

**SOLUȚIE PENTRU DIMINUAREA
EFECTULUI DE REDUCERE A
PROFILULUI EXCAVAȚIILOR
MINIERE SUBTERANE
DATORAT PROCESULUI DE
UMFLARE AL ROCILOR
ARGILOASE ÎN ZONELE DE
VATRĂ**

Dr. ing. Valeriu PLEȘEA – *CSI, SC
ICPM SA Petroșani*

**Șef lucr. dr. ing. Attila BLENESI -
DIMA** – *Universitatea de Științe
Agricole și Medicină Veterinară a
Banatului din Timișoara*

**Drd. ing. ec. Marius Eremia
VLAICU POPA** – *SNLO Tg. Jiu*
VLASIN NICOLAE IOAN, *Eng., SC
SIP SA Petrila*

Drd. ing. Ciprian MIMARĂ –
Universitatea Petroșani

**SOLUTION FOR DEPLETION
THE EFFECT OF REDUCING
THE PROFILE OF
UNDERGROUND EXCAVATION
DUE TO BULKING PROCESS OF
ARGILLACEOUS ROCKS
FROM THE FLOOR AREAS**

PLEȘEA VALERIU, *PhD. Eng., CSI,
SC ICPM SA Petroșani*

BLENESI – DIMA ATTILA,
*Lecturer, PhD., Eng., Universitatea de
Științe Agricole și Medicină Veterinară
a Banatului din Timișoara*

**VLAICU POPA MARIUS
EREMIA**, *PhD. Econ., Eng., SNLO
Tg. Jiu*

VLASIN NICOLAE IOAN, *Eng., SC
SIP SA Petrila*

NIMARĂ CIPRIAN, *Eng. PhD. -
student, University of Petroșani*

REZUMAT: În cazul execuției excavațiilor miniere subterane în medii cu prezență de roci argiloase și umiditate, indiferent de sistemul de susținere folosit au loc deformări accentuate de contur, prin umflarea acestora și acțiunea cumulată a presiunilor de reazem în zona de vatră.

Fără a proceda la efectuarea lucrărilor de reprofilare și rearmare a lucrărilor miniere, soluția asigurării mărimii optime a profilului excavației pe întreaga ei perioadă de serviciu constă din reproiectarea susținerii metalice folosite, în sensul prelungirii stâlpilor și adoptării unui profil inițial superior, cu rezervă de convergență pentru contracararea procesului de deformare a rocilor din vatră și reducerea astfel a profilului.

1. INTRODUCERE

Susținerea din arce metalice culisante aplicată actual, în exclusivitate, la execuția galeriilor de mină este de tip deschis la vatră, fiind proiectată pentru preluarea solicitărilor

ABSTRACT: In case of underground excavations in argillaceous rock and wet environments, reckless of the used support system, a contour distortion occur, by the bulking process and cumulative action of foothold pressure in the floor area. Without proceeding to carry out again the mining works of trimming and reinforcing, the solution of getting the optimum size for excavation shape on its entire operation time, consists in redesigning the metal support used in terms of extending the original pillars and adopting a higher profile, with reserves of convergence for counteract the deformation process of rocks in the floor and thus reducing the profile.

1. INTRODUCTION

The current applied method by sliding metal arcs supporting system, exclusively, is open to the floor for board execution, being designed for taking the maximum vertical

maxime verticale din tavan. Prin urmare, acest tip de susținere nu permite funcționarea fără reparații a galeriilor care se execută în condiții de deformare accentuată a rocilor din vatră, fiind alocate actual consumuri anuale mari de materiale și cheltuieli bănești ridicate pentru efectuarea lucrărilor de rearmare, reprofilare și planare de vatră. De asemenea, pentru alegerea unor construcții raționale de susținere este necesară studierea legității modului de manifestare a presiunii miniere, în funcție de proprietățile rocilor înconjurătoare și caracterul interacțiunii dintre acestea și susținere.

În urma cercetărilor efectuate s-a stabilit că operația de planare a galeriilor, aplicată pentru tăierea rocilor din vatră, reactivează procesul de umflare, din care cauză devine necesară repetarea acestei operații de două sau chiar de trei ori pe durata unui an. Totodată, pe lângă generarea unor consumuri mari de muncă și cheltuieli extrem de ridicate, operația de planare a vetrei favorizează, sub acțiunea presiunii laterale, convergerea (înclinarea) stâlpilor neîncastrați ai susținerii către interiorul lucrării miniere, pe distanțe de 0,2 – 0,5 m, cu tot cortegiul de urmări defavorabile privind asigurarea la îmbinări a alunecării reciproce dintre elemente.

Față de situația dată, pentru combaterea umflării vetrei se propune soluția măririi înălțimii stâlpilor susținerii, în vederea compensării deformării maxime a rocilor. În acest mod, prin montarea stâlpilor la baza rocilor nefrământate din vatra slăbită rezultă creșterea rezistenței acestora la deplasările laterale, favorizând obținerea unei stări de echilibru a rocilor pe contur, cu asigurarea secțiunii de lucru necesară a lucrării.

2. EVALUAREA ÎNĂLȚIMII STÂLPILOR DE SUSȚINERE ȘI EXEMPLIFICAREA ALGORITMULUI DE CALCUL

Pentru determinarea înălțimii stâlpilor se folosește rezultatul rezolvării analitice a

requests from the roof. Therefore, this type of support can not function without adits repairs which are made in deformation rocks from the floor, being given a great annual consumption of materials and money for carrying out the reinforcement and re-designing works of the floor.

Also, choosing a rational support system is necessary to study the mining pressure, according to the properties and character of the surrounding rock and interaction between them and the support system.

Following investigations it was established that smooth operation of the adits, used for cutting the floor rocks, reactivates the bulking process, which is why it becomes necessary to repeat this operation for two or even three times a year.

However, besides generating a great effort and higher expense, the smooth operation of floor bring forward the inclination of the support system chocks which are not built-in to the inside, because of lateral pressure, within mining range of 0.2 - 0, 5 m, with all the adverse consequences of sliding between elements.

Compared to this situation, to avoid the floor bulking is proposed to increase the height of the support pillars, to compensate the maximum deformation of rocks.

In this way, by building on the pillars to the base of the unaffected floor rocks, results the increase of their resistance to lateral movements, favoring the achievement of a balanced state for outline rocks, with the assurance of required working section.

2. HEIGHT ESTIMATION OF SUPPORT PILLARS AND ILLUSTRATION OF CALCULATION ALGORITHM

For the estimation of pillars height is used the result of analytical solution of

deplasării conturului lucrării miniere, ca un caz limită de deformare și cu slăbirea pronunțată a rezistenței rocilor, respectiv:

$$U = K_p \cdot r \quad (1)$$

unde:
 U – deplasarea conturului lucrării miniere;
 r – raza lucrării miniere;
 k_p – coeficient funcție de condițiile de amplasament a lucrării.

Where:
 U - displacement of mining work contour;
 r - mining work radius;
 k_p - coefficient depending on the work site conditions.

$$K_p = \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{1+\mu}{E} \cdot \frac{\gamma_a \cdot H + \sigma_c}{j+1} \cdot \sqrt{\left(\frac{3 \cdot \gamma_a \cdot H - \sigma_c}{(j+1) \cdot p} \right)^2} \quad (2)$$

H – adâncimea de amplasare a lucrării;
 P – reacțiunea susținerii;
 σ_c - rezistența la compresiune monoaxială a rocii;
 γ_a - greutatea specifică aparentă a rocii;
 E – modulul de elasticitate al rocilor;
 μ - coeficientul lui Poisson;
 α - parametrul reologic al rocilor.

H - mining work position depth;
 P - reaction of support system;
 σ_c - uniaxial compressive strength resistance of rock;
 γ_a - bulk specific gravity of rock;
 E - elasticity of rocks;
 μ - Poisson's coefficient;
 α - rheological parameter of rocks.

$$\alpha = K_\alpha \cdot \frac{\gamma_a \cdot H}{j \cdot r \cdot \sigma_c} \quad (3)$$

K_α – coeficient funcție de mărimea secțiunii galeriei și adâncime;
 j – parametru ce caracterizează unghiul de frecare interioară a rocilor.

K_α - coefficient, depending on depth and section of adit;
 j - parameter which characterize the slide angle of rock.

Pentru condițiile din Valea Jiului, între reducerea suprafeței secțiunii galeriei și mărimea deformării rocilor pot fi scrise relațiile:

For the Jiu Valley's conditions, between the adit section decrease and the size of rock deformation, the following relations can be written:

$$S_i = 4,54 \cdot h_i - 0,09 \cdot h_i^2 + 0,38 \quad (5)$$

$$h_i = (a_i \cdot \ln T + c_i) \cdot 10^{-3} \quad (6)$$

unde: S_i – reducerea suprafeței secțiunii galeriei;
 h_i – mărimea umflării rocilor;
 T – timpul de la execuția lucrării până la o stabilizare relativă a umflării rocilor;

Where: S_i – decrease of adit section;
 h_i - the size of rocks bulking;
 T - time of work to a relative stabilization of rock bulking;
 a_i, c_i - regression parameters.

a_i, c_i – parametrii de regresie.

Din considerente geometrice se obține:

From geometric considerations we get:

$$r_o = \sqrt{\frac{S_p + \Delta S_o + \Delta S_t}{\pi}} \quad (7)$$

$$S_o = \pi \cdot U^2 \cdot \left(\frac{2}{k_p} - 1 \right) \quad (8)$$

unde: S_p – suprafața necesară de funcționare/exploatare a secțiunii galeriei;

Where: S_p – optimum surface for operation/exploitation of adit section;

ΔS_0 și ΔS_t - reducerea suprafeței secțiunii corespunzătoare deplasărilor momentan convenționale pe o perioadă de timp T;

r_0 - raza galeriei aferentă suprafeței secțiunii S_0 .

Conform relațiilor (5, 6) se obține, după rezolvarea împreună a relațiilor (1 și 8), expresia pentru calculul razei, respectiv:

$$r_0 = \sqrt{\frac{S_p + 10^{-3} \cdot a_i \cdot \ln T(4,54 - 0,09 \cdot a_i \cdot \ln T)}{(1 - k_p)^2}}, m \quad (9)$$

Prelungirea necesară a stâlpilor de susținere va fi:

$$l = \frac{\pi \cdot r_0^2 - (S_{tp} + b \cdot A)}{A}, m \quad (10)$$

unde: S_{tp} - suprafața tipizată a secțiunii galeriei (se consideră aceeași cu suprafața necesară de exploatare - S_p);

A - lățimea tipizată a galeriei;

b - mărimea pătrunderii stâlpilor în vatra.

Pentru exemplificare se consideră 3 tipodimensiuni de profile miniere pentru execuția galeriei de mină (GDM - 10; GDM - 11, GDM - 12), ca fiind cele mai frecvent aplicate actual la minele din Valea Jiului. Ca și condiții geominiere de amplasament se consideră execuția lucrării miniere la adâncimi de la 300 la 1000 m, cu salturi de 100 în 100 m, în roci de tipul argilei având următoarele caracteristici:

$$\gamma_a = 2,54 \text{ t/m}^3;$$

$$E = 2243 \text{ MPa};$$

$$\mu = 0,35;$$

$$\varphi = 20^0;$$

$$\sigma_c = 20,6 \text{ MPa}.$$

Se mai cunosc:

$$P = 17 \text{ t/m}^2 - \text{cazul profilului GDM - 10};$$

$$P = 15 \text{ t/m}^2 - \text{cazul profilului GDM - 11};$$

$$P = 12 \text{ t/m}^2 - \text{cazul profilului GDM - 12};$$

$$a_i = 63,5;$$

$$T = 90 \text{ zile};$$

$$b = 0,2 \text{ m}.$$

Pentru cele trei dimensiuni de profile miniere și adâncimi considerate, valoarea coeficientului $K\alpha$ se redă în tabelul 1:

ΔS_0 and ΔS_t - decrease the sectional area corresponding to currently displacement on a conventional time T;

r_0 - board radius for the section S_0 .

According to relations (5, 6) is obtained by solving the relations with (1 and 8), the expression for calculating the radius, respectively:

Extending of the supporting pillars will be:

Where: S_{tp} - standard area of board section (the surface should be considered the same with the exploitation area - S_p);

A - standard width of the board;

b - size of the pillars entry into the floor.

For example it is considered three different sizes of mining profiles for an adit design (GDM - 10; GDM - 11, GDM - 12) as the most commonly used in the Jiu Valley mines. For emplacement of mining conditions, execution of the mining work is considered to be at depths of 300 to 1000 m, with skips of 100 to 100 m, in rocks type as clay having the following characteristics:

$$\gamma_a = 2,54 \text{ t/m}^3;$$

$$E = 2243 \text{ MPa};$$

$$\mu = 0,35;$$

$$\varphi = 20^0;$$

$$\sigma_c = 20,6 \text{ MPa}.$$

Also it is known:

$$P = 17 \text{ t/m}^2 - \text{profile type GDM - 10};$$

$$P = 15 \text{ t/m}^2 - \text{profile type GDM - 11};$$

$$P = 12 \text{ t/m}^2 - \text{profile type GDM - 12};$$

$$a_i = 63,5;$$

$$T = 90 \text{ days};$$

$$b = 0,2 \text{ m}.$$

For the three types of profile sizes and depths, the value of $K\alpha$ coefficient is shown in table 1:

Tab. 1

Adâncime, m	Valoarea parametrului		
	GDM - 10	GDM - 11	GDM - 12
H = 300	1,00	1,50	2,00
H = 400	2,00	3,00	3,50
H = 500	2,25	3,25	3,75
H = 600	2,50	3,50	4,00
H = 700	2,75	3,75	4,25
H = 800	3,00	4,00	4,50
H = 900	3,25	4,50	4,75
H = 1000	3,50	4,75	5,00

În urma efectuării calculului și prelucrării rezultatelor se construiește nonograma redată în figura 1, care exprimă dependența dintre variația înălțimii stâlpilor metalici de susținere (l), în funcție de reducerea razei (r₀) a galeriei și diferite condiții geominiere de amplasament a acesteia.

Following the calculation and processing the results it is made the monogram shown in figure 1, which expresses the dependence of the height variation of metal support pillars (l) depending on the reducing of radius (r₀), board and various mining conditions of its location [2, 3].

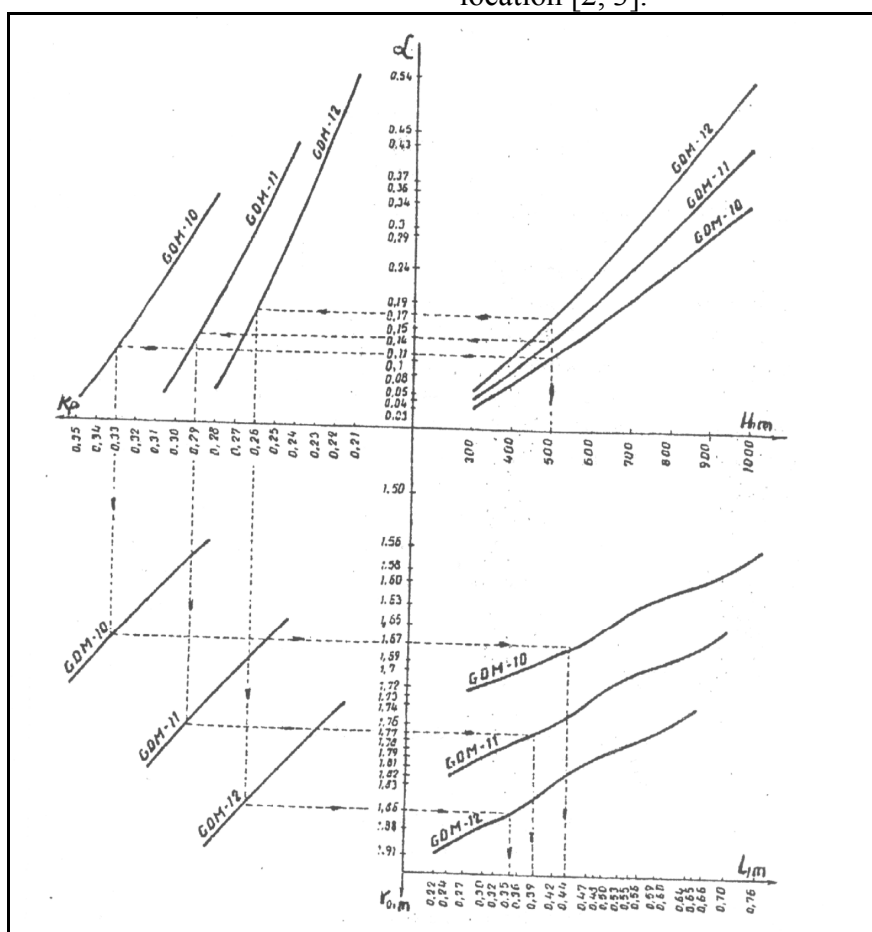


Fig. 1 Variația înălțimii stâlpilor susținerii (l) în funcție de reducerea razei galeriei (r₀) pentru diferite condiții geominiere de amplasament

Figure 1 Height variation of metal support pillars (l) depending on the reducing of radius (r₀), board and various mining conditions of location.

Pentru condițiile date, nomograma prezentată ajută la stabilirea operativă și cu o precizie acceptabilă a mărimii înălțimii stâlpilor de susținere, cunoscând reducerea razei galeriei într-un interval de timp.

Urmând cheia de rezolvare a nomogramei, pornind din punctul care reprezintă adâncimea de amplasare H , pentru un anumit tip de lucrare și valoare a parametrului α , se obține mărimea coeficientului k_p și reducerea razei r_0 , funcție de care se stabilește mărimea înălțimii stâlpilor în cazul execuției lucrării la profilul adoptat. Astfel, pentru cele trei tipodimensiuni de profile miniere date, cunoscând $H = 500$ m se obțin mărimile necesare prelungirii stâlpilor, de 0,35 m în cazul profilului GDM – 12, 0,39 m în cazul GDM – 11 și 0,44 , pentru GDM – 10. Se constată în acest caz, că odată cu creșterea adâncimii, mărimile necesare prelungirii stâlpilor cresc, înregistrând valori superioare în cazul profilului GDM – 10, fenomen explicabil prin prezența unei deschideri mai reduse a galeriei la nivelul vetrei și tendinței de deplasare/refulare a volumului de rocă către golul creat pe înălțimi superioare.

CONCLUZII

1. Pentru condițiile amplasării galeriilor de mină în roci argiloase, susținerea metalică actuală de tip „deschis” la vatră nu poate preîntâmpina consecințele procesului de umflare intensă a vetrelor, înregistrându-se actual consumuri mari de manoperă și cheltuieli pentru efectuarea periodică a lucrărilor de planare;

2. Pentru combaterea umflării vetrei galeriilor de pregătire, cu asigurarea condițiilor optime de funcționalitate, se propune aplicarea soluției de prelungire a înălțimii stâlpilor metalici de susținere, procedeu bazat pe compensarea deformării maxime a rocilor, prin pătrunderea stâlpilor în vatra slăbită;

3. Pentru condițiile din Valea Jiului, mărimea necesară prelungirii stâlpilor de susținere diferă în funcție de tipul profilului

For these conditions, the shown monogram is useful to determine preciseness the size of support pillars, knowing the decrease of adit radius in a specific time. Following the solving key of the diagram, from the point where H is the depth of placement for a particular type of work and value of parameter α , it is achieved the size of k_p coefficient and the decrease of radius r_0 , depending on the size of which it is determined the height of pillars for mining work to the used profile.

Thus, for the three sizes of mining profiles, knowing $H = 500$ m, the values for pillars extension are obtained, of 0.35 m for GDM profile - 12, 0.39 m for GDM - 11 and 0.44 for GDM - 10. In this case, it is shown that by increasing the depth, it is necessary to increase the pillar extension as well, having higher values for GDM profile - 10, a phenomenon explained by the presence of a small opening of board in the floor area and the tendency of displacement/discharge of rocks to the created gap from the higher heights.

CONCLUSIONS

1. For the conditions of boards placement in clay rocks, the current metal support of "open" type to floor, can not prevent the consequences of increased floor bulking, recording large consumption and manufacturing costs for making regular smooth works;

2. To stop the bulking of adits floor, ensuring optimal functionality, the proposed solution is to extend the height of metal support pillars, a procedure based on compensation of maximum rock deformation by pillar penetration to the weakened floor;

3. For the Jiu Valley conditions, the necessary size for pillars extension varies depending on the used adit profile, having values from 0.2 to 0.8 m, with the extension trend for greater depths and lower sections of the mining works;

de galerie adoptat, înregistrând valori de 0,2 – 0,8 m, cu tendința de creștere pentru adâncimi mai mari și secțiuni mai reduse a lucrărilor miniere;

4. Prin aplicarea susținerii cu stâlpi prelungiți se asigură reducerea consumurilor alocate actual pentru reparații și întreținere, prognozându-se menținerea funcționalității optime a galeriilor în condiții de deplină eficiență economică.

BIBLIOGRAFIE

1. Pleșea, V., Popa Vlaicu, M.E., Vasilescu, D. – *Asses of metal composition and optimization and rezistance parameters of the support systems for underground implementation*. Annals of the „Constantin Brâncuși” University Tg. Jiu. Engineering series, nr. 2, 2008, ISSN 1844 – 4856, pp. 239 – 244;

2. Pleșea, V., Vasilescu, D., Traistă, E., Toth, L. – *Posibilities to use the electrolytic solutions to fight aqaiust the swelling of clays during underground mining operations*. Lucrările științifice ale Simpozionului Internațional Multidisciplinar „Mining engineering ecology and polluted zones rehabilitation resourses and materials processing – UNIVERSITARIA SIMPRO 2008”, Petroșani, 16-17 oct. 2008, ISSN-4449, pp. 45-49;

3. Rebrîșoreanu, M., Traistă, E., Pleșea, V. - *Classification of argilla ceoux roces from northeastern part of coal field Petrosani, Romania*. Lucrările științifice ale Simpozionului Internațional “New Trends in Mineral Processing III” VSB – TU OSTRAVA, 24.06 – 26.06, 1999, pp. 169 – 172;

4. Smigol, A.B., Kiricenco, V.J., Sadovenko, I.A. – *Metodologie pentru calculul parametrilor susținerilor din galeriile direcționale*. Sathnoe Stroitelistvo, numărul 1, 1987.

4. By applying the extended pillar support, the decreasing of current consumption allocated for repairs and maintenance is ensured, forecasting the functional maintenance of the adits in complete economic efficiency.

BIBLIOGRAPHY

1. Pleșea, V., Popa Vlaicu, M.E., Vasilescu, D. – *Asses of metal composition and optimization and rezistance parameters of the support systems for underground implementation*. Annals of the „Constantin Brâncuși” University Tg. Jiu. Engineering series, nr. 2, 2008, ISSN 1844 – 4856, pp. 239 – 244;

2. Pleșea, V., Vasilescu, D., Traistă, E., Toth, L. – *Posibilities to use the electrolytic solutions to fight aqaiust the swelling of clays during underground mining operations*. Lucrările științifice ale Simpozionului Internațional Multidisciplinar „Mining engineering ecology and polluted zones rehabilitation resourses and materials processing – UNIVERSITARIA SIMPRO 2008”, Petroșani, 16-17 oct. 2008, ISSN-4449, pp. 45-49;

3. Rebrîșoreanu, M., Traistă, E., Pleșea, V. - *Classification of argilla ceoux roces from northeastern part of coal field Petrosani, Romania*. Lucrările științifice ale Simpozionului Internațional “New Trends in Mineral Processing III” VSB – TU OSTRAVA, 24.06 – 26.06, 1999, pp. 169 – 172;

4. Smigol, A.B., Kiricenco, V.J., Sadovenko, I.A. – *Metodologie pentru calculul parametrilor susținerilor din galeriile direcționale*. Sathnoe Stroitelistvo, numărul 1, 1987.