

# PIERDERI ÎN PROCESUL DE EXPLOATARE A REZERVELOR MINERALE ȘI ENERGETICE SOLIDE



**Ing. Mihai MARINESCU,**  
Universitatea București

Este titularul cursurilor foraj și lucrări miniere, explorare și exploatare, exploatarea zăcămintelor de minereuri, management și marketing în geologie. A publicat în țară și în străinătate peste 65 de articole și mai multe cărți. Membru fondator al Societății Geologice a României, membru al Societății de Geologie Economică a României, al Asociației Române de Geologie Inginerească și în Comitetul Director al Fundației „Ion Atanasiu”. În cadrul Agenției Naționale de Resurse Minerale este membru în Comisia de verificare și înregistrare a resurselor/rezervelor de substanțe minerale utile. Face parte din International Association for Engineering Geology and Environment, Fundația Internațională Universitară și International Association for Conservation of Natural Resources and Energy.



**Mihai MAFTEIU,**  
Biroul de Expertiză și  
Consulting,  
Universitatea din București

Este colaborator al Biroului de Expertiză și Consulting, unde participă la studii geofizice, hidrogeofizice și geotehnice, monitorizări privind starea unor zăcăminte de sare în exploatare și propuneri de soluții de reabilitare a terenurilor afectate de halde de steril sau degradate de infiltrații de substanțe poluante (produse chimice, petroliere din exploatare sau depozite). A publicat articole în reviste de minerit pentru uraniu, carstologie-speologie, arheologie și participă la simpozioane cu lucrări de specialitate (hidrogeofizică, geotehnică). Membru în Societatea Română de Geofizică, al Asociației Române de Geologie Inginerească și al Asociației Hidrogeologilor din România.



**Prof. dr. ing. Magdalena MATEI,**  
Universitatea „Valahia”, Târgoviște

Absolventă a Institutului Politehnic din București în 1972. În perioada 1972–2001 a lucrat la Institutul de Cercetări și Modernizări Energetice – ICEMENERG, parcurgând treptele profesionale și administrative: inginer stagiar, cercetător, cercetător principal, șef laborator, șef secție, director general. În perioada 1999–2006 s-a titularizat ca profesor la Universitatea „Valahia” – Târgoviște, Facultatea de Inginerie Energetică. În 2005 a devenit consilier personal al ministrului Mediului și Gospodăririi Apelor. Este autor/coautor la 10 brevete de invenție, 3 cărți și cca 100 articole publicate în țară și în străinătate. În anul 2000 a fost decorată cu Ordinul Național „Pentru Merit” în grad de Cavaler, acordat prin Decret Prezidențial pentru merite deosebite în dezvoltarea cercetării și în progresul științei și tehnologiei. A obținut Premiul I la Expoziția Națională a Invențiilor, București, 1981, și Diploma de excelență în cercetare la Târgul Realizărilor Științei și Inventicii, 2000.

## REZUMAT

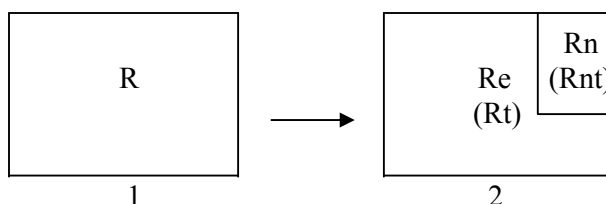
Pe parcursul derulării procesului de exploatare a unei resurse de substanțe minerale și energetice solide, în funcție de transformările cantitative și calitative suferite în cursul extracției și transportului la suprafață, se întâlnesc mai multe tipuri de rezerve, numite și rezerve de exploatare: rezerve exploatare, rezerve excavate, rezerve abătate și rezerve industriale. Determinarea pierderilor se poate face destul de precis prin calcule și, mai ales, prin cântărire, analize de probe și observații continue și îndelungate asupra procesului de exploatare. La nivelul întregului zăcămint, pierderile reale se cunosc doar la sfârșitul exploatareii, după ce se însumează toate cantitățile de substanțe minerale sau energetice extrase din mine sau intrate în uzine de preparare (rezervele industriale), care se scad din rezervele zăcămintului, determinate de inginerul geolog (inițial în timpul explorării, apoi cu o mai mare precizie în etapa de pregătire a zăcămintului, în timpul exploatareii). Însă rezervele industriale trebuie estimate, e drept, cu o oarecare aproximație, cantitativ și calitativ, înainte de începerea exploatareii, în procesul de proiectare a exploatareii zăcămintului. Estimarea e necesară pentru a ști pe ce cantitate de rezervă (și cu ce calitate) se bazează viitoarea exploatare minieră (dacă substanța minerală sau

energetică se poate vinde așa cum a fost extrasă) și uzina de preparare (dacă substanței urmează a i se îmbunătăți calitatea, pentru a putea fi vândută). Ea ține cont de posibilele pierderi ce vor afecta viitorul proces de exploatare și face apel la o serie de formule, limitări și interdicții, prezentate în lucrare, uneori și la rezultatele obținute în exploatarea altor zăcăminte similare.

**ABSTRACT**

In exploitation process of solid power and mineral reserves there are, after quantitative and qualitative transformations happened in time of the extraction and transportation at surface, are distinguish the following exploitation reserves types: exploited, excavated, evacuation, industrial. The damage establishing shall be done, exactly enough, with different methods: calculation and estimate, weighing, samples analysing and continuously and long times observations of the exploit process. At the level of whole deposit, real damage are known at the end of exploitation, after the addition of the all solid power and mineral amounts extracted from mines or entered in dressing plants (industrial reserves), what are deducted from the deposit reserves, reserves established of the geological engineer. But industrial reserves must be estimated, quantitative and qualitative, with a good certainty, before the exploitation beginning. The estimation is necessary for to know what reserve quantity (and with what quality) will have available the future mining exploitation (if power and mineral substances can be sold directly) and dressing plant (if, for to be sold it, their quality must be improved). It take in consideration possible damages in futures exploitation process and uses formulas, bounds and interdictions, presented in this paper, sometimes uses the results got in the exploitation of other similar power and mineral deposits.

Pe parcursul derulării procesului de exploatare a unui zăcământ de substanțe minerale și energetice se întâlnesc mai multe tipuri de rezerve, numite și rezerve de exploatare. Pentru substanțele minerale sau energetice solide, cel mai important criteriu de clasificare a rezervelor de exploatare este însă cel al transformărilor cantitative și calitative suferite în cursul extracției și transportului la suprafață. Conform acestuia, se disting rezerve exploatare, rezerve excavate, rezerve abatare și rezerve industriale. Evidențierea pierderilor, verificarea corectitudinii și eficienței cu care decurge exploatarea unui zăcământ de substanțe minerale sau energetice solide presupun calculul acestor rezerve și urmărirea transformărilor pe care le suferă.



**Fig. 1.** Împărțirea rezervelor ( $R$ ) unui zăcământ de minereu metalifer în rezerve exploatabile ( $Re$ ) și rezerve neexploatabile ( $Rn$ ), în urma proiectării exploatării, sau în rezerve exploatare ( $Rt$ ) și rezerve neexploatare ( $Rnt$ ), după efectuarea exploatării.

Automat, atunci când procesul de exploatare s-a terminat, rezervele exploatabile se transformă în sau sunt denumite rezerve exploatare, trecând în categoria rezervelor consumate.

**1. REZERVE EXPLOATABILE ȘI REZERVE EXPLOATATE**

Rezervele (conform clasificării internaționale ONU) sau resursele economice demonstrate (în clasificarea americană) ale unui zăcământ, puse în evidență în procesul de cercetare, nu vor fi niciodată exploatare în totalitate de către mineri. Încă din timpul desfășurării procesului anterior exploatării zăcământului (evaluarea industrială și proiectarea exploatării), care urmează explorării, prin proiectele de exploatare întocmite de institute specializate, se delimitează porțiuni din rezerve care pot intra efectiv în procesul de exploatare, numite rezerve exploatabile (fig.1).

Din diferite motive importante (chiar de forță majoră), celelalte porțiuni din zăcământul de substanță minerală sau energetică solidă (de exemplu, un zăcământ de minereu metalifer) nu vor face obiectul exploatării și se vor denumi rezerve neexploatabile. Ele vor fi, deci, calculate cu formula:

$$Re = R - Rn \tag{1}$$

unde:  $Re$  reprezintă rezerve exploatabile;  $R$  – rezerve;  $Rn$  – rezerve neexploatabile.

**2. REZERVE NEEXPLOATABILE**

Denumite și pierderi fixe sau pierderi obligate, rezervele neexploatabile reprezintă porțiuni din rezerva zăcământului, care în urma exploatării vor rămâne nefectate, neextrase. Ele se găsesc în pilierii de protecție, de obicei definitiv, lăsați sub localități, râuri, lacuri, șosele, căi ferate, construcții industriale, monumente istorice etc., existente la suprafața terenului. Altele sunt imobilizate în pilierii de protecție de lungă durată ai unor obiective subterane (puțuri, galerii etc.) care deservesc exploatarea (mai ales cele care constituie lucrări de deschidere a zăcământului) sau în pilierii de barieră, lăsați pentru prevenirea unor avarii.

**3. REZERVE EXCAVATE**

Rezervele exploatabile nu ajung să fie extrase în totalitate din zăcământ. O parte din ele, denumite rezerve pierdute, rămân în zăcământ, pierzându-se pentru totdeauna în etapele de pregătire și de extracție. Dacă din

rezervele exploatabile se scad rezervele pierdute ( $R_p$ ), se obține (fig. 2) ceea ce se cunoaște sub denumirea de rezerve excavate ( $R_{ex}$ ):

$$R_{ex} = R_e - R_p \quad (2)$$

unde:  $R_{ex}$  reprezintă rezerve excavate;  $R_e$  – rezerve exploatabile;  $R_p$  – rezerve care vor fi pierdute.

Așadar, rezervele excavate (în procesul de proiectare ar fi mai corectă denumirea de excavabile, deoarece zăcămintul nu a intrat încă în exploatare) reprezintă partea din rezervele exploatabile care va face efectiv obiectul procesului de extracție. Dacă procesul de extracție a avut loc, rezervele excavate sunt acea parte din rezervele exploatare care a fost supusă efectiv dislocării:

$$R_{ex} = R_t - R_p \quad (3)$$

unde:  $R_{ex}$  sunt rezerve excavate;  $R_t$  – rezerve exploatare;  $R_p$  – rezerve pierdute.

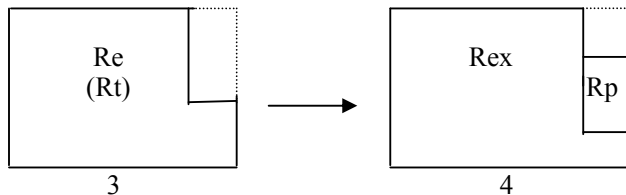


Fig. 2. Împărțirea rezervelor exploatabile ( $R_e$ ), în urma proiectării exploatării sau a rezervelor exploatare ( $R_t$ ), după efectuarea exploatării minereului metalifer dintr-un zăcămint, în rezerve excavate ( $R_{ex}$ ) și rezerve pierdute ( $R_p$ ).

#### 4. REZERVE PIERDUTE

Unele rezerve pierdute sunt cele existente în pilierii de protecție ai suitorilor dintre două panouri învecinate, la metoda de exploatare cu abatere în subetaje sau cele din zonele intens tectonizate ale zăcămintelor, care, din cauza instabilității prezintă pericol de surpare în timpul exploatării (de obicei, astfel de zone ale zăcămintelor, mai rar întâlnite, sunt necunoscute în timpul proiectării exploatării, altfel rezervele respective ar fi fost incluse în categoria celor neexploatabile).

Se încadrează la rezerve pierdute și acele rezerve imobilizate în pilierii de protecție lăsați în tavanul lucrărilor miniere de extracție (abatajelor) sau în vatra acestora. Acești pilieri sunt lăsați atunci când în acoperișul sau în culcușul zăcămintelor există roci necorespunzătoare (friabile, necimentate, curgătoare) din punct de vedere al stabilității, ori strate acvifere.

Rezerve pierdute sunt și acele rezerve care nu se mai extrag din zăcămint din cauza ivirii unor situații neprevăzute. Se pot aminti în acest sens zonele cu conținuturi foarte scăzute ale panoului de exploatare, prelungiri și apofize de mici dimensiuni ale zăcămintului în rocile înconjurătoare, zone cu geometrie variabilă sau foarte

complicată (contur neregulat, ramificații, efilări, schimbări bruște și substanțiale de înclinare etc.) ale zăcămintului sau ale corpurilor care alcătuiesc zăcămintul.

#### 5. REZERVE ABATATE

Dacă la rezervele excavate de substanță minerală și energetică se mai adaugă și sterilul provenit atât din rocile înconjurătoare zăcămintului (vezi fig.3) cât și din intercalațiile sterile, bine dezvoltate ale acestuia, se obțin rezervele abatate sau real abatate.

$$R_{ab} = R_{ex} + A_s = R_{ex} + S_r + S_i \quad (4)$$

unde:  $R_{ab}$  este rezerva abatată;  $R_{ex}$  – rezerva excavată;  $A_s$  – adaosul de steril;  $S_r$  – sterilul provenit din rocile înconjurătoare;  $S_i$  – sterilul provenit din intercalațiile sterile groase ale zăcămintului.

Menționăm că extragerea unei cantități din rocile înconjurătoare și a intercalațiilor sterile subțiri din zăcămint nu poate fi evitată în cursul extracției, deoarece de obicei se folosește exploziv, iar limitele minereu-rocă nu sunt întotdeauna clare sau regulate. Intercalațiile sterile groase pot fi însă ocolite în procesul de extragere de către unele metode de exploatare, motiv pentru care nu sunt luate în considerare (fiind excluse) atunci când sunt calculate și respectiv recalculat rezervele geologice, în procesul de exploatare sau de pregătire. Exploatarea neglijentă sau cu metode neselective, ce nu pot ocoli intercalațiile, determină introducerea în mari cantități a acestora în masa substanței minerale sau energetice excavate.

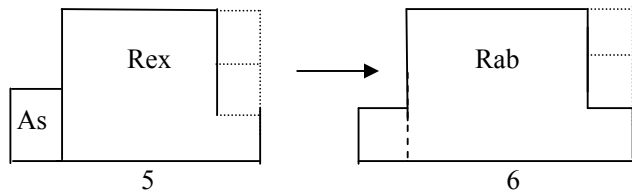


Fig. 3. Trecerea rezervei de minereu excavate în rezervă abatată ( $R_{ex}$  – rezerva excavată;  $A_s$  – adaosul de steril;  $R_{ab}$  – rezerva abatată)

Rezervele abatate arată atât sursa cât și cantitatea de steril introdusă în masa de minereu dislocat (în rezerva excavată) din zăcămint. Ele se determină prin calcul, folosindu-se volumul (lungimea, lățimea și grosimea, necesare aflării volumului, se obțin prin măsurători topografice), precum și greutatea volumetrică (ale sterilului și minereului) și conținuturile în substanță utilă (ale minereului și sterilului), cunoscute încă din timpul explorării. Concret, pornind de la formula anterioară, se obține:

$$R_{ab} = R_{ex} + S_r + S_i = V_m \delta_m + V_r \delta_r + V_i \delta_i \quad (5)$$

unde:  $S_r$  este sterilul provenit din rocile înconjurătoare;  $S_i$  – sterilul provenit din intercalațiile existente în

zăcământ;  $V_m$  – volumul de substanță minerală sau energetică excavat;  $\delta m$  – greutatea volumetrică a substanței minerale sau energetice;  $V_r$  – volumul sterilului provenit din rocile înconjurătoare;  $\delta r$  – greutatea volumetrică a sterilului provenit din rocile înconjurătoare;  $V_i$  – volumul sterilului provenit din intercalațiile sterile groase;  $\delta i$  – greutatea volumetrică a sterilului provenit din intercalațiile sterile groase ale zăcământului.

## 6. REZERVE INDUSTRIALE

Cele mai importante rezerve de exploatare sunt considerate a fi rezervele industriale (fig. 4). Importanța le-o conferă faptul că, pe de o parte, atunci când sunt calculate (se află în stadiul ipotetic, înainte de a se începe exploatarea) se folosesc la proiectarea exploatării unui zăcământ sau perimetru minier (dacă zăcământul e mare și se împarte în mai multe perimetre, exploatate separat) iar pe de altă parte pentru că ele, când se obțin efectiv în urma extragerii, constituie materia primă (substanța minerală sau energetică brută) care se comercializează ca atare (de exemplu cărbune energetic) sau care intră în procesele de preparare ori de prelucrare industrială (cum ar fi, de exemplu, un minereu metalifer sau cărbunele cocsificabil).

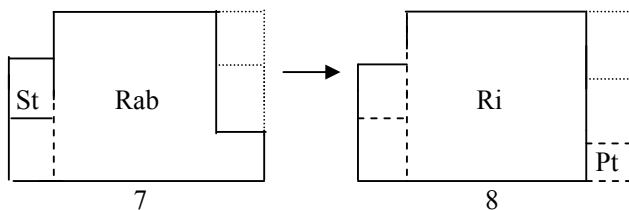


Fig. 4. Trecerea rezervei abataate de minereu în rezervă industrială, cu adaosurile și pierderile suferite ( $Rab$  – rezerva abataată;  $St$  – steril introdus la manipulare și transport;  $Pt$  – pierderi tehnologice).

Rezervele industriale se definesc ca fiind cantitățile de minereu scoase efectiv din zăcământ la suprafața terenului, respectiv cantitățile de minereu brut sau de minereu industrial. Concret, ele se calculează cu formula:

$$R_i = Rab - Pt + St \quad (6)$$

unde:  $R_i$  reprezintă rezerva industrială;  $Rab$  – rezerva abataată;  $Pt$  – pierderi tehnologice;  $St$  – steril introdus în masa substanței minerale sau energetice extrase în timpul manipulării și transportului acesteia.

Pierderile tehnologice sunt calculate astfel:

$$Pt = Ps + Pe \quad (7)$$

în care:  $Ps$  sunt pierderi specifice metodelor de exploatare;  $Pe$  – pierderi de evacuare.

*Pierderile specifice* sunt diferite de la o metodă de exploatare la alta. De exemplu, la metoda de exploatare

ascendentă cu rambleu ele sunt constituite din substanța minerală sau energetică desprinsă din zăcământ și rămasă pe vatra abatajului sau din cea extrasă și amestecată cu rambleu (substanță minerală sterilă cu care se umple uneori golul creat prin exploatarea resursei). La metoda de exploatare cu surpare pierderile specifice sunt constituite din substanța minerală rămasă nerecuperată, în zonele surpate.

*Pierderile de evacuare* sunt cantități de substanță minerală sau energetică ce dispar în urma evacuării din abataj și în timpul transportului până la suprafață.

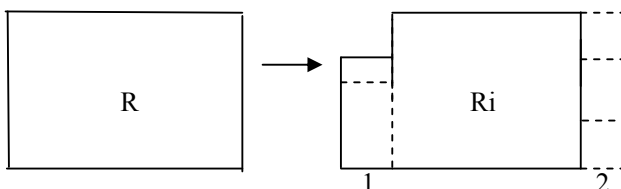


Fig. 5. Reducerea rezervelor de minereu, în procesul de exploatare a unui zăcământ, din cauza pierderilor.

## 7. CONCLUZII

Evidențierea pierderilor, ca și verificarea corectitudinii și eficienței cu care decurge exploatarea unui zăcământ de substanțe minerale sau energetice solide, presupune calculul acestor rezerve și urmărirea transformărilor pe care le suferă. Față de rezervele de substanțe minerale sau energetice inițiale, puse în evidență de inginerul geolog, rezervele industriale rezultate în urma exploatării sunt mai mici (în fig.5, coloana 1 a adaosurilor este mai mică decât coloana 2, a pierderilor, limitărilor și interdicțiilor de exploatare). Mărimea pierderilor este variabilă de la o substanță la alta, iar în cazul aceleiași substanțe diferă de la un zăcământ la altul. De exemplu, rezervele unor metale (plumb, zinc, cupru și aluminiu) se micșorează, cantitativ, în medie cu 5–10 % (Marinescu, 1997) prin extragerea, aducerea la suprafață și transformarea lor în rezerve industriale. Aceste pierderi pot fi calculate și estimate, cu o oarecare aproximație, înainte de începerea exploatării, în etapa de proiectare. Dacă nu pot fi evitate, ele trebuie neapărat diminuate, prin metode specifice.

## BIBLIOGRAFIE

1. **Marinescu M.** *Optimizarea explorării zăcămintelor de minereuri neferoase*. Teză doctorat. Universitatea din București, 1997.
2. **Marinescu M.** *Exploatarea zăcămintelor de minereuri*. Editura Universității din București, 2006.
3. **Preda Gh.** (coordonator tratat), *Valorificarea resurselor naturale*. (Vol. 2: Creșterea eficienței valorificării resurselor naturale). International University Press, București, 2005.