



**UNIVERSITATEA „BABEȘ-BOLYAI”  
CLUJ NAPOCA  
FACULTATEA DE GEOGRAFIE  
ȘCOALA DOCTORALĂ DE GEOGRAFIE**



**TEZĂ DE DOCTORAT**

**STRATEGII DE REABILITARE A  
RELIEFULUI ANTROPIC  
GENERAT DE ACTIVITĂȚILE MINIERE  
STUDIU DE CAZ:  
ZONA METROPOLITANĂ DEVA-HUNEDOARA**

(rezumat)

**Conducător de doctorat:**

**Prof. univ. emerit dr. Virgil SURDEANU**

**Student-doctorand:**

**KIRALY Marta (căs. MATE)**

**CLUJ-NAPOCA  
2014**

## CUPRINS

<b>ARGUMENT PRIVIND ALEGEREA TEMEI</b>	<b>1</b>
<b>Capitolul 1: METODOLOGIA CERCETĂRII</b>	<b>4</b>
1.1. Obiectivele demersului științific	4
1.2. Metode de cercetare aplicate	7
1.3. Structura programului de cercetare	9
<b>Capitolul 2: ISTORICUL CERCETĂRIILOR PRIVIND REABILITAREA AREALELOR MINIERE</b>	<b>12</b>
2.1. Abordări în domeniu din literatura de specialitate la nivel internațional	12
2.2. Preocupări științifice românești în domeniul geomorfologiei antropice	16
<b>Capitolul 3: EVOLUȚIA PALEOGEOGRAFICĂ ȘI GEOLOGIA ZONEI METROPOLITANE DEVA-HUNEDOARA</b>	<b>21</b>
3.1. Localizarea și delimitarea zonei	21
3.2. Aspecte de ordin geologic	25
3.3. Inventarul resurselor naturale ale subsolului	29
3.4. Istoricul activităților miniere din județul Hunedoara	30
<b>Capitolul 4: MORFOLOGIA ȘI MORFOMETRIA ZONEI METROPOLITANE DEVA-HUNEDOARA</b>	<b>33</b>
4.1. Trăsăturile morfografice ale reliefului	33
4.1.1. Unitățile morfologice reprezentative	35
4.2. Aspecte morfometrice	39
4.2.1. Hipsometria	39
4.2.2. Densitatea fragmentării reliefului	41
4.2.3. Adâncimea fragmentării reliefului	43
4.2.4. Declivitatea terenurilor	45
4.2.5. Orientarea versanților	48
4.3. Relieful antropic minier din zona metropolitană Deva-Hunedoara	50
4.3.1. Fenomenul antropizării generat de activitățile miniere	50
4.3.2. Morfologia antropică a tehnosecturilor miniere	51
4.3.2.1. Microforme pozitive construite prin acumulare	53
4.3.2.2. Microforme negative create prin deformarea terenului de la suprafața exploatărilor subterane	64
4.3.2.3. Microforme negative formate prin amenajarea și exploatarea carierelor	67
4.3.2.4. Microforme rezultate în urma nivelării antropice	71
<b>Capitolul 5: IMPACTUL FACTORILOR NATURALI ÎN EVOLUȚIA RELIEFULUI ANTROPIC AL ZONEI METROPOLITANE DEVA-HUNEDOARA</b>	<b>73</b>
5.1. Impactul climei asupra modelării tehnosecturilor miniere	73
5.1.1. Regimul temperaturii aerului	73
5.1.2. Regimul precipitațiilor	75
5.1.3. Regimul vânturilor	78
5.1.4. Fenomene meteo extreme	79
5.1.5. Topoclimate	80
5.2. Aportul hidrografiei în modelarea reliefului antropic	83
5.2.1. Apele subterane	83
5.2.2. Râurile	84
5.2.3. Lacurile	88
5.3. Componenta edafică în zonele miniere	89
5.3.1. Repartiția solurilor și analiza tipologică a acestora	89

5.3.2. Degradarea solurilor în zonele miniere	92
5.4. Caracteristicile învelișului biotic în zona metropolitană Deva-Hunedoara	94
5.4.1. Vegetația forestieră	95
5.4.2. Vegetația ierboasă	96
5.4.3. Vegetația zonelor umede	96
5.4.4. Fauna	97
<b>Capitolul 6. HAZARDE ȘI RISCURI ANTROPICE ÎN ZONA METROPOLITANĂ DEVA-HUNEDOARA</b>	<b>98</b>
6.1. Hazarde produse în arealele miniere	98
6.2. Susceptibilitatea terenurilor la procesele de eroziune și deplasare în masă	101
6.3. Riscurile asociate activităților miniere	103
6.3.1. Riscuri induse de procesele geomorfologice contemporane	103
6.3.2. Riscul indus climatic	110
6.3.3. Riscul indus de activitățile antropice	112
6.4. Vulnerabilitatea populației la riscul induse de activitatea minieră	114
<b>Capitolul 7: STRATEGII DE RECONVERSIE ȘI REINTEGRARE FUNCȚIONALĂ A AREALELOR MINIERE DEGRADATE DIN ZONA METROPOLITANĂ DEVA-HUNEDOARA</b>	<b>123</b>
7.1. Dezvoltarea durabilă și reconversia ecologică	123
7.2. Utilizarea terenurilor	126
7.3. Strategii de reabilitare implementate pe tehnostucturile arealelor miniere	129
7.3.1. Lucrări de închidere și conservare a exploatărilor în subteran	131
7.3.1.1. Lucrări postînchidere de conservare a galeriilor și golurilor subterane	131
7.3.1.2. Lucrări miniere de legătură cu suprafața	133
7.3.2. Lucrări de închidere și conservare a exploatărilor miniere de suprafață	134
7.3.3. Reconversia ecologică a haldelor de steril	135
7.3.4. Reconversia ecologică a iazurilor de decantare	136
7.4. Monitorizarea tehnostucturilor miniere	145
7.4.1. Monitorizarea lucrărilor postînchidere la Mina Deva	148
7.4.2. Monitorizarea lucrărilor de postînchidere în câmpul minier de la Ghelari	150
<b>Capitolul 8: STUDIU DE CAZ: MODEL DE AMENAJARE ECOLOGICĂ A CARIEREI DE FIER DE LA TELIUC</b>	<b>152</b>
8.1. Caracteristicile morfometrice ale Carierei de fier de la Teliuc	152
8.2. Inundarea carierei-soluție de ecologizare	153
8.3. Încadrarea în peisaj și valorificarea turistică a tehnostucturii reabilitate	156
<b>CONCLUZII</b>	<b>160</b>
<b>BIBLIOGRAFIE</b>	<b>163</b>

### **Cuvinte cheie:**

**Activitate minieră, peisaj antropic, haldă, iez de decantare, steril, tehnostucturi, riscuri antropice, vulnerabilitatea populației la riscul indus de minerit, amenajarea teritoriului, reconversie și reabilitare a reliefului tehnogen.**

## ARGUMENT PRIVIND ALEGEREA TEMEI

Problema protecției mediului este abordată interdisciplinar, deoarece complexitatea fenomenelor necesită aportul concertat al mai multor științe, cum ar fi: geologia, geografia, ecologia, geochimia, geofizica, economia și diverse ramuri ale ingineriei, fără a pretinde că lista lor ar fi epuizată. Astfel, o cercetare științifică pe această temă invită specialistul să treacă granița disciplinei sale, să analizeze și să sintetizeze procesele și fenomenele și prin prisma metodelor de cercetare specifice altor științe. Păstrarea dominantei geografice și evidențierea evoluției geomorfologice a zonei alese pentru studiu sunt priorități pe care intenționăm să le demonstrăm în cuprinsul acestei lucrări.

„Deranjarea” evoluției naturale a formelor de relief a avut ca efect modificarea calității altor elemente naturale ale mediului și, nu în ultimul rând, degradarea condițiilor de viață ale locuitorilor.

Schimbările produse la nivel planetar au declanșat o vulnerabilitate accentuată a sistemelor geomorfologice la presiunea umană. Impactul activităților antropice, îndeosebi al celor rezultate în urma exploatarea resurselor naturale, s-a răsfrânt în mod direct și asupra securității și stării de sănătate a populației. Sub aspect științific, se propune o aprofundare a riscurilor induse de activitățile miniere și o evaluare a vulnerabilității populației la toate tipurile de hazarde ce se pot declanșa pe structurile tehnogene.

Pentru studiul de caz am ales un obiectiv tehnologic ce nu a beneficiat până în prezent de un proiect de reabilitare, iar valorificarea potențialului său economic poate aduce beneficii comunității locale în care se află amplasat. Domeniul serviciilor turistice poate fi o alternativă viabilă pentru populația rurală din Munții Poiana Ruscă, o șansă pentru dezvoltare durabilă și asigurarea unui trai decent într-un ambient atractiv.

## Capitolul 1: METODOLOGIA CERCETĂRII

Viziunea lucrării de cercetare se sprijină pe răspunsurile la următoarele întrebări:

- CE? Cercetarea *reliefului antropic generat de activitățile miniere*, și studierea posibilităților de *reabilitare* ale acestuia.
- UNDE? – În zona metropolitană Deva-Hunedoara
- CUM? – Prin formularea, parcurgerea și aplicarea:

### 1.1. Obiectivelor strategice ale demersului științific:

- Obiectivul 1. Trecerea în revistă a contribuțiilor predecesorilor;
- Obiectivul 2. Stabilirea strategiei de colectare și prelucrare a informațiilor necesare;
- Obiectivul 3. Delimitarea și analiza caracteristicilor fizico-geografice ale zonei studiate;

- Obiectivul 4. Analiza intervenției antropice asupra elementelor cadrului natural;
- Obiectivul 5. Inventarierea formelor de relief antropice și a proceselor geomorfologice;
- Obiectivul 6. Prezentarea lucrărilor de reabilitare realizate în arealele miniere și a procesului de monitorizare a mediului, a strategiilor implementate și a celor posibil de aplicat pe viitor;
- Obiectivul 7. Evaluarea susceptibilității terenurilor, a vulnerabilității populației la riscurile și hazardele din arealele miniere;
- Obiectivul 8. Promovarea unui model de integrare eficientă a zonelor modificate antropic.

### **1.2. Metodelor de cercetare:**

a) Metode clasice, comune și altor discipline: istorică, dialectică, comparativă, analizei, sintezei, studiului de caz;

b) Metode specifice disciplinei geografice: cartografică, a teledetecției.

### **1.3. Structura programului de cercetare:**

- Etapa de informare teoretic-metodologică;
- Etapa studiilor de teren
- Etapa analitică
- Etapa studiului de caz.

## **Capitolul 2: ISTORICUL CERCETĂRILOR PRIVIND REABILITAREA AREALELOR MINIERE**

### **2.1. Abordări în literatura de specialitate de la nivel internațional**

Plecând de la intervențiile generale, generate de nevoile curente și ajungând până la activitățile concrete, de exploatare a resurselor subsolului, lucrările de specialitate pot fi grupate pe mai multe teme:

a) *Recunoașterea relației dintre activitatea umană și efectele sale negative asupra mediului: Mary Sommerville (1858), Marsch (1864), Grove (1914), De Marchi (1902), Fisher (1915), Sherlock (1922), Barrows (1923), Roveréto (1923,1924), Aufrère (1929), Tricart (1953), Gortani (1959), Strahler (1960);*

b) *abordarea sistemică a mediului și a interdependenței dintre elementele sale: White (1957), Brown (1970), Chorley și Barbara Kennedy (1971), Detweyler (1971), Hewitt și Hare (1973), Panizza (1973), Manners și Mikesell (1974), Gregory și Walling (1979), Simmons (1979), Nir (1983), Goudie (1985), Blaikie și Brookfield (1987);*

c) *măsurile de protecție și reabilitarea mediului afectat de intervența antropului (antropogeomorfologia și neogeomorfologia): Zapletal (1960, 1964), Wallwork (1974), Dávid și Karancsi (1999);*

d) *reabilitarea spațiilor afectate de activitățile miniere: Rosenbery și Klimstra (1965), Bauer (1970), Sherwood (1976), Elliott (1976), Haigh (1978), Bradshaw și Chadwick (1980), Verstappen (1983), Toy și Hadley (1987), Gagen (1988), Gunn (1993), Hooke (1994), Benett și Doyle (1997), Werner (1999),*

Alături de studiile geografice, amintim lucrările de inginerie geologică elaborate de: *Carlsten, Johansson și Wörman (1995); Thunehed și Triumph (1999); Milkov și Sasoon (2000); Panthulu, Krishnaiah și Shirke (2001); Verraes (2003); Sjö Dahl, Dahlin și Johansson (2004), McCullough (2005), Mainali (2006); Damigos (2006); Peeck și Sinding (2009); Faludi (2010); Haff (2010).*

## **2.2. Preocupări științifice românești în domeniul geomorfologie antropice**

*Simion Mehedinți*, în lucrarea sa „Terra - introducere în geografie ca știință” (1909), face referire la rolul omului în schimbările provocate în mod intenționat mediului. „Manualul inginerului de mine” (1951) conține un capitol de geomorfologie întocmit de prof. Petre Coteș.

După perioada interbelică, geologii au fost preocupați de extinderea câmpurilor miniere: *Sesco (1951), Kimmelman (1954), Verone și Apostolescu (1955) și Poboran (1964), Pîrvu (1964), Mateescu (1968).*

Studiile și cercetările din domeniul geografic au cunoscut abordări tematice progresive:

a) *Etapa descriptivă a intervențiilor antropice: Naum (1957), Savu și Rusu (1961), Tufescu (1966) Mihăilescu (1968), Posea (1972), Berindei (1973) și Josan (1976), Tudoran (1976, 1978), Roșu și Irina Ungureanu (1977), Iacob și Ianoș (1980), Bălțeanu (1984), Surdeanu (1985);*

b) *Etapa de diagnoză și prognoză ecologică: Badea (2000), Bălțeanu (2002), Surdeanu (1998), Oncu (2002), Mihaela Șerban și Bălțeanu (2005), Dana Goțiu și Surdeanu (2008).*

c) *Etapa tratării problemelor de mediu legate de arealele miniere:*

- *impactul activităților miniere asupra mediului natural: Cîndea, Erdeli și Guran (1991), Badea și colab. (1994), Maria Hosu (2005), Vlad și Neacșu (2005), Lazăr și Dumitrescu (2006), Fodor și Vedinaș (2011), Ionică și Arad (2012). Nimară (2011)*

- *evoluția proceselor geomorfologice în spațiile miniere: Cioacă și Dinu (1995), Rădoane, Maria Rădoane, Ichim și Crina Miclăuș (1995), Onica, Cozma și Goldan (2006),*

- *analiza și clasificarea tehnosecturilor: Florea (1996), Brînduș și colab. (1998), Dunca (2006)*

- *reabilitarea și integrarea peisagistică a spațiului afectat de minerit: Anghel (1971), Lăzărescu (1983) și Fodor (1989), Apetroaie și colab. (1994), Mironovici (1995), Floca și colab. (1997), Susana Arad, Arad și Chindriș (2000), Fodor și Băican (2001), Mac (2003), Filip și*

Hodor (2003), Corpade, Bătinaș și Ana Maria Corpade (2004), Anghel și Surdeanu (2007), Lazăr (2010), Traistă și Andronache (2011), Popescu și Marian (2012).

### Capitolul 3. EVOLUȚIA PALEOGEOGRAFICĂ ȘI GEOLOGIA ZONEI METROPOLITANE DEVA-HUNEDOARA

#### 3.1. Localizarea și delimitarea zonei metropolitane Deva-Hunedoara

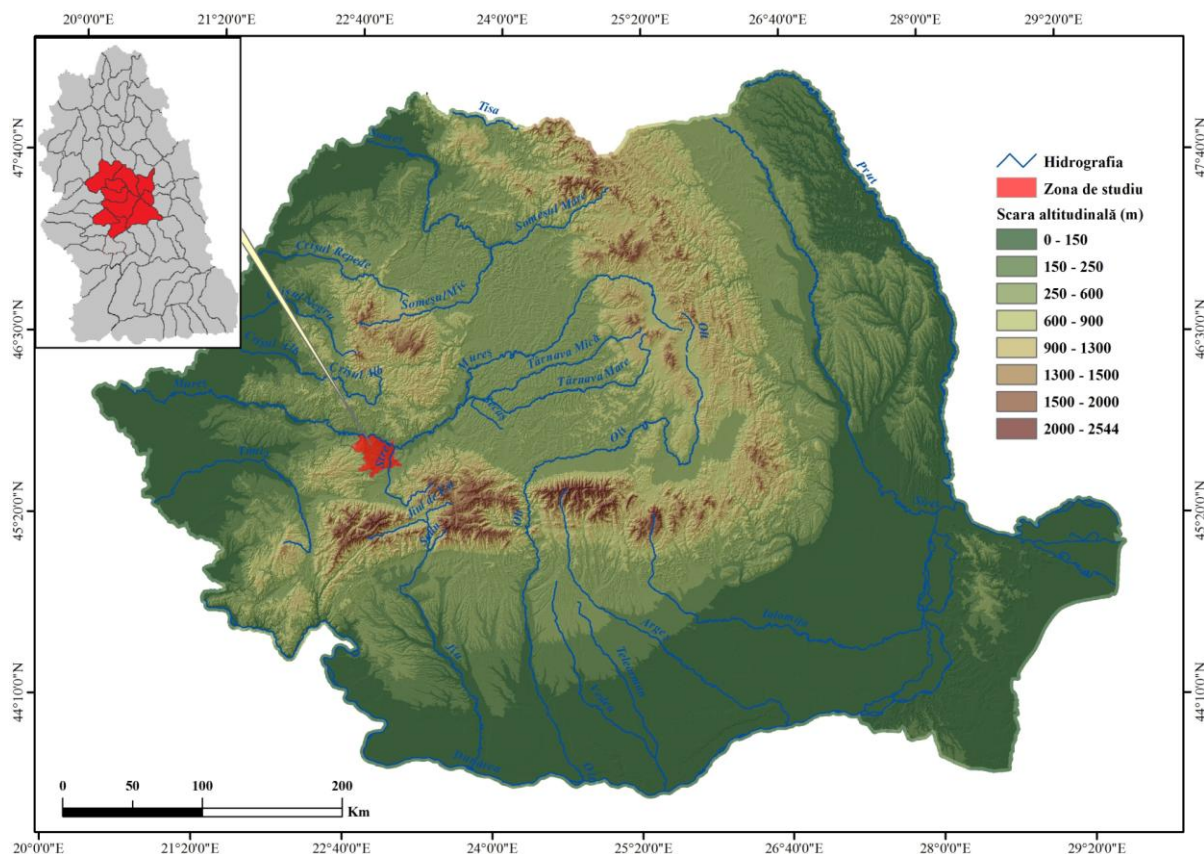


Fig. 4: Zona metropolitană Deva-Hunedoara - Localizarea arealului de studiu

Zona metropolitană Deva-Hunedoara reprezintă o entitate geografică situată în centrul județului Hunedoara, în regiunea de confluență a Mureșului cu Streiul și Cerna, ce se extinde pe cursurile inferioare ale celor doi afluenți, pătrunzând până pe interfluviile marginale ale Munților Poiana Ruscă. Delimitarea arealului de cercetare s-a realizat din punct de vedere administrativ, factorul economic și gestionarea modului de utilizare a terenurilor impunând acest fel de abordare.

Suprafața teritoriul stabilit (*fig. 4*) pentru cercetare este alcătuit din următoarele unități administrativ teritoriale: municipiul Deva, municipiul Hunedoara, orașul Simeria, orașul Călan, comuna Vețel comuna Peștișu Mic, comuna Cârjiți, comuna Ghelari, comuna Teliucu Inferior, comuna Băcia.

Datele evidențiază o concentrare mare a populației în această zonă a județului, susținută de importanța administrativă și dezvoltarea sa economică de-a lungul istoriei și până în prezent.

Tabelul nr.2

## Unitățile administrativ-teritoriale componente ale zonei metropolitane Deva-Hunedoara

(sursa Direcția Județeană de Statistică Hunedoara)

Nr. crt.	Denumirea unității administrativ-teritoriale	Localități componente	Populația în anul 2011	Suprafața în 2011 (km <sup>2</sup> )	Densitatea populației (loc/km <sup>2</sup> )
1	Municipiul Deva	Archia, Bârcea Mică, Cristur, Deva, Sântuhalm	61123	61,85	988
2	Municipiul Hunedoara	Boș, Groș, Hășdat, Hunedoara, Peștișu Mare, Răcăștie	60525	104,05	582
3	Orașul Simeria	Bârcea Mare, Cărpiniș, Sântandrei, Săulești, Simeria, Simeria Veche, Uroi	12556	48,59	258
4	Orașul Călan	Batiz, Călan, Călanul Mic, Grid, Nădăștia de Jos, Nădăștia de Sus, Ohaba Streiului, Sâncrai, Sântămăria de Piatră, Strei, Streisângeorgiu, Valea Sângeorgiului	11279	93,54	121
5	Comuna Băcia	Băcia, Petreni, Tâmpa, Totia	1827	29,04	63
6	Comuna Cârjiți	Almașu Sec, Cârjiți, Chergheș, Cozia, Popești	681	45,82	15
7	Comuna Ghelari	Ghelari, Govăjdia, Plop, Ruda	1983	46,83	42
8	Comuna Peștișu Mic	Almașu Mic, Ciulpăz, Cutin, Dumbrava, Josani, Mânerău, Nandru, Peștișu Mic, Valea Nandrului	1207	49,95	24
9	Comuna Teliucu Inferior	Cinciș-Cerna, Izvoarele, Teliucu Inferior, Teliucu Superior,	2344	39,50	59
10	Comuna Vețel	Boia Bârzii, Bretelin, Căoi, Herepeia, Leșnic, Mintia, Muncelu Mic, Muncelu Mare, Runcu Mic, Vețel	2872	113,89	25
<b>TOTAL</b>		<b>67 de localități</b>	<b>156397</b>	<b>633,06</b>	<b>247</b>

### 3.2. Aspecte de ordin geologic în zona metropolitană Deva-Hunedoara

Spațiul complex, aflat la contactul dintre autohtonul danubian, domeniul getic, supragetic și magmatismul postorogenic, a cunoscut o evoluție în timp, după cum urmează:

În *Paleozoic* apare sub forma extremității unei microplăci tectonice: Placa Apuliană (Săndulescu 1984).

În *Mezozoic* au loc transformări în mediul submers, sedimentarea marină diferențiată și formarea flișului (Mutihac, Ionesi, 1974):

- la sfârșitul Jurasicului mediu se deschide riftului central carpatic în blocul getic și cel danubian;
- la sfârșitul Cretacicului inferior riftul s-a închis, blocul getic încăleacănd pe cel danubian;
- marginea microplăcii Moesice se rupe și se conturează cristalinul Munților Poiana Ruscă.

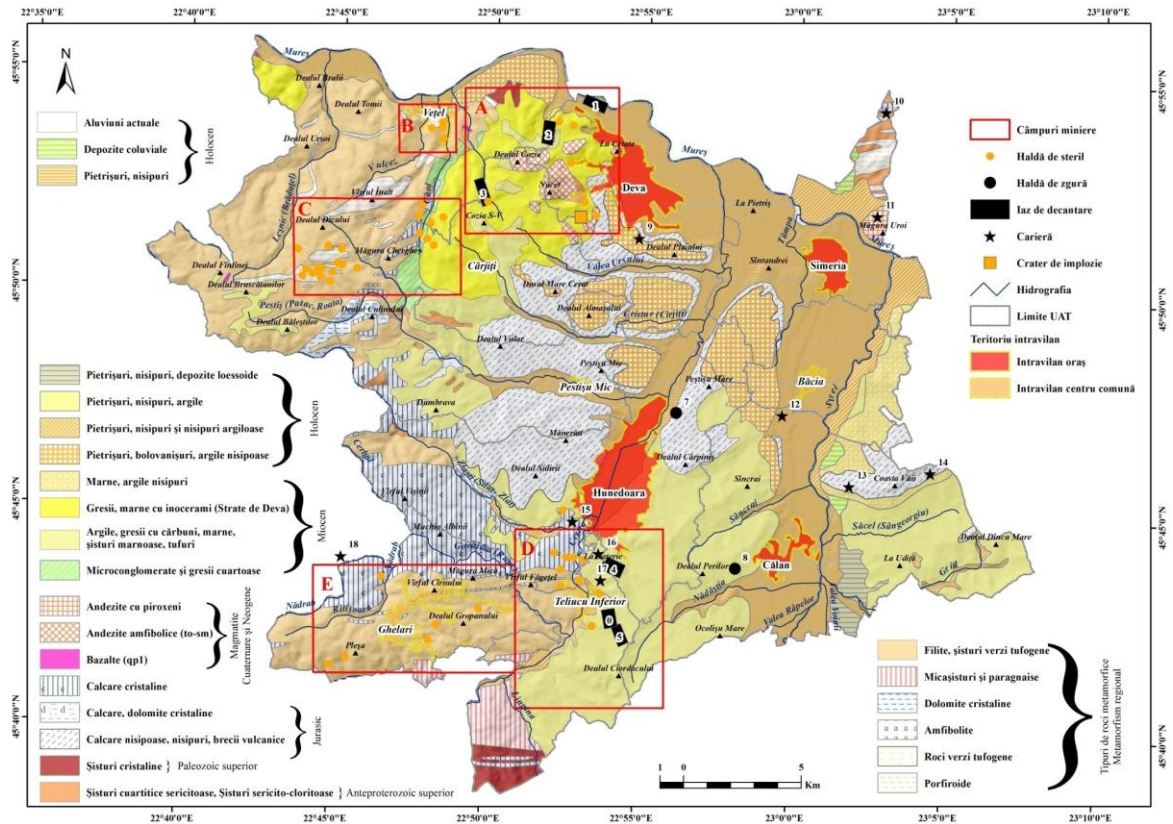
În *Neozoic*:

- în cristalinul hercinic s-au format zăcămintele mari de fier sideritic
- vulcanismul bazic inițial a produs și concentrații stratiforme de pirită, pirotină și blendă;
- erupțiile vulcanice neogene generatoare de stratovulcani formează andezite și cupru;
- la finalul perioadei de înălțare a munților ciclurile eruptive generează andezite bazaltoide, minereuri auro-argintifere, pirite și telururi aurifere, aur nativ și minereuri cuprifere, roci de



construcție, cum ar fi dacit, andezit, feldspat, bentonit, marmură și travertin, precum și ape oligominerale, uneori hipotermale (Rădulescu, Borcoș 1968);

În Cuaternar se definitivează rețeaua hidrografică și are loc modelarea treptelor de eroziune.



**Fig. 5: Zona metropolitană Deva-Hunedoara – Harta geologică**  
(după Harta geologică a României, 25 Deva L-34-XXIII, 26 Orăștie L-34-XXIV și 17 Brad L-34-XVII)

### 3.3. Inventarul resurselor naturale ale subsolului din zona metropolitană Deva-Hunedoara

#### Minereuri:

- *minereuri feroase*, sub formă de carbonați de fier (ancherit, siderit) sau oxizi de fier (magnetit, hematit), la Ghelari și Teliucu Inferior;
- *minereuri de cupru* (calcopirită, pirită, carbonați de cupru, blendă, galenă etc.) la Deva
- *minereuri de plumb și zinc*, la Vețel și Muncelu Mic.

#### Roci de construcție:

- *gips* (sulfatul de calciu) la Călanul Mic;
- *dolomit* (mineral din grupa carbonaților anhidri) la Zlaști și Teliucu Inferior, respectiv fosta carieră de la Crăciuneasa;
- *talc și steatit*, sub formă de lentile intercalate concordant între rocile calcaroase și dolomitice din zona Govăjdiei. Măcinarea talcului se realizează la uzina de la Zlaști;

- *calcar* (sau carbonatul de calciu, rocă sedimentară de origine organogenă) exploatat încă la Zlaști. Documentele istorice fac referire și la exploatările de la Călan, Strei, Valea Sângeorgiului, Sântămăria de Piatră, Cîrjiți;

- *travertin* (varietate de tuf, rocă sedimentară, poroasă, alcătuită din calcit și aragonit) la Cărpiniș (orașul Simeria);

- *andezit* (rocă magmatică cu granulație fină) la Deva (Dealul Pietroasa), Măgura Uroiului.

### **3.4. Istoricul activităților miniere în județul Hunedoara**

*Carierele de andezit* de la Deva, Uroi, Călan au furnizat materialul de construcție pentru cetățile și castrele dacice, castele etc. Din perioada romană se cunosc amenajări miniere din sudul Munților Apuseni pentru *exploatarea minereurilor auro-argentifere*;

Extracțiile minereurilor de fier de la suprafață, din câmpul minier Teliucu Inferior, datează tot din perioada romană (sec. al III-lea d. Hr.). Mina de la Ghelari este atestată documentar în anul 1767, dar este mult mai veche;

După cel de-al doilea război mondial se deschide exploatarea Deva-Bolcana, se continuă extracțiile din zona Muncelu Mic-Vețel și se intensifică activitatea minieră în regiunea Teliuc-Ghelari. În anul 1969 s-a înființat Centrala Minereurilor Deva, din 1980 Regia Autonomă a Cuprului Deva, apoi în 1998 Companiei Naționale a Cuprului, Aurului și Fierului „MINVEST” S.A. În perioada 1990-2005 compania a închis 41 de mine și cariere, inclusiv a 18 uzine de preparare.

## **Capitolul 4. MORFOLOGIA ȘI MORFOMETRIA AREALULUI ZONEI METROPOLITANE DEVA-HUNEDOARA**

### **4.1. Trăsăturile morfografice ale reliefului**

Evoluția particulară a acestui spațiu este marcată de *zona de contact* dintre zonele de orogen ale Carpaților Meridionali, Carpaților Occidentali și regiunile mai joase, inserate ca prelungiri sud-vestice ale Depresiunii Colinare a Transilvaniei și sectoare ale Văii Mureșului, ce asigură schimbul de materii și energie, atât în absența, cât și în prezența activității umane.

Unități morfologice:

a) Munții Poiana Ruscă (partea lor nord-vestică), horst cristalin cu înălțimi de până la 1000 m, cu interfluvii largi și netede, văi înguste și adâncite, șesuri aluviale, culmi principale („picioare”) și dealuri marginale eruptive (Jude, Borcea-Tabacu, Ionescu, 1973; Cornelia Grumăzescu, 1975; Krautner, 1984).



**Fig. 8: Cadrul geografic al municipiului Deva. Vedere dinspre Măgura Uroiului**

b) *Dealurile Hunedoarei și ale Călanului*, suprafață piemontană aflată între văile Streiului și Cernei, cu interfluvii rotunjite, terase superioare, glacisuri în bazinetele de obârșie (Vulcu, 1971; Popp, 1977; Trufaș, Stanciu, 1983).

c) *Sectorul Văii Mureșului între Simeria Veche și Dobra*, vechi culoar de vale de tip graben, cu terase inferioare, lunci de 4-5 km lățime, dar și sectoare de defileu, gropi de împrumut, belciuge, popine și ostroave și amenajări antropice (Morariu, Gârbacea, 1960; Jampa, 1989; Badea, Buza, 1991; Mac și Drăguț, 1997; Vespremeanu, 1998).

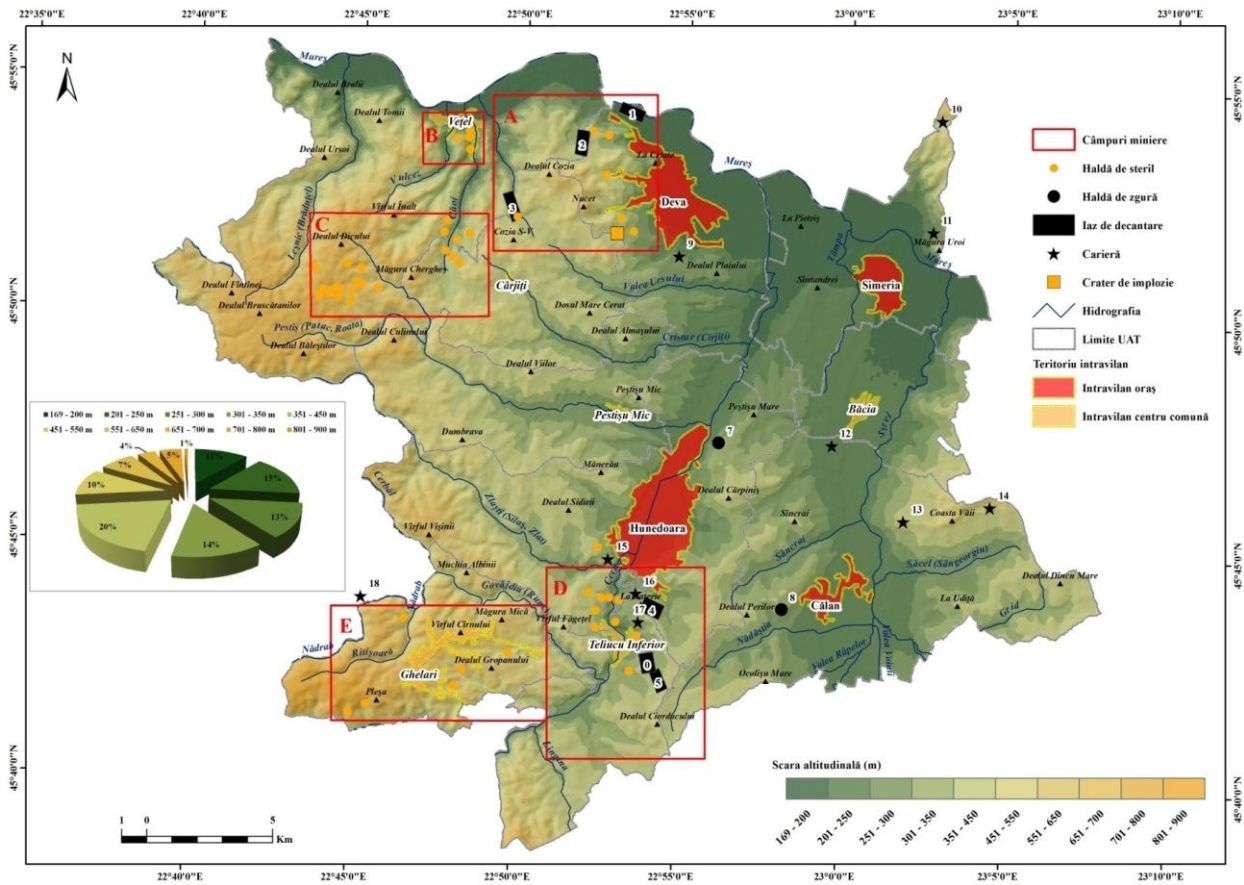
d) *Munții Metaliferi*. Măgura Uroiului, neck vulcanic cu aspect de cupolă, înalt de 640 m și marginea sudică a Munților Săcărâmbului.

#### **4.2. Analiza morfometrică în zona metropolitană Deva-Hunedoara**

Gradul de populare a unui teritoriu, densitatea, structura și textura habitatelor, amplasarea și siguranța infrastructurii tehnice, modul de utilizare a terenurilor sunt dependente de favorabilitatea sau defavorabilitatea parametrilor morfologici ai reliefului (Bilașco et al., 2013).

**4.2.1. Hipsometria.** Sub aspect altitudinal, în zona metropolitană Deva-Hunedoara remarcăm o predominare a reliefului cu înălțimi reduse, până la 450 m, care ocupă 73% din suprafața totală a spațiului.

Pe harta hipsometrică din *fig. 12*, realizată pe nivele de câte 100 m, în zona metropolitană Deva-Hunedoara remarcăm zece trepte hipsometrice.



**Fig. 12: Zona metropolitană Deva-Hunedoara – Harta hipsometrică**

**4.2.2. Densitatea fragmentării** Lucrările de exploatare și necesitatea transportării resurselor în afara spațiului montan au ridicat numeroase probleme tehnice în zonele cu densitate a fragmentării cuprinsă între 1,6 și 2,6 km/km<sup>2</sup>, care ocupă 13% din suprafața totală a arealului de studiu. Soluțiile ingineresti au rezolvat aspectele induse de extracția resurselor locale prin amenajarea unor planuri înclinate (la Retișoara, lângă Ghelari, în 1903), a tunelurilor, viaductelor și podurilor pe traseul liniei ferate industriale, inclusiv a funicularelor.

**4.2.3. Adâncimea fragmentării reliefului** prezintă valori ridicate (între 350 și 400 m) pe văile abrupte din Munții Poiana Ruscă. Amplasarea tehnosecturilor a ținut cont de pretabilitatea terenurilor, sub aspectul energiei de relief, majoritatea haldelor și iazurilor de decantare suprapunându-se peste terenuri cu adâncime de până la 150 m.

**4.2.4. Declivitatea reliefului** este un parametru necesar de cuantificat sub aspect cantitativ, ca factor declanșator al unor procese de versant, dar și calitativ, ca factor generator de forme acumulate în urma acestor procese. Activitatea antropică a avut efecte asupra modelării pantelor, tehnosecturile având rolul de a le atenua sau accentua. Haldele „cuibărite” în zona rupturilor de pantă au diminuat unghiul de pantă, iar taluzul haldelor construite în zonele de luncă sau amenajarea carierelor de versant au mărit valoarea acestuia.

#### 4.2.5. Orientarea versanților

Pretabilitatea versanților la diferite moduri de utilizare este dependentă de valoarea intensității radiației solare, insolație și temperaturilor, diferită, în funcție de orientare. Relevanța acestui parametru apare mai ales în momentul amplasării și amenajării arealelor miniere, începând cu infrastructura (căi de acces, clădiri, fabrici de prelucrare) și continuând cu depozitarea deșeurilor rezultate (de evitat zonele expuse în calea maselor de aer cu circulație vestică). Este un factor important care condiționează aspectele legate de reabilitarea tehnostucturilor miniere și aplicarea diferitelor tehnici de ecologizare.

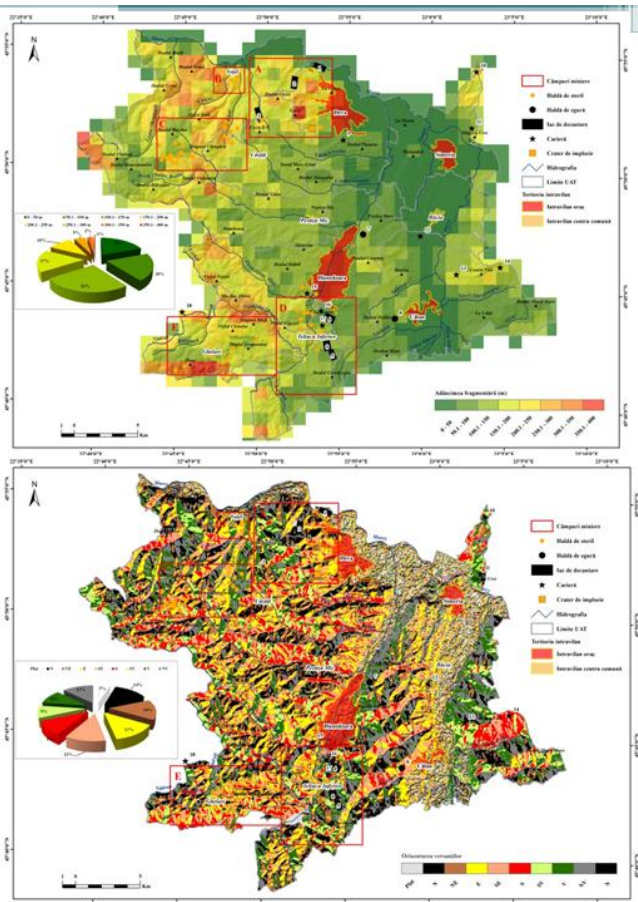
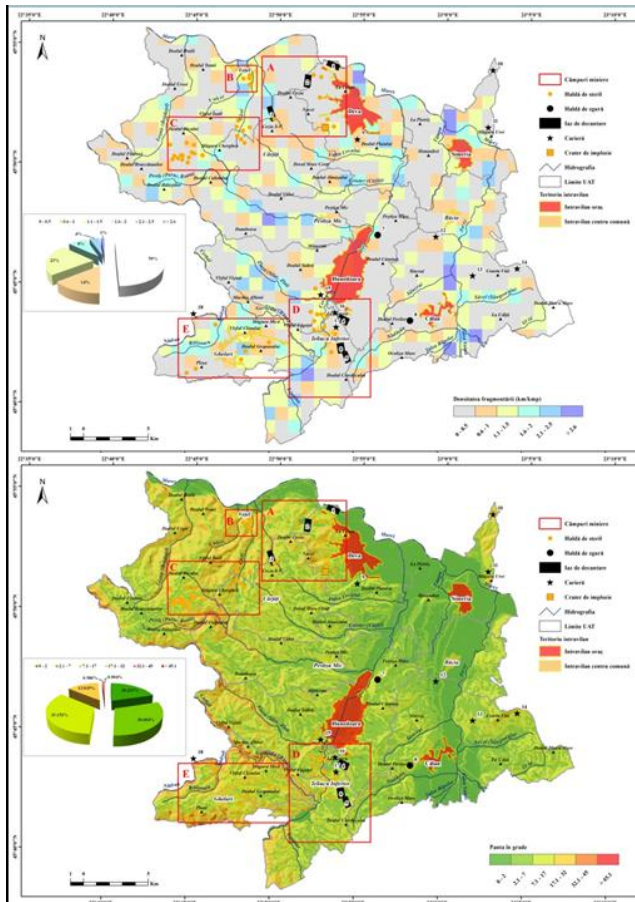


Fig. 13. Harta densității fragmentării reliefului,

Fig. 14 Harta adâncimii fragmentării reliefului,

Fig. 15 Harta pantelor,

Fig. 18 Harta orientării versanților în zona metropolitană Deva-Hunedoara

#### 4.3. Relieful antropoc din zona metropolitană Deva-Hunedoara

Analiza detaliată a aspectului și evoluției reliefului în spațiile miniere nu se poate face în absența noțiunilor de inginerie minieră. De-a lungul timpului, cercetători din întreaga lume s-au aplecat cu responsabilitate asupra acestei probleme necesare pentru dezvoltarea societății, dar cu implicații și repercusiuni evidente în modificarea calității vieții acesteia.

Activitățile de extracție și prelucrare a substanțelor minerale utile au modificat dinamica evoluției spațiilor aflate într-un echilibru relativ, accelerând eroziunea regresivă și generând peisaje cu un grad avansat de entropie. Se modifică elementele geomorfologice, se creează noi formațiuni superficiale și se accelerează procesele fizico-chimice ale acestora.

### 4.3.2. Morfologia antropică din zona metropolitană Deva-Hunedoara

#### 4.3.2.1. Microforme pozitive construite prin acumulare

În spațiul zonei metropolitane Deva-Hunedoara deosebim trei tipuri principale de halde, clasificate după proveniența și caracteristicile materialului haldat:

-41 de halde de steril, rezultate în urma decopertărilor, respectiv săpării galeriilor subterane, amplasate în imediata apropiere a zonelor de extracție.



Fig 20: Depozit de steril de la fosta mină de cupru de la Căoi (comuna Vețel)



Fig 21: Depozit de steril de la Valea Baniilor (comuna Ghelari)

-2 halde de zgură, cea de la Buituri, situată în nordul municipiului Hunedoara, pe partea dreaptă a Cernei, la extremitatea nord-estică a platformei siderurgice, respectiv cea de la Călan, amplasată în coasta Dealului Perilor, în partea sud-vestică a platformei industriale.

#### - 3 halde de carieră

Nr. crt.	Unitatea economică	Denumirea tehnoproducturii	Starea tehnică
1	S.C. Talc-Dolomita S.A. Zlaști	Halda Valea Nădrabului	Activă
2	S.C. Talc-Dolomita S.A. Zlaști	Haldă Carieră Zlaști	Activă
3	S.C. Talc-Dolomita S.A. Zlaști	Haldă Teliuc III	Activă

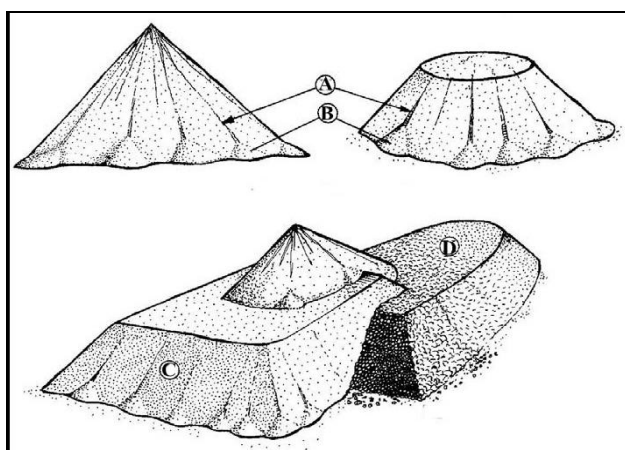


Fig. 23: Tipuri de halde de carieră: sus simple cu A- ravenă și B- con de dejecție, jos complexă cu C- taluz, D- bermă (după Dávid & Karancsi, 1999)



Fig. 24: Halda din centrul carierei de la Teliuc III

La sud de cariera de dolomită și calcar de la Crăciuneasa, la granița dintre comunele Ghelari și Lelese, șerpuiește, în lungul drumului județean, halda de steril Valea Nădrabului,

rezultată prin pomparea, sub formă lichidă a deșeurilor rezultate în urma spălării rocilor. Halda (fig.25) are o lungime de 560 de m, o lățime maximă aproximativ 50 m, o suprafață de 7,5 ha și o înălțime de 45 m, fiind una dintre cele mai mari depozite de steril de prelucrare a rocilor de construcție. O bună parte din volumul ei a fost transportată în pâraul Nădrabului, iar mai în aval, în Cerna.

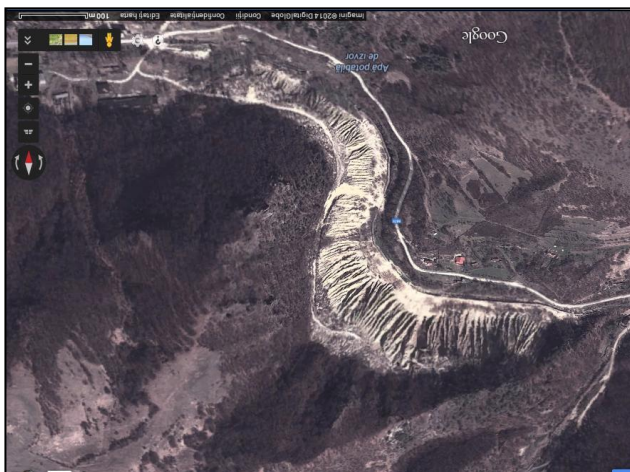


Fig. 25: Imaginea satelitară a Haldei Nădrabului



Fig. 26: Halda de steril Valea Nădrabului

Pe taluze s-au instalat procese de eroziune liniară și de adâncime (bad-landsuri). Analizând un sector din corpul haldei se poate concluziona faptul că este vorba de o eroziune liniară tipică, unde intensitate eroziunii scade de la bază la vârf, iar frecvența organismelor crește în aceeași direcție. La partea superioară a haldei (fig. 26 A) acțiunea de eroziune a apei de șiroire, ce coboară de pe versanți sau din precipitații, se manifestă prin mici rigole paralele, cu o distanță de 5-10 cm între ele. Sub fâșia ce variază între 4-5 m, urmează una mult mai largă (fig. 26 B), între 10-15 m, în care frecvența ravenelor se face la distanță de 1-1,5 m. La partea inferioară (fig. 26 C) ravenele se adâncesc la peste 1 m, distanța dintre ele fiind de 2-3 m. Aspectul haldei demonstrează atingerea unei faze de degradare și eroziune maximă.

b) **iazuri de decantare**, acumulări în stare lichidă a deșeurilor rezultate prin tăierea hidraulică sau hidromecanică a minereurilor și a rocilor.

În funcție de caracteristicile terenului pe care se amplasează iazul de decantare, se disting:

- iazuri de decantare „**de câmp**” sau „**de luncă**”, amplasate pe terenuri orizontale sau ușor înclinate, la care îndiguirea inițială se construiește, respectiv în timpul exploatării se înalță, pe tot conturul depozitului de steril, formându-se o incintă închisă, limitată pe întregul perimetru de un taluz construit. În arealul de studiu, iazul de decantare Lunca Mureșului este un exemplu tipic de iaz de luncă.



**Fig. 27: Evoluția peisajului Luncii Mureșului în dreptul Iazului de decantare**

(sursa: Harta Iosefină, Ortofotoplanurile din 2005 și 2012)

- iazuri de decantare „*de coastă*”, situate pe suprafețe situate la baza unui versant. Digul de contur, construit inițial și înălțat pe parcursul exploatării, pornește de la versant și se încheie pe versant, iar depozitul de steril sprijină, pe o parte din areal, pe un versant natural. Un astfel de tip este Iazul de decantare Nr. 1 Valea Cărbunelui de la Teliuc, aflat în conservare din anul 1975. Coronamentul iazului este lipsit de vegetație și erodat de fenomenul de deflație. O parte din volumul de steril depus a fost



**Fig 28: Iazul de decantare Nr. 1 Valea Cărbunelui Teliuc**

îndepărtat în vederea revalorificării, rezultând forme de excavații în corpul iazului asecat complet.

- iazuri de decantare „*de vale*”, realizate prin bararea unei văi. Dacă există un singur baraj, în amonte de care se creează depozitul de steril, iar cursul de apă din vale intră în iaz, acesta este un iaz de decantare de vale „deschis”; dacă un al doilea baraj limitează depozitul de steril spre amonte și servește la devierea cursului de apă, care nu mai pătrunde în iaz, acesta este un iaz de decantare de vale „cu baraj de coadă”. Barajul din aval sau „principal” se înalță progresiv în timpul exploatării; cel de coadă poate fi construit, după caz, la cota finală, sau poate fi și el înălțat în timp. În această categorie se includ: Iazul Valea Herepeia, Iazul Valea Devei și Avarii, respectiv Iazul Nr. 2 și 3 Valea Podului Teliuc.

Dacă la iazurile de luncă digul de contur se întinde pe 100% din perimetrul depozitului de steril, iar la iazurile de coastă lungimea digului este rareori sub 60% din acesta, la iazurile de vale cota parte din contur pe care o reprezintă barajul (barajele) și corpul de înălțare este în general între 2 și 5%. În rest, depozitul de steril se sprijină pe versanții naturali.



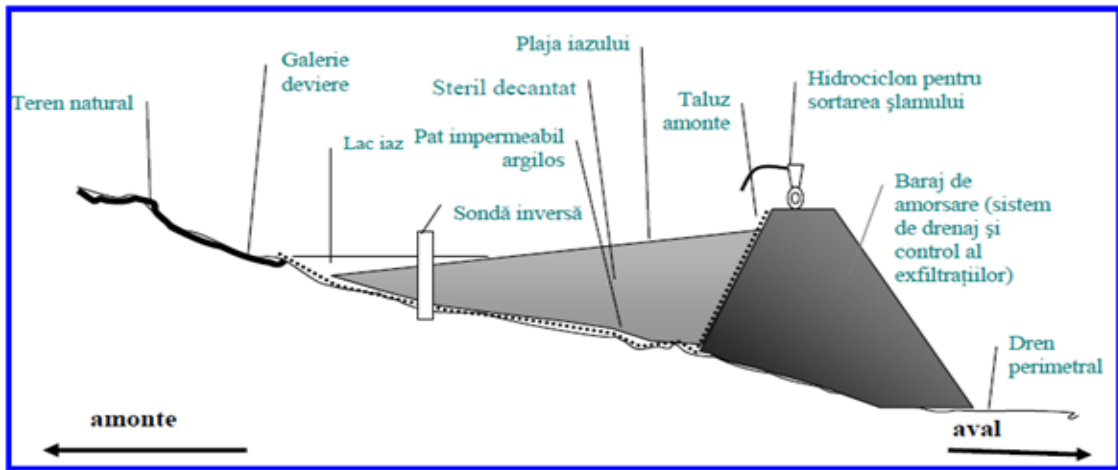


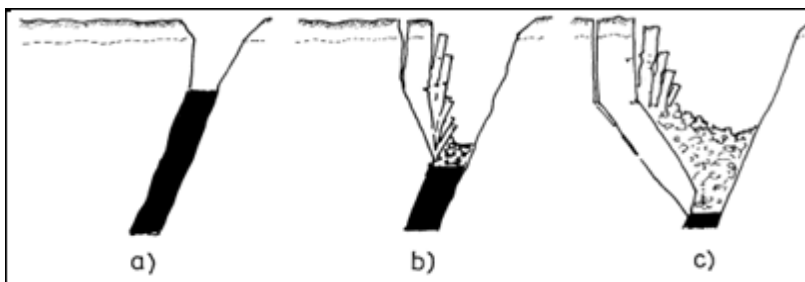
Fig. 29 Elementele componente ale unui iaz de decantare „de vale” (după Răducă, 2010)

4.3.2.2. *Microforme negative create prin deformarea terenului de la suprafața exploatărilor subterane*

Extragerea substanțelor utile dintr-un zăcământ induce stări de tensiuni și deformații în interiorul masivelor, cu efect de destabilizare a rocilor înconjurătoare. Rocile fracturate de pe conturul excavației se pun în mișcare, deplasarea transmițându-se în subsol pe o distanță ce depinde de capacitatea de afânare a rocilor și de umplere a golului rezultat (Onica, 2006).

Studiile tehnice și științifice în domeniu au stabilit două tipuri majore de deplasări:

a) **Scufundări discontinue** cu ample deformări la suprafața terenului, care sunt generate de deplasările stratelor de la suprafață peste golul rezultat în urma activității de exploatare. *Prăbușirea progresivă a rocilor din acoperiș* începe prin formarea unor suprafețe verticale și înclinate de rupere a rocilor din acoperiș (fig. 32), dezvoltate discontinuu, în funcție de coborârea nivelului de exploatare (Onica, 2006).



a,b,c=diferite mărimi ale adâncimii de exploatare

Fig. 32: Dezvoltarea progresivă a fenomenului de rupere a acoperișului odată cu creșterea adâncimii, în cazul exploatărilor stratelor groase de minereu cu înclinare mare (după E. Hoek, 1974)

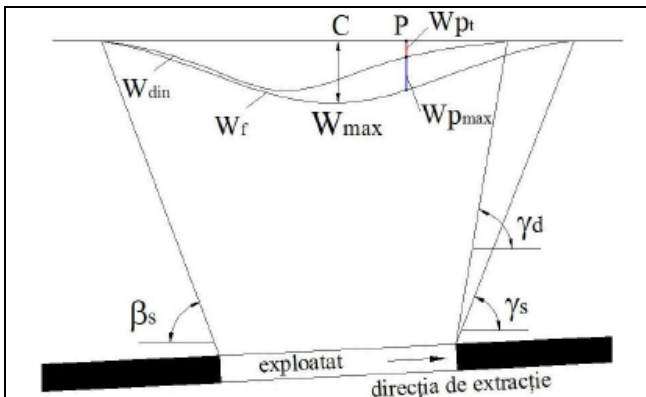


Fig. 33: Craterul de implozie de la mina Deva

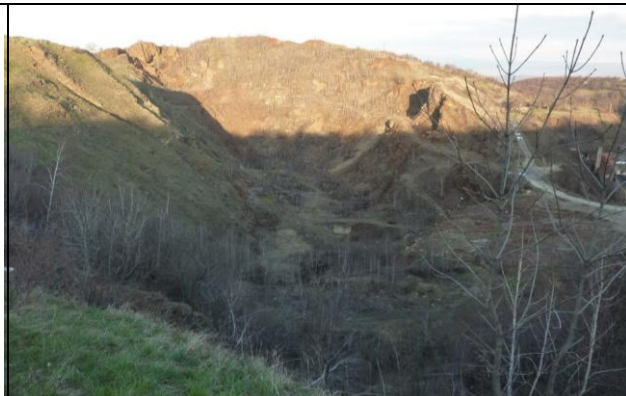
Metoda exploatării prin prăbușirea stratelor, aplicată la Mina Deva, a dus la apariția, în perioada 1975-1990, a unui *crater de implozie* (fig. 33) cu o adâncime de aproximativ 200 m, care a rămas până în zilele noastre.

b) **Scufundările continue** sunt legate de „ulucul de scufundare” ce se extinde și se adâncește progresiv, odată cu avansarea frontului de exploatare.

Marea varietate a factorilor se manifestă în forme și mărimi diferite ale *ulucului de scufundare* apărute în urma exploatărilor în subteran.



**Fig. 34: Forma ulucului de scufundare ca funcție de timp (după Ortelecan, 1997)**



**Fig 35: Terenul aferent minei principale de la Ghelari, afectat de scufundare**

#### 4.3.2.3. Microforme negative formate prin amenajarea și exploatarea carierelor

După decopertarea inițială a zonei, se forează găurile de sondă în care se încarcă explozibilul. Extracția se realizează în trepte concentrice sau liniare, materialul util fiind preluat integral de pe fiecare treaptă. În cazul carierelor de roci vulcanice sau sedimentare (calcare, talc, gresii etc.) predomină carierele cu un front de lucru.

În prezent, puține cariere de piatră au mai rămas active, acestea fiind gestionate de entități economice private. În cazul carierelor productive, aspectul inestetic al peisajului este evident, iar în cazul celor în care activitatea s-a sistat, calitatea ameliorării estetice este direct proporțională cu durata perioadei de închidere.

#### *Cariera de gips de la Călanul Mic*

Situată în Dealurile Hunedoarei, pe teritoriul orașului Călan, cariera de „interfluviu” amenajată la Călanul Mic deservește societatea S.C. Carpatcement S.A. de la Chișcădaga.



**Fig. 39: Cariera de gips de la Călanul Mic**

Odată cu îndepărtarea copertei, în carieră s-a modificat și albedoul, ceea ce induce un microclimat specific zonei. Praful rezultat în urma activităților de exploatare este antrenat frecvent de vânt peste zonele limitrofe.

#### 4.3.2.4. Microforme rezultate în urma nivelării antropice

Imploziile furnalelor și clădirilor părăsite au generat cantități importante de moloz (peste 22.000 m<sup>3</sup> doar la Călan), manevrate cu ajutorul utilajelor de mare tonaj. După o nivelare artificială a microformelor antropice rezultate în urma activităților miniere și de prelucrare, rezultă suprafețe de teren plane, pe care se aplică lucrări geotehnice.

Decontaminarea terenurilor s-a axat pe ameliorarea calității pânzei freatice, a solului și tratarea gudronului stabilizat. Preluarea și depozitarea substanțelor toxice, a stocurilor de minereuri neutilizate, s-a realizat prin relocarea lor în microdepresiunile create și căptușite cu membrană geotextilă (fig. 41).



Fig. 41: Lucrări de nivelare a platformei siderurgice Hunedoara



Fig. 42: Dezafectarea și reabilitarea a platformei siderurgice Călan

## Capitolul 5. IMPACTUL FACTORII NATURALI ÎN EVOLUȚIA RELIEFULUI ANTROPIC AL ZONEI METROPOLITANE DEVA-HUNEDOARA

### 5.1. Impactul climei asupra modelării tehnosecturilor miniere

Aspectele referitoare la clima arealului studiat sunt importante din punct de vedere al impactului lor asupra evoluției în spațiu și timp a tehnosecturilor miniere. Fluctuațiile climatice ale temperaturii aerului și solului, intensitatea și cantitatea precipitațiilor, direcția și viteza vânturilor influențează procesele geomorfologice actuale care se instalează pe microformele de relief pozitive sau negative rezultate în urma activităților de extracție.

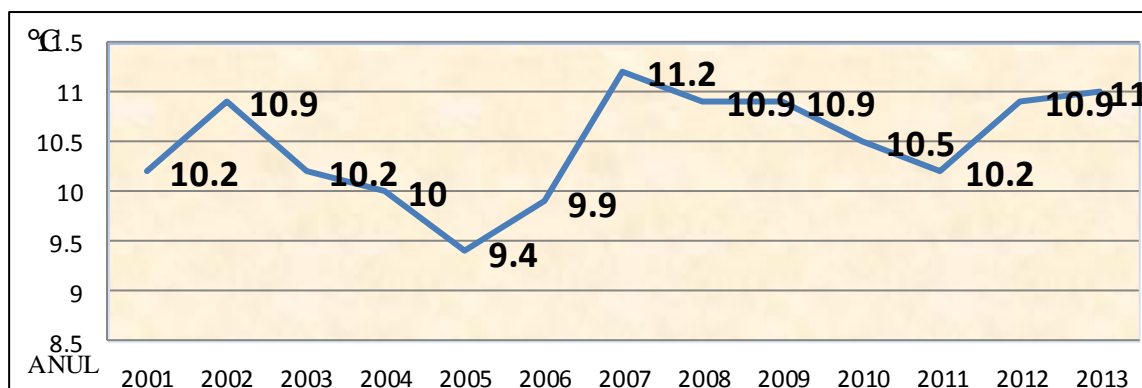
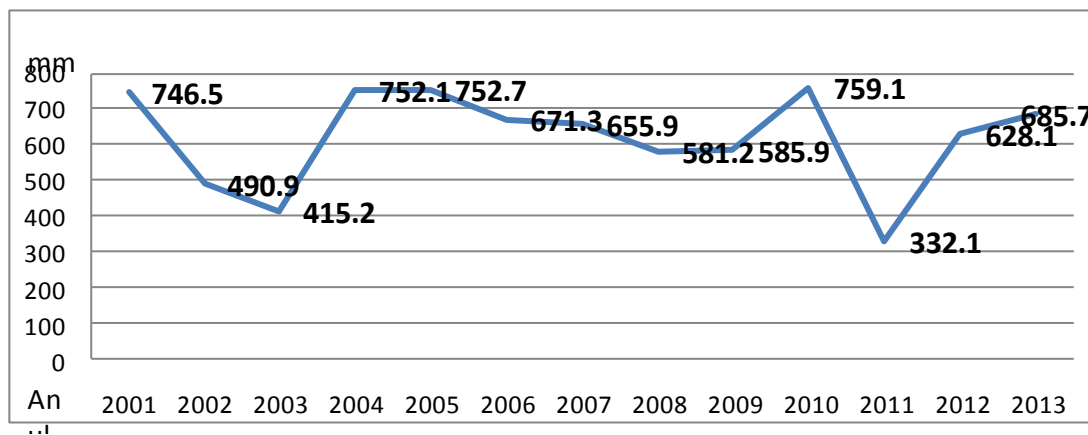


Fig. 43: Variația temperaturii medii multianuale la Deva în perioada 2001-2013

(sursa: Agenția Națională de Meteorologie)

În ultimii ani se observă o creștere ușoară a temperaturii medii anuale, datorat în parte emisiilor de poluanți, îndeosebi a celor de dioxid de carbon, rezultate din diverse activități economice și sociale.

Decopertările și depozitele de steril modifică și albedoul zonei. Remarcându-se prin culori în general mai deschise decât cele din spațiile învecinate, tehnostucturile miniere reflectă radiația solară și induc o scădere a temperaturii la suprafața lor.



**Fig. 44: Variațiilor precipitațiilor medii anuale la stația Deva, în perioada 2001-2013**  
(sursa: Agenția Națională de Meteorologie)

În ultima perioadă regimul precipitațiilor nu mai prezintă o curbă tipică, cu maxime în luna iunie și minime în luna februarie, inflexiunile fiind mai frecvente, iar minimele și maximele nu pot fi estimate pentru anumite perioade ale anului, fiind tot mai imprevizibile.

Relevanța regimului vânturilor pentru modelarea reliefului tehnogen constă în fenomenul deflației și al modelării eoliene. Sursele de emisii de particule sunt legate de activitățile din timpul fazelor de construcție, de operare și de închidere ale activităților miniere cum ar fi: forajul, pușcarea, manevrarea, procesarea și transportul solurilor și rocilor, precum și ca urmare a acțiunii vântului asupra unor suprafețe perturbate (cariere, halde de roci sterile, halde de sol vegetal, suprafețe lipsite de vegetație).

Seceta a redus coeziunea sterilului de la suprafața microformelor facilitând spulberarea sau spălarea acestuia. În același timp, afectează dezvoltarea plantelor cultivate pe depozite (fig. 46).



**Fig. 46: Fenomenul aridizării pe Iazul Lunca Mureșului (1999)**

*Topoclimatul tehnstructurilor miniere*, al carierelor, haldelor și iazurilor de decantare, este influențat mai ales de caracteristicile fizice ale suprafeței tehnogene (culoare, tip de rocă sau de deșeu). Albedoul suprafețelor decopertate induce o scădere ușoară a temperaturii aerului de deasupra, iar adâncimea excavațiilor permite, în incinta carierelor, apariția fenomenului de inversiune termică.

Deflația și ridicarea particulelor de praf în atmosferă intensifică procesul de condensare a vaporilor de apă, ca atare în aceste spații și în zonele limitrofe lor cad cantități mai însemnate de precipitații. Zonele forestiere din jur, respectiv acoperirea parțială sau totală a unor halde sau cariere cu vegetație, au atenuat diferențele dintre acest topoclimat și cele specifice etajului de relief în care se situează.

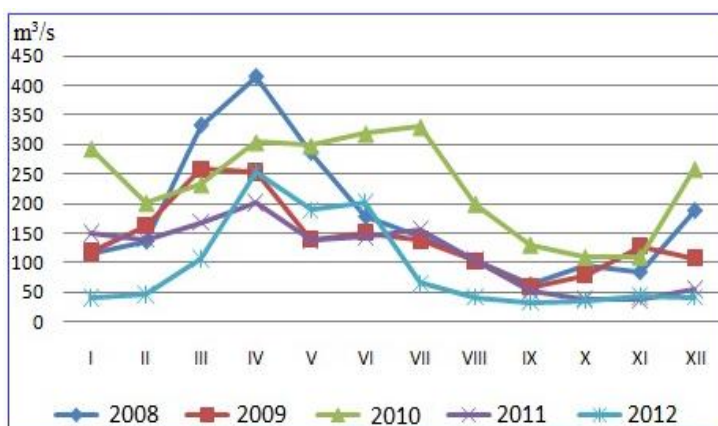
În concluzie, clima, prin elementele sale caracteristice, declanșează, susține și accelerează procese și fenomene de modelare atât pe formele de relief naturale, cât și pe microformele antropice generate de activitățile miniere.

## 5.2. Aportul hidrografiei în modelarea reliefului antropic

Apa constituie un important factor ecologic, prin proprietățile ei fizico-chimice, prin dinamica ei, impunându-se în peisajul geografic, în principal, prin mijlocirea schimbului de energie, materie și informație între componentele principale ale acesteia. Componentă integrantă a peisajului geografic, apa se impune în perimetrul zonei metropolitane Deva-Hunedoara și sub aspect fizionomic, iar alături de presiunea antropică, reprezintă un important agent modelator al reliefului din această regiune.

*Apele subterane* sunt prezente sub forma apelor freatice și a celor de adâncime (mezotermale, sărate), iar rambleierea hidraulică a galeriilor de mină a indus o prezență artificială a lor în anumite spații. În corpul tehnstructurilor apele de infiltrație declanșează procese chimice și poluare, inclusiv a spațiului limitrof.

*Apele curgătoare.* Întreaga rețea hidrografică a zonei metropolitane Deva-Hunedoara este tributară bazinului hidrografic al Mureșului. Toate râurile și pâraiele de aici se caracterizează printr-un debit mic de apă în timpul verii și printr-o diferență moderată între debitul maxim și cel minim din cursul anului.



**Fig. 47: Evoluția lunară a debitelor râului Mureș la stația hidrometrică Brănișca, în perioada 2008-2012** (sursa: Direcția Județeană a de Gospodărire a Apelor Hunedoara)

**Mureșul** are un regim hidrologic caracterizat printr-o viteză de cca. 1m/s, asemănător cu cel din sectorul de vărsare. Debitul mediu în perioada 2008-2012 a fost de 151,52 m<sup>3</sup>/s. Lângă Deva, nivelul normal al Mureșului este de 1-3 m, iar lățimea albiei minore de 130 m. Chimismul apelor Mureșului permite încadrarea acestora în categoria apelor bicarbonatate cu mineralizare moderată (200-500 mg/l), cu predominarea calcarului, sodiului și clorului. La o distanță de 14 km amonte de Deva, Mureșul primește unul dintre cei mai importanți afluenți de pe teritoriul județului Hunedoara: **Streiu** (cu o suprafață bazinală de 1.926 km<sup>2</sup> și o lungime totală de 92 km). El izvorăște din Munții Șureanu. Valea acestui râu traversează pe o distanță de 31 de km, între localitățile Subcetate și Simeria Veche, arealul de cercetare. În aval de confluența cu Streiu, pe teritoriul localității suburbane Sântuhalm, în Mureș se varsă râul **Cerna** (cu o suprafață bazinală de 725 m<sup>2</sup> și lungime totală de 67 km), care izvorăște de pe versantul estic al Munților Poiana Ruscă. Zonei de cercetare îi aparține cursul mijlociu și cel inferior (aproximativ 30 km).

Cursurile de apă au fost deranjate în zonele lor de obârșie, ca urmare a depozitării deșeurilor miniere în albie sau pe versanții văilor. Amenajarea iazurilor pe Valea Devei, Valea Herepeiei și Valea Podului și Cărbunelui (afluenți ai Cernei) a barat cursurile unor râuri cu debite mici sau temporare. În „coada” plajei de steril s-au format lacuri de baraj de mărimi diferite (fig. 50). Timpul scurs de la sistarea depunerilor de deșeuri a permis epurarea naturală a apei, astfel încât în prezent, aceste suprafețe acvatice sunt populate cu faună piscicolă.



**Fig. 50: Modificarea reliefului prin amenajarea Iazului de decantare Valea Herepeia**

(comparație între Harta Iosefină, captura de pe google.maps)

**Lacurile** din arealul de studiu sunt: de acumulare: Lacul Cinciș, de luncă în Culoarul Mureșului sau de carieră: Lacul de la Teliuc.

### 5.3. Componenta edafică în zonele miniere

În cadrul cuverturii edafice, se remarcă ponderea relativ mare a solurilor zonale, respectiv a luvisolurilor și cambisolurilor, iar dintre cele azonale, a protisolurilor (aluvisoluri, rendzine, litosoluri, erodosoluri, rocă la zi etc.). În Munții Poiana Ruscă, etajarea este estompată, învelișul de sol fiind dispus mozaicat, în funcție de dispersia rocilor. Predomină **clasa cambisolurilor** și **luvisolurilor** asociate adesea cu rendzine și eutricambisoluri rodice formate pe calcare sau cu eutricambisoluri andice formate pe roci vulcanice.

În zonele de dealuri s-au format soluri cu profil bine diferențiat, aparținând **clasei luvisolurilor**. Pe terasele de poalele versanților întâlnim luvisoluri tipice și albice. Materialul parental este format din depozite de textură mijlocie, provenite din roci bogate în minerale calcice și ferimagneziene (gresii, marne, luturi, depozite de terasă, nisipuri).

Pe terenurile plane sau ușor înclinate, cu drenaj lateral intern slab, care favorizează stagnarea periodică a apei pluviale pe profilul solului, se găsește luvosol stagnic.

Faeziomurile din **clasa cernisolurilor** sunt caracteristice părților superioare ale versanților cu înclinări diferite, pe spații restrânse, în dealurile situate la poalele munților, dar cu o frecvență mai mare în Dealurile Hunedoarei și ale Călanului.

**Clasa hidrisolurilor** este reprezentată prin: gleiosoluri, întâlnite pe suprafețe restrânse în microdepresiunile din cadrul luncilor Mureșului, Streiului și Cernei. Valoarea mare a umidității și regimul aerohidric defectuos face ca aceste soluri să aibă un grad de utilizare redus.

**Clasa protisolurilor** (a solurilor neevoluate) este bine reprezentată în zona metropolitană Deva-Hunedoara, ocupând suprafețe relativ extinse și etalând o gamă variată de tipuri de sol. Din această clasă se remarcă *entiantrosolul* (tehnosol după SRTS 2012), sol în curs de formare, dezvoltat pe materiale parentale antropogene, cu o grosime mai mare de 150 cm, caracterizat prin prezența la suprafață a orizontului A ocric (Ao), cu o grosime mai mică de 10 cm, foarte sărac în nutrienți.

Din **clasa antrisolurilor**, cu intense modificări antropice, se remarcă:

- *erodosolurile*, soluri trunchiate, cu orizontul superior îndepărtat prin eroziunea accelerată sau prin decopertare, în zona vechilor cariere miniere. Orizonturile inferioare ale unor tipuri de soluri sau chiar materialul parental pot ajunge la zi;

- *antrosolul* alcătuit din diferite materiale acumulate în urma unor activități umane: steril de mină, zgură și cenușă industrială, spărturi ceramice, moloz, minereuri etc., având o grosime mai mare de 50 de cm.

### **5.3.2. Degradarea solurilor în zonele miniere se realizează prin:**

1. *Poluarea (degradarea) solurilor prin exploatarea miniere la zi, balastiere, cariere;*
2. *Poluarea cu deponii, halde, iazuri de decantare, depozite de steril de la flotare;*
3. *Poluarea cu deșeuri și reziduuri anorganice (minerale, materii anorganice, inclusiv metale, săruri, acizi, baze) de la industrie (inclusiv industria extractivă).*
4. *Poluarea cu substanțe purtate de aer (hidrocarburi, etilenă, amoniac, dioxid de sulf, cloruri, fluoruri, oxizi de azot, compuși cu plumb etc.).*

## **5.4. Caracteristicile învelișului biotic în zona metropolitană Deva-Hunedoara**

### **5.4.1. Vegetația forestieră**

**Pădurile de stejar** prezintă numeroase subspecii asociate în diverse combinații:

- *asociația stejăreto-ceretelor*
- *asociația gărnițeto-ceretelor*
- *asociația goruneto-cărpinetelor*

**5.4.2. Vegetația ierboasă**, în pajiști și fânețe întâlnim: iarbă grasă, trifoi sălbatic, mazărel, păiuș, troscot, nalba pitică, volbura.



**Fig. 53: Vegetație ierboasă: a) margareta, b) urzica albă, c) sânziana albă, d) potbalul**

**5.4.3. Vegetația zonelor umede, de luncă, cuprinde:** *asociația păiușului, asociația cozii vulpii, asociația rogozului, asociația manei de apă, asociația trestie-papură*. Este un indicator al fenomenelor de tasare și gleizare pe tehnestructuri.

**5.4.5. Fauna** este specifică vegetației menționate:

- mamifere: iepurele, vulpea, mistrețul, căprioara, pisica sălbatică, viezurele, veverița, lupul, jderul etc.
- păsări: cucul, ciocănitoarea, gaița, corbul, privighetoarea, ciocârlia, fazanul etc.
- pești: clean, crap, roșioară, știucă, biban

## **Capitolul 6: HAZARDE ȘI RISCURI ANTROPICE ÎN ZONA METROPOLITANĂ DEVA-HUNEDOARA**

### **6.1. Hazarde produse în arealele miniere**

Hazardele din arealele miniere pot fi clasificate în două mari categorii:

a) hazarde declanșate de activitatea antropică: explozii în galeriile de mină (S.U.A. în 1947, România: Vulcan în 2001, 2006 și Petrița în 2010);

b) hazarde declanșate de factori naturali: ruperi sau alunecări ale iazurilor de decantare provocate de:

- cutremure (Chile în 1965, Filipine în 1996 etc.);
- ploi abundente (Regatul Unit al Marii Britanii în 1966, S.U.A. în 1972, Italia în 1985, China în 1988, Africa de Sud în 1994, Indonezia în 2000, Ungaria în 2010, Canada în 2014).



Îndelungata și intensă activitate minieră din județul Hunedoara nu a fost lipsită de manifestarea sporadică a hazardelor. Amplasarea defectuoasă a deponeurilor, în amonte de așezările omenești și ignorarea elementelor tehnice de construcție, prin umplerea excesivă, peste nivelul maxim proiectat, au făcut posibile revărsările de șlam peste coronamentul iazurilor sau ruperea taluzurilor.

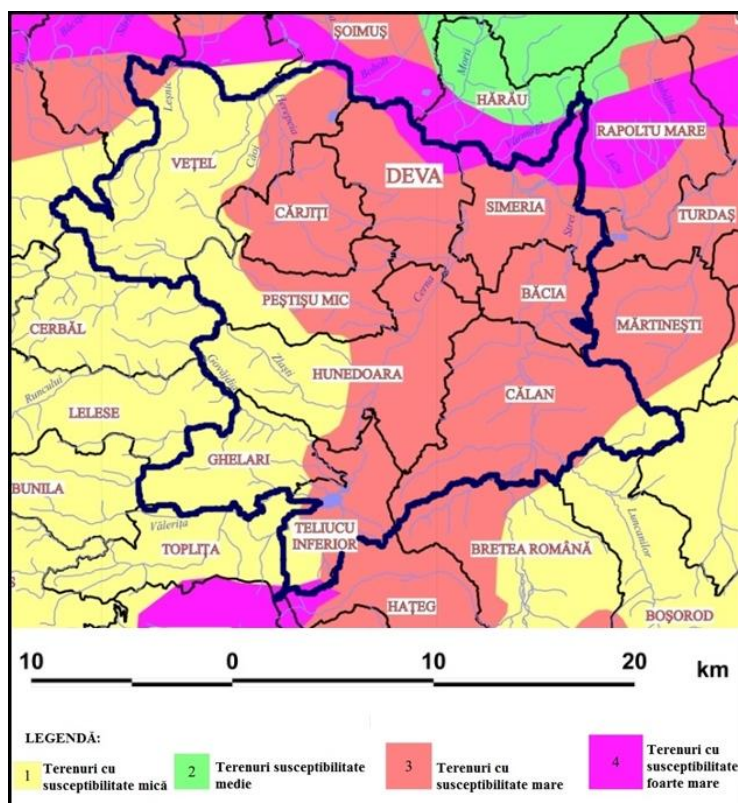


**Fig. 55: Ruperea digului iazului de decantare de la Certeju de Sus (sursa foto: www.adevărul).**

## 6.2. Susceptibilitatea terenurilor la procesele de eroziune și deplasare în masă

Termenul de susceptibilitate, ca probabilitate spațială de manifestare a unui sau mai multor hazarde naturale (Crozier, Glade, 2005) este propus în locul termenului de „vulnerabilitate” în etapa ante-eveniment, așa cum termenul de reziliență poate defini același termen, dar după manifestarea evenimentului. Astfel, susceptibilitatea este dependentă de factorii fizico-geografici, în timp ce reziliența este determinată de caracteristicile socio-economice (Schneiderbauer, Ehrlich, 2004).

Pornind de la bonitatea (ratingul) parametrilor ce influențează declanșarea și manifestarea proceselor extreme și analizând ortofotoplanurile din 2005 și 2012 în arealul câmpurilor miniere, se obțin patru clase de susceptibilitate a terenurilor la alunecări, raportată la grosimea depozitelor superficiale, după cum urmează: susceptibilitate mică, susceptibilitate medie, susceptibilitate mare, susceptibilitate foarte mare, marcate pe harta din fig. 57.



**Fig. 57: Susceptibilitatea terenurilor la eroziunea de suprafață și deplasările în masă raportată la grosimea depozitelor superficiale (sursa: Planul de Amenajare Teritorială a Județului Hunedoara, 2008)**

### 6.3. Riscurile asociate activităților miniere

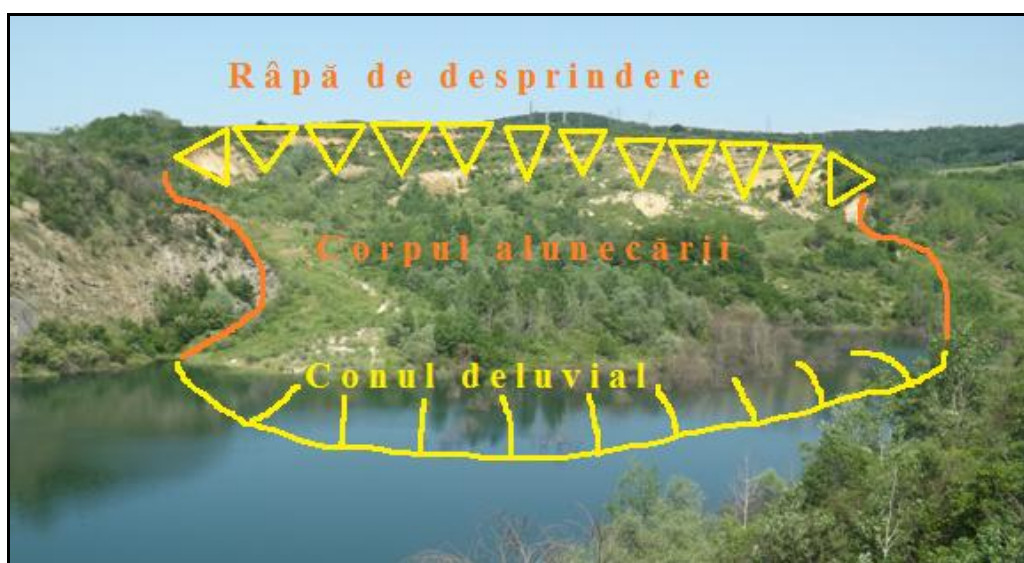
Riscul exprimă „nivelul așteptat al pierderilor materiale și biologice rezultate din interacțiunea dintre hazardele naturale sau antropice și condițiile de vulnerabilitate dintr-un teritoriu” (Tricart, 1992).

#### 6.3.1. Riscuri induse de procesele geomorfologice contemporane

Proiectele de amplasare, amenajare și construcție a tehnosaturilor pornesc, în general, de la asigurarea stabilității acestora. Stabilitatea microformelor antropice construite peste nivelul topografic inițial depinde de: configurația și caracteristicile fizico-mecanice ale terenului de fundament, de particularitățile hidrodinamice ale apelor din zonă și interacțiunea acestora cu materialul depozitat, caracteristicile geotehnice ale materialului haldat, înălțimea și extinderea tehnosaturii, precum și de gradul de seismicitate naturală a zonei, respectiv seismicitatea indusă de activitatea minieră. Pe lângă aceste aspecte, un rol important revine proceselor de modelare contemporană, instalate pe diversele elemente componente ale tehnosaturilor, în funcție de preabilitatea acestora.

**Procesele gravitaționale** induc deplasări în masă a materialelor și se manifestă pe versanți sau pe taluzurile tehnosaturilor prin:

*alunecări de teren*, ce reprezintă „proces de modelare a terenurilor în pantă, sub acțiunea gravitației, care se produc pe o suprafață de demarcație, între o parte mobilă și una stabilă a depozitelor de suprafață” (Surdeanu, 1998). În arealul minier alunecările sunt prezente pe versanții haldelor (pe halda de la Buituri, în 2006 și 2008), datorită lucrărilor de exploatare neautorizate sau vibrațiilor induse de trafic. O altă cauză ar putea fi supraîncărcarea taluzurilor cu masă lemnoasă, eveniment susceptibil pe taluzul Iazului Lunca Mureșului. O alunecare de mari dimensiuni s-a produs în anul 1991 pe versantul nord-vestic al Carierei de fier de la Teliuc (fig 58).



**Fig 58: Alunecare de teren pe versantul Carierei de fier de la Teliuc**

În masa haldei de steril situată deasupra carierei s-a produs fenomenul de *tixotropie a rocilor*, sub influența vibrațiilor provocate de utilajele de exploatare. Tixotropia este un proces fizico-chimic reversibil, prin care, sub acțiunea vibrațiilor, o rocă argiloasă se transformă într-o masă fluidă, determinând o reducere a rezistenței la forfecare a rocilor și declanșând alunecarea de teren. O parte din apa legată fizic trece în starea de apă liberă, reducând coeziunea rocilor (Florea, 1979). După încetarea vibrațiilor apa liberă redevine apă legată fizic, cu proprietățile unui gel, ceea ce conduce la creșterea rezistenței rocilor argiloase.

- *curgeri pe steril neconsolidat* la ruperea barajelor sau digurilor, aspect prognozabil pentru Iazul Valea Devei în cazul în care s-ar induce instabilitatea. Cantitatea de peste un milion de m<sup>3</sup> de steril s-ar prăbuși peste drumul european E 68, calea ferată Simeria-Arad și ar bara valea Mureșului provocând inundații și devierea cursului râului (Mate et al., 2014).

- *surpări, prăbușiri și rostogoliri*, ce apar la contactul dintre rama muntoasă și piemont, pe văile torențiale și pe fruntea cuestelor, respectiv la obârșia râurilor. Sunt prezente pe haldele cu taluzuri în pantă mare (peste 35-40°) datorate faptului că există roci cu granulație mare la suprafață ce își pierd starea de echilibru (ex. halda de steril de mină de la puțul Ghelari Est sau pe versanții craterului de implozie de la mina Deva).

- *tasare prin sufoziune*, ce se manifestă pe bermele haldelor sau plajele iazurilor de decantare. Procesul este condiționat de porozitatea variată a particulelor depozitate, dependentă la rândul ei de compoziția chimică și de tehnologia de construcție aplicate. Fenomenul este legat și o bună circulație a apei în masa de steril, prin crăpături, fisuri sau pori, sub impulsul gravitației.

**Pluviodenudarea**, ca acțiune de eroziune a precipitațiilor, are un caracter general și se manifestă peste tot, cu intensități și frecvențe diferite, dependente de caracteristicile climatice. Procesul se manifestă în teritoriu prin:

- *eroziunea areolară* care este mai evidentă în spațiul studiat pe formele tehnogene neacoperite de vegetație. Pe taluzul nordic al Iazului Lunca Mureșului, acoperit cu un strat subțire de sol în urma lucrărilor de ecologizare, ploile abundente din anul 2010 au spălat cuvertura de sol, descoperind sterilul. Precipitațiile spală pereții carierelor și transportă fracțiunile de rocă la partea superioară a glacisului format pe fundul sau pe terasa de exploatare a carierei.



**Fig. 61: Eroziune areolară pe Iazul Lunca Mureșului**

Pe terenurile neafectate antropic, impactul eroziunii areolare este diminuat de existența covorului vegetal, alcătuit din păduri pe majoritatea versanților și interfluviilor. Aceasta ar fi și metoda de combatere a efectelor negative pe microformele antropice;

- *șiroire*, ce se instalează atât pe relieful natural cât și pe cel tehnogen. Procesele geomorfologice de versant, îndeosebi eroziunea torențială a solului, acumulările torențiale și de glacis sunt accentuate de modelarea antropică. Pe versanți și pe frunțile teraselor, cu precădere acolo unde covorul vegetal este mai subțire, canalele de șiroire a apei pluviale se adâncesc, amplificând fragmentarea reliefului.



**Fig. 62: Rigolă pe lazul Valea Devei**



**Fig. 63: Bad-landsuri pe Halda carierei de dolomită Teliuc III**



**Fig. 64: Ravenă pe versantul Carierei de la Mina de Fier Teliuc**



**Fig. 65: Ogaș pe lazul Nr. 1 Valea Cărbunelui Teliuc, după o ploaie torențială (mai 2014)**

**Procesele fluviale**, dependente de acțiunea apelor curgătoare, modelează întregul ansamblu morfologic al spațiului studiat.

*Eroziunea lineară* a adâncit văile din spațiul montan, generând versanți cu pante înclinate. Transportul materialului denudat de pe versanții din bazinul hidrografic s-a finalizat prin acumularea acestora la baza versanților, sub forma conurilor de dejecție și a treptelor de glacisuri. În arealul câmpurilor miniere, câteva dintre aceste văi au constituit amplasamente optime pentru

depozitele de materiale fără utilitate economică. Bararea râurilor și umplerea văilor cu material rezultat în urma activităților de exploatare a necesitat o serie de lucrări tehnice, prin care apa emisarului să ajungă în colector.

*Eroziunea regresivă* se produce la obârșia văilor și are ca efect retragerea versanților, respectiv mărirea suprafețelor bazinelor hidrografice. Amplasarea iazurilor de decantare pe cursurile superioare ale râurilor și creșterea nivelului hidrostatic datorită acumulărilor de apă din amonte de baraj, amplifică acțiunea acestui proces.

*Eroziunea laterală* a râurilor din arealul de studiu s-a intensificat în urma creșterii cantității materialelor în suspensie rezultate din activitățile miniere. În albia minoră a Cernei și a afluenților săi Govăjdia, Nădrab și Zlaști, au ajuns reziduuri ale activităților miniere, care au diminuat puterea de eroziune a râurilor, favorizând procesul de aluvionare pe cursul inferior al acestora.

### 6.3.2. Riscul indus climatic

Pe tehnostucturile miniere din arealul de studiu sunt susceptibile:

- *furtunile de nisip și praf*, perturbațiile atmosferice însoțite de vânturi puternice care deformează depozitele și antrenează cantități semnificative de pulberi (steril uscat). În zona Teliucului, condițiile fizico-geografice, lipsa covorului vegetal și lucrările de prelevare a materialelor depozitate în iazuri, în scopuri de economice, au amplificat eroziunea eoliană, manifestată agresiv în timpul furtunilor de praf (*fig. 66*), sau prin crearea unor forme specifice reliefului deșertic, de tipul inselbergurilor (*fig. 67*).



**Fig. 66: Furtună de nisip pe Iazul Nr. 2, 3 Teliuc**    **Fig. 67: „Inselberguri” pe Iazul Nr. 1 Teliuc**

Apariția acestor proeminențe cu înălțimi relative de 2-4 m și diametru de 2-10 m este favorizată și de lucrările de inginerie, realizate în scopul reutilizării unor cantități de steril sau a reamenajării. Majoritatea lor au o existență efemeră, deoarece lucrările de reconversie le nivelează.

- *seceta*, sau deficitul de umiditate din aer și din sol, pregătește material pentru deflație și antrenare hidrică, favorizând infiltrațiile. Astfel, alternanța perioadelor secetoase cu ploile abundente favorizează eroziunea lineară și evoluția organismelor torențiale, inducând un complex de riscuri ce necesită permanente preocupări de prevenire și combatere a acestora. O soluție radicală este relocarea și utilizarea depozitului în scopuri economice sau pentru umplerea unor goluri naturale sau antropice.

**6.3.3. Riscul indus de activitățile antropice** continuă să influențeze evoluția depozitelor de deșeuri tehnogene prin:

- *creșterea animalelor* (pășunatul oilor) și formarea lentă a „cărărilor de vite” care distrug vegetația spontană instalată și stratul subțire de sol format în urma copertărilor, aducând la suprafață sterilul, supus procesului de deflație (pe Iazul Nr. 1 Valea Cărbunelui). O marcă a zonei și interzicerea accesului în arealul predispus instabilității ar putea preveni eventualele accidente.

- *incendii de vegetație* cultivată pe tehnestructuri, cu probabilitate mai mare primăvara sau toamna, când pe terenurile agricole din apropiere se practică incendierea paielor rezultate în urma secerișului. Latura sudică a Iazului Lunca Mureșului este situată lângă calea ferată Simeria-Arad, respectiv DN7, iar vegetația de stuf instalată la baza ei este predispusă incendiilor provocate de traficul intens din zonă. Măsurile de prevenire a acestor evenimente sunt de ordin legislativ și educativ;

- *exploatarea resurselor* aflate în masa de steril, în special a zgurii, pentru extragerea unor substanțe utile, valorificare ca materiale de construcție pentru drumuri sau alte amenajări. Astfel de lucrări au fost executate pe Iazul de decantare Nr. 1 Valea Cărbunelui, dar și haldele de zgură de la Buituri și Călan, fără aviz de mediu sau un proiect tehnic de exploatare;

- *accidente la lucrări de inginerie*. Majoritatea haldelor de steril și a iazurilor de decantare din zona de cercetare au fost incluse în programe de conservare și amenajare a teritoriului. În aceeași categorie se includ și lucrările de închidere a câmpurilor miniere, respectiv nivelările infrastructurii dezafectate (clădiri administrative, furnale, uzine de preparare, depozite de explozivi, concasoare, funiculare etc.). Pe parcursul acestor lucrări pot apărea o serie de accidente din cauza nerespectării proceselor de producție și a normelor de protecție și securitate în muncă.

- *cedarea barajelor sau digurilor iazurilor de decantare*. Conform legislației în vigoare<sup>1</sup>, calculul riscului asociat barajelor iazurilor de decantare se face în baza formulei:

$$RB = CA: (\alpha \times BA + \beta \times CB)$$

#### **6.4. Vulnerabilitatea populației la riscul indus de activitățile miniere**

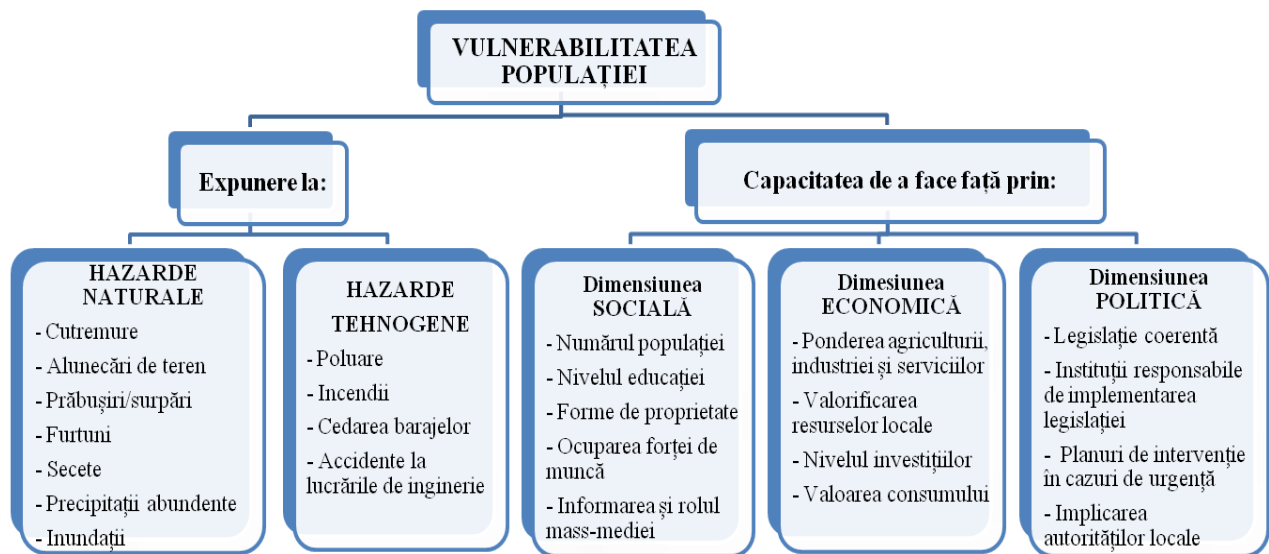
Vulnerabilitatea se poate identifica *printr-un ansamblul de factori care determină gradul în care viața persoanelor, proprietățile și bunurile lor sunt expuse riscului unui eveniment discret și identificabil în natură sau în societate* (Wisner et al., 2004).

Presiunea umană exercitată asupra cadrului natural, în scopul satisfacerii nevoilor de supraviețuire, a produs schimbări în evoluția sistemelor energetice ale Terrei. Aceste sisteme au avut, la rândul lor, evoluții dinamice în timpurile geologice. O explicație a creșterii gradului de

---

<sup>1</sup> Ordinul nr. 115/2002 al ministrului apelor și protecției mediului și al lucrărilor publice, transporturilor și locuinței

vulnerabilitate a comunităților ar fi și modificările la scară planetară a polilor energetici ce generează desfășurarea fenomenelor naturale.



**Fig. 69: Schema vulnerabilității populației din zona metropolitană Deva-Hunedoara la impactul activităților miniere (adaptare după: <http://hero.geog.psu.edu/products/protocol.pdf>)**

Pe baza formulei: 
$$V = \frac{S_{min}}{S_{tot}} \times P_{tot} \times C_{risc}$$

unde:  $S_{min}$  = suprafața tehnosectorului minier

$S_{tot}$  = suprafața totală a unității administrativ teritoriale

$P_{tot}$  = populația unității administrativ teritoriale

$C_{risc}$  = coeficientul de risc (preluat din legislație),

s-a calculat valoarea vulnerabilității pe fiecare unitate administrativ teritorială. Coeficientul de risc asociat iazurilor de decantare, calculat după algoritmul prezentat în subcapitolul anterior, este extrapolat, în funcție de dimensiunile și caracteristicile tehnic, haldelor de zgură, construite după tipul iazurilor de luncă sau de coastă. Astfel, în toate unitățile administrativ-teritoriale în care sunt amplasate tehnosectoruri se stabilește valoarea cea mai mare a coeficientului de risc, ca valoare utilizată în formulă, iar pentru cele două halde de zgură s-a estimat un coeficient egal cu cel a Iazului de decantare Lunca Mureșului. Pentru orașul Simeria, unde la confluența Streiului cu Mureșul, din albiile minore se extrage balastul, depozitat în luncă, valoarea coeficientului de risc s-a estimat la 0,100, depozitele de pietriș și nisip prezentând caracteristici asemănătoare haldelor.

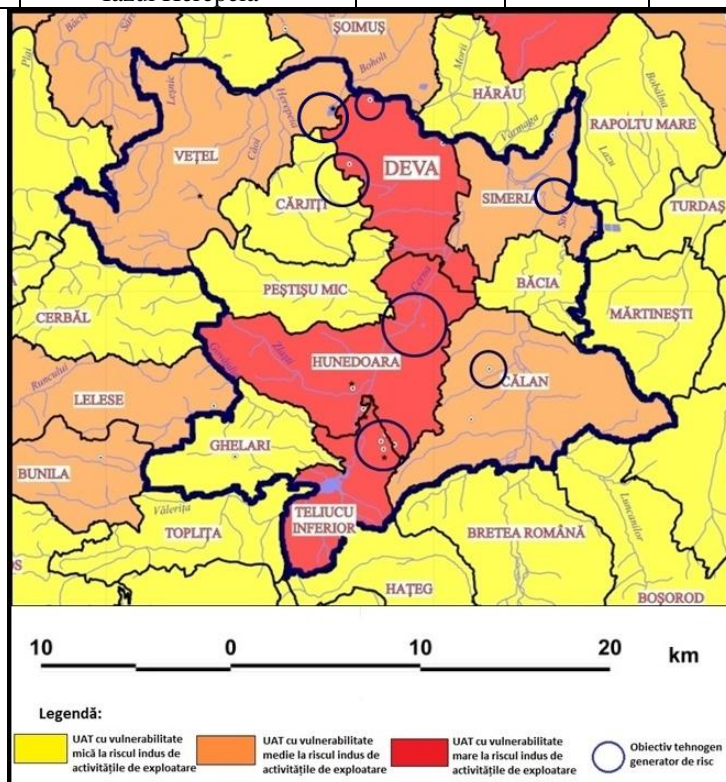
După aplicarea formulei specifice pentru evaluarea vulnerabilității populației la riscul indus de activitățile miniere, realizând o corelație cu clasele de evaluare a vulnerabilității, se deosebesc trei intervale, asociate cu trei clase, după cum urmează:

- V1: vulnerabilitate redusă, între 0-0,99;
- V2: vulnerabilitate medie, între 1-10;
- V3: vulnerabilitate mare, peste 10.

**Tabelul nr. 15**

**Factorii determinanți și valoarea vulnerabilității populației la riscurile induse de activitățile miniere în unitățile administrativ teritoriale din zona metropolitană Deva-Hunedoara**

Nr. crt.	Denumirea unității administrativ-teritoriale	Tehnostructuri existente	Suprafața formelor tehnogene (ha)	Populația în anul 2011	Suprafața în 2011 (ha)	Coeficientul de risc	Vulnerabilitatea
1	Municipiul Deva	Cariera de andezit de la Pietroasa 7 halde de steril Iazul Lunca Mureșului Craterul de implozie	39,36	61123	6185	0,141	55
2	Municipiul Hunedoara	Halda de zgură de la Buituri Cariera Zlaști	85	60525	10405	0,141	69,71
3	Orașul Simeria	Cariera Cărpiniș Balastiera Uroi	10	12556	4859	0,100	2,58
4	Orașul Călan	Halda de zgură Cariera de gips de la Călanul Mic	26	11279	9354	0,141	4,42
5	Comuna Băcia	-	0	1827	2904	0	0
6	Comuna Căriji	-	0	681	4582	0	0
7	Comuna Ghelari	5 halde de steril Halda de la Valea Nădrabului	26	1983	4683	0,05	0,55
8	Comuna Peștișu Mic	-	0	1207	4995	0	0
9	Comuna Teliucu Inferior	5 halde de steril Iazurile de decantare nr. 1,2 și 3 Teliuc Cariera de dolomită Teliuc III Halda carierei de dolomită	96	2344	3950	0,25	14,24
10	Comuna Vețel	25 de halde de steril Iazul Valea Devei și Avarii Iazul Herepeia	72	2872	11389	0,255	4,62



**Fig. 70: Zona metropolitană Deva-Hunedoara**  
**Harta vulnerabilității populației la riscul indus de activitățile antropice**  
*(adaptare după Planul de Amenajare a Teritoriului Județului Hunedoara)*



## Capitolul 7. STRATEGII DE RECONVERSIE ȘI REINTEGRARE FUNȚIONALĂ A AREALELOR DEGRADATE DIN ZONA METROPOLITANĂ DEVA-HUNEDOARA

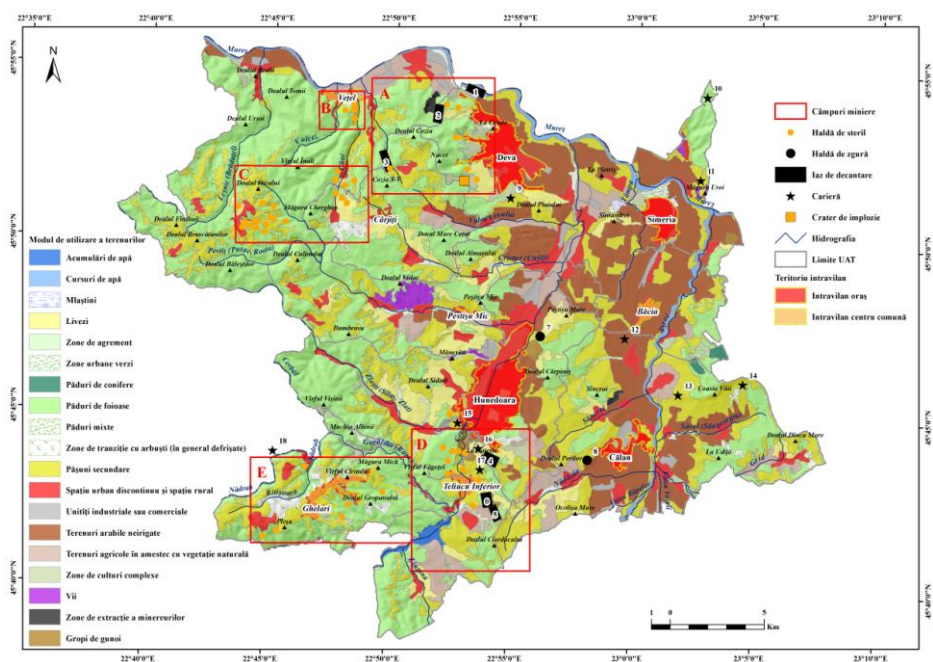
### 7.1. Dezvoltarea durabilă și reconversia ecologică

Aspectul dezolant al ruinelor abatajelor, carierelor părăsite, stâlpilor pentru funiculare, traverselor, centralelor de prelucrare și a clădirilor aferente activităților de proiectare și management este diminuat de peisajul montan specific și de vegetația abundentă ce invadează primăvara căile de acces rutier. Panorama deschisă larg spre culmile crenelate ale Munților Retezat pune în valoare atractivitatea incontestabilă a interfluviilor și platformelor netede.

Peisajul montan a fost afectat atât de exploatările la zi și în subteran, cât și de amplasarea blocurilor de locuințe pentru familiile de mineri pe culme, atât la Ghelari, cât și la Muncelu Mic. Se remarcă și spațiile scoase din circuitul natural prin depozitarea deșeurilor de steril, amenajarea platformelor de preparare a minereurilor, amplasarea căilor de acces, a infrastructurii în general. În prezent, geosistemul evoluează într-un echilibru relativ, stabilit între potențialul natural și exploatarea economică aflată într-un proces de schimbare.

### 7.2. Utilizarea terenurilor

Din datele furnizate de *Oficiul de Studii Pedologice și Agrochimice Hunedoara*, se remarcă o predominare a terenurilor cu folosință agricolă cu 30071,67 ha (47,5% din suprafața totală a zonei metropolitane), urmată de suprafețele împădurite, cu 25950,54 ha (41%), vetre de așezări ce ocupă 4165,75 ha (6,58%), terenuri degradate însumând 1004,03 ha (1,59%), zone industriale, în care sunt incluse platformele și obiectivele industriale, respectiv tehnosaturile nereabilitate, extinse pe 855,99 ha (1,35%), căile de comunicație rutiere și feroviare cu 655,97 ha (1,03%) și suprafețele acvatice cu 603,04 ha (0,95%).



**Fig. 71 - Zona metropolitană Deva-Hunedoara – Harta utilizării terenurilor**  
(după Corine Land Cover, 2006)

O soluție pentru utilizarea eficientă a tehnosecturilor reabilite ar putea fi valorificarea lor turistică. În zona metropolitană Deva-Hunedoara, amplasarea lor s-a realizat în spații cu potențial turistic ridicat, iar unele amenajări, cum ar fi iazurile de decantare de vale, cu lac în amonte (ex. Iazul Valea Herepeia), au amplificat aspectul peisajului. Transformarea modului de folosință implică studii de fezabilitate și proiecte de investiții care să nu deranjeze refacerea naturală a siturilor miniere, dar să ofere o șansă locuitorilor din zonă.

### 7.3. Strategii de reabilitare implementate pe tehnosecturile arealelor miniere

La nivel național s-a pus problema abordării unitare a lucrărilor de închidere și ecologizare a arealelor miniere, pentru atingerea cerințelor agreate la nivel internațional.

În acest sens, prin Hotărârea de Guvern nr. 313/2002 s-a înființat Societatea Comercială de Conservare și Închidere a Minelor „CONVERSMIN” S.A., cu misiunea de a aplica politica de închidere a activităților miniere prin gestionarea și atribuirea contractelor de achiziții publice pentru toate fazele procesului: conservare, proiectare, închidere subterană, ecologizare, monitorizare, valorificarea materialelor recuperabile, asistență tehnică, inclusiv în caz de calamități.

Închiderea minelor de fier și de minereuri neferoase din zona metropolitană Deva-Hunedoara s-a produs în perioada 1999-2008 (tabelul 18). O parte a tehnosecturilor aferente (halde, iazuri) au fost conservate cu mult timp înainte de închiderea totală a activităților de extracție.

**Tabelul nr.18**

#### Situația închiderii minelor din zona metropolitană Deva-Hunedoara

(sursa Ministerul Economiei, Comerțului și Mediului de Afaceri)

Nr. crt.	Unitatea de exploatare (Câmpul minier)	Hotărârea de Guvern privind închiderea activității miniere
1.	Mina de fier Ghelari Vest și Central	720/1999
2.	Mina de fier Ghelari Est	926/2003
3.	Mina de cupru Deva	1848/2004
4.	Mina Vețel, Muncelu Mic	1008/2008
5.	Mina de fier Teliuc	1008/2008

#### 7.3.1. Lucrări de închidere și conservare a exploatărilor în subteran

În majoritatea minelor din zona metropolitană Deva-Hunedoara s-a recurs la *rambleierea hidraulică* sau inundarea galeriilor de mină, prin utilizarea unor surse locale (izvoare, pânze freatice). Pentru a evita subsidența și avarierea construcțiilor de la suprafață, precum și pentru a diminua impactul asupra mediului ca urmare a creșterii nivelului apei subterane, inundarea orizonturilor



**Fig. 72: Inundarea galeriei de coastă Franz Josef-Ghelari**

(sursa: [www.panoramio.com](http://www.panoramio.com))

puțin adânci ale minei este controlată prin evacuarea apei prin drenare sau pompare și prin aplicarea unor măsuri de epurare, în cazul în care calitatea efluenților de mină nu este compatibilă cu descărcarea directă în emisari.

Puțurilor săpate în roci stabile li s-au aplicat următoarele lucrări tehnice (conform arhivei S.C. MINVEST S.A. Deva): construirea unei plăci masive de beton armat în puț, în zona de umplere cea mai apropiată de suprafață, urmată de rambleierea cu pietriș sau beton până la gura puțului (fig.73). Placa de beton este prevăzută cu o fereastră de acces pentru monitorizare și aplicare a unor eventuale măsuri de reumplere; închiderea gurii de galerie prin detonare pentru galeriile surpate în vederea refacerii cadrului natural (fig.74).



**Fig. 73: Intrarea în galeria de coastă Franz Jozef de la Ghelari**

**Fig. 74: Gură de mină detonată la Ruda-Ghelari**

### **7.3.2. Lucrări de închiderea și conservare a exploatărilor miniere de suprafață**

Din punct de vedere tehnic se cunosc patru tipuri de rambleiere a exploatărilor „la zi” (după *Best Management Practices in Mining; state of Nevada, Nevada Division of Environmental Protection*): *totală* (prin relocarea materialului steril rezultat în urma exploatării locale sau din altă extracție), *parțială* (prin stabilizarea taluzurilor și acoperirea teraselor de exploatare cu o cuvertură de sol), *simultană* (în cazul carierelor multiple, unde haldarea se realizează direct în excavațiile mai vechi), prin *rambleiere hidraulică* (inundarea excavației și formarea unui lac de carieră).

Ambientul vechilor cariere de piatră abandonate de zeci sau sute de ani s-a remediat „in situ” sub acțiunea agenților modelatori externi, care au nivelat taluzurile, au favorizat acumularea



**Fig. 75: Cariera de pe Dealul Măgura, Călan**

(sursa: [www.replicahd.ro](http://www.replicahd.ro))

materialelor coluviale pe podurile teraselor carierelor și au permis extinderea vegetației limitrofe peste spațiul degradat antropic și refacerea naturală a peisajului. Astfel, cariera de andezit de pe Dealul Măgura de la Călan a fost acoperită natural de vegetație, în funcție de parametrii morfometrici ai tehnstructurii.

### **7.3.3. Reconversia ecologică a haldelor de steril**

*Reabilitare „in situ”*. Haldele construite din roci netoxice, sunt supuse unor ample procese de alterare fizico-chimică ce vor acționa încă timp îndelungat, îndeosebi în stratele lor superioare, ceea ce accelerează procesul de pedogeneză și instalarea vegetației. Această remediere „in situ” s-a realizat în mod natural, mai ales datorită dimensiunilor reduse a depozitelor. În prezent, haldele din arealul de studiu sunt acoperite cu materiale litologice diverse din punct de vedere fizic și chimic, materiale ce constituie protosolurile antropice.

### **7.3.4. Reconversia ecologică a iazurilor de decantare**



**Fig. 76: Iazul de decantare Lunca Mureșului: a) noiembrie 2009, b) septembrie 2011, c) septembrie 2014**

Tehnologia *copertei cu sol vegetal* a fost aplicată pe Iazul Lunca Mureșului, cunoscut în toponimia locală sub denumirea „halda de la Mintia” și pe Iazul Valea Herepeiei.

*Reprofilarea îndiguirilor și taluzurilor* s-a finalizat pe Iazul Valea Devei și Avarii și este în curs de realizare pe Iazul Nr. 1 Valea Cărbunelui și Iazul Nr. 2 și 3 Valea Podului de la Teliuc. În urma ecologizării se urmărește reducerea deflației și amenajarea unor forme de relief antropic stabile, aflate într-un echilibru relativ.



**Fig. 77: Excavarea sterilului de procesare (2011)**

**Fig. 78: Nivelarea sterilului cu utilaje (2011)**



**Fig. 79: Aplicarea geomembranei pe plaja iazului (2013)**

**Fig. 80: Canalul colector de pe versantul drept al Văii Devei (2013)**

*Revegetarea* copertelor de sol se realizează în etape, începând cu însămânțarea cu iarbă, în vederea obținerii unei protecții imediate împotriva eroziunii, continuând cu plantații ulterioare de arbori sau arbuști, în vederea stabilizării tehnosecturilor.



**Fig.82: a) ierbăluță, b) salcâm, c) sălcioară, d) cătină albă pe Iazul Lunca Mureșului**

Pentru efectuarea corectă a refertilizării terenurilor de pe haldă trebuie parcurse o serie de pași metodologici și procedurali (Anghel, Surdeanu, 2007): efectuarea unor studii de laborator pentru o ameliorare corectă a solurilor de pe halde (analize fizico-mecanice, analize de granulometrie, analiza pH-ului, permeabilitate, conținut de minerale etc.), analizarea modului de optimizare condițiilor tehnice de recuperare a solurilor antropice, realizarea unor experiențe de laborator pentru alegerea soiului de plante cu randamente bune (vase prototip cu vegetație de diverse specii de plante folosindu-se materialul din haldă ameliorat și neameliorat asupra cărora se fac o serie de observații fenologice: data răsăritului plantelor, numărul de plante mature, lungimea plantelor la maturitate, întârzierile în coacere, atacul diferitelor boli etc.), efectuarea unor experimentări de câmp pentru a pune în evidență dacă materialul din halda se pretează la tipul de redare în circuitul agricol sau forestier sugerat de lucrările de laborator etc.

#### **7.4. Monitorizarea tehnosecturilor miniere**

Printre domeniile de activitate ale instituției investite pentru gestionarea lucrărilor de reconversie ecologică a arealelor miniere (S.C. CONVERSMIN S.A.), se numără și implementarea unui sistem național informatizat de monitorizare (SNIM) a câmpurilor miniere supuse proceselor de închidere și reabilitare, o noutate în domeniu, menită să aprofundeze preocupările pentru cunoașterea evoluției lor în timp și să ofere soluții științifice de remediere a riscului în momentul sesizării parametrilor critici.

Funcțiile atribuite acestui sistem național sunt:

- facilitarea administrării și gestionării problemelor și proceselor de mediu din sectorul minier;
- asigurarea stocării și accesului simplu la informațiile tehnice de mediu și miniere;
- raportarea capacității pentru impacturile de mediu permanente;
- posibilitatea de a depista și raporta în timp util orice situații de risc apărute;
- suport pentru o planificare de urgență și un sistem de intervenție eficientă.

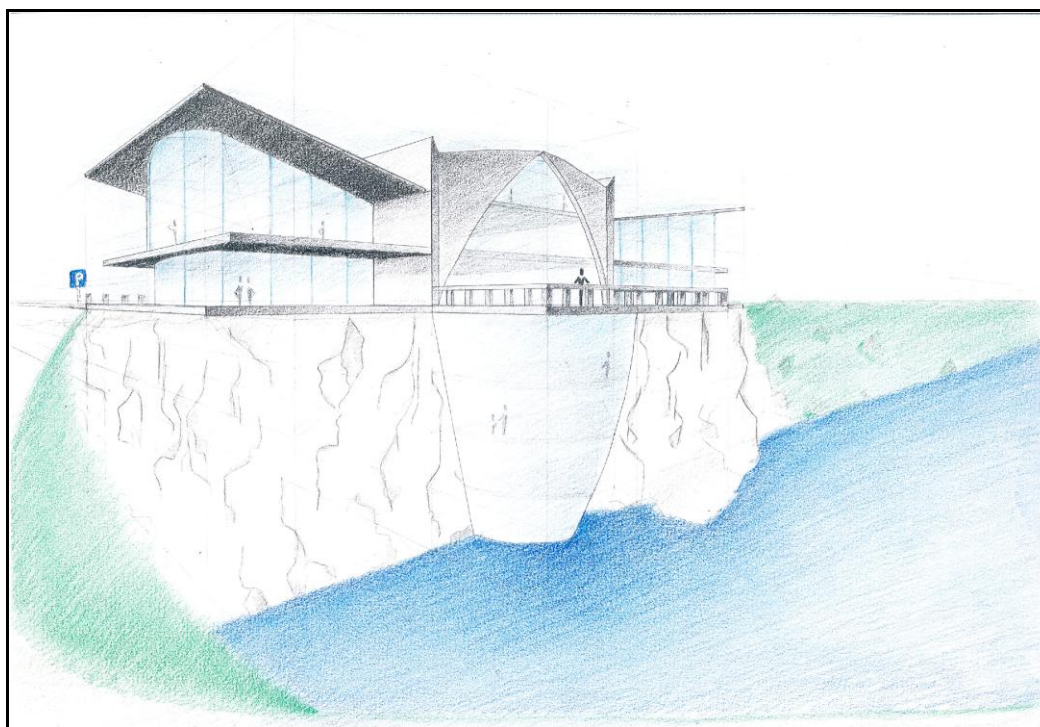
În prezent, monitorizarea presupune implementarea unui sistem de urmărire topografică a stabilității iazurilor de decantare în perioadele de execuție a lucrărilor de ecologizare, în perioada de garanție și postînchidere. Este necesară urmărirea regimului hidrochimic modificat în zona de influență a iazurilor prin execuția de foraje hidrogeologice cu o frecvență a prelevării de probe din 6 în 6 luni.

Activitățile de monitorizare a tehnosecturilor amenajate în zona metropolitană Deva-Hunedoara urmăresc evoluția fiecărui element fizico-geografic, stabilind soluții pentru asigurarea parametrilor funcționali.



nord-estic al carierei, în rest, pereții formați din roci dure nu necesită lucrări speciale în acest scop. Pe perețele vertical, cu vedere înspre sud-vest, este proiectat un spațiu modern, cu o panoramă generoasă spre malul opus, înverzit al carierei, ce asigură condiții termice moderate pe timpul verii.

Spațiul poate fi multifuncțional, pentru organizarea de conferințe, expoziții sau ca restaurant. Accesul la modulul hotelier se face printr-un ascensor transparent situat pe latura vestică, acolo unde spațiul limitrof al carierei ar permite și amenajarea unei parcări. Zona de agrement se desfășoară pe latura estică și sud-estică, unde se pot amplasa pontoane pentru pescuit și un debarcader de unde se pot închiria ambarcațiuni.



**Fig. 89. Macheta spațiului de cazare propus pentru  
Complexul turistic de la Cariera de fier Teliuc**

*(autor: Janos Bianka)*

Reconversia turistică a arealului aparținând câmpului minier Teliuc oferă o șansă de ocupare a forței de muncă pentru populația din zonă. Serviciile turistice, dar și cele complementare (transporturi, alimentație publică, informare turistică etc.) sunt generatoare de venituri la bugetele locale, ceea ce asigură o dezvoltare durabilă a comunităților.

## **CONCLUZII**

Demersul științific a urmărit o prezentare de ansamblu a condițiilor geologice ce au favorizat metalogeneza, respectiv valorificarea timpurie a resurselor oferite în mod generos de litologie. Morfologia regiunii a suferit modificări induse de procesele și fenomenele naturale, dar pe alocuri și prin depozitele și golurile create antropic. Analiza detaliată a microformelor antropice generate de lucrările de inginerie minieră au permis o inventariere a acestora și o clasificare a lor.



Predictorii morfometrici ai formelor nou create furnizează informații valoroase privind caracteristicile strategiilor de reabilitare și reconversie ecologică.

Elementele de noutate pe care le aduce lucrarea de față sunt:

- centralizarea și prezentarea lucrărilor de reabilitare și reconversie ecologică a tehnosectorilor existente în arealul de studiu;
- propunerea unei noi asocieri administrative, într-o zonă metropolitană, prin extinderea Conurbăției Corvinia cu trei unități administrativ-teritoriale aflate în ariile de interes a municipiilor Deva și Hunedoara;
- analizei și cartografierii predictorilor morfometrici ai reliefului din arealul de cercetare;
- inventarierea, cartarea și prezentarea microformelor de relief generate de activitățile miniere din zona metropolitană Deva-Hunedoara;
- reformularea unor denumiri tehnice în limbaj geomorfologic: „crater de implozie” pentru „groapă de surpare” și „uluc de scufundare” pentru „albie de scufundare”;
- continuarea poststudiu a avansării unor strategii de reabilitare în concordanță cu specificul fiecărei tehnosectoruri
- propunerea unei formule de calcul pentru gradul de vulnerabilitate a populației la riscul indus de activitățile miniere;
- formularea unor soluții de pregătire a populației pentru situațiile de risc;
- analiza factorilor de risc ce favorizează declanșarea hazardelor pe tehnosectoruri și propunerea unor soluții de diminuare sau prevenire a acestora;
- realizarea unui plan de amenajare ecologică a Carierei de fier de la Teliuc prin valorificarea turistică a peisajului.

Modelarea antropică a reliefului generat de activitățile miniere nu se oprește după închiderea activităților de extracție. Nevoia de securitate și simțul estetic stimulează cercetarea și constituie o provocare perpetuă pentru oamenii de știință din diferite domenii. Reamenajarea spațiului ocupat de infrastructura de exploatare și prelucrare primară a resurselor este generatoare de noi tehnosectoruri care apar în peisaj și necesită o monitorizare permanent, până la atingerea stadiului de echilibru al zonei.

## BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ:

1. Anghel, T., Surdeanu, V., (2007), *Reintegrarea funcțională a sistemelor geomorfologice degradate ca urmare a exploatării cărbunilor, Studiu de caz: halda de la Valea Mănăstirii – Bazinul Minier Motru*, Revista de geomorfologie, vol. 9:61-72
2. Arad, Susana, Arad, V., Chindriș, G., (2000), *Geotehnica mediului. Măsurii pentru reducerea poluării mediului prin lucrări geotehnice*, Editura Polidava, Deva, 232 p
3. Arad, Susana, Arad, V., Nistor, C., Baci, Fl., Nita, A., (2011), *Predicting ground movements in post mining activity from Romania*, Proc. of. 5th Conference on Environment and Mineral Processing, part. II, VSB TU, Ostrava, pp. 59-67
4. Armaș, I., (2006), *Teorie și metodologie geografică*, Editura Fundației România de Măine, București, pp. 115-119
5. Badea, L., Buza, M., (1991), *Culoarul Mureșului între Deva și Zam*, Studii și cercetări de geografie, tomul XXXVIII, București
6. Bălțeanu, D., (2004), *Modificări globale ale mediului*, Editura Credis, București, 155 p
7. Bălțeanu, D., Șerban, Mihaela, (2005), *Modificări globale ale mediului – o evaluare interdisciplinară a incertitudinilor*, Editura C.N.I. Coresi, București
8. Bennett, M.R., Doyle, P., (1997), *Environmental Geology*, John Wiley & Sons, Chichester, 501 p
9. Bilașco, Șt., Cocean, P., Nicula, Gabriela, Drăgan, Magdalena, (2014), *Condiționarea morfometrică a pretabilității de amenajare a teritoriului în Bazinul Văii Arieșului*, Geographia Napocensis, an VII. Nr. 1, Cluj-Napoca
10. Boroneanț, V., (2000), *Arheologia peșterilor și minelor din România*, Editura cIMeC-2000, București, 328 p
11. Brown, L.R., (2008), *Planul B 3.0 Mobilizarea generală pentru salvarea civilizației*, Editura Tehnică, București
12. Bud, I., Duma, Silvia, Denuț, I., (2005), *Accidente la iazuri de decantare*, Editura Risoprint, Cluj Napoca
13. Coteț, P., 1973, *Geomorfologia României*, Editura Tehnică, București
14. Crozier, M.J., Glade, Th., (2005), *Landslide hazard and risk: issues, concepts and approach*, in Glade, Th, Anderson, M.G., Crozier, M.J. (eds.), *Landslide hazard and risk*, John Willey & Sons Ltd, London, pp 1-40
15. Damigos, D., (2006), *An overview of environmental valuation methods for the mining industry*, Journal of Cleaner Production, Improving Environmental, Economic and Ethical Performance in the Mining Industry, Part 1., Environmental Management and Sustainable Development, G. Hilson (ed), volume 14, Issues 3-4, pp 234-247
16. Dávid, L., Karancsi, Z. (1999), *Analysis of anthropogenic effects of quarries in a Hungarian basalt volcanic area*, 2<sup>nd</sup> International Conference of PhD Students, University of Miskolc, Miskolc, 91-100
17. Duma, S., (1998), *Studiul geoecologic al exploatărilor miniere din zona sudică a munților Apuseni, Munții Poiana Ruscă și Munții Sebeșului*, Editura Dacia, Cluj-Napoca, 380 p
18. Faludi, A. (2010), *Centenary paper: European spatial planning: past, present and future*, Town Planning Review, Liwerpool University Press 81 (1): 1-22
19. Floca, O., (1965), *Hunedoara-Ghid turistic al regiunii*, Editura Meridiane, București
20. Florea, M.N., (1979), *Alunecări de teren și taluze*, Editura Tehnică, București, 303 p
21. Florea M.N., (1996), *Stabilitatea iazurilor de decantare*, Editura Tehnică, București
22. Fodor, D., Georgescu, M. (1989), *Influența industriei miniere asupra mediului înconjurător și redarea în circuitul economic a terenurilor degradate (I și II)*, Rev. Mine, Petrol și Gaze, 40 (7): 301-309
23. Fodor, D., Băican, G., (2001), *Impactul industriei miniere asupra mediului*, Editura Informin, Deva, 392 p
24. Fodor, D., Lazăr, M., Rotunjanu, I., (2004), *Probleme de stabilitate a haldelor de steril și a iazurilor de decantare*, Revista Minelor, Nr. 5:23-28
25. Fodor, D., (2006), *Influența industriei miniere asupra mediului*, Buletinul AGIR, Nr. 3: 13

26. Goțiu, D., Surdeanu, V., (2006). *Impactul indus de exploatarea în carieră a calcarului de la Crăciunești*. Geography within the context of contemporary development, pp.106-112.
27. Goțiu, D., Surdeanu, V., (2007), *Noțiuni fundamentale în studiul riscurilor naturale*, Editura Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca
28. Goțiu, D., Surdeanu, V., (2008), *Hazardele naturale și riscurile asociate din Țara Hațegului*, Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca
29. Grumăzescu, Cornelia (1975), *Depresiunea Hațegului, Studiu geomorfologic*, Editura Academiei, București
30. Hodor, N., Băcă, I., (2003), *Considerații privind relieful minier din cadrul Munților Igriș-Gutâi și a masivelor magmatice Țibleș și Toroioaga*, Studii și Cercetări, Geologie-Geografie, Bistrița, Nr. 8: 107-112
31. Horaicu, C., (2007), *Managementul riscului în industria extractivă*, Editura Tipo Moldova, Iași
32. Hosu, Maria, (2005), *Expunerea la risc geomorfologic a așezărilor din cadrul văii Someșului, urmare a morfodinamicii fluviale și instabilității versanților*, în volumul *Riscuri și catastrofe*, ed. V. Sorocovski, Editura Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, an IV, nr. 2: 65-72
33. Ionică, V., Arad, V., (2012), *Evaluarea impactului asupra mediului în industria minieră*, Revista Minelor nr. 4, 2012
34. Irimuș, I.A., Surdeanu, V., (2003), *Factori antropici de risc asupra cuverturii edafice și dinamicii geomorfologice din bazinul inferior al Arieșului*, Studia Universitatis „Babeș-Bolyai” Cluj-Napoca, Nr. 2/2003
35. Jampa, A., (1989), *Particularitățile învelișului de soluri din Dealurile Hunedoarei și influența acestora asupra proceselor actuale*, Studii și cercetări de geologie, geofizică și geografie, t. XXXVI, București
36. Jude, R., (1986), *Metalogeneza asociată vulcanismului neogen din nord – vestul Munților Oaș*, Editura Academiei, București
37. Karancsi, Z., (2002), *Természetes és antropogén eredetű környezetváltozás a Medves-térség*
38. Krautner, H.G., (1984), *Munții Poiana Ruscă. Ghid turistic*, Editura Sport-Turism, București
39. Lazăr, M., (2010), *Reabilitarea terenurilor degradate*, Editura Universitas, Petroșani
40. Lu, M., (2004), *Pit lakes from sulphide ore mining. Geochemical and Limnological Characterisation before Treatment*. PhD Thesis, Lulea University of Technology, Department of Chemical Engineering and Geosciences, Division of Applied Geology, 2004
41. Mac, I., (1990), *Phénomènes géomorphologiques des risques dans le zone minier de Baia Borșa (Maramureș)*, Studia UBB, Geografie, Cluj-Napoca, Nr. 1:90-97
42. Mac., I., (1997), *Geomorfosfera și geomorfosistemele*, Editura Universitară Clujeană, Cluj-Napoca
43. Macrea, M., (1969), *Viața în Dacia Romană*, Editura Științifică, București
44. Maghiar, N., Olteanu, Șt., (1970), *Din istoria mineritului în România*, Editura Științifică, București
45. Mainali, G., (2006), *Monitoring of tailings dams with geophysical methods*, Lulea tehniska universitet, Licentiate thesis/Lulea University of Technology
46. Manea, Ștefania-Anemaria, Surdeanu, V., Rus, I. (2011), *Anthropogenic Changes on Landforms in the Upper and Middle Sectors of Strei basin*, Revue Roumaine de Geographie, 55(1), pag.37-44, București.
47. Maners, I.R., Mikesell, M.W., (1974), *Perspectives on environment*, Association of American Geographers, Washington, 400 p
48. Marsh, G.P., (1864), *Man and Nature: Or, Physical Geography Modified by Human Action*, New York: Scribners
49. Mate, Marta, (2010), *Procese geomorfologice de natură antropică în regiunile miniere din zona Deva-Hunedoara*, Rev. GEIS, vol. XIV, Editura Casa Corpului Didactic, Deva
50. Mate, Marta, Surdeanu, V., (2013), *Reconversia ecologică a tehnostucturilor miniere din zona metropolitană Deva-Hunedoara, Studiu de caz: Mina Deva*, Conferința Națională a SGR, Geografia-știință a întregului teritorial, Editura Eurobit, Timișoara, pp 53

51. Mate, Marta, Surdeanu, V., Oncu, M., Duma, S., (2014), *Risques anthropiques sur les terrils et les étangs de stérile dans la région métropolitaine de Deva-Hunedoara*, 17th Joint Geomorphological Meeting, Liege
52. Moțoc, M., Stănescu, P., Taloiescu, L., (1979), *Modele de estimare a eroziunii totale și efluențe pe bazine hidrografice mici*, Buletin ICPA, București
53. Munteanu, L., Rus, R., Surdeanu, V., (1998), *Relieful antropoc din regiunea minieră Abrud-Roșia Montană*, Studia UBB, Geographia, Nr. 2, Cluj-Napoca
54. Mutihac, V., (1990), *Structura geologică a teritoriului României*, Editura Tehnică, București
55. Mutihac, V., Stratulat, M.I., Fechet, R.M., (2007), *Geologia României*, Editura Didactică și Pedagogică, București
56. Oncu, M., Băicoană, V., (1995), *Solurile din Bazinul mijlociu al Cernei, GEIS, Referate și comunicări de geografie*, Editura Casei Corpului Didactic, Deva
57. Oncu, M., (2000), *Culoarul Mureșului: sectorul Deva-Zam - studiu geocologic*, Editura Focul Viu, Cluj-Napoca
58. Onica, I., (2001), *Impactul exploatării zăcămintelor de substanțe minerale utile asupra mediului*, Editura Universitas, Petroșani, 238 p
59. Onica, I., Cozma, E., Goldan, T., (2006), *Degradarea terenului de la suprafață sub influența exploatării subterane*, Buletinul AGIR, 11 (3): 14-27
60. Ortelecan, M., (1997), *Studiul deplasării suprafeței sub influența exploatării subterane a zăcămintelor din Valea Jiului, zona estică*, Teză de doctorat, Facultatea de Mine, Petroșani
61. Panizza, M., (1996), *Environmental geomorphology*, Elsevier, Amsterdam, 268 p
62. Panizza, M., (2009), *The Geomorphodiversity of the Dolomites (Italy): a key og Geoheritage assessment*, Geoheritage, 1: 33-42
63. Panthulu, T.V., Krishnaiah, C., Shirke, J.M., (2001), *Detection of seepage paths in earth dams using self-potential and electrical resistivity methods*, Engineering geology, Volum 59, Issues 3-4, p 218-295, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S001379520000082X>
64. Peck, P., Sinding, K. (2009), *Financial assurance and mine closure: Stakeholder expectations and effects on operating decisions*, Resources Policy, 34, pp 227-233
65. Petrea, D., (1998), *Pragurile de substanță, energie și informație în sistemele geomorfologice*, Editura Universității din Oradea, 223 p
66. Petrea, D., (2005), *Potențial natural, resurse și reconversie teritorială în aria de impact a activităților miniere din Munții Igniș, Gutâi și Văratec*, Revista de Politica Științei și Scientometriei, Nr. special, Raport Grant Nr. 133, 68 p
67. Pietraru, Janeta, (1982), *Halde pentru depozitarea șlamurilor, cenușilor, zgurilor, sterilelor și deșeurilor menajere*, Editura Tehnică, București
68. Pipkin, J.S., (2001), *Wayfinding Behavior: Cognitive Mapping and other Spatioal Processes*, State University of New York Press, Albany
69. Poboran, V., Gonteanu, Z., Matei, I., (1964), *Dimensionarea treptelor de haldă inferioară la I.M. Rovinari*, Revista Minelor, Nr. 2, pp 73-79
70. Popescu, Gh., Saru., D., (1997), *The Apuseni Mountains. The mining activity environmental impact*, Eng. Geol. And. Env. Marines et all (eds.) 1997, Balkena, Rotterdam
71. Popp, N., (1972), *Evoluția peisajului geomorfologic al Munților Poiana Ruscă și relieful său etajat*, Lucrările Simpozionului de Geografie Fizică a Carpaților, București
72. Posea, Gr., (2005), *Geomorfologia României*, Ediția a II-a, Editura Fundației România de Măine, București
73. Posea, Gr., (2012), *Relieful, resursa de bază a turismului. Geomorfodiversitate și geomorfosituri*, Editura Fundației România de Măine, București, 660 p
74. Rădoane, N., Rădoane Maria, Ichim, I., Miclăuș Crina, (1995), *Influențele mineritului asupra tranzitului de aluviuni de pe râul Jiu*, Studii și cercetări de Geografie, nr. XLII, București
75. Rădoane, M., Rădoane. N., (2004), *Geomorfologia aplicată în analiza hazardelor naturale, Riscuri și catastrofe*, coordonator V. Sorocovschi, pp 57-68
76. Rosenbery, J.I., Klimstra, W.D., (1965), *Recreational activities on Illinois strip-mined areas*, Journal of Soil and Water Conservation, 19:107-110

77. Rusu, C. V., Bulgariu, D., (2012), *The pedogenesis and pedogeochemical evolution of andosols from Eastern Carpathians (Romania)*, a XX-a Conferință Națională de Știința Solului cu participare internațională, Craiova, 26 august-1 septembrie 2012
78. Schneiderbauer, S., Ehrlich, D., (2004), *Risk, Hazard and People's Vulnerability to Natural Hazards*, a Review of Definitions Concepts and Data, Brussels
79. Schreiber, Șt., (1968), *Rarități în flora dealurilor Devei*, Sargeția, Acta Musei Devensis, vol. V, Deva
80. Sengupta, M., (1993), *Environmental Impacts of Mining: Monitoring, Restoration and Control*, Lewis Publishers, Boca Raton
81. Sesco, R., (1951), *Câteva probleme de exploatare la zi a zăcămintelor de adâncime mai mare*, Revista Minelor, Nr. 9: 20-25
82. Sherwood, P.T., (1976), *The utilization of mine and quarry wastes in road construction*, In: Essex, J.-Higgins, P. (eds): *The land reclamation conference*, Thurrock Borough Council, Essex
83. Sjö Dahl P., Dahlin T. and Johansson S., (2004) *Resistivity monitoring for internal erosion detection at Hällby embankment dam*, Procs. ICEEG 2004, Wuhan
84. Spalding, A., Hartgroves, S., Macadam, J., Owens, D., (1999), *Abandoned pits and quarries in Cornwall*, Published by English Nature, University of Exeter
85. Sorocovschi, V., (2009), *Probleme de mediu și turism*, Editura Dimitrie Cantemir, Târgu Mureș
86. Strahler, A.N., (1973), *Introduction of physical geography*, John Wiley Publisher, New York
87. Surd, V., Bols, I., Zotić, V., Chira, C., (2005), *Amenajarea teritoriului și infrastructurii tehnice*, Editura Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca
88. Surdeanu, V., (1985), *Considerații asupra inventarierii alunecărilor de teren în vederea întocmirii hărților de risc*, Lucrările seminarului de geografie „Dimitrie Cantemir”, Iași
89. Surdeanu, V., (1998), *Geografia terenurilor degradate. Alunecări de teren*, Editura Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca
90. Surdeanu, V., Mureșan, Al., (2004), *Risc assessment in the Baia Borșa mining region*, Editura Universității din Oradea
91. Șerban, Mihaela, Bălțeanu, D., (2005), *Modificările globale ale mediului*, Editura Coresi, București
92. Șipoș, L.D., Bold, Melania, (2012), *Stabilirea tehnologiei de valorificare a sterilului din iazul de decantare a uzinei de preparare de la Teliuc*, Simpozionul Național Studentesc „Geoecologia”, Petroșani
93. Tricart, J., (1992), Kiewit de Jonge, C., (1992), *Ecogeography and rural management*, Longman Scientific and Technical, Essex, U.K.
94. Verraes, G., (2003), *L'environnement des mines et carrières. Les principaux problèmes et les moyennes de les améliorer*, Environment and Progres, Cluj-Napoca, pp 543-547
95. Vespremeanu, E., (1972), *Dealurile Lipovei și Defileul Mureșului*, Editura Universității din București
96. Vespremeanu, E., (1998), *Pedimente, piemonturi și glacisuri în Depresiunea Mureșului de Jos*, Editura Universității din București
97. Vulcu, B., (1971), *Regiuni fitogeografice în împrejurimile Devei*, Sargeția, Acta Musei Devensis, vol. VIII
98. Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T., Davis, I., (2004), *At risk: Natural hazards, people's vulnerability and disasters* (2nd ed), Routledge Publisher, London and New York
99. Zapletal, L. (1960), *Geografická Charakteristika mesta*, Ed. Havirov, Praga
100. \*\*\* (1968), *Harta geologică a României, scara 1 : 200 000, foile 25 Deva L-34-XXIII, 26 Orăștie L-34-XXIV și 17 Brad L-34-XVII*, Comitetul de Stat al Geologiei, Institutul Geologic, București.
101. \*\*\* (1973), *Hărți topografice 1: 25 000*
102. \*\*\* (1980), *Hărți topografice 1: 50000*
103. \*\*\* (1982), *Enciclopedia Geografică a României*, Editura Științifică și Enciclopedică, București
104. \*\*\* (1988), *Harta solurilor, 1 : 200 000, foile Deva și Hunedoara*, Institutul Național de Geodezie, Fotogrammetrie, Cartografie și Organizarea Teritoriului, București

105. \*\*\* (1999), *Studiu de strategie pentru protecția mediului la Regia Autonomă a Cuprului Deva*, Institutul de Cercetare, Dezvoltare și Proiectare Minieră, ICDPM-ICIM București
106. \*\*\*Angajamentele asumate de Romania in Capitolul 22 Mediu privind iazurile de decantare din industria minieră
107. \*\*\*(2000), Agenția Județeană de Protecție a Mediului Hunedoara, *Raport la bilanțurile de mediu de nivel I și II la încetarea activității minei Ghelari, jud. Hunedoara*
108. \*\*\*(2002) *Ghidul procedurilor de management al mediului in sectorul minier*, Harworth Mining Consultancy Limited în asociere cu URS Corporation și Agraro Consult SRL
109. \*\*\*(2004), Agenția Județeană de Protecție a Mediului Hunedoara, *Bilanț de mediu de nivel I și II la încetarea activității minei Teliuc, județul Hunedoara*
110. \*\*\* (2005), *Manualul de proceduri pentru conservarea și închiderea minelor* elaborat de D.G.R.M.-G.C.P.I.M.
111. \*\*\*(2005), Agenția Județeană de Protecție a Mediului Hunedoara, *Bilanț de mediu de nivel I, Plan de încetare a activității la mina Deva-Bolcana, județul Hunedoara*
112. \*\*\*(2008), Studiul de fundamentare privind riscurile pentru Planul de Amenajare a Teritoriului Județului Hunedoara, beneficiar Consiliul Județean Hunedoara, Proiectant general Quantum Leaps S.A.
113. \*\*\* (2009), *Metode și tehnologi de tratare a deșeurilor – Tehnici de tratare mecanică*, INCDPM – ICIM București
114. \*\*\* (2009), *Reabilitarea haldelor de roci sterile și a iazurilor de decantare – anexa 9, EIA Industrial Waste*, Brusseles
115. \*\*\*(2011), Studiu privind valorificarea deșeurilor din industria siderurgică, minieră și energetică cu aplicații în siderurgie, Contract Cercetare – ITSM Hunedoara
116. \*\*\*(2012), *Raport privind starea mediului în județul Hunedoara în anul 2012*, Agenția Județeană pentru Protecția Mediului Hunedoara
117. \*\*\*(2012), Raport de prezentare S.C. CONVERSMIN S.A. București
118. \*\*\* *Ortofotoplanuri*, ediție 2005 și 2012
119. \*\*\* Harta Iosefină, fila Deva, accesat la data de 12.08.2010, [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ea/Josephinische\\_Landaufnahme\\_pg183.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ea/Josephinische_Landaufnahme_pg183.jpg)
120. \*\*\*[www.adevarul.ro](http://www.adevarul.ro)
121. \*\*\*[www.replicahd.ro](http://www.replicahd.ro)
122. \*\*\*<http://www.panoramio.com>, accesat la data de 02.03.2014
123. \*\*\*<http://hero.geog.psu.edu/products/protocol.pdf> accesat la data de 23.07.2014
124. \*\*\*<http://bitakora.com.ar> accesat la data de 24.11.2013
125. \*\*\*<https://maps.google.ro/> accesat în perioada 01.10.2009-31.08.2014
126. \*\*\*<http://openbuildings.com/buildings/shimao-wonderland-intercontinental-profile-4182>