

**სსიპ შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის
კვლევითი საგრანტო პროექტის პროგრამული ანგარიში
1 - თავფურცელი / ზოგადი ინფორმაცია**

1	საგრანტო ხელშეკრულება №	FR/607/10-170/13 (10.04.2014)
2	საანგარიშო პერიოდი №	6
3	ანგარიშის ტიპი • საბოლოო: • პირველადი/დაზუსტებული:	საბოლოო
4	ანგარიშის პერიოდულობა (ექვსთვიანი / წლიური / სხვ.)	საბოლოო
5	საგრანტო პროექტის სახელწოდება:	ეროზიულ-ღვარცოფული პროცესების თეორიული კვლევა
6	კონკურსი, რომლის ფარგლებშიც დაფინანსდა პროექტი: (კონკურსის სახელწოდება, წელი)	ფუნდამენტური კვლევებისათვის სახელმწიფო სამეცნიერო საგრანტო კონკურსი (2013)
7	სამეცნიერო მიმართულება: ქვე-მიმართულება: (მიუთითეთ სიტყვიერად და კოდი კლასიფიკატორიდან):	10-170 სასოფლო-სამეურნეო მელიორაცია; 9-280 ბუნებათსარგებლობა და მდგრადი განვითარება; 9-180 ჰიდროლოგია.
8	გრანტის მიმღები წამყვანი ორგანიზაცია • ორგანიზაციის დასახელება: • სტატუსი (სსიპ, აიპ, სხვ.): • საიდენტიფიკაციო კოდი:	სსიპ საქართველო ტექნიკური უნივერსიტეტი 211349192
9	გრანტის მიმღები წამყვანი ორგანიზაციის ხელმძღვანელი/პასუხისმგებელი პირი: (სახელი, გვარი, თანამდებობა ტელ. ელ. ფოსტა)	არჩილ ფრანგიშვილი - რექტორის სამდივნო: (+995 32) 2 36 51 52; 64 21; rectoroffice@gtu.ge
10	საგრანტო პროექტის სამეცნიერო ხელმძღვანელი: (სახელი, გვარი, ტელ. ელ. ფოსტა)	ირაკლი ყრუაშვილი - ტელ.: (555) 232 373; iraklikruashvili@yahoo.com
11	საგრანტო პროექტის ბუღალტერი: (სახელი, გვარი, ტელ. ელ. ფოსტა)	ლიკა კურახჩიშვილი - ტელ.: (599) 005 878; lika_gtu@yahoo.com
12	თანამონაწილე ორგანიზაცია • ორგანიზაციის სახელი: • პასუხისმგებელი პირი: (სახელი, გვარი, პოზიცია, ტელ. ელ. ფოსტა)	-
13	თანადამფინანსებელი ორგანიზაცია • ორგანიზაციის სახელი: • პასუხისმგებელი პირი: (სახელი, გვარი, პოზიცია, ტელ. ელ. ფოსტა)	-
10	პროექტის ხანგრძლივობა (თვეების რაოდენობა): • პროექტის დაწყება (რიცხვი/თვე/წელი): • პროექტის დასრულება (რიცხვი/თვე/წელი):	10.04.2014-10.04.2017 (36 თვე)
11	პროექტის მთლიანი ბიუჯეტი:	144 400 ლარი
12	ფონდიდან მიღებული გრანტის მთლიანი ოდენობა: (საგრანტო ხელშეკრულებით განსაზღვრული)	144 400 ლარი
13	საანგარიშო პერიოდისთვის ფონდიდან მიღებული გრანტიდან გაწეული ხარჯი:	141 743.86 ლარი
14	ბიუჯეტის ნაშთი • ნაშთი გადარიცხული თანხიდან • ნაშთი დამტკიცებული ბიუჯეტიდან	2656.14 ლარი 0 ლარი

გრანტის მიმღები წამყვანი ორგანიზაციის ხელმძღვანელის
ხელმოწერა და ბეჭედი:

საგრანტო პროექტის ხელმძღვანელის ხელმოწერა:

ანგარიშის ჩაბარების თარიღი:

1. კვლევის შემაჯამებელი მოკლე ანგარიში

სამეცნიერო პროექტის მიზნები, ამოცანები და მიღწეული შედეგები (მოცემულ გრაფაში მიუთითეთ განხორციელებული სამეცნიერო პროექტის მიზნები, ამოცანები და პროექტის განხორციელების შედეგები. მოკლე ანგარიშის მოცულობა: რეკომენდირებული-400 სიტყვა, არაუმეტეს 800 სიტყვისა)

პროექტის მიზანებს წარმოადგენდა: ღვარცოფული პროცესების თეორიული კვლევა და საანგარიშო მახასიათებლების დადგენა-განზოგადოება. კერძოდ, ტანის მდგრადობის რღვევის განმსაზღვრელი მახასიათებლების ცვლილების გათვალისწინებით ღვარცოფსაცავების პარამეტრების ცვლილების კანონზომიერებების, ღვარცოფსადინარებში მიმდინარე პროცესებსა და გამოტანის კონუსებზე მოძრაობის პირობების შეფასების თეორიული მეთოდების განზოგადება და სრულყოფა; ფორმირებული ნაკადის ჰიდრავლიკური ელემენტებისა და კალაპოტური პროცესების მორფომეტრიული მახასიათებლების საანგარიშო სქემების დაზუსტება; ღვარცოფწარმომქმნელ კერებში დაგროვილი მასის დეფორმაციების არსებული საანგარიშო დამოკიდებულებების, ზღვრული წონასწორობისა და დამაბულობის, ღვარცოფსადინართა კალაპოტების დეფორმაციების გამომწვევი ფაქტორების, ნაკადის მოძრაობის პირობების შესაძლო გაჩერების განმსაზღვრელ მახასიათებელთა ანალიზი და მათი საანგარიშო დამოკიდებულებათა გამოყენების არის საზღვრის განსაზღვრა-შეფასება.

დასახული მიზნების მისაღწევად დაგეგმილი იქნა შემდეგი ამოცანების გადაწყვეტა:

- ✓ ეროზიულ-ღვარცოფული პროცესების კვლევის თანამედროვე მდგომარეობის შესწავლა, ანალიზი და განზოგადება - შესრულებულია;
- ✓ ღვარცოფსაცავის წონასწორობის რღვევის შესწავლა და მოსალოდნელი ხარჯის პროგნოზირების მიზნით თეორიული კვლევების ჩატარება ზღვრული დამაბულობის თეორიის გამოყენებით - შესრულებულია;
- ✓ არასტაციონალურობის-საფუძველზე ღვარცოფსაცავების მახასიათებლების ცვლილების კანონზომიერების განსაზღვრა - შესრულებულია;
- ✓ ღვარცოფულ კერებში დაგროვილი მასის წონასწორობის რღვევის კვლევა და მათი საანგარიშო დამოკიდებულებებით აღწერის მეთოდების დამუშავება ხარისხობრივი ფუნქციების გამოყენების საფუძველზე - შესრულებულია;
- ✓ ზღვრული წონასწორობის პირობების გათვალისწინებით ღვარცოფსადინართა განივი კვეთის მდგრადი ფორმის შერჩევა და შესაძლო გვერდითი კუმშვის კოეფიციენტის დაზუსტება - შესრულებულია;
- ✓ ღვარცოფული ნაკადის ჰიდრავლიკური ელემენტებისა და კალაპოტის მორფომეტრიული მახასიათებლების შერწყმის საფუძველზე განივ ნაგებობათა საპროექტო პარამეტრების დადგენა - შესრულებულია;
- ✓ ღვარცოფწარმომქმნელი გრუნტით ჩამოყალიბებული წყალსადინართა კალაპოტების დეფორმირებისადმი წინააღმდეგობის გაწევის შესაძლებლობების გათვალისწინებით ზღვრული სიჩქარის საანგარიშო დამოკიდებულების დაზუსტება - შესრულებულია;
- ✓ გამოტანის კონუსებზე ღვარცოფთა მოძრაობის პირობების შესწავლა, საანგარიშო მოდელის შერჩევა და საანგარიშო მახასიათებლების მიღება - შესრულებულია;
- ✓ გამოტანის კონუსებზე ღვარცოფსარეგულაციო ნაგებობებზე მოსალოდნელი დამრტყმელი ძალების პროგნოზირება - შესრულებულია;
- ✓ მიღებული შედეგების განზოგადება, და რეკომენდაციების შემუშავება - შესრულებულია.

მიღებულ იქნა შემდეგი მნიშვნელოვანი, სრულყოფილი და გაანგარიშების ახალი მეთოდები:

- ✓ ეროზიულ-ღვარცოფული პროცესის არასტაციონალურიდან გამომდინარე დადგინდა ღვარცოფსაცავთა მახასიათებლები, კერძოდ ბმული ღვარცოფის რეოლოგიური მახასიათებლების გათვალისწინებით, მიღებულ იქნა კერის სიმაღლის, დაგროვილი მასის მოძრაობის სიჩქარისა და ხარჯის ცვლილების კანონზომიერება დროსთან კავშირში;
- ✓ თეორიული გზით შეფასდა ღვარცოფული შენაკადების კერების მოსალოდნელი შესაძლო ხარჯები;
- ✓ მიღებულ იქნა ხარჯების საანგარიშო ზოგადი დამოკიდებულებები;

- ✓ ზღვრული წონასწორობის განტოლების საფუძველზე მიღებულ იქნა ღვარცოფსადინართა მორფომეტრიული მახასიათებლების და მდგრადობის კოეფიციენტების საანგარიშო დამოკიდებულებები, შეფასდა თვითფორმირებადი ღვარცოფსადინარის დეფორმაციის შესაძლო ბაზისის სიდიდე;
- ✓ ღვარცოფსადინართა განივი კვეთის შესაძლო მარაგის გათვალისწინებით მიღებულ იქნა განივი ნაგებობების საპროექტო პარამეტრების განსაზღვრის შესაბამისი დამოკიდებულებები;
- ✓ შეფასდა ღვარცოფის გამონატანის თვითფორმირებული კალაპოტის დეფორმაციისადმი წინააღმდეგობების უნარი და არაგამრეცხი მოდელი;
- ✓ ცვლადი მასის მოძაობის დიფერენციალური განტოლების ამოხსნის საფუძველზე შესწავლილ იქნა ღვარცოფთა გამონატანის კონუსებზე მოძრაობის პირობები და თეორიული გზით მიღებულ იქნა მათ მიერ განვლილი მანძილის, მოძრაობის ხანგრძლივობის, სიჩქარის წინააღმდეგობის კოეფიციენტისა და მოძრაობის წინააღმდეგობის ქანობის საანგარიშო დამოკიდებულებები;
- ✓ ბმული ღვარცოფის მოძრაობის პირობების შესწავლის საფუძველზე და მეორე რიგის დიფერენციალური განტოლების ამოხსნის შედეგად მიღებულ იქნა ნაკადის მოძრაობის შეწყვეტის კანონზომიერების ამსახველი საპროგნოზო დამოკიდებულება;
- ✓ დამოკიდებულებებით მიღებული შედეგებისა და კომპიუტერული პროგრამა DEBFLOW-ს გამოყენებით მდ. დურუჯის ღვარცოფული აუზისთვის გაანგარიშებულია დრეკადი ღვარცოფსაწინააღმდეგო ბარიერების საპროექტო პარამეტრები კონსტრუქციის მახასიათებლების, მასზე მოსული დატვირთვის, სიმტკიცის მარაგის კოეფიციენტისა და ღვარცოფული კერიდან დაძრული მასის მახასიათებლების დროსთან კავშირში გათვალისწინებით.

2. სამეცნიერო პროდუქტიულობა

2.1. საგრანტო პროექტის მსვლელობისა და განხორციელების შედეგად მომზადებული და გამოქვეყნებული პუბლიკაცია

- საერთაშორისო და ადგილობრივ რეფერირებად სამეცნიერო ჟურნალებში/გამოცემებში გამოქვეყნებული სტატია

№	ავტორ(ებ)ი	სტატიის სათაური	ჟურნალის სათაური	ტომი/გამოცემა	გამოცემის თარიღი	გამომცემლობა	ადგილობრივი/საერთაშორისო (მიუთითეთ ერთ-ერთი)	სტატიის სტატუსი: გამოცემული, მიღებული, ელოდება გამოცემას, განხილვის პროცესში მყოფი, წარდგენილი, სხვ. (მიუთითეთ ერთ-ერთი)	ინტერნეტ-ბმული
1	И.Круаშვილი, Э.Кухალაშვილი,	Математическая модель	Hydroengineering	# 1-2	2014	GTU		გამოცემულია	http://publishhouse.gtu.ge/ge

	И. Инашвили, К. Бзиава, И.Климиашвил и	неравномерного движения связного селя		(17-18) pp. 42- 45					
2	ი.ყრუაშვილი ე.კუხალაშვილი ი. ი.ინაშვილი ი.კლიმაშვილი ი	არასტაციონალური ბის საფუძველზე ღვარცოფსაცავის მახასიათებლების ცვლილების კანონზომიერების განსაზღვრა	ჰიდროინჟინე რია	# 1-2 (17-18), გვ. 46- 53	2014	სტუ		გამოცემულ ია	http://publishhouse.gtu.ge/ge
3	ი.ყრუაშვილი ე.კუხალაშვილი ი. ი.ინაშვილი ი.კლიმაშვილი ი	ღვარცოფულ კერებში დაგროვილი მასის წონასწორობის რღვევის განსაზღვრა ხარისხობრივი ფუნქციების გამოყენებით	ჰიდროინჟინე რია	# 1-2 (17-18), გვ. 63- 72	2014	სტუ		გამოცემულ ია	http://publishhouse.gtu.ge/ge
4	ე.კუხალაშვილი ი.ინაშვილი კ.ბზიავა ი.ყრუაშვილი დ.ლორთქიფანი ძე	ღვარცოფსადინარში ი ტალღურად მოძრავი ზემული ღვარცოფის მახასიათებლების დადგენა	ჰიდროინჟინე რია	# 1-2 (19-20), გვ. 70- 75	2015	სტუ		გამოცემულ ია	http://publishhouse.gtu.ge/ge
5	И.Круаშვილი Э.Кухалашვილი И.Инашვილი К. Бзиава Д. Лорткипанидзе	Установление гидравлических параметров селевых русел	Экологические системы и приборы	№11 сс. 9-14	2016	Научтехизда т, Москва.	საერთაშორისო	გამოცემულ ია	http://eco.tgizd.ru/ru/arhiv/15736
6	E.Kukhalashvili K.Bziava D.Lortkipanidze	Determining the properties of hyperconcentrated flow	Hydroengineeri ng		2017	GTU		ელოდება გამოცემას	http://publishhouse.gtu.ge/ge

- წიგნები, მონოგრაფიები ან სხვა არაპერიოდული, ერთჯერადი გამოცემები

წიგნები, მონოგრაფიები, დისერტაცია/ნაშრომები, თეზისები, ან მსგავსი გამოცემები, რომლებიც გამოქვეყნებული იყო პროექტის შედეგად ცალკე გამოცემის სახით.

№	ავტორ(-ები)	პუბლიკაციის სათაური	ტომი/გამოცემა	გამოცემის თარიღი	გამომცემლობა	ადგილობრივი/საერთაშორისო (მიუთითეთ ერთ-ერთი)	გამოცემის სტატუსი (გამოცემული/მიღებული)	გვერდების რაოდენობა	ინტერნეტ-ბმული
1	ი.ყრუაშვილი ე.კუხალაშვილი ი.ინაშვილი კ.ზზიავა	ღვარცოფული მოვლენები - რისკი, პროგნოზი, დაცვა		2017	ტექნიკური უნივერსიტეტი	ადგილობრივი	გამოცემული	250	

- საკონფერენციო თეზისები და სხვ. გამოცემები (რომლებიც არ არის ზემოთ მითითებული) ჩამოთვალეთ საკონფერენციო თეზისები, ან სხვა გამოცემები, რომლებიც არ არის ზედა ორ პუნქტში მითითებული

№	ავტორ(-ები)	ნაშრომის სათაური	დონისძიების დასახელება	გამოცემის თარიღი	გამომცემლობა	ადგილობრივი/საერთაშორისო (მიუთითეთ ერთ-ერთი)	გამოცემის სტატუსი (გამოცემული/მიღებული)	ინტერნეტ-ბმული
1	ი.ყრუაშვილი ე.კუხალაშვილი ი.ინაშვილი კ.ზზიავა ვ.კირტავა	ჰიპერკონცენტრირებული ნაკადების ჰიდრაულიკური მახასიათებლების გაანგარიშება ღვარსაშუშე გადადინების შემთხვევაში	საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია - კლიმატის ცვლილება და მისი გავლენა სოფლის მეურნეობის მდგრად და უსაფრთხო განვითარებაზე	2014	საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემია	საერთაშორისო	გამოცემული	http://www.gaas.dsl.ge/ინფორმაციები/კონფერენციის-მასალები
2	ი.ყრუაშვილი ი.ინაშვილი ი.კლიმაშვილი	ღვარცოფსაწინააღმდეგო ბარიერების საპროექტო პარამეტრების	საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია - გლობალური დათბობა და	2015	საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემია	საერთაშორისო	გამოცემული	http://www.gaas.dsl.ge/ინფორმაციები/კონფერენციის-მასალები

		კომპიუტერული მოდელირება	აგრობიომრავალფეროვნება		ათა აკადემია		
--	--	-------------------------	------------------------	--	--------------	--	--

2.2. საგრანტო პროექტის მსვლელობისა და განხორციელებისას მიღებული შედეგების გავრცელება საერთაშორისო სამუშაო შეხვედრებზე (workshop), სემინარებზე, კონფერენციებზე, კონგრესებზე და სხვა ღონისძიებაზე

№	ღონისძიების ჩატარების ადგილი	ღონისძიების ჩატარების თარიღი	ღონისძიების ტიპი	ღონისძიების სტატუსი	თემის სახელწოდება	წარდგენილი მასალა (თეზისი, მოხსენება/პრეზენტაცია, პუბლიკაცია)	მონაწილის სტატუსი
1	ავსტრია, ქ. ვენა, ბუნებრივი რესურსებისა და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებების უნივერსიტეტი (BOKU), სამთო რისკების ინჟინერიის ინსტიტუტი, სამოქალაქო ინჟინერიისა და ბუნებრივი კატასტროფების დეპარტამენტი	2017 წლის 15 იანვრიდან 21 იანვრის ჩათვლით	სამუშაო შეხვედრა (workshop)	საერთაშორისო	აკადემიური თანამშრომლობის შესაძლებლობების გაზრდა გარემოსდაცვით კვლევებში	პრეზენტაციები გააკეთეს პროექტის ხელმძღვანელმა და მონაწილეებმა (ი.ყრუაშვილი, ი.ინაშვილი, კ.ბზიავა); იოჰანეს უბლი (Johannes Hübl) - პროფესორი, სამთო რისკების ინჟინერიის ინსტიტუტის დირექტორი (www.baunat.boku.ac.at/ian/)	მომხსენებლები

2.3. ვებ-გვერდი, ან სხვა ინტერნეტ გვერდი

მოსკოვის საერთაშორისო ჟურნალ „Экологические системы и приборы“-ის ოფიციალური ვებ-გვერდი - <http://eco.tgizd.ru>

გამოქვეყნებული სტატია:

1. И.Г. Круаშვილი, Э.Г. Кухалашვილი, И.Д. Инашвили, К.Г. Бзиава, Д.Г. Лорткипანიძე. Установление гидравлических параметров селевых русел. Экологические системы и приборы, Научтехиздат, Москва, №11, 2016, сс. 9-14. <http://eco.tgizd.ru/ru/arhiv/15736>

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ოფიციალური ვებ-გვერდი - <http://gtu.ge>

გამოქვეყნებული სტატიები:

2. ე. კუხალაშვილი, ი. ინაშვილი, კ. ბზიავა, ი. ყრუაშვილი, დ. ლორთქიფანიძე. ღვარცოფსადინარში ტალღურად მოძრავი ბმული ღვარცოფის მახასიათებლების დადგენა. სტუ, “ჰიდროინჟინერია”, # 1-2 (19-20), 2015, გვ. 70-74. <http://publishhouse.gtu.ge/storage/archit/22/pdf-1456300111-HBX9le2gkKJ9aVw3n8qZL5IOUwRmdzll.pdf>
3. ი. ყრუაშვილი, ე. კუხალაშვილი, ი. ინაშვილი, ი. კლიმიაშვილი. ღვარცოფულ კერებში დაგროვილი მასის წონასწორობის რღვევის განსაზღვრა ხარისხობრივი ფუნქციების გამოყენებით. სტუ, ჰიდროინჟინერია, # 1-2 (17-18), 2014, გვ. 63-71. <http://publishhouse.gtu.ge/storage/archit/21/pdf-1456300078-5YrLSWSzBuEPw2qx6o6kBM50IUuE7Pd4.pdf>

4. ი. ყრუაშვილი, ე. კუხალაშვილი, ი. ინაშვილი, ი. კლიმიაშვილი. *არასტაციონალურობის საფუძველზე ღვარცოფსაცავის მახასიათებლების ცვლილების კანონზომიერების განსაზღვრა*. სტუ, ჰიდროინჟინერია, # 1-2 (17-18), 2014, გვ. 46-53.
<http://publishhouse.gtu.ge/storage/archit/21/pdf-1456300078-5YrLSWSzBuEPw2qx6o6kBM50IUuE7Pd4.pdf>
5. И. Круашвили, Э. Кухалашвили, И. Инашвили, К. Бзиава, И. Климиашвили. *Математическая модель неравномерного движения связанного селя*. GTU, Hydroengineering, # 1-2 (17-18), 2014, pp. 42-45.
<http://publishhouse.gtu.ge/storage/archit/21/pdf-1456300078-5YrLSWSzBuEPw2qx6o6kBM50IUuE7Pd4.pdf>

საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის ოფიციალური ვებ-გვერდი - <http://www.gaas.dsl.ge>

6. ი. ყრუაშვილი, ი. ინაშვილი, ი. კლიმიაშვილი. *ღვარცოფსაწინააღმდეგო ბარიერების საპროექტო პარამეტრების კომპიუტერული მოდელირება*. საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია “გლობალური დათბობა და აგრობიომრავალფეროვნება”. საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემია, 2015, გვ. 334-337.
http://www.gaas.dsl.ge/images/conference_materials/Konferencia_shromebi-%202015.compressed.pdf
7. ი. ყრუაშვილი, ე. კუხალაშვილი, ი. ინაშვილი, ვ. ბზიავა, ვ. კირტავა. *ჰიპერკონცენტრირებული ნაკადების ჰიდრაულიკური მახასიათებლების გაანგარიშება ღვარსაშუზე გადადინების შემთხვევაში*. საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემია. საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „კლიმატის ცვლილება და მისი გავლენა სოფლის მეურნეობის მდგრად და უსაფრთხო განვითარებაზე“, 2014, გვ. 345-348.
http://www.gaas.dsl.ge/images/conference_materials/Konferencia_shromebi-%202014.compressed.pdf

2.4. ტექნოლოგიები, ტექნიკა/მეთოლოგია/პროცედურა/დანადგარი

პროექტის ფარგლებში შემუშავებულ იქნა შემდეგი მნიშვნელოვანი, სრულყოფილი და გაანგარიშების ახალი მეთოდები:

- ✓ ეროზიულ-ღვარცოფული პროცესის არასტაციონალურიდან გამომდინარე დადგინდა ღვარცოფსაცავთა მახასიათებლები, კერძოდ ბმული ღვარცოფის რეოლოგიური მახასიათებლების გათვალისწინებით, მიღებულ იქნა კერის სიმაღლის, დაგროვილი მასის მოძრაობის სიჩქარისა და ხარჯის ცვლილების კანონზომიერება დროსთან კავშირში;
- ✓ თეორიული გზით შეფასდა ღვარცოფული შენაკადების კერების მოსალოდნელი შესაძლო ხარჯები;
- ✓ მიღებულ იქნა ხარჯების საანგარიშო ზოგადი დამოკიდებულებები;
- ✓ ზღვრული წონასწორობის განტოლების საფუძველზე მიღებულ იქნა ღვარცოფსადინართა მორფომეტრიული მახასიათებლების და მდგრადობის კოეფიციენტების საანგარიშო დამოკიდებულებები, შეფასდა თვითფორმირებადი ღვარცოფსადინარის დეფორმაციის შესაძლო ბაზისის სიდიდე;
- ✓ ღვარცოფსადინართა განივი კვეთის შესაძლო მარაგის გათვალისწინებით მიღებულ იქნა განივი ნაგებობების საპროექტო პარამეტრების განსაზღვრის შესაბამისი დამოკიდებულებები;
- ✓ შეფასდა ღვარცოფის გამონატანის თვითფორმირებული კალაპოტის დეფორმაციისადმი წინააღმდეგობების უნარი და არაგამრეცი მოდელი;
- ✓ ცვლადი მასის მოძრაობის დიფერენციალური განტოლების ამოხსნის საფუძველზე შესწავლილ იქნა ღვარცოფთა გამონატანის კონუსებზე მოძრაობის პირობები და თეორიული გზით მიღებულ იქნა მათ მიერ განვლილი მანძილის, მოძრაობის ხანგრძლივობის, სიჩქარის წინააღმდეგობის კოეფიციენტისა და მოძრაობის წინააღმდეგობის ქანობის საანგარიშო დამოკიდებულებები;

- ✓ ბმული ღვარცოფის მოძრაობის პირობების შესწავლის საფუძველზე და მეორე რიგის დიფერენციალური განტოლების ამოხსნის შედეგად მიღებულ იქნა ნაკადის მოძრაობის შეწყვეტის კანონზომიერების ამსახველი საპროგნოზო დამოკიდებულება;
- ✓ დამოკიდებულებებით მიღებული შედეგებისა და კომპიუტერული პროგრამა DEBFLOW-ს გამოყენებით მდ. დურუჯის ღვარცოფული აუზისთვის გაანგარიშებულია დრეკადი ღვარცოფსაწინააღმდეგო ბარიერების საპროექტო პარამეტრები კონსტრუქციის მახასიათებლების, მასზე მოსული დატვირთვის, სიმტკიცის მარაგის კოეფიციენტისა და ღვარცოფული კერიდან დამრული მასის მახასიათებლების დროსთან კავშირში გათვალისწინებით.

აღნიშნული შედეგები გაზიარებულ იქნა ადგილობრივ და სართაშორისო სამეცნიერო წრეებში და ასახვა ჰპოვა სამეცნიერო სტატიებში, საკონფერენციო მასალებში და პროექტის შედეგების შემაჯამებელ ვრცელ ნაშრომში, რომელიც გადაცემულ იქნა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამეცნიერო ბიბლიოთეკაში, საქართველოს პარლამენტის ეროვნულ ბიბლიოთეკაში, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის, საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის, საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის სპეციალისტებისთვის.

2016 წლის 18 მაისს საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიაში გაიმართა მრგვალი მაგიდა „ღვარცოფული პროცესები და მათი საწინააღმდეგო ღონისძიებების კომპიუტერული პროგრამირება“. მომხსენებელი საგრანტო პროექტის ხელმძღვანელი, პროფესორი ირაკლი ყრუაშვილი. ღონისძიებაზე განხილულ იქნა მიღებული შედეგები და სამომავლო კვლევები. (<http://www.gaas.dsl.ge/განცხადებები/324-მრგვალი-მაგიდა-ღვარცოფული-პროცესები-და-მათი-საწინააღმდეგო-ღონისძიებების-კომპიუტერული-პროგრამირება>)

აღნიშნულთან ერთად, პროექტის გეგმის მიხედვით, წელიწადში ერთხელ ტარდებოდა სემინარები პროექტის მონაწილეების, მოწვეული სპეციალისტების, სტუდენტებისა და სხვა დაინტერესებულ პირთა მონაწილეობით. აღნიშნულ სემინარებზე ხდებოდა პროექტის მიმდინარეობის, მიღებული შედეგებისა და სამომავლო კვლევების განხილვა.

2.5. გამოგონებები, საპატენტო განაცხადები, და/ან ლიცენზია (სხვა საავტორო უფლებები)

პროექტის ფარგლებში მიღებული შედეგების ამსახველ გამოცემულ ნაშრომს „ღვარცოფული მოვლენები - რისკი, პროგნოზი, დაცვა“ გრანტის მიმღები წამყვანი ორგანიზაციის მიერ მიენიჭა საერთაშორისო სტანდარტული ნორმა ISBN 978-9941-20-781-5 და საავტორო უფლება (იხილეთ თანდართული გამოცემის ეგზემპლარი).

2.6. სხვა პროდუქტები

3. პროექტის ძირითადი მიღწევები (ფონდის შიდა მოხმარებისათვის)

1	პროექტის ფარგლებში მიღებული მნიშვნელოვანი დასკვნა	ფუნდამენტური კვლევების საფუძველზე მიღებული შედეგები საფუძვლად უნდა დაედოს ეროზიულ-ღვარცოფული პროცესების სარეგულაციო დამცავი ღონისძიებების საპროექტო ნორმებს და საინჟინრო ამოცანების ოპტიმალურ გადაწყვეტებს.
2	პროექტის მნიშვნელობა სამეცნიერო საზოგადოებისათვის	თეორიული კვლევების საფუძველზე მიღებული მნიშვნელოვანი, სრულყოფილი და გაანგარიშების ახალი მეთოდები განკუთვნილია იმ მეცნიერებისა და სპეციალისტებისთვის, რომლებიც მოღვაწეობენ ჰიდროინჟინერიის, ჰიდროტექნიკური მელიორაციის, ჰიდროლოგიის, საინჟინრო ეკოლოგიისა და ჰიდროგეოლოგიის სფეროებში.
3	პროექტის ფარგლებში ადგილობრივი ან/და საერთაშორისო თანამშრომლობის ხარისხი (ახალი კვლევითი ჯგუფების)	პროექტის სამეცნიერო გუნდი მჭიდროდ თანამშრომლობს როგორც საქართველოს ასევე უცხოელ სპეციალისტებთან ეროზიულ-ღვარცოფული მოვლენების კვლევის მიმართულებით. კერძოდ, ყოველწლიურად მიმდინარეობს აზრთა და გამოცდილების გაზიარება საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის, საქართველოს სოფლის მეურნეობის აკადემიის და ქ. ვენის, ბუნებრივი რესურსებისა და საბუნებისმეტყველო

	ჩამოყალიბება, არსებული ჯგუფების კონსოლიდაცია)	მეცნიერებების უნივერსიტეტის (BOKU) მეცნიერებთან. დაგეგმილია სამომავლო კვლევები და სამუშაო შეხვედრები.
4	გრანტის მიმღები წამყვანი ორგანიზაციის მხარდაჭერის ხარისხის შეფასება პროექტის განხორციელებისას (მაგ. შესყიდვების დროულად განხორციელება)	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის (გრანტის მიმღები ორგანიზაცია) მჭიდროდ თანამშრომლობდა პროექტში მონაწილე სამეცნიერო გუნდთან, რაც დადებითად აისახა პროექტის მიზნების მიღწევაზე.
5	რეკომენდაციები ფონდისათვის კონკურსის ადმინისტრირებისა და მონიტორინგის კუთხით	სასურველია ანაგრიშის ფორმების გამარტივება.
6	პროექტის ფარგლებში მიღებული აკადემიური შედეგი (ასეთის არსებობის შემთხვევაში), მაგ. პროექტის ფარგლებში მაგისტრის ან დოქტორის აკადემიური ხარისხის დაცვა	მიუხედავად იმისა, რომ პროექტის ფარგლებში არ იყო გათვალისწინებული მაგისტრებისა და დოქტორანტების ჩართულობა, პროექტის გუნდმა რიგი ამოცანების გადაწყვეტის პროცესში, მიზანშეწონილად ჩათვალა დოქტორანტების ჩართვა, რაც დადებითად აისახა როგორც პროექტის განხორციელებაზე, აგრეთვე დოქტორანტების კვლევის ხარისხზე.
7	რამდენმა ადამიანმა დაიწყო დოქტორანტურაში სწავლა პროექტის ფარგლებში?	არ იყო გათვალისწინებული
8	პროექტის განხორციელებისას გამოყენებული ახალი და არასტანდარტული მეთოდოლოგია	პროექტის განხორციელებისას შემუშავებულ იქნა ეროზიულ-ღვარცოფული მოვლენების კვლევის ახალი მეთოდოლოგია, რაც სრულად არის ასახული საბოლოო სრულ ნაშრომში.
9	ინტერ და კროსდისციპლინარული განვითარება	ცალკეული კონკრეტული ამოცანების შედეგები დიდ დახმარებას გაუწევს ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობების პროექტირებაში, სასოფლო-მეურნეო ჰიდროტექნიკურ მელიორაციაში, ჰიდრაულიკაში, ნიადაგების ეროზიის ფიზიკაში, ნიადაგმცოდნეობაში, და სხვა მომიჯნავე დარგებში მოღვაწე მეცნიერებს სამომავლო კვლევების განხორციელებაში.
10	ცოდნისა და ტექნოლოგიის ტრანსფერი (მიუთითეთ შედეგების ტრანსფერი სამთავრობო ინსტიტუტებთან, საწარმოებთან მიმართებაში, ახლი პრაქტიკა/პრცედურები, სადაც კვლევამ ინიცირება მოახდინა ე.წ. Start-up-ების გაშვებაზე)	პროექტის ფარგლებში მიღებული შედეგები და რეკომენდაციები ასახვას პოვენს საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის მიერ შემუშავებულ სახელმწიფო მიზნობრივ პროგრამაში „საქართველოს ნიადაგების ეროზიისაგან დაცვა“, რომელზეც მუშაობა უკვე მიმდინარეობს.
11	სამეცნიერო გარემოს მყისიერი გაძლიერება	-

4. პროექტის ზეგავლენა/მნიშვნელობა (impact)

ფუნდამენტური კვლევების საფუძველზე, პროექტში მიღებული შედეგები საფუძვლად დაედება ეროზიულ-ღვარცოფული პროცესების სარეგულაციო დამცავი ღონისძიებების საპროექტო ნორმებს და საინჟინრო ამოცანების ოპტიმალურ გადაწყვეტებს. ღვარცოფის გამონატანის ეროზიის მიმართ მედეგობის მიზნით და მყარი ნატანის სოფლის-მეურნეობაში გამოყენების თვალსაზრისით შესაძლებელი გახდება: პროცესთან მათემატიკური მოდელების ადაპტაცია და საანგარიშო დამოკიდებულებების გამოყვანა; ეროზიისა და ღვარცოფული პროცესების ჩამოყალიბებისა და მოძრაობის მოდელებში გასათვალისწინებელი პოზიტიური და ნეგატიური ფაქტორების გამოყოფა-შესწავლა-შერჩევა; ეროზიულად მდგრადი უბნების დადგენა ჰიდრომეტეოროლოგიური მონაცემების გამოყენებით.

ცალკეული კონკრეტული ამოცანების შედეგები დიდ დახმარებას გაუწევს ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობების პროექტირებაში, ჰიდროტექნიკურ მელიორაციაში, ჰიდრავლიკაში, ნიადაგების ეროზიის ფიზიკაში, ნიადაგმცოდნეობაში, და სხვა მომიჯნავე დარგებში მოღვაწე მეცნიერებს და დოქტორანტებს კვლევების განხორციელებაში. ასევე, პროექტით მიღებული შედეგები ასახული იქნება გარემოს დაცვისა და საინჟინრო ეკოლოგიის სამაგისტრო და დოქტორანტურის სასწავლო-საგანმანათლებლო პროგრამებში.

საჭიროა აღვნიშნოთ, რომ პროექტის ფარგლებში გამოცემულ მონოგრაფიაში მოყვანილი რიგი საინჟინრო ამოცანების გადაწყვეტა და მათი პრაქტიკული რეალიზაცია ხელს შეუწყობს საქართველოს მიწის რესურსების საიმედო დაცვას ეროზიულ-ღვარცოფული მოვლენების მავნე ზემოქმედებისაგან.

პროექტის მთლიანი ბიუჯეტი გახარჯულ იქნა საქართველოში.

5. სირთულეები, პროექტის განხორციელების პროცესში (ფონდის შიდა მოხმარებისათვის)

№	სირთულეები	სირთულეების გამომწვევი მიზეზები	გადაწყვეტის/ მოგვარების გზები (რა ზომები იქნა მიღებული არსებული სირთულეების გადასალახად)
1	სამეცნიერო სტატიების დროული გამოქვეყნება	ჟურნალების პერიოდულობა	ფონდის მხარდაჭერა

შენიშვნა: უნდა ჩაიწეროს სხვადასხვა ტიპის სირთულეები. მაგ: სამეცნიერო მუშაობისას წარმოქმნილი სირთულეები, ტექნიკური სირთულეები და სხვა.

6. პროექტის შედეგების მოკლე რეზუმე და ანგარიში (გამოსაქვეყნებელი ვერსია)

6.1. მოკლე რეზუმე (აბსტრაქტი)

რეზუმე

საგრანტო პროექტის ფარგლებში გაანალიზებული და განზოგადებულია ეროზიულ - ღვარცოფული პროცესების შესწავლის თანამედროვე მდგომარეობა. თეორიული კვლევების საფუძველზე მიღებულია მნიშვნელოვანი სრულყოფილი და ახალი გაანგარიშების მეთოდები:

- ეროზიულ-ღვარცოფული პროცესის არასტაციონალურობიდან გამომდინარე დადგენილია ღვარცოფსაცავთა მახასიათებლები, კერძოდ, ბმული ღვარცოფის რეოლოგიური მახასიათებლების გათვალისწინებით მიღებულია კერის სიმაღლის, დაგროვილი მასის მოძრაობის სიჩქარისა და ხარჯის ცვლილების კანონზომიერება დროსთან კავშირში;
- თეორიული გზით შეფასებულია ღვარცოფული შენაკადების კერების მოსალოდნელი ხარჯები;
- მიღებულია ხარჯების საანგარიშო ზოგადი დამოკიდებულებები;
- ზღვრული წონასწორობის განტოლების საფუძველზე გამოყვანილია ღვარცოფსადინართა მორფომეტრიული მახასიათებლების და მდგრადობის კოეფიციენტების საანგარიშო დამოკიდებულებები;
- შეფასებულია თვითფორმირებადი ღვარცოფსადინარის დეფორმაციის შესაძლო ბაზისის სიდიდე;
- ღვარცოფსადინართა განივი კვეთის შესაძლო მარაგის გათვალისწინებით მიღებულია განივი ნაგებობების საპროექტო პარამეტრების განსაზღვრის დამოკიდებულებები;
- შეფასებულია ღვარცოფის გამონატანის თვითფორმირებული კალაპოტის დეფორმაციისადმი წინააღმდეგობების უნარი და არაგამრეცხი მოდელი;
- ცვლადი მასის მოძრაობის დიფერენციალური განტოლების ამოხსნის საფუძველზე შესწავლილია ღვარცოფთა გამონატანის კონუსებზე მოძრაობის პირობები და თეორიული გზით მიღებულია მათ მიერ განვლილი მანძილის, მოძრაობის ხანგრძლივობის, სიჩქარის წინააღმდეგობის კოეფიციენტისა და მოძრაობის წინააღმდეგობის ქანობის საანგარიშო დამოკიდებულებები;
- ბმული ღვარცოფის მოძრაობის პირობების შესწავლის საფუძველზე და მეორე რიგის დიფერენციალური განტოლების ამოხსნის შედეგად მიღებულია ნაკადის მოძრაობის შეწყვეტის კანონზომიერების ამსახველი საპროგნოზო დამოკიდებულება.

ფუნდამენტური კვლევების საფუძველზე მიღებული შედეგები საფუძვლად შეიძლება დაედოს ეროზიულ-ღვარცოფული პროცესების სარეგულაციო დამცავი ღონისძიებების საპროექტო ნორმებს და საინჟინრო ამოცანების ოპტიმალურ გადაწყვეტებს.

მიღებული შედეგები ასევე შეიძლება გამოყენებული იქნას როგორც ღვარცოფწარმოქმნელ კერებში ჩამოყალიბებული ბმული ღვარცოფის მახასიათებლების დროში ცვლილების, ამ უკანასკნელიდან ფორმირებული ხარჯის უსაფრთხო ტრანზიტის და გამონატანის კონუსებზე განლაგებული მიწის რესურსებისა და სხვადასხვა სახის ობიექტების დაცვის მიზნით.

ცალკეული კონკრეტული ამოცანების შედეგები დიდ დახმარებას გაუწევს ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობების პროექტირებაში, ჰიდროტექნიკურ მელიორაციაში, ჰიდრაულიკაში, ნიადაგების ეროზიის ფიზიკაში, ნიადაგმცოდნეობაში, და სხვა მომიჯნავე დარგებში მოღვაწე მეცნიერებს სამომავლო კვლევების განხორციელებაში.

Abstract

Within the framework of the granted project the modern conditions studying the debrisflow and erosion processes have been analyzed and generalized. On the basis of theoretical researches the following significant and complete novelties have been obtained:

- taking into consideration the non-stationarity of debrisflow processes, the characteristics of debrisflow-forming centers has been developed. Particularly, the regularity of modification of flow, movement velocity and height of centre in time has been determined, taking into consideration of rheological characteristics of cohesive debrisflow;
- expected flow of debrisflow-forming centers has been theoretically estimated; the general calculation dependence of flows has been developed;
- based on the of maximum equilibrium equation, the calculation dependences of debrisflow channels, morphometric characteristics and stability factors has been determined; the base of deformation possibility of debrisflow channels has been estimated;
- calculation dependences for determination of design parameters of cross-section constructions has been developed taking into consideration the available reserves of cross-section of debrisflow channels;
- possibility of deformation resistance of self-forming channels that are continued on the cones of debrisflow and non-washed out model has been estimated;
- on the basis of differential equation of variable mass movement, the movement conditions of debrisflo on the cones has been studied. The calculation dependences of movement length, duration, resistance ratio and slope of movement resistance has been theoretically developed;
- on the basis of study of the cohesive debrisflow movement conditions and decision of second degree differential equation, the forecasting dependence describing the regularity of termination of final flow movement has been developed.

Regarding to the carried out fundamental studies, received results will became the basis for design standards for regulation and protection measures of debrisflow and erosion processes and optimum decision of engineering problems.

The received results may be used for determination of cohesive debrisflow characteristics' modification regarding the time, for protection of different types of objects and land recourses that are located on the debris cones. Also, developed recommendations will provide significant assistance to the engineers during design the debrisflow control structures.

The results of specific objectives renders considerable assistance to design the debrisflow control structures in the field of hydraulic engineering land reclamation, hydraulics, physics of soil erosion, soil science and support scientists of the related fields to conduct future scientific researches.

6.2. ვრცელი სამეცნიერო ანგარიში

შესავალი

ბუნებრივი გარემოს ერთ-ერთ უმთავრეს კომპონენტს - მიწის რესურსებს - ადამიანის ცხოვრებასა და მოღვაწეობაში განსაკუთრებული ადგილი უკავია. ადამიანი იყენებს მიწის ქიმიურ, ფიზიკურ და ბიოლოგიურ თვისებებს. ამდენად, მიწათმოქმედებაში შრომის საბოლოო შედეგი - მოსავალი დამოკიდებულია ნიადაგის ნოყიერი ფენის სისქეზე, მის მექანიკურ შედგენილობაზე, ქიმიური ნივთიერებების არსებობაზე, ე.ი. ნიადაგის ნაყოფიერებაზე.

მიწა ერთ-ერთი მთავარი ეროვნული სიმდიდრეა, რომელსაც განსაკუთრებული გაფრთხილება და დაცვა სჭირდება, მის (ნიადაგის) წილად მოდის საქართველოს ბუნებრივი სიმდიდრის თითქმის ნახევარი.

საქართველო მთა-გორიანი ქვეყანაა. მთისა და მთისწინა ზონა ქვეყნის ტერიტორიის 54%-ს მოიცავს. ამ ტერიტორიაზე მიწის სავარგულები გამუდმებულ ცვალებადობას განიცდის. სავარგულების სტრუქტურას და მათი ხარისხის ტრანსფორმაციას განაპირობებს ახალი მიწების ათვისება, აქტიური მელიორაციული ღონისძიებები და სხვა. ამასთან, ეროზიულ-ღვარცოფული მოვლენები იწვევენ სავარგულების ფართობების შემცირებასა და მიწის ფონდის ხარისხობრივი შემადგენლობის გაუარესებას. ამრიგად, მიწის რესურსები განიცდიან განუწყვეტელ რაოდენობრივ და თვისობრივ ცვლილებებს.

ბოლო 10 წლის მონაცემებით, ეროზიულ-ღვარცოფული პროცესების ექსტრემალურ გააქტიურებას დასაშვებ ფონს ზემოთ ადგილი ჰქონდა რაჭა-ლეჩხუმში, სამეგრელოს მთისწინეთში, აჭარაში, ზემო იმერეთსა და კახეთში, მცხეთა-მთიანეთში, ნაწილობრივ ბორჯომის, ახალციხე-ასპინძის, მესტიის რაიონებში და თბილისის ტერიტორიაზე.

ბოლო პერიოდში სტიქიური ღვარცოფული მოვლენების მასშტაბური გააქტიურება ფიქსირდება კახეთის ტერიტორიაზე, რომელიც მთლიანად რეგიონის ბუნებრივი კატასტროფების საშიშროების რისკით საშუალო კატეგორიიდან გადავიდა მაღალში. კახეთის რეგიონში სტიქიური პროცესების გააქტიურების მაჩვენებელი 2004 წლიდან დაწყებული თითქმის ყოველ წელს ფონურზე მაღალია, ცალკეული წლების ექსტრემალური აფეთქებებით. ასეთი იყო 2009 და 2010 წლები. სტიქიური მოვლენების გააქტიურების ერთ-ერთი მთავარი ფაქტორი ჭარბი ატმოსფერული ნალექების, მათ შორის თავსხმა წვიმების მოსვლაა. დაკვირვებებით დადგენილია, რომ აღმოსავლეთ საქართველოს სივრცეში მეწყრული მოვლენების ექსტრემალური გააქტიურება იწყება ნალექების საშუალო მრავალწლიურიდან გადახრილი 400 მმ-ზემთ, ხოლო ღვარცოფების ტრანსფორმაცია დღე-ღამეში მოსული 30 მმ-ზე მაღლა.

კახეთის რეგიონი ისტორიულად წარმოადგენდა ღვარცოფების პროცესების განვითარების ფართო სარბიელს. კახეთის კავკასიონისა და ცივ-გომბორის ქედის ფარგლებში სწორედ ღვარცოფული გამონატანის ფართო შლიეფებზე არის დასახლებული კახეთის მოსახლეობის მნიშვნელოვანი ნაწილი.

კახეთის კავკასიონისა და ცივ-გომბორის გეომორფოლოგიურ ერთეულებში განვითარებული ღვარცოფები ფორმირდებიან სრულიად განსხვავებულ გეოლოგიურ გარემოში და მათი სტრუქტურულ-რეოლოგიური ბუნება ერთმანეთისაგან დიამეტრულად განსხვავებულია. ღვარცოფების ფორმირებისა და მათი შემადგენელი მასის განსხვავებული თვისებებიდან გამომდინარე ღვარცოფებისაგან დაცვის ღონისძიებების შემუშავება საჭიროებს განსხვავებულ მიდგომას. კახეთის კავკასიონის ღვარცოფული მოვლენების საშიშროებისაგან დაცვის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან მიმართულებად მიგვაჩნია ქვაყრილებით სანაპირო გაბიონების მოწყობა და პერიოდულად კალაპოტების გაწმენდა-გასწორება.

კახეთის რეგიონში განსაკუთრებული განსჯის საკითხია მდ. ალაზნით გამოწვეული ნაპირების ეროზიული გარეცხვის საშიშროება და ყოველწლიურად ასეულ ჰექტრობით მიწების განადგურება სიღნაღის და დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტების საზღვრებში, ასევე ადამიანის არასწორი საქმიანობით გამოწვეული მთელი რიგი გეოეკოლოგიური გართულებები.

აღნიშნული ტერიტორიების სახელმწიფო საზღვრების მნიშვნელოვანი ნაწილი პირობითად მდ. ალაზანზე გადის. მდინარის კალაპოტი კი გამომუშავებულია ეროზიისადმი უკიდურესად მგრძობიარე და ადვილად გარეცხვად ტბიურ-ლამიან ქანებში. ამით არის განპირობებული, რომ მდინარის ღრმად ჩაჭრილი კალაპოტი ძლიერ იკლავება, იმუშავებს დიდი გარშემოწერილობის მეანდრებს 3-50 მ და მეტი სიმაღლის ცივაბო ნაპირებს, რომელთა ბორტები მუდმივ ჩამოშლას განიცდიან მდინარის ჩვეულებრივი რეჟიმის პირობებშიც კი, ხოლო წყალუხვობისას წყლის დონეების აწევსას შესაბამისად გეომეტრიული პროგრესით იზრდება ბორტების ჩამოზვავება – განსაკუთრებით დიდი მეანდრირების მუხლებში. ამით არის გამოწვეული, რომ დაახლოებით ალაზნის 190 კმ სიგრძის სასაზღვრო ზონაში ყოველწლიურად იკარგება ათეულობით ჰექტარი მაღალნაყოფიერი მიწები, ხოლო დიდი მორკალების მუხლებში (250-700 მ საზღვრებში) ყოველწლიურად ირეცხება მარჯვენა ნაპირები საშუალოდ 8-12 მ სიგანით. ამის ნათელი დადასტურებაა სხვადასხვა წლების ტოპოგრაფიული რუკების შედარება და ადგილობრივი მაცხოვრებლებისა და მესაზღვრეების დაკვირვებები.

საქართველოს ტერიტორიის ეს რეგიონები ეროზიულ-ღვარცოფული მოვლენების საშიშროების რისკით და მიყენებული ეკონომიკური ზიანით მოექცა ღვარცოფების საშიშროების უმაღლესი რისკის კატეგორიაში.

საქართველოს გარემოს დაცვის სამინისტროს მონაცემებით, 1995-2009 წლებში საქართველოში ფიქსირებულია ღვარცოფული მოვლენების 1494 შემთხვევა, მისგან მიყენებული მთავლობითი ზარალი 1189 მლნ. ლარს შეადგენს. ამასთან, სამწუხაროდ დაფიქსირებულია ადამიანთა მსხვერპლიც. გამომდინარე აქედან, ეროზიულ-ღვარცოფულ მოვლენებთან ბრძოლა უმნიშველოვანეს პრობლემას წარმოადგენს.

თუ გავითვალისწინებთ იმ გარემოებას, რომ ეროზიულ-ღვარცოფული პროცესები პერიოდულ ცვალებადობას (გააქტიურება და დროებითი სტაბილიზაცია) განიცდის, ამიტომ შეუძლებელია მათი საშიშროების რისკის ალბათობის შესახებ საიმედო ინფორმაციის მიწოდება პერიოდულად სიტუაციის შეფასების, მოსალოდნელი სტიქიის იდენტიფიკაციის და მათი შესაძლო გააქტიურების მიზეზ-შედეგობრივი ფაქტორების ფუნდამენტალური შესწავლის გარეშე, რომელიც საფუძვლად უნდა დაედოს რისკების საშიშროების შეფასებას, მათი სივრცობრივი საზღვრების და განვითარების დადგენას, ტერიტორიის დაცვა-გაჯანსაღების ღონისძიებების დასახვას.

გამოწვეული ზარალის მამატაბებით ღვარცოფთა სპექტრიდან ყურადღება ბმულ ღვარცოფებს ეთმობა, რომელთა რეგულირებისა და სალიკვიდაციო ღონისძიებების მდგრადობა, კონსტრუქციული გადაწყვეტები, მათი პროგნოზირებისა და გაანგარიშების მეთოდების სრულყოფილებაზეა დამოკიდებული.

ღვარცოფების ჩამოყალიბება, მათი დინამიკისა და გამოტანის კონუსებზე მოძრაობის პირობების განსაკუთრებულობა, სხვა მოვლენებისაგან განსხვავებულობა, პროცესების საანგარიშო მოდელების შერჩევა-ადაპტირება, განსაკუთრებულ მიდგომებს, ცალკეული ამოცანების გადაწყვეტის საანგარიშო სქემების სწორად შერჩევას მოითხოვს.

დღევანდელი მონაცემებით გარემოს დაცვითი ღონისძიებების გამოყენების დონე არის დაბალი და ადგილი აქვს წყლისა და მიწის რესურსების საკმაოდ დიდ დანაკარგს. მოსალოდნელი ანომალიების გაუთვალისწინებლად ხდება გარემოს დაცვითი ღონისძიებების პროექტირება-მშენებლობა. ექსპლუატაციაში მყოფი მათი უმრავლესობა მოძველებულია, საექსპლუატაციოდ უვარგისია, სისტემისა და გარემოს დაცვითი ღონისძიებების კონსტრუქციული მდგრადობის რესურსი სავალალო მდგომარეობაშია. ეროზიული მოვლენების შედეგად შევსებულია ღვარცოფწარმომქმნელი კერების ქვაბულების დიდი ნაწილი, მძიმე მდგომარეობაშია და რეგულირებას მოითხოვს ღვარცოფსადინართა კალაპოტები, სავალალო მდგომარეობაშია ან არ არსებობს ღვარცოფსარეგულაციო ნაგებობები.

კლასიკური ღვარცოფსადინარის მაგალითად დურუჯის აუზის ვიდეო-ვიზუალური აგეგმვა მიუთითებს, რომ ერთ ჰექტარ ფართობზე ეროზიის ინტენსივობამ განსაკუთრებულ შემთხვევებში შეიძლება 50 ტონემდე მიაღწიოს, რაც დასაშვებ ნორმაზე 25-ჯერ მეტია და იგი სატრანზიტო ადგილებში 20 მეტრიანი ღვარცოფის ტალღის გავლის მიზეზიც შეიძლება გახდეს.

ღვარცოფული ნაკადები ხასიათდება მყარი ნატანის მაღალი ტრანსპორტირებით, მის მიერ ტრანსპორტირებული 20-30 მ³-იანი მოცულობის ქვები ჩვეულებრივ მოვლენას წარმოადგენს და ამ მაჩვენებელმა შეიძლება 127 მ³-საც მიაღწიოს. ეს ნაკადები ხასიათდება მაღალი განმეორადობის სიხშირით და ერთი პროცესის შედეგად მწყობრიდან გამოსულმა სასოფლო-სამეურნეო მიწის ფართობმა 300-350 ჰა-ს შეიძლება მიაღწიოს. წარმოდგენილი ნაკადები ხასიათდება დიდი დამანგრეველი ძალით და მათ გავლას თან მოსდევს ადამინთა მსხვერპლიც.

აქედან გამომდინარე ღვარცოფსაცავებში მიმდინარე პროცესები, მათი საანგარიშო მახასიათებლების ცვლილების პროგნოზირება, სატრანზიტო უბნებზე და გამოტანის კონუსებზე მოძრაობის პირობების შეფასება, ფუნდამენტალურ კვლევის სფეროში გამოყენებული მეთოდების გაღრმავება-დაზუსტება ღვარცოფული პროცესების შესწავლის აქტუალურ პრობლემად რჩება.

ვინაიდან, ეროზიულ-ღვარცოფული პროცესები მრავალი ფაქტორით არის განპირობებული, ღვარცოფთა პროგნოზირება მასთან გენეტიკურად დაკავშირებული ეროზიული პროცესის ღრმა შესწავლის საფუძველზე უნდა განხორციელდეს, რათა მოხდეს მოვლენის საიმედო პროგნოზი და ეს ორი სახე ბუნების ანომალიის ერთიან კონტექსტში იქნას შესწავლილი.

სწორედ ამიტომ, პროექტის ფარგლებში მთავარი ყურადღება გადატანილ იქნა იმ ამოცანების თეორიულ გადაწყვეტაზე, რომელიც ეროზიულ-ღვარცოფული პროცესების ჩამოყალიბება-ფორმირებასთან, მოძრაობასთან, ტრანსფორმაციასთან და მყარი ნატანის გამოტანის კონუსებზე დალექვასთან არის დაკავშირებული.

კვლევის მეთოდები

მყარი ტანის მდგრადობის რღვევის განმსაზღვრელი მახასიათებლების ცვლილების გათვალისწინებით ღვარცოფსაცავების პარამეტრების ცვლილების კანონზომიერებების, ღვარცოფსადინარებში მიმდინარე პროცესებსა და გამოტანის კონუსებზე მოძრაობის პირობების შეფასებისა და თეორიული მეთოდების განზოგადება-სრულყოფისათვის, ფორმირებული ნაკადის ჰიდრაულიკური ელემენტებისა და კალაპოტური პროცესების მორფომეტრიული მახასიათებლების საანგარიშო სქემების დაზუსტებისთვის, რაც პროექტის მიზანს წარმოადგენდა, დასახულ იქნა შუალედური ამოცანები, რომელთა გადაწყვეტა განხორციელდა ჰიდრაულიკაში, ჰიდროტექნიკასა და ჰიდროტექნიკურ მელიორაციაში, ნიადაგმცოდნეობაში და ფიზიკაში საყოველთაოდ აღიარებული მეთოდებისა და სამეცნიერო-ტექნიკური მიდგომების გამოყენებით და სრულ შესაბამისობაშია პროექტის მიზანსა და ამოცანებთან.

კერძოდ, პროექტის ფარგლებში დაგეგმილი ამოცანების გადასაჭრელად გამოყენებულ იქნა შემდეგი სამეცნიერო მიდგომები და კვლევის მეთოდები:

- ზღვრული დამაბულობის მოდელის გათვალისწინებით ჩამომეწყურის ფართობების ღვარცოფწარმომქმნელი გრუნტის სიღრმესთან კავშირის დადგენის მეთოდი;
- არასტაციონარულობის საფუძველზე ღვარცოფსაცავების მახასიათებლების ცვლილების კანონზომიერების განსაზღვრის მეთოდი;

- კალაპოტური პროცესების სრული სიგანის, მარაგის სიდიდის და განივი კვეთის კუმშვის გათვალისწინებით ნაკადის შესაძლო კუმშვის განსაზღვრის მეთოდი;
- გამოტანის კონუსებზე ღვარცოფის მახასიათებლების გათვალისწინებით შესაძლო სიჩქარის, ჰიდრავლიკური წინააღმდეგობის კოეფიციენტის, გაჩერების სიღრმის ცვლილების კანონზომიერების დადგენის მეთოდი;
- ღვარცოფწარმომქმნელი გრუნტით შედგენილ სადინართა კალაპოტის თვითფორმირების პროცესის შესწავლის მეთოდი;
- ღვარცოფწარმომქმნელი გრუნტის ზედაპირის ფორმირებაზე მოქმედი ფაქტორების თეორიული კვლევების მეთოდი.

აღნიშნული ფუნდამენტური კვლევების მეთოდები სრულ შესაბამიასობაშია პროექტის მიზანთან და ამოცანებთან, რაც დადასტურებულია მრავალი მეცნიერის კვლევებით.

კვლევის შედეგების განხილვა

მიუხედავად იმისა, რომ ეროზიულ-ღვარცოფული მოვლენების შესწავლის მიმართულებით წლების მანძილზე ტარდება თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევები მსოფლიოს მრავალი მკვლევარის მიერ, დღეისათვის მაინც არ არის შემუშავებული ერთიანი მოდელი, რომელიც სრულფასოვნად ასახავდა პროცესის გამომწვევ ყველა მახასიათებელს.

გამომდინარე აქედან, პროექტის ფარგლებში განხორციელებული თეორიული კვლევების საფუძველზე მიღებულ იქნა შემდეგი მნიშვნელოვანი სრულყოფილი და ახალი გაანგარიშების მეთოდები:

- ეროზიულ-ღვარცოფული პროცესის არასტაციონალურიდან გამომდინარე დადგინდა ღვარცოფსაცავთა მახასიათებლები, კერძოდ ბმული ღვარცოფის რეოლოგიური მახასიათებლების გათვალისწინებით, მიღებულ იქნა კერის სიმაღლის, დაგროვილი მასის მოძრაობის სიჩქარისა და ხარჯის ცვლილების კანონზომიერება დროსთან კავშირში;
- თეორიული გზით შეფასდა ღვარცოფული შენაკადების კერების მოსალოდნელი შესაძლო ხარჯები; მიღებულ იქნა ხარჯების საანგარიშო ზოგადი დამოკიდებულებები;
- ზღვრული წონასწორობის განტოლების საფუძველზე მიღებულ იქნა ღვარცოფსადინართა მორფომეტრიული მახასიათებლების და მდგრადობის კოეფიციენტების საანგარიშო დამოკიდებულებები; შეფასდა თვითფორმირებადი ღვარცოფსადინარის დეფორმაციის შესაძლო ბაზისის სიდიდე;
- ღვარცოფსადინართა განივი კვეთის შესაძლო მარაგის გათვალისწინებით მიღებულ იქნა განივი ნაგებობების საპროექტო პარამეტრების განსაზღვრის შესაბამისი დამოკიდებულებები;
- შეფასდა ღვარცოფის გამონატანის თვითფორმირებული კალაპოტის დეფორმაციისადმი წინააღმდეგობების უნარი და არაგამრეცხი მოდელი;
- ცვლადი მასის მოძრაობის დიფერენციალური განტოლების ამოხსნის საფუძველზე შესწავლილ იქნა ღვარცოფთა გამოტანის კონუსებზე მოძრაობის პირობები და თეორიული გზით მიიღებულ იქნა მათ მიერ განვლილი მანძილის, მოძრაობის ხანგრძლივობის, სიჩქარის წინააღმდეგობის კოეფიციენტისა და მოძრაობის წინააღმდეგობის ქანობის საანგარიშო დამოკიდებულებები;
- ბმული ღვარცოფის მოძრაობის პირობების შესწავლის საფუძველზე და მეორე რიგის დიფერენციალური განტოლების ამოხსნის შედეგად მიღებულ იქნა ნაკადის მოძრაობის შეწყვეტის კანონზომიერების ამსახველი საპროგნოზო დამოკიდებულება.

დასკვნები და სამომავლო რეკომენდაციები

ფუნდამენტური კვლევების საფუძველზე პროექტში მიღებული შედეგები საფუძველად დაედება ეროზიულ-ღვარცოფული პროცესების სარეგულაციო დამცავი ღონისძიებების საპროექტო ნორმებს და საინჟინრო ამოცანების ოპტიმალურ გადაწყვეტებს. შემოთავაზებული მეთოდების საფუძველზე შესაძლებელია ეროზიისა და ღვარცოფის ჩამოყალიბებისა და მოძრაობის ამსახველ მოდელებში გასათვალისწინებელი პოზიტიური და ნეგატიური ფაქტორების გამოყოფა-შესწავლა-შერჩევა და აგრეთვე, ეროზიულად მდგრადი უბნების განსაზღვრა ადგილობრივი ჰიდრომეტეოროლოგიური მონაცემების გამოყენებით.

მიღებული შედეგები შეიძლება გამოყენებულ იქნას როგორც ღვარცოფწარმომქმნელ კერებში ჩამოყალიბებული ბმული ღვარცოფის მახასიათებლების დროში ცვლილების, ამ უკანასკნელიდან ფორმირებული ხარჯის უსაფრთხო ტრანზიტის და გამოტანის კონუსებზე განლაგებული მიწის რესურსებისა და სხვადასხვა სახის ობიექტების დაცვის მიზნით. ასევე, ჩვენს მიერ შემუშავებული რეკომენდაციები მნიშვნელოვან დახმარებას გაუწევს ინჟინრებს ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობების დაპროექტების დროს (რეკომენდაციები სრულადაა ასახული პროექტის ფარგლებში გამოცემულ მონოგრაფიაში).

პროექტის ფარგლებში დასახული ცალკეული კონკრეტული ამოცანების შედეგები დიდ დახმარებას გაუწევს ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობების პროექტირებაში, ჰიდროტექნიკურ მელიორაციაში, ჰიდრავლიკაში, ნიადაგების ეროზიის ფიზიკაში, ნიადაგმცოდნეობაში, და სხვა მომიჯნავე დარგებში მოღვაწე მეცნიერებს სამომავლო კვლევების განხორციელებაში.

7. დამატებითი ინფორმაცია, რომლის გაზიარებაც გასურთ ფონდისათვის

პროექტის მონაწილეები მადლობას მოახსენებენ შოთა რუსთაველის ეროვნულ სამეცნიერო ფონდს გაწეული მეთოდური კონსულტაციებისათვის და კვლევების მხარდაჭერისათვის პროექტის განხორციელების პერიოდში.

8. დანართები

ანგარიშს ელექტრონული და გამოცემული (2 ეგზემპლარი) ვერსიების სახით თან ერთვის გრანტის ფარგლებში შესრულებული სამუშაოს ამსახველი სრული ანგარიში-რეკომენდაციები-მონოგრაფია „ღვარცოფული მოვლენები - რისკი, პროგნოზი, დაცვა“.

პროექტის სამეცნიერო ხელმძღვანელის ხელმოწერა

წამყვანი ორგანიზაციის ხელმძღვანელის ხელმოწერა და ბეჭედი

ბ.ა.

თარიღი: _____