risen by 0-35 m over 50 years, and their mineralization has increased by 0.7 g/l. Over the last 50 years, the dry residue of salts in the aeration zone has increased by 0.03%. If this process develops based on this tendency, it is expected that at the beginning of the 3rd millennium a part of the entire fund of irrigated lands will be out of agricultural circulation, and there will be a shortage of productive lands. From the point of view environmental and reclamation monitoring, the study of lands, soil systems, vegetation, irrigation sources and the atmosphere is currently of particular importance. Therefore, in order to monitor the trend and intensity of changes that can occur in natural processes during the construction and operation of reclamation and irrigation systems, it is necessary to improve, and in some cases restore systematic environmental and reclamation monitoring in certain areas of the lowland. [1].

As is known, one of the main factors determining the reclamation state of irrigated lands is the groundwater table and the degree of their mineralization, which are monitored by regular observations in a network of observation wells installed on irrigated lands. These observations are carried out in our country by local observers of the Department of Hydrogeological and Land Reclamation Service of Amelioration and Water Economy OJSC. According to the analysis, regime observations of groundwater are carried out once a decade during the growing season of agricultural crops, and once a month during the non-growing season.

Irrigated areas are mapped by the degree of mineralization as follow: mineralization of groundwater less than 1 g/l; 1-3 g/l; 3-5 g/l and above 5 g/l. Ameliorative measures are planned in areas with increased (more than 5 g/l) mineralization, where re-salinization may be occurred and their location above the critical depth [4,5].

At present, all irrigated lands of the Kura-Araz lowlands, the Samur-Absheron zone and the Nakhchivan Autonomous Republic are under ameliorative control. The posts are installed on all large main canals and collectors of the Kura-Araz lowland, located on the main sections of water intakes and the last sections of reclamation systems to account for surface runoff and study the quality of irrigation and drainage water (Table 1).

Table 1

Organizational- territorial structure for the ameliorative control of the irrigated lands in Azerbaijan

Organizationial-territorial structure of control	Area of the monitoring, (ths. ha)			Observation wells			Salinity control points	Hydro -station	Service area of one well
	total	including							
		irrigated	drainage installed areas	by dry residue	by pressued uater jizra	Special netüork			
Mugan	268,2	157,8	128,7	3064	133	234	22	57	87,5
Salyan	212,6	116,6	85,2	2622	25	102	-	22	81,1
Shirvan	332,1	207,8	147,8	3454	247	47	20	18	96,2
Karabakh	171,9	101,3	54,8	909	-	30	-	35	189,1
Mil	120,3	100,8	69,2	1172	-	-	-	12	102,7
Nakhchivan	81,0	39,3	13,4	574	15	28	-	17	141,1
Samur-Absheron	226,5	89,8	9,7	1481	161	-	12	10	152,9

Lankaran-Masalli	58,0	28,6	6,9	454	-	-	-	24	127,8
Ganikh-Ayrichay	52,8	52,8	1,2	504	-	-	-	14	104,7
Ganja-Gazakh	38,2	32,8	7,2	359	19	-	-	21	106,4
Total in the country	1561,6	933,0	524,1	14593	600	441	54	230	-

It is recommended to prepare maps with the indication of the depth of groundwater, mineralization and salinity of soils on a larger scale of 1:10000-1:5000 to justify the operation and other reclamation measures on reclaimed conditions, with the rise of groundwater, an increase in mineralization and salinization of soils. For this purpose, additional (temporary) wells shall be drilled for a one-time determination of the level of groundwater, the soil salt composition and content. Such maps can be called as micro-hydrogeological zoning maps. They make it possible to differentiate a set of agro-technical measures (sowing dates, irrigation and leaching regimes, doses of fertilizers and, if necessary, chemical ameliorants, etc.) [4,5].

Great importance for environmental and reclamation monitoring is the timely identification, assessment and forecasting of environmental processes arisen from the reclamation and water management measures. Thus, the full identification of ongoing hydro-technogenic processes is possible only with conducting of the long-term environmental and reclamation monitoring.

CONCLUSION

Systematic ecological and reclamation monitoring of irrigated lands should be improved and observational networks should be gradually rebuilt. Compensation for the observation network and the number of wells in areas with poor natural drainage and the presence of groundwater near the surface. It is important to increase the number of observations and recordings remotely.The assessment of soil salinity should be based not only on the amount of dry residue of total salts in the soil, but also on other factors.

Taking into account that 72% of the lands at risk of deterioration of the reclamation situation are located in areas with artificial drainage, it becomes necessary to carry out radical reclamation measures to repair and restore the collector-drainage networks in these areas, to clean these lands from harmful salts. and restore fertility.

REFERENCES

1. Əhmədzadə Ə.C., Həşimov A.C., Həsənov S.T., Verdiyev Ə.Ə. və b. Suvarılantorpaqların meliorativ vəziyyətinin qiymətləndirilməsi üçün göstəricilərin təkmilləşdirilməsi. AzHvəM EİB-nin Elmi əsərlər toplusu XL cild. Bakı. 2019.səh.6-35.

2. Xasayev Q.Ə., Məhərrəmov Q.M., Rəhimova A.H. “Suvarılan və meliorasiyaolunmuş torpaqların monitorinqinin aparılmasının mövcud vəziyyəti”.“AzHvəM EİB-nin elmi əsərlər toplusu”. XL 11-cicild. Bakı 2021. 45-51 səh.

3. Методические рекомендации по контролю за мелиоративном состояниеморошаемых земель. I выпуск. Москв 1982. 72 с.

4. Шабанов А.И. Инженерного-геологический аспект мониторинга мелиоративных территорий Азербайджана. Баку, 2004. с.9-60.

FIRE-FIGHTING MIXTURES USING POLYMER MINERAL COMPOSITE

E. Khosroshvili, L. Itriashvili, G. Natroshvili
Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia
E-mail: itriashvili@mail.ru

INTRODUCTION

Currently there are 4 main groups of fire extinguishers and fire protections:

1. Mixtures containing gases and water;
2. Powdered mixtures;
3. Pasty mixtures;
4. Foamy mixtures.

The practice analysis have shown that they have as advantages as well as disadvantages:

- High flow, which hinders the even distribution on the surface, reduces their efficiency and requires high consumption.
- Release of toxic substances, which creates a risk of poisoning and chronic diseases.
- After drying, paste mixtures undergo sedimentation, which results in leakage of airtightness.
- Sophisticated manufacturing technology and quite high cost.

Therefore, creating a new, highly effective, easy-to-prepare, inexpensive and universal antipyrogen is a very common problem.

MAIN PART

To solve this task, studies were conducted with the aim of using a new polymineral composite - PMC (patent) [1] in order to create effective fire extinguishers and refractory coatings.

The selection of PMC was due to its unique properties [2]:

- Ability to accumulate 5000% of water (50 t / m #);
- Ability to accumulate water quickly (24 hours) and slowly (24 hours);
- Preservation of properties after exposure to multiple freezing (-400 C) and heating (+200 C);
- Resistance to chemical, radiological, biological and climatic influences;
- Ecologically friendly.

Studies have developed a number of antipyrogenic mixtures.

1. Fire extinguishing mixture.

   In order to increase the efficiency of fire extinguishing, studies were conducted to select the components of mixtures with a viscosity in the range of 10 - 100 centipoises,Which provides a sufficiently tight layer of mobilized water on the protective surface.

The studies revealed a mixture of optimal composition, which is the water dispersion of PMC powder, where the powder concentration is 0.5 - 0.7%.

Experiments have shown that the composition of the effective fire extinguishing mixture with the required 10 - 100 cp (centipoise) corresponds to the ratio of water and dry PMC from 17/1 to 21/1. Reducing the water content increases the viscosity of the mixture, which precludes its use in standard fire extinguishers. As the water content increases, the viscosity decreases, the mixture acquires high flow properties, which drastically reduces its efficiency.

The proposed fire-fighting mixture production technology is simple and consists of the following operations:Water is poured in the mixer, 0.5 - 1.0 mm dispersion PMC powder (in water in the ratio of 20/1 PMC) is addedand is mixed for 3-5 hours until a homogeneous mass is obtained, after which it is loaded into standard fire extinguishers.

The cost of 1 m 3 of fire extinguishing mixture is 3.00-5.00 USD.

The fire extinguishing mixture was tested experimentally under wood quenching conditions and showed high efficiency (Table 1).

Table 1

Test results for fire extinguishing mixture

Extinguisher	Extinguishing time	
Clean water	10 - 20 min	10,0 m^3
Foamfire extinguisher	5 - 10 min	5 Pieces (1 m^3)
PMC + water	1 - 2 min	2 Pieces (0,2 m^3)

2. Refractory screens.

Designed in order to cover the surfaces of combustible materials and equipment with a thin antipyretic refractory layer.Component composition of the mixture: PMC water suspension (PMC powder impregnated with 0.5 mm dispersion water 15/1 to 20/1) finely dispersed (1.0 mm) in the proportion of sand or any inert material to dry PMC in a ratio of 3/1 to 5 / Up to 1 mechanical mixture. Strong adhesion is provided between the mixture and the surface in this range of components, Which also ensures the formation of a protective layer of 0.2 -0.3 mm thickness firmly attached to the surface.

Experimental tests were carried out on 8 mm plywood of 1 m2 area under the influence of a temperature flame of 10000 C.The mixture was applied by means of a sprayer.

Experts have shown that:

Ignition of uncovered plywood occurred 5 seconds after contact with fire.Ignition of the protective layer of the primary moisture-proof layer is not observed. The layer dries after 10 - 12 minutes. Despite the high temperature (+ 10000 C) after 20 minutes, only partial coking of the plywood is performed without damaging the protective layer from the flame.

Identical results were obtained in the case of the dry protective layer. Partial coking begins after 15 - 20 minutes, also without corrosion and damage to the protective layer.

The cost of the protective layer 2 -3 mm 1 m2 is 0.12 -0.15 US cents.

It should be noted that the duration of usage of antipyretics, as well as PMC, is practically unlimited (min. 150 years).

CONCLUSION

Thus, as a result of the conducted studies, new, highly effective, technologically simple and cheap fire extinguishers and fire-fighting preparations have been created on the basis of mixtures of multi-grade polymer mineral composite (PMC) and all kind of mineral fillers obtained from Georgian bentonite clays.

A patent study has confirmed the novelty and superiority of antipyretics obtained with existing materials.

Based on all of the above, obtained materials may be recommended for extensive production testing and further mass use.

REFERENCES

1. L. Itriashvili. Targeted management of soil properties. Science, Tbilisi, 2005, monograph, 322 p.
2. L. Itriashvili. Method of making polymineral composite, Tbilisi, Patent P 3662, 2004.
3. L. Itriashvili. New multi-purpose composite Cavelast and its use technologies. "Science and Technology" Tbilisi, 2005.

ანოტაციები

გარემოს დაცვა

კასპიის ზღვაში დამაბინძურებლების გავრცელების მათემატიკური მოდელირება

ი. აბდულაევი, ს. ასადოვი, ა. ჰასანალიევი
ბაქოს სახელმწიფო უნივერსიტეტი
ბაქო, აზერბაიჯანი

ზღვებსა და ოკეანეებში დიფუზიურ პროცესებს მათ განმსაზღვრელ ფაქტორებთან ერთად, როგორც თეორიული, ისე პრაქტიკული საშუალებებით, დიდი მნიშვნელობა აქვს კომპლექსურ კვლევებში რიგი პრობლემების გადასაჭრელად. ეს ნაშრომი ეძღვნება ზღვაში დამაბინძურებლების გავრცელების მათემატიკურ მოდელირებას ადვექციის გათვალისწინებით.

საკვანძო სიტყვები: კასპიის ზღვა, დამაბინძურებელი, მკვდარი ზონა, კონცენტრაცია, მათემატიკური მოდელირება.

წყლის რესურსების მენეჯმენტი

აზერბაიჯანის რესპუბლიკის წყალმომარაგების ბალანსის მართვა

პ. აბდულაევი, ხ. აბდულაევა, ჯ. ისმაილოვი
აზერბაიჯანის ჰიდროტექნიკური და მელიორაცია
სამეცნიერო წარმოების ასოციაცია
ბაქო, აზერბაიჯანი

სტატია ეხება რესპუბლიკის წყალმომარაგებას და მის მართვას. კვლევა მიზნად ისახავს აზერბაიჯანის რესპუბლიკის მოსახლეობის, ცხოველების, მრეწველობის, მეთევზეობის, ენერგეტიკის, სარწყავი და ეკონომიკის ყველა სექტორის წყლის მოთხოვნილებების დაკმაყოფილებას, გარემოს დაცვის, წყლის რესურსების ეფექტური მართვისა და გამოყენების უზრუნველყოფას, სამეცნიერო კვლევის ჩატარებას. წყლის დეფიციტის შესახებ, ასევე წყლისა და სურსათის უსაფრთხოების მიღწევა გლობალური კლიმატის ცვლილების კონტექსტში.

საკვანძო სიტყვები: მიწისქვეშა და ზედაპირული წყლები, ტბები, წყლის რეზერვუარები, სარწყავი არხები.

არქიტექტურა

სპორტული ობიექტების ფორმირებისა და განვითარების საკითხები აზერბაიჯანის რესპუბლიკის ქალაქებში

ნ. ალიევა
აზერბაიჯანის არქიტექტურისა და სამშენებლო უნივერსიტეტი
ბაქო, აზერბაიჯანი

აზერბაიჯანის რესპუბლიკაში დამოუკიდებლობის დამყარების შემდეგ განხორციელებულ კოლოსალურ საბინაო მშენებლობას თან ახლავს კულტურული, საყოფაცხოვრებო, გასართობი, სპორტული, კომუნალური და სხვა საზოგადოებრივი შენობების მშენებლობა. ურბანული დაგეგმარებისას დიდი მნიშვნელობა აქვს საზოგადოებრივი შენობების მშენებლობას არსებული ქალაქების რეკონსტრუქციისა და ახალი დასახლებების მშენებლობის დროს. საზოგადოებრივი შენობები უნდა აკმაყოფილებდეს საზოგადოების მატერიალურ და კულტურულ საჭიროებებს, შეესაბამებოდეს ადამიანების ცხოვრებისა და თანამედროვე

ესთეტიკის პრინციპებს. საზოგადოებრივი შენობების (სკოლები, სტადიონები, თეატრები და ა.შ.) ფორმებმა და ტიპებმა, რომლებიც საუკუნეების განმავლობაში განვითარდა, ახალი ფორმები მიიღო ჩვენს საზოგადოებაში. დამოუკიდებელმა აზერბაიჯანმა ასევე წარმოშვა ახალი ტიპის საზოგადოებრივი შენობები, როგორიცაა ოლიმპიური კომპლექსები და სხვა.

საკვანძო სიტყვები: საბინაო მშენებლობა, საზოგადოებრივი შენობები, სპორტული ობიექტები, ოლიმპიური კომპლექსები, არქიტექტურული კომპოზიცია, ფუნქცია, ფუნქციური შინაარსი.

გარემოს დაცვა

გვალვის პროგნოზირება სამხრეთ იტალიაში ENSO-ს დაკვირვებების საშუალებით

მ. არჩიერი

ICID - ირიგაციისა და დრენაჟის საერთაშორისო კომისია
სოფლის მეურნეობის, სურსათისა და სატყეო პოლიტიკის სამინისტრო
რომი, იტალია

ნალექის ერატიულობა ხმელთაშუა ზღვის კლიმატის გამორჩეული მახასიათებელია: არაპროგნოზირებადობა გავრცელებულია სამხრეთიდან ცენტრალურ რეგიონებში. გარდა ამისა, ექსტრემალური გვალვის მოვლენების სიხშირე მნიშვნელოვნად გაიზარდა ევროპაში 1980 წლიდან. სამხრეთ იტალია ბოლო 50 წლის განმავლობაში განიცდის მძიმე გვალვის პერიოდს, რაც დიდად აისახება სოფლის მეურნეობის, სახალხო და მრეწველობის სექტორებზე. ამგვარად, ნალექის მნიშვნელოვანი შემცირების პროგნოზირების შესაძლებლობა აუცილებელია სარწყავი და წყალსაცავის ექსპლუატაციის დაგეგმვისას. ამ მიზნით ჩატარდა კვლევა სამხრეთ იტალიაში, რომელიც, ერთი მხრივ, ცდილობდა გამოეკვლია ელ-ნინოს სამხრეთ რხევის (ENSO) მოვლენებსა და ნალექს შორის არსებული საბოლოო კავშირი; მეორეს მხრივ, ფენომენის ყოვლისმომცველი შეფასება, გვალვის პროგნოზირების სწორი მეთოდოლოგიის შემუშავების მიზნით. კვლევა ჩატარდა შვიდი პლუვიომეტრიული სადგურის ყოველდღიური ნალექების მონაცემების გათვალისწინებით, რომელიც მოიცავს 1951-2020 პერიოდს. წლიური კუმულირებული ნალექი შედარებულია ოკეანის NINO ინდექსის (ONI) კუმულირებულ მნიშვნელობებთან. შედეგები, დადასტურებულია ANOVA სტატისტიკური ანალიზის საშუალებით და აჩვენებს, რომ ENSO-ს (El Niño) თბილი ფაზის დადებითი გავლენა აქვს ნალექზე, მაგრამ განსაკუთრებით ცივი ფაზის (La Niña) - ნალექების შემცირებაზე. ამ კვლევაში გამოყენებული მიდგომა დამტკიცდა დროში და სივრცეში, თუმცა გვალვის პროგნოზირება ყოველთვის სიფრთხილეს მოითხოვს.

საკვანძო სიტყვები: გვალვა, El Niño, La Niña.

გარემოს დაცვა

ბუნებრივ მასალებზე დაფუძნებული, ეკოლოგიურად უსაფრთხო, ახალი კვებითი დანამატების შემუშავება თევზსაშენი მეურნეობებისათვის

ბ. ბაბაიანი [1), 2)], მ. მელკუმიანი [2)], ტ. სოღომონიანი[1)], გ. ნერსისიანი[3)] , ა. მიქაელიანი[1)]

[1)] სომხეთის ეროვნული პოლიტექნიკური უნივერსიტეტი
[2)] SPC "Armbiotechnology" NAS RA, SNPO
[3)] ერევნის ტექნოლოგიური ინსტიტუტი
ერევანი, სომხეთი

სამრეწველო თევზის მეურნეობის წარმატებული განვითარებისთვის, თევზის მოშენების ხარისხისა და პროდუქტიულობის გაუმჯობესების ახალი გზების შემუშავება ყოველთვის ეფუძნება მაღალი ხარისხის, უსაფრთხო და ეფექტური საკვების გამოყენებას. ამრიგად,

შერეული საკვების ახალი, ეფექტური, ბიოლოგიურად აქტიური დანამატების შემუშავება იაფი ადგილობრივი ნედლეულის გამოყენებით ძალზე აქტუალურია. საკვებზე ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი დანამატია კონსერვანტები და ანტიმიკრობული დანამატები, რომლებიც მნიშვნელოვანია გაფუჭების პროცესების თავიდან ასაცილებლად, საკვების ვარგისიანობის ვადის გახანგრძლივებისთვის, რაც სათანადოდ იწვევს ინფექციების დონის შემცირებას მეურნეობის თევზის სახეობებში. ამრიგად, ძალზე მნიშვნელოვანია მათი მაღალი ეფექტურობა და უვნებლობა როგორც ეკოლოგიური გარემოს, ასევე მომხმარებლის ჯანმრთელობისთვის. კერძოდ, განხილული იყო ახალი შერეული საკვების შემუშავება დიატომიტის დამატებით, როგორც ბუნებრივი მინერალური ნამარხი სორბენტების წარმომადგენელი და ბუნებრივი ღვინის მჟავას, როგორც ახალი წარმოებული ანტიმიკრობული დანამატი.

საკვანძო სიტყვები: ბუნებრივი მინერალური სორბენტები, შერეული საკვები, ანტიმიკრობული, ღვინის წარმოების ნარჩენები, წარმოებული ღვინის მჟავა.

გარემოს დაცვა

მდინარის ჩამონადენის პარამეტრების განსაზღვრა ცვალებადი მრუდებით

პ. ბალჯიანი, ნ. მიქაელიანი, ვ. ბალჯიანი, ო. ტოკმაჯიანი

აკადემიკოს ი.ვ. ეგიაზაროვის სახ. წყლის პრობლემებისა და ჰიდროინჟინერიის ინსტიტუტი

ერევანი, სომხეთი

არხის პროცესები არსებითად არასტაციონარულია. მათი მახასიათებლები დროთა განმავლობაში იცვლება. მას შემდეგ, რაც პროცესი მნიშვნელოვნად შენელდება, პრაქტიკულად სტაციონარული და შედარებით მოკლევადიანი გააქტიურება ხდება. შეიძლება აღინიშნოს, რომ არასტაციონარული და სტაციონარული მდგომარეობა მუდმივად იცვლება. არხის გარდაქმნები იყოფა ორ ტიპად: არხის ფორმის შეცვლა გეგმის მიხედვით ჰორიზონტალურად და ვერტიკალურად. დაგეგმილი არხი იცვლება ძირითადად ბუნებრივი მიზეზების გამო. ნათელი მაგალითებია მდინარეების მეანდერი და დელტა ფორმირება. ეს გარდაქმნები ძალიან ნელა მიმდინარეობს და უფრო დამახასიათებელია მდინარეების ვაკე მონაკვეთებზე. გრძელვადიანი დაკვირვების შედეგების გათვალისწინებით, შემუშავებულია მოდელები მისისიპის, ბრაჰმაპუტრასა და სხვა მდინარეების დელტას ან მეანდრების ფორმირებისთვის. ეს გადაწყვეტილებები კერძოა და არ ითვალისწინებს ყველა იმ ფაქტორს, რომელიც გავლენას ახდენს მეანდრებისა და დელტების განვითარებაზე.

საკვანძო სიტყვები: წყალი, მდინარე, არხი, არხის გარდაქმნები, გეომორფოლოგიური ობიექტი.

გარემოს დაცვა

წყალდიდობის რისკის ზონაში მცხოვრები მოსახლეობის ქცევის წესების შეფასება ჟინვალის მიწის კაშხლის შესაძლო ავარიის დროს

გ. გავარდაშვილი, ე. კუხალაშვილი, თ. სუპატაშვილი,
გ. ნატროშვილი, ი. ირემაშვილი, კ. ბზიავა, ი. ქუფარაშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ცოტნე მირცხულავას სახელობის
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
თბილისი, საქართველო

შემუშავებული და შეფასებულია მოსალოდნელი კატასტროფის ზემოქმედება რისკის ზონაში მცხოვრებ მოსახლეობაზე, ასევე შემუშავებულია რეკომენდაციები ადგილობრივი მოსახლეობის ეკოლოგიური ცნობიერების ამაღლებისა და გამაფრთხილებელი ღონისძიებების შემუშავების მიზნით. შემოთავაზებულია ახალი მეთოდი, რათა დადგინდეს და

განხორციელდეს სტიქიით გამოწვეული ზარალის შეფასების, აღრიცხვისა და დაზარალებული მოსახლეობის რეაბილიტაციის გეგმა.

გაეროს სტანდარტების მიხედვით, შემუშავებულია საკონტროლო კითხვები საჯარო და კომპეტენტურ ადგილობრივ თვითმმართველობაში მომუშავე პირებისთვის, რათა დაგეგმონ ქმედებები საგანგებო სიტუაციის შემთხვევაში. ჟინვალის მაღალ კაშხალზე შესაძლო ავარიის მაგალითზე შემუშავდა მეთოდოლოგია რისკის შერბილებისა და მდგრადობის მართვის სტრატეგიების დასადგენად.

საკვანძო სიტყვები: ჟინვალის წყალსაცავი, წყალდიდობა, საგანგებო მოქმედებები.

არქიტექტურა და მშენებლობა

კომპლექსური რელიეფის განვითარება ქალაქ თბილისში ინოვაციური სატრანსპორტო საშუალებების საფუძველზე

ჯ. გიგინეიშვილი, დ. გიგინეიშვილი, გ. ჯავახიშვილი, გ. ჩიკვაიძე

შპს "პროგრესი"

თბილისი, საქართველო

ბოლო 20-25 წლის განმავლობაში თბილისში მშენებლობის მოცულობა საგრძნობლად გაიზარდა და არსებული დაბალსართულიანი შენობების ნაცვლად ყველგან შენდება თანამედროვე მაღალსართულიანი შენობები და ნაგებობები: საცხოვრებელი კორპუსები, საზოგადოებრივი თუ მრავალფუნქციური შენობები და ნაგებობები სიმაღლით 50 მეტრზე მეტი. ასევე ინტენსიურად ვითარდება მთიანი რელიეფები და ლანდშაფტები, რომლებიც არსებობს როგორც ცენტრში, ისე ქალაქის მიმდებარე რაიონებში. ქალაქის შიგნით ფართომასშტაბიანი მშენებლობა და პერიმეტრის გასწვრივ ქალაქის გაფართოება ახალ საინჟინრო და ორგანიზაციულ გამოწვევებს უქმნის ქალაქის ხელისუფლებას და საქართველოს ეკონომიკას, ასევე დიზაინერებს და, ზოგადად, სამშენებლო ინდუსტრიას.

ერთ-ერთი ასეთი გამოწვევაა ტრანსპორტის მხარდაჭერის საჭიროება მჭიდროდ დასახლებულ რაიონებში ვიწრო ქუჩებით და ახალ უბნებში მძიმე პირობებში, რთული რელიეფის (კომპლექსური რელიეფის), არსებული ხეობებისა და სიმაღლის განსხვავებების გათვალისწინებით დასახლებულ რაიონებსა და ქალაქის ახალ უბნებს შორის.

კომპლექსურ მთის ლანდშაფტსა და რთულ რელიეფში (კომპლექსური რელიეფი) ახალი უბნების, მიკრო უბნების, მაგისტრალებისა და ავტოსადგომების მშენებლობა აწყდება რიგ ტექნიკურ პრობლემებს და ამის შედეგად იზრდება დამატებითი ხარჯები და, რაც მთავარია, დეფიციტური მიწების შემცირება როგორც თავად ქალაქში, ისე მის მიმდებარედ საცხოვრებლად ვარგის ადგილებზე. ამასთან დაკავშირებით, სტატიის ავტორები გვთავაზობენ თბილისში მონორკილოვანი ტრანსპორტის მშენებლობას ინოვაციური სქემების მიხედვით.

საკვანძო სიტყვები: არქიტექტურა, მშენებლობა, რთული რელიეფი, ხეობა, ტრანსპორტი, მონორილი, ინოვაცია.

არქიტექტურა და მშენებლობა

წინასწარდაძაბული ბეტონის კოჭების შექმნის ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები ბაზალტ-პლასტიკური არმატურის გამოყენების საფუძველზე

ჯ. გიგინეიშვილი[1), 2)], ე. ქრისტესიაშვილი[1)]

[1)] შპს „პროგრესი“, საქართველო

[2)] საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,

თბილისი, საქართველო

ჩატარებული თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევების შედეგად მიღებული იქნა ახალი შედეგები ბეტონის შპალების დიზაინზე, გამაგრებული BPR-ის გამოყენებით ბეტონის დაძაბვის საფუძველზე (НЦ-20). FPU-ების და რკინაბეტონის გამოყენება შესაძლებელს ხდის არა

მხოლოდ ლითონების, არამედ ხარისხობრივად ახალი უმაღლესი მახასიათებლების მქონე მასალების მიღების, რაც უზრუნველყოფს აგრესიულ გარემოში გამოყენებული ნაგებობების ექსპლუატაციის ვადის გაზრდას, კონსტრუქციებში ლითონის რაოდენობის, წონის, ღირებულებისა და, შესაბამისად, მშენებლობის სირთულის შემცირებას. ასეთი კონსტრუქციები ხასიათდებიან უფრო მაღალი მექანიკური სიმტკიცით, კოროზიამედეგობით, სითბოდამცავი და დიელექტრიკული, არამაგნიტური და რენტგენურად გამჭვირვალე თვისებებით.

საკვანძო სიტყვები: ბაზალტის პლასტიკური არმატურა, წინასწარდაძაბული რკინაბეტონი, წინასწარდაძაბული ბეტონის კოჭები.

არქიტექტურა და მშენებლობა

საძირკვლის ქვაბულის ფერდების გასამაგრებელი ფურცლოვანი წყობის საყრდენი კედლისა და მის გარშემო მყოფი მიწის მასების სტატიკური და დინამიური დატვირთვების მოქმედების ერთობლივი გაანგარიშება

ა. გრიშინი

ოდესის ეროვნული საზღვაო უნივერსიტეტი
ოდესა, უკრაინა

ნაშრომში განხილულია ქვაბული, რომლის ვერტიკალური ფერდები გამაგრებულია ფურცლოვანი წყობის კედლით. ქვაბულის ფსკერზე ან მის გარეთ სამუშაოების წარმოებისას შესაძლებელია წარმოიშვას დინამიკური დატვირთვები, გამოწვეული წარმოების აუცილებლობით ან შემთხვევითი გარემოებებით. გასარკვევია, თუ როგორ იმოქმედებდა ასეთი დატვირთვები კედლისა და მიმდებარე კონსტრუქციის სიმტკიცეზე. ამის შესაფასებლად განხორციელდა საყრდენი კედლისა და მიმდებარე გრუნტის მასების ერთობლივი გაანგარიშება. ამოცანის გადაწყვეტა განხორციელდა კომპიუტერისთვის შემუშავებული პროგრამული პაკეტის გამოყენებით.

გრუნტის მასები და კედელი მოდელირდება დრეკადპლასტიკურ გარემოში, რომლითაც მიღებულია პლასტიკურობის თეორია. მიღებული შედეგების საფუძველზე ჩატარდა კედლის სხვადასხვა ნაწილში კონცენტრირებული და გადანაწილებული იმპულსური დატვირთვების მოქმედებისგან განსახილველი სისტემის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის ანალიზი და განხორციელდა გრუნტის უკუჩაყრა.

საკვანძო სიტყვები: ფურცლოვანი წყობის საყრდენი კედელი, გრუნტის მასები, დინამიური დატვირთვები, პლასტიკურობის თეორია, დაძაბულობისა და გადაადგილების დიაგრამები.

წყლის რესურსების მართვა

ბიოლოგიური დანამატები, როგორც ნიადაგების ტენიანობის დინამიკის საკვანძო ფაქტორი

ვ. გრიბაუსკენე, გ. ვიჩენე

კაუნასის სატყეო და გარემოსდაცვითი ინჟინერიის
გამოყენებითი მეცნიერებათა უნივერსიტეტი
კაუნასი, ლიეტუვა

ბოლო წლებში ლიტვაში შეინიშნება კლიმატის ცვლილების ტენდენციები, რომლებიც სპეციფიკურია მსოფლიოს რეგიონებისთვის. გვალვები და კოკისპირული წვიმები სულ უფრო ხშირად ფიქსირდება, რაც იწვევს გრძელვადიან წყალდიდობას. წლიდან წლამდე მატულობს კარტოფილის, კომბოსტოს და სხვა ბოსტნეულის მწარმოებლების რიცხვი. გამოთვლილია, რომ ლიეტუვაში კარტოფილის მოხმარება ერთ სულ მოსახლეზე წელიწადში 96 კგ-ზე მეტია.

გვალვის გავლენის შესამცირებლად ფერმერებს შეუძლიათ დაამონტაჟონ სარწყავი სისტემები ან გამოიყენონ ბიოლოგიური დანამატები მინდორში, როგორიცაა აგროპერლიტი და აგროვერმიკულიტი. ექსპერიმენტი ჩატარდა ლიეტუვის ორ ექსპერიმენტულ ფერმაში, სადაც მოჰყავდათ კარტოფილი "ვინეტა".

კვლევის მიზანი იყო ნიადაგის ტენიანობის დინამიკის დადგენა მაის-აგვისტოში, როდესაც ნიადაგს ემატება ბიოლოგიური დანამატების სხვადასხვა რაოდენობა (განსხვავებული პროცენტული შემცველობით). 2020 წელს ნალექების რაოდენობა კვლევის პერიოდში იცვლებოდა. მთელი პერიოდის განმავლობაში პუპასოდისის მინდვრებში ნალექმა შეადგინა 234 მმ. შილავოტასის მინდვრებში აღმოჩნდა, რომ ამ პერიოდში 351,5 მმ ნალექი მოვიდა, რაც 164,3 მმ-ით მეტია, ვიდრე პუპასოდისის რაიონში. კვლევის შედეგებმა აჩვენა, რომ ნიადაგის ტემპერატურა ექსპონენციალურ კორელაციაშია ნალექების რაოდენობასთან. კორელაციის კოეფიციენტი r = 0.69 და ნიადაგისა და გარემოს ტემპერატურას შორის კავშირის შეფასებისას აღმოჩნდა წრფივი დამოკიდებულება და R = 0.5649.

საკვანძო სიტყვები: მოცულობითი ტენიანობა, ნიადაგის ტენიანობა, მინერალური დანამატები, ნალექები.

ჰიდროლოგია

წყლის მაქსიმალური და ღვარცოფული ხარჯების პროგნოზირებადი სიდიდეების ანგარიში მდინარე თელავისხევზე

რ. დიაკონიძე, ჯ. ფანჩულიძე, ლ. წულუკიძე, თ. ბუტულაშვილი, ქ. დადიანი, ნ. ნიბლაძე, მ. გლუნჩაძე, ბ. დიაკონიძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც.მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
თბილისი, საქართველო

ქ. თელავის ბუნებრივი სტიქიებისაგან დასაცავად, სტატიაში შემოთავაზებულია ახალი სახის ემპირიული დამოკიდებულება ღვარცოფული ხარჯის პროგნოზული სიდიდეების საანგარიშოდ ღვარცოფული ხასიათის მდინარე თელავისხევისათვის, რომელიც გადაკვეთს ქ. თელავს.

შედარებულია არსებული (ძველი) დამოკიდებულებებით მიღებული ღვარცოფული ხარჯების მნიშვნელობები ახალი, ემპირიული დამოკიდებულებით დადგენილი პროგნოზული ღვარცოფული ხარჯების სიდიდეებთან.

განსხვავება ძველსა და ახალ მონაცემებს შორის უმნიშვნელოა, თუმცა ძველი მეთოდებით ღვარცოფული ხარჯების ანგარიში დამყარებულია მრავალ ალბათობაზე და საანგარიშოდ რთულია, ხოლო ჩვენ მიერ რეკომენდებული დამოკიდებულებით საგრძნობლადაა გამარტივებული ღვარცოფული ხარჯის პროგნოზული სიდიდეების ანგარიში და თანაც საიმედოა.

საკვანძო სიტყვები: მდინარე, წყლის ხარჯი, მყარი ნატანი, ღვარცოფის ხარჯი, ეკოლოგია.

დედამიწის მეცნიერებები

რეკომენდაციები პოლიმერულ-მინერალური მასალის PMM-ის გამოყენებით ნერგების გამოყვანის ტექნოლოგიების განვითარებისათვის

ა. ვართანიანი[1)], ე. ავანესიანი[2)], ვ. ტოკმაჯიანი[2)], ს. გალსტიანი[2)]

[1)] ერევნის ტექნოლოგიური ინსტიტუტი
[2)] აკადემიკოს ი.ვ. ეგიაზაროვის სახ. წყლის პრობლემებისა და ჰიდროინჟინერიის ინსტიტუტი
ერევანი, სომხეთი

მასალა PMM შემუშავდა მოსკოვის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მექანიკის ინსტიტუტში, ბუნებრივი პროცესების ლაბორატორიის პერსონალის მიერ, ა. შახნაზაროვის ხელმძღვანელობით. სოფლის მეურნეობაში, ურბანულ დაგეგმარებაში, წყლის მენეჯმენტში,

ნარჩენების განადგურებასა და სხვა ეკონომიკურ სექტორებში მათი გამოყენების ტექნოლოგიების შესაქმნელად, მოსკოვის სახელმწიფო უნივერსიტეტისა და ShUT-ის მეცნიერები ბოლო ოთხი წლის განმავლობაში აწარმოებდნენ კვლევას PMM მასალის გამოყენების შესახებ მცირე ექსპერიმენტულ ნაკვეთებზე.

ექსპერიმენტები ჩატარდა რუსეთის ფედერაციასა და სომხეთის რესპუბლიკაში სხვადასხვა ორგანიზაციების მიერ (მოსკოვის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ბოტანიკური ბაღი, ტიმირიაზევის აკადემია, ყირიმის სოფლის მეურნეობის ინსტიტუტი, კომპანია "სადკო", საქართველოს წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი. სომხეთის წყლის პრობლემებისა და ჰიდრავლიკური ინჟინერიის ინსტიტუტი და სხვ.) გამოვლინდა, რომ PMM ნიადაგებთან დოზირებული შერევა ზრდის მათ ტენიანობას, რაც მომგებიანია სოფლის მეურნეობაში, რადგან მივყავართ სარწყავი წყლის, სასუქის ხარჯის, ელექტროენერგიისა და შრომის დანახარჯების შემცირებისა და კულტურული მცენარეების მოსავლიანობის გაზრდისკენ.

წინამდებარე ნაშრომში წარმოდგენილია პოლიმინერალური მასალა PMM-ის საფუძველზე ნერგების გამოყვანის ტექნოლოგიის განვითარების რეკომენდაციები.

საკვანძო სიტყვები: წყალი, მორწყვა, ნიადაგი, ხე, სოფლის მეურნეობა.

წყლის რესურსების მართვა

სარწყავი წყლის ტარიფები და მათი გამოყენება საქართველოს პირობებში

მ. ვართანოვი, ე. კეჩხოშვილი, ფ. ლორთქიფანიძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
თბილისი, საქართველო

სტატიაში განხილულია სარწყავი წყლის ტარიფიკაციის საკითხი. მოყვანილია საქართველოში სარწყავი ფართობების ცვალებადობის დინამიკა XXI საუკუნის დასაწყისისთვის და მათ მოსარწყავად დახარჯული წყლის მოცულობა, ახსნილია ზედმეტი წყლის ხარჯვის სავარაუდო მიზეზები. მოცემულია მსოფლიოში არსებული ტარიფიკაციის სისტემების მოკლე დახასიათება, მათ შორის: სოციალურ-პოლიტიკურ კრიტერიუმზე დაფუძნებული, „მოსავლიანობისა“ და წყლის საშუალო ღირებულების მიხედვით, ახსნილია მათი დადებითი და უარყოფითი მხარეები.

განხილულია ბინარული ტარიფიკაციის გამოყენების, მასში შემავალი სიდიდეების განსაზღვრის პირობები. მაგალითზე ნაჩვენებია მუდმივი ხარჯების ერთ-ერთი შემადგენლის - ძირითადი საშუალებების ამორტიზაციის ანუიტეტის მეთოდით დადგენის უპირატესობა სხვა მეთოდებთან შედარებით.

საკვანძო სიტყვები: ამორტიზაცია, ანუიტეტის მეთოდი, ბინარული ტარიფიკაცია, მორწყვა, სარწყავი წყლის ტარიფიკაცია.

წყლის რესურსების მართვა

წყლის პროფესიონალთა მომზადება აზერბაიჯანში

ფ. იმანოვი[1)], მ. ასადოვი[2)]

[1)] ბაქოს სახელმწიფო უნივერსიტეტი
[2)] სს აზერბაიჯანის მელიორაცია და წყალმომარაგება
ბაქო, აზერბაიჯანი

სტატია ეძღვნება აზერბაიჯანში წყლის რესურსების კვლევისა და მართვის სფეროში პერსონალის მომზადებასთან დაკავშირებული სიტუაციის ანალიზს. აქ არის მოკლე ინფორმაცია ქვეყანაში წყლის სპეციალისტების მომზადების ისტორიის შესახებ. ნაჩვენებია, რომ ჰიდროლოგები და ჰიდროგეოლოგები, შესაბამისად, უნივერსიტეტების გეოგრაფიულ და

გეოლოგიურ ფაკულტეტებზე სწავლობდნენ აზერბაიჯანში. აზერბაიჯანში არსებული სიტუაციის ანალიზის საფუძველზე წყლის სპეციალისტების მომზადებით შემოთავაზებულია უმაღლესი განათლების საბაკალავრო პროგრამების კლასიფიკაციაში შევიდეს ახალი სპეციალობა - „წყლის რესურსების ინჟინერია“. ამ სპეციალობის საგანმანათლებლო პროგრამის შემუშავებისას გასათვალისწინებელია საგნები, რომლებიც ისწავლება როგორც „ჰიდროლოგიის“, ასევე „ჰიდროგეოლოგიური ინჟინერიის“ სპეციალობებში.

საკვანძო სიტყვები: აზერბაიჯანი, ბაქოს სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ჰიდროლოგია, ჰიდროგეოლოგია, წყლის რესურსების ინჟინერია.

გარემოს დაცვა

მდინარე დურუჯის აუზში (საქართველოს ჩრდილო-აღმოსავლეთი) ნიადაგის პოტენციური ეროზიის განსაზღვრა უნივერსალური განტოლების „RUSLE“-ს გამოყენებით

ი. ინაშვილი[1)], კ. ბზიავა[2)], ზ. ცინაძე[1)], ნ. ბერაია

[1)] საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
თბილისი, საქართველო

[2)] საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
თბილისი, საქართველო

ეროზიით გამოწვეული ნიადაგის დანაკარგების უნივერსალური განტოლების (RUSLE), GIS ტექნოლოგიისა (ArcGis 10.2.2) და DEM რასტრული მონაცემების გამოყენების საფუძველზე სტატიაში წარმოდგენილია მდინარე დურუჯის აუზის ნიადაგის ეროზიულობის (K) კოეფიციენტის, მწვანე საფარის მართვის (C) ფაქტორის და პრაქტიკისთვის მისაღები მხარდაჭერის (P) ფაქტორის გამოთვლის მეთოდი. მიღებული შედეგები მიუთითებს ტერიტორიის მაღალ მგრძნობელობაზე წყლისმიერი ეროზიის მიმართ, იმ უბნებზეც კი, სადაც ეროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებები იქნა გატარებული. დადგინდა, რომ მდინარე დურუჯის აუზის ტერიტორიაზე ნიადაგის მთლიანობის შესანარჩუნებლად და წყლისმიერი ეროზიის თავიდან ასაცილებლად, აგრომელიორაციის ღონისძიებებთან ერთად, აუცილებელია არსებული სამელიორაციო ნაგებობების მონიტორინგი და ახალი დამცავი სარეგულაციო ნაგებობების შერჩევა.

საკვანძო სიტყვები: ნიადაგის ეროზიულობის (K) ფაქტორი, მწვანე საფარის მართვის (C) ფაქტორი, პრაქტიკისათვის მისაღები მხარდაჭერის (P) ფაქტორი, გეოგრაფიული საინფორმაციო სისტემა (GIS), RUSLE.

წყლის რესურსების მართვა

ელექტროენერგიის წარმოებისთვის საქართველოს ჰიდრორესურსების გამოყენების ეფექტურობა

ი. იორდანიშვილი, მ. ვართანოვი, კ. იორდანიშვილი, ლ. ბილანიშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
თბილისი, საქართველო

სტატიაში მოცემულია დედამიწაზე წყალსაცავიანი სისტემების შექმნის პროცესის ანალიზი. პირველი წყალსაცავები ეგვიპტეში 5000 წლის წინ აშენდა. დედამიწაზე წყალსაცავების მშენებლობის მნიშვნელოვანი განვითარება თითქმის ყველა კონტინენტზე

დაიწყო შუა საუკუნეებში. საქართველოში კი წყალსაცავები გასული საუკუნის 50-იანი წლებიდან აშენდა.

ჰიდრო-, ქარის, მზის, თერმო და ატომური ელექტროსადგურების ექსპლუატაციიდან ელექტროენერგიის გამომუშავების ეფექტურობის შედარებით დამტკიცდა ჰიდროელექტრო-ენერგიის მნიშვნელოვანი უპირატესობა.

ნაშრომში განხილულია დასავლეთ საქართველოში ნამახვანი-ტვიშისა და ჟონეთი-ჰესების წყალსაცავიანი სისტემების კასკადის ახალი მშენებლობის ეფექტურობა.

მსოფლიოში 4000-ზე მეტი სხვადასხვა ტიპის კაშხლის ავარიებისა და კატასტროფის მიზეზების ანალიზის საფუძველზე დადგინდა, რომ ბეტონის კაშხლები ყველაზე საიმედო და უსაფრთხოა.

საკვანძო სიტყვები: ჰიდროელექტროენერგია, წყლის რესურსები.

გარემოს დაცვა

წყლის ხარისხის ფორმირება და თვითწმენდის პროცესები ჟინვალის წყალსაცავში

კ. იორდანიშვილი, ი. იორდანიშვილი, ე. ხოსროშვილი,
მ. მღებრიშვილი, ი. ქუფარაშვილი, ნ. კანდელაკი, ლ. ბილანიშვილი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
თბილისი, საქართველო

სტატიაში გაანალიზებულია მთის წყალსაცავების წყლის შემადგენლობის ფორმირების ფაქტორები. განხილულია ჟინვალის წყალსაცავის წყლის ქიმიური ცვლილებების დინამიკა. აღნიშნულია, რომ ჟინვალის წყალსაცავის წყალცვლის მაღალი მნიშვნელობის გამო (სრული მოცულობის წყალცვლა მიმდინარეობს წელიწადში 3-ჯერ) იგი არ წარმოადგენს წყლის ხარისხის გაუარესების მიზეზს.

საკვანძო სიტყვები: ჟინვალის წყალსაცავი, წყალცვლა, წყლის ქიმიური მაჩვენებლები.

ჰიდროინჟინერია

ღვარცოფის ტალღაჩამხშობ მოტივტივე კონსტრუქციაზე ზემოქმედების გათვლის მაგალითები და მეთოდები სამგანზომილებიანი (3D) სასაზღვრო ამოცანების რიცხვითი ამონახსენის საფუძველზე

ხ. ირემაშვილი, გ. ბერძენაშვილი, გ. წივილაშვილი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
თბილისი, საქართველო

ნაშრომში განხილულია მეთოდიკა, რომლითაც შესაძლებელია გამოვთვალოთ კონსტრუქციის სხვადასხვა ფორმისა და განლაგების გავლენა ღვარცოფის, მეწყერისა თუ მიწისძვრის შედეგად წყალსაცავში წარმოშობილ ტალღებზე, ოპტიმალური კონფიგურაციის შესარჩევად.

საკვანძო სიტყვები: წყალსაცავი, კაშხალი, ღვარცოფი, მეწყერი, მიწისძვრა, ექსტრემალური ტალღა, მოტივტივე კონსტრუქცია.

წყლის მენეჯმენტი

მმართველობითი გადაწყვეტილების მიღება სარწყავი განრიგის დეფიციტისთვის

რ. ისააკი, მ. ისააკი
სემ ჰიგინბოტომის სოფლის მეურნეობის ინსტიტუტი,
ტექნოლოგიები და მეცნიერებები (ყოფილი ალაჰაბადის სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტი)
ალაჰაბადი, ინდოეთი

ინდოეთი არის აგრარული ქვეყანა, რომელსაც აქვს თოთხმეტი აგროკლიმატური რეგიონი ნოტიო, ნახევრად არიდულიდან მშრალ კლიმატამდე. სუფთა სარწყავი მარაგი მნიშვნელოვანი პრობლემაა როდესაც გვალვები გრძელდება ნახევრად არიდულ რეგიონში. წყლის დეფიციტის შემთხვევაში მმართველობითი გადაწყვეტილების მიღება უნდა იყოს განსაზღვრული დეფიციტის კარგად დაგეგმილი მოდელით. აუცილებელია ყველა კლიმატური ფაქტორის გათვალისწინება, რაც განსაზღვრავს სოფლის მეურნეობიდან უკეთეს მოსავლიანობას.

საკვანძო სიტყვები: კლიმატური ფაქტორები; წყლის დეფიციტი; ირიგაცია.

ურბანული დაგეგმარება და არქიტექტურა

ბუნებრივი გარემო, ლანდშაფტი და რეკრეაციული ტერიტორიული ზონები აბშერონის დასახლებების სისტემაში

ი. ისბატოვი
აზერბაიჯანის არქიტექტურისა და მშენებლობის უნივერსიტეტი
ბაქო, აზერბაიჯანი

სტატიაში დასაბუთებულია თემის აქტუალობა, ძირითადი მიზანი და ჩამოყალიბებულია გადასაჭრელი ამოცანები. განხილულია ლანდშაფტის არქიტექტურის ადგილი და როლი ურბანული გარემოს ფორმირებასა და განვითარებაში. გამოკვლეულია ამჟამინდელი ლანდშაფტის რეკრეაცია, როგორც ურბანული მოსახლეობის გაუმჯობესების ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი და პერსპექტიული გზა; ნაკლებად არის შესწავლილი და განვითარებული საკითხი მისი გამოყენებისთვის ურბანული გარემოს დიზაინში, განვითარებასა და რეკონსტრუქციაში.

საკვანძო სიტყვები: ურბანული გარემო, ლანდშაფტი, მოსახლეობა, აბშერონის ნახევარკუნძული, ტურიზმი, სოციალური და კულტურული კავშირები.

მშენებლობა

დაბალი მზიდი უნარის ბრტყელ გადახურვებზე მწვანე საფარის მოწყობის გამარტივებული ტექნოლოგია

ლ. იტრიაშვილი[1)], ი. ირემაშვილი[1)], ნ. მსხილაძე[2)], გ. კიღურაძე[3)], ლ. ზაზაძე[2)]
[1)] საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
[2)] საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
[3)] შპს არქიტექტურული სტუდია 21
თბილისი, საქართველო

განხილულია მწვანე სახურავების მოწყობასთან დაკავშირებული სხვადასხვა ვარიანტები, შემოთავაზებულია მსუბუქი მწვანე საფარის სუბსტრატისათვის ადგილობრივი კომპონენტები: შავმიწა ნიადაგი, ტორფი და პერლიტი. კვლევების შედეგად დადგენილია სუბსტრატის ოპტიმალური შემადგენლობა, რომელიც აკმაყოფილებს მოთხოვნებს, ასევე შემოთავაზებულია მწვანე სახურავის მოწყობის მსუბუქი კასეტური კონსტრუქცია.

საკვანძო სიტყვები: მწვანე სახურავი, შავმიწა ნიადაგი, ტორფი, პერლიტი, სუბსტრატი, კონსტრუქცია, კასეტები, მცენარე.

დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებები

წყლის მაქსიმალური ხარჯების გაანგარიშება ერთეულოვანი ჰიდროგრაფის მეთოდით

მ. კიკაბიძე, ჯ. ფანჩულიძე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
თბილისი, საქართველო

სტატიაში განხილულია ზედაპირული ჩამონადენის გაანგარიშებათა სრულყოფისათვის თეორიული ინტერპრეტირება, თანამედროვე საინჟინრო-პრაქტიკული მეთოდებით.

მიღებულია მოქმედი ფართობის სიგრძის ზრდის კანონი დროის მიხედვით, რომელიც სავსებით ანალოგიურია თეორიაში მიღებული x=x (t) დამოკიდებულების. მაშასადამე, მოქმედი ფართობის ზრდის სიჩქარე წყალგამყოფისაკენ წყლის დინების საწინააღმდეგო მიმართულებით ისეთივე კანონით გამოისახება, როგორითაც ზედაპირული ჩამონადენის სიჩქარე - წყალგამყოფიდან შესართავისაკენ, წყლის დინების მიმართულებით.

საკვანძო სიტყვები: ზედაპირული ჩამონადენი, მოქმედი ფართობი, წყალშემკრები აუზის ფართობი, ნალექების ინტენსივობა.

გარემოს დაცვა

ღვარცოფსადინარში არსებული კალაპოტური პროცესები, ნაკადის მდგრადობა და ღვარცოფის ზღვრული სიჩქარე

ხ. კიკნაძე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
ქ. თბილისი, საქართველო

კალაპოტური პროცესების დადგენა, მისი სირთულიდან გამომდინარე, ღვარცოფის ენერგეტიკული მახასიათებლებისა და სადინარის გეომეტრიას შორის მრავალ ურთიერთ-მართვად ფაქტორთან არის დაკავშირებული.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, ღვარცოფსადინარებში მიმდინარე კალაპოტური პროცესები სპეციფიკურია და დიამეტრულადაა განსხვავებული წყალსადინარების თვითფორმირებად, ბუნებრივ კალაპოტებში მიმდინარე პროცესებისაგან. მორფომეტრიული მაჩვენებლების გავლენის მიხედვით პროცესების შეფასება კალაპოტში კვლევების ერთ-ერთ საინტერესო შედეგს წარმოადგენს.

საკვანძო სიტყვები: ღვარცოფსადინარი, კალაპოტი, დეფორმაცია.

ურბანული დაგეგმარება და არქიტექტურა

ურბანული დაგეგმარება და თანამედროვე არქიტექტურის პრობლემები

გ. კიღურაძე[1)], ა. უიმა[2)]
[1)] შპს არქიტექტურული სტუდია 21
თბილისი, საქართველო
[2)] ჩესტოხოვას ტექნოლოგიური უნივერსიტეტი,
ჩესტოხოვა, პოლონეთი

სტატიაში განხილულია თანამედროვე ქალაქგეგმარების, ურბანიზაციის, არქიტექტურის გლობალური პრობლემები და მათი ძირითადი გამომწვევი მიზეზები. ასევე განხილულია თანამედროვე მრავალფუნქციური ტერიტორიების განსხვავებული ერთიანი გეგმა და მოქმედების წესები, რათა თანამედროვე ურბანული დაგეგმარება და არქიტექტურული გადაწყვეტილებები ეფუძნებოდეს ახალ მიდგომებს, როგორიცაა: სამშენებლო მასალები, მასშტაბი, სტილი, პროპორციები, უნიკალურობა, მონოქრომული ესთეტიკა და ლანდშაფტი.

საკვანძო სიტყვები: ურბანიზაცია, კრიზები, ესთეტიკა, მემკვიდრეობა, სამშენებლო მასალები, ლანდშაფტი, უნიკალურობა.

ჰიდროტექნიკა და მელიორაცია

ზუგდიდის მუნიციპალიტეტის დასაშრობი ზონის ნიადაგურ–მელიორაციული დარაიონება და ჰიდროტექნიკური რეკომენდაციები

შ. კუპრეიშვილი[1)], პ. სიჭინავა[1)], გ. კუპატაძე[2)], ქ. ქუხილავა[2)]
[1)] საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
[2)] საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
თბილისი, საქართველო

დასაბუთებულია, რომ ზუგდიდის მუნიციპალიტეტის ტერიტორია მეტად რთული სამელიორაციო ობიექტია, რომლის დაჭაობებაში მონაწილეობენ ატმოსფერული ნალექები, ალუვიური და დელუვიური წყლები, ხოლო დასავლეთ ნაწილში - გრუნტის წყლები. დაჭაობებას ხელს უწყობს აგრეთვე მცირე ქანობიანი, თითქმის უწრეტი ვაკე რელიეფი და ნიადაგების ცუდი ფიზიკური და წყლოვანი თვისებები;

ნიადაგურ–მელიორაციულ დარაიონებას საფუძვლად დაედო ბუნებრივი დრენირების დონე, რომლის მიხედვითაც გამოყოფილ იქნა 1. ზღვისპირა მიწები; 2. ჭაობისა და დაჭაობებუ-ლი მიწები; 3. უწრეტი მიწები; 4. სუსტად წრეტადი მიწები; 5. არასაკმარისად წრეტადი მიწები.

ნაშრომში შემოთავაზებულია დაშრობილ მიწებზე მცენარის ზრდა-განვითარებისათვის საჭირო მელიორაციული ფონის შექმნა-შენარჩუნების მიზნით დამშრობი სისტემების ეფექტური ფუნქციონირების რეკომენდაციები: დასაბუთებული საპროექტო გადაწყვეტილე-ბების განუხრელად დაცვა; დაშრობილი ფართობებიდან წყალშემკრები და წყალგამყვანი ქსელებით ჭარბი წყლის შეუფერხებელი გაყვანა შეტბორვებისა და შეგუბებების გარეშე; წყალმიმღებისა და წყალგამყვანი არხების კალაპოტებში მცენარეულობის, დალექილი ნატანის, მცენარეთა ფესვების დაგროვების აღკვეთა; დამშრობი არხების მდგრადი განივი და გრძივი საპროექტო პროფილების შენარჩუნება; დამშრობ სისტემაზე არსებული ნაგებობების, საექსპლუატაციო გზების ქსელის, შემომზღუდავი დამბების, შიდა ინფრასტრუქტურის ნორმალური ტექნიკური მდგომარეობის შენარჩუნება; დამბებსა და არხებზე არსებული გადასასვლელების გამართული მდგომარეობის უზრუნველყოფა.

საკვანძო სიტყვები: კოლხეთის დაბლობი; მელიორაცია; დრენაჟი; ნიადაგი.

ჰიდროლოგია

ღვარცოფთა საინჟინრო ამოცანების კერძო გადაწყვეტები

ე. კუხალაშვილი, ნ. ბერაია
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
თბილისი, საქართველო

ღვარცოფსადინარში ძნელად შესარჩევია ისეთი ადგილები, სადაც ნაკადის მოძრაობა, გარდა გამონაკლისისა, ხასიათდებოდეს ჰიდრავლიკური რეჟიმისა და მახასიათებელი პარამეტრების უცვლელობით. აღნიშნულიდან გამომდინარე, სარეგულაციო ღონისძიებების შერჩევის მიზნით ნაშრომში შეფასებულია ღვარცოფთა ანომალურობა, მიღებულია დაუმყარებელი მოძრაობის დიფერენციალური განტოლება, რომელიც სრულ შესატყვისობაშია ანომალური სითხეების მექანიკასთან. მიღებულია სადინარებში ბმულ ღვარცოფთა ქცევის შესაძლებლობები და თავისუფალი ზედაპირის წირის საანგარიშო მოდელი.

საკვანძო სიტყვები: დაუმყარებელი მოძრაობა, ანომალური სითხეები, პრიზმატული კალაპოტი.

ენერგეტიკული მოდერნიზაცია და შიდა გარემო პირობები

შიდა გარემოს ხარისხი და ხალხის შეგრძნებები ენერგეტიკულად მოდერნიზებულ სასწავლო შენობებში

ა. ლისი, პ. ლისი
ჩესტოხოვას ტექნოლოგიური უნივერსიტეტი
ჩესტოჰოვა, პოლონეთი

შენობების ენერგოეფექტურობის გაზრდის ერთ-ერთი გზაა მათ ენერგეტიკულ განახლებასთან დაკავშირებული პროექტები. შენობების ენერგიის მოხმარების შემცირებასთან დაკავშირებული აქტივობები უნდა იყოს დაკავშირებული შიდა გარემოს პირობების გაუმჯობესებასთან. თუმცა, ენერგოეფექტურობის პროგრამის განხორციელებაში დაშვებულმა შეცდომებმა შეიძლება გამოიწვიოს შიდა ჰაერის ხარისხის გაუარესება და დაავადებული შენობის სინდრომის ფენომენი. ნაშრომში წარმოდგენილია რამდენიმე საგანმანათლებლო შენობაში ჩატარებული კვლევების შედეგები ენერგეტიკული მოდერნიზების წინ და შემდეგ. კვლევები მოიცავდა შენობების ენერგოეფექტურობასა და შიდა მიკროკლიმატის შერჩეულ პარამეტრებს. ეს ანალიზი ჩატარდა შიდა მიკროკლიმატის პირობებზე ენერგიის დაზოგვის ღონისძიებების გავლენის შესაფასებლად. კვლევის დროს დაფიქსირდა უარყოფითი სიმპტომები, რომლებიც დაკავშირებულია შენობებში ოთახების ხანგრძლივ გამოყენებასთან. ხშირ შემთხვევაში აღმოჩნდა, რომ ხშირად გამოყენებული გრავიტაციული ვენტილაცია ვერ უზრუნველყოფს ოთახებში ჰაერის სათანადო ხარისხს და ნახშირორჟანგის კონცენტრაცია, რომელიც დაფიქსირებულია ტესტირებულ ოთახებში, აღემატება მოქმედ სტანდარტებს.

საკვანძო სიტყვები: ენერგეტიკულად მოდერნიზება, სასწავლო შენობები, შიდა მიკროკლიმატის პარამეტრები, შიდა ჰაერის ხარისხი, დაავდებული შენობების სინდრომი.

მელიორაცია

მცენარე ტოპინამბურის (Tuberosus) სავლე - სამეცნიერო კვლევის შედეგები და მისი შეფასება

ფ. ლორთქიფანიძე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
თბილისი, საქართველო

სტატიაში შეფასებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის გარდაბნის რაიონის სოფელ გამარჯვებაში არსებულია სამელიორაციო საექსპერიმენტო ბაზის ტერიტორიაზე არსებული ნიადაგების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები და ამ ნიადაგებზე მცენარე ტოპინამბურის განვითარების შესაძლებლობები.

თეორიული და ლაბორატორიული კვლევის საფუძველზე დადგენილია სოფელ გამარჯვების ნიადაგების ქიმიური შედგენილობა, ირიგაციული მაჩვენებლები და ტოპინამბურის მორწყვის ნორმა.

საკვანძო სიტყვები: ტოპინამბური, გრუნტის გრანულომეტრია, მორწყვის ნორმა.

გარემოს დაცვა

ნაკადის უსაფრთხო ტრანზიტი ღვარცოფული ტიპის სადინარებში

ლ. მაისაია
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
თბილისი, საქართველო

ღვარცოფთა სადინარებით უსაფრთხო ტრანზიტი - შეშფოთების გარეშე გადადინება, შემხვედრი წინააღმდეგობის სიმაღლესა და ნაკადის სახეებთან არის დაკავშირებული. როდესაც ნაკადის რეგულირების მიზნით გამოყენებულია წყალსაშვის პრინციპით მომუშავე ვერტიკალური სადაწნეო ზედაპირის ნაგებობა, მისი სიმაღლის შერჩევის მიზნით მიღებულია საანგარიშო მოდელი. ნაგებობის ზემოქმედება ნაკადზე განიხილება შეშფოთებისა და უკუტალღის წარმოქმნის გარეშე.

საკვანძო სიტყვები: ღვარცოფი, ტრანზიტი, შემხვედრი წინააღმდეგობა, უკუტალღა.

წყალთა მეურნეობა

რუსეთის ფედერაციის ჯარების მიერ ხერსონისა და ზაპოროჟიეს ოლქების ოკუპაციისას მელიორაციული ინფრასტრუქტურისა და მოსავლის განადგურების საფრთხეები

თ. მატიაში, ს. შევჩუკი, ი. შევჩენკო, ა. კრუჩენიუკი
NAAS-ის წყლის პრობლემების და მელიორაციის ინსტიტუტი,
კიევი, უკრაინა

განხილულია რუსეთის ჯარების მიერ ხერსონისა და ზაპოროჟიეს რეგიონების ტერიტორიის ნაწილის ოკუპაციის უარყოფითი გავლენა და შედეგები სასოფლო-სამეურნეო წარმოებასა და ჩრდილოეთ ყირიმისა და კახოვკას სარწყავი სისტემების ექსპლუატაციაზე. მოსავლის განადგურებისა და თესვის შეფერხების შედეგად დაკარგული მოგება შეფასდა წინა წლებში განსაზღვრული სარწყავი ტერიტორიებისა და სასოფლო-სამეურნეო წარმოების შედარებითი ანალიზის საფუძველზე. კლიმატის მონაცემების სტატისტიკური დამუშავების

შედეგების მიხედვით, გამოვლინდა 2022 წლის მსგავსი წლები და წყლის ბალანსის დეფიციტის დასაფარად გამოითვლება აორთქლებისა და ირიგაციის მაჩვენებლები. დისტანციური ზონდირების მონაცემებზე დაყრდნობით, დადასტურდა სასოფლო-სამეურნეო წარმოებისთვის მნიშვნელოვანი სარწყავი ტერიტორიების დაკარგვა, რაც კიდევ უფრო გამოიწვევს კვების რესურსების დეფიციტს საგარეო და შიდა ბაზრებზე.

საკვანძო სიტყვები: რუსეთ-უკრაინის ომი, სარწყავი სისტემა, წყლის მართვა, დისტანციური ზონდირება, კლიმატის მონაცემები, აორთქლება.

გარემოს დაცვა

ახალი, ეკოლოგიურად უსაფრთხო მიკროსასუქის „კომპლექსი - CO“ ეფექტურობა მარცვლეულის კულტივირებისთვის

ჰ. მირიმიანი[1)], ბ. ბაბაიანი[1),2)], ტ. სოღომონიანი[1)], ს. გალსტიანი[3)], ჰ. მარტიროსიანი[4)], ა. მიქაელიანი[1)]

[1)] სომხეთის ეროვნული პოლიტექნიკური უნივერსიტეტი

[2)] SPC “Armbiotechnology” NAS RA, SNPO

[3)] ერევნის ტექნოლოგიური ინსტიტუტი

[4)] სომხეთის ეროვნული აგრარული უნივერსიტეტი

ერევანი, სომხეთი

კვლევაში წარმოდგენილია მარცვლეულის კულტივირებაზე მცენარის ზრდის მასტიმულირებელი ეფექტის მქონე ახალი კომპლექსური პრეპარატის „კომპლექსი-CO“ გავლენა. შეფასდა მარცვლეულების - ქერის, ემერის, ტრიტიკალის ბუდიდან მარცვლების ჩამოცვენის სიჩქარე. პრეპარატი შემუშავებულია NPUA-ს საბაზო ლაბორატორიაში "სოფლის მეურნეობის პესტიციდების შექმნა და ხარისხის კონტროლი" და წარმოადგენს მეღვინეობის ნარჩენების მჟავური გადამუშავების პროდუქტს - ნატურალური ღვინის ნალექს. პრეპარატი მოთხოვნადია მწვანე სოფლის მეურნეობაში, არის დანამატების (ბუნებრივი ღვინის ამინომჟავები, კოლამინი და მიკროელემენტები) ერთობლიობა, რომელიც უზრუნველყოფს ნიადაგის მიზნობრივი თვისებების გაუმჯობესებას. დადასტურებულია, რომ ზრდის სტიმულატორი „კომპლექს-CO“ საკმაოდ ეფექტურია მარცვლეულის კვების დროსაც.

საკვანძო სიტყვები: მიკროელემენტი, მცენარეთა ზრდის სტიმულატორი, ღვინის მჟავა, მწვანე სოფლის მეურნეობა, მარცვლეულის კვება.

გარემოს დაცვა

თანამედროვე მეთოდების გამოყენებით წყალდიდობების მაქსიმალური ჩამონადენის რისკის შეფასება მდინარეების - გოიჩაისა და ტურიანჩაის მაგალითზე

ა. ნურიევი, ნ. გასიმოვა

ბაქოს სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ბაქო, აზერბაიჯანი

თანამედროვე კლიმატის ცვლილება ღრმა გავლენას ახდენს დედამიწის ჰიდროსფეროს ყველა კომპონენტზე, მათ შორის ოკეანეების, ზღვების, მდინარეების, ტბების, მიწისქვეშა წყლების, მყინვარებისა და ჭაობების წყლის რესურსებსა და რეჟიმზე.

შირვანის მდინარეების მაქსიმალურ ხარჯზე კლიმატის ცვლილების გავლენის შესასწავლად გაანალიზდა გოიჩაისა და ტურიანჩაის მაგალითზე დაკვირვების მონაცემები. მდინარის აუზებში წყალდიდობის რისკი შეფასდა ასევე გეოგრაფიული საინფორმაციო სისტემის გამოყენებით. კვლევის არეალი წარმოადგენს დიდი კავკასიონის ბუნებრივი რეგიონის

შირვანის ზონას. კვლევებში გამოყენებულია საარქივო მასალები, მონაცემები ამ მხარეში მდებარე ჰიდროლოგიური სადამკვირვებლო სადგურებიდან - Azersky, LANDSAT და Sentinel-2, სატელიტური გამოსახულებები Earth Explorer-ის ვებსაიტიდან და მკვლევარების შედეგები ორივე მდინარის ჩამონადენის დინამიკის ცვლილებების გასაანალიზებლად.

მრავალი წლის განმავლობაში წყლის მაქსიმალური გამონადენის ანალიზი აჩვენებს, რომ წყლის საშუალო წლიური ნაკადი იცვლება. ამიტომ, გოიჩაისა და ტურიანჩაის მდინარეების მრავალწლიანი რყევების შესასწავლად ჩატარდა როგორც განსხვავებების ინტეგრალური მრუდები, ასევე წრფივი ტენდენციის ანალიზი და განისაზღვრა შერჩეული მდინარეების მაქსიმალური დინების რყევების მიმართულება. ამავე დროს, სტატისტიკა აჩვენებს, რომ წყალდიდობის შემთხვევები მნიშვნელოვნად გაიზარდა. კვლევაში გამოყენებული იქნა ArcGIS პროგრამული უზრუნველყოფა. მონაცემთა ბანკისთვის გამოყენებულია შემდეგი მონაცემები: წლიური ნალექი, გეოლოგიური სტრუქტურა, დრენაჟის სიმჭიდროვე, ქანობი, ექსპოზიცია, მიწათსარგებლობა, მცენარეული საფარი და მანძილი შენაკადებებამდე, ხოლო გაანგარიშებისთვის გამოყენებულია გადაწყვეტილების მიღების მრავალკრიტერიუმიანი მეთოდი. შედეგად, გამოვლინდა და შეფასდა საკვლევი ტერიტორიისთვის წყალდიდობის რისკის ზონები. კვლევის შედეგად შემუშავებულია წყალდიდობის რისკის რუკა მდინარეების აუზებისთვის.

საკვანძო სიტყვები: თანამედროვე ცვლილებები, მდინარის მაქსიმალური ჩამონადენი, წყალდიდობის რისკი, ინტეგრალური მრუდები, წრფივი ტენდენციის ანალიზი.

წყალთა მეურნეობა

აზერბაიჯანის ჩანჩქერები - როგორც ტურისტული ობიექტები

ე. ნურიევი, ი. ახმედოვა
ბაქოს სახელმწიფო უნივერსიტეტი
ბაქო, აზერბაიჯანი

სტატიაში ტურისტული ვიზიტების ობიექტად განიხილება აზერბაიჯანის ჩანჩქერები. განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა ყველაზე დიდ და მიმზიდველ ჩანჩქერებს, როგორიცაა აფურჯა, შვიდი ლამაზმანი, რამ-რამა, ლაზა, ილისუ, კატეჩჩაი, ტაკდამი, პაზმარი, მამირლი, გალაბინი, აბდალის კასკადი და ა.შ. ექსტრემალური ტურიზმი (ყინულზე ცოცვა, რაპელი, დაივინგი, ცურვა და ა.შ.), რომელიც მოითხოვს გარკვეულ ტურისტული აღჭურვილობის გამოყენებას, შექმნილია წყლის დაბრკოლებების დასაძლევად,

აღნიშნულია, რომ ტურისტების მოსაზიდად აუცილებელია გარკვეული ინფრასტრუქტურისა და ტურისტული მარშრუტების შექმნა.

საკვანძო სიტყვები: ჩანჩქერი, ლაშქრობა, ექსტრემალური ტურიზმი, ყინულზე ცოცვა, მდინარის კალაპოტი.

გარემოს დაცვა

ატმოსფერული ნაკადებით დამაბინძურებელი ნივთიერებების გადატანა მსხვილი მრეწველობის ცენტრებში

ა. ოლშტინსკა, იე. ნასედკინი, გ. ივანოვა
უკრაინის მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის
გეოლოგიურ მეცნიერებათა ინსტიტუტი
კიევი, უკრაინა

სტატიაში წარმოდგენილია ორწლიანი ბუნებრივი და ლაბორატორიული დაკვირვების შედეგები საჰაერო გარემოში ნალექოვანი მასალის გავრცელებაზე, აგრეთვე მის ბუნებრივ და ანთროპოგენურ კომპონენტთა ურთიერთდამოკიდებულებაზე.

საკვანძო სიტყვები: ატმოსფერული აეროზოლი, მონიტორინგი, მძიმე ლითონები.

წყლის მენეჯმენტი

ჯამური შეწონილი ნატანის დალექვის დინამიკა მთავარ თევზსაჭერ პორტებში შავი ზღვის სამხრეთ ნაწილში

კ. ოზშეკერი[1)], კ. სეიჰანი[2)], უ. ხანი[1)], შ. ატასარალი[2)], ა. შაჰინი[2)]
[1)] საზღვაო მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების ინსტიტუტი,
კარადენიზის ტექნიკური უნივერსიტეტი
ტრაპიზონი, თურქეთი

ჯამური შეწონილი ნატანის დალექვის დინამიკა და კონცენტრაცია მნიშვნელოვანი ბიოგეოქიმიური პარამეტრია წყლის ხარისხის მართვისა და ნატანის ტრანსპორტირების კვლევებისთვის. ამ კვლევაში ჩვენ მიზნად დავისახეთ ჯამური შეწონილი ნატანის დალექვის დინამიკის შესწავლა ფინდიკლისა და ჰოპას პორტებში, სადაც თევზაობა ყველაზე ინტენსიურია სამხრეთ-აღმოსავლეთ შავი ზღვის რეგიონში. ამ კონტექსტში, სინჯები ჩატარდა 2022 წლის ზამთრის სეზონში - ნოემბერში, დეკემბერში, იანვარსა და თებერვალში. ნიმუშები შეფასდა წყლის ორ სხვადასხვა ზონაში - ზედაპირულსა და ქვედა ფენაში, 9 სხვადასხვა სადგურიდან თითოეული პორტისთვის. ჯამური შეწონილი ნატანი მიიღება ნიმუშის გაფილტვრით კონკრეტული ფორების ზომის ფილტრის მეშვეობით. ამ მიზეზით კვლევის მეთოდში გამოყენებული იყო 47 მმ, 0.44 µm GF/F ფილტრები. ფინდიკლის პორტში ჯამური შეწონილი ნატანის დალექვის კონცენტრაციები მერყეობს 7,16-34,52 მგ/ლ ზედაპირზე და 3,15-22,41 მგ/ლ ფსკერზე ნოემბერში, 3,7-28,61 მგ/ლ ზედაპირზე და 3,1-20,11 მგ/ლ ფსკერზე. დეკემბერი, 6,1-42,16 მგ/ლ ზედაპირზე და 2,78-20,65 მგ/ლ ფსკერზე იანვარში, 9,64-30,11 მგ/ლ ზედაპირზე და 3,66-16,71 მგ/ლ ფსკერზე თებერვალში. ჰოპას პორტში კი - 8.14-36.41 მგ/ლ ზედაპირზე და 2.87-20.24 მგ/ლ ფსკერზე ნოემბერში, 4.23-26.31 მგ/ლ ზედაპირზე და 2.2-13.42 მგ/ლ ფსკერზე დეკემბერი, 8,24-48,2 მგ/ლ ზედაპირზე და 4,11-25,41 მგ/ლ ფსკერზე იანვარში, 7,68-27,61 მგ/ლ ზედაპირზე და 1,76-10,34 მგ/ლ ფსკერზე თებერვალში. ამ შედეგების მიხედვით, ჰოპას პორტის მნიშვნელობები უფრო მაღალი იყო, ვიდრე ფინდიკლის პორტის. გარდა ამისა, ორივე პორტში ყველაზე მაღალი მნიშვნელობის მქონე სადგურები არის ნაკადის ზღვაში შეერთების წერტილები, სადაც ხმელეთის ზღვაში შეჭრა ინტენსიურია და იგი დამოკიდებულია დინების მიმართულებაზე.

საკვანძო სიტყვები: ჯამური შეწონილი ნატანი, პორტი, თევზაობა, შავი ზღვა.

გარემოს დაცვა

ტბის სანაპირო ხაზის ცვლილებების დინამიკის კვლევა 3D ლაზერული სკანერით

ჯ. პავლოვიჩი [1)], გ. გავარდაშვილი [2)]
[1)] ოლშტინის ვარმია-მაზურის უნივერსიტეტი,
ოლშტინი, პოლონეთი
[2)] საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
თბილისი, საქართველო

ზღვის სანაპიროს ცვალებადობის გასაზომად გამოყენებულია ლაზერული 3D სკანირების მეთოდი. მისი მთავარი უპირატესობაა დაკვირვების შესაძლებლობა პლაჟის მთელ ზედაპირზე წყლის რეზერვუარების ნაპირების დაცვის რეგულაციების გათვალისწინებით. სკანირების შედეგად ვიღებთ რელიეფის აქტუალურ რუკას, რომლის საფუძველზეც შეგვიძლია განვსაზღვროთ წყლის რეზერვუარების სანაპირო ზოლში მიმდინარე ცვლილებები.

ლაზერული სკანირების ტექნოლოგია იძლევა ეროზიისა და ნატანის დაგროვების გაანალიზების საშუალებას, ასევე პლაჟის მნიშვნელოვანი სიგრძის მონაკვეთების დროსაც კი - მაღალი სიზუსტით სკანირების შესაძლებლობას.

ლაზერული სკანირებით მიღებული რელიეფის შესახებ ინფორმაცია შეიძლება გაერთიანდეს სხვა კვლევის მეთოდებით მიღებულ მონაცემებთან, მაგ. ბათიმეტრია. 3D ლაზერული ტექნოლოგია ასევე უზრუნველყოფს ბევრ ახალ ფუნქციას, რომელიც სასარგებლოა ზღვრული ცვალებადობის გასაზომად. სპეციალურად შემუშავებულ პროგრამებში მონაცემთა დამუშავების წყალობით შესაძლებელია ქვიშის მოცულობის სწრაფად გამოთვლა, პლაჟის განივი და გრძივი კვეთების აგება, პლაჟის უმაღლესი და ყველაზე დაბალი წერტილის მითითება, ნაპირის სიგანისა და ტბის სანაპიროზე მომხდარი მოვლენების ზუსტი შეფასება და სხვ.

საკვანძო სიტყვები: წერტილების არეალი, ხმელეთის ლაზერული სკანირება, საველე გაზომვები, ვირტუალური მოდელი.

ჰიდროლოგია და მეტეოროლოგია

ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის გაანგარიშება მდ. ცხენისწყლის მაგალითზე

ბ. ფიფია, მ. მარდალეიშვილი, გ. ცივქარაშვილი,
ნ. კიკაჩეიშვილი, თ.შოშიაშვილი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
თბილისი, საქართველო

მდინარეების ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის გამოთვლისას მნიშვნელოვანია გათვალისწინებული იყოს ჰიდროენერგეტიკული ობიექტებიდან ქვედა ბიეფში ეკოლოგიური წყალგაშვების სიდიდე. აღნიშნული საშუალებას იძლევა, დადგინდეს ფაქტობრივი ჰიდრო-ენერგეტიკული პოტენციალი, რომლის გამოყენებაც შესაძლებელი იქნება გარემოსდაცვითი მოთხოვნების გათვალისწინებით. ამ მიზნით, ჩვენს მიერ შემუშავებული მეთოდით, ჩატარებულია მდ. ცხენისწყლის ჰ/ს რცხმელურის კვეთში გარემოსდაცვითი წყლის ხარჯისა და მისი შესაბამისი ეკოლოგიურად მიზანშეწონილი ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის გაანგარიშება.

საკვანძო სიტყვები: ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალი, ეკოლოგიური ხარჯი, გარემოს დაცვა.

წყლის მენეჯმენტი

სოფლის მეურნეობაში განხორციელებული ჰიდრომელიორაციული ღონისძიებების ანალიზი მსოფლიო გამოცდილების გათვალისწინებით

ვ. რზაევი, ს. სალიმლი
აზერბაიჯანის ჰიდროტექნიკისა და მელიორაციის
სამეცნიერო-საწარმოო კავშირი
ბაქო, აზერბაიჯანი

სტატიაში ყურადღება გამახვილებულია მსოფლიოში წყლის დეფიციტის ბოლოდროინდელ პრობლემაზე, მის ზემოქმედებაზე სოფლის მეურნეობაში და ამ ზემოქმედების აღმოფხვრაზე სხვადასხვა ქვეყნების მიერ ჰიდრომელიორაციული ღონისძიებების საშუალებით. ამრიგად, მსოფლიოში სოფლის მეურნეობის ეკონომიკის სფეროში კვლევები მიზნად ისახავს საკვების წარმოებიდან მიღებული შემოსავლების იდენტიფიცირებას, ასევე ფერმერებისა და მომწოდებლების პროდუქციის წარმოებაში დანახარჯების შემცირებას. მრავალი კვლევის თემა განიხილავს ისეთ მნიშვნელოვან საკითხებს, როგორიცაა სასურსათო უსაფრთხოება, სოფლის მეურნეობის ეფექტურობის გაზრდა, მიწის

სათანადო გამოყენება ხარისხიანი წარმოებისთვის, წყლის დეფიციტი და გლობალური კლიმატის ცვლილება. მიწის მელიორაციის პრობლემა წლების განმავლობაში მრავალი ქვეყნის ხალხისა და მთავრობის ყურადღების ცენტრშია. დღეისათვის, მსოფლიოში მრავალი არიდული ზონის დიდი ტერიტორიები დაცულია დაჭაობებისა და დამლაშებისგან სარწყავი მელიორაციის გამოყენებით. თუმცა ზოგიერთ ქვეყანაში სასოფლო-სამეურნეო მიწების დიდმა ფართობმა დაკარგა ნაყოფიერება არადამაკმაყოფილებელი მელიორაციის გამო. ამ მიზეზით, მიწის მელიორაციის პროცესის სწორად განხორციელება ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს ტერმინად იქცა. სტატიაში განხილულია მსოფლიო გამოცდილება პრობლემის გადასაჭრელად სხვადასხვა ქვეყანაში გატარებული ღონისძიებების გაანალიზებით.

საკვანძო სიტყვები: წყლის რესურსები, წყლის დეფიციტი, მსოფლიო გამოცდილება, სოფლის მეურნეობა, სარწყავი წყალი, შეფასება.

გარემოს დაცვა

მძიმე მეტალებით გამოწვეული დაბინძურების კვლევა საქართველოს ინდუსტრიულ რეგიონებში

თ. სუპატაშვილი[1)], შ. კუპრეიშვილი[2)], მ. შავლაყაძე[3)], მ.გუგუჩია[4)]

[1)] საქართველოს უნივერსიტეტი

[2)] საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის

ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი

[3)] თბილისის ჰუმანიტარული სასწავლო უნივერსიტეტი

[4)] ა(ა)იპ გარემოს დაცვის ეკოცენტრი, ქ. თბილისი, საქართველო

ნაშრომში წარმოდგენილია საქართველოში არსებული ეკოლოგიურად დაბინძურებული ზონები, კერძოდ: ბოლნისის, ჭიათურისა და ზესტაფონის რეგიონები. შესწავლილია მძიმე ლითონების კონცენტრაცია ნიადაგში და შედარებულია ზღვრულ დასაშვებ კონცენტრაციებთან. ანალიზის შედეგები აჩვენებს, რომ სპილენძის, თუთიის, ტყვიისა და მანგანუმის შემცველობა ძალზედ გაზრდილია და, ზოგ შემთხვევაში, 20–ჯერაც კი აღემატება ზდკ–ს, რაც, რა თქმა უნდა, ქმნის მძიმე ეკოლოგიურ პრობლემას და საჭიროებს დროული და ეფექტური ღონისძიებების შემუშავებას დაბინძურების შესამცირებლად.

საკვანძო სიტყვები: მძიმე ლითონები, დაბინძურება, ნიადაგი.

არქიტექტურა და მშენებლობა

მწვანე მშენებლობის პერსპექტივები უკრაინის მომავალ აღდგენაში

ტ. ტკაჩენკო[1)], ვ. მილეიკოვსკი[2)], ა. უიმა[3)]

[1), 2)] კიევის სამშენებლო და არქიტექტურის ეროვნული უნივერსიტეტი

კიევი, უკრაინა

[3)] ჩესტოხოვას ტექნოლოგიური უნივერსიტეტი,

ჩესტოხოვა, პოლონეთი

2014 წელს რუსეთის ფედერაციამ შეუტია ყირიმსა და უკრაინის აღმოსავლეთს. 2022 წლის 24 თებერვალს კი - უკრაინის მიწების დიდ ნაწილს. ზოგიერთი ქალაქი, როგორიცაა მარიუპოლი, თითქმის განადგურებულია. სხვა ქალაქები და დასახლებები ნაწილობრივ განადგურებულია. დღევანდელი და უახლოესი მომავლის ყველაზე მნიშვნელოვანი ამოცანებია დანგრეული შენობების აღდგენა და თავიდან აშენება. უკრაინის აღდგენის ყველაზე მნიშვნელოვანი მოთხოვნებია: ენერგოდამოუკიდებლობა, ეკოლოგიური მდგომარეობის გაუმჯობესება და აღდგენა, სტაბილური ლოჯისტიკა და ტრანსპორტი, დაბალი თვითღირებულება.

ამისთვის მწვანე მშენებლობა პერსპექტიული ტექნოლოგიაა. მწვანე მშენებლობის მთავარი პრიორიტეტია შენობების მშენებლობა და მათი ექსპლუატაცია, რომლებიც არ აზიანებენ გარემოს. მწვანე მშენებლობის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ობიექტია მწვანე ნაგებობები. კიევის სამშენებლო და არქიტექტურის ეროვნულ უნივერსიტეტში ჩატარებული კვლევა იძლევა მწვანე ნაგებობების დადებითი ეფექტების რიცხვით მნიშვნელობებს. მიღებულია მცენარეული ფენის თერმული წინააღმდეგობა. აორთქლების გამაგრილებელი ეფექტი LoliumPerenne-ის მიერ განისაზღვრება 1...3,5 K და Parthenocissus-ის მიერ - 1,2...4 K.

ავტორის მწვანე სახურავი წარმატებით ფუნქციონირებს 16 წელზე მეტი ხნის განმავლობაში. ბაღის ტიპის ზოლები არის ახალი საავტორო მწვანე კონსტრუქცია გზებისა და ავტომაგისტრალებისთვის, რომელიც ასრულებს ღრუბლისებური ნაგებობის როლს დატბორვის თავიდან ასაცილებლად. ეს საშუალებას იძლევა უზრუნველყოს ეკოლოგიურად სუფთა, სტაბილური ლოჯისტიკა და ტრანსპორტი. მაქსიმალური ეფექტურობის მისაღწევად აუცილებელია ამ სტრუქტურების სისტემატური დანერგვა, რაც მოითხოვს ნორმატიულ ბაზას.

ომის გამო ევროკავშირი რუსეთს სანქციებს უწესებს, მათ შორის ენერგორესურსებზე. ევროკავშირმა კარგად იცის ენერგეტიკული დამოუკიდებლობის აუცილებლობა. ამიტომ, ენერგოეფექტურობის გაუმჯობესებას საკვანძო მნიშვნელობა აქვს პოლონეთისთვის, ასევე ევროკავშირის სხვა ქვეყნებისა და უკრაინისთვის. ამ ამოცანების გადასაჭრელად მწვანე მშენებლობა პერსპექტიული ტექნოლოგიაა უახლოეს მომავალში.

საკვანძო სიტყვები: ომი, აღდგენა, მწვანე კონსტრუქციები, მწვანე ნაგებობები, ენერგოეფექტურობა, წვიმის წყლის მართვა.

გარემოს დაცვა

ზედაპირული წყლის ხარისხი ოლექსეევსკის წყალსაცავსა და პეტრენკოვსკის აუზში - ქ. ხარკოვი, უკრაინა (პერიოდი: 2006 – 2020)

კ. უტკინა[1)], ა. გარბუზი[2)], მ. კულიკი[2)]

1) ვეგენერის კლიმატისა და გლობალური ცვლილების ცენტრი, გრაცის უნივერსიტეტი
გრაცი, ავსტრია

2) ვ.ნ. კარაინის ხარკოვის ეროვნული უნივერსიტეტი
ხარკოვი, უკრაინა

ნაშრომში წარმოდგენილია წყლის ხარისხის დინამიკის ანალიზი ხარკოვში მდებარე ორ ძირითად რეკრეაციულ ზონაში: პეტრენკოვსკის აუზსა და ოლექსეევსკის წყალსაცავში. სწავლის პერიოდი: 2006-2020, დრო: მაისი-ივნისი და აგვისტო-სექტემბერი. წარმოდგენილია საშუალო მონაცემები. ლაბორატორიული მონაცემები შეადარეს UA-ს ეროვნულ და ევროპულ სტანდარტებს. დასკვნები გაკეთდა შემდეგი ძირითადი პარამეტრების შესახებ: გახსნილი ჟანგბადი და BOD5, მთლიანი მინერალიზაცია, ბიოგენური ნივთიერებების შემცველობა, ნავთობპროდუქტები და ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებები, ტოქსიკური მძიმე მეტალების შემცველობა. შემუშავდა რეკომენდაციები წყლის ხარისხის გასაუმჯობესებლად.

საკვანძო სიტყვები: ზედაპირული წყლის ხარისხი, რეკრეაციული ზონა, ქიმიური ანალიზი.

გარემოს დაცვა

გარემოს დაბინძურება ნავთობპროდუქტებით დენდროლოგიურ პარკ „ალექსანდრიას“ ფარგლებში

ო. შპაკი, რ. ჰავრულიუკი, ო. ლოჰვინენკო, ო. კურილო
უკრაინის NAS-ის გეოლოგიურ მეცნიერებათა ინსტიტუტი
კიევი, უკრაინა

დენდროლოგიურ პარკ „ალექსანდრიას“ ტერიტორიაზე ნავთობპროდუქტებით მიწისქვეშა დაბინძურება, რომლის წყაროც ყოფილი თვითმფრინავების სარემონტო ქარხანაა, დიდი ხანია არსებობს. გარემოზე პოტენციურად ნეგატიური ზემოქმედების კონტროლის სისტემის შექმნისა და გამოსასწორებელი მოქმედებების დაგეგმვის მიზნით განიხილება ეკოლოგიური და ჰიდროგეოლოგიური სიტუაციის ფორმირების გარემოებები დენდროლოგიური პარკის ტერიტორიაზე. ეკო-ინდუსტრიული პარკის „თეთრი ეკლესიის“ შექმნა მინიმუმამდე დაიყვანს დენდროლოგიურ პარკის ფარგლებში გარემოს მდგომარეობაზე ადამიანის ზემოქმედებას.

საკვანძო სიტყვები: დენდროლოგიური პარკი, გარემო, დაბინძურება, ნავთობპროდუქტები, ეკო-ინდუსტრიული პარკი.

წყალთა მეურნეობა

კოლხეთის წყალგამტარი ნიადაგების წყალ-ფიზიკური თვისებების თავისებურებანი

ვ. შურღაია, ე. კეჩხოშვილი, გ. ვახტანგიშვილი, ლ. კეკელიშვილი, ს. მოდებაძე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
თბილისი, საქართველო

ნაშრომში განხილულია კოლხეთის დაბლობის დანალექი ნიადაგების თავისებურებები, ახსნილია მათი დალექვის მექანიზმი და მისი გამომწვევი მიზეზები და მოცემულია ამ მხარის ნიადაგების სქემატური რუკა. მსოფლიოს სხვადასხვა რეგიონის შეკრულ ნიადაგებზე მასალის ხანგრძლივი დაკვირვებისა და შესწავლის შედეგად დადგინდა, რომ კოლხეთის ძლიერ დატკეპნილი მძიმე ნიადაგები შეიძლება მიეკუთვნებოდეს ჰიდრომორფულ მონმორილონიტის ბმა ნიადაგებს. დადგენილია, რომ შეღწევადობის პროცესი ძირითადად დაკავშირებულია ნიადაგის კოლოიდების დატენიანებასთან; თუმცა, როდესაც ასეთი ნიადაგი შრება, შეინიშნება შებრუნებული პროცესი - ბზარების წარმოქმნა. შეღწევადობის პროცესების მონაცვლეობა პრაქტიკულად არ მოქმედებს ნიადაგის შეღწევადობის უნარზე; აქ წარმოდგენილია შესაბამისი გრაფიკები, რომლებშიც ნაჩვენებია სხვადასხვა ნიადაგის შეღწევადობის პროცესი და მათი განსხვავება არაგამტარ ნიადაგებთან; ნიადაგების ფიზიკურ-ქიმიური მდგომარეობის შესაფასებლად რეკომენდებულია უნივერსალური კრიტერიუმის შემოღება სპეციფიკური ზედაპირის ენერგიის თვალსაზრისით; დადგენილია გამტარი ნიადაგების მახასიათებლების გაუმჯობესების ღონისძიებები: ნიადაგში ორგანული ნივთიერებების შემცველობის გაზრდა, ფოსფატების (ფოსფატ-თაბაშირის სახით), პესტიციდების შეყვანა და სხვა.

საკვანძო სიტყვები: გამტარი ნიადაგები, ტენიანობა, ნიადაგის სიმკვრივე, ნიადაგის ფორიანობა.

წყლის რესურსების მართვა

აზერბაიჯანის სარწყავი და აღდგენილი მიწების მიწისქვეშა წყლების მონიტორინგი

კ. ხასაევი, ა. რახიმოვა
აზერბაიჯანის სამეცნიერო-საწარმოო ასოციაცია
ჰიდრავლიკური ინჟინერიისა და მელიორაციის
ბაქო, აზერბაიჯანი

სტატიაში მოცემულია ინფორმაცია მიწისქვეშა წყლების რეჟიმის მონიტორინგის სადამკვირვებლო ქსელის მოთხოვნების შესახებ, შეფასებულია ამ სადამკვირვებლო ქსელების უზრუნველყოფა რესპუბლიკაში სარწყავი და გამომუშავებული მიწებისთვის და შემოთავაზებულია რეკომენდაციები სარწყავი მიწების მელიორაციული მდგომარეობის სწრაფი და სწორი შეფასებისთვის.

საკვანძო სიტყვები: მონიტორინგი, სარწყავი წყალი, სარწყავი ტერიტორიები, წყლის რეზერვუარები, სამელიორაციო კონტროლი, დამლაშება.

დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებები

ხანძარსაწინააღმდეგო ნარევები პოლიმერული მინერალური კომპოზიტის გამოყენებით

ე. ხოსროშვილი, ლ. იტრიაშვილი, გ. ნატროშვილი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ც.მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი
თბილისი, საქართველო

ჩატარდა ხანძრის ჩაქრობის არსებული მეთოდებისა და პრეპარატების ანალიზი და გამოვლინდა მათი დადებითი და უარყოფითი მხარეები.

ახალი, მაღალეფექტური, იაფი და ეკოლოგიურად უსაფრთხო ანტიპიროგენები მიიღება პოლიმერული მინერალური კომპოზიტისა და ქართული ბენტონიტური თიხების ყველა სახის ინერტული შემავსებლის მექანიკური ნარევებიდან. ჩატარდა მათი ექსპერიმენტული ტესტები.

საკვანძო სიტყვები: ხანძარი, ჩაქრობა, პრევენცია, პოლიმინერალური კომპოზიტი, ინერტული შემავსებლები, წყალი, ანტიპიროგენები.

ABSTRACTS

Environmental protection

MATHEMATICAL MODELING OF THE SPREAD OF POLLUTANTS IN THE CASPIAN SEA

I. Abdullayev, S. Asadov, A. Hasanaliyev
Baku State University
Baku, Azerbaijan

Diffusion processes in the seas and oceans, together with the factors that determine them, both with theoretical and practical means, are of great importance for solving a number of problems in complex studies. This work is devoted to mathematical modelling of the spread of pollutants in the sea, taking into account advection.

Keywords: Caspian Sea, pollutant, dead zone, concentration, mathematical modelling.

Management of water resources

MANAGEMENT OF WATER ECONOMY BALANCE OF THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN

P. Abdullayev, Kh. Abdullayeva, J. Ismayılov
Azerbaijan Hydrotechnical and Amelioration
Scientific Production Association
Baku, Azerbaijan

The article deals with the water economy of the republic and its management. The research is aimed to meet the water needs of the population, animals, industry, fisheries, energy, irrigation and all sectors of the economy of the Republic of Azerbaijan, ensure environmental protection, assure the effective management and use of water resources, conduct scientific research on water scarcity, as well as achieve water and food security in the context of global climate change.

Keywords: groundwater and surface water, lakes, water reservoirs, irrigation channels.

Architecture

ISSUES OF FORMATION AND DEVELOPMENT OF SPORTS FACILITIES IN THE CITIES OF THE AZERBAIJAN REPUBLIC

N. Aliyeva
Azerbaijan Architecture and Construction University
Baku, Azerbaijan

The colossal housing construction carried out in the Republic of Azerbaijan after the establishment of independence is accompanied by the construction of cultural, domestic, entertainment, sports, communal and other public buildings. The construction of public buildings during the reconstruction of existing cities and the construction of new settlements is of great importance in urban planning. Public buildings must meet the material and cultural needs of society; correspond to the life of people and the principles of modern aesthetics. The forms and types of public buildings (schools, stadiums, theaters, etc.) that have evolved over the centuries have taken on new forms in our society. Independent Azerbaijan also gave rise to new types of public buildings, such as the Olympic complexes and others, which in their content reflect new forms of public life.

Keywords: housing construction, public buildings, sports facilities, Olympic complexes, architectural composition, function, functional content.

Environmental protection

DROUGHT PREDICTION IN SOUTHERN ITALY BY MEANS OF ENSO OBSERVATIONS

M. Arcieri
ICID - International Commission on Irrigation and Drainage
Ministero per le Politiche Agricole Alimentari e Forestali
Roma, Italy

Rainfall erraticism is a distinguished characteristic of Mediterranean climate: unpredictability is common over the southern to central regions. Besides, the frequency of extreme drought events has significantly increased over Europe since 1980, with severity expected to be further exacerbating as a result of climate change. Southern Italy has been facing severe drought periods in the last 50 years, greatly affecting the agricultural, public and industry sectors. Having the possibility to predict significant reductions of rainfall is thus essential for irrigation and reservoir operation planning. A study has been conducted in Southern Italy with this purpose, trying on the one hand to investigate the eventual relations existing between El Niño Southern Oscillation (ENSO) events and rainfall; on the other hand, to carry a comprehensive assessment of the phenomenon, in order to develop a sound methodology for drought prediction. The study has been conducted considering daily precipitation data from seven pluviometer station, covering the period 1951-2020. Yearly cumulated rainfall has been compared to cumulated Oceanic Niño Index (ONI) values. Results, validated by means of ANOVA statistical analysis, show that there is a positive influence of the warm phase of ENSO (El Niño) on rainfall, but especially of the cold phase (La Niña) on reduction of precipitation. The approach used in this study has proven to be robust in time and space; nevertheless, drought prediction always requires caution.

Keywords: drought, El Niño, La Niña.

Environmental protection

ELABORATION OF ECOLOGICALLY SAFE NEW FEED ADDITIVES FOR INDUSTRIAL FISH FARMING BASED ON NATURAL MATERIALS

B. Babayan [1), 2)], M. Melkumyan [2)], T. Soghomonyan [1)], G. Nersisyan [3)], A. Mikaelyan [1)]
[1)] National Polytechnic University of Armenia, Yerevan, Republic of Armenia
[2)] SPC "Armbiotechnology" NAS RA, SNPO, Yerevan, Republic of Armenia
[3)] Yerevan Institute of Technology, Yerevan, Republic of Armenia

For the successful development of the industrial fish farming, the elaboration of new ways to improve the quality and productivity of fish breeding is always based on usage of high-quality, safe and effective feed. Thus, the development of new efficient biologically active additives for mixed fodders by the usage of inexpensive native raw materials is very actual. One of the most important additives are preservatives and antimicrobial additives, which are important for avoiding of spoilage processes, fodders expiration dates prolongation and led appropriately to decrease in level of infections in farming fishes' species. Thus, it's extremely important their high efficiency and harmlessness for both ecological environment as well as consumer health. In particular paper the elaboration of new mixed fodders with addition of diatomite as representative of natural mineral fossil natural sorbents and the new derivatives of natural tartaric acid as an antimicrobial additive were discussed.

Keywords: natural mineral sorbents, mixed fodder, antimicrobial, waste products of wine production, tartaric acid derivative.

Environmental protection

THE DEFINITIONS OF PARAMETERS OF CURVES OF MEANDRING AREAES OF RIVER FLOW

P. Baljyan, N. Mikayelyan, V. Baljyan, H. Tokmajyan
Institute of Water Problems and Hydro-Engineering Named After Academic I.V. Yeghiazarov
Yerevan, Republic of Armenia

Channel processes are essentially non-stationary. Their characteristics change over time. Once the process is greatly slowed down, practically becoming stationary, then a relatively short-term activation occurs. It can be noted that non-stationary and stationary states constantly alternate. Channel transformations are divided into two types: changing the shape of the channel horizontally according to plan and vertically. In a strict approach, one can observe a certain presence of the other in each of them. The planned channel change mainly due to natural causes. Bright examples are meandering and delta formation of rivers. These transformations proceed very slowly and are more characteristic of the flat sections of rivers. Taking into account the results of long-term observations, models have been developed for the formation of deltas or meanders of the Mississippi, Brahmaputra and other rivers. These solutions are private and do not take into account all the factors influencing the development of meanders and deltas.

Keywords: water**,** river, channel, channel transformations, geo-morphological facility.

Environmental protection

ASSESSMENT OF THE RULES OF CONDUCT OF THE POPULATION LIVING IN THE FLOOD RISK ZONE AS A RESULT OF A POSSIBLE BREAKDOWN AT THE ZHINVALI EARTH DAM

G. Gavardashvili, E. Kukhalashvili, T. Supatashvili,
G. Natroshvili, I. Iremashvili, K. Bziava, I. Kuparashvili
Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

The effects of the impending catastrophe on the population living in the risk zone have been developed and evaluated, as well as recommendations for the promotion of ecological awareness of the local population and the development of precautionary warning measures have been developed. A new method is proposed to determine and implement the disaster-caused loss assessment, registration and rehabilitation plan for the affected population.

According to UN standards, control questions have been developed for persons working in public and competent local self-government to plan for actions in the event of an emergency. On the example of a possible breakdown at the Zhinvali High Dam, a methodology has been developed to determine risk mitigation and sustainability management strategies.

Keywords: Zhinvali Reservoir, floods, emergency actions.

Construction & Architecture

DEVELOPMENT OF COMPLEX TERRAIN IN THE CITY OF TBILISI ON THE BASIS OF INNOVATIVE TRANSPORT FACILITIES

J. Gigineishvili, D. Gigineishvili, G. Javakhishvilich, G. Chikvaidze
LLC "PROGRESI"
Georgia, Tbilisi,

Over the past 20-25 years, the volume of construction in Tbilisi has significantly increased, and instead of the existing low-rise buildings, modern high-rise buildings and structures are growing everywhere: Residential apartment buildings, public or multifunctional buildings and structures with a height of more

than 50 meters. There is also an intensive development of mountainous terrains and landscapes that exist both in the very centre and in the areas surrounding the city. Large-scale construction within the city and the expansion of the city along the perimeter pose new engineering and organizational challenges for the city authorities and the Georgian economy, as well as for designers and, in general, for the construction industry.

One of these challenges is the need for transport support in densely populated areas with narrow streets and in new neighbourhoods in heavy conditions, taking into account the complicated terrain (complex terrain), existing gorges and elevation differences between populated areas and new districts and neighbourhoods of the city.

In a complex mountain landscape and the complicated terrain (complex terrain),, the construction of new districts, micro districts, highways and parking lots is faced with a number of technical problems and resulting from this a serious increase in additional costs and, most importantly, a decrease in scarce land both within the city itself and in adjacent to him places suitable for housing. In this regard, the authors of the article propose the construction of a monorail transport in Tbilisi according to innovative schemes.

Keywords: architecture, construction, complex terrain, gorge, transport, monorail, innovation.

Construction & Architecture

RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES OF THE CREATION OF PRESTRESSED CONCRETE BEAMS BASED ON THE USE OF BASALT-PLASTIC REINFORCEMENTS

J. Gigineishvili[1), 2)], E. Kristesiashvili[1)],
[1)] LLC "PROGRESI"
[2)] Georgian Technical University
Georgia, Tbilisi

In the conducted theoretical and experimental studies, new results were obtained on the design of concrete sleepers, reinforced on the basis of the use of BPR, straining concretes based on (НЦ-20). The use of FPUs and straining concretes makes it possible to obtain materials not only metals, but also having qualitatively new higher characteristics, which make it possible to increase the service life of structures used in aggressive environment, to reduce the metal intensity of the structures, their weight, cost and, accordingly, the complexity of construction. Such designs have a higher mechanical strength, corrosion resistance, heat-shielding and dielectric properties, non-magnetic and radiolucent.

Keywords: stressed cement, basalt plastic reinforcement, prestressed reinforcement, prestressed concrete beams.

Construction and architecture

JOINT CALCULATION OF THE SHEET PILE FENCING OF THE FOUNDATION PIT AND THE GROUND MASS SURROUNDING IT FROM THE ACTION OF STATIC AND DYNAMIC LOADS

A. Grishin
Odessa National Maritime University
Odessa, Ukraine

In this paper, we consider a pit, the vertical edge of which is reinforced with a sheet pile wall. During the production of works at the bottom of the pit or outside it, dynamic loads are possible, caused by production necessity or random circumstances. The task was to find out how such impacts would affect the strength of the wall and adjacent structures. To assess this, a joint calculation of the retaining wall and the surrounding soil massif was carried out. The solution of the task was carried out using the developed software package for PC.

The massif and the wall are modelled by an elastoplastic medium, to which the theory of plasticity is applicable, based on the associated flow law with hardening. Based on the results obtained, the analysis of

the stress-strain state of the system under consideration from the action of concentrated and distributed impulse loads applied in different parts of the wall and backfill was carried out.

Keywords: sheet pile wall, soil massif, dynamic loads, theory of plasticity, joint calculation, stress and displacement diagrams.

Management of water resources

BIOLOGICAL ADDITIVES AS KEY FACTOR FOR SOIL MOISTURE DYNAMICS

V. Grybauskienė, G. Vyčienė
Kaunas Forestry and Environmental Engineering University of Applied Sciences
Kaunas, Lithuania

In recent years, climate change trends specific to the world's regions have been observed in Lithuania. Droughts and torrential rains are increasingly being recorded, causing long-term water logging. Abundant growers of potatoes, cabbage and other vegetables are counted in years. It is estimated that the consumption of potatoes in Lithuania is more than 96 kg per capita per year. To lower droughts influence, farmers can install irrigation systems or use biological additives in the field, such as agroperlite and agrovermiculite. The experiment was conducted at the two experimental farms in Lithuania, growing '*Vineta*' potatoes. The aim of the study was to determine the dynamics of soil moisture in May-August, when different amounts (effects of different percentages) of biological additives are added to the soil. In 2020, the amount of precipitation varied during the research period. During the whole period in Pupasodis fields precipitation was 234 mm. In Šilavotas fields, it was found that 351.5 mm of precipitation fell during the observed period, which is 164.3 mm more than in the Pupasodis area. The study results show that soil temperature correlates with exponential dependence with precipitation. The correlation coefficient r = 0.69, and when assessing the relationship between soil temperature and ambient temperature, a linear dependence and R = 0.5649 were found.

Keywords: volumetric water content, soil moisture, mineral additives, precipitation.

Hydrology

CALCULATION OF FORECASTING DATA OF WATER MAXIMAL AND DEBRIS FLOW DISCHARGES ON THE EXAMPLE OF TELAVISKHEVI

R. Diakonidze, J. Phanchulidze, L. Tsulukidze, T. Butulashvili, K. Dadiani, N. Nibladze, M. Glunchadze, B. Diakonidze
Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

The article proposes a new kind of empirical relation for calculating the forecast values of mudflow for the Telaviskhevi River, which crosses Telavi to protect the city from natural disasters.

The values of mudflow obtained from existing (old) relationships are compared with the predicted mudflow values determined by the new empirical relationship.

The difference between the old and the new data is inconsequential, although the calculation of mudflow values by the old methods is based on many probabilities and is complicated. However, the equation we recommend is considerably simplified to estimate the forecasted magnitude of mudflow discharge and is at the same time reliable.

Keywords: river, water discharge, sold sediment, mudflow discharge, environmental safety.

Earth Sciences

RECOMMENDATIONS FOR THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES FOR GROWING SEEDLINGS WITH THE USE OF POLYMERIC-MINERAL MATERIAL PMM

A. Vartanyan[1)], E. Avanesyan[2)], V. Tokmajyan[2)], S. Galstyan[2)]

[1)] Yerevan Institute of Technology,

[2)] Institute of Water Problems and Hydro-Engineering Named After Academic I.V. Yeghiazarov

Yerevan, RA

The material PMM was developed at Moscow State University's Institute of Mechanics and personnel of the laboratory of natural processes directed by A.A. Shakhnazarov. In order to create technologies for their use in agriculture, urban planning, water management, waste disposal, and other economic sectors scientists from Moscow State University and ShUT for the past four years have been conducting research on the use of PMM material in small experimental plots.

Experiments conducted in the Russian Federation and the Republic of Armenia by various organizations (the Botanical Garden of Moscow State University, the Timiryazev Academy, the Institute of Agriculture of the Crimea, the company "Sadko", ShUT, the Institute of Water Management of Georgia, the Institute of Water Problems and Hydraulic Engineering of Armenia, and others) revealed that dosed mixing PMM with soils increases their moisture capacity, which in agriculture is beneficial because it will lead to a reduction in water irrigation, the cost of fertilizers, electricity and labour, and will also increase the yield of cultivated plants.

This paper presents recommendations for the development of seedling-growing technologies based on the polymer-mineral material PMM.

***Keywords**:* water, irrigation, soil, tree, agriculture.

Management of water resources

IRRIGATION WATER TARIFFS AND THEIR APPLICATION IN THE CONDITIONS OF GEORGIA

M. Vartanov, E. Kechkhoshvili, F. Lortkipanidze

Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

The article considers the issue of irrigation water charging, shows the dynamics of changes in irrigated areas of Georgia at the beginning of the 21st century and the amount of water spent on irrigation, explains the probable reasons for excessive water consumption. A brief description of the charging systems used in world practice is given, among them: based on socio-political criteria, on the "yield" and the average cost of water, their positive and negative sides are explained.

The conditions for applying binary charging and determining the values included in it are described. The example shows the advantage of calculating one of the components of fixed expenses - depreciation of fixed assets using annuities, compared to other methods. "Yield" and the average cost of water, their positive and negative aspects are explained.

Keywords: annuity method, binary tariff, depreciation, irrigation, irrigation water tariff.

Management of water resources

TRAINING OF WATER PROFESSIONALS IN AZERBAIJAN

F. Imanov[1)], M. Asadov[2)]
[1)] Baku State University
[2)] JSC Amelioration and Water Management of Azerbaijan
Baku, Azerbaijan

The article is devoted to the analysis of the situation related to the training of personnel in the field of research and management of water resources in Azerbaijan. Here is brief information about the history of training of water specialists in the country. It is shown that hydrologists and hydro geologists were trained in Azerbaijan, respectively, in the geographical and geological faculties of universities. Based on the analysis of the situation in Azerbaijan with the training of water specialists, it is proposed to include a new specialty in the Classification of undergraduate programs of higher education - "Water Resources Engineering". When developing the educational program of this specialty, the subjects taught in both "Hydrology" and "Hydrogeological Engineering" specialties should be taken into account.

Keywords: Azerbaijan, Baku State University, hydrology, hydrogeology, water resources engineering.

Environmental protection

DETERMINATION OF POTENTIAL SOIL EROSION IN THE DURUJI RIVER BASIN (NORTH-EASTERN PART OF GEORGIA) USING OF THE UNIVERSAL EQUATION “RUSLE”

I. Inashvili[1)], K. Bziava[1), 2)], Z.Tsinadze[1)], N. Beraia [2)]
[1)] Georgian Technical University
[2)] Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

Based on the application of the universal equation of soil loss from erosion (RUSLE) and GIS technology (ArcGis 10.2.2.) and using DEM raster data, the article proposes a method for calculating soil erodibility factor (*K*), cover-management factor (*C*) and support practice factor (*P*) of the Duruji river basin (north-eastern part of Georgia). The results obtained indicate a high susceptibility of the territory to water erosion, even in the areas where erosion control measures have been applied. It has been established that in order to preserve the integrity of the soil and prevent water erosion on the territory of the Duruji river basin, along with agro-reclamation measures, it is necessary to revise the existing irrigation and reclamation structures and select new protective-control measures.

Keywords: soil erodibility factor (*K*), cover-management factor (*C*), support practice factor (*P*), Geographical Information System (GIS), RUSLE.

Management of water resources

EFFICIENCY OF USING HYDRO-RESOURCES OF GEORGIA FOR ELECTRICITY PRODUCTION

I. Iordanishvili, M. Vartanov, K. Iordanishvili, L. Bilanishvili
Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

The article provides an analysis of the process of creating reservoir systems on Earth. The first reservoirs were built in Egypt 5000 years ago. Significant development of reservoir construction on Earth began in the middle Ages, on almost all continents. Reservoirs have been built since the 50s of the last century in Georgia.

Keywords: Hydroelectric power, water resources.

Environmental protection

FORMATION OF WATER QUALITY AND SELF CLEANING PROCESSES IN THE ZHINVALI RESERVOIRS*)

K. Iordanishvili, I. Iordanishvili, E. Khosroshvili,
M. Mghebrishvili, I. Kuparashvili, N. Kandelaki, L. Bilanishvili
Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

The article analyzes the factors of formation of water composition of mountain reservoirs. The dynamics of chemical changes in the water of the Zhinvali reservoir is discussed. It is noted that due to the high value of the water exchange of the Zhinvali Reservoir (full volume water exchange takes place 3 times a year); it is not the reason for the deterioration of water quality.

Keywords: Zhinvali reservoir, water exchange, chemical indicators of water.

Hydroengineering

EXAMPLES AND METHODS FOR CALCULATING THE IMPACT OF FLOOD WAVEGUIDE STRUCTURES BASED ON THE NUMERICAL SOLUTION OF THREE-DIMENSIONAL (3D) BOUNDARY VALUE PROBLEMS

Kh. Iremashvili, G. Berdzenashvili, G. Tsivilashvili
Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

The paper considers a technique that can be used to calculate the effect of various shapes and arrangements on waves generated by a flood, landslide or earthquake in a reservoir in order to select the optimal configuration.

Keywords: reservoir, dam, mudflow, landslide, earthquake, extreme wave, flood waveguide structure.

Water Management

MANAGEMENT DECISION MAKING FOR DEFICIT IRRIGATION SCHEDULING

R. Isaac, **M. Isaac**
Sam Higginbottom Institute of Agriculture, Technology and Sciences
Allahabad, India

India is an agrarian country having fourteen agro-climatic regions from humid, semi- arid to arid climate. Net irrigation supply is an important issue when there are sudden drought conditions persists in a semi-arid region. The management decision making in case of water shortages should be supported by a well-planned deficit scheduling model. It is necessary to consider all climatic factors, crop inputs and growth stages and growth parameters sustainable crop yield while scheduling irrigation in deficit condition, for better returns from agriculture.

Keywords: climatic factors; water shortages; irrigation.

Urban planning and architecture

NATURAL ENVIRONMENT, LANDSCAPE AND RECREATIONAL TERRITORIAL ZONES IN THE ABSHERON SYSTEM OF SETTLEMENTS

I. Isbatov
Azerbaijan University of Architecture and Construction
Baku, Azerbaijan

The article justifies the relevance of the topic, the main goal, and the tasks to be solved are formulated. The place and role of landscape architecture in the formation and development of the urban environment are considered. The

author concludes that today landscape recreation as one of the most important and promising ways of improving the urban population has been little studied and developed issue for its use in the design, development, and reconstruction of the urban environment.

Keywords: urban environment, landscape, population, Absheron peninsula, tourism, social and cultural ties.

Construction

SIMPLIFIED ARRANGEMENT TECHNOLOGY OF GREEN COVER ON THE LOW LOAD-BEARING CAPACITY FLAT ROOFS

L. Itriashvili[1)], I. Iremashvili[1)], N. Mskhiladze[2)], G. Kighuradze[3)], L. Zazadze[2)]
[1)] Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University
[2)] Georgian Technical University
[3)] Ltd Architectural Studio 21
Tbilisi, Georgia

There are discussed different options related to the arrangement of green roofs, local components are proposed for the light green cover substrate: black earth soil, peat and perlite. As a result of the studies, the optimal composition of the substrate, which meets the requirements, is determined, and a light cluster construction of the green roof arrangement is also proposed.

Keywords: green roof, black earth soil, peat, perlite, substrate, construction, cassettes, plant.

Earth sciences

CALCULATION OF THE MAXIMUM WATER DISCHARGE BY THE UNIT HYDROGRAPH METHOD

M. Kikabidze, J. Phanchulidze
Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

The article discusses the improvement of surface runoff calculating methods using modern engineering and practical calculation methods.

We have obtained the law of increasing the length of the active area in time, which is quite similar to the dependence x = x(t) obtained in theory. Thus, the speed of the active area increase in the direction against water flow to the watershed is expressed by the same law as the speed of surface runoff identical to a water flow direction from the watershed to the water mouth.

Keywords: surface runoff, active area, catchment area, precipitation intensity.

Environmental Protection

RIVERBED PROCESSES EXISTING IN THE MUDFLOW CHANNEL, DEBRIS FLOW STABILITY AND MUDFLOW MARGINAL VELOCITY

Kh. Kiknadze
Ts. Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

Determining bedrock processes, due to its complexity, is related to many interrelated factors between flood energy characteristics and duct geometry.

Due to the above, the ongoing bedrock processes in the floodplains are specific and it is diametrically different from the ongoing processes in the self-forming watercourses, in the natural riverbeds. Evaluation of bedrock processes considering the influence of morphometric parameters is one of the interesting results of scientific studies.

Investigations of the ongoing bedrock processes in the debris flow confirm that the debris flow in the formation stage is related to energy characteristics, among which attention is paid to flow rate, slope, flow velocity, and so on.

Keywords: debris flow duct, bed, deformation.

Urban planning and architecture

URBAN PLANNING AND THE PROBLEMS OF MODERN ARCHITECTURE

G. Kighuradze[1)], A. Ujma[2)]

[1)] Ltd Architectural Studio 21
Tbilisi, Georgia
[2)] Czestochowa University of Technology,
Czestochowa, Poland

The article considers the global problems of modern urban planning, urbanization, architecture and their main underlying causes. It is also discussed that modern multifunctional areas should be adapted to a different unified plan and rules of action, that modern urban planning and architectural decisions should be based on new approaches such as: the principle of building materials, scale, style, proportions, uniqueness, monochrome aesthetics and landscape.

Keywords: urban planning, urbanization, crises, aesthetics, heritage, building materials, landscape, monochrome, uniqueness.

Hydrotechnic and reclamation

THE SOIL-RECLAMATION ZONING OF DRYING ZONE OF ZUGDIDI MUNICIPALITY AND HYDRO TECHNICAL RECOMMENDATIONS

Sh. Kupreishvili[1)], P.Sichinava[1)], G. Kupatadze[2)], Q. Qukhilava[2)]

[1)]Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University
[2)] Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

It is substantiated that the Colchi's lowland is a more difficult reclamation object at the example of Zugdidi municipality. In its swamping process participated atmospheric precipitation, alluvial and deluvial waters, and in its western part the influence of groundwater is also evident. Wetlands are also facilitated by small, almost narrow plain terrain and poor physical and aquatic properties of soils.

Soil-reclamation zone was based on the level of natural drainage, according to which 1-coastal lands were allocated; 2- Swamp and swampy lands; 3 - narrow lands; 4. Weakly degraded lands; 5. Insufficiently defined lands;

Recommendations for the effective operation of drying systems in Zugdidi Municipality in order to create and maintain the reclamation background necessary for plant growth and development on dry lands: unwavering adherence to reasoned design decisions, smooth drainage of excess water from drained areas and drainage networks without flooding and clogging, prevention of accumulation of vegetation, sediment, plant roots and other objects (which interfere with the normal functioning of the canals) in the beds of the intake and water channels. Maintaining sustainable transverse and longitudinal design profiles of drying channels; Maintaining the normal technical condition of the buildings on the drying system, the network of exploitation roads, the limit dams, the internal infrastructure; Ensure the proper condition of the crossings on the dams and canals.

Keywords: Colchi's lowland; reclamation; drainage; soil.

Hydrology

PRIVATE SOLUTION FOR DEBRIS FLOW ENGINEERING PROBLEMS

E. Kukhalashvili, N. Beraia
Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

It is difficult to select such places in the debris flow channel where the flow movement, except for exceptions, is characterized by the invariance of the hydraulic regime and characteristic parameters. Based on this, in order to select regulatory measures, the paper evaluates the abnormality of flows, obtains the differential equation of unsteady motion, which is in full agreement with the mechanics of anomalous fluids. The possibilities of behaviour in link flow channels and the calculation model of the free surface area have been obtained.

Key words: unsteady motion, anomalous fluids, prismatic bed.

Energy retrofitted and indoor environmental conditions

INTERIOR ENVIRONMENT QUALITY AND PEOPLE'S FEELINGS IN ENERGY RETROFITTED EDUCATIONAL BUILDINGS

A. Lis, P. Lis
Czestochowa University of Technology
Częstochowa, Poland

One way of increasing the energy efficiency of buildings is through projects related to their energy retrofitting. Activities related to the reduction of the energy consumption of buildings should be correlated with the improvement of interior environmental conditions. However, errors in the implementation of the energy efficiency program may result, inter alias, in the deterioration of interior air quality and the appearance of the sick building syndrome phenomenon. The paper presents the results of studies carried out in several educational buildings before and after energy retrofitting. The studies included the energy performance of buildings and the selected parameters of the interior microclimate. This analysis was carried out in order to assess the impact of energy-saving measures on the conditions of the interior microclimate. During the study, negative symptoms, identified with the long-term usage of the rooms in the buildings, were observed. It was found in many cases that the commonly used gravity ventilation is not able to ensure the proper air quality in rooms, and the concentration of carbon dioxide recorded in the tested rooms exceeded the applicable standards.

Keywords: energy retrofit, educational buildings, interior microclimate parameters, interior air quality, sick building syndrome.

Amelioration

THE PLANT TOPINAMBURS (TUBEROSUS) FIELD - SCIENTIFIC RESEARCH RESULTS AND ITS EVALUATION

F. Lortkipanidze
Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute of
Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

The article evaluates the physical and mechanical properties of the soils in the area of the land reclamation experimental base of Gardabani district in the Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, and the possibilities of Topinamburs growing on these soils.

On the basis of theoretical and laboratory research have been determined the chemical composition of the soils of the village of Gamarjveba, irrigation indicators and the rate of Topinamburs irrigation.

Keywords: Topinamburs, soil granulometry, irrigation rate.

Environmental protection

THE SAFE TRANSIT OF THE FLOW IN A MUDFLOW BED

L. Maisaia
Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

Safe transit through ducts without the worry of debris flow - worry-free overflow is related to the height of the resistance encountered and the flow patterns. When a structure of a vertical pressure surface working on the principle of a sluice is used to regulate the flow, a calculation model is adopted to select its height. The impact of the structure on the flow is considered without concern and the generation of backwash.

Keywords: debris flow, transit, oncoming resistance, backwave.

Water Management

THREATS OF LOSS OF MELIORATIVE INFRASTRUCTURE AND HARVEST DURING THE OCCUPATION OF KHERSON AND ZAPORIZHZHIA REGIONS BY TROOPS OF THE RUSSIAN FEDERATION

T. Matiash, S. Shevchuk, I. Shevchenko A. Krucheniuk
Institute of Water Problems and Reclamation of NAAS,
Kyiv, Ukraine

The negative impact and consequences of the occupation of part of the territory of Kherson and Zaporizhia regions by Russian troops on agricultural production and operation of the North Crimean and Kakhovka irrigation systems are considered. The loss of harvest and lost profits from obstruction of sowing works were estimated on the basis of a comparative analysis of previous years, irrigation areas, and agricultural production. According to the results of statistical processing of climate data, the years similar to 2022 were identified, and evapotranspiration and irrigation rates are calculated to cover the water balance deficit. Based on remote sensing data, the loss of significant irrigation areas for agricultural production has been confirmed which will further cause a shortage of food resources in foreign and domestic markets.

Keywords: Russian-Ukrainian War, irrigation system, water management, remote sensing, climate data, evapotranspiration.

Environmental protection

THE EFFICIENCY OF NEW, ECOLOGICALLY SAFE MICRO-FERTILIZER "COMPLEX - CO" FOR THE CEREALS CULTIVATION

H. Mirimyan[1)], B. Babayan[1), 2)], T. Soghomonyan[1)],
S. Galstyan[3)], H. Martirosyan[4)], A. Mikaelyan[1)]
[1)] National Polytechnic University of Armenia
[2)] SPC “Armbiotechnology” NAS RA, SNPO
[3)] Yerevan Institute of Technology
[4)] National Agrarian University of Armenia
Yerevan, Armenia

The study presents influence of a new complex preparation "Complex - Co", with plant growth stimulating effect on cereals cultivation. Influence on the speed of shed-off a barley, emmer, triticale from grain cereals was assessed. Preparation was developed in the base laboratory of NPUA "Creation and quality control of agricultural pesticides" and is product of acidic processing of waste of winemaking: natural cream of tartar. Preparation is in demand in green agriculture, is a combination of additives (amino derivatives of natural tartaric acid, colamine and micro-nutrient elements) providing the target properties and improves soil behaviour. It is proved that the growth stimulator "Complex-Co" is also quite effective in foliar nutrition with grain cereals.

Keywords: micronutrient, plant growth stimulator, chelate complex, tartaric acid, green agriculture, foliar feeding.

Environmental Protection

EVALUATION OF MODERN TRENDS OF MAXİMAL FLOW AND FLOOD RISK ASSESSMENT (CASE STUDY GOYCHAY AND TURYANCHAY)

A. Nuriyev, N. Gasymova
Baku State University
Baku, Azerbaijan

Modern climate change has a profound effect on all components of the Earht's hydrosphere, including the water resources and regime of the oceans, seas, rivers, lakes, groundwater, glaciers and swamps.

In order to study the impact of climate change on the maximal flow of the Shirvan rivers, observation data on the example of Goychay and Turyanchay were analyzed. Flood risk of river basins was also assessed using a geographic information system. The research area is the Shirvan zone of the Greater Caucasus natural region. In this research used archival materials, data from hydrological observation stations located in the area, Azersky, LANDSAT and Sentinel-2 satellite images from the Earth Explorer website and the results of researchers to analyze the dynamics and changes in the long-term runoff of the both rivers.

Analysis of fluctuations in maximum water discharge over many years shows that the average annual water flow varies. Therefore, in order to study the multi-year fluctuations of Goychay and Turyanchay rivers, both difference integral curves and linear trend analysis were performed, and the direction of maximum flow fluctuations of the selected rivers was determined. A comparison of linear trends shows that there has been a decline in both of rivers. Same time statistics shows that number of flood events had significantly increased. ArcGIS software, one of the GIS technologies, was used in this study. Annual precipitation, geological structure, drainage density, slope, aspect, land use, land cover and distance to streams were used as data sets, and the Multi-Criteria Decision Making Method was used as a method. As a result, flood risk areas were identified and assessed for the study area. As result of investigation flood risk map developed for rivers basins.

Keywords: modern changes, maximum river flow, flood risk, integral curves, linear trend analysis.

Water Management

WATERFALLS OF AZERBAIJAN AS TOURIST OBJECTS

E. Nuriyev, I. Akhmedova
Baku State University
Baku, Azerbaijan

The article considers the waterfalls of Azerbaijan as objects of tourist visits. Particular attention is paid to the largest and most attractive waterfalls, such as Afurdzha, Seven Beauties, Ram-Rama, Laza, Ilisu, Katechchay, Takdam, Pazmari, Mamyrly, Galabin, Abdal Cascade, etc. extreme tourism, requiring the use of certain equipment designed to overcome water obstacles, climbing, rappelling, diving, swimming, etc.
The article concludes that it is necessary to create a certain infrastructure and tourist routes to attract tourists.

Keywords: waterfall, attractiveness, hiking, extreme tourism, ice climbing, river bed.

Environmental protection

TRANSPORT OF POLLUTANTS BY ATMOSPHERIC FLOWS WITHIN MAJOR INDUSTRIAL CENTER

A. Olshtynska, Ye. Nasedkin, G. Ivanova
Institute of Geological Sciences of National academy of science of Ukraine
Kiev, Ukraine

The results of biennial natural and laboratory observations of the laws of distribution of sedimentation material in the air media, as well as the relationship of its natural and anthropogenic components are presented in the article.

Keywords: atmospheric aerosol, monitoring, heavy metals.

Water Management

DYNAMICS OF TOTAL SUSPENDED MATTER AT MAJOR FISHING PORTS ALONG THE SOUTHERN BLACK SEA

K. Özşeker[1)], K. Seyhan[2)], U. Khan[1)], Ş. Atasaral[2)], A. Şahin[2)]
[1)] Institute of Marine Science and Technology,
Karadeniz Technical University
[2)] Karadeniz Technical University,
Trabzon, Turkey

Total suspended matter (TSM) concentration is an important biogeochemical parameter for water quality management and sediment-transport studies. In this study, we aimed to examine the dynamics of suspended matter in the ports of Fındıklı and Hopa, where fishing activities are most intense in the Southeast Black Sea Region. In this context, the samplings were carried out in November, December, January and February to cover the winter season of 2022. The samples were evaluated in two different water columns, surface and bottom layer, from 9 different stations for each port. TSS is anything that is captured by filtering the sample aliquot through a specific pore size filter. For this reason, 47 mm, 0.44 μm GF/F filters were used in the research method. In the port of Fındıklı, TSM concentrations vary from 7.16-34.52 mg/L at surface, and 3.15-22.41 mg/L at bottom on November, 3.7-28.61 mg/L at surface, and 3.1-20.11 mg/L at bottom on December, 6.1-42.16 mg/L at surface, and 2.78-20.65 mg/L at bottom on January, 9.64-30.11 mg/L at surface, and 3.66-16.71 mg/L at bottom on February. In the port of Hopa, TSM concentrations vary from 8.14-36.41 mg/L at surface, and 2.87-20.24 mg/L at bottom on November, 4.23-26.31 mg/L at surface, and 2.2-13.42 mg/L at bottom on December, 8.24-48.2 mg/L at surface, and 4.11-25.41 mg/L at bottom on January, 7.68-27.61 mg/L at surface, and 1.76-10.34 mg/L at bottom on February. According to these results, TTS values of Hopa port were higher than Fındıklı port. In addition, the stations with the highest values in both ports are the stream discharge points where terrestrial input is intense, depending on the direction and intensity of the current.

Keywords: total suspended matter, port, fishing, Black Sea.

Environment protection

EXAMINATION OF THE DYNAMICS OF CHANGES IN A LAKE COAST LINE WITH A 3D LASER SCANNER

J. Pawłowicz[1)], G. Gavardashvili[2)]
[1)] University of Warmia and Mazury in Olsztyn,
Olsztyn, Poland
[2)] Ts. Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University (GTU),
Tbilisi, Georgia

3D laser scanners are very useful in measuring the variability of the sea shore. Their main advantage is the ability to observe the entire surface of the beach while complying with the regulations on the protection of the shores of water reservoirs. As a result of the scanning, we obtain an actual map of the terrain, homogeneous in terms of scale, on the basis of which we can determine the changes taking place in the shoreline of water reservoirs. The laser scanning technology allows the analysis of the size of erosion and accumulation thanks to the possibility of scanning even very long sections of the beach with high accuracy.

Information on the relief obtained from laser scanning can be combined with data obtained by other research methods, e.g. bathymetry. 3D laser technology also provides many new functions useful for the measurement of marginal variability. Thanks to data processing in specially designed programs, it is possible to quickly calculate the volume of sand, make cross and longitudinal sections of the beach, indicate the highest and lowest point of the beach, assess the width of the shore, etc. This allows for an accurate assessment of the phenomena occurring on the lake shore.

Keywords: point cloud, terrestrial laser scanning, field measurements, and virtual model.

Hydrology and Meteorology

CALCULATION OF HYDROPOWER POTENTIAL ON THE EXAMPLE OF THE TSKHENISTSKALI RIVER

B. Pipia, M. Mardaleishvili, G. Tsivkarashvili,
N. Kikacheishvili, T. Shoshiashvili
Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

When calculating the hydropower potential of rivers, it is important to consider the amount of ecological flow from the hydropower facilities downstream. This creates opportunity to determine the actual hydropower potential, which can be used in line with environmental requirements. For this purpose, according to the method developed by us, the calculation of environmental water consumption and its corresponding ecologically appropriate hydropower potential at the intersection of river Tskhenistskali Rtskhmeluri HS has been carried out.

***Kaywords**:* hydropower potential, Environmental Discharge, Environmental protection.

Water Management

ANALYSIS OF HYDROMELIORATIVE MEASURES IMPLEMENTED IN AGRICULTURE IN WORLD EXPERIENCE

V. Rzayev, S. Salimli
Azerbaijan Hydrotechnics and Melioration Scientific-Production Union
Baku, Azerbaijan

The article focuses on the recent problem of water scarcity in the world, its impact on agriculture and the elimination of these impacts by different countries through hydro-ameliorative measures. Thus, research in the field of agricultural economics in the world aims to identify the incomes from food production, as well as reducing the costs of farmers and suppliers in the production of products. Many research topics examine important issues such as food security, increasing agricultural efficiency, proper use of land for quality production, water scarcity, and global climate change. The problem of land melioration has been in the attention of the peoples and governments of many countries for many years. At present, large areas of many arid zones in the world are protected from swamping and salinization through the application of irrigation melioration. However, in some countries a large area of agricultural land has lost its fertility due to unsatisfactory melioration. For this reason, the proper implementation of the process of land melioration has become one of the most important terms. In this regard, the article tries to study the world experience by analyzing the measures taken in different countries to solve the problem.

Keywords: water resources, water scarcity, world experience, agriculture, irrigation water, evaluation.

Environmental protection

STUDY OF POLLUTION CAUSED BY HEAVY METAL IN INDUSTRIAL REGIONS OF GEORGIA

T. Supatashvili[1)], Sh. Kupreishvili[2)], M. Shavlakadze[3)], M. Guguchia[4)]
[1)] University of Georgia
[2)] Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University
[3)] Tbilisi Humanitarian Teaching University
[4)] N(N)LP Ecocenter for Environmental Protection
Tbilisi, Georgia

The paper presents the ecologically polluted zones in Georgia, namely: Bolnisi, Chiatura and Zestaponi regions. The concentrations of heavy metals in the soil are studied and compared with the maximum allowable concentrations**.** The results of the analysis show that the content of copper, zinc, lead

and manganese is very high and in some cases even exceeds 20 times the GDC, which of course poses a serious environmental problem and requires the development of timely and effective measures to reduce pollution.

Keywords: heavy metals; pollution; soil.

Construction and Architecture

PROSPECTS FOR GREEN BUILDING IN THE FUTURE RESTORATION OF UKRAINE

T. Tkachenko[1)], V. Mileikovskyi[2)], A. Ujma[3)]
[1), 2)] Kyiv National University of Construction and Architecture
Kyiv, Ukraine
[3)] Czestochowa University of Technology,
Czestochowa, Poland

In 2014, the Russian federation attacked Crimea and the East of Ukraine. 24 February 2022 the federation attacked the most of Ukrainian lands. Some cities such as Mariupol are almost destroyed. Other towns and cities are destroyed partially. The most important tasks for today and the closest future are rebuilding and restoring broken buildings. The most important requirements for restoring Ukraine are: energy independence, restoring and improving the environment, stable logistics and transport, low cost.

Green construction is a promising technology for this. The main priority of green construction is the construction of buildings and their operation, which don't harm the environment. One of the important green construction facilities is green structures. Research at the Kyiv National University of Construction and Architecture gives numerical values of the positive effects of green structures. The thermal resistance of the vegetation layer has been obtained. The cooling effect of evapotranspiration is 1...3.5 K by Lolium Perenne and 1.2...4 K by Parthenocissus. The author's green roof has successfully operated for more than 16 years. Rain-garden bands are a new author's green structure for roads and highways, which act as sponge facilities to prevent flooding. This allows for more stable logistics and transport including environment-friendly ones. To achieve maximum efficiency, it is necessary to systematically implement these structures, which requires a regulatory framework.

Because of the war, the EU is imposing sanctions on Russia, including on energy resources. The European Union is acutely aware of the need for energy independence. Therefore, improving energy efficiency is of key importance for Poland, other EU countries and Ukraine. To solve these tasks, green construction is a promising technology for the near future.

Keywords: war, restoring, green constructions, green structures, energy efficiency, rainwater management.

Environment protection

SURFACE WATER QUALITY IN OLEKSIIVSKE RESERVOIR AND PETRENKIVSKIY POND – KHARKIV CITY, UKRAINE (PERIOD: 2006 – 2020)

K. Utkina[1)], A. Garbuz[2)], M. Kulyk[2)]
[1)] Wegener Center for Climate and Global Change, University of Graz
Graz, Austria
[2)] V. N. Karain Kharkiv National University
Kharkiv, Ukraine

The paper presents analysis of dynamics in water quality for two main recreational areas located in Kharkiv: the Petrenkivskiy pond and the Oleksiivske reservoir. Period of study: 2006-2020, time: May-June and August-September. Average data are presented. Laboratory data were compared with national UA standards and European ones. This paper can be considered as a prolongation of analysis, performed in [2]. Conclusions were made for the following key parameters: dissolved oxygen and BOD_5, total mineralization, biogenic substances content, Oil products and surfactants, toxic heavy metals content. Recommendations for improvement of water quality were developed.

Keywords: surface water quality, recreational area, chemical analysis.

Environmental protection

ENVIRONMENT CONTAMINATION WITH PETROLEUM PRODUCTS WITHIN THE DENDROLOGICAL PARK "OLEKSANDRIYA"

O. Shpak, R. Havryliuk, O. Lohvinenko, O. Kurilo
Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine
Kiev, Ukraine

Within the territory of the dendrological park "Oleksandriya" subsurface contamination with petroleum products, the source of which is a former aircraft repair plant, has existed for a long time. The circumstances of the formation of ecological and hydrogeological situation on the territory of the dendrological park under the influence of petroleum contamination from the technogenic loaded area are considered in order to create the system of control of potentially negative impact on the environment and plan remedial actions. The creation of the eco-industrial park Bila Tserkva will minimize the man-made impact on the state of the environment within the dendrological park.

Keywords: dendrological park, environment, contamination, petroleum products, eco-industrial park.

Water Management

PECULIARITIES OF WATER-PHYSICAL PROPERTIES OF KOLKHETI PERMEABLE SOILS

V. Shurghaya, E. Kechkhoshvili, G. Vakhtangishvili, L. Kekelishvili, S. Modebadze
Ts. Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

The paper discusses the peculiarities of sedimentary soils of the Kolkheti lowland, explains the mechanism of their sedimentation and its causes, and provides a schematic map of the soils of this region. As a result of long-term observations and study of the material on the bonded soils of different regions of the world, it has been established that the strongly compacted heavy soils of Kolkheti can be attributed to the hydromorphic Montmorillonite bond soils. It has been established that the permeation process is mainly related to the hydration of soil colloids; however, when such soil dries, an inverse process is observed - the formation of cracks. The alternation of permeation processes does not practically affect the soil permeation ability; Relevant graphs are presented here, which show the process of different soils permeation and their differences with non-permeable soils; To assess the physical and chemical condition of soils, it is recommended to introduce a universal criterion in terms of specific surface energy; Measures to improve the characteristics of permeable soils are set: increase the content of organic matter in the soil, introduction of phosphates (in the form of phosphate-gypsum), pesticides and others.

Keywords: permeable soils, moisture, full moist capacity, soil bulk density, and soil porosity.

Management of water resources

GROUND WATER MONITORING OF THE IRRIGATED AND RECLAIMED LANDS IN AZERBAIJAN

K. Khasaev, A. Rakhimova
Azerbaijan Scientific-Production Association
of Hydraulic Engineering and Amelioration
Baku, Azerbaijan

The article provides information on the requirements for an observational network for monitoring the groundwater regime assesses the provision of these observational networks for irrigated and reclaimed lands in the republic and offers recommendations for a prompt and correct assessment of the ameliorative state of irrigated lands.

Keywords: monitoring, irrigation water, irrigated areas, water reservoirs, ameliorative control, salinization.

Earth Sciences

FIRE-FIGHTING MIXTURES USING POLYMER MINERAL COMPOSITE

E. Khosroshvili, L. Itriashvili, G. Natroshvili

Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute
of Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

An analysis of existing fire-fighting methods and preparations has been conducted and their pros and cons have been identified.

New, highly effective, inexpensive and environmentally safe antipyrogens are obtained from mechanical mixtures of polymer mineral composite and all kind of inert fillers of Georgian bentonite clays. Their experimental tests have been carried out.

Keywords: fire, extinguishing, prevention, polymineral composite, inert fillers, water, antipyrogens.

ქ რ ო ნ ი კ ა

ინფორმაცია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის მოღვაწეობის შესახებ 2022 წ.

ინსტიტუტში, რომელიც დაფუძნებულია 1929 წლიდან, ამჟამად მუშაობს 79 თანამშრომელი, აქედან 51% მეცნიერი თანამშრომელია, მათ შორის: 1 - საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის აკადემიკოსი, 4 - საინჟინრო აკადემიის წევრი, 5 - მეცნიერებათა დოქტორი, 27 - აკადემიური დოქტორი, 2 - დოქტორანტი და 17 - მაგისტრი.

ინსტიტუტის სამეცნიერო კვლევითი საქმიანობა

- ინსტიტუტის მეცნიერი თანამშრომლების მიერ 2022 წლის პერიოდულ გამოცემებში გამოქვეყნდა 50-მდე სტატია, 5 მონოგრაფია და 4 სახელმძღვანელო;
- ინსტიტუტში მუშავდება სამეცნიერო პროგრამული დაფინანსების თემის „**წყლის რესურსების უსაფრთხოება და ინტეგრირებული მართვა კლიმატის ცვლილების გათვალისწინებით**“ (თემის სამეცნიერო ხელმძღვანელი - საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის აკადემიკოსი გივი გავარდაშვილი) 6 ქვემიმართულება, დარგებში: წყალთა მეურნეობა, მელიორაცია, გარემოს დაცვა და ჰიდროტექნიკური ნაგებობები.

ინსტიტუტის სამეცნიერო ურთიერთობები

საქართველო

- 2022 წლის 6 იანვარს ინსტიტუტის გორის საცდელ-სამელიორაციო ეკოლოგიური პუნქტში მწყობრში ჩადგა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის ავტომატიზირებული მინიმეტეოსადგური, რომელიც ყოველ 1 საათში ავტომატურ რეჟიმში ინსტიტუტს მოაწვდის ინფორმაციას მეტეომონაცემების შესახებ.

  ავტომატური მეტეოსადგური შეძენილია და დამონტაჟდა შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის საგრანტო პროექტის #FR17_615 ,,მოწყვლადი ინფრასტრუქტურის უსაფრთხოების რისკების შეფასება მოსალოდნელი კატასტროფების ფორმირებისას” ფინანსური მხარდაჭერით.

ფოტო 1-4. სტუ-ს ც. მირცხულავას სახ. წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორი, აკადემიკოსი გ. გავარდაშვილი ინსტიტუტის გორის საცდელ-სამელიორაციო ეკოლოგიური პუნქტში მინიმეტეოსადგურის დამონტაჟებისას

Photos 1-4. Director of the Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, Academician G. Gavardashvili during the installation of the minimeteorological station

- 2022 წლის 21 თებერვალს ჩატარდა საველე-სამეცნიერო ექსპედიციური კვლევები საქართველოს სამხედრო გზის კობი-გუდაურის მონაკვეთზე. კვლევები განხორციელდა შ. რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გამოყენებითი საგრანტო პროექტის (CARYS-19–305) „თოვლის ზვავის საწინააღმდეგო ინოვაციური კომპლექსური ღონისძიება“ და მსოფლიო ბანკის დაფინანსებით. კვლევებს აწარმოებდა სტუ-ს ც.მირცხულავას სახ. წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორი, აკადემიკოსი გ. გავარდაშვილი.

ფოტო 5-9. სტუ-ს ც.მირცხულავას სახ. წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორი, აკადემიკოსი გივი გავარდაშვილი საველე-სამეცნიერო ექსპედიციური კვლევების განხორციელებისას

Photos 5-9. Director of the Tsotne MIrtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, Prof. G. Gavardashvili during the during the implementation of scientific field-expeditionary research

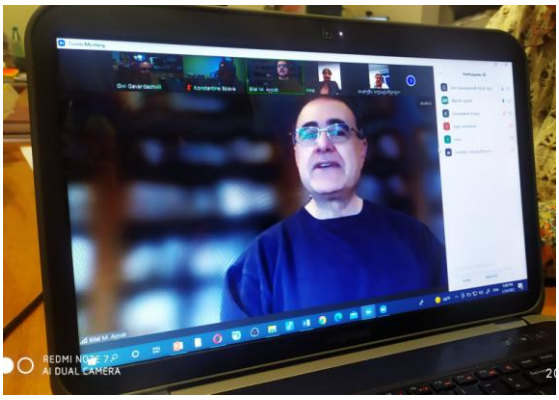
- 2022 წლის 22-23 თებერვალს საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის (სტუ) სამშენებლო ფაკულტეტზე, შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გამოყენებითი სამეცნიერო საგრანტო პროექტის #AR-18-1244 „ღვარცოფსარეგულაციო ელასტიკური ბარაჟი“ ფინანსური ხელშეწყობით, წარმატებით დაიცვეს სადისერტაციო ნაშრომები და მიენიჭათ დოქტორის აკადემიური ხარისხი მშენებლობაში სტუ-ს ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის თანამშრომლებს:

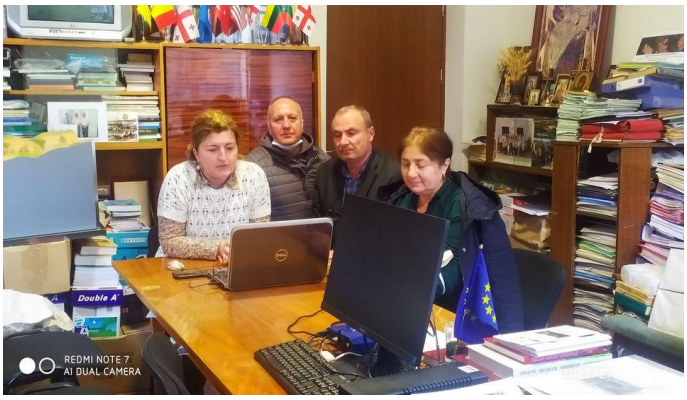
1. ქეთევან დადიანს (სამეცნიერო ხელმძღვანელი - პროფესორი გივი გავარდაშვილი);
2. ხათუნა კიკნაძეს (სამეცნიერო ხელმძღვანელი - პროფესორი გივი გავარდაშვილი);
3. ლია მაისაიას (სამეცნიერო ხელმძღვანელი - პროფესორი ედუარდ კუხალაშვილი);
4. ნანა ბერაიას (სამეცნიერო ხელმძღვანელი - პროფესორი ედუარდ კუხალაშვილი).

ფოტო 10-13. სტუ-ს ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის თანამშრომლები: ქეთევან დადიანი, ნანა ბერაია, ლიკა მაისაია, ხათუნა კიკნაძე სადისერტაციო ნაშრომების დაცვისას

Photos 10-13. Employees of the Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute of GTU: Ketevan Dadiani, Nana Beraya, Lika Maisaia, Khatuna Kiknadze at the their dissertations defendense

- 2022 წლის 24 თებერვალს საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტში შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფუნდამენტური კვლევების №FR 17_615 საგრანტო პროექტის „მოწყვლადი ინფრასტრუქტურის უსაფრთხოების რისკების შეფასება მოსალოდნელი კატასტროფების ფორმირებისას“ ფარგლებში გაიმართა გრანტის შემსრულებლებისა და უცხოელი მეცნიერ-კონსულტანტის, მერილენდის უნივერსიტეტის (აშშ) პროფესორ ბილალ აიუბის (მერილენდის უნივერსიტეტის ტექნოლოგიისა და სისტემების მართვის ცენტრის დირექტორი და სამოქალაქო და გარემოს დაცვის ინჟინერინგის დეპარტამენტის პროფესორი) ონლაინ სამუშაო შეხვედრა. საგრანტო პროექტის ხელმძღვანელმა (პროფ. გივი გავარდაშვილი), კოორდინატორმა (ასოც. პროფ. თამრიკო სუპატაშვილი) და შემსრულებლებმა (ასოც. პროფ. კონსტანტინე ბზიავა, მეცნიერ თანამშრომელმა ირმა ქუფარაშვილმა) წარმოადგინეს ინფორმაციული მოხსენებები შესრულებული სამეცნიერო მუშაობის შესახებ, რომელსაც მაღალი შეფასება მისცა უცხოელმა კონსულტანტმა. მოხსენებისას ყურადღება გამახვილდა პროექტის ინტერნაციონალიზაციის მნიშვნელობაზე და დაისახა სამომავლო თანამშრომლობის გეგმები. სამუშაო შეხვედრას ესწრებოდა სამეცნიერო ფონდის წარმომადგენელი.





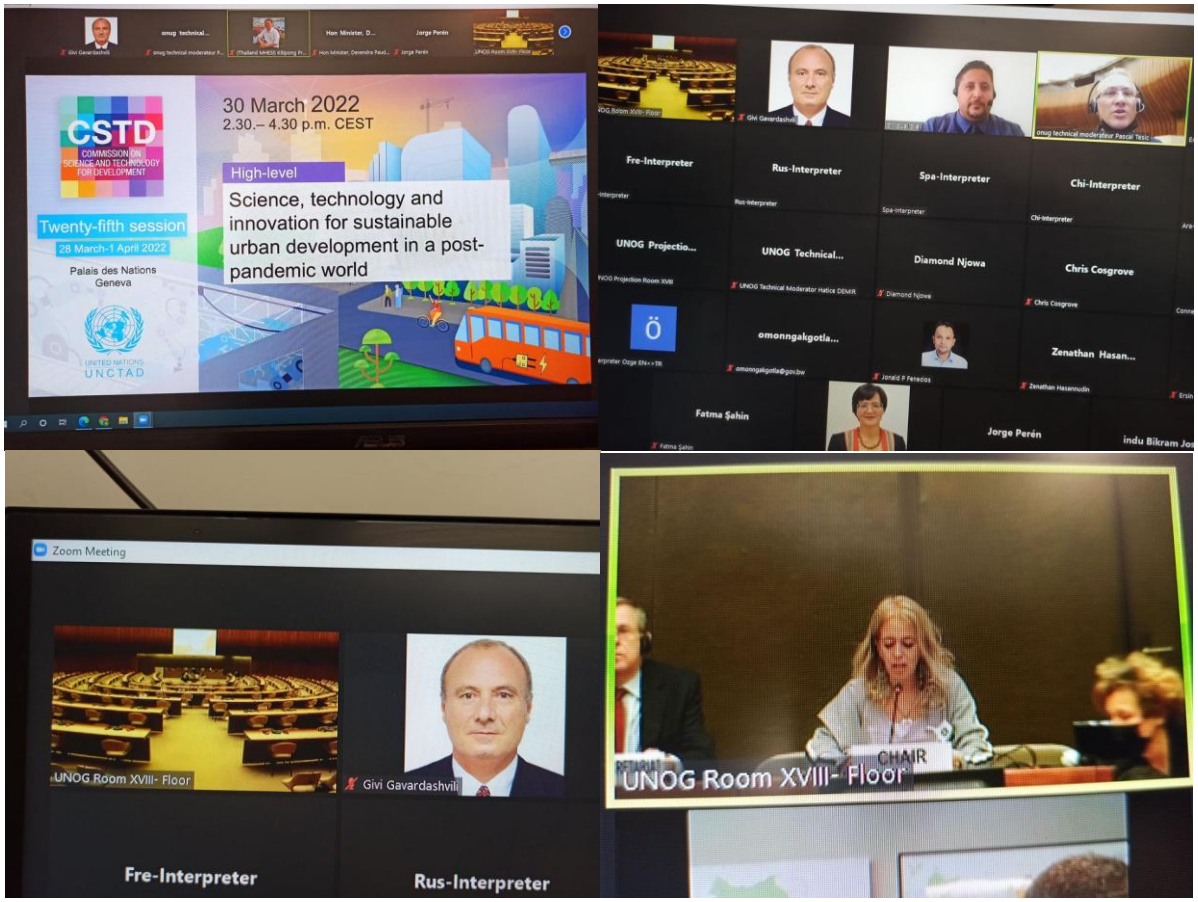
ფოტო 14-17. სტუ-ს ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის თანამშრომლები სამუშაო ონლაინ შეხვედრისას
Photos 14 - 17. Employees of the of Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute of GTU during a working online meeting

- 2022 წლის 15 მარტს საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნულ აკადემიაში გაიმართა სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა და საინჟინრო მეცნიერებებისა და ინფორმაციული ტექნოლოგიების განყოფილებების გაერთიანებული სხდომა აკადემიკოსობის კანდიდატთა მოხსენებების შესაფასებლად. საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნულ აკადემიაში მოხსენებით წარსდგა სტუ-ს ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორი, პროფ. გივი გავარდაშვილი.

ფოტო 18-19. საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნულ აკადემიაში სხდომის მიმდინარეობისას
Photos 18-19. During the session at the National Academy of Sciences of Georgia

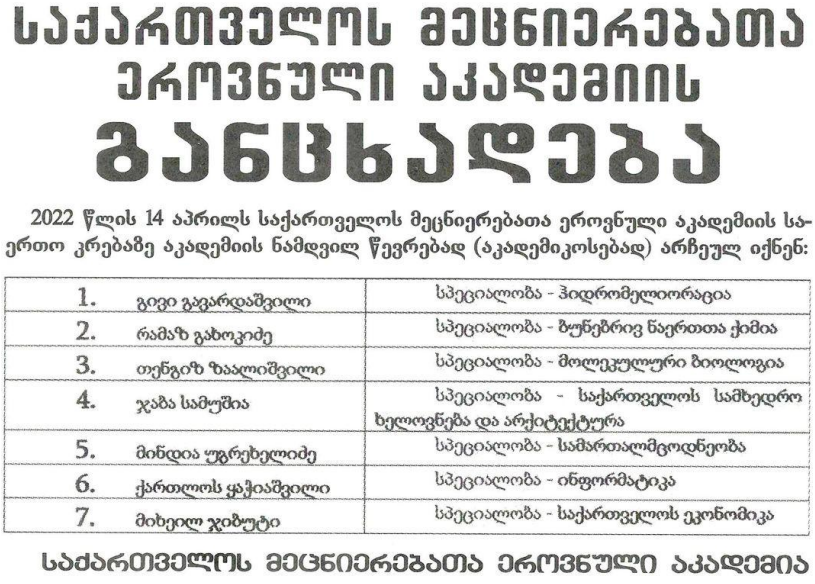
- 2022 წლის 30 მარტს გაეროს შტაბ-ბინაში, ქ. ნიუ-იორკში გაიმართა გაეროს ვაჭრობისა და განვითარების კონფერენცია. კონფერენციაში მონაწილეობდა მსოფლიოს 110 ქვეყნის წარმომადგენელი. მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების განვითარების კომისიის გაეროს 25-ე

სესიაზე მონაწილებას (ონლაინ რეჟიმში) იღებდა სტუ-ს ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორი, აკადემიკოსი გივი გავარდაშვილი.



ფოტო 20-23. კონფერენციის მიმდინარეობისას
Photos 20-23. During the conference

- 2022 წლის 1 აპრილს საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის საერთო კრებაზე აკადემიის ნამდვილ წევრად არჩეულ იქნა სტუ-ს ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორი, აკადემიკოსი გივი გავარდაშვილი.



საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის

განცხადება

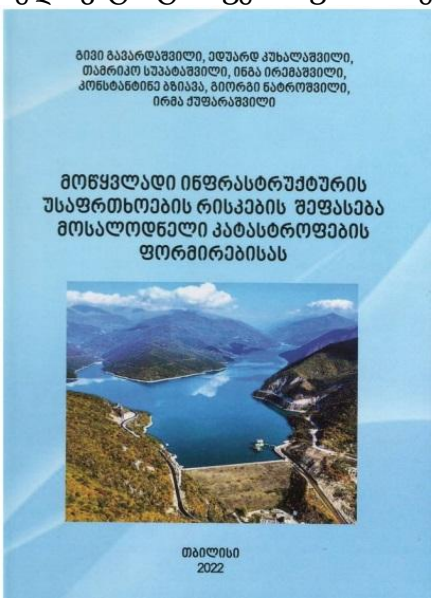
2022 წლის 14 აპრილს საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის საერთო კრებაზე აკადემიის ნამდვილ წევრებად (აკადემიკოსებად) არჩეულ იქნენ:

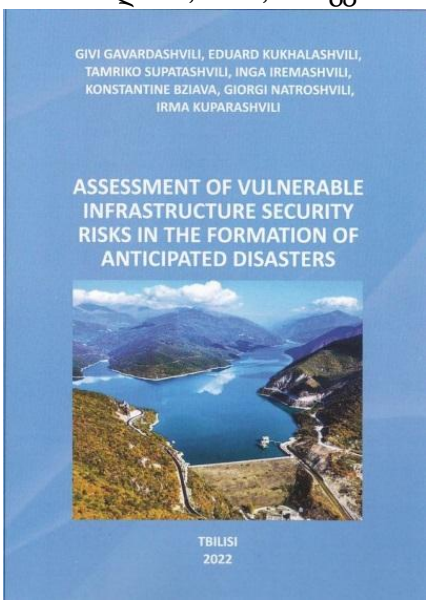
1.	გივი გავარდაშვილი	სპეციალობა - ჰიდრომელიორაცია
2.	რამაზ გახოკიძე	სპეციალობა - ბუნებრივ ნაერთთა ქიმია
3.	თენგიზ ზაალიშვილი	სპეციალობა - მოლეკულური ბიოლოგია
4.	ჯაბა სამუშია	სპეციალობა - საქართველოს სამხედრო ხელოვნება და არქიტექტურა
5.	მიწდია უგრეხელიძე	სპეციალობა - სამართალმცოდნეობა
6.	ქართლოს ყაჭიაშვილი	სპეციალობა - ინფორმატიკა
7.	მიხეილ ჯიბუტი	სპეციალობა - საქართველოს ეკონომიკა

საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია

ფოტო 24. საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის განცხადება
Photo 24. Statement of the National Academy of Sciences of Georgia

- 2022 წლის 29 აპრილს შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის საგრანტო პროექტის #FR 17_615 ფინანსური მხარდაჭერით ქართულ და ინგლისურ ენაზე გამოიცა მონოგრაფია ,,მოწყვლადი ინფრასტრუქტურის უსაფრთხოების რისკების შეფასება მოსალოდნელი კატასტროფების ფორმირებისას“. თბილისი, 2022, 170 გვ.





ფოტო 25-26. მონოგრაფია ,,მოწყვლადი ინფრასტრუქტურის უსაფრთხოების რისკების შეფასება მოსალოდნელი კატასტროფების ფორმირებისას“ ქართულ და ინგლისურ ენაზე

Photos 25-26. Monograph "Assessment of security risks of vulnerable infrastructure in the formation of expected disasters

- 2022 წლის 3 მაისს დუშეთის მუნიციპალიტეტის მერიაში (მცხეთა-მთიანეთის რეგიონი) გაიმართა მუშა პროექტის ,,მდინარე მლეთის ხევის კალაპოტის რეგულირება ინოვაციური ღვარცოფსარეგულაციო ელასტიკური ბარაჟის საცდელ - საქსპერიმენტო კონსტრუქციით“ პრეზენტაცია.

მეცნიერული და საველე კვლევები განხორციელდა შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის საგრანტო პროექტის AR-18-1244 ფინანსური მხარდაჭრით.

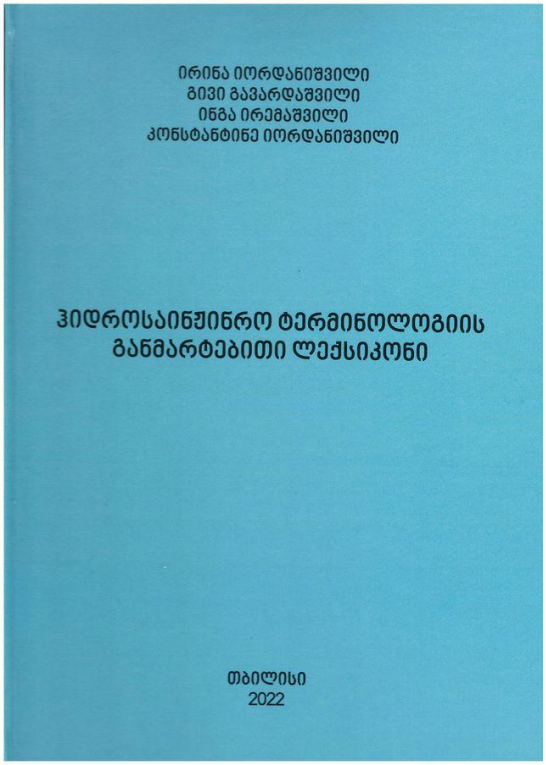
ფოტო 27. მუშა პროექტის ,,მდინარე მლეთის ხევის კალაპოტის რეგულირება ინოვაციური ღვარცოფსარეგულაციო ელასტიკური ბარაჟის საცდელ - საექსპერიმენტო კონსტრუქციით“ პრეზენტაციისას

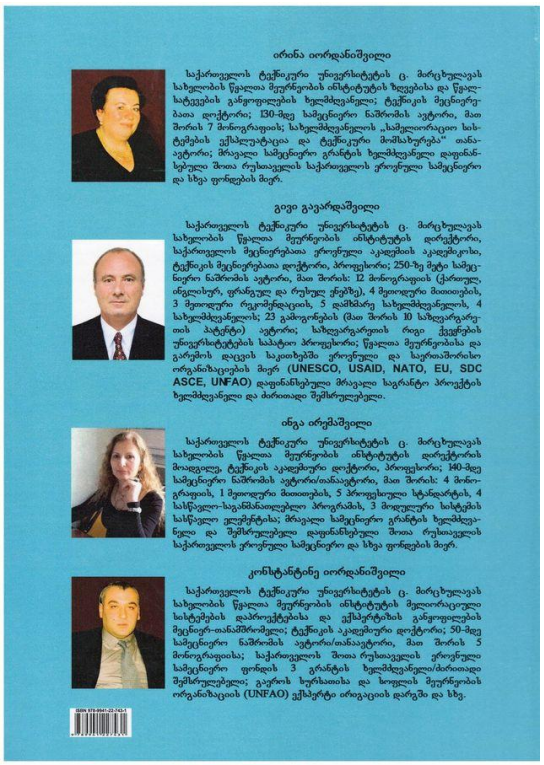
Photo 27. During the presentation of the working project "Regulation of the bed of the Mleti river gorge with the trial construction of the innovative flow-regulating elastic dam"

- 2022 წლის 7 მაისს დუშეთის მუნიციპალიტეტის სოფელ მლეთაში გაიმართა შეხვედრა ადგილობრივ მოსახლეობასთან. შეხვედრის მიზანი იყო შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის პროექტის AR-18-1244 გაცნობა მოსახლეობისათვის და ერთობლივი საველე-სამეცნიერო კვლევის განხორციელება მდინარე მლეთის კალაპოტში ღვარცოფსაწინააღმდეგო ელასტიკური ბარაჟის მშენებლობისათვის ადგილის შესარჩევად.

ფოტო 28-29. დუშეთის მუნიციპალიტეტის სოფელ მლეთაში ადგილობრივ მოსახლეობასთან შეხვედრისას
Photos 28-29. At the meeting with the local population in the village Mleta of Dusheti municipality

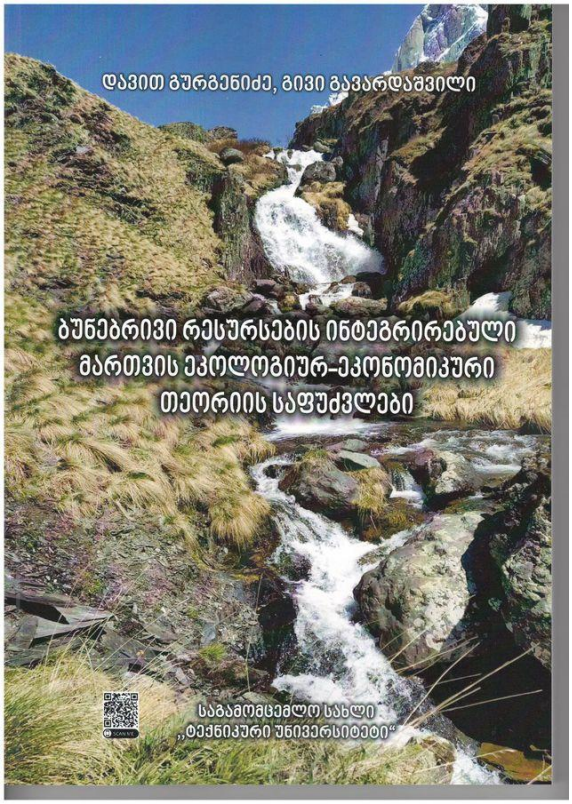
- 2022 წლის 25 მაისს ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტში 10-წლიანი მუშაობის შედეგად ი. იორდანიშვილის, გ. გავარდაშვილის, ი. ირემაშვილის და კ. იორდანიშვილის თანაავტორობით გამოიცა ჰიდროსაინჟინრო ტერმინოლოგიის განმარტებითი ლექსიკონი (371 გვ.). ნაშრომი ეძღვნება საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის დაარსების 100 წლისთავს.

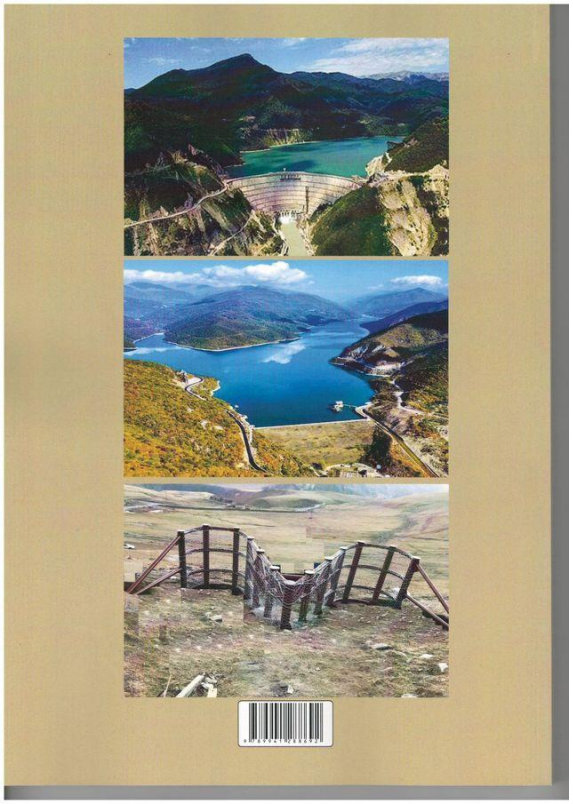




ფოტო 30-31. ჰიდროსაინჟინრო ტერმინოლოგიის განმარტებითი ლექსიკონი
Photos 30-31. Explanatory dictionary of hydroengineering terminology

- 2022 წლის 1 ივნისს საგამომცემლო სახლმა ,,ტექნიკური უნივერსიტეტი" გამოსცა მონოგრაფია ,,ბუნებრივი რესურსების ინტეგრირებული მართვის ეკოლოგიურ-ეკონომიური თეორიის საფუძვლები" (ავტორები: დავით გურგენიძე, გივი გავარდაშვილი, A4 ფორმატი 230 გვ.). მონოგრაფია ეძღვნება საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის 100 წლისთავს.





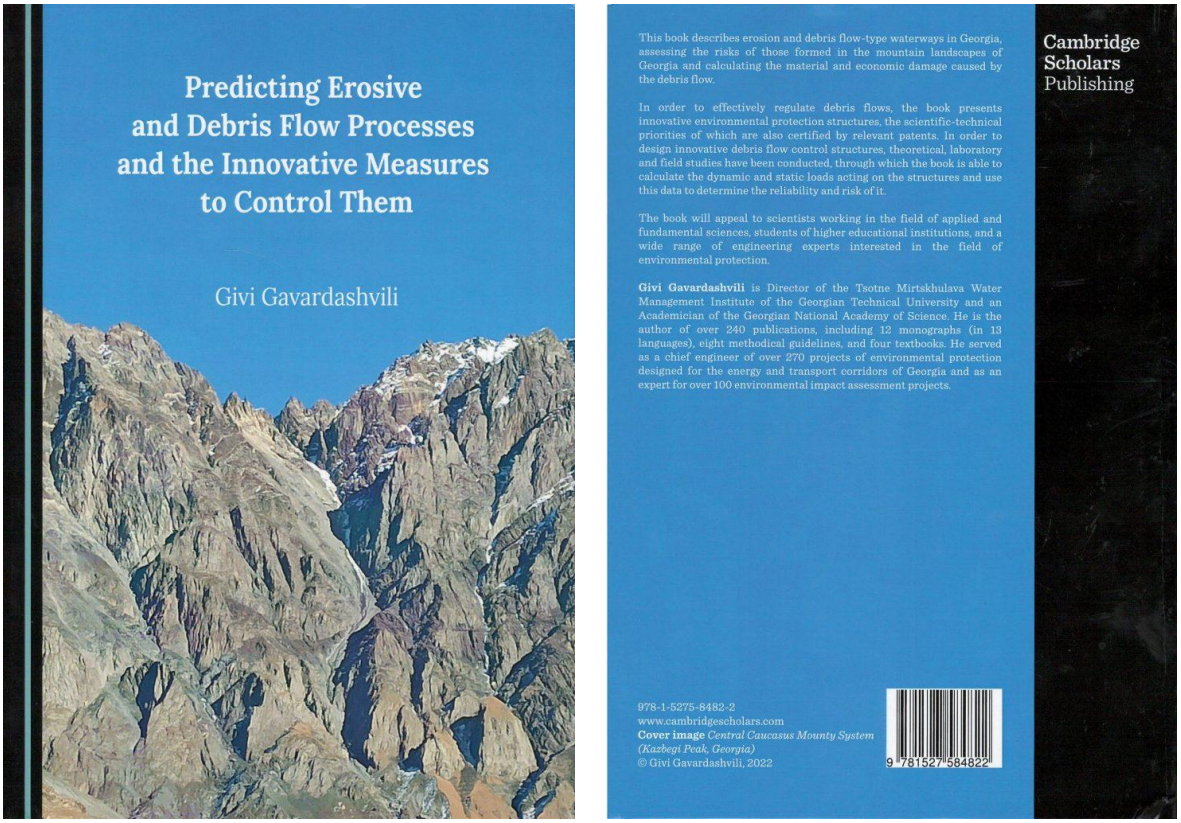
ფოტო 32-33. მონოგრაფია ,,ბუნებრივი რესურსების ინტეგრირებული მართვის ეკოლოგიურ-ეკონომიური თეორიის საფუძვლები"
Photos 32-33. Monograph "Fundamentals of ecological-economic theory of integrated management of natural resources"

- 2022 წლის 29 ივნისს გამომცემლობამ ,,კემბრიჯის მეცნიერები" (დიდი ბრიტანეთი, ინგლისი) გამოსცა საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის აკადემიკოს გივი გავარდაშვილის მონოგრაფია "ეროზიულ-ღვარცოფული პროცესების პროგნოზირება და მათი საწინააღმდეგო ინოვაციური ღონისძიებები" (ISBN: 1-5275-8482-8; ISBN13:978-15275-8482-2). მონოგრაფია ილუსტრირებულია ფერადად და იგი მოიცავს 245 გვერდს.

  https://www.cambridgescholars.com/product/978-1-5275-8482-2

  წიგნში აღწერილია საქართველოს ეროზიულ–ღვარცოფული ტიპის წყალსადინარები, შეფასებულია მათგან გამოწვეული საფრთხეები საქართველოს მთიან ლანდშაფტებში და გამოთვლილია ღვარცოფით გამოწვეული მატერიალურ–ეკონომიკური ზარალი.

  ღვარცოფების ეფექტური რეგულირების მიზნით წიგნში წარმოდგენილია ინოვაციური გარემოსდაცვითი ნაგებობები, რომელთა მეცნიერულ-ტექნიკური სიახლის პრიორიტეტები დამოწმებულია შესაბამისი პატენტებით.



ფოტო 34-35. მონოგრაფია "ეროზიულ-ღვარცოფული პროცესების პროგნოზირება და მათი საწინააღმდეგო ინოვაციური ღონისძიებები"
Photos 34-35. Monograph "Predicting erosive and debris flow processes and innovative measures to control them"

- 2022 წლის 12 ივლისს საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტში გაიმართა სამეცნიერო სემინარი შოთა რუსთაველის სახელობის სამეცნიერო საგრანტო პროექტის (AR-18-1244) ,,ღვარცოფსარეგულაციო ელასტიკური ბარაჟი'' ეგიდით. სემინარს ესწრებოდნენ მოწვეული მეცნიერები პოლონეთიდან, ჩენსტოხოვას ტექნოლოგიური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის დეკანი, პროფესორი მაჩეი მეიჯორი, დეკანის მოადგილე სამეცნიერო დარგში პროფესორი მალგორჟატა ულევიჩი და ამავე ფაკულტეტის პროფესორი რობერტ ულევიჩი (https://pcz.pl/en/).

  სემინარის შემდეგ ინსტიტუტის ჰიდრავლიკურ ლაბორატორიაში გაიმართა ექსპერიმენტები ღვარცოფსარეგულაციო ელასტიკური ბარაჟის მოდელზე.

ფოტო 36–37. პრეზენტაციისას
Photos 36-37. During the presentation

ფოტო 38-39. ლაბორატორიული მოდელირების გაცნობისას
Photos 38-39. While viewing laboratory modeling

ფოტო 40. სამუშაო შეხვედრაზე
Photo 40. At the work meeting

- 2022 წლის 22 ივლისს სტუ-ს ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტში ვიზიტით იმყოფებოდა სომხეთის ეროვნული აგრარული უნივერსიტეტის წყლის რესურსების მართვის დეპარტამენტის თავმჯდომარე, სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი გურგენ იეგიაზარიანი. იგი შეხვდა ინსტიტუტის მეცნიერ თანამშრომლებს და დაიგეგმა მომავალი ურთიერთთანამშრომლობის გეგმები.

ფოტო 41-42. სამუშაო შეხვედრისას
Photos 41-42. At the work meeting

- 2022 წლის 24 აგვისტოს საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტში გაიმართა სამეცნიერო სემინარი თემაზე: ,,ინოვაციური ტექნოლოგიების - ბეტონის ტილოს გამოყენება წყალთა მეურნეობაში, გარემოს დაცვაში და ჰიდრომელიორაციაში. პრეზენტაციით წარდგნენ ილდარ იამალიევი

(ბეტონის ტილოს კომპანიის დირექტორი) და აინ ვუდკოკი (ბეტონის ტილოს კომპანიის თანა-დამფუძნებელი), ინგლისი. სამეცნიერო სემინარის შემდეგ ინსტიტუტის ჰიდროტექნიკურ ლაბორატორიაში გაიმართა ბეტონის ტილოს პრაქტიკული გამოყენების მაგალითი. შეხვედრა გაშუქდა ტელევიზიით
https://www.interpressnews.ge/.../723884-sakartvelos...

ფოტო 43-48. სამეცნიერო და პრაქტიკული პრეზენტაცია თემაზე: „ინოვაციური ტექნოლოგიების - ბეტონის ტილოს გამოყენება წყალთა მეურნეობაში, გარემოს დაცვასა და ჰიდრომელიორაციაში“

Photos 43-48. Seminar on the topic: "Use of innovative technologies - concrete canvas in water management, environmental protection and hydromelioration"

- 2022 წლის 31 აგვისტოს დასრულდა მდინარე ქვემო მლეთის ხევის კალაპოტში დროებითი სამშენებლო საექსპლუატაციო გრუნტის გზის გაყვანა, რომელიც გათვალისწინებულია ინოვაციური ღვარცოფსარეგულაციო ელასტიკური ბარაჟის მოწყობისათვის. სამუშაოები ფინანსდება შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გამოყენებითი გრანტის AR-18-1244 სახსრებიდან.

ფოტო 49-50. მდინარე ქვემო მლეთის ხევის კალაპოტში დროებითი სამშენებლო საექსპლუატაციო გრუნტის გზის გაყვანა
Photos 49-50. Excavation of temporary construction ground road in the bed of Kvemo Mleti river gorge

- 2022 წლის 8 სექტემბერს მდინარე მლეთის ხევის კალაპოტში (დუშეთის მუნიციპალიტეტი) ზღვის დონიდან 1620 მეტრი, დასრულდა რკინა-ბეტონის ფუნდამენტის მოწყობა, რომელიც გათვალისწინებულია ინოვაციური ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობის მშენებლობისათვის. სამშენებლო სამუშაოები ფინანსდება შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გამოყენებითი გრანტის #AR_18_1244 (ღვარცოფსაწინააღმდეგო ელასტიკური ბარაჟი) ფინანსური მხარდაჭერით.

ფოტო 51-52. მდინარე მლეთის ხევის კალაპოტში რკინა-ბეტონის ფუნდამენტის მოწყობა
Photos 51-52. Arrangement of reinforced concrete foundation in the bed of Mleti river gorge

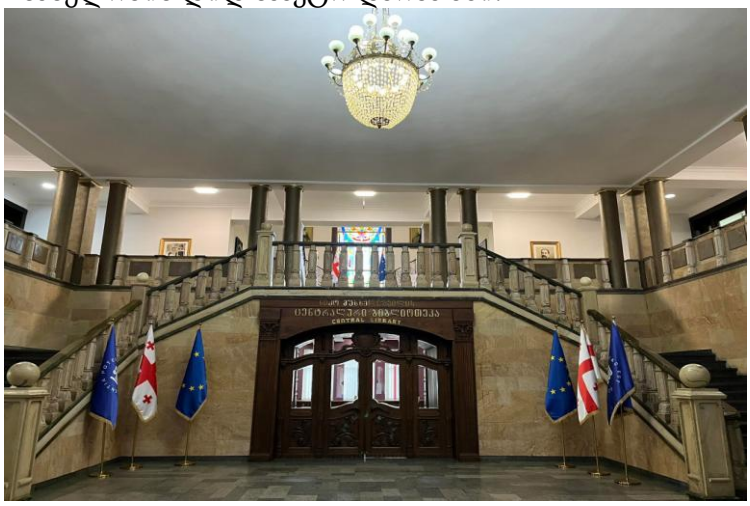
- 2022 წლის 21 სექტემბერს მდინარე მლეთის ხევის კალაპოტში (დუშეთის მუნიციპალიტეტი) დაიწყო ინოვაციური ღვარცოფსაწინააღმდეგო საცდელ-ექსპერიმენტული ლითონის კონსტრუქციის მოწყობა. სამშენებლო სამუშაოები ფინანსდება შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გამოყენებითი გრანტის #AR_18_1244 (ღვარცოფსაწინააღმდეგო ელასტიკური ბარაჟი) ფინანსური მხარდაჭერით.

ფოტო 53-58. მდინარე მლეთის ხევის კალაპოტში (დუშეთის მუნიციპალიტეტი) დაიწყო ინოვაციური ღვარცოფსაწინააღმდეგო საცდელ-ექსპერიმენტული ლითონის კონსტრუქცია მოეწყო
Photos 53-58. An innovative trial-experimental metal construction for anti-debris flow has begun in the bed of the Mleta river gorge (Dusheti municipality)

- 2022 წლის 5 ოქტომბერს საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის 100 წლის იუბილეზე (საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორი, აკადემიკოსი გივი გავარდაშვილი შეხვდა საზღვარგარეთელ კოლეგებს: ოჰანეს ტოკმაჯიანს (ქ. ერევანი, სომხეთი), პროფესორ კიოკო ნომურას, პროფესორ სატოში მიხარას (იაპონიის მაღალი ენერგიების ამაჩქარებელის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი - KEK, ქ. ცუკუბა).

ფოტო 59-60. მარცხნიდან პროფესორი ოჰანეს ტოკმაჯიანი (ქ. ერევანი, სომხეთი), პროფესორი კიოკო ნომურა, პროფესორი სატოში მიხარა (ქ. ცუკუბა, იაპონია) და აკადემიკოსი გივი გავარდაშვილი
Photos 59-60. From the left, Professor Ohanes Tokmajian (Yerevan, Armenia), Professor Kyoko Nomura, Professor Satoshi Mikhara (Tsukuba, Japan) and Academician Givi Gavardashvili

- სტუ-ს ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტმა საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტს 100 წლის იუბილესთან დაკავშირებით საჩუქრად გადასცა დიდი ზომის უნიკალური ჭაღი (სპეციალური შეკვეთით დამზადებული სანკტ-პეტერბურგში 1955 წელს), რომელიც დამონტაჟდა უნივერსიტეტის ადმინისტრაციული კორპუსის ფოიეში და საკონცერტო როიალი „ესტონეთი“ (ინსტიტუტის მიერ შეძენილი 1977 წელს), რომელიც განთავსდა საქართველოს ტექნიკური უნივერიტეტის ივანე ჯავახიშვილის სახელობის დიდ სააქტო დარბაზში.



ფოტო 61-64. ინსტიტუტის საჩუქრები საქართველოს ტექნიკურ უნივერისტეტს
Photos 61-64. Gifts of the Institute to the Georgian Technical University

- 2022 წლის 8 ოქტომბერს ინსტიტუტის - შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო გრანტის AR_18_1244 (ღვარცოფსარეგულაციო ელასტიკური ბარაჟი) ფარგლებ-ში პროექტის თანამონაწილე - გაეროს ეკონომიკური და სოციალური საბჭოს (ECOSOC) საკონსულტაციო სტატუსის ორგანიზაციამ ა(ა)იპ გარემოს დაცვის ეკოცენტრმა (www.eco1985.ge) დაასრულა მდინარე მლეთის ხევის კალაპოტში (დუშეთის მუნიციპალიტეტი) ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობის მშენებლობა, რომელიც შეამცირებს მლეთის წმინდა გიორგის სახელობის ეკლესიაზე (ეკლესია აშენებულია 1879 წელს) ღვარცოფების ზემოქმედების რისკებს.

ფოტო 65-66. დასრულებული ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობა მდინარე მლეთის ხევის კალაპოტში (დუშეთის მუნიციპალიტეტი)
Photos 65-66. Completed Debris flow regulation barrage in the bed of Mleti river gorge (Dusheti Municipality)

- 2022 წლის 21-24 ოქტომბერს საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის კოლხეთის საცდელ-სამელიორაციო ეკოლოგიურ პუნქტში (ქ. ფოთი) დამონტაჟდა ევრო-სტანდარტების მქონე მინიმეტეოსადგური.

ფოტო 67-68. ინსტიტუტის ფოთის საცდელ-სამელიორაციო ეკოლოგიურ პუნქტში მინი მეტეოსადგურის დამონტაჟებისას
Photos 67-68. When installing a mini weather station

- 2022 წლის 13 დეკემბერს წლის საუკეთესო მეცნიერული მიღწევის კონფერენციაზე მოხსენებით გამოვიდა ინსტიტუტის დირექტორი, აკადემიკოსი გივი გავარდაშვილი.

ფოტო 69. პრეზენტაციის დროს
Photo 69. During the participate in the Conference

საზღვარგარეთ:

- 2022 წლის 15-19 ნოემბერს შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო გრანტის AR_18_1244 (წყალდიდობის რეგულირების ელასტიური კაშხალი) ფარგლებში, პროექტის ფინანსური მხარდაჭერით, გრანტის კოორდინატორი გივი გავარდაშვილი და ძირითადი შემსრულებელი ინგა ირემაშვილი მივლინებაში იმყოფებოდნენ პოლონეთში, ქ. ჩესტოხოვაში XIX საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკურ კონფერენციაზე "მასალები და ენერგოდამზოგი ტექნოლოგიები. ოპტიმიზებული ენერგეტიკული პოტენციალის კონს-ტრუქციები“ მონაწილეობის მისაღებად.

ფოტო 70. პრეზენტაციისას (ქ. ჩესტოხოვა, პოლონეთი)
Photo 70. During the presentation (Czestochowa, Poland)

Private Solutions To Design An Innovative Engineering Structure For Efficient Debris Flow Control

The research was financial supported by Shota Rustaveli National Science Foundation of Georgia, Grant # AR-18-1244 "Elastic debris flow-regulating barrage"

Givi GAVARDASHVILI, Edward KUKHALASHVILI, Inga IREMASHVILI,
e-mail: givi_gava@yahoo.com

Czestochowa, POLAND
16-18, November, 2022

ფოტო 71. პრეზენტაცია
Photo 71. Presentation

ფოტო 72-73. კონფერენციის მონაწილეები
Photos 72-73. Conference participants

დაჯილდოება

- საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის აკადემიური საბჭოს 2022 წლის 30 სექტემბრის დადგენილებით საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წინაშე გაწეული დამსახურებისათვის სტუ-ს ც. მირცხულავას სახ. წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი რობერტ დიაკონიძე დაჯილდოვდა სტუ-ს „ოქროს მედლით“.

ფოტო 74-75. სტუ-ს „ოქროს მედალი“
Photos 74-75. "Gold Medal" of GTU

CHRONICLE

INFORMATION ABOUT TSOTNE MIRTSKHULAVA WATER MANAGEMENT INSTITUTE OF GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY 2022

In the institute, which is established in 1929, work 79 collaborators, among them 51% are scientific workers, 1 - Academician of the National Academy of Sciences of Georgia, 4 – Academicians of the Engineering Academy, 5 – Doctors of Sciences, 27 – Academic Doctors, 2 – PhD students and 17 – Master degree students.

Scientific research activity of the institute

- There are published about 50 article, 5 monograph and 4 manual by institute collaborates during 2022;
- In the institute are working out the scientific theme with program financing „The Research of Water Management and Environmental Protection on the Background of Climate Change" (Head of Theme, Academician Givi Gavardashvili) with 6 scientific directions, which is actual for the treatment of environmental protection measures on the background of frequent natural disaster in the country.

Scientific relationship of institute

Georgia

- January 6, 2022 began to operate the Automatic Weather Station (AWS) of the Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute of the Georgian Technical University. The AWS automatically transmit information to the institute every hour.

  The AWS was purchased and installed with the financial support of Shota Rustaveli National Science Foundation of Georgia, Grant Project # FR17_615 entitled "Theoretical research of vulnerable infrastructure security risk during formation of predictable disasters **(Photo 1-4)**.

- On February 21, 2022, Field-scientific expedition studies on the Kobi-Gudauri section of the Georgian Military Road. Studies are carried out by Funded of Sh. Rustaveli Georgian National Science Foundation of applied grant project CARYS - 19 - 305 entitled "Innovative Complex Measure against Snow Avalanche" and with World Bank. Researches were carried out by Director of the Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, Prof. G. Gavardashvili **(Photo 5-9).**

- On February 22-23, 2022, at the Faculty of Civil Engineering of the Technical University of Georgia (GTU), with the funding of the applied scientific grant project #AR-18-1244 of the Georgian National Science Foundation of Shota Rustaveli "Water Regulation Elastic Dam", the employees of the of Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute of the Technical University of GTU, the Faculty of Construction Doctoral students successfully defended their theses and were awarded the academic degree of Doctor in Construction:
  1. Ketevan Dadiani (Scientific Supervisor - Professor Givi Gavardashvili);
  2. Khatuna Kiknadze (Scientific Supervisor - Professor Givi Gavardashvili);
  3. Lika Maisaia (Scientific Supervisor - Professor Eduard Kukhalashvili);
  4. Nana Beraia (Scientific Supervisor - Professor Eduard Kukhalashvili) **(Photo 10-13).**

- On 24 February, 2022 in the Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University in the framework of Shota Rustaveli National Science Foundation of Georgia, Grant Project №FR 17_615 "Theoretical research of vulnerable infrastructure security risk during formation of predictable disasters" held online meeting with foreign scientific consultant, PhD, Professor of

Maryland University (USA) Bilal M. Ayyub (Director Center for Technology and Systems Management Department of Civil and Environmental Engineering University of Maryland). The principal investigator of the project (Prof. Givi Gavardashvili), project coordinator (Assoc. Prof. Tamriko Supatashvili) and performer (Assoc. Prof. Konstantine Bziava) presented information about implemented scientific-research activities, which were evaluated with high range by foreign consultant. Discussion is also focused at the importance of project internationality and future cooperation plans have been highlighted. Representative of the Shota Rustaveli National Science Foundation was attended above mentioned event **(Photo 14-17).**

- On March 15, 2022, a joint session of departments of agricultural sciences and engineering sciences and information technologies was held at the National Academy of Sciences of Georgia to evaluate the reports of academician candidates. The director of Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute of GTU, Professor Givi Gavardashvili presented with a report to the National Academy of Sciences of Georgia **(Photo 18-19).**

- On March 30, 2022, at the UN Headquarters. The United Nations Trade and Development Conference was held in New York. Representatives of 110 countries of the world participated in the conference. In the 25th session of the United Nations Commission for Science and Technology Development, the director of the Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute of the Technical University of GTU Prof. Givi Gavardashvili participated (in online mode) **(Photo 20-23).**

- On April 1, 2022, at the general meeting of the National Academy of Sciences of Georgia, Academician Givi Gavardashvili, Director of the Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute, was elected as a Full Member of the Academy **(Photo 24)**.

- On April 29, 2022, with the financial support of Shota Rustaveli Georgian National Science Foundation Grant Project #FR 17_615, was published a monograph in Georgian and English languages – "Assessment of Vulnerable Infrastructure Security Risks in the Formation of Anticipated Disasters". Tbilisi, 2022, 170 p. **(Photo 25-26)**.

- On May 3, 2022, Dusheti Municipality (Mtskheta-Mtianeti region) held a presentation of the working project entitled "Regulation of the riverbed of the River Mleti Gorge with an innovative debris flow control elastic barrage - experimental construction".

  Scientific and field research was carried out with the financial support of the grant project AR-18-1244 of the Shota Rustaveli Georgian National Science Foundation **(Photo 27)**.

- On May 7, 2022, a meeting was held with the local population in the village of Mleta, Dusheti Municipality. The purpose of the meeting was to introduce the project of the National Science Foundation of Georgia Shota Rustaveli AR-18-1244 to the population and conduct a joint field research to select a site for the Debris flow regulating elastic barrage in the River Mleti Gorge **(Photo 28-29)**.

- As a result of 10 years of work at Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute, I. Iordanishvili, G. Gavardashvili, I. Iremashvili, K. Iordanishvili have published the Explanatory Dictionary of Hydroengineering Terminology (Tbilisi, 2022, May 25, Format A4, 371 p.). The Dictionary is dedicated to the 100th anniversary of the Georgian Technical University. Many thanks to the co-authors for such tireless and fruitful work **(Photo 30-31)**.

- On June 1, 2022, the publishing house "Technical University" published a monograph entitled "Fundamentals of the ecological-economic theory of integrated natural resource management" (authors: Davit Gurgenidze, Givi Gavardashvili, A4 format, 230 p.). The monograph is dedicated to the 100th anniversary of the Georgian Technical University **(Photo 32-33)**.

- On June 29, 2022, "Cambridge Scholars" Publishing (Great Britain, England) published the monograph "Predicting erosive and debris flow processes and innovative measures to control them", author Prof.

Givi Gavardashvili, Academician of the National Academy of Sciences of Georgia (ISBN: 1-5275-8482-8; ISBN: 13:978 -15275-8482-2). The monograph is illustrated in colour and covers 245 pages. **https://www.cambridgescholars.com/product/978-1-5275-8482-2**

This book describes erosion and debris flow-type waterways in Georgia, assessing the risks of those formed in the mountain landscapes of Georgia and calculating the material and economic damage caused by the debris flow.

In order to effectively regulate debris flows, the book presents innovative environmental protection structures, the scientific-technical priorities of which are also certified by relevant patents **(Photo 34-35)**.

- On July 12, 2022, Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University held an International Scientific Seminar dedicated to the Presentation of the Grant Project (AR-18-1244) entitled "Elastic debris flow-regulating barrage". The Grant Project was financed by the Shota Rustaveli National Foundation of Georgia.

  The International Scientific Seminar was attended by invited International Scientists from Czestochowa University of Technology, Poland (https://pcz.pl/en/), namely the Dean of the Faculty of Construction - Professor Machei Major; the Deputy Dean in the Scientific field - Professor Malgorzata Ulewicz, and Professor Robert Ulewicz.

  After the completion of the international seminar, an experimental model of an elastic flood control dam was introduced at the Laboratory of Hydraulic Engineering at the Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University **(Photo 36-40)**.

- On July 22, 2022, Professor Gurgen Yeghiazarian, Doctor of Agricultural Sciences, visited the Ts. Mirtskhulava Water Management Institute of GTU. The chairman of the Department of Water Resources Management of the National Agrarian University of Armenia had a meeting with the scientific staff of the institute. During given meeting the future mutual cooperation plan was discussed **(Photo 41-42)**.

- On August 24, 2022, a scientific seminar was held at the Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute of the Georgia Technical University on the topic "Using innovative technologies - concrete canvas in water management, environmental protection and hydromelioration". Prof. Ildar Yamaliev (Director at United Concrete Canvas) and Prof. Ian Woodcock (Co-Founder at United Concrete Canvas) UK, have proposed given project. After the scientific seminar, an example of the practical use of concrete canvas was held in the hydrotechnical laboratory of the institute. The meeting was covered on television: https://www.interpressnews.ge/.../723884-sakartvelos... **(Photo 43-48).**

- On August 31, 2022, the laying of a temporary construction operational dirt road in the bed of the Kvemo Mleti river gorge, which is intended for the arrangement of an innovative flood regulation elastic dam, was completed. The works are financed from the funds of Shota Rustaveli National Science Foundation of Georgia, applied grant #AR-18-1244 **(Photo 49-50)**.

- On September 8, 2022, in the riverbed of the Mleti River Gorge (Dusheti Municipality), 1620 meters above sea level, the arrangement of the reinforced concrete foundation was completed, which is intended for the construction of innovative debris flow protection structure. The construction works are financed with the financial support of the Shota Rustaveli National Science Foundation of Georgia, applied grant #AR_18_1244 (Flood Prevention Elastic Dam) **(Photo 51-52)**.

- On September 21, 2022, the construction of an innovative debris flow control trial-experimental metal construction began in the bed of the Mleti River Gorge (Dusheti Municipality). The construction works was financed under the support of Shota Rustaveli National Science Foundation of Georgia, Grant # AR-18-1244, entitled "Elastic debris flow-regulating barrage" **(Photo 53-58)**.

- On October 5, 2022, at the 100th anniversary of the Technical University of Georgia (Director of the Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute of the Technical University of Georgia, Academician Givi Gavardashvili met with foreign colleagues: Ohanes Tokmajian (Yerevan, Armenia), Professor

Kyoko Nomura, Professor Satoshi Mikhara (Japan High Energy Accelerator Scientific Research Institute - KEK), Tsukuba city **(Photo 59-60)**.

- In connection with the 100th anniversary, Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University gave a large unique chandelier (made by special order in St. Petersburg in 1955), as a gift to Technical University, which was installed in the lobby of the administrative building of the university and the concert grand piano "Estonia" (acquired by the Institute in 1977), which was placed in the large assembly hall of the Technical University of Georgia named after Ivane Javakhishvili **(Photo 61-64).**

- On October 8, 2022, within the framework of Shota Rustaveli's Georgian National Scientific Grant AR_18_1244 (Flood Regulation Elastic Dam), the United Nations Economic and Social Council (ECOSOC) consultative status organization, the N(N)LE Ecocenter for Environmental Protection (www.eco1985.ge) completed the construction of a flood protection structure in the Mleti River gorge bed (Dusheti Municipality), which will reduce the height of the St. George Church in Mleti (the church was built in 1879) the risks of being affected by floods **(Photo 65-66)**.

- On October 21-24, 2022, an Automated Weather Station with European standards was installed in the Kolkheti experimental and ecological station of the Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute of the Georgia Technical University (city of Poti) **(Photo 67-68).**

- On December 13, 2022, at the conference "Best Scientific Achievement of the Year" was presented the Director of the Institute, Academician Givi Gavardashvili **(Photo 69)**.

Abroad

- On November 15-19, 2022 within the framework and financial supported of Shota Rustaveli's Georgian National Scientific Grant #AR_18_1244 (Flood Regulation Elastic Dam) grant coordinator Givi Gavardashvili and main performer Inga Iremashvili were on a business trip to Poland in Czestochowa to participate in the XIX International Scientific-Technical Conference “MATERIALS AND ENERGY SAVING TECHNOLOGIES. CONSTRUCTIONS OF OPTIMIZED ENERGY POTENTIAL” **(Photo 70-73)**.

AWARD

- According to the resolution of the Academic Council of the Technical University of Georgia on September 30, 2022, Robert Diakonidze, chief scientific employee of the Ts. Mirtskhulava Water Management Institute, was awarded the "Gold Medal" of GTU **(Photo 74-75)**.

ავტორთა საძიებელი

აბდულაევი ი. …….. 13
აბდულაევი პ. ……. 16
აბდულაევა ხ. …….. 16
ავანესიანი ე. ……. 81
ალიევა ნ. …….. 21
არჩიერი მ. …… 24
ასადოვი მ. …… 92
ასადოვი ს. …… 13
ატასარალი ს. …… 199
ახმედოვა ი. …….. 190
ბაბაიანი ბ. …… 29, 183
ბალჯიანი ვ. ……. 33
ბალჯიანი პ. ……. 33
ბერაია ნ. …… 95, 155
ბერძენაშვილი გ. …. 117
ბზიავა კ. …… 95, 237
ბილანიშვილი ლ. … 101, 108
ბუტულაშვილი თ. .. 78
გავარდაშვილი გ. …. 37, 203
გალსტიანი ს. …… 81, 183
გარბუზი ა. …… 232
გასიმოვა ნ. …… 186
გიგინეიშვილი დ. … 47
გიგინეიშვილი ჯ. … 47, 57
გლუნჩაძე მ. ……. 78
გრიშინი ა. …… 66
გრუბაუსკიენე ვ. …. 72
გუგუჩია მ. …… 222
დადიანი ქ. …… 78
დიაკონიძე ბ. ……78
დიაკონიძე რ. …… 78
ვართანიანი ა. ……81
ვართანოვი მ. …… 84, 101
ვახტანგიშვილი გ. .. 241
ვიჩენე გ. …… 72
ზაზაძე ლ. …… 131
ივანოვა გ. …… 194
იმანოვი ფ. …… 92
ინაშვილი ი. ……. 95
იორდანიშვილი ი. … 101, 108
იორდანიშვილი კ. … 101, 108
ირემაშვილი ი. …… 37, 131
ირემაშვილი ხ. …… 117
ისააკი მ. …… 121
ისააკი რ. …… 121
ისბატოვი ი. ……. 128
ისმაილოვი ჯ. ……. 16
იტრიაშვილი ლ. …. 131, 250
კანდელაკი ნ. …… 108
კეკელიშვილი ე. ….. 241
კეჩხოშვილი ე. ……. 84, 241
კიკაბიძე მ. …… 137
კიკაჩეიშვილი ნ. …. 211
კიკნაძე ხ. …….. 143
კილურაძე გ. ……. 131, 146
კრუჩენიუკი ა. ……. 176
კულიკი მ. …… 232
კუპატაძე გ. …….. 151
კურილო ო. …….. 237
კუპრეიშვილი შ. ….. 151, 222
კუხალაშვილი ე. …. 37, 155
ლისი ა. …….. 160
ლისი პ. …….. 160
ლორთქიფანიძე ფ. .. 84, 168
ლოჰვინენკო ო. …… 237
მაისაია ლ. …… 173
მარდალეიშვილი მ. .211
მარტიროსიანი ჰ. … 183
მატიაში ტ. …… 176
მელკუმიანი მ. ……. 29
მილეიკოვსკი ვ. ……226
მირიმიანი ჰ. …… 183
მიქაელიანი ა. …….. 29, 183
მიქაელიანი ნ. …….. 33
მოდებაძე ს. ……. 241
მსხილაძე ნ. ……. 131
მღებრიშვილი მ. …. 108
ნასედკინი ი. …… 194
ნატროშვილი გ. ….. 37, 250
ნერსისიანი გ. ……. 29
ნიბლაძე ნ. …….. 78
ნურიევი ა. …… 186
ნურიევი ე. …… 190
ოზშეკერი კ. …….. 199
ოლშტინსკა ა. …… 194
პავლოვიჩი ჯ. ……. 203
რახიმოვა ა. ……. 247
რზაევი ვ. ……. 216
სალიმლი ს. ……. 216
სიჭინავა პ. ……. 151
სეიჰანი კ. ……. 199
სოღომონიანი ტ. …. 29, 183
სუპატაშვილი თ. ….. 37, 222
ტკაჩენკო ტ. …….. 226
ტოკმაჯიანი ვ. ……. 81
ტოკმაჯიანი ო. ……. 33
უიმა ა. …….. 146, 226
უტკინა კ. ……. 232
ფანჩულიძე ჯ. ……. 78, 137
ფიფია ბ. ……. 211
ქრისტესიაშვილი ე. .. 57
ქუფარაშვილი ი. ….. 37, 108
ქუხილავა ქ. …….. 151
შავლაყაძე მ. …….. 222
შაჰინი ა. ……. 199
შევჩენკო ი. ……. 176
შევჩუკი ს. ……. 176
შოშიაშვილი თ. …….. 211
შპაკი ო. …….. 237
შურღაია ვ. ……. 241
ჩიკვაიძე გ. ……. 47
ცივქარაშვილი გ. ….. 211
ცინაძე ზ. ……. 95
წივილაშვილი გ. ….. 117
წულუკიძე ლ. ……. 78
ხანი უ. …….. 199
ხასაევი კ. ……. 247
ხოსროშვილი ე. …….. 108, 250
ჯავახიშვილი გ. …….. 47
ჰავრულიუკი რ. …….. 237
ჰასანალიევი ა. ……. 13

AUTHORS INDEX

Abdullayev I. 13
Abdullayev P. 16
Abdullayeva Kh. .. 16
Akhmedova I. 190
Aliyeva N. 21
Arcieri M. 24
Asadov M. 92
Asadov S. 13
Atasaral Ş. 199
Avanesyan E. 81
Babayan B. 29,183
Baljyan P. 33
Baljyan V. 33
Beraia N. 95,155
Berdzenashvili G...117
Bilanishvili L. 101,108
Butulashvili T. 78
Bziava K. 37, 95
Chikvaidze G. 47
Dadiani K. 78
Diakonidze B. 78
Diakonidze R. 78
Galstyan S. 81,183
Garbuz A. 232
Gasymova N. 186
Gavardashvili G. ..37, 203
Gigineishvili D. 47
Gigineishvili J. 47, 57
Glunchadze M. 78
Grishin A. 66
Grybauskienė V. .. 72
Guguchia M. 222
Hasanaliyev A. 13
Havryliuk R. 237
Imanov F. 92
Inashvili I. 95
Iordanishvili I. 101, 108
Iordanishvili K. ... 101, 108
Iremashvili I. 37, 131
Iremashvili Kh. 117
Isaac M. 121
Isaac R. 121
Isbatov I. 128
Ismayılov J. 16
Itriashvili L. 131, 250
Ivanova G. 194
Javakhishvili G. 47
Kandelaki N. 108
Kechkhoshvili E. ...84, 241
Kekelishvili E. 241
Khan U. 199
Khasaev K. 247
Khosroshvili E. 108, 250
Kikabidze M. 137
Kighuradze G. 131, 146
Kikacheishvili N. .. 211
Kiknadze Kh. 143
Kristesiashvili E. ...57
Kukhalashvili E. ... 37, 155
Krucheniuk A. 176
Kulyk M. 232
Kupatadze G. 151
Kupharashvili I. ... 37, 108
Kupreishvili Sh. 151, 222
Kurilo O. 237
Lis P. 160
Lis A. 160
Lohvinenko O. 237
Lortkipanidze F. ...84, 168
Maisaia L. 173
Mardaleishvili M... 211
Martirosyan H. 183
Matiash T. 176
Mileikovskyi V. 226
Melkumyan M. 29
Mghebrishvili M. .. 108
Mikaelyan A. 29, 183
Mikayelyan N. 33
Mirimyan H. 183
Modebadze S. 241
Mskhiladze N. 131
Nasedkin Ye. 194
Natroshvili G. 37, 250
Nersisyan G. 29
Nibladze N. 78
Nuriyev A. 186
Nuriyev E. 190
Pawłowicz J. 203
Olshtynska A. 194
Özşeker K. 199
Phanchulidze J. 203
Pipia B. 211
Rakhimova A. 247
Qukhilava Q. 151
Rzayev V. 216
Şahin Ah. 199
Salimli S. 216
Seyhan K. 199
Shavlakadze M. 222
Shevchenko I. 176
Shevchuk S. 176
Shoshiashvili T. 211
Shpak O. 237
Shurgaia V. 241
Sichinava P. 151
Soghomonyan T. 29, 183
Supatashvili T. 37, 222
Tkachenko T. 226
Tokmajyan V. 81
Tokmajyan H. 93
Tsinadze Z. 95
Tsivilashvili G. 117
Tsivkarashvili G. 211
Tsulukidze L. 78
Ujma A. 146, 226
Utkina K. 232
Vakhtangishvili G..... 241
Vartanov M. 84, 101
Vartanyan A. 81
Vyčienė G. 72
Zazadze L. 131

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის სამეცნიერო შრომათა კრებულში სტატიების გამოქვეყნების პირობები

კრებულის დანიშნულებაა მეცნიერების განვითარების ხელშეწყობა, მეცნიერთა და სპეციალისტთა მიერ მოპოვებული ახალი მიღწევების, გამოკვლევათა მასალებისა და შედეგების გამოქვეყნება.

კრებულში შესაძლებელია გამოქვეყნდეს შემდეგი სამეცნიერო მიმართულების სტატიები:

- წყალთა მეურნეობა;
- ჰიდროტექნიკა და მელიორაცია;
- ჰიდროლოგია და მეტეოროლოგია;
- გარემოს დაცვა;
- ჰიდროტექნიკური ნაგებობების საიმედოობა და რისკი;
- მშენებლობა;
- დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებები.

კრებულში გამოსაქვეყნებელმა სტატიებმა უნდა დააკმაყოფილოს შემდეგი მოთხოვნები:

1. სტატია შეიძლება წარმოდგენილი იქნეს ქართულ ან ინგლისურ ენებზე, არა უმეტეს 10 გვერდისა. სტატიას უნდა დაერთოს ანოტაციები (ქართულ ენაზე წარმოდგენილ სტატიას – ქართულ და ინგლისურენოვანი ანოტაციები; ინგლისურენოვან სტატიას ინგლისური ანოტაცია). ერთ ავტორს შეუძლია წარმოადგინოს არა უმეტეს ორი სტატიისა.
2. ინსტიტუტში შემოსულ სტატიას უნდა დაერთოს იმ დაწესებულების მიმართვა, სადაც ნაშრომი იქნა შესრულებული;
3. სტატია მიიღება ელექტრონული ვერსიის სახით შემდეგ მისამართზე: **gwmi1929@gmail.com.**
4. ფურცლის ფორმატი – A4, ინტერვალი – 1,5 და შრიფტი – 12, მინდორი 25 მმ ფურცლის ოთხივე მხარეზე; სტატია შესრულებული უნდა იყოს **DOC** ფაილის სახით (MS Word), ჩაწერილი CD-R დისკზე. ქართული ტექსტისათვის გამოყენებულ უნდა იქნეს **Sylfaen** შრიფტი; ინგლისური და რუსული ტექსტებისათვის – **Times New Roman**; ნახაზების ან ფოტოების კომპიუტერული ვარიანტი – **JPG** ან **TIF** ფორმატში გარჩევადობით **200-300dpi**;
5. სტატია შედგენილ უნდა იქნეს შემდეგი თანმიმდევრობით:
   - სამეცნიერო მიმართულება (მარჯვენა ზედა კუთხეში);
   - სტატიის სახელწოდება;
   - ავტორის (ან ავტორების) სახელი, მამის სახელი და გვარი, საკონტაქტო პირის E-mail-ის მითითებით;
   - ორგანიზაციის დასახელება, სადაც შესრულებულია ნაშრომი, საფოსტო მისამართის მითითებით;
   - შესავალი;
   - ძირითადი ნაწილი (კვლევის ობიექტი და მეთოდიკა);
   - დასკვნები და რეკომენდაციები;
   - გამოყენებული ლიტერატურა (არა უმეტეს 10-ისა);
   - ანოტაცია (10–15 სტრიქონი) 3 (ქართული, რუსული და ინგლისური) ენაზე;
   - საკვანძო სიტყვები (არა უმეტეს 6-ისა) 3 (ქართულ, რუსულ და ინგლისურ) ენაზე.
6. გამოყენებული ლიტერატურა წარმოდგენილი უნდა იქნეს შემდეგი თანმიმდევრობით: ავტორის (ავტორების) გვარი და ინიციალები, შრომის დასახელება, კრებულის ან ჟურნალის დასახელება და ნომერი, გამოცემის ადგილი (ქალაქი), წელი, გვერდები. გამოყენებული ლიტერატურის თანმიმდევრობა უნდა შეესაბამებოდეს სტატიის ტექსტში მითითებულ ციტირებას;
7. გამოსაქვეყნებლად დაწუნებული სტატიები ავტორებს არ უბრუნდება.

CONTRIBUTIONS TO THE COLLECTED SCIENTIFIC PAPERS OF THE TSOTNE MIRTSKHULAVA WATER MANAGEMENT INSTITUTE OF THE GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY

The main objective of collected papers is to favor the development of science and to publish the results and materials of studies and new achievements obtained by scientists and professionals.

The collected papers should include the following scientific directions:

- Water management;
- Hydraulic engineering and irrigation;
- Hydrology and meteorology;
- Environmental protection;
- Safety and risk of hydraulic structures;
- Construction;
- Earth sciences.

Contributions to the collected scientific papers are as follows:

1. Papers can be submitted in Georgian or English languages, no more than 10 pages. Paper summaries must be attached to the papers Georgian and English Summaries (to the paper in English language – English Summary). One author can submit no more than two papers.
2. The paper submitted to the Institute must include the letter of reference from the organization, where the study took place;
3. The paper must be submitted electronically to the following e-mail: **gwmi1929@gmail.com**.
4. Sheet format – A4, interval – 1.5 and font size 12, margins 25 mm for four sides; the paper must be submitted in DOC format (MS Word), recorded on CD-R; for Georgian Text – **Sylfaen**; for English and Russian Texts – **Times New Roman**; computer version of drawings and photos – in **JPG** or **TIF** format, 200 dpi;
5. The paper should include the following sequence:
    - Direction (in the upper right corner);
    - Paper Title;
    - Author (or authors) name, surname and patronymic with e-mail of contact person;
    - Organization, where the study took place, including post address;
    - Preamble;
    - General Part (object of study and methods);
    - Conclusions and Recommendations;
    - Bibliography (no more than 10);
    - Summary (10-15 lines);
    - Key Words (no more than 6).
6. Bibliographical references should include the following sequence: Author's (Authors') Name and Initials, Research Paper Title, Title and Number of Proceedings or Journal, Place of Publication (city), Year, Pages. The sequence of bibliographical references should be appropriate to the quotations given in the text;
7. Rejected papers will not be returned to authors.

2022 წლის 25 აგვისტოს საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის, კომპანია „მომავლის ტექნოლოგიების“, ა(ა)იპ გარემოს დაცვის ეკოცენტრისა და ბრიტანული კომპანიის „United Concrete Canvas“-ის ორგანიზებით ჩატარდა საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული სემინარი თემაზე „ინოვაციური ტექნოლოგიების - ბეტონის ხალიჩის გამოყენება წყალთა მეურნეობასა და გარემოს დაცვაში"

https://www.facebook.com/watch/?v=467069995431574

On August 25, 2022, an international scientific-practical seminar was held on the topic "Innovative technologies - Application of concrete canvas in water management and environmental protection" organized by the Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, the company "Future Technologies", the Ecocenter for Environmental Protection and the British company “United Concrete Canvas”.