

CZU: 531.435(478)

DOI: 10.46727/cg.17-18-05-2024.p31-42

GESTIONAREA ALUNECĂRILOR DE TEREN ÎN BAZINUL HIDROGRAFIC BÂC: SOLUȚII DE STABILIZARE PENTRU REDUCEREA RISCULUI

Petru PRUNICI, dr., conf. univ., „Ion Creanga” State Pedagogical University from Chisinau,
ORCID> 0009-0008-2661-9342; prunici.petru@upsc.md

Tudor TRIFAN, Mgr., Czech University of Life Sciences,
ORCID: 0009-0003-0882-8128, trifan@af.czu.cz

Rezumat: În articol sunt prezentate rezultatele studiului privind frecvența alunecărilor de teren din bazinul hidrografic Bâc și măsurile de stabilizare a acestora, în acord cu factorii generatori. Bazinul hidrografic Bâc este situat într-o regiune geografică cu un potențial ridicat de alunecări de teren, de aceea este necesar să se cunoască măsurile și tehnicile de gestionare a acestui fenomen de risc la nivel local și regional. Principalii factori care cauzează fenomenul de alunecare de teren în bazinul hidrografic Bâc sunt: fragmentarea verticală a reliefului, litologia, precipitațiile atmosferice și utilizarea terenurilor. Acești factori se manifestă diferit într-un aspect spațial, de aceea este necesar să se elaboreze măsuri specifice de prevenire și stabilizare a alunecărilor de teren în acord cu zona de impact a acestor factori.

Cuvinte-cheie: energie de relief, fragmentare verticală, terasare, gabioane, drenaj superficial, utilizarea terenurilor.

LANDSLIDE MANAGEMENT IN THE BAC WATERSHED: STABILIZATION SOLUTIONS FOR RISK REDUCTION

Abstract: In the article there are presented the results of the study on the frequency of landslides in the Bâc hydrographic basin and the measures to stabilize them, in accordance with the factors that generate them. The Bâc hydrographic basin is located in a geographical region with a high potential for landslides, so it is necessary to know the measures and techniques for managing this risk phenomenon at the local and regional level. The main factors that cause the landslide phenomenon in the Bâc hydrographic basin are: vertical fragmentation of the relief, lithology, atmospheric precipitation and land use. These factors manifest themselves differently in a spatial aspect, therefore it is necessary

to develop specific measures to prevent and stabilize landslides in accordance with the area of impact of these factors.

Keywords: *relief energy, vertical fragmentation, terracing, gabions, surface drainage, land use.*

INTRODUCERE

Bazinul hidrografic Bâc este situat într-o regiune geografică a Republicii Moldova cu potențial ridicat de alunecări de teren, de aceea este necesar cunoașterea factorilor care favorizează sau declanșează alunecările de teren, a măsurilor și tehnicilor de gestionare a acestui fenomen de risc la nivel local și regional. Principalii factori definatorii care provoacă fenomenul alunecărilor de teren în bazinul hidrografic Bâc sunt: fragmentarea verticală a reliefului, litologia, precipitațiile atmosferice și utilizarea terenurilor. Acești factori se manifestă diferit în aspect spațial, de aceea este necesar de elaborat măsuri specifice de prevenire și stabilizare a alunecărilor de teren în conformitate cu aria de impact al acestora.

MATERIALE ȘI METODE

Pentru identificarea factorilor care favorizează declanșarea alunecărilor de teren în bazinul hidrografic Bâc și pentru a elabora măsurile de prevenire și de gestionare a acestui fenomen de risc au fost utilizate mai multe metode de cercetare, printre care: observarea în teren și măsurătorile, analiza geologică, geomorfologică și hidrologică etc. [1].

Observarea în teren și măsurătorile reprezintă două metode importante utilizate în cercetare, care permit obținerea de date relevante, fiind ulterior analizate și interpretate, utile pentru comparație în evoluție etc. Aceste metode s-au realizat atât în mod calitativ prin descrierea alunecărilor, cât și în mod cantitativ, prin înregistrarea numărului de alunecări de teren raportat la unitate de suprafață (ha) etc.

Evaluarea situației geomorfologice a impus examinarea tipului de relief și procesele geomorfologice care au loc în bazinul hidrografic, oferind informații despre factorii care favorizează declanșarea alunecărilor de teren. Pentru stabilirea înclinației pantelor a fost utilizat Modelul Numeric al Terenului pentru bazinul hidrografic Bâc cu rezoluția de 10 metri. Acesta a fost introdus ulterior în soft-ul SAGA GIS pentru generarea unei hărți a pantelor.

Prin investigarea geologică s-a colectat date despre litologia (tipul de sol, rocă) și structura geologică a zonelor afectate de alunecări de teren. Acest aspect al cercetării a condus la identificarea straturilor cu potențial de alunecare și a zonelor cu stabilitate scăzută.

Prin analiza hidrologică s-a determinat regimul hidrologic în bazinul hidrografic Bâc și modul în care apa influențează alunecările de teren. La elaborarea Hărții Utilizarea terenurilor (Fig.4) a fost aplicat ESRI Land Cover cu rezoluția de 10 metri, preluat de pe portalul ESRI Arc GIS [3], după care a fost decupată forma bazinului și s-au identificat clasele de utilizare a terenurilor conform ESRI [4].

Combinarea acestor metode, permite înțelegerea factorilor care conduc la alunecări de teren și elaborarea măsurilor preventive și corective pentru a minimiza riscul și a proteja zonele vulnerabile de alunecări.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Alunecările de teren reprezintă un fenomen periculos, cu impact semnificativ asupra mediului natural și comunităților umane. Pentru a proteja populația și infrastructura din bazinul hidrografic Bâc, este necesar elaborarea soluțiilor eficiente de stabilizare a terenului și de reducere a riscului.

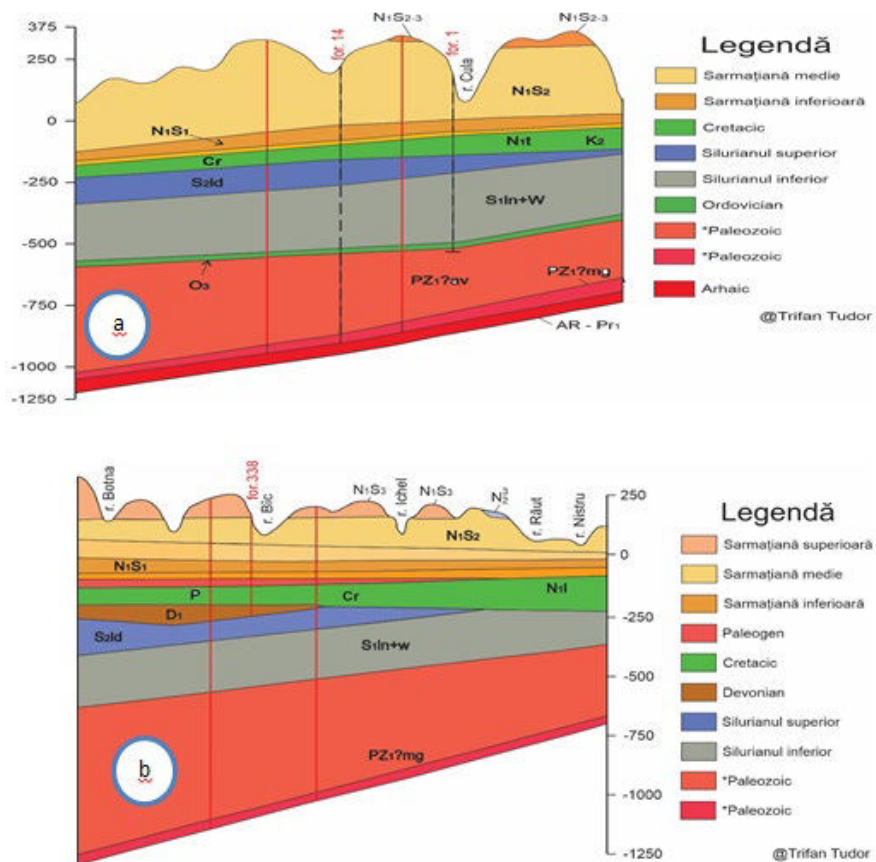


Fig. 1 Profilurile geologice pentru secțiunile Cornești (a), forajul 14 și Chișinău (b), forajul 338.

Primul pas în gestionarea alunecărilor de teren este identificarea zonelor vulnerabile și factorii care declanșează acest fenomen. Studiile privind litologia și aspectul geomorfologic al reliefului, în deosebi fragmentarea verticală (energia reliefului), pot orienta la identificarea terenurilor cu structură litologică și înclinație mare a pantelor care sunt predispuse la alunecări [2]. Astfel, studiarea *structurii geologice* în bazinului hidrografic Bâc, denotă că litologia este diferită spațial. (fig. 1; tab.1).

Tab. 1 Structura geologică a bazinului hidrografic Bâc

<i>Profilul geologic din partea superioară a bazinului hidrografic Bâc (or. Cornești, foraj -14)</i>				<i>Profilul geologic din partea inferioară a bazinului hidrografic Bâc (or. Chișinău, foraj - 338)</i>			
<i>Nr.</i>	<i>Vârsta rocilor</i>	<i>Stratul (m)</i>	<i>Structura geologică</i>	<i>Nr.</i>	<i>Vârsta rocilor</i>	<i>Stratul (m)</i>	<i>Structura geologică</i>
1	-	-	-	1	Sarmațiană super. (N ₁ S ₃)	75	Nisip, gresie, argilă.
2	Sarmațiană medie (N ₁ S ₂)	350	Argilă, nisip, gresie.	2	Sarmațiană medie (N ₁ S ₂)	175	Argilă, marnă, calcar, nisip, gresie
3	Sarmațiană inf.(N ₁ S ₁)	75	Calcar marnă, argilă, gresie	3	Sarmațiană inf. N ₁ S ₁)	75	Calcar, marnă, argilă, gresie
-	-	-	-	4	Paleogen (Pg)	25	Nisip, gresie calcar, argilă
4	Cretacică (Cr ₂)	50	Gresie, calcar, marnă, cretă	5	Cretacică (Cr ₂)	75	Gresie, calcar, marnă, cretă
-	-	-	-	6	Devoniană (D)	75	Calcar, gresie, ghips
5	Siluriană superioară (S ₂)	100	Argilit, calcar, dolomit, ghips	7	Siluriană super. (S ₂)	100	Argilit, calcar, dolomit, marnă,
6	Siluriană inferioară (S ₁)	250	Calcar, dolomit, marnă, argilit,	8	Siluriană inf. (S ₁)	225	Calcar, dolomit, marnă, argilit,
Total		825		Total		825	

Orizontul superior de roci care servește drept rocă maternă pentru tipurile de soluri și sunt influențate de procesele exogene, sunt de vârstă sarmațiană. Compoziția litologică a stratului de roci sarmațiene este diferită spațial în cadrul bazinului hidrografic Bâc. Astfel, în partea superioară a bazinului hidrografic predomină rocile de vârstă sarmațiană medie, alcătuite din argilă și nisip în asociere cu gresie.

Argila în asociere cu nisipul servește rocă maternă pentru soluri, iar infiltrarea precipitațiilor atmosferice până la stratul impermeabil lutos și unghiul semnificativ al pantelor, provoacă deplasarea gravitațională a stratului de sol.

În partea de mijloc și inferioară a bazinului hidrografic predomină rocile de vârstă sarmațiană superioară, alcătuite predominant din nisip și gresie, mai rar este răspândită argila (fig.1; tab. 1). Litologia orizonturilor superioare sunt mai nisipoase, fiind suprapuse pe calcare și marnă, iar unghiul pantelor este mai mic, astfel și frecvența alunecărilor de teren este mai mică.

Fragmentarea verticală a reliefului, sau energia reliefului, este un factor morfometric, care indică diferențele de altitudine dintre nivelul interfluviului și luncii. Acest factor, la rândul său, influențează unghiul de înclinație a pantelor. Astfel, în partea superioară a bazinului hidrografic Bâc predomină frecvența pantelor cu înclinația de 7-20 de grade. Iar în partea centrală, și mai ales, în partea inferioară a bazinului hidrografic predomină pantele cu înclinația de 1-5 grade (fig. 2).

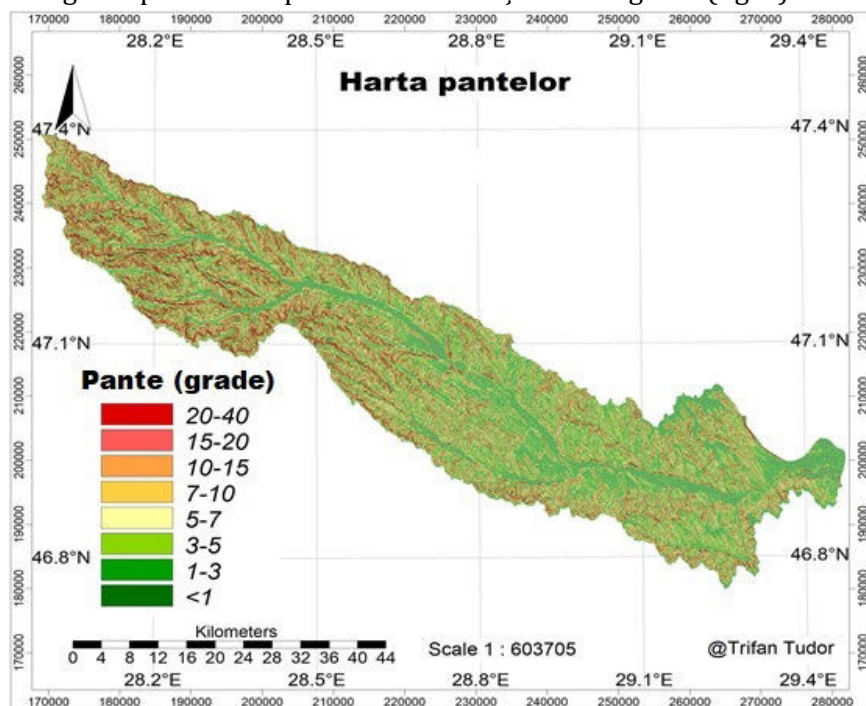


Fig. 2 Răspândirea pantelor în bazinul hidrografic Bâc

Cercetările pe teren și analiza materialului cartografic demonstrează că deplasarea maselor de sol sunt mai frecvente pe versanții cu o înclinare de 7-20 grade. În bazinul hidrografic Bâc, pe astfel de pante sunt localizate circa 70-90 % din alunecările de teren înregistrate. În baza Hărții pantelor din bazinul hidrografic Bâc (fig. 2) a fost calculată ponderea diferitor tipuri de pante (fig.3).

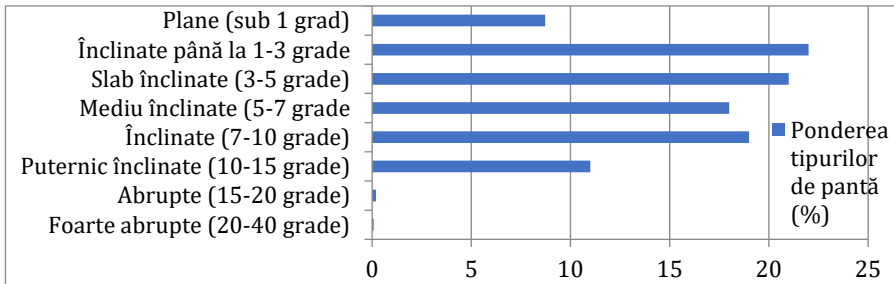


Fig. 3 Ponderea tipurilor de pantă în bazinul hidrografic al râului Bâc

Un alt factor care generează alunecările de teren în bazinul hidrografic Bâc este gradul de *utilizare a terenurilor* (fig. 4). Tipurile de utilizări a terenurilor influențează diferit asupra manifestării alunecărilor de teren. Arborii și arbuștii, vegetația ierboasă cu rădăcinile lor, stabilizează pantele și solurile. Prin urmare, îndepărtarea vegetației prin valorificare, poate crea condiții pentru declanșarea alunecărilor de teren, la fel ca și dezvoltarea infrastructurii (construcția drumurilor etc.), ce impune modificări ale pantelor, astfel conducând la creșterea riscului producerii alunecărilor de teren.

În bazinul hidrografic Bâc au fost identificate 6 categorii de utilizare a terenurilor, fiind răspândite neuniform (fig. 4). În partea superioară a bazinului hidrografic ponderea pădurilor și pajiștilor este mai mare, dar fragmentarea verticală a reliefului și litologia, sunt factorii care dictează fenomenul de alunecare. Totuși, gradul de împădurire limitează acest fenomen de risc, care ar putea fi unul critic. În partea inferioară a bazinului hidrografic predomină terenurile agricole, iar energia reliefului este mai mică, de aceea și intensitatea alunecărilor de teren este mai redusă.

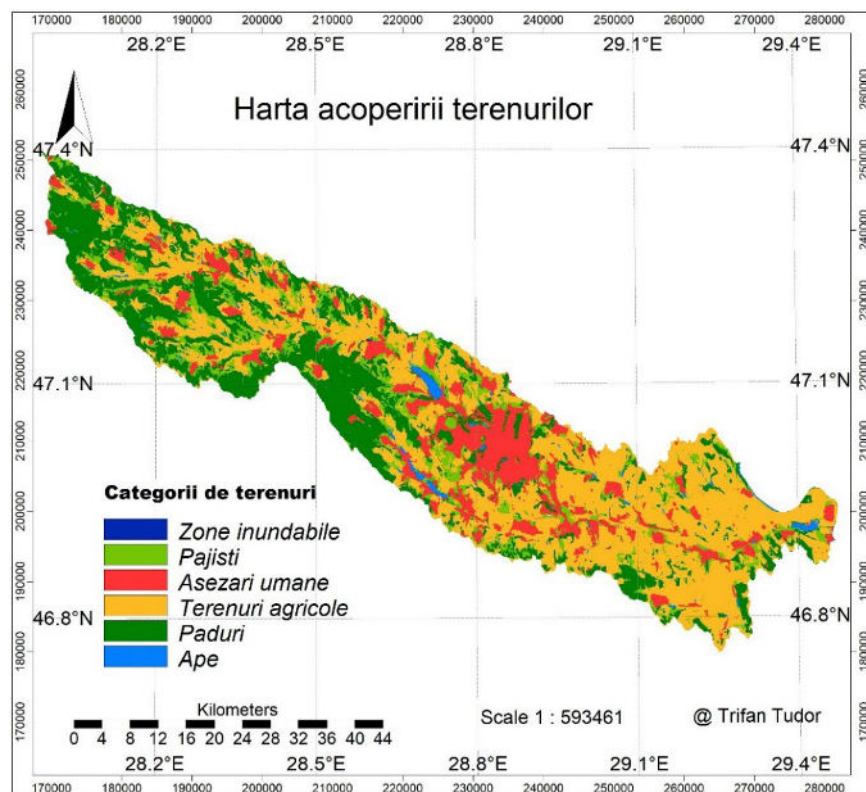


Fig. 4 Harta utilizării terenurilor în bazinul hidrografic Bâc

Precipitațiile atmosferice influențează semnificativ starea de tensiune a pantelor prin mobilitatea și mărirea masei solului. Precipitațiile atmosferice pătrund în porii solului și în fisurile provocate de secete, conducând la formarea presiunii hidrostatice, fenomen ce declanșează alunecările de teren. De obicei, frecvența alunecărilor de teren este mai mare în anii cu precipitații atmosferice mai abundente. Prin urmare, implementarea unui sistem de drenaj bine proiectat este esențial pentru a preveni umezirea excesivă a solului și pentru a reduce riscul de alunecări.

Efectele precipitațiilor atmosferice la declanșarea alunecărilor de teren se amplifică când se asociază cu înghețurile. Prin îngheț, apa din rocile

fisurate își mărește volumul, contribuind la lărgirea fisurilor existente și la formarea altor fisuri, iar în rocile argilo-nisipoase se formează lamele de gheață, care prin topire mărește umiditatea straturilor de roci, astfel formând condiții de manifestare a alunecărilor de teren.

De obicei, factorii care generează alunecările de teren în bazinul hidrografic Bâc au un impact combinat, iar efectele acestora sunt specifice în partea superioară, de mijloc și partea inferioară a bazinului hidrografic. Astfel, în partea superioară a bazinului hidrografic frecvența alunecărilor de teren este cea mai mare, fiind de 3-16%. Aici, rolul dominant în declanșarea alunecărilor de teren îl are fragmentarea verticală a reliefului în asociere cu caracterul litologic. Iar în partea inferioară a bazinului hidrografic, alunecările de teren constituie circa 1%, fiind determinate de aspectul litologic și gradul de utilizare a terenurilor. Raionul Călărași este unitatea teritorială administrativă din cadrul bazinului hidrografic Bâc care este cea mai afectată de alunecări de teren. Aici ponderea alunecărilor de teren din suprafața totală a raionului constituie cca 4,87% (Fig. 5).

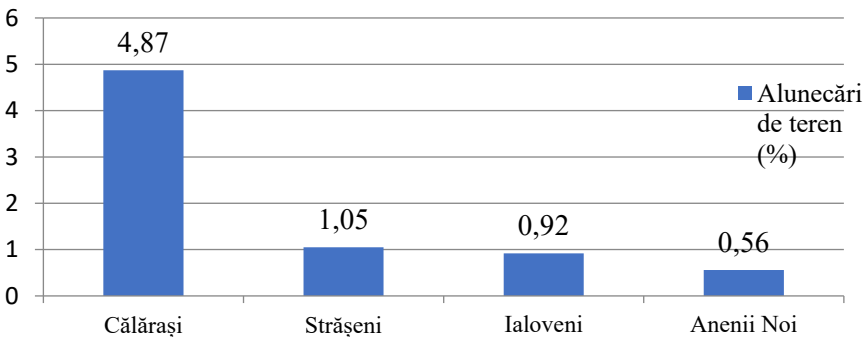


Fig. 5 Ponderea alunecărilor de teren în raioanele administrative din bazinul hidrografic Bâc.

Varietatea manifestării factorilor care provoacă alunecările de teren în bazinul hidrografic Bâc și gradul de combinare al acestora, impune selectarea măsurilor specifice de prevenire și de stabilizare a alunecărilor de teren pentru partea superioară, partea de mijloc și cea inferioară a bazinului hidrografic. Stabilizarea pantelor și consolidarea

solurilor, sunt măsuri esențiale pentru reducerea riscului de alunecări de teren. Unele tehnici eficiente includ:

Construirea de gabioane - reprezintă structuri construite din plase de sârmă umplute cu pietriș. Acestea pot fi amplasate strategic pe pantele expuse la alunecări de teren pentru a preveni eroziunea și pentru a consolida terenul. Pietrișul umplut în gabioane permit scurgerea apei, reducând acumularea excesivă de apă în sol. Gabioanele oferă o rezistență suplimentară pantei, prevenind mișcările de alunecare.

Terasarea - implică construirea de platforme sau trepte pe pantele înclinate. Prin crearea unor trepte orizontale sau înclinate, se reduce forțele gravitaționale exercitate asupra pantei și poate ajuta la prevenirea scurgerii apelor în sol și la creșterea aderenței terenului. Terasarea reduce presiunea exercitată asupra solului și previne mișcările masive de alunecare. De asemenea, contribuie la colectarea și scurgerea apei în mod controlat.

Protecția împotriva eroziunii - această metodă implică utilizarea plantelor cu rădăcini puternice pentru a proteja solul împotriva eroziunii și pentru a consolida terenul. Plantele precum ierburi multianuale, arbuști și arbori cu sistemul radicular bine dezvoltat consolidează solul prin intermediul rădăcinilor lor. Rădăcinile încătușează solul și îl fac mai rezistent la eroziune.

Întăririle cu piloni - este o tehnică utilizată pentru a stabili panta și presupune întărirea solului cu piloni din beton armat. Pilonii sunt instalați în sol, ajungând la straturile mai adânci și furnizând rezistență suplimentară.

Drenajul de suprafață - este utilizat pentru a permite scurgerea apei în mod controlat și pentru a preveni acumularea excesivă de apă în sol. Acest tip de drenaj include șanțuri, rigole și canale care colectează apa și o direcționează departe de panta expusă la alunecări. Prin eliminarea apei în exces, se reduce presiunea hidrostatică și se consolidează solul.

Consolidarea solului - reprezintă o tehnică care implică utilizarea unor materiale speciale pentru a îmbunătăți proprietățile solului, ceea ce crește coeziunea și rezistența acestuia. Aceste materiale pot include

aditivi chimici, fibre sau amestecuri speciale care sunt adăugate în sol pentru a-l întări și a-i crește rezistența.

Stabilizarea cu pereți de sprijin – impune construirea pereților de sprijin, cum ar fi pereții din gabioane, din beton armat sau din lemn care poate ajuta la menținerea stabilității pantei.

Planificarea urbanistică adecvată este esențială pentru reducerea riscului de alunecări de teren în zonele vulnerabile. Pentru dezvoltarea infrastructurii și a comunităților în bazinul hidrografic Bâc este necesar de luat în considerație caracteristicile geologice și geomorfologice. Alegerea adecvată a locației pentru clădiri și infrastructură, evitarea zonelor vulnerabile și păstrarea vegetației naturale, pot contribui la minimizarea riscului. De asemenea, se recomandă monitorizarea constantă a acestor zone, folosind tehnologii precum sistemele de măsurare a deplasărilor și senzorii de umiditate a solului. Prin identificarea timpurie a mișcărilor terenului și a modificărilor în umiditatea solului, se pot lua măsuri preventive pentru a preveni sau a limita extinderea alunecărilor de teren.

Sensibilizarea comunității cu privire la riscul de alunecări de teren și la măsurile de prevenire este esențială. O comunitate informată este mai capabilă să identifice semnele de instabilitate și să reacționeze prompt în situații de urgență.

CONCLUZII

1. Gestionarea alunecărilor de teren în bazinul hidrografic Bâc reprezintă o provocare complexă, dar cu abordarea adecvată și aplicarea unor soluții tehnice eficiente, riscul poate fi redus semnificativ.
2. Identificarea zonelor vulnerabile, monitorizarea constantă, dezvoltarea sistemelor de drenaj, consolidarea solului și planificarea urbanistică responsabilă, sunt doar câteva dintre măsurile primordiale pentru a asigura stabilitatea terenului și a

proteja populația și infrastructura din limitele bazinului hidrografic Bâc.

3. Sensibilizarea comunității și pregătirea pentru situații de urgență completează paleta de măsuri de gestionare a riscului alunecărilor de teren. Prin eforturi integrate și colaborare între autorități, experți și comunitate, putem promova o dezvoltare durabilă.

BIBLIOGRAFIE

- [1] ZARUBA O., MENCL V. Alunecările de teren și stabilizarea lor. București. 1974.
- [2] TRIFAN T., PRUNICI P. Studiu privind factorii care generează alunecările de teren în bazinul hidrografic al râului Bâc. In. Conferința științifică studențească cu participare internațională, ediția LXXI, 20 aprilie 2022. Chișinău: UST 2022 -459 p. ISBN 978-9975-76-394-3.
- [3] <https://www.arcgis.com/apps/instant/media/index.html?appid=fc92d38533d440078f17678>
- [4] <https://www.arcgis.com/home/item.html?id=fc92d38533d440078f17678ebc20e8e2>