

IMPACTUL ACTIVITĂȚILOR MINIERE ASUPRA RELIEFULUI ȘI RISCUL GEOMORFOLOGIC INDUS

MARIA HOSU

Abstract. The impact of mining activities on the relief and the consequential geomorphological risk. As it is well known, the extraction of mineral substances of economic interest (even if they are solids, liquids or gases) is often preceded by using aggressive methods that generate movements of huge rock masses and certain modifications of the existant natural relief. We assist at a peculiar type of morphogenesis through mining that consists in residual forms like craters, holes, galleries, quarries, scratched surfaces and in constructed forms as well as artificial mounds made of sterile materials. Moreover, during the mining activities and also after they cease, subsidence, rock fallings, mud flows, linear erosion are specific and very active processes in the affected areas. All these induce a disequilibrium state in the system that leads to various and frequent risk phenomena. The rehabilitation of such geomorphic landscape imposes detailed studies and adequate local / regional planning measures.

1. Introducere

Relieful ocupă un loc important în structura oricărui sistem fizico-geografic sau antropoc datorită funcției sale primare de suport al acțiunii celorlalți componenți naturali și chiar antropici.

Transformările induse de om asupra substratului, mai precis în componentele petrografice, structurale și morfologice, constituie obiect de studiu pentru geologia și geomorfologia mediului, iar în sens larg pentru, știința mediului.

Privind relația omului cu substratul avem de-a face cu cel puțin două categorii de riscuri: riscuri naturale de origine geologică (manifestări vulcanice, seisme, prăbușiri tectonice), care nu depind de activitatea omului, dar prezintă un efect periculos asupra societății umane și riscuri determinate prin diverse activități antropice care induc schimbări în substrat (cariere, excavații subterane etc).

Cererea și consumul din ce în ce mai ridicat de substanțe minerale utile au condus la perfecționarea metodelor și tehnicilor de prospectare și extracție dar nu și a celor de amenajare și protecție a terenurilor afectate. În marile regiuni cu minerit subteran și la zi, prin crearea formelor derivate, specifice, a rezultat un peisaj geomorfologic industrial minier, cu puține șanse de a primi o nouă funcționalitate.

2. Forme, procedee, tehnici de exploatare și efectele induse

Prospecțiunile geologice cuprind ansamblul operațiilor și lucrărilor de cercetare executate prin metode geologice, geofizice, geobotanice și geochimice în scopul descoperirii substanțelor minerale din substrat. Aceste activități iau în considerare ivirile naturale de roci, date structurale și litologico-stratigrafice, fapt ce modifică foarte puțin substratul inițial (foraje, dezveliri locale).

Scarificarea terenurilor este un termen general folosit pentru excavații (de suprafață) și alte deranjamente ale suprafeței topografice, în procesul de extracție a resurselor naturale (îndeosebi cărbune). Practic, scarificarea este o activitate distructivă de descoperire a terenurilor și scoaterea la suprafață a straturilor de cărbuni. Când materialul descoperit este saturat prin apa provenită din precipitații sau topirea zăpezii, au loc curgeri de noroi care pot afecta case și căi de comunicație. De asemenea, excarpamentul și taluzul rămas în urma exploatărilor sunt preluate de eroziunea liniară, rezultând canale de scurgere cu transport masiv de aluviuni.

Există terenuri rezultate în urma procesului de scarificare ce nu prezintă un grad avansat de degradare și pot fi recuperate, cel puțin parțial, prin lucrări adecvate de umplere a golurilor cu materiale sterile, acoperirea cu solul dislocat și, apoi plantate cu specii adecvate. În cele mai multe cazuri, terenurile sunt puternic degradate, fiind greu de recuperat.

Exploatarea diferă după tipul de zăcămint și după particularitățile locului. În general, după natura lor și forma de localizare, extracțiile cu impact major asupra reliefului sunt grupate în extracții de materiale solide (roci de construcție, metale, sare gemă, cărbune) și extracții de hidrocarburi și ape minerale și termale.

Prin activitățile de extracție și prelucrare a substanțelor minerale utile, spații aflate într-un echilibru relativ, își modifică dinamica printr-o accelerare regresivă, generând alte peisaje ce funcționează într-un grad avansat de entropie. Se modifică elementele geomorfologice, se crează noi formațiuni superficiale și se accelerează procesele fizico-chimice în învelișul hipergen.

Extracția de materiale solide se realizează atât subteran, cât și la suprafață. Ambele metode lasă puternice influențe negative în relief sub două forme: *goluri subterane de diverse dimensiuni și orientări* (galerii verticale sau înclinate, cavități largi cu geometrii variate); *cavități de suprafață* (cratere, cariere, canale de excavație). Alături de formele negative de suprafață, rămân imense volume de materiale fragmentate ce constituie *halde de steril*, caracterizate printr-o stabilitate incertă. Arealul adiacent exploatărilor miniere subterane sau la suprafață este destabilizat prin lucrări miniere, prin infiltrații de ape superficiale ori subterane, prin vibrații (determinate de loviturile de mină), explozii, transport minier, încât șansele de producere a riscurilor devin efective. Așadar, au loc frecvente *surpări, prăbușiri, sudsidențe* cu influențe negative pe suprafețe mult mai mari decât locul de extracție.

Datorită exploziilor puternice folosite în mineritul subteran se produc fisuri în scoarță, care pot fi clasificate în două categorii principale. În prima categorie intră acele fisuri care se localizează în zona exploziei și în imediate ei vecinătate, mărimea lor depinzând de încărcătura de exploziv, de distribuția ei spațială, precum și de condițiile geologice în care a fost produsă explozia. Cea de-a doua categorie include fisuri și falieri care se produc la distanță (chiar la mii de metri) de locul exploziei. Aceste din urmă sunt un rezultat al forțelor produse, atât prin explozie, cât și prin relaxarea stresului tectonic. Este suficient să dăm ca exemplu explozia subterană din 15 februarie, 1962 produsă într-o intruziune de granit din Nevada, al cărei mecanism studiat cu ajutorul undelor superficiale, este o elocventă dovadă a suprapunerii forțelor tectonice cu cele generate de explozie (Brune și Pomeroy, 1963). Derocările care se realizează prin explozii, fac ca acestea din urmă să fie frecvent utilizate în activitățile miniere. Datorită acțiunii de derocare, explozia poate să formeze sau nu cratere, însă, în ambele cazuri, rezultă o sfărâmare sau, cel puțin o puternică fisurare a rocilor. Testele de crater făcute pe aflorimente de roci sau în arii unde solul a fost complet îndepărtat au scos în evidență faptul că mărimea și forma craterului depind, în principal, de încărcătura cu exploziv, adâncimea plasării acestuia și de tipul rocii.

3. Procese și consecințe geomorfologice

Procesul de subsidență indus prin activități miniere, poate avea loc ca urmare a excavațiilor subterane de mari proporții, indiferent în ce fel de roci s-a făcut excavarea sau datorită exploziilor produse în rocile nisipoase, aluviuni, loesuri. Explozia unei încărcături în roci de tipul celor amintite creează o cavitate instabilă prin cvasicompactarea materialului din jur. După ce presiunile inițiale s-au disipat și întrucât materialul este lipsit de o coerență semnificativă, porozitatea lui originală fiind foarte mare, rezultatul exploziei este reprezentat de o mare reducere de volum, ceea ce se manifestă prin procesul de subsidență (fig.1). Dimensiunea formelor rezultate variază de la câțiva metri la sute de metri (ca rază a conturului în plan orizontal) și de la câțiva centimetri la zeci de metri în adâncime (după Enescu și Almășan, 1987). În general, forma și dimensiunile arealelor afectate de mișcări negative induse antropic sunt dependente atât de mărimea și forma galeriilor subterane, cât și de proprietățile mecanice și tectonice ale depozitelor geologice implicate. Când stratele exploatare au grosimi mari, iar rocile care le acoperă au duritate ridicată, diferența dintre unghiul de scufundare și unghiul de ruptură este foarte mică. Forma rezultată la suprafața topografică este simetrică pentru structurile orizontale sau ușor înclinate și asimetrică, pentru cele cu înclinare medie și mare.

Ariile adiacente sunt afectate de *alunecări de teren*, formate în faza finală de subsidență.

Se impune identificarea și cartarea ariilor de posibilă influență a subsidenței. Pentru a reduce riscurile din asemenea perimetre vor fi evitate construcții cu încărcătură mare; terenurile pot primi o destinație agricolă sau ca spații de recreere în urma amenajărilor adecvate.

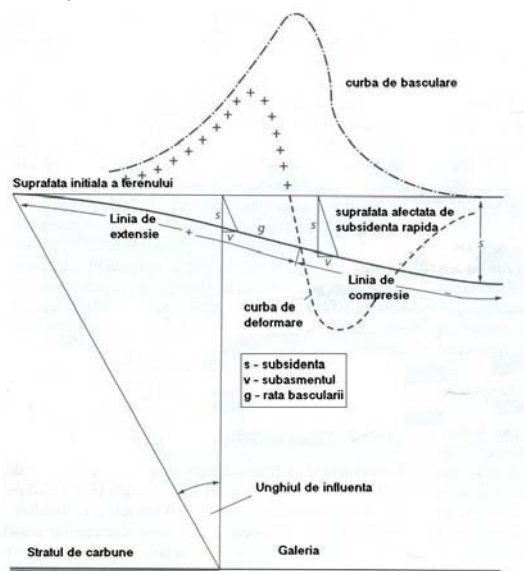


Fig. 1. Curba de subsidență legată de activitățile miniere (după Fred G. B, 2001)

Procesele de prăbușire și fenomene asociate. Asemenea procese apar în cazul activităților de extracție a stocurilor de substanțe utile (metalifere și nemetalifere), dar și după abandonarea lucrărilor propriuzise și neîntreținerea ulterioară a terenurilor afectate. Amploarea și localizarea proceselor depind de metodele de excavare subterană, cum ar fi extracțiile filoniere (1-2 m lungime), extracții în masă, extracții în panouri sau extracții în strate. *Procesele de prăbușire* se produc când suporturile masei de roci din tavan slăbesc sau sunt eliminate prin diverse intervenții, cum ar fi: înlăturarea armăturilor de susținere (din lemn sau metal), dizolvarea sau slăbirea coeziunii rocilor prin apele de infiltrație (în regiunile salifere), încărcarea ulterioară a

acoperișului cu diverse materiale sau construcții. Efectul constă în prăbușirea tavanelor, apariția golurilor la suprafața topografică, fisurări și diaclazări în masa rocilor adiacente. Când golurile străpung suprafața topografică se nasc puțurile, depresiunile și coridoarele de prăbușire, care câștigă în timp spațialitate prin intermediul proceselor asociate (alunecări, surpări, curgeri noroioase, eroziune în talveguri). Iată cauza pentru care, unor arii miniere cu exploatare subterane se juxtapun peisaje geomorfologice de bad-lands antropice. Relieful se înfățișează ca o arie puternic degradată.

Procesele de risc geomorfologic, indus prin activități miniere, afectează și o parte din teritoriul de vecinătate, o arie adjacent-minieră, pentru care se impun măsuri de protecție și întreținere.

Surpările apar în cazul excavațiilor la zi, pe seama pereților înalți și abrupti sau a taluzelor, treptelor de terase din incinta cavitațiilor de extracție. Tot aici pot să apară *rostogoliri de blocuri și galeți, curgeri de materiale solide* pe fâgașe autocreate și *spălări în masă* a fracțiunilor luto-argiloase (tabel nr. 1)

Tabel nr.1. Procese geomorfologice asociate cu mineritul.

Procese geomorfologice	Tipuri de activități miniere				
	Descoperțări gropi și cariere	Deschideri mari, exploatări la zi	Exploatări subterane	Explozii, derocări	Redepozitări de materiale sterile
Subsidențe, tasări	-	-	X	X	X
Falieri, fisurări, diaclazări	-	-	X	X	-
Surpări, rostogoliri de blocuri	X	X	X	X	X
Curgeri noroioase	X	X	-	-	X
Alunecări	X	X	X	X	X
Eroziune în talveg	X	X	-	-	X

Regiunile în care au loc extracții intensive de substanțe minerale fluide (hidrocarburi, soluții saline) sunt supuse unor mecanisme de distensie (volumetrică, mecanică), care duc la deformări texturale și la ondulări ale suprafeței topografice; mecanisme de compactizare însoțite de inflexiuni negative sau pozitive, apar surpări, compensări izostatice realizate prin subsidențe sau tasări.

Acumulările de materiale sterile și semnificația lor geomorfologică.

Activitățile de extracție a metalelor, hidrocarburilor și materialelor de construcție (roci consolidate și neconsolidate), generează forme negative și procese specifice, dar și forme pozitive, ajungându-se la inversiune de relief pe cale antropică, forțată, lucru care duce la o vulnerabilitate ridicată a terenurilor.

În cazul extracțiilor metalifere rezultă acumulări grandioase de materiale sterile, deoarece concentrațiile de minerale utile sunt reduse.

Gradul de influență a depozitelor de tipul haldelor de steril asupra sistemelor geomorfologice este dependent de: poziția ocupată în spațiu față de entitățile geomorfologice cu potențial morfodinamic accentuat (suprafețe de racord, axe de drenaj); caracteristicile morfometrice și morfologice ale formelor respective; suprasarcina indusă suprafeței geomorfologice; gradul de acoperire și starea vegetației; eterogenitatea materialelor componente; granulometria depozitelor; susceptibilitatea materialelor componente față de procesele de eroziune sau față de procesele gravitaționale.

Acumulările în halde de steril acoperă întinse suprafețe de teren, împiedică scurgerea de suprafață, diminuează sau accentuează infiltrația și facilitează *curgerile noroioase, alunecările, rostogolirile, surpările și eroziunea concentrată.*

Activitățile miniere ar trebui strict controlate pentru a nu depozita la întâmplare materialele sterile, lucru întâlnit frecvent în foarte multe regiuni. De exemplu, halda Valea Cuibarului este printre cele mai mari depozite de steril minier din România. Ea are o suprafață ocupată de 64 ha și a înmagazinat 40.000 m³, suprafața proiectată fiind de 145 ha. Este amplasată pe versanții estici ai masivelor Curmătura și Ruginiș din nord-vestul Munților Metaliferi. Înălțimea

haldei se încadrează între 100 și 150 m și are o înclinare de 40°-50°, în cazul în care unghiul de stabilitate maxim admis ar fi de 28° (Duma, 1998).

Materialele rezultate în urma activităților miniere trebuie sortate, depuse în bancuri, rigidizate pe cale naturală sau artificială.

Concluzii

Activitățile de minerit compun un prim subciclu economic prin antrenarea stocurilor naturale, aplicând diverse tehnici de extracție, către sistemul de prelucrare. Urmează al doilea subciclu, de transformare și obținerea produselor finite. Ciclurile menționate interferează substratul geologic (rocă, structură) și relieful, iar rezultatul este exprimat în trei forme de manifestare: scoaterea și transferul unor mase de roci dintr-un anumit loc și amplasarea lor în altele; crearea și abandonarea unui relief generat pe cale antropică, un relief derivat, constituit din forme negative (gropi, fose, galerii, cratere) și din forme pozitive (movile, halde, cuverturi de materiale alogene); antrenarea substratului și reliefului într-un dezechilibru marcat de surpări, prăbușiri, subsidențe, tasări, fisuri, falieri, desfășurate pe durate scurte și lungi.

Prin toate acestea se introduce instabilitatea în sistemele naturale și posibilitatea declanșării riscurilor geomorfologice.

Iau naștere areale geomorfologice cu potențial crescut de instabilitate, în care sunt posibile fenomene geomorfologice cu dinamică accentuată (surpări, prăbușiri), cu momente de declanșare dificil de prognozat.

Rezultatul este, în final, un peisaj geomorfologic haotic, de bad-land, cu un pronunțat grad de pustiire ecologică. Refacerea terenurilor, cel puțin parțial, devine extrem de dificilă și costisitoare.

BIBLIOGRAFIE

1. Almășan, B. (1984), *Exploatarea zăcămintelor minerale din România*, vol. I și II, Ed. Tehnică, București
2. Almășan, B., Enescu, D. (1987), *Seismologia exploziilor controlate din industrie*, Ed. Tehnică, București
3. Cioflica, G. (1963), *Prospecțiuni și exploatare. Zăcăminte de minereuri, zăcăminte de minerale neferoase, roci utile*, Ed. Didactică și Pedagogică, București
4. Duma, S. (1998), *Studiul geoecologic al exploatărilor miniere din zona sudică a Munților Apuseni, Munților Poiana Ruscă și Munții Sebeșului*, Ed. Dacia, Cluj-Napoca
5. Fodor, D. (1995), *Exploatarea zăcămintelor de minerale și roci utile prin lucrări la zi*, Vol. I, Ed. Tehnică, București
6. Fodor, D. (1996), *Exploatarea zăcămintelor de minerale și roci utile prin lucrări la zi*, Vol. II, Ed. Tehnică, București
7. Fred, G. B. (2001), *Geologie ambientale. Teoria e Pratica*, Ed. Zanichelli, Bologna, Italia
8. Mac, I. (2003), *Știința mediului. Abordare globală*, Ed. Europontic, Cluj-Napoca