

Studiu de fundamentare: Condiții geotehnice și hidrogeologice

Septembrie 2022

Pagină de semnături:

Director proiect: Conf. dr. geogr. urb. Iuliu VESCAN




Coordonator secundar: Arh. Florin Dan FLORUȚ



Colectiv de elaborare:

Conf. dr. geogr. urb. Iuliu VESCAN



Conf. dr. geogr. urb. Sorin FILIP



Conf. dr. Nicolae HAR

Cartografie:

Cerc. șt. dr. ing. Sanda ROȘCA



Conf. dr. geogr. urb. Sorin FILIP



Conf. dr. Ioan FODOREAN



CUPRINS

I. METODOLOGIA ȘI DELIMITAREA OBIECTIVULUI STUDIAT	4
II. ANALIZA CRITICĂ A SITUAȚIEI EXISTENTE	5
2.1. Resursele subsolului premisă a exploatării	5
2.2. Condiții hidro-geologice	11
2.3. Exploatarea resurselor minerale	19
2.4. Influența litologiei la instabilizarea terenurilor	20
III. EVIDENȚIEREA DISFUNCȚIONALITĂȚILOR ȘI PRIORITĂȚI DE INTERVENȚIE	26
IV. PROPUNERI DE ELIMINARE SAU DIMINUARE A DISFUNCȚIONALITĂȚILOR	36
V. PROGNOZE, SCENARII SAU ALTERNATIVE DE DEZVOLTARE	39
VI. SINTEZA	40

Lista figurilor

Figura 1. Rețeaua de monitorizare subterane	16
Figura 2. Distribuția alunecărilor de teren pe clase geologice	22
Figura 3. Probabilitatea de instabilizare a terenului în funcție de litologie.....	23
Figura 4. Harta acviferelor	24
Figura 5. Albie de prăbușire-surpare în Măgura Piciorul Herjei	28
Figura 6. Distribuția sectoarelor miniere și a riscurilor asociate, la nivel de UAT, în județul Maramureș	30
Figura 7. Amplasarea iazurilor de decantare în arealul Bozânta (a) și Tăuții de Sus (b)	33
Figura 8. Breșa creată în taluzul iazului de decantare de la Novăț, martie 2000	33
Figura 9. Schema de monitorizare a siturilor miniere.....	36

Lista tabelelor

Tabelul 1. Caracteristicile corpurilor de apă subterană din Județul Maramureș.....	11
Tabelul 2. Elemente, parametri și frecvențe de monitorizare în programul de supraveghere	17
Tabelul 3. Principalii anioni și cationi prezenți în apele minerale de la Valea Vinișorului și	18
Tabelul 4. Licențele de exploatare valabile în anul 2021 pe teritoriul județului Maramureș	19
Tabelul 5. Distribuția alunecărilor de teren pe clase geologice	20
Tabelul 6. Distribuția stratelor acvifere.....	24
Tabelul 7. Criterii pentru estimarea potențialului de instabilizare a terenului	25
Tabelul 8. Gradul de stabilitate al lucrărilor miniere în funcție de variabila timp.....	29
Tabelul 9. Unități administrativ-teritoriale ce pot fi afectate de fenomene de risc	34

I. METODOLOGIA ȘI DELIMITAREA OBIECTIVULUI STUDIAT

Obiectul de studiu este constituit de teritoriul administrativ al județului Maramureș, abordat din perspectiva stabilității geotehnice și mai ales riscurilor asociate activităților extractive.

Pe teritoriul județului Maramureș au fost structurate din punct de vedere al activităților miniere 2 areale distincte: Regiunea minieră Borșa și Regiunea minieră Baia Mare, caracterizate de prezența unor importante resurse de minereuri complexe, cuprifere și auro-argintifere în care activitățile miniere datează încă din perioada dacică. Dovezile arheologice atestă faptul că dacii liberi practicau exploatarea minereurilor neferoase și a aurului în special, folosind trei metode de lucru: prelucrarea aluviunilor, săparea unor puțuri verticale cu diametrul de 1-1,3 m și adâncimi variabile și extracția prin galerii (cuniculi), care aveau înălțimea de 1-1,3 m, lărgime de ~ 60 cm și erau dispuse uneori în sisteme supraetajate și ramificate. Activitatea extractivă s-a accentuat în timp, odată cu creșterea cererii pentru metale prețioase și cupru, astfel că în evul mediu sunt semnalate mine la Baia Mare (exploatarea din Dealul Crucii), Baia Sprie, Chiuzbaia, Băița, pentru ca în secolul XIX să fie deschise noi mine: Valea Roșie, Usturoi, Valea Borcutului, Ferneziu. La începutul secolului XX se amenajează o serie de flotații semnificative prin dimensiuni, așa cum sunt cele de la Dealul Crucii, Herja și Baia Sprie.

Pe lângă cele două regiuni miniere menționate, pe teritoriul județului s-au mai amenajat și alte forme de exploatare a resurselor de subsol, în principal fiind vorba despre cariere de piatră și balastiere, prezente în toate treptele de relief.

Metodologia utilizată

Studiul de fundamentare pentru P.A.T.J. județ Maramureș este o documentație care a fost concepută și realizată ținând cont de prevederile din cadrul normativelor care reglementează problematica riscurilor naturale și antropogene, precum și problematica specifică impactului antropic, dezafectării minelor și cea aferentă poluării siturilor industriale dezafectate (Legea nr. 85 din 18 martie 2003 – legea minelor; Ordin 273/2001 pentru aprobarea Manualului de închidere a minelor; *Ordinul nr. 619 din 1 aprilie 1992 privind procedura de elaborare și conținutul minim al studiilor și analizelor de impact asupra mediului*). Elaborarea prezentului studiu de fundamentare a avut la bază inventarierea arealelor miniere de pe teritoriul județului și a fenomenelor de risc generate de acestea, tipologizarea genetică a lor și analiza specificității proceselor specifice.

Identificarea tipurilor de activități antropice și impactul acestora asupra reliefului s-a bazat pe cercetarea de teren (inventarierea tipurilor de activități miniere, identificarea și cartarea arealelor afectate de aceste activități, identificarea modificărilor calitative și/sau cantitative induse asupra formelor de relief). Adicional, au fost folosite materiale cartografice emise în perioade diferite: hărți Austro-Ungare la scara 1:200.000 (foaia 41-48, Satu Mare) editate în anul 1910, hărți topografice la scara 1:25.000 editate în anii 1961 – 1962, planuri topografice scara 1:5.000 editate în anul 1965, hărți topografice la scara 1:50.000 editate în anii 1969 - 1970, hărți topografice la scara 1:100.000 editate în anul 1996, imagini satelitare ulterioare anului 2000, precum și materiale documentare de arhivă.

II. ANALIZA CRITICĂ A SITUAȚIEI EXISTENTE

2.1. Resursele subsolului premisă a exploatării

Resursele subsolului din județul Maramureș sunt strâns corelate cu structura geologică a acestuia. Acest perimetru este caracterizat de o structură geologică complexă care aparține la mai multe unități majore cu vârste și evoluții distincte:

1. Zona cristalino-mezozoică a Carpaților Orientali și insula cristalină Preluca;
2. Zona Transcarpatică Maramureșană;
3. Zona Pienidelor;
4. Zona bazinului sedimentar Panonic;
5. Zona bazinului Transilvaniei;
6. Zona vulcanismului Neogen (Munții Gutâi).

1. Zona cristalino-mezozoică a Carpaților Orientali este dezvoltată în masivul cristalin al munților Maramureșului. Aparține Getidelor estice ce provin din marginea cratonului plăcii Getice, adiacentă riftului dacic extern (Balintoni, 1997). Unitățile zonei cristalino-mezozoice a Carpaților Orientali sunt constituite din roci mezo și epimetamorfe de vârstă Precambrian și Paleozoic care în unele cazuri suportă o cuvertură sedimentară formată în intervalul Carbonifer superior – Cretacic inferior. În decursul fazei tectonice mezocretacice (Albian mediu) din cadrul orogenezei alpine, prin forfecarea marginii cratonului Getic, au rezultat o serie de pânze de șariaj : Bucovinică, Subbucovinică și Infrabucovinică. Cristalinul Maramureșului aparține pânzelor Bucovinică și Subbucovinică, iar în constituția acestuia sunt prezente următoarele litogrupuri: Tulgheș, Bretila și Rebra. Caracteristicile litogrupurilor din cristalinului Maramureșului sunt bine diferențiate:

- Litogrupul Tulgheș al unității varistice de Putna – constituit din cuarțite negre grafitoase, secvențe vulcanogen – sedimentare cu sulfuri, roci filitoase cuarțitice ;
- Litogrupul Bretila în unitatea varistică de Rarău – constituit din roci mezometamorfe: paragnaise, gnaise, micașisturi, amfibolite și roci porfiroide ;
- Litogrupul Rebra în unitatea varistică de Rodna – constituit din micașisturi, cuarțite, calcare cristaline și roci gnaise.

Masivul cristalin Preluca se înscrie în aliniamentul de structuri de tip horst, unele cu aspect izolat, dezvoltate între cristalinul Munților Apuseni și cel al Carpaților Orientali. Aliniamentul marchează limita dintre bazinele Transilvaniei și Panonic, fiind constituit din Munții Meseș și masivele cristaline insulare Măgura Șimleului, Codru, Țicău și Preluca. Masivul cristalin Preluca aparține din punct de vedere geologic Apusenidelor, sistem de pânze provenit din forfecarea zonei marginale a cratonului Preapulian în tectogeneza pre- Gosau. Apusenidele sunt pânze de soclu și cuvertură, fiind împărțite în două sisteme: al pânzelor de Codru și cel al pânzelor de Biharia (pânzele de Highiș-Poiana, Biharia, Arieșeni și Baia de Arieș; Balintoni, 1997). În masivul cristalin al Prelucii se găsesc metamorfite ce aparțin litogrupului Baia de Arieș. Balintoni (1997) propune împărțirea în trei zone a acestui litogrup:

- partea inferioară, caracterizată de o petrografie variată: paragnaise și micașisturi, cu sau fără intercalații de amfibolite, cuarțite și șisturi negre grafitoase. În masivul Preluca apar roci carbonatice în apropierea

localității Măgureni (Formațiunea de Măgureni; Balintoni, 1997). În masivul Preluca partea inferioară a litogrupului de Baia de Arieș cantonează zăcămintele manganimifere;

- partea mediană constituită din liti carbonatici de grosimi mari;
- partea superioară care este compusă din paragnais, micașturi, cuarțite albe și cuarțite micacee, cu intercalații de liti amfibolitici și roci carbonatice.

Asociații metamorfitelor din masivul cristalin Preluca sunt cunoscute acumulări de substanțe minerale utile (pegmatite, bentonite și zăcămintele de mangan).

2. Zona Transcarpatică este constituită din formațiuni sedimentare și reprezintă cuvertura post-tectonică formată deasupra și în vecinătatea zonei cristalino-mezozoice. Sedimentația s-a desfășurat în două cicluri distincte (Aroldi, 2001): Albion superior – Senonian (conglomerate, gresii, marne, menilite și disodile) și Eocen Mediu – Acvitanian (Formațiunea de Gura Luha). Formațiunile zonei Transcarpatice sunt acoperite parțial de sedimentele din Pienide, de sedimentele neogene ale Bazinului Panonic și de rocile arcului vulcanic neogen dezvoltat în interiorul prismei de acreeție a Carpaților Orientali.

3. Zona Pienidelor este constituită din formațiuni provenite din bazinul oceanic al Tethysului. Pienidele reprezintă formațiuni sedimentare de apă adâncă care acoperă intervalul Jurasic Mediu – Eocen, fără resturi de crustă oceanică. Pienidele sunt afectate de două faze tectonice : una în Cretacicul superior și cealaltă intraburdigalian, cea de-a doua determinând formarea structurii în pânze de șariaj care încăleacă formațiunile din cuvertura sedimentară a zonei Transcarpatice. Pienidele apar la zi la nord și sud de fală Bogdan Vodă, în sectorul median al văilor Iza și Vișeu și respectiv în perimetrul localităților Poiana Botizei, Botiza, Ieud, Dragomirești și Săcel. Pienidele sunt divizate în patru grupuri tectonice (Aroldi, 2001):

- Grupul de Măgura format din pânzele de Petrova și Leordina (pro parte) la nord de fală Bogdan Vodă și pânzele Wildflischului și Leordina (pro parte) la sud de aceasta dislocație majoră.
- Zona klipelor pienide care include zonele klipelor de Poiana Botizei și Ieud
- Unitatea de Botiza – Kricevo care aflorează la sud de fală Bogdan Vodă (pânza de Botiza) ;
- Unitatea de Băbești – Tijacovo, interceptată în sectorul românesc doar în foraje în perimetrul localității Băbești.

4. Zona bazinului Panonic (Neogen) este dezvoltată în bazinul văii Tisa, bazinul văii Mara, bazinul inferior al văilor Iza și Vișeu și în depresiunea Baia Mare. La nord de Munții Gutâiului, formațiunile neogene sunt reprezentate prin depozite sedimentare de vârstă Badenian și Sarmatian. Sedimentația începe în Badenianul inferior, marcat de tufuri vulcanice riodacitice (Dragomirești, Bârsana, Ocna Șugatag), echivalente cu tuful de Dej din Bazinul Transilvaniei. Tufurile vulcanice conțin intercalații de marne cu globigerine. Partea superioară a Badenianului este formată din depozite evaporitice cu sare și gipsuri (formațiunea sării exploatată la Ocna Șugatag). Sarmatianul urmează în continuitate de sedimentare și este format din marne, gresii tufacece, tufuri vulcanice și lentile de gipsuri, marne nisipoase, gresii micacee cu urme de cărbuni și tufuri. În bazinul Baia Mare sunt prezente depozite badeniene ce aflorează în zona Seini și Ilba, constituite predominant din marne cu intercalații de tufite și calcare. Pe suprafețe întinse aflorează depozite sarmatiene, între valea Someșului și localitatea Căvnic, reprezentate prin marne cu intercalații de gresii, tufuri și nisipuri. Depozitele în facies panonic, deși au dezvoltare mare, sunt acoperite de depozite cuaternare reprezentate prin depozite coluviale în

depresiunea Maramureșului și de depozite fluviatile cu pietrișuri și nisipuri ce formează terasele văilor Someș, Săsar și Lăpuș.

5. Zona Bazinului Transilvaniei reprezintă o arie de sedimentare care a funcționat în intervalul Cretacic – Neogen. Este mărginită de structurile orogene alpine ale Munților Apuseni, Carpaților Orientali și Meridionali. Pe teritoriul județului Maramureș apar formațiuni din partea de nord – vest a depresiunii Transilvaniei. Sedimentarul începe cu Cretacicul superior în facies de Gosau, care apare la zi pe marginea vestică a insulei cristaline Preluca. Paleogenul are dezvoltare tipică și completă în NV Depresiunii Transilvaniei. Eocenul din zona Preluca se dispune ca o fâșie îngustă peste Cretacicul superior sau peste cristalin. În eocen se evidențiază existența unei alternanțe de faciesuri, astfel de jos în sus se dispune un complex continental lacustru-lagunar, o suită marină inferioară, complexul continental lacustru-lagunar superior și se încheie cu suita marină superioară. Oligocenul inferior din NV Depresiunii Transilvaniei este reprezentat prin depozite continental-salmastre în care se păstrează variația faciesurilor. După această perioadă de sedimentare a urmat o fază de cutare în nordul depresiunii Transilvaniei, urmată de o fază de exondare și eroziune ce a dus la dispariția Oligocenului de pe mari suprafețe.

Ciclul de sedimentare Burdigalian (Egerian) marchează începutul miocenului. În regiunea Ileanda – Lăpuș ciclul sedimentar este reprezentat prin Formațiunea de Buzaș, un complex grezos-nisipos cu intercalații de marne la partea inferioară. În regiunea Târgu Lăpuș au mai fost identificate un facies intermediar descris sub denumirea de Gresia de Baba și unul de larg, marnos, încadrat în Formațiunea de Vima. Eggenburgianul este inclus în Formațiunea de Chechiș și de Coruș (Filipescu, 2001), un pachet de argile marnoase cu numeroase specii de foraminifere calcaroase. Nivele de pietrișuri pliocene sunt de culoare roșcată în bază și cenușie la partea superioară, prezentând un liant de nisip cu argilă. Conțin elemente de roci metamorfice (cuarțite albe, cenușii și roz, cuarțite micacee muscovitice, cuarțite negre grafitoase), roci sedimentare (gresii polimictice, calcare tithoniene, jaspuri, calcare), roci eruptive (granitoide, granite roșii, roci bazice, andezite, etc.).

În partea superioară a acestor depozite apar argile de culoare cenușiu-gălbui. Această succesiune aparține unor vechi depozite fluviatile, de terasă, și au o relație de discordanță cu depozite paleogene sau miocene.

6. Zona vulcanismului Neogen mărginește depresiunea Maramureșului în partea de vest și sud (Munții Gutâi) dar produse vulcanice apar și sub formă de corpuri izolate în Munții Țibleșului precum și în Munții Maramureșului (masivul Toroioaga).

Vulcanitele neogene din Munții Gutâi, Țibleș și Maramureșului reprezintă doar segmente ale produselor rezultate în urma manifestărilor vulcanice desfășurate în aria Carpato-Panonică, într-un interval de timp mai larg care începe în Eggenburgian (Austria și Slovacia) și se încheie în Cuaternar pe teritoriul României (Munții Harghitei și Perșani). Produsele vulcanismului Neogen din partea vestică, sudică, sud – estică și nord –estică a depresiunii Maramureșului sunt de două tipuri:

1. Vulcanite calco-alcaline acide: sunt prezente în Munții Oaș – Gutâi și în depozitele sedimentare neogene din depresiunea Maramureșului. În M-ții Oaș - Gutâi erupțiile acide determină formarea de ignimbrite, riolite, tufuri riolitice și riodacitice, care pe criterii stratigrafice au fost încadrate la intervalul Badenian - Sarmațian inferior. Produse piroclastice acide de vârstă Badenian inferior au mai fost

identificate în depresiunea Maramureșului reprezentate prin tuful de Ocna Șugatag și tuful de Dărasca, considerate ca fiind o extindere spre nord a tufului de Dej (Popescu, 1970).

2. *Vulcanite calco-alkaline intermediare*: sunt cele care predomină în Munții Gutâi, Țibleș și Maramureșului. În Munții Gutâi vulcanismul intermediar a determinat formarea de edificii vulcanice izolate sau asociate în complexe vulcanice. Produsele vulcanice sunt de o mare diversitate: corpuri intruzive, curgeri de lave, depozite piroclastice etc. Cele mai importante edificii vulcanice din partea de vest, sud-vest și sudul depresiunii Maramureș sunt următoarele (Kovacs, 2002): Breze (dom extruziv), Igriș (con extruziv), Gutâi (dom extruziv), Poiana Cremenii (dom extruziv), Mogoșa (con extruziv), Higea (con extruziv), Răchițele (con extruziv), Șatra (dom extruziv). În vecinătatea acestor structuri vulcanice se dezvoltă curgeri de lave (mai ales în cazul structurilor Breze, Igriș, Gutâi și Mogoșa) sau depozite piroclastice. Din punct de vedere petrografic sunt prezente următoarele tipuri de roci: andezite piroxenice, andezite bazaltice, andezite piroxenice cu hornblendă, andezite piroxenice cu cuarț, biotit și hornblendă etc.

Sectorul Țibleș – Botiza este alcătuit din mai multe unități de corpuri magmatice: Arcer- Țibleș – Măgura Neagră, Tomnatec – Stegioara – Hudieș și Hudin (Ureche, 1999). Produsele magmatice sunt reprezentate prin microgranodiorite, dacite, monzodiorite, monzogranite, tonalite și granodiorite. Sectorul Toroioaga (Munții Maramureșului) este relativ izolat și în componența lui intră un corp magmatic principal (Toroioaga – Țiganu) și numeroase intruziuni periferice (dyke-uri și sill-uri). În constituția petrografică a acestor corpuri sunt întâlnite: andezite cuarțifere cu biotit și hornblendă, diorite porfirice cuarțifere cu hornblendă și biotit, andezite cu hornblendă etc.

Complexitatea geologică întâlnită în arealul județului Maramureș atrage după sine o mare diversitatea de resurse minerale naturale ale subsolului. Acestea se pot încadra, în funcție de natura și geneza lor, la următoarele categorii:

2.1.1. Resurse minerale nemetalifere.

2.1.1.1. Materiale utilizate în construcții și industria materialelor de construcții

Formațiunilor geologice sedimentare, magmatice și metamorfice în arealul de interes furnizează o gamă foarte largă de roci care pot fi utilizate în industria construcțiilor și materialelor de construcții. Acestea sunt de tipul:

- roci tari (andezite, dacite, microgranodiorite, calcare, gresii, calcare cristaline) care se utilizează ca piatră cioplită, brută sau concasată (agregate), în lucrări ornamentale etc.;
- roci moi (argile, marne, gipsuri, bentonite) utilizate pentru fabricarea produselor ceramice (cărămizi, țigle, olane), piese sanitare de faianță, a cimentului sau ipsosului, industria alimentară, agricultură etc.
- roci neconsolidate (nisip, pietriș, balast) utilizate la pregătirea mortarelor, betoanelor, strate de fundație, lucrări de drumuri (mixturi asfaltice, macadamuri, straturi filtrante, împietruiri etc.), industria sticlei.

Principalele tipuri genetice și ocurențe de roci utilizate în industria construcțiilor și materialelor de construcții sunt următoarele (după Mihăilescu și Grigore, 1981) :

-Roci Magmatice : Agriș (andezit piroxic), Teceu – Săpânță (andezite piroxenice), Baia Mare (andezit), Baia Sprie (riolit, andezit), Băița (andezit), Baia Borșa -Valea Fătului și Pârâul Secul (andezite, microdiorite), Blidari (andezit bazaltic), Botiza (andezit bazaltic), Budești (andezit), Căvnic (andezit),

Chiuzbaia (andezit), Cicârlău (andezit), Dănești (dacit), Firiza (andezit), Izvoarele – Cernești (andezit), Nistru (andezit), Remeți (andezit), Săcel (dacit), Săpânța (andezit), Seini (andezit), Strâmbu – Băiuț (andezit), Surdești (andezit), Tăuți – Măgheruș (andezit), Teceu Mic (andezit), Valea Neagră – Baia Mare (andezit) ;

-Roci metamorfe : Bistra – Iulia (calcar cristalin), Borșa (calcar cristalin), Cufoaia (calcar cristalin), Măgureni (calcar cristalin), Preluca Nouă (calcar cristalin marmorean), Răzoare (calcar cristalin), Sălcița – Vima Mică (calcar cristalin);

Roci sedimentare: Ardușat (pietriș), Baba (calcar), Baia Mare (argilă), Baia Sprie (argilă), Berchezoaia (nisip), Bistra (pietriș, calcar), Bârsana (balast, argilă), Borșa (gresie), Botiza (marnă), Buciumi (calcar, nisip), Budești (argilă), Căvnic (gresie, argilă caolinoasă), Cicârlău (balast), Coaș (calcar), Costeni (gips), Crăciunești (argilă), Curtuiușu Mare (nisip cuarțos), Dragomirești (balast), Dumbrava (calcar), Dumbrăvița (gips), Fărcașa (nisip și pietriș), Gârdani (argilă), Groape – Tg. Lăpuș (bentonit), Groși (argilă caolinoasă), Ilba (pietriș), Izvoarele (gresie), Lăpuș (argilă refractară), Lăpușel (balast), Mireșul Mare (balast), Merișor (balast), Nistru (argilă refractară), Ocna Șugatag (gips), Oncești (balast), Poiana Botizii (marnă, calcar), Poienile de Sub Munte (calcar), Preluca Veche (bentonit), Răzoare (gresie calcaroasă, balast, bentonit), Rona de Sus (argilă refractară), Sărăsău (balast), Săcel (calcar), Săpânța (gresie calcaroasă, argilă), Seini (pietriș), Sighetul Marmăției (argilă, pietriș), Stoiceni (calcar), Stâmbu Băiuț (argilă refractară), Tămaia (argilă), Ticău (balast), Ulmeni (balast), Vadu Izei (pietriș, argilă), Valea Borcutului (nisip cuarțos), Valea Chioarului (bentonit), Valea Vișeuului (calcar cenușiu), Văleni (calcare), Vălenii Șomcutei (argilă).

2.1.1.2. Sare și Zeoliți

În depresiunea Maramureșului sunt cunoscute acumulări de substanțe minerale nemetalifere de origine sedimentară. Acestea sunt reprezentate prin zăcăminte de sare (Ocna Șugatag, Coștiui și Vad) și de zeoliți (Bârsana).

Zăcămintă de sare. Sunt de geneză sedimentară fiind dezvoltate la nivelul Badenianului superior în cadrul unor depozite evaporitice cu sare și gipsuri. Sarea este cunoscută în trei sectoare diferite ale depresiunii Maramureșului: Ocna Șugatag, Coștiui și Vad.

Zăcămintă de zeoliți. Sunt de geneză sedimentară formate pe fondul unui material vulcanogen – sedimentar de tipul tufurilor vulcanice care au suferit procese de alterare submarină (halmiroliză). Cea mai importantă ocurență de tufuri vulcanice zeolitizate este cea de la Bârsana. Tufurile vulcanice sunt de vârstă Badenian iar din punct de vedere compozițional sunt dacitice.

2.1.1.3. Zăcămintă de hidrocarburi. În zona flișului transcarpatic din depresiunea Maramureșului este cunoscută o acumulare de petrol la Săcel, cantonată în depozite sedimentare Oligocen-Miocen inferior.

2.1.2. Resurse minerale metalifere

În perimetrul județului Maramureș sunt cunoscute acumulări de substanțe minerale metalifere. După vârstă și caracteristicile lor genetice acestea pot fi grupate în două categorii:

2.1.2.1. Acumulări de substanțe minerale utile de natură hidrotermală

Vulcanismul din timpul neogenului a determinat o activitate hidrotermală importantă care s-a materializat prin formarea unor acumulări de substanțe minerale utile. Astfel, în Munții Gutâi, Țibleș și Maramureșului (masivul Torioaga) există zăcămintă hidrotermale cu mineralizație alcătuită

preponderent din sulfuri polimetalice și sulfosăruri. Trebuie menționat că pe lângă importanța economică, zăcămintele metalifere din masivele menționate prezintă o valoare științifică deosebită datorită existenței unor minerale care au fost descrise pentru prima dată în literatura de specialitate din aceste ocurențe românești.

În Munții Gutâi mineralizațiile asociate magmatitelor neogene sunt în majoritate hidrotermale, având predominant caracter polimetalic (Pb–Zn–Cu–Au–Ag ± Te, W, Mo), cele mai multe de formă filoniană, existând și corpuri sub formă de stockwerk (Stâmbu-Băiuț).

Zăcămintele sunt foarte diversificate, existând acumulări *aurifere* (Săsar, Valea Roșie), în foarte multe cazuri mineralizațiile fiind cu caracter mixt *aurifer-polimetalic* (Ilba, Cicârlău, Nistru, Limpedea, Dealul Crucii, Herja, Baia Sprie, Șuitor, Băița – Crăciunești, Jereapăn, Băiuț, Văratec). Există și zăcămintele cu mineralizații predominant *polimetalice* (Cu, Pb și Zn): Căvnic, Căvnic – Bolduț, Căvnic – Roata, Stâmbu – Băiuț (Borcos et al., 1984). În perimetrul munților Țibleș și Maramureșului sunt cunoscute zăcămintele de sulfuri polimetalice ± sulfosăruri de natură hidrotermală care aparțin la două districte metalogenetice: *Poiana Botizei – Țibleș și Baia Borșa*. Districtul metalogenetic *Poiana Botizei – Țibleș* este alcătuit din trei zăcămintele importante: Cisma (Pb, Zn și Cu), Coasta Ursului (Pb, Zn, Cu) și Țibleș (Cu, Pb, Zn ± Au, Ag, Sb). Districtul metalogenetic *Baia Borșa* este reprezentat prin zăcămintul Toroioaga (Cu, Pb, Zn ± Au, Ag).

2.1.2.2. Acumulări de substanțe minerale utile asociate formațiunilor metamorfice

Zăcămintele din munții Maramureșului sunt localizate în districtul metalogenetic Baia Borșa unde sunt cunoscute următoarele zăcămintele de vârstă cambriană, cu caracter polimetalic (Zn, Pb și Cu): Baia Borșa – Gura Băii, Baia Borșa – Burloaia și Baia Borșa – Dealul Bucății. În insula cristalină a masivului Preluca este cunoscut zăcămintul de fier și mangan de vârstă Proterozoic mediu de la Mașca-Răzoare.

2.2. Condiții hidro-geologice

„Apa subterană reprezintă apa acumulată în spațiile dintre granule, aflate în conexiune, sau pe sisteme de fisuri, din diferite formațiuni geologice. Aceasta formează acvifere, constituite din unul sau mai multe strate geologice cu o porozitate și o permeabilitate suficientă care să permită fie o curgere semnificativă a apelor subterane, fie captarea unor cantități semnificative de apă (ABA Someș-Tisa, 2021).

Identificarea și delimitarea corpurilor de apă s-a făcut în concordanță cu metodologia specifică de caracterizare a apelor subterane elaborată în cadrul INHGA, care a ținut cont de prevederile Directivei Cadru a Apei 2000/60/EC.

Pe parcursul elaborării celui de-al doilea Plan de Management Bazinal al Administrației Bazinale de Apă Someș-Tisa, a fost reactualizată delimitarea și caracterizarea corpurilor de apă subterană prin includerea noilor date de cunoaștere (secțiuni hidrogeologice, grafice, hărți ale utilizării terenurilor pentru fiecare corp de apă subterană în parte) rezultate din studiile elaborate din anul 2009 până în prezent.

Identificarea și delimitarea corpurilor de apă subterană s-a făcut pe baza următoarelor criterii (ABA Someș-Tisa, 2021):geologic; hidrodynamic; starea corpului de apă: chimică și cantitativă.

Delimitarea corpurilor de apă subterană s-a făcut numai pentru zonele în care există acvifere semnificative ca importanță pentru alimentări cu apă și anume debite exploatabile mai mari de 10 m³/zi. În restul arealului, chiar dacă există condiții locale de acumulare a apelor în subteran, acestea nu se constituie în corpuri de apă, conform prevederilor Directivei Cadru 2000/60 /EC (Tabelul 1).

Tabelul 1. Caracteristicile corpurilor de apă subterană din Județul Maramureș (după ABA Someș-Tisa, 2021)

Cod/nume	Suprafață (km ²)	Caracterizarea geologică/hidrogeologică			Utilizare a apei	Surse de poluare	Grad de protecție globală	Transfrontalier /țară
		Tip	Sub presiune	Grosime strate acoperitoare (m)				
1. ROSO01/ Conul Someșului, Holocen și Pleistocen superior	1459	P	Nu	5,0 – 15,0	PO, I, AL, Z	A, M, I	PG	Da/ Ungaria
2. ROSO02/ Râul Iza și Viseu	653	F+P	Nu	0,0 – 3,0	PO, I, AL, IR	M	PU, PVU	Nu
3. ROSO03/ Depresiunea Maramureș	207	F	Da	64,0 – 135,0	-	-	PVG	Nu
4. ROSO08/ Depresiunea Lăpuș	61	P	Nu	0,2 – 1,5	PO, I, AL	-	PM, PU	Nu
5. ROSO12/ Depresiunea Baia Mare		P	Nu	2,0 – 4,0	PO, I, AL, Z	A	PM, PU	Nu
6. ROSO13/ Conul Someșului, Pleistocen inferior	1392	P	Da	Cca. 30	PO, I, AL, Z	-	PVG	Da/ Ungaria
7. ROSO14/ Zona Baia Mare	738	P	Da	peste 40	PO, AL, I,	-	PVG	Nu

Tip predominant: P-poros; K-karstic; F-fisural

Sub presiune: Da/Nu/Mixt

Utilizarea apei: PO - alimentari cu apă populație; IR - irigații; I - industrie; P - piscicultura; Z – zootehnie; A - agricultura; AL- alte utilizări
Surse de poluare: I - industriale; A - agricole; M - aglomerări umane; Z – zootehnice, **Transfrontalier:** Da/Nu

Criteriul geologic, intervine nu numai prin vârsta depozitelor purtătoare de apă, ci și prin caracteristicile petrografice, structurale, sau capacitatea și proprietățile lor de a înmagazina apă. Au fost delimitate și caracterizate astfel corpuri de apă de tip poros și carstic-fisural (ABA Someș-Tisa, 2021).

Criteriul hidrodinamic acționează în special în legătură cu extinderea corpurilor de apă. Astfel, corpurile de ape freatice au extindere numai până la limita bazinului hidrografic, care corespunde liniei de cumpănă a acestora, în timp ce corpurile de adâncime se pot extinde și în afara bazinului.

Starea corpului de apă, atât cea cantitativă cât și cea calitativă, a constituit obiectivul central în procesul de delimitare, evaluare și caracterizare a unui corp de apă subterană (ABA Someș-Tisa, 2021).

Conform instituției administratoare menționate, codul corpurilor de ape subterane (ex: ROSO01) are următoarea structură: RO = codul de țară; SO= Direcția Apelor Someș -Tisa; 01= numărul corpului de apă în cadrul Direcției Apelor Someș -Tisa” (Fig. 2).

„Trei corpuri de apă subterană (ROSO02, ROSO08 și ROSO12) au fost delimitate în zonele de lunci și terase ale diferitelor râuri afluate Someșului și Tisei fiind dezvoltate în depozite aluvial – proluviale poros permeabile, de vârstă recentă, în special cuaternară. Fiind situate aproape de suprafața terenului, ele au nivel liber”.

„Alte două corpuri și anume ROSO03 (Depresiunea Maramureș) și ROSO14 (Zona Baia Mare), deși sunt sub presiune, sunt cantonate în depozite panonice sau mai vechi și au o importanță economică redusă.”

„O categorie aparte, prin importanța economică deosebită, o constituie conul aluvionar al Someșului (ROSO01), care este constituit dintr-un pachet de depozite proluviale poros permeabile de cca 120 m grosime, în care s-au delimitat două corpuri de apă: *unul dezvoltat până la adâncimea de cca 30 m, în depozite holocen-pleistocen superioare, cu nivel liber și al doilea situat sub primul, dezvoltat între adâncimile de 30 și 120 m, cantonat în depozite pleistocen inferioare, sub presiune. Aceste două corpuri sunt transfrontaliere*” (ABA Someș-Tisa, 2021).

2.2.1. Acviferele freatice

„**ROSO01 - Conul Someșului, Holocen și Pleistocen superior.** Acest corp este constituit din ape freatice, cantonate în depozitele proluviale poros-permeabile, de vârstă cuaternară (Holocen - Pleistocen superioară), din zona de dezvoltare a conului aluvionar al râului Someș situată în partea de nord a Câmpiei Someșului, până la adâncimea de cca. 30 metri (ABA Someș-Tisa, 2021).

Litologic, acviferul este constituit din nisipuri cu pietrișuri și chiar bolovănișuri, ale căror granulație scade dinspre est spre vest (graniță), cu intercalații lentiliforme sau stratiforme de silturi nisipoase și argiloase.

Acviferul este continuu, se găsește la partea superioară, la adâncimi de circa 5 m (spre vest) și 10 m în extremitatea estică a corpului și are grosimi ce variază între 5 și 15 m, crescând spre est. Acest corp se dezvoltă la partea superioară (pe circa 30 m grosime) a unui pachet gros de circa 100 m de depozite tipice de con aluvionar, începând de la intrarea râului Someș în Depresiunea Panonică (ABA Someș-Tisa, 2021).

Direcția de curgere a apelor subterane este E-V cu unele inflexiuni locale ale hidroizohipselor, care denotă influența captării Mărtinești. În cea mai mare parte a teritoriului, însă, așa cum se observă, comparând suprafața piezometrică a acestuia cu cea a corpului de apă de medie adâncime cantonat în depozitele conului aluvionar al râului Someș, cele două corpuri de apă au o funcționare hidrodinamică independentă.

Gradienții hidraulici au valori variabile, în general, în ecartul unui ordin de mărime de 0,0004 - 0,001. Nivelul piezometric este ascensional și se găsește în general la adâncimea de 1 - 6 m. Principalii parametri hidrogeologici ai acestui corp sunt : $qsp = 5 \div 10 \text{ l/s/m}$, $K = 20 \div 60 \text{ m/zi}$, $T = 100 \div 900 \text{ m}^2/\text{zi}$ (ABA Someș-Tisa, 2021).

„Stratul acoperitor este continuu și are o constituție silică-argiloasă sau numai argiloasă, de grosime variabilă, dar având minimum 5 m, uneori mergând la mai mult de 10-15 m.

Infiltrația eficace este în zonă de 30 - 60 mm coloană apă pe an, ceea ce indică o protecție globală de la suprafață ce poate fi caracterizată ca bună (PG).

Apele subterane sunt bicarbonatate-calcice și au o mineralizație totală de cca. 350 – 550 mg /l; uneori apar valori ale fondului natural mai ridicate pentru Fe (ABA Someș-Tisa, 2021).

Stratul acoperitor are o grosime variabilă (5 - 10 m) fiind alcătuit din argile și silturi.

Corpul are caracter transfrontalier.

Corpul subteran are caracter bicarbonat calcic, variația chimismului apelor corpului datorându-se prezenței în raporturi diferite a elementelor: Mg, Na și Cl” (ABA Someș-Tisa, 2021).

„ROS002 - Râurile Iza și Vișeu. Acest corp de apă freatică se dezvoltă în depresiunea Maramureșului, suprapunându-se în mare parte peste bazinul hidrografic al Vișeuului și parțial peste bazinul superior al Izei.

Constituția petrografică a acestui spațiu, marcată de prezența dominantă a gresiilor, conglomeratelor și parțial al nisipurilor paleogene, cu permeabilitate relativ ridicată, constituie suportul unei rețele fisurale întinse. Modulul mediu al scurgerii subterane din sistemul acvifer fisural este de 7-10 l/s/km², ceea ce înseamnă o rată de alimentare de circa 250 mm/an (ABA Someș-Tisa, 2021).

A fost pusă în evidență existența unor izvoare ale căror debite variază între 0,2 și 1 l/s, cu un regim permanent.

Acviferul freatic din luncile și terasele râurilor Vișeu și Iza, este constituit din pietrișuri și bolovănișuri groase de 4-6 m, cu niveluri piezometrice situate la 0,1 – 3,0 m și cu debite la pompare foarte reduse (sub 0,1 l/s /foraj).

Singurele subzone în care au fost înregistrate debite mai importante, cuprinse între 0,7 și 7 l/s /foraj, pentru denivelări de 0,3 – 1,3 m sunt cele situate la Borșa și Vișeu de Sus (ABA Someș-Tisa, 2021).

Mare parte din arealul Munților Lăpuș - Țibleș, constituit din formațiuni paleogene (în special eocene), reprezentate prin gresii, conglomerate și argile, care aparțin flișului transcarpatic, cantonează în zona activă (superficială) acvifere pentru care modulul mediu multianual al scurgerii subterane se apreciază la 5-7 l/s/km².

Se poate concluziona că depresiunea Maramureșului este deficitară în ape subterane cu nivel liber (freatice), astfel încât pentru asigurarea alimentărilor cu apă potabilă este necesar să se recurgă la captarea surselor de suprafață prin acumulări sau captarea izvoarelor mai importante existente în cadrul depresiunii” (ABA Someș-Tisa, 2021).

„ROS008 - Depresiunea Lăpuș. În luncile râului Lăpuș și ale afluenților săi (Dobric, Rotunda, Suciu) precum și pe terasele însoțitoare, se dezvoltă corpul de ape freatice acumulat în depozite holocene (nisipuri, pietrișuri, nisipuri argiloase, argile nisipoase) și, respectiv, pleistocene (nisipuri, pietrișuri, silturi, argile) .

Acviferul freatic a fost interceptat până la adâncimi de 5,5 - 7 m, grosimea stratului acoperitor (argile, silturi, soluri) fiind de 0,2 - 1,5 m (ABA Someș-Tisa, 2021).

Infiltrația eficientă este cuprinsă între 63 - 94,5 mm/an, gradul de protecție fiind mediu sau nesatisfăcător.

Nivelul hidrostatic al apelor freatice este, în general, cu nivel liber, situat la adâncimi de 1,5 - 2,5 m.

Potențialul acviferului este mediu, cu coeficienți de filtrare de 20-70 m /zi și transmisivități de 75-250 m²/zi. Debitul obținut sunt de 2-4 l/s/foraj pentru denivelări de 1-3 m.

Alimentarea freaticului din zona de luncă și terase se realizează din precipitații.

Menționăm că apele freatice mai sunt acumulate, subordonat, și în depozite deluviale și în conuri aluvionare cu importanță locală” (ABA Someș-Tisa, 2021).

„ROS012 - Depresiunea Baia Mare. În Depresiunea Baia Mare, în depozitele cuaternare (nisipuri, pietrișuri, argile, silturi) din luncile și terasele Someșului și afluenților săi (Lăpușul, Bârsăul, Sălajul etc), din conurile aluvionare și din depozitele deluviale, se dezvoltă corpul de ape freatice de tip poros - permeabil, cu grosimi de 4 - 7 m.

Depozitele cuaternare se dispun discordant peste depozitele panoniene din Depresiunea Baia Mare, considerată ca un golf al Depresiunii Pannonice (ABA Someș-Tisa, 2021).

Stratul freatic este acoperit de argile, silturi și soluri și a fost interceptat până la 10 m adâncime.

Infiltrația eficientă este cuprinsă între 31,5 - 63 mm/an, gradul de protecție fiind mediu sau nesatisfăcător. Cea mai mare parte a acviferului freatic se caracterizează printr-un potențial puternic, coeficienții de filtrație având valori de 50 până la 300 m/zi și transmisivitățile de 500 - 1500 m²/zi.

apa acestui corp subteran variază de la bicarbonat calcic la sulfat sodic sau bicarbonat sodic. Majoritatea surselor au ape bicarbonat calcice” (ABA Someș-Tisa, 2021).

2.2.2. Acviferele de adâncime

„ROS003 - Depresiunea Maramureș. Corpul de apă subterană de adâncime este de tip fisural și este cantonat în depozite de vârstă paleogen - miocen medie.

În scopul determinării posibilităților de alimentare cu apă potabilă a localităților din cuprinsul depresiunii, s-au executat câteva foraje din investigarea cărora s-au desprins următoarele (ABA Someș-Tisa, 2021):

- forajul executat la Călinești, la adâncimea de 250 m a captat pe intervalele 135-160 m și 191-216 m un complex grezos, cu un debit maxim de 0,3 l/s, pentru o denivelare de 34 m (nivelul piezometric este artezian la +0,23 m). Apa este potabilă, de tipul bicarbonată calcică, magneziană, sodică, cu azotați în concentrație mică de 2 mg/l;

- forajele executate la Sighetul Marmăției, Desești și Bogdan Vodă, la adâncimi cuprinse între 250-300 m, nu au dat rezultate din punct de vedere hidrogeologic;

- posibilitățile de alimentare cu apă a localităților din Depresiunea Maramureș din formațiunile geologice care se dezvoltă până la adâncimea de 300 m, sunt extrem de reduse, astfel încât se poate reconfirma concluzia că această unitate morfohidrografică este deficitară în apă subterană” (ABA Someș-Tisa, 2021).

„ROS013 - Conul Someșului, Pleistocen inferior. Apele subterane de medie adâncime ale conului aluvionar al râului Someș, și în partea de nord și al râului Tur, sunt cantonate în depozite proluvial – aluviale poros-permeabile (psefito- pasamitice, cu intercalații pelitice), de vârstă pleistocenă.

Corpul se situează la adâncimi cuprinse între 30 m (limita inferioară a stratului despărțitor de argilă situat între corpul freatic și corpul de medie adâncime corespunzător conului aluvionar al râului Someș) și 50 m în partea estică și între 30 m și 120-130 m în extremitatea sa vestică, spre graniță (ABA Someș-Tisa, 2021).

Curgerea apelor din acest corp este E-V cu gradienti aproximativ de 0,002 - 0,0003, decrescători dinspre E spre V. Un con de depresiune se înregistrează în zona mai intens exploatată a captării Mărtinești.

Din punct de vedere al parametrilor hidrogeologici, pompările experimentale executate în grupul de foraje F55 și F56 ale captării Mărtinești și interpretate prin metode specifice regimului nepermanent au furnizat următoarele valori: $K = 30 \div 50 \text{ m /zi}$; $T = 1500 \div 2500 \text{ m}^2 \text{ /zi}$ și S (coeficient de înmagazinare) = $1,2 \cdot 10^{-3} \div 5 \cdot 10^{-4}$.

Din punct de vedere hidrochimic, apele sunt de tip bicarbonatate calcice și au mineralizația totală cuprinsă între 200 și 500 mg /l. Local apar valori relativ ridicate ale fondului natural la Fe și Mn (ABA Someș-Tisa, 2021).

Depozitele acoperitoare care conțin corpul de ape freatice dezvoltat la partea superioară a conului aluvionar al râului Someș și, în special, stratul de argilă despărțitor, cu grosimi de 3-5 metri, dintre cele două corpuri de apă, îi conferă un bun grad de protecție față de poluarea de la suprafață.

Corpul are caracter transfrontalier” (ABA Someș-Tisa, 2021).

„ROS014 - Zona Baia Mare. Forajele hidrogeologice executate în Depresiunea Baia Mare, la adâncimi cuprinse între 250 m (Ardusat, Farcașa, Ulmeni) și 350 m (Șomcuta Mare), au pus în evidență un corp de apă subterană sub presiune, având până la 12 strate acvifere, în intervalul 45-326 m, de tip poros permeabil, acumulat în depozitele panoniene.

Aproape întreaga stivă de depozite panoniene din Depresiunea Baia Mare este reprezentată printr-o alternanță de nisipuri și pietrișuri, având stratificație încrucișată, cu argile și marne compacte, benzi de nisipuri fine și resturi de plante carbonificate (ABA Someș-Tisa, 2021).

Debitele pompatе au oscilat între 5,5 l/s (pentru o denivelare de 14,4 m) la Ardușat și 0,3 l/s (pentru o denivelare de 15,5 m) la Săcălășeni. În ceea ce privește debitele specifice, acestea sunt în general reduse (de la 0,02 l/s/m la Asuaju de Sus și Săcălășeni, până la 0,38 l/s/m la Ardușat). Acviferul prezintă un potențial slab, cu transmisivități de $6 \div 39,5 \text{ m}^2 \text{ /zi}$.

Apele de adâncime sunt predominant bicarbonatato-sodice, având pH-ul cuprins între 6,5 (la Ulmeni) și 7,5 (la Ariniș), duritatea totală între 2,2 grade germane (la Ardușat) și 16,3 grade germane (la Șomcuta Mare), iar mineralizația totală între 550 mg/l (la Asuaju de Sus) și 9542,8 mg/l (la Șomcuta Mare)” (ABA Someș-Tisa, 2021).

2.2.3. Rețeaua de monitorizare cantitativă a apelor subterane

„Programele de monitorizare a apelor subterane trebuie să furnizeze o imagine cât mai exactă asupra stării apei subterane în fiecare bazin hidrografic, pentru a detecta prezența tendințelor concentrațiilor de poluanți induse antropic pe termen lung. Acestea includ programe de monitorizare cantitativă și programe de supraveghere și operaționale a stării chimice” (Fig. 3) (ABA Someș-Tisa, 2021).

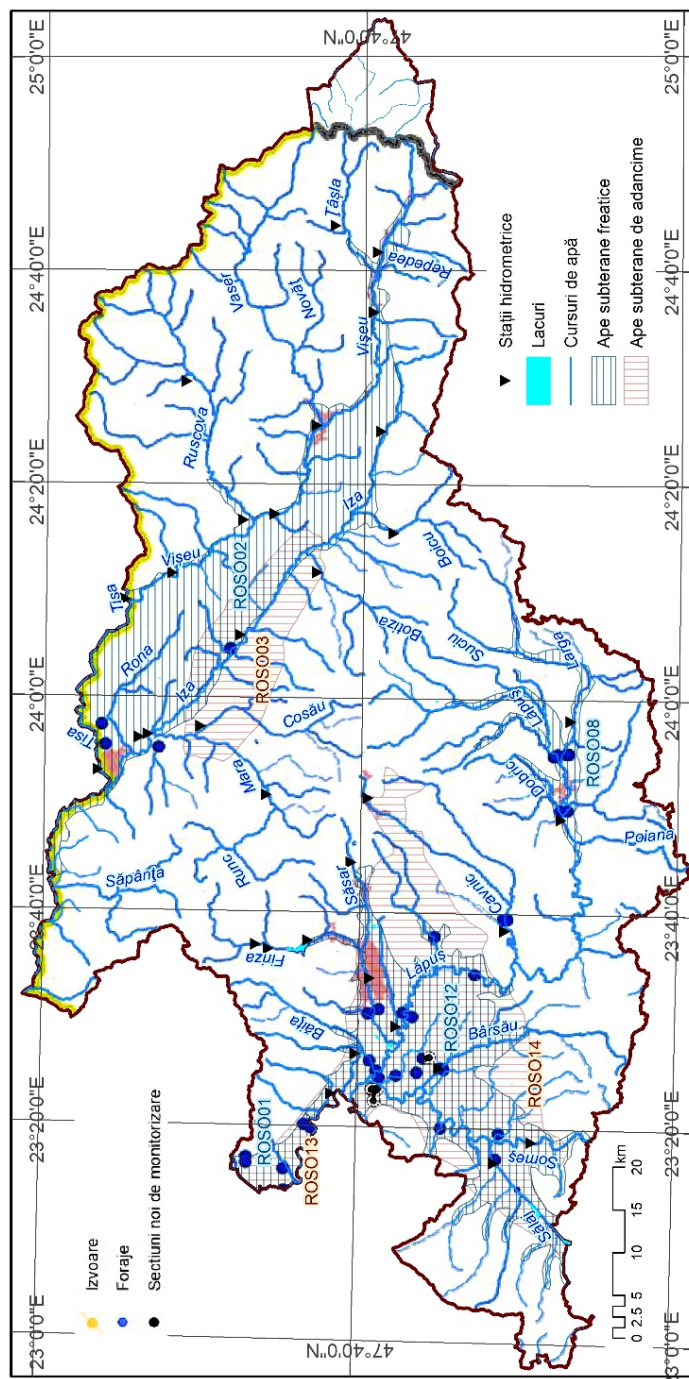


Figura 1. Rețeaua de monitorizare subterane

„Monitorizarea cantitativă a corpurilor de apă subterană are ca scop principal validarea caracterizării și a procedurii de evaluare a riscului de a nu atinge starea cantitativă bună, realizate în conformitate cu Art. 5 al DCA, la nivelul tuturor corpurilor de apă subterană. Pentru evaluarea stării cantitative a corpurilor de apă subterană, anual se efectuează observații și măsurători ale nivelului hidrostatic (în cazul acviferului freatic) și ale nivelului piezometric (în cazul acviferelor de adâncime) în forajele aparținând Rețelei Hidrogeologice Naționale.” Parametrii monitorizați și frecvențele de monitorizare, inclusiv elementele de calitate sunt prezentate în Tabelul 2 (ABA Someș-Tisa, 2021).

Tabelul 2. Elemente, parametri și frecvențe de monitorizare în programul de supraveghere și operațional - ape subterane (după ABA Someș-Tisa, 2021)

Elemente	Parametri	Frecvență*	
		Program supraveghere	Program operațional
Elemente cantitative	H	2-120/an	2-120/an
	Q	2-12/an la (1-12) izvoare	2-12/an la (1-12) izvoare
Elemente fizico-chimice	oxigen	1-2/ an	2/an
	pH	1-2/an	2/an
	conductivitate	1-2/an	2/an
	azotați	1-2/an	2/an
	amoniu	1-2/an	2/an
	alcalinitate	1-2/an	2/an
	alți nutrienți (azotiți, ortofosfați)	1-2/ an	2/an
	substanțe prioritare și substanțe prioritar periculoase	1-2/ an	2/an
	poluanți specifici neprioritari	1-2/ an	2/an
	alți poluanți și parametri (inclusiv ionii majori)	1-2/ an	2/an

*Frecvența măsurătorilor de nivel la forajele rețelei hidrogeologice naționale pentru apele freatice este funcție de rezultatele analizei regimului de variație al acestora (la 3, 6 sau 15 zile). Pentru forajele de adâncime frecvența măsurătorilor de nivel va fi trimestrială. Pentru captările de apă potabilă frecvența va fi de 4 ori/an, monitorizându-se parametrii prevăzuți de Legea 458/2002 privind calitatea apei potabile.

”Programul de monitorizare chimică este necesar pentru:

- validarea evaluărilor de risc: suplimentarea și validarea procedurii de caracterizare și evaluare a riscului de neatingere a stării chimice bune a apei subterane;
- clasificarea corpurilor de apă subterană: confirmarea stării tuturor corpurilor de apă subterană;
- furnizarea informațiilor pentru evaluarea tendințelor pe termen lung ale concentrațiilor poluanților, atât ca rezultat al variației condițiilor naturale, cât și ca rezultat al activităților antropice.

Programul de supraveghere se aplică în cazul tuturor corpurilor de apă subterană. În măsura în care, ca urmare a analizei realizate în cadrul programului de supraveghere, au rezultat depășiri la unii indicatori de poluare, corpul de apă fiind la risc de neatingere a stării bune, forajul respectiv va intra într-un program operațional (ABA Someș-Tisa, 2021).

Monitoringul operațional se concentrează asupra corpului de apă subterană ca întreg. Un program de monitorizare operațional este necesar pentru a se stabili:

• starea chimică a tuturor corpurilor sau grupurilor de corpuri de apă subterană determinate ca fiind la risc de a nu atinge starea bună

• prezența oricărei tendințe crescătoare pe termen lung a concentrației oricărui poluant induse antropogen

Poate fi, de asemenea, utilizat pentru a evalua eficiența programelor de măsuri implementate pentru a restabili starea bună a unui corp de apă subterană sau inversarea tendințelor crescătoare ale concentrațiilor poluanților” (ABA Someș-Tisa, 2021).

2.2.4. Apele minerale

O importanță deosebită pentru arealul de studiu o au **apele minerale** de diferite tipuri hidrochimice, a căror prezență este destul de generoasă pe teritoriul județului Maramureș.

Astfel, se pot delimita teritorial patru bazine majore de concentrare cu centrele aferente: bazinul Baia Mare, bazinul Lăpușului, bazinul depresionar Maramureș și bazinul asociat Munților Maramureșului și Rodnei (Fig. 2).

- Bazinul Baia Mare este reprezentat de centrele de la Valea Borcutului, Firiza-baraj, Chiuzbaia, Baia Sprie, Apa Sărată, Băile Dănești, Băile Cărbunari, Șomcuta Mare și Cicârlău.

- Bazinul Lăpușului cu centre la Coaș, Măgureni, Stoiceni, Băiuț, Poiana Botizei, Țibleș.

- Bazinul depresionar Maramureș cuprinde numeroase izvoare minerale cu centre în localitățile: Săpânța, Breb, Slătioara, Poienile Glodului, Botiza, Vișeu de Sus, Valea Vinului, Vaser.

- Bazinul asociat Munților Maramureșului și Rodnei cuprinde izvoare minerale din localități situate pe Valea Vaserului (Suligu, Mihai), Baia Borșa și Borșa

Tipul hidrochimic ale acestor ape minerale este diversificat, cu o pondere mai importantă a izvoarelor carbogazoase și bicarbonatate, urmate de cele sulfuroase (Fig. 2).

În ultimii ani, activitatea de valorificare a resurselor hidrice minerale s-a diminuat drastic, cele mai multe dintre izvoarele menționate fiind abandonate sau colmatate. Doar o mică parte dintre aceste izvoare sunt valorificate local.

Conform Ordinului nr. 35 din 15 februarie 2010, în județul Maramureș sunt identificate două surse de apă minerală: Valea Vinisorului, din Borșa, respectiv Sonda F1 din Stoiceni. Analiza fizico-chimică a apelor minerale din cele două surse este prezentată în Tabelul 3.

Tabelul 3. Principalii anioni și cationi prezenți în apele minerale de la Valea Vinisorului și Stoiceni
(ANPRM, 2010)

Nr. crt.	Numele mărcii	Locația/ Sursa	HCO ₃ ⁻ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	SO ₄ ⁻ (mg/l)	Ca ⁺⁺ (mg/l)	Mg ⁺⁺ (mg/l)	Na ⁺ (mg/l)
1	Alpina	Borșa/ Izvoarele V. Vinisoru	915	344	62	98	23	441
2	Stoiceni	Sonda F1	3477	1668	0,001	349	87	1738

2.3. Exploatarea resurselor minerale

Particularitățile substratului au reprezentat un aspect de favorabilitate în ceea ce privește prezența pe teritoriul județului a unor importante resurse de subsol care au fost exploatate încă din Evul Mediu. Acestea au fost foarte diverse, începând de la sarea exploatată în Depresiunea Maramureșului la Ocna Șugatag și Coștiui, la minereurile polimetalice exploatate în Munții Maramureșului, Igriș-Gutâi și Țibles, până la minereul de Fe și Mn exploatat în Depresiunea Lăpuș, la Răzoare. Diversitatea petrografică a facilitat și exploatarea unor roci de construcții cum sunt calcarele, andezitele și dacitele, dar și a pietrișurilor din albiile râurilor și din lunca acestora. Apogeul acestor exploatare a fost atins în a 2-a jumătate a secolului XX, când extragerea minereurilor complexe (Cu, Pb, Zn, Au, Ag) a reprezentat una din principalele activități economice, alături de industria de prelucrare a acestora.

După anul 1990 activitatea minieră a intrat într-un declin profund, astfel că în prezent această ramură economică se desfășoară cu intensitate extrem de redusă și doar punctual, fără să mai aibă caracter zonal în cadrul județului. Așa cum se observă în tabelul 4, numărul licențelor de exploatare valabile pentru anul 2021 pe teritoriul județului erau puține, iar dintre acestea doar o parte presupun activități miniere propriu-zise, restul fiind din domeniul exploatareii rocilor de construcții și al valorificării apelor minerale carbogazoase. Cu toate acestea, datorită modificărilor pe care factorul antropic le-a generat asupra substratului, factorii de risc specifici fostelor exploatare miniere nu au dispărut, aceștia manifestându-se în continuare atât în mod activ dar și ca potențialitate, constituind astfel un reper important din perspectiva activităților de amenajare a teritoriului.

Tabelul 4. Licențele de exploatare valabile în anul 2021 pe teritoriul județului Maramureș

(sursa: Agenția Națională pentru Resurse Minerale)

Nr. crt.	Denumire perimetru	Substanța minerală utilă
1.	Gorun-Cicârlău	Andezit industrial și de construcții
2.	Blidari	Andezit industrial și de construcții
3.	Borșa – Valea Vinișorului	Ape minerale naturale carbogazoase
4.	Săsar	Calcar
5.	Buciumi	Calcar industrial și de construcții
6.	Buteasa II	Marmură
7.	Baia Sprie	Minereu polimetalic
8.	Băiuț	Minereu polimetalic
9.	Săsar	Minereuri auro-argintifere
10.	Iaz de decantare AURUL-Săsar	Produs rezidual minier
11.	Uzina de preparare AURUL S.A. Baia Mare	Produs rezidual minier
12.	Iaz de decantare – Flotația centrală	Produs rezidual minier
13.	Iaz de decantare - Meda	Produs rezidual minier

Una din particularitățile manifestării riscurilor asociate activităților miniere este aceea că ele se manifestă atât în perioada activă (de exploatare), cât și în perioada inactivă (de conservare). Acestea au un potențial de manifestare suprapus pe un teritoriu care este strâns legat de poziționarea sectoarelor miniere în zona montană a județului (Ilba-Nistru, Baia Mare, Baia Sprie – Șuioara, Căvnic, Băiuț, Borșa). La acestea se adaugă un areal localizat în Depresiunea Lăpuș (Exploatarea minieră Răzoare) și în Depresiunea Baia Mare (iazurile de decantare din arealul Bozânta Mare). Pentru teritoriul analizat s-au

identificat două categorii principale de riscuri, derivate din procesualitatea geomorfologică (a) și din poluarea remanentă (b).

2.4. Influența litologiei la instabilizarea terenurilor

Evaluarea rolului litologiei în instabilitatea terenurilor s-a analizat pe baza coeficientului litologic (K_a), coeficientului specific pentru fiecare clasă litologică obținută prin digitizare de pe Harta Geologică a României (Tabelul 5) și asocierea prezența alunecărilor de teren active.

Tabelul 5. Distribuția alunecărilor de teren pe clase geologice

Clase geologice	Suprafata (m ²)	%
A	83	0.000
Amfibolite	83	
alfa_am	2979	0.016
Andezite cu amfiboli	2979	
alfa_bet	879268	4.697
Andezite bazaltoide	332236	1.775
Andezite bazaltoide (pn)	530252	2.833
roci piroclastice	16780	0.090
alfa_bi	75030	0.401
Andezite cu biotit	75030	
alfa_pn	58932	0.315
Andezite - piroclastite	58932	
alfa_q_p	123140	0.658
Andezite cuarțifere (pn)	123140	
alfa_sm	198738	1.062
Andezite (sm, pn)	198738	
C	257961	1.378
Calcare cristaline	257961	
ch+bd	3733140	19.943
Gresii, argile marnoase	3733140	
Gama	2439	0.013
Granite, granite laminate	2439	
He	615901	3.290
Conglomerate, gresii, argile marnoase (Strate de Hida)	615901	
Lf	634864	3.392
Marne, sisturi carbunoase, calcare	634864	
lf+rp	728886	3.894
Flis marno-grezos, wildflysch, sisturi bituminoase, (Strate de Valea Caselor)	728886	
Lt	5792	0.031
Marne, argile (Strate cu Numulites perforatus)	5792	

lt+pr	38248	0.204
Conglomerate cu N. perforatus, calcare cu N. fabiani, marne, gresii, marno-argile	38248	
M_a	195585	1.045
Micasisturi, paragnaise	195585	
Pg1+2	1356674	7.248
Gresii, marno-argile (flis)	1356674	
Pg1+y	19157	0.102
Argile rosii violacee	19157	
pn	1338020	7.148
Argile marnoase, nisipuri, pietrisuri	1338020	
pr	2126370	11.359
Calcare, marne, gipsuri, gresii, argile	2126370	
qh1	706331	3.773
depozite aluvial-proluviale	454331	2.427
depozite coluviale, pornituri	142192	0.760
depozite deluviale	109808	0.587
qh2	834772	4.459
depozite coluviale, pornituri	7288	0.039
depozite deluviale	603069	3.222
Pietrisuri, nisipuri si nisipuri argiloase	224415	1.199
qp2/2	316568	1.691
Nisipuri, pietrisuri	316568	
qp3/3	1817383	9.709
depozite aluvial-proluviale	1789059	9.557
depozite deluviale	28324	0.151
ro_sm	2112	0.011
Riolite (sm)	2112	0.011
rp	643238	3.436
Argile, nisipuri, gresii, marnocalcare bituminoase	643238	
to	991844	5.299
Marne, calcare, tufuri, gipsuri, sare	991844	
tu+sn	519	0.003
Marne rosii cu globotruncane	519	
vh+bs1	1015056	5.423
Marne, nisipuri, gresii, conglomerate	1015056	
Total	18719030	100

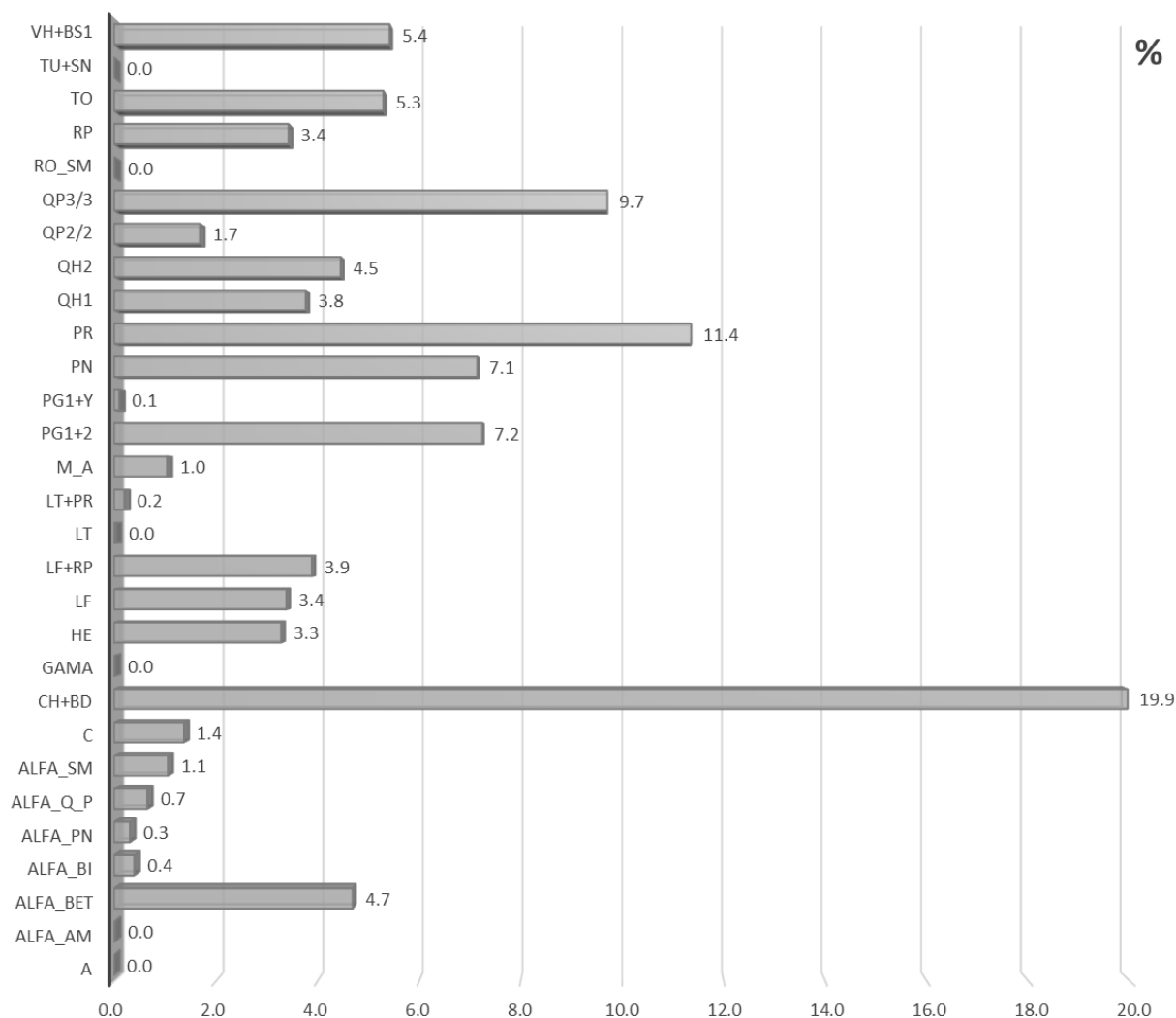


Figura 2. Distribuția alunecărilor de teren pe clase geologice

În urma analizei distribuției alunecărilor de teren active de pe teritoriul județului Maramureș pe clase litologice scoate în evidență faptul că 19.9% dintre acestea se află pe gresii, argile marnoase (ch-bd), 11.4% pe calcare, marne, gipsuri, gresii, argile (pr), 9.7% pe depozite aluvial-proluviale și depozite deluviale (qp3/3).

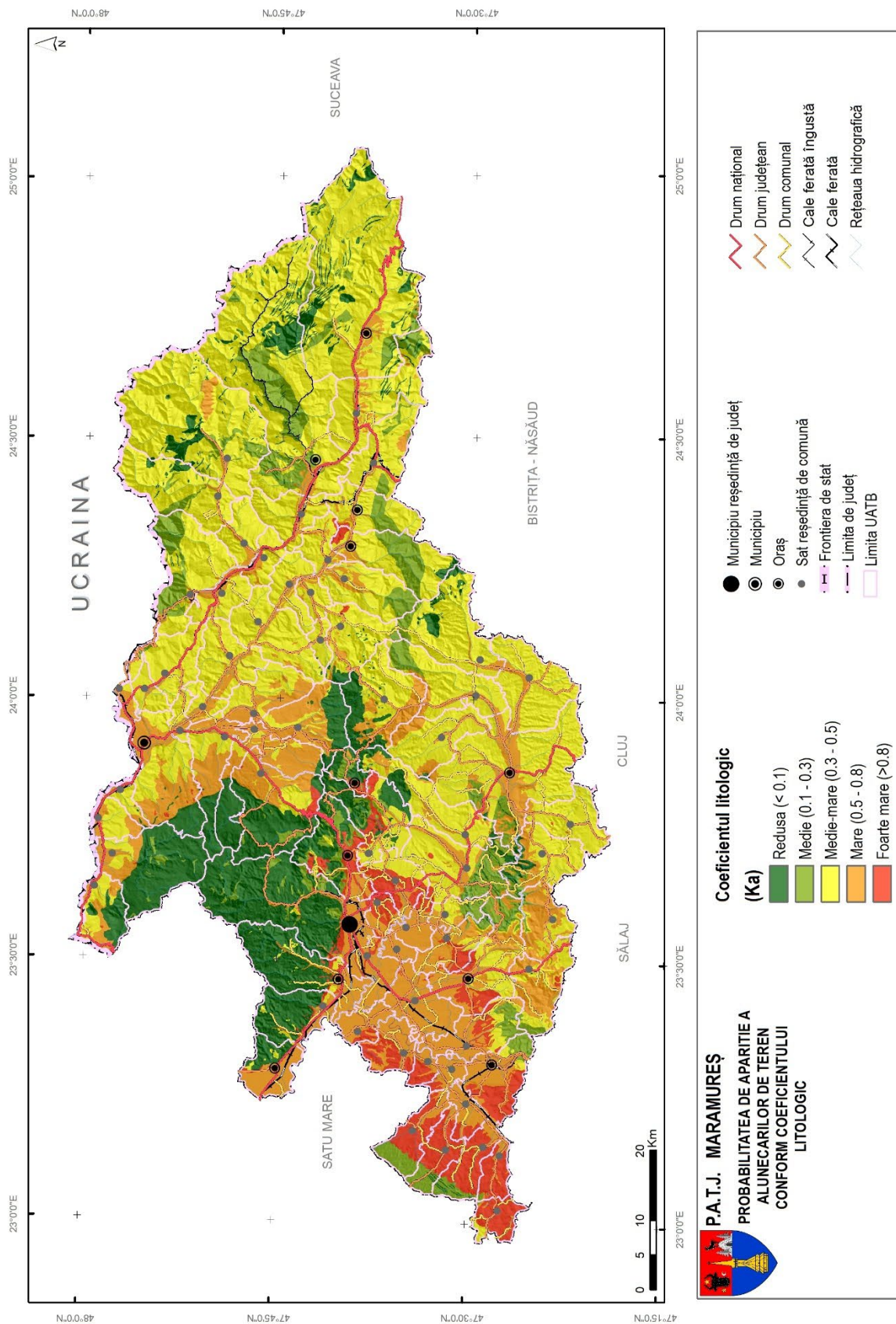


Figura 3. Probabilitatea de instabilizare a terenului în funcție de litologie

Tabelul 7. Criterii pentru estimarea potențialului de instabilizare a terenului

Nr.	SIMBOL	CRT	POTENȚIALUL DE PRODUCERE AL ALUNECARILOR (p)					
			SCĂZUT		MEDIU		RIDICAT	
			PROBABILITATEA DE PRODUCERE A ALUNECARILOR (P) ȘI COEFICIENTUL DE RISC CORESPUNZĂTOR (K)					
			PRACTIC ZERO	REDUSĂ	MEDIE	MEDIE - MARE	MARE	FOARTE MARE
			0	< 0,10	0,10 + 0,30	0,31 + 0,50	0,51 + 0,80	> 0,80
0	1	2	3	4	5	6	7	8
1	a	LITOLOGIC	Roci stancoase, masive, compacte sau fisurate, nealterate		Majoritatea rocilor sedimentare care fac parte din formațiunea acoperitoare (deluvii, coluvii și depozite proluviale) și din categoria rocilor semistancoase(roci pelitice stratificate, cum sunt sisturile argiloase, marnele și marnocalcarele, cretele s.a., rocile metamorfice, îndeosebi sisturile de epizona și mai puțin cele de mesozona, puternic alterate și exfoliate,unele roci de natura magmatica puternic alterate s.a.)		Roci sedimentare detritice neconsolidate - necimentate, de tipul argilelor și argilelor grase, saturate, plastic moi - plastic consistente, cu umflari și contractii mari, argile montmorillonitice, puternic expansive, prafuri și nisipuri mici și mijlocii afânate în stare submersată, breția sării etc.	
2	c	STRUCTURAL	Corpuri masive de roci stâncoase de natură magmatică, roci sedimentare stratificate, cu strate în poziție orizontală, roci metamorfice cu suprafețe de sistuoziitate dispuse în plane orizontale.		Majoritatea structurilor geologice cutate și faliata afectate de clivaj și fisurație, structurile diapire, zonele ce marchează fruntea pânzelor de sariaj.		Structuri geologice caracteristice ariilor geosinclinale în facies de flis și formațiunilor de molasă din depresiunile marginale, structuri geologice stratificate, puternic cutate și dislocate, afectate de o rețea densă de clivaj, fisurație și stratificație.	
3	e	HIDROGEOLOGIC	Curgerea apelor freatice are loc la gradienti hidraulici foarte mici. Forțele de filtrație sunt neglijabile. Nivelul liber al apelor freatice se afla la adâncime mare.		Gradienti de curgere a apei freatice moderati. Forțele de filtrație au valori care pot influența sensibil starea de echilibru a versanților. Nivelul apelor freatice, în general, se situeaza la adancimi mai mici de 5 metri.		Curgerea apelor freatice are loc sub gradienti hidraulici mari. La baza versanților, uneori și pe versanți, apar izvoare de apă. Există o curgere din interiorul versanților către suprafata acestora cu dezvoltarea unor forțe de filtrație ce pot contribui la declanșarea unor alunecări de teren.	

III. EVIDENȚIEREA DISFUNCTIVITĂȚILOR ȘI PRIORITĂȚI DE INTERVENȚIE

a. Procesualitatea geomorfologică și riscuri asociate

În urma derulării activităților de exploatare a substanțelor minerale utile, pe teritoriul județului sunt prezente urme ale activităților miniere care, din punct de vedere geomorfologic s-au concretizat în forme de relief specifice și în procese geomorfologice particulare. Specificul generării unui nou sistem de modelare geomorfologică derivă din faptul că mineritul practicat aici pentru extragerea minereurilor utile a fost în principal cel subteran. Impactul activităților miniere subterane este mai redus decât cel al mineritului de suprafață (în carieră) și se concretizează prin generarea unei morfologii tipice fie prin intervenția directă asupra substratului prin procesele tehnologice miniere (rezultând forme de acumulare sau de excavare cum ar fi guri de mină, halde de steril, canale de asecare, etc.), fie indirect, prin inducerea în geosistemul local a unei game noi de procese geomorfologice a căror manifestare nu ar fi fost altfel posibilă în arealele respective, sau cel mult ar fi avut o intensitate și o frecvență mult mai redusă.

Se conturează astfel o activitate antropică extractivă desfășurată pe parcursul a peste 2500 de ani, în care, în pofida perfecționărilor tehnologice de extracție a resurselor de subsol, acțiunile cu semnificație geomorfologică au rămas identice: excavare și depozitare, omul constituindu-se ca un agent a cărui eficiență morfogenetică a fost în permanentă augmentare. În aceste condiții subsistemul geomorfologic a suferit modificări calitative și cantitative ca urmare a acțiunii “noului” agent geomorfologic – omul și activitățile antropice. Legat de activitățile miniere subterane se constată că impactul acestora a fost nuanțat de aspecte cum ar fi amploarea lucrărilor, procedura de extracție, stadiul de dezvoltare a exploatării, condițiile hidrogeologice locale, etc. Acest fapt se concretizează din punct de vedere geomorfologic în generarea unei noi morfologii, tipice, (versanți terasați, abrupturi, halde, depresiuni de diferite mărimi, canale de asecare, bazine de retenție) dar și prin modificări ale direcției, sensului și intensității fluxurilor materiale generate de procesele geomorfologice. Este vorba deci, despre modificări cantitative (acelerarea unor procese sau diminuarea altora) și calitative (generarea unor noi procese pentru arealele respective, de exemplu mișcări de subsidență, alunecări de teren, etc.). Modificările menționate au ca și cauză intervenții ce pot fi grupate în trei categorii: radicale, conservative și de reabilitare. Toate acestea provin din faptul că, de regulă, caracteristicile zăcămintelor impun lucrări complexe, care își lasă puternic amprenta în special asupra subsistemului geomorfologic.

Principala caracteristică a activităților miniere subterane constă în faptul că generează importante modificări de volum și masă, iar cavitățile generate conduc la o redistribuire a tensiunilor gravitaționale și depășirea pragului de rezistență a rocilor. Rezultatul se concretizează în deformarea plastică sau rupturală a formațiunilor din tavanul și pereții lucrărilor miniere, astfel că uneori se generează modificări ale morfologiei scoarței terestre, ale topografiei locale. Trebuie menționat că astfel de implicații sunt generate de toată gama de lucrări aferente exploatării: cele care asigură accesul la zăcămint, cele care permit dezvoltarea rețelei de lucrări miniere pentru exploatare, cele care facilitează transportul materialelor excavate, cele care facilitează aerajul și evacuarea apelor uzate, etc. Principale categorii de lucrări de deschidere sunt puțurile verticale, cele înclinate și galeriile de coastă. Modificările menționate sunt considerate a fi potențial generatoare de riscuri geomorfologice care, în condițiile existenței unor elemente de vulnerabilitate (clădiri, căi de comunicație, etc). Se conturează astfel contextul de

manifestare a riscurilor geomorfologice induse antropic, ca sursă potențială de generare a unor pagube materiale sau chiar victime.

Pe teritoriul sectoarelor miniere analizate au fost identificate o serie de deformații ale rocilor, al căror aspect îmbracă la suprafața topografică forme diverse. Tipul și amplitudinea deformațiilor induse sunt determinate de conlucrarea mai multor factori: forma și poziția în spațiu a zăcămintului, dimensiunile golurilor subterane, proprietățile fizico-mecanice ale rocilor, tectonica formațiunilor geologice, condițiile hidrogeologice, diferența de nivel dintre suprafața topografică și excavațiile subterane, factori tehnici de exploatare.

Principalele categorii de stres mecanic la care sunt supuse rocile sunt cele de comprimare, întindere, forfecare și încovoiere.

Aceste tipuri de stres iau naștere deoarece înaintea executării excavațiilor subterane rocile se află în stare de echilibru tensionat, în care forțele datorate presiunii litostatice care acționează asupra fiecărei particule de rocă sunt compensate de forțe de rezistență (elastice), iar după dislocarea mecanică antropică a unor volume de roci, tensiunile sunt redistribuite

Prin executarea unor excavații subterane condițiile de echilibru intern al rocilor sunt deranjate, rezultând procese dinamice, care se concretizează în deformații ale rocilor și într-o nouă repartiție a presiunilor din interiorul masivului de rocă. Din acest punct de vedere se pot diferenția:

- masive de rocă stabilă: sunt formate din roci dure, cu compactitate și stratificare care nu permit manifestări vizibile ale deranjărilor de echilibru;
- masive de rocă instabilă: se observă deformări plastice sub acțiunea greutății proprii, manifestate în special spre partea mediană a galeriilor;
- masive de rocă fragilă: în urma solicitărilor tectonice sau mecanice induse antropic, se manifestă o tendință permanentă de prăbușiri individuale sau în bloc.

În funcție de raportul dintre dimensiunile golurilor și mărimea tensiunilor se produce una din următoarele forme de deformare (dislocare) a rocilor:

- a) deformarea plastică, prin încovoierea formațiunilor acoperitoare;
- b) deformarea rupturală, prin fisurarea, ruperea și prăbușirea/surparea formațiunilor de roci.

Raportarea acestor deformații la suprafața topografică permite diferențierea dislocărilor parțiale (se extind pe verticală numai pe o anumită grosime a pachetului de rocă situat deasupra golurilor, iar în plan orizontal nu depășesc suprafața spațiului excavat) și a dislocărilor totale (prăbușirea/surparea în masă a rocilor acoperitoare, cu afectarea pachetului de rocă până la suprafața topografică în plan vertical, iar în plan orizontal, procesele depășesc suprafața spațiilor excavate în subteran).

O primă consecință geomorfologică a acestor deformații o constituie inducerea modificărilor morfologice, evidențiate în teren sub forma unor denivelări negative ale suprafeței geomorfice (albie de scufundare). Acestea pot lua naștere în trei moduri:

- a) tasări, delimitate de aliniamente de încovoiere;
- b) subsidențe, delimitate prin aliniamente de fisurare și de încovoiere a straturilor de roci;
- c) prăbușiri/surpări, delimitate de aliniamente rupturale.

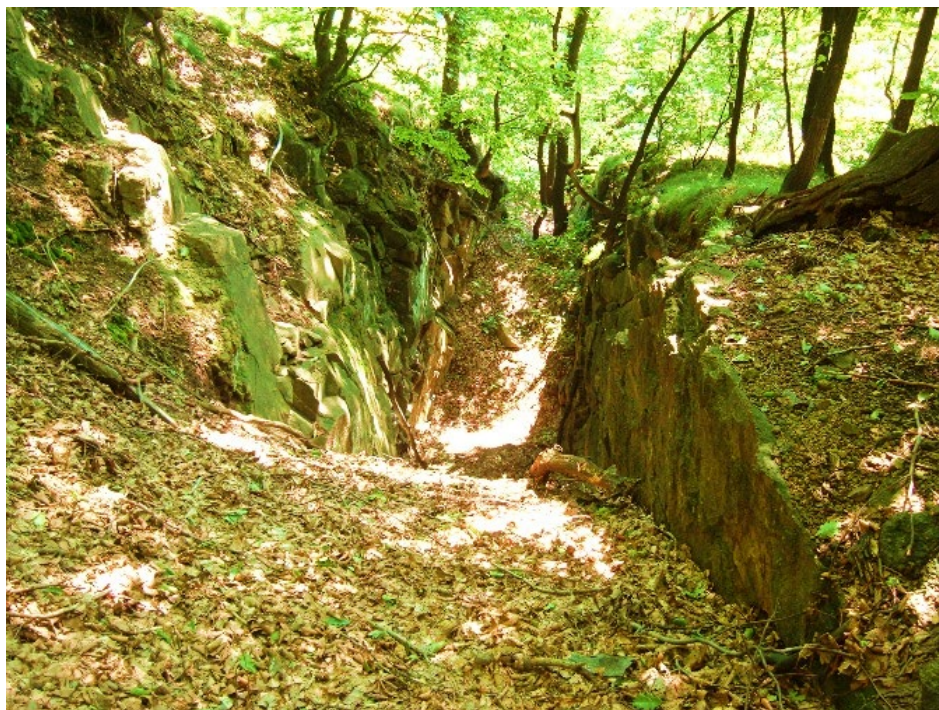


Figura 5. Albie de prăbușire-surpare în Măgura Piciorul Herjei

Dintre aceste forme posibile, în arealul de studiu au fost identificate *forme rezultate prin prăbușire/surpare*. Ele au ca și specific faptul că se produc brusc, în condițiile în care tavanul galeriilor de exploatare este constituit din roci sedimentare, piroclastite și/sau curgeri vulcanice puternic fisurate și alterate. În plus, exploatarea orizontului superior al zăcămintelor cantonate sub depozitele superficiale, este urmată de prăbușirea/surparea rocilor din acoperiș și duce la formarea pâlniilor tipice. Desigur că intervin o serie de parametri geotehnici și de exploatare cum ar fi rezistența rocilor, grosimea de exploatare, adâncimea zăcămintului exploatat, coeficientul de afânare, înclinarea zăcămintului, etc.

În ceea ce privește forma și dimensiunile arealelor afectate de mișcări negative induse antropic, ele sunt dependente atât de mărimea și forma galeriilor subterane, cât și de proprietățile mecanice și tectonice ale depozitelor geologice implicate. În general, aceste mișcări se propagă de jos în sus, până când ajung, frecvent, să intereseze întreaga masă de roci de deasupra exploatării.

Au fost identificate două forme principale induse de procesele de prăbușire-surpare: pâlniile de prăbușire-surpare și albiile de prăbușire-surpare, care au frecvență relativ crescută.

Cazul netransmiterii la suprafață a deformațiilor sau producerea unor deformații mai mici decât cele critice constituie starea de stabilitate a scoarței terestre, raportată la activitățile de extracție. Adâncimea corespunzătoare acestei stări se numește adâncimea de siguranță și este egală cu produsul dintre grosimea totală sau parțială a zăcămintului și un coeficient care asigură autorambleierea prin surpare a golurilor.

Tabelul 8. Gradul de stabilitate al lucrărilor miniere în funcție de variabila timp

Clasa de stabilitate	Durata de autosusținere a rocilor	Gradul de instabilitate al lucrărilor miniere	Caracterul sfărâmăturilor din spațiile adiacente lucrărilor miniere
I	Nelimitată	Foarte stabile	Lipsesc
II	6 luni	Stabile	Debris desprins din conturul lucrării miniere
III	0,5 luni	Stabilitate medie	Debris pe areale restrânse, pe profunzimi de până la 1 m
IV	24 de ore	Instabile	Debris desprins în profunzime de peste 1 m
V	0	Foarte instabile	Dislocarea naturală a unor volume considerabile de roci

Sursa: Gh. Chindriș et alii, 2000, cu modificări

Cea de a doua formă de exploatare a substanțelor minerale utile este exploatarea la suprafață, sub formă de carieră. Pe teritoriul județului Maramureș această formă de exploatare este întâlnită cu predilecție în cazul exploatării rocilor de construcții¹, iar uneori unele cariere de exploatare a rocilor au fost convertite în exploatări de minereuri cu conținut redus de minerale (ex. cariera de la Exploatarea minieră Baia Sprie a devenit carieră de exploatare a minereului aurifer sărac). Din punct de vedere geomorfologic exploatarea în carieră are impactul maxim asupra componentelor geomorfologice. Acest fapt are la bază interacțiunea nemijlocită a activităților antropice specifice cu componentele sistemului geomorfologic pe de o parte, iar pe de altă parte, datorită suprafeței mari de contact și de interacțiune dintre sistemele antagoniste (antropic și cel natural - geomorfologic).

În funcție de morfologia reliefului, de forma și poziția zăcământului, de mărimea și compactitatea acestuia, în carierele identificate în arealul de studiu se aplică una din următoarele metode de deschidere a zăcămintelor: deschiderea prin dezvelire, prin tranșee drepte, prin plane înclinate.

Dimensiunea treptelor este influențată de condițiile de zăcământ, de capacitatea de producție, de proprietățile fizico-mecanice ale rocilor adiacente zăcământului, precum și de proprietățile fizico-mecanice ale zăcământului. În cazul exploatărilor de roci magmatice în arealul de studiu lungimea treptelor este de ordinul zecilor de metri. În astfel de roci frontul carierei se dezvoltă și înaintează, de regulă, sub forma unui segment de cerc, cu înaintarea fronturilor în mod radier. Înălțimea treptelor depinde de coeziunea și compactitatea rocilor în care sunt modelate, având un unghi de taluzare de ~70°.

Din punct de vedere geomorfologic interesează valoarea acestui unghi de taluzare, prin care se asigură stabilitatea suprafeței respective după încetarea exploatării; de obicei această valoare este mai mică decât cea din faza de exploatare. El depinde de rezistența rocilor, gradul de fisurare, condițiile

¹ În sens strict terminologic, exploatarea rocilor de construcții reprezintă un domeniu aparte față de mineritul propriu-zis; în teritoriul analizat, există o suprapunere spațială și o frecventă interdependență tehnologică între cele două domenii, fapt ce impune și analiza acestui domeniu de activitate ca posibilă sursă generatoare de riscuri

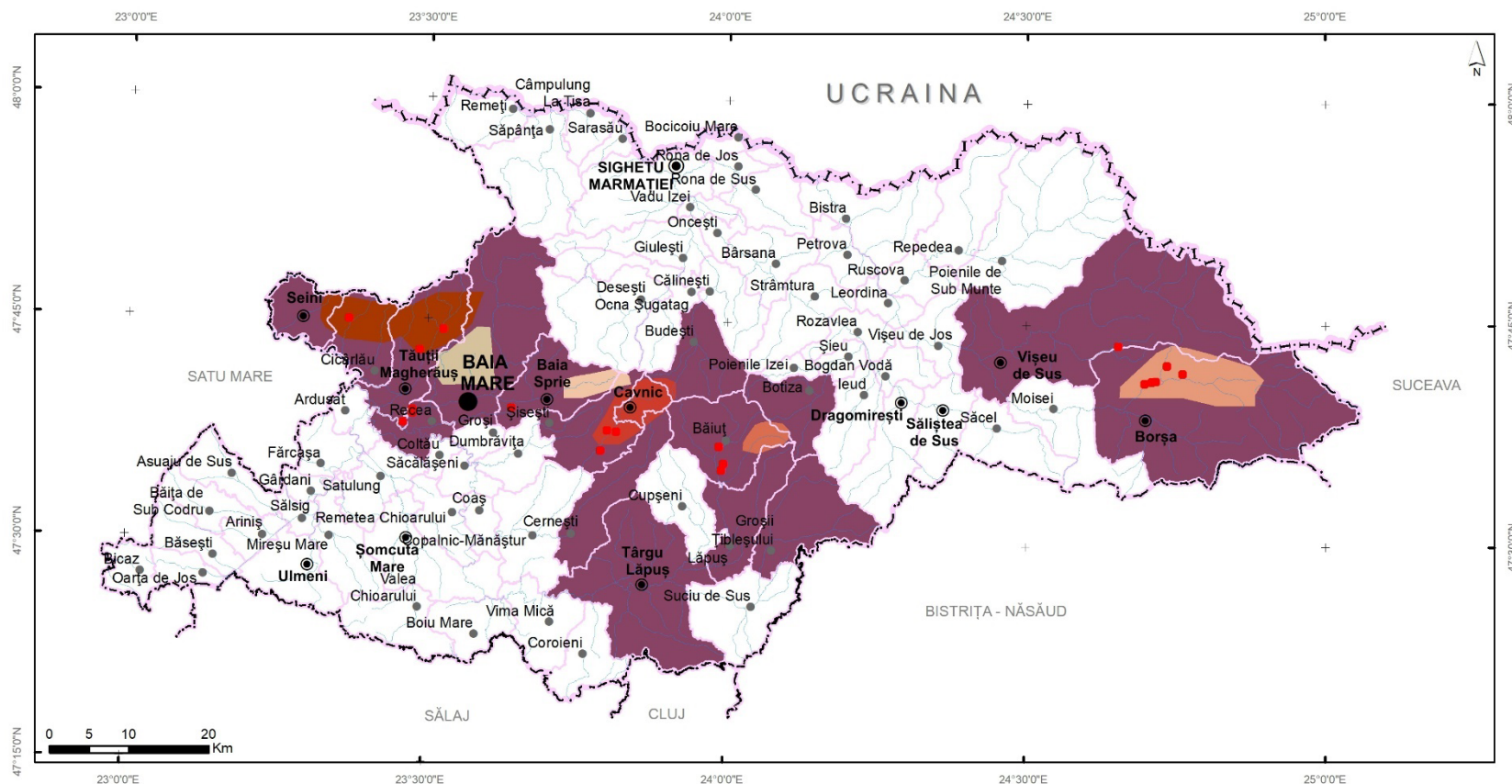


Figura 6. Distribuția sectoarelor miniere și a riscurilor asociate, la nivel de UAT, în județul Maramureș

31

a cantităților de apă în cazul ploilor torențiale ori atunci când se juxtapun temporal perioada de topire a zăpezilor și precipitații bogate.

În urma intervenției antropice ca urmare a activităților miniere, suprafețele de racord au câteva caracteristici particulare:

- dispariția unităților morfologice și funcționale, introducerea unor segmente de versant suplimentare prin geometrizarea accentuată a acestuia, sau dimpotrivă, micșorarea numărului unităților de versant, care sunt înlocuite cu un număr variabil de unități de versant remodelat, uneori acesta putând avea chiar valoarea 1 în cazul carierelor cu front înalt;
- creșteri ale lungimilor versanților în urma lucrărilor ce au drept rezultat terasarea lor.

În cadrul procesului de extracție și prelucrare primară, este specifică generarea unor acumulări de materiale cu importanță economică relativ redusă – haldele de steril. Acestea rezultă prin acumularea antropică mecanică a materialelor dislocuite din subteran și sunt caracterizate de o eterogenitate ridicată. Pe teritoriul județului Maramureș au fost constituite peste 300 de halde de steril cu dimensiuni variabile (0,1 – 8 ha), poziționate în cea mai mare parte în arealul montan, asociat sectoarelor miniere care au funcționat până la începutul anilor 2000. Datorită proprietăților fizico-chimice, aceste forme de acumulare antropică nu sunt propice instalării covorului vegetal pe intervale de cel puțin 3- 5 ani, astfel că în perioada în care sunt lipsite de vegetație, sunt foarte susceptibile la eroziune. Din punct de vedere geomorfologic haldele au importanță ridicată întrucât se constituie ca elemente noi în cadrul sistemului geomorfologic. De cele mai multe ori acestea se constituie ca forme pozitive de relief de dimensiuni mici a căror morfogeneză se derulează în intervale scurte de timp și a căror morfodinamică este accentuată. Ritmul crescut al morfodinamicii se datorează, pe de o parte faptului că pentru sistemul geomorfologic în care sunt introduse, ele se constituie ca și „corpuri străine” care vor trebui să se adapteze noilor condiții, iar pe de altă parte faptului că de regulă, acestea au caracteristici morfometrice care le conferă un potențial morfodinamic ridicat (înălțimi relative, pante), dublate de o structură dominată de materiale cu granulometrie fină și coezivitate medie spre slabă. Tipul și nivelul de influențare a sistemelor geomorfologice de către astfel de forme de acumulare sunt în funcție de o serie de caracteristici, după cum urmează:

- poziția ocupată în spațiu față de entități geomorfologice cu potențial morfodinamic accentuat (suprafețe de racord, linii de drenaj);
- caracteristicile morfometrice și morfologice ale formelor respective;
- suprasarcina indusă suprafețelor geomorfologice;
- gradul de acoperire, tipul și starea vegetației;
- modul de utilizare al suprafețelor care compun formele respective;
- eterogenitatea materialelor componente;
- granulometria depozitelor (produse grosiere, rezultate în urma exploatărilor miniere; materiale fine, depuse gravitațional în iazurile de decantare);

În spațiul montan, acestea au o amplasare care conferă un potențial morfodinamic mediu și ridicat, fiind la distanțe reduse față de liniile de drenaj, fapt ce permite o antrenare facilă a materialelor în fluxurile geomorfologice generate de eroziunea în pânză, șiroaie sau (mai rar) chiar de către văile din

vecinătate. Susceptibilitatea la eroziune este destul de ridicată, iar în unele cazuri, materialul compozit a fost antrenat de pe corpul haldelor pe versanți.

În marea majoritate a cazurilor, erodarea materialelor de pe taluzul haldelor este urmată de transportul acestora spre liniile de drenaj unde contribuie uneori la supraînălțarea talvegurilor, la creșterea volumelor solide transportate și la formarea unor depozite aluviale în arealele cu pantă mai redusă. Se instituie astfel un sistem de tip cascadă în care haldele aflate în amonte generează inputuri suplimentare în sistemul vale-versant, transportul solid excedentar influențând zonele din aval printr-o aluvionare accelerată. Haldele inventariate sunt în stadii diferite de acoperire cu vegetație, de cele mai multe ori insuficient însă pentru a asigura o stabilitate pe termen lung, cu atât mai mult cu cât de regulă, gradul de acoperire cu vegetație a taluzelor este mai redus decât în cazul platformelor.

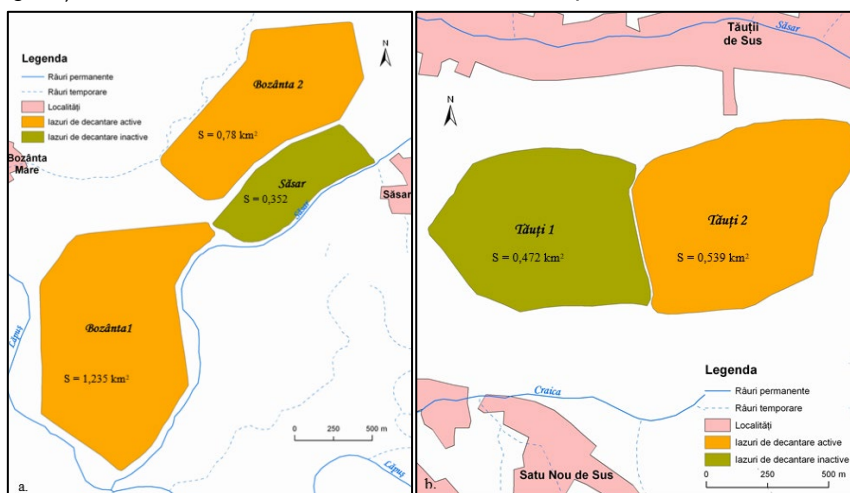


Figura 7. Amplasarea iazurilor de decantare în arealul Bozânta (a) și Tăuții de Sus

Un caz particular este cel al *iazurilor de decantare*. Acestea se constituie ca forme de stocaj al unor materiale reziduale rezultate în urma unor procese tehnologice, amplasate fie în zone de șes fie cu amplasament de coastă (pe versanți). În județul Maramureș sunt prezente un număr de 19 astfel de iazuri de decantare, principalele areale de amplasare a acestora fiind în spațiul montan, în bazinele hidrografice



Figura 8. Breșă creată în taluzul iazului de decantare de la Novăț, martie 2000 (sursa foto: Lorber K.E., conform Driga B., Zaharia S., 2010)

Țâsla, Novăț și Colbu din regiunea minieră Borșa; Băiuț, Firiza, Ilba din regiunea minieră Baia Mare, fie în Depresiunea Baia Mare (Bozânta și Tăuții de Sus). Din perspectiva problematicei riscurilor, importanța lor se concretizează sub forma a trei categorii de posibile hazarde care pot afecta componenta antropică.

Prima categorie de fenomene de risc este cea a legată de posibila producere a *proceselor fizico-mecanice* a taluzurilor frontale (sau laterale). O primă subcategorie este reprezentată de fenomenele surpare-alunecare astfel că mase materiale mari pot fi antrenate în cadrul unor deplasări spre zonele adiacente, cu posibil efect distrugător. Cea de a doua subcategorie este reprezentată de procesele erozionale care afectează taluzurile frontale sau laterale (ex. iazurile D1, D2 și D3 din sectorul minier Borșa) și care prin efect cumulativ conduc la supraînălțarea albiilor, favorizând ulterior inundațiile și fenomenele de tip flash-flood.

b. Poluarea remanentă

Cea de a doua categorie majoră de riscuri asociate domeniului minier este reprezentată de poluarea remanentă. Aceasta este legată de atât de galeriile de mină abandonate, din care se deversează ape reziduale, de haldele de steril (amplasate de regulă în imediata proximitate a unor linii de drenaj) cât mai ales de iazurile de decantare; în raport cu acestea din urmă se conturează cel mai pregnant și riscul legat de poluarea cu metale grele a apelor de suprafață și subterane și a solurilor. Specificul acestui risc derivă din faptul că o parte metalele grele antrenate de apele curgătoare sunt înglobate în sedimente, putând fi remaniate la ape mari și relocate, iar pe de altă parte, relocarea lor poate fi făcută la distanță variabilă, generând contaminarea apelor de suprafață și a celor freatice, a sedimentelor din albiile și a solurilor aluvionare din lunci. Concretizarea unor astfel de riscuri poate fi exemplificată cu două cazuri cu impact environmental major petrecute în anul 2000, care au afectat iazul de decantare de la Bozânta Mare (luna ianuarie), respectiv iazul Novăț (luna martie), ambele soldându-se cu deversarea șlamurilor stocate și poluarea gravă a zonelor din aval.

Tabelul 9. Unități administrativ-teritoriale ce pot fi afectate de fenomene de risc derivate din existența arealelor cu activități miniere abandonate sau dezafectate

Nr. crt.	Unitatea administrativ-teritorială	Categoria de procese specifice de risc
1.	Baia Mare	Gravitaționale (prăbușire/surpare/alunecare) Poluarea solului și apelor
2.	Baia Sprie	Gravitaționale (prăbușire/surpare/alunecare) Poluarea solului și apelor
3.	Borșa	Gravitaționale (prăbușire/surpare/alunecare) Poluarea solului și apelor
4.	Cavnic	Gravitaționale (prăbușire/surpare/alunecare) Poluarea solului și apelor
5.	Târgu Lăpuș	Gravitaționale (prăbușire/surpare/alunecare) Poluarea solului și apelor
6.	Tăuții Măgherauș	Gravitaționale (prăbușire/surpare/alunecare) Poluarea solului și apelor
7.	Vișeu de Sus	Gravitaționale (prăbușire/surpare/alunecare) Poluarea solului și apelor

8.	Băiuț	Gravitaționale (prăbușire/surpare/alunecare) Poluarea solului și apelor
9.	Botiza	Gravitaționale (prăbușire/surpare/alunecare) Poluarea solului și apelor
10.	Budești	Gravitaționale (prăbușire/surpare/alunecare) Poluarea solului și apelor
11.	Cernești	Gravitaționale (prăbușire/surpare/alunecare) Poluarea solului și apelor
12.	Cicârlău	Gravitaționale (prăbușire/surpare/alunecare) Poluarea solului și apelor
13.	Groșii Țibleșului	Gravitaționale (prăbușire/surpare/alunecare) Poluarea solului și apelor
14.	Lăpuș	Gravitaționale (prăbușire/surpare/alunecare) Poluarea solului și apelor
15.	Recea	Poluarea solului și apelor
16.	Seini	Gravitaționale (prăbușire/surpare/alunecare) Poluarea solului și apelor
17.	Șișești	Gravitaționale (prăbușire/surpare/alunecare) Poluarea solului și apelor

A treia categorie de fenomene de risc asociate haldelor și mai ales iazurilor de decantare este cea legată de posibila producere a fenomenelor de eluviere/iluviere și de infiltrare spre pânza freatică, mai ales dacă lucrările de pregătire a locației de amplasare a iazurilor nu au inclus și impermeabilizarea sitului.

Cu privire la iazurile de decantare și haldele de steril se remarcă faptul că stoparea activităților miniere sau de prelucrare primară a minereurilor a condus spre o evoluție în care aceste forme antropice de relief au fost parțial sau total acoperite de vegetație. Taluzurile acestora au însă un anumit grad de susceptibilitatea la instabilizare ori eroziune, astfel încât se impune monitorizarea și acolo unde este necesar, completarea stratului vegetal prin plantarea de specii cu rol de fixare. Lucrările de ecologizare la iazurile inactive sunt în diferite stadii, unele din ele având nevoie de o revizuire tehnologică.

IV. PROPUNERI DE ELIMINARE SAU DIMINUARE A DISFUNCTIIONALITĂȚILOR

Conform normelor de închidere și ecologizare a arealelor miniere, procedurile vizează și obținerea unei stări de echilibru morfodinamic al suprafețelor din zona de acoperiș a galeriilor și a zonelor tehnologice adiacente. Implementarea parțială sau neconformă a acestor proceduri impune reevaluarea stării ambientale și aplicarea măsurilor de ecologizare, stabilizare morfodinamică și reintegrare peisagistică. Chiar dacă de regulă au fost dezvoltate înafara intravilanelor, arealele de exploatare subterană necesită instituirea unor limitări urbanistice concretizate sub forma unor zone cu interdicție, care să limiteze la maxim posibilitatea producerii de pagube sau victime în cazul producerii unor fenomene de prăbușire-surpare.

Tipuri de monitorizare

Monitorizare curentă

- monitorizare de mediu periodică (emisii și imisii)
- exclusiv acțiunile de remediere

Monitorizarea acțiunilor de reabilitare

- investigații pentru identificarea soluțiilor / opțiunilor de reabilitare
- monitorizarea impactului acțiunilor

Căi de monitorizare

Monitorizarea aerului

- emisii din lucrările miniere subterane
- concentrații în aer (gaze, praf)

Monitorizarea apei

- debite evacuate și nivelul apelor
- compoziția chimică și componenții din apele de suprafață și subterane

Monitorizarea geotehnică

- stabilitatea depozitelor de deșeuri miniere (iazuri, halde)
- monitorizarea subsidenței
- urmărirea efectului eroziunii datorită precipitațiilor

Monitorizarea solurilor

- parametri calitativi și cantitativi ai solului
- transfer contaminanți în soluri

Analiza impactului

Efecte asupra populației

Efecte asupra mediului

Monitorizare post-închidere / remediere
Monitorizare pe termen lung

Figura 9. Schema de monitorizare a siturilor miniere (Sursa: Ordin 273/2001)

Din perspectiva fenomenelor geomorfologice de risc se consideră că, în general, în rocile coezive probabilitatea de instabilizare a versanților generați antropici (așa cum este cazul celor din cariere) este redusă, fiind totuși necesară instituirea unor zone de protecție care să limiteze accesul, desfășurarea unor activități, în paralel cu instituirea în cadrul acestor zone de protecție a interdicției permanente de construire. În cazul carierelor de roci cu coezivitate medie și redusă astfel de zone de protecție este necesar să aibă un caracter mai strict.

Cu privire la iazurile de decantare și haldele de steril se remarcă faptul că stoparea activităților miniere sau de prelucrare primară a minereurilor a condus spre o evoluție în care aceste forme antropice de relief au fost parțial sau total acoperite de vegetație. Taluzurile acestora au însă un anumit grad de susceptibilitate la instabilizare ori eroziune, astfel încât se impune monitorizarea și acolo unde este necesar, completarea stratului vegetal prin plantarea de specii cu rol de fixare. De asemenea, în vederea

atenuării susceptibilității la eroziune și a reintegrării lor peisagistice este recomandabilă executarea unor lucrări cum ar fi: reprofilarea taluzurilor, amplasarea de gârdulețe de coastă pe taluze cu scopul de a se împiedica scurgerea și eroziunea în șiroaie, plantarea de puieti de foioase, amplasarea unui strat de sol în vederea unei revegetări mai eficiente. În cazul haldelor aflate în imediata proximitate a unor linii de drenaj se recomandă realizarea unor ziduri de sprijin la baza haldelor, din gabioane umplute cu piatră, lucrări de consolidare a malurilor și reprofilări care să conducă la creșterea distanțelor dintre liniile de drenaj și halde. Ultimele două tipuri de lucrări au capacitatea de a reduce din susceptibilitatea la eroziunea laterală, manifestată mai ales la ape mari generate de ploi torențiale, fie odată cu creșterea debitelor ca urmare a topirii zăpezii. Canalizarea liniilor de drenaj din imediata proximitate a iazurilor de decantare și a haldelor de steril, diminuează posibilitățile de infiltrare și subsăpare a taluzului frontal, precum și instabilizarea gravitațională a taluzurilor.

Monitorizarea curgerilor de apă contaminată în punctele de lucru situate în apropierea cursurilor de apă, cu o frecvență în conformitate cu programul de monitorizare. Sistemele hidrice de suprafață și de adâncime vor fi monitorizate, urmărindu-se parametri cum ar fi: nivelul hidrostatic al apelor subterane, debitul și indicatorii cantitativi și calitativi măsurați la punctele de deversare a apelor subterane, precum și pe sistemul de emisari naturali ori artificiali

Monitorizarea stabilității suprafeței topografice situate deasupra exploatărilor miniere subterane, și a haldelor de steril. În zonele pentru care se prognozează apariția unor fenomene instabilitate, de subsidență ori a fenomenelor de surpare/prăbușire se vor instala rețele de observare cu puncte fixe conectate la rețeaua de monitorizare (conform Manualului de închidere a minelor), la care se adaugă inspectarea vizuală și evaluarea gradului de siguranță, realizate cu frecvență trimestrială.

Monitorizarea iazurilor de decantare va urmări stabilitatea fizică și chimică, după cum urmează:

- *stabilitatea suprafeței* (prin inspectare vizuală în vederea identificării formelor de eroziune și a exfiltrațiilor),
- *stabilitatea îndiguirilor* (prin inspectarea vizuală în vederea identificării fisurilor pe coronament, a protuberanțelor, a exfiltrațiilor și a semnelor de eroziune ori subminarea a stabilității; atunci când situația o impune, este necesară efectuarea de ridicări topografice și observații și măsurători privind gradul de sedimentare, deformările externe, deformările interne, exfiltrațiile)
- *eroziunea barajului* (prin inspectare vizuală, în vederea identificării formelor de eroziune/acumulare și a exfiltrațiilor; instrumental se va realiza eșantionarea apei de drenaj în vederea stabilirii cantității de masă solidă aflată în suspensie); se vor urmări de asemenea deversoarele din perspectiva gradului de descărcare și a debitelor
- *generarea de ape acide ori solubilizarea metalelor din steril* (prin prelevarea și analiza probelor din stratul acoperitor, din corpul iazului și din sterilul de procesare, din apele de șiroire, din exfiltrații, din drenuri, precum și din apele de suprafață și subterane în aval de situl monitorizat)
- *starea covorului vegetal* (prin inspectare vizuală privind starea, densitatea, gradul de acoperie și compoziția floristică)

Pentru UAT-urile care au pe teritoriul lor areale cu zone de risc asociate domeniului minier se recomandă elaborarea unor **Planuri de monitorizare a zonelor cu risc specific** prin care să fie stabilite măsurile, acțiunile și responsabilitățile instituționale.

Managementul riscului presupune și elaborarea unor studii detaliate cu privire la stabilirea zonelor de risc specific pe teritoriul UAT-urilor vizate de aspectele analizate. În acest sens, rezultatele unor astfel de studii de detaliu se vor transpune sub forma unor reglementări de tipul *non aedificandi*, fie pe perioade definite, fie permanente, regăsite pe planșele de zonificare și de reglementare din documentațiile de amenajare a teritoriului și în cele de urbanism.

V. PROGNOZE, SCENARII SAU ALTERNATIVE DE DEZVOLTARE

Gestionarea siturilor miniere active sau închise este necesar a fi realizat conform normativelor în vigoare, în virtutea unei viziuni în care siturile respective să aibă un impact minim asupra stării diferitelor componente environmentale.

În raport cu această viziune dezvoltarea arealelor respective poate fi concepută sub forma mai multor scenarii dintre care două au semnificație mai mare:

- A. **Reintegrarea funcțională a siturilor miniere active, închise sau abandonate** și inducerea unei stări de evoluție spre recăpătarea stării de naturalitate. Un astfel de scenariu presupune ca după implementarea măsurilor de închidere și reabilitare, arealele respective să intre într-un regim de monitorizare. Beneficiile unei astfel de abordări sunt legate atât de îmbunătățirea calității mediului cât și din perspectiva reducerii riscurilor, dat fiind faptul că posibilitatea producerii unor fenomene cauzatoare de risc nu poate fi exclusă la scară temporală istorică. La nivel local, o astfel de abordare ar avea consecințe benefice atât din perspectiva calității factorilor de mediu, cât și din perspectivă economică; promovarea unor politici eco și a unui management adecvat al acestor situri la nivel local și județean poate contribui la schimbarea mentalității tuturor actorilor implicați în valorificarea resurselor naturale, indiferent de sectorul de activitate. Spre exemplu domeniul turistic ar fi un prim beneficiar al acestui scenariu de dezvoltare, în care eticheta de *environmental friendly* și **risk-free environment** este din ce în ce mai căutat. Avantajele unei reintegrări funcționale sunt suplimentate de faptul că astfel de situri pot fi, în anumite condiții, locații pentru dezvoltarea unor activități aducătoare de venituri la bugetele locale, activități care pot contribui și la creșterea ratei de ocupare a forței de muncă și de diminuare a migrației pentru muncă în străinătate.
- B. **Neasumarea responsabilității și neaplicarea reglementărilor din domeniu, abandonarea siturilor miniere**, reprezintă ceea ce s-ar putea numi *worst-case scenario*, datorită faptului că, prin particularitățile lor, aceste situri au o complexitate care poate fi generatoare de **fenomene de risc cu implicații grave atât la nivel local cât și regional ori transfrontalier**. În plus, *brownfieldurile miniere* sunt de natură să afecteze negativ calitatea mediului dar și percepția pe care publicul larg o are asupra zonelor adiacente unor astfel de situri, fiind generatoare a unei stări de *repulsivitate teritorială*, cu efecte negative care frecvent se repercutează negativ și asupra zonelor din proximitate.

VI. SINTEZA

Analiza contextului teritorial și a aspectelor legate de problematica condiționărilor geotehnice și riscurilor antropice asociate domeniului minier din județului Maramureș scoate în evidență o serie de elemente care pot fi sintetizate după cum urmează:

Activitățile miniere au generat un impact direct, prin inducerea unor forme de relief tipice, de eroziune sau de acumulare dar și prin generarea unei poluări remanente. În funcție de particularitățile lor, riscurile specifice asociate acestor areale miniere pot fi încadrate în două categorii:

Riscuri derivate din instabilizarea suprafeței topografice și manifestarea unor procese geomorfologice gravitaționale cum sunt prăbușirile, surpările și alunecările de teren. Astfel de fenomene sunt asociate atât exploatărilor miniere subterane cât și celor de suprafață, inclusiv haldelor și iazurilor de decantare (acestea fiind afectate și de procese de eroziune în suprafață sau liniară), desigur cu diferențieri de tipologie, frecvență și intensitate, care reflectă cauzele și contextul genetic. Situarea înafara ariilor locuite sau respectarea adâncimii de siguranță a exploatărilor subterane nu a generat până în prezent situații de avariere și producerea de pagube materiale sau victime, chiar dacă procesualitatea și morfologia specifică sunt prezente în arealul studiat. Totuși, efectele activităților miniere se observă în teren și se constituie ca posibilă sursă de riscuri specifice, astfel încât este necesară includerea în documentațiile de amenajare a teritoriului și urbanismului a unor aspecte ce țin de zonificarea teritoriului și instituirea unor reglementări de control sau de interdicție.

Riscul de poluare cu metale grele (Cd, Cu, Pb, Zn) reprezintă o manifestare asociată atât exploatărilor subterane, generatoare de așa-numite ape de mină, care prin substanțele chimice dizolvate și transportate, prin pH-ul diferit de cel normal reprezintă o sursă de poluare a apelor de suprafață sau a celor freatice, cât și iazurilor de decantare. Acestea din urmă se remarcă prin efecte potențiale mai mari, care s-au și manifestat în ultimele decenii. Astfel de forme de stocaj înmagazinează cantități importante de materiale solide și reziduuri chimice rezultate în urma prelucrării primare a minereurilor. Depășirea rezistenței interne a taluzurilor/digurilor reprezintă pragul de manifestare a unor evenimente cu caracter poluator major și/sau catastrofal. Acest prag poate fi atins în anumite contexte în care variabila meteo-climatică ca factor declanșator joacă un rol important, alături de variabilele tehnologice.

Se remarcă faptul că printre factorii favorizanți în generarea unor procese geomorfologice de risc în arealele cu halde și iazuri de decantare se încadrează și despădurirea versanților, fapt ce favorizează scurgerea accentuată, eroziunea de tip torențial, care afectează cu precădere aceste forme de stocaj, cu coezivitate redusă și grad redus de acoperire cu vegetație.

Din perspectiva documentațiilor de amenajare a teritoriului, reducerea riscului specific domeniului minier poate fi realizată prin zonificarea teritoriului (măsură nestructurală). Aceasta asigură o abordare a problemicii riscului într-o manieră holistică; prin intermediul acesteia, măsurile nestructurale cum ar fi prognoza, avertizarea, dar și cele structurale (lucrări de apărare și măsuri tehnice) pot fi formulate și aplicate într-o manieră coerentă, alături de alte măsuri din domeniul protecției mediului (ex. controlul defrișărilor) care rezultă al unei politici de dezvoltare teritorială în care *sustenabilitatea* capătă consistență și valoare de principiu.

Bibliografie:

- Chindriș Gh. 2002, *Contribuții privind exploatarea rațională și eficientă a zăcămintului de minereuri de tip Cacova Ierii*, teză de doctorat, Universitatea din Petroșani, 2002.
- Driga B., Ciupitu D., Monica Dumitrașcu, (2003), *Efectele activităților miniere în zona minieră Căvnic*, Revista Geografică IX.
- Driga B., Zaharia S., 2010, *Hazardele naturale și miniere din bazinul Vișeu*, Internațional Conference Water resources and wetlands.
- Filip S., 2008, *Depresiunea și Munceii Băii Mari. Studiu de geomorfologie environmentală*, Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca
- Meruțiu R. 1936, *Regiunea Baia Mare-Baia Sprie*. Lucrările Institutului de Geografie al Universității din Cluj, vol. VI.
- Stamatiu, M. 1985, *Proprietățile fizice și mecanice ale minereului complex din filonul principal de la Baia Sprie*, Stud. și Cerc. Geol. ale Academiei, III/3, București.
- ***, 2015, *Planul Local de Acțiune pentru Mediu*, APM Maramureș.