

UDC 627.11:627.81

SCOPUS CODE 1900

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2019-4-66-74>

წყალსადინარის გასწვრივ კალაპოტური წარმონაქმნების განაწილების ხასიათი

მაია კუპრავიშვილი აგროინჟინერიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0192, თბილისი. დ. გურამიშვილის გამზ. 17
E-mail: m.kupravishvili@gtu.ge

რეცენზენტები:

თ. ოდილავაძე, სტუ-ის აგრარული მეცნიერებების და ბიოსისტემების ინჟინერინგის ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: adilavadze2004@yahoo.com

რ. დიაკონიძე, სტუ-ის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის პროფესორი

E-mail: robertdia@mail.ru

ანოტაცია. წყალსადინარის გასწვრივ ღვარცოფების მოძრაობისას კალაპოტური წარმონაქმნების განაწილება მეტად რთული და მრავალი ფაქტორით განპირობებული პროცესია, რომელიც უპირატესად დამოკიდებულია თვით ამ ნარევის სახეობაზე. ამ მხრივ, განხორციელდა საველე ექსპერიმენტი მლეთის ხევზე, რომელიც შედარებით რეპრეზენტატიულ სურათს იძლეოდა ღვარცოფული დანალექის გრანულომეტრიული შემადგენლობის განსაზღვრის მხრივ. აღსანიშნავია, რომ საველე ექსპერიმენტი ჩატარდა მლეთის ხევზე 20 წლის წინ (1999 წ. წლის აგვისტოში) და განსაზღვრა წყალსადინარის კალაპოტში არაერთხელ მოსული ღვარცოფის დანალექი, რომლის შესწავ-

ლის დროსაც დადგინდა ასევე მოსული ღვარცოფების სახეობა.

ჩატარებულმა კვლევამ აჩვენა, წყალსადინარის გასწვრივ კალაპოტწარმომქმნელი ნაწილაკების განაწილება მოხდა არა მარტო ფრაქციათა მედიანური დიამეტრის, არამედ ამ ნაწილაკების ფორმების გათვალისწინებით.

საკვანძო სიტყვები: გრანულომეტრიული შედგენილობის დიფერენცირებული მრუდები; გრანულომეტრიული შედგენილობის ინტეგრალური მრუდები; ნაწილაკთა მედიანური დიამეტრი; ნაწილაკთა ფორმა; პროლუვიონი; სატრანზიტო ზონა.

შესავალი

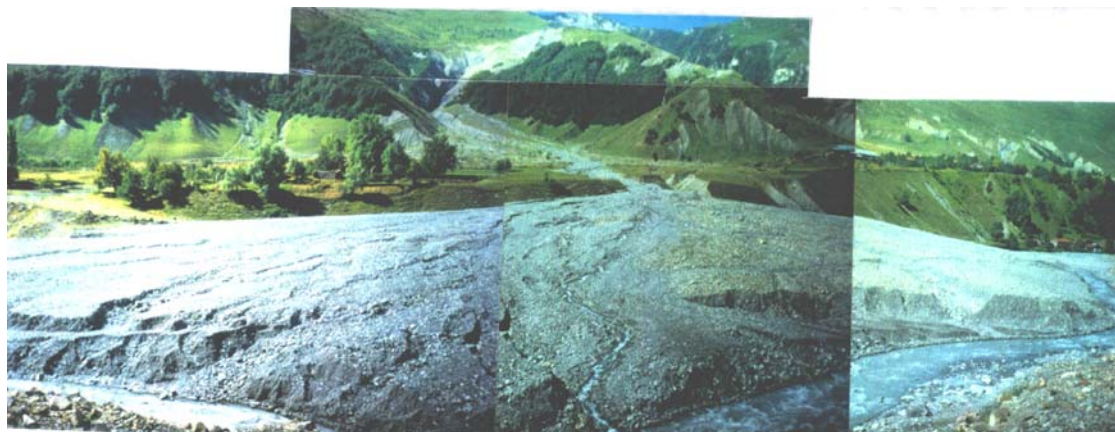
ღვარცოფული მოვლენები საქართველოს თითქმის ყველა რაიონისთვისაა დამახასიათებელი, მაგრამ მასშტაბურობით და სხვადასხვა დანიშნულების ობიექტებზე მკვეთრად გამოხატული ნეგატიური ზემოქმედების თვალსაზრისით, გამოირჩევა შიგა კახეთი, სვანეთი, აჭარის მთიანეთი, სამაჩაბლო, მდინარეების – თერგისა და არაგვის ხეობები და სხვა.

ამჟამად, მთის მდინარეების – არაგვის, ლიახვის, ალაზნის აუზების მცენარეულ საფარს მოკლებული ზოგიერთი უბნები ღვარცოფსაშიში კერებია, რომლებმაც განსაკუთრებულ პირობებში შეიძლება კატასტროფული ხასიათის ღვარცოფებიც კი წარმოქმნას. საგანგაშოა ის ფაქტი, რომ ღვარცოფწარმომქმნელი კერების ფართობი დროთა განმავლობაში იზრდება, რაც უფრო მძლავრი

ღვარცოფული მოვლენების წარმოშობის საწინდარი ხდება. ღვარცოფული მოვლენების შესწავლის თვალსაზრისით, მნიშვნელოვანია მათი მოძრაობის და დალექვის პროცესი; ჩვენ ინტერესს წარმოადგენდა ღვარცოფულ წყალსადინარში დალექილი მასის გრანულომეტრიული შემადგენლობის განსაზღვრა.

ძირითადი ნაწილი

ღვარცოფული წყალსადინარებისათვის კალაპოტწარმომქმნელი ნაწილაკების (პროლუვიონის) ფრაქციული შედგენილობის განსაზღვრის მიზნით, სავლე ექსპერიმენტი ჩატარდა მლეთის ხევის კალაპოტში, სადაც ლაკონურად არის წარმოდგენილი ღვარცოფული წყალსადინარის სათავე, სატრანზიტო და აკუმულაციის უბნები. (იხ. სურ. 1).



სურ. 1. ღვარცოფული ხასიათის წყალსადინარი (მლეთის ხევი)

მლეთის ხევის წყალსადინარის სათავე უბანი წარმოდგენილია კანიონის სახით, რომლის ფერდების დაფერდება $50^{\circ} \div 60^{\circ}$ -ია და იგი $45^{\circ} \div 20^{\circ}$ – მდე მცირდება, კალაპოტის ფსკერის სიგანე სატ-

რანზიტო ზონის დასასრულამდე $4 \div 5$ მ-დან იზრდება $10 \div 15$ მ-მდე. ნარიყის კონუსი წარმოდგენილია $60^{\circ} \div 80^{\circ}$ -მდე გაშლილი კონუსის სახით, მისი ზედაპირი შედარებით ამობურცულია და

წარმოდგენილია ქვიშა-ხრეშოვანი და მასზე ნაკლები ზომის ფრაქციებით. კალაპოტწარმომქმნელი ნაწილაკების გრანულომეტრიული შედგენილობის განსაზღვრის საფუძველზე დადგინდა, რომ აღნიშნული წყალსადინარი ხასიათდება არაბმული (ტურბულენტური) ღვარცოფების გავლით.

ექსპერიმენტის მიზანი იყო წყალსადინარში პროლუვიონის გრანულომეტრიული შედგენი-

ლობის განაწილების დადგენა, კალაპოტწარმომქმნელი ნაწილაკების ფორმისა და ზომის გათვალისწინებით.

ამოცანის გადაწყვეტის მიზნით, პროლუვიონის გრანულომეტრიული შემადგენლობის განსაზღვრა განხორციელდა ფოტოანალიტიკური მეთოდით სატრანზიტო ზონის 5-5 მეტრით დაშორებულ 11 კვეთში. (იხ. სურ. 2).



ა)



ბ)

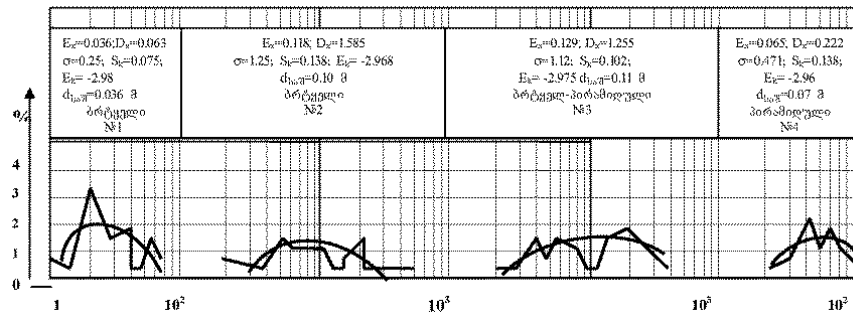


გ)

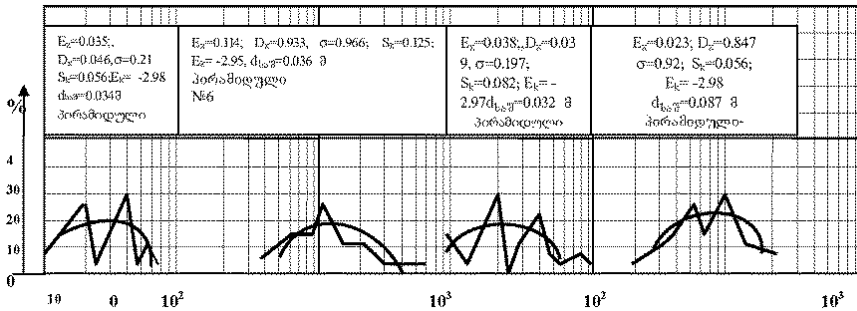
სურ. 2. ა) სატრანზიტო ზონის შუაწელამდე, ბ) შუაწელზე და გ) შუაწელის დასასრულ დალეკილი კალაპოტწარმომქმნელი ნაწილაკები

ფოტოსურათების ანალიზის საფუძველზე, სატრანზიტო ზონის გასწვრივ ღვარცოფული დანალექის გრანულომეტრიული შედგენილობა გამოისახა

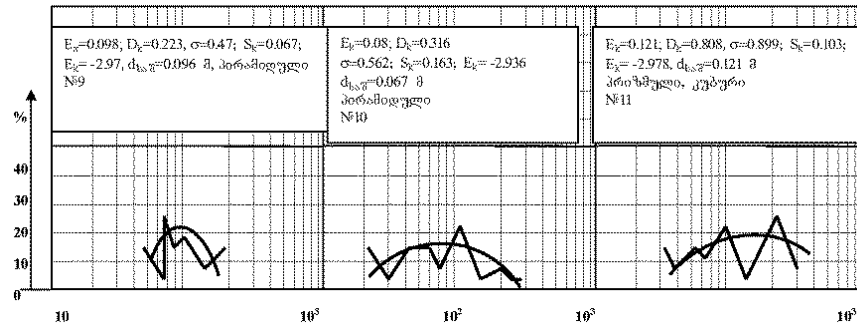
დიფერცირებული სახით, რამაც საშუალება მოგვცა, უფრო ნათლად განგვესაზღვრა დანალექის ერთგვაროვნება (იხ. სურ. 3).



ა



ბ



გ

სურ. 3. ა) სატრანზიტო ზონის შუაწელამდე, ბ) სატრანზიტო ზონის შუაწელზე და გ) სატრანზიტო ზონის დასასრულ დაფიქსირებული კალაპოტწარმოქმნილი ნაწილაკების გრანულომეტრიული შედგენილობის დიფერცირებული მრუდები

მიღებული მონაცემები მათემატიკური სტატისტიკის მეთოდებით დამუშავების შემდეგ დადგინდა ნაწილაკთა საშუალო დიამეტრი, ასიმეტრია,

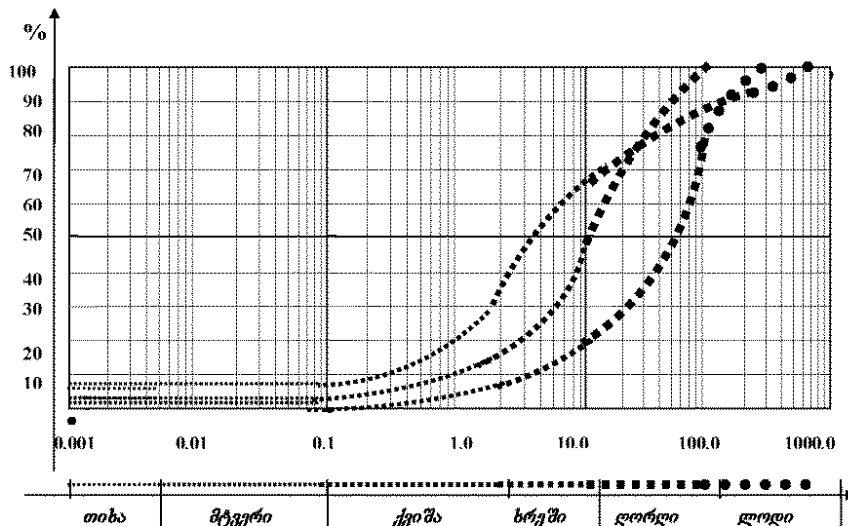
ექსცესი. გრანულომეტრიული შედგენილობის მრუდები გამა-განაწილების კანონით აღიწერა.

როგორც მე-3 სურათიდან ჩანს, სატრანზიტო ზონის შუაწელამდე და დასასრულ პროლუვიონის გრანულომეტრიული შედგენილობის დიფერენცირებული მრუდები შედარებით გლუვია, ვიდრე სატრანზიტო ზონის შუაწელზე, რაც ნაწილაკების ერთგვაროვნებაზე მიუთითებს. კალაპოტის შუაწელამდე ძირითადად დაილექა ბრტყელი, პირამიდული ფორმის დიდი ზომის ქვები, საშუალო დიამეტრით $d=0.07\pm 0.11$ მ; ხოლო სატრანზიტო ზონის დასასრულ კი იგივე დიამეტრის, მაგრამ შედარებით დამრგვალებული ფორმის ქვები, ხოლო შუაწელის კვთებში გაჩერდა პირამიდული ფორმის შედარებით მცირე ზომის ნაწილაკები ($d=0.032\pm 0.087$ მ).

თუ ყურადღებას მივაქცევთ პროლუვიონის ნაწილაკთა ფორმებს, მივხვდებით, რომ სატრანზიტო

ზონის შუაწელამდე დალექილი ნაწილაკები საგრძნობლად შვერილებიანი და ბრტყელი ფორმებით ხასიათდება. სატრანზიტო ზონის შუაწელზე კალაპოტწარმომქმნელი ნაწილაკების ფორმა წარმოდგენილი პირამიდული მოხაზულობით, ხოლო შუაწელის შემდგომ დამრგვალებული (კუბური და პრიზმული) ფორმით. სწორედ ფორმის გავლენამ განაპირობა პროლივიონის ასე ვთქვათ, “ანომალური განაწილება“ სატრანზიტო ზონის კასწვრივ.

კალაპოტური წარმონაქმნების გრანულომეტრიული შედგენილობის ცვალებადობის დასადგენად მე-2 სურათზე მოყვანილ იქნა წყალსადინარის გასწვრივ დალექილი ღვარცოფული მასის გრანულომეტრიული შედგენილობის ინტეგრალური მრუდები.



d, მმ

სურ. 4. სატრანზიტო ზონაში დალექილი ღვარცოფული გამონატანის გრანულომეტრიული შედგენილობის ინტეგრალური მრუდები

მრუდების ანალიზი მოყვანილ იქნა ცხრილის სახით:

**პროლუვიონის გრანულომეტრიული შედგენილობა
 მლეთის ხევის სატრანზიტო ზონაში**

სატრანზიტო ზონის კვეთები	ფრაქციათა პროცენტული შედგენილობა, %				
	მტვერი და თიხა- კოლოიდი <0.01 მმ	ქვიშა 0.01-2.0 მმ	ხრეში 2-10 მმ	ღორღი 10-200 მმ	ლოდები 200< მმ
შუაწელამდე	5	25	35	25	10
შუაწელზე	5	10	30	55	–
დასასრულ	3	5	15	70	7

საყურადღებოა, რომ წყალსადინარის სიგრძის გასწვრივ დალექილ პროლუვიონში შეიმჩნევა 2÷10 მმ ზომის ფრაქციების თანდათანობითი შემცირების და 10÷200 მმ დიამეტრის მქონე ქვების მატების ტენდენცია. ქვიშა-ხრეშის ფრაქცია, მიუხედავად მათი მცირე ზომისა, დიდი რაოდენობით დარჩა სატრანზიტო ზონის ზემო ნაწილში, როცა მათზე დიდი ზომის ქვები ინტენსიურად გადაადგილდა ქვედა ნაწილში. ასევე საინტერესოა 200 მმ-ზე მეტი ფრაქციის გადაგორება სატრანზიტო ზონის დასასრულ, რაც მიუთითებს მათი ზედაპირის ფორმაზე.

დასკვნა

ექსპერიმენტის შედეგად, რომელიც განხორციელდა მლეთის ხევის წყალსადინარზე, დადგინდა პროლუვიონის განაწილება ნაწილაკთა საშუალო დიამეტრის მიხედვით შემდეგნაირად: სატრანზიტო ზონის შუაწელამდე გაჩერდა საკმაოდ

დიდი დიამეტრის მქონე ქვები და ლოდები საგრძნობლად შვერილებიანი და ბრტყელი ფორმის ზედაპირებით. სატრანზიტო ზონის შუაწელზე გაჩერდა პირამიდული ფორმის, შედარებით მცირე ზომის ქვები; ხოლო სატრანზიტო ზონის დასასრულ ადგილი ჰქონდა საკმაოდ დიდი ზომის მქონე ქვების გაჩერებას, უფრო დამრგვალებული (კუბური და პრიზმული) ფორმის მქონე ზედაპირებით, რამაც განაპირობა მათი გადაგორება აღნიშნულ ადგილამდე. აქედან გამომდინარე, კალაპოტწარმომქმნელი ნაწილაკების მოძრაობა და დალექვის პროცესი მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული არა მხოლოდ ნაწილაკთა ზომის, ასევე მათი ფორმის მახასიათებელ პარამეტრებზეც.

ზემოთ აღნიშნულის გათვალისწინება საშუალებას მოგვცემს ეკოლოგიურად და ეკონომიკურად ეფექტური ღვარცოფსაწინააღმდეგო ღონისძიებების ჩატარების შესაძლებლობას.

ლიტერატურა

1. Kruashvili I., Kukhalashvili E., Inashvili I. Influence of morphometrical and hydraulic characteristics on the form of cross-section of a channel. *Annals of agrarian science*. Vol. 7. №2. 2009, 114-116 pp.
2. Kruashvili I, Loiscandl W., Inashvili I., Bziava K., Himmelbauer M. Debris flow channel processes and determination of the lateral compression ratio. 5th international conference “Debris flows: Disasters, risk, forecast, protection”. Tbilisi. 2018, 643-649 pp.
3. Kruashvili I., Kukhalashvili E., Inashvili I., Bziava K., Lortkipanidze D. Determining the properties of hyperconcentrated flow. *International journal of innovative research in science, engineering and technology (IJIRSET)*. Vol. 5. Issue 11. 2016, 6 p.
4. Kruashvili I.G., Kukhalashvili E.G., Inashvili I.D., Bziava K.G. Debris flow phenomena. Risk, Prediction, Protection. monografia. saqartvelos teqnikuri universiteti, tbilis, 2017, 249 gv.(in Georgian).
5. Natishvili O.G., Kruashvili I.G. Deceived infrastructure objects from mudflows. (Environmental issues). (L.A.P. lambert Academic Publishing, Germania, 2016, 104 st. (in Russian).
6. Natishvili O.G., Kruashvili I.G., Inashvili I.D. Applied problems of the dynamics of connected mudflows. Monografia, ООО “Nauchtextlituzdat” Moskva, 2018, 144 st. (in Russian).
7. Natishvili O.G., Kruashvili I.G. Protection of objects from the harmful effects of mudflows. *J. Ekologicheskie sistemi I pribori*, #7, 2015, st.20-30. (in Russian).
8. Sheko A.I. Methods of studying and predicting of exogenous geological processes. M. 1988, st. 215 (in Russian)
9. Takahashi T. Debris flow. Taylor and Francis Group. London,UK, 2007, 465 p. (in English).
10. Ventcel E.S., Ovcharov L.A. Applied problems of probability theory. M. “Radio I sviaz”.1983, st.414 (in Russian).

UDC 627.11:627.81
SCOPUS CODE 1900

The distribution of channel formations (proluvium) along the watercourse

Maia Kupravishvili Department of Agro-Engineering, Georgian Technical University, 17 D. Guramishvili Str, 0192, Tbilisi, Georgia
E-mail: m.kupravishvili@gtu.ge

Reviewers:

T. Odilavadze, Associate Professor, Faculty of Agricultural Science and Biosystems Engineering, GTU
E-mail: adilavadze2004@yahoo.com

R. Diakonidze, Professor, Tsotne Mirskhulava Water Management Institute of the Georgian Technical University
E-mail: robertdia@mail.ru

Abstract. As a result of experiment conducted on the watercourse Mletis-Khevi, proluvium distribution was determined by the average particle diameter as follows: stones and boulders with large diameters, ledges and flat surface shapes had stopped at the middle of the transit zone meanwhile fractions of relatively smaller diameter with pyramid shapes had stopped in the middle of the transit zone and large stones with rounded surfaces were noted at the end of the transit zone.

Thus, the motion and sedimentation of the sedimentary particles depend not only on the size (diameter) but also on the shape of the particles.

Taking into account above mentioned will enable us to conduct ecologically and economically effective mudflow measures.

Key words: Differential curves of granulometric composition; integral curves of granulometric composition; median particle diameter; particle shape; proluvium; transit zone.

UDC 627.11:627.81
SCOPUS CODE 1900

Характер распределения русловых образований (пролювиона) вдоль водотока

Мая Куправишвили Департамент Агроинженерии, Грузинский Технический Университет, Грузия,
0192, Тбилиси. пр. Д. Гурамишвили 17
E-mail: m.kupravishvili@gtu.ge

Рецензенты:

Т. Одилавадзе, ассоциированный профессор факультета аграрных наук и инженеринга биосистем ГТУ
E-mail: adilavadze2004@yahoo.com
Р. Диаконидзе, профессор водного хозяйства Института Цотне Мирцхулава ГТУ
E-mail: robertaia@mail.ru

Аннотация. В результате эксперимента, проведенного на водотоке Млетис-Хеви, распределение пролювиона было определено по среднему диаметру частиц следующим образом: до середины транзитной зоны остановились камни и валуны с большими диаметрами, с выступами и плоскими формами поверхности, в середине транзитной зоны остановились фракции относительно меньше диаметром пирамидальных форм, а в конце транзитной зоны были отмечены большие камни с округлёнными поверхностями.

Таким образом, движение и седиментация осадочных частиц существенно зависит не только от размера (диаметра), но и от их форм частиц.

Предусмотрение вышеуказанного даст возможность проводить экономически и экологически эффективные противоселевые мероприятия в транзитной зоне селевого водотока.

Ключевые слова: водоток; дифференциальные кривые гранулометрического состава; интегральные кривые гранулометрического состава; пролювион; средний диаметр частиц; транзитная зона; форма частиц.

განხილვის თარიღი 28.06.2019

შემოსვლის თარიღი 28.07.2019

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 17.12.2019