



PROGNOZAREA FENOMENULUI DE SUBSIDENȚĂ PRIN METODA ICPMC

Dr. ing. Mircea BELDEA

decembrie 2015

Metoda ICPMC a fost dezvoltată la sfârșitul anilor 70 în baza cercetărilor științifice realizate de specialiștii Institutului de Cercetări și Proiectări Miniere pentru Cărbune din Petroșani, în colaborare cu Institutul de Mine Petroșani și cu alte institute de cercetare specializate precum ICEMIN și INCERC București, cu cadrele tehnice de la Combinatul Minier Petroșani și minele din Valea Jiului, în contextul schimburilor de experiență cu cercetătorii din alte țări cu experiență minieră importantă. Metoda reflectă rezultatele unei cantități impresionante de măsurători topografice din stațiile de monitorizare instituite în toate perimetrele miniere din Valea Jiului.

Metoda ICPMC permite prognozarea fenomenului de subsidență, calculul adâncimii de siguranță și proiectarea pilierilor de siguranță. Parametrii caracteristici ai fenomenului au fost determinați în baza măsurătorilor și calculelor analitice, diferențiat pe 11 perimetre miniere din Valea Jiului.

Metoda ICPMC se încadrează, împreună cu metoda poloneză Budryk-Knothe, sau cea maghiară Martos, în grupa metodelor funcțiilor de profil, care încearcă să definească forma albiei de scufundare prin graficul unei funcții matematice. Pe de altă parte există metode, cele ale funcțiilor de influență, care folosesc teoria ariei de influență în jurul unui punct de extracție, sau metode care se bazează pe modele fizice sau teoretice.

Înainte de a explica pe scurt fundamentele metodei ICPMC, este necesară clarificarea unor noțiuni preliminare. Activitatea de exploatare presupune tăierea și evacuarea la suprafață a cărbunelui din zăcământ, în spații subterane denumite abataje. Odată cu tăierea și evacuarea cărbunelui, elementele de susținere ale abatajului, care asigură spațiul de lucru, avansează, lasând în spate un gol nesuținut. Rocile din tavanul abatajului, rămase în consolă, datorită greutatei proprii se fisurează, se rup și cad în golul rămas în urma exploatării. În acest fel, tot pachetul de roci situat deasupra spațiului exploatat se pune în mișcare, având tendința de a umple golul remanent și de a restabili echilibrul inițial distrus de lucrările miniere. Procesul de mișcarea rocilor se propagă până la suprafață, provocând în funcție de adâncimea exploatării deplasări și deformații mai mici sau mai mari. Rezultatul procesului de deplasare și deformare se numește albie de scufundare și este definită de următorii parametri:

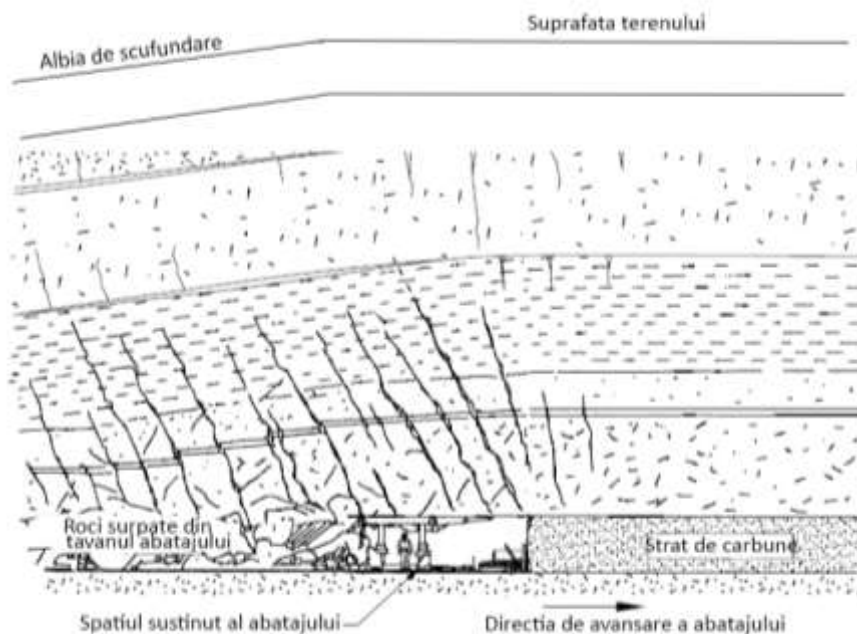


Fig. 1 Formarea albiei de scufundare

1. **Scufundarea** – reprezintă diferența dintre nivelul inițial al terenului și nivelul său de la o anumită dată, în urma fenomenului de subsidență. Se determină de regulă prin nivelment geometric de la mijloc pe o rețea de repere de monitorizare. Se consideră că un reper este stabil, dacă scufundarea sa finală este mai mică de 20 mm. Se consideră că mișcarea de scufundare a încetat, dacă trei măsurători succesive efectuate la interval de cel puțin 3 luni, evidențiază scufundări mai mici de 20 mm.
2. **Înclinarea curbei de scufundare** – este înclinarea unei zone de teren față de înclinarea sa inițială. Se obține prin raportul dintre diferențele de scufundare a două repere consecutive și distanța orizontală dintre acestea. Se exprimă în mm/m.
3. **Raza de curbura suprafeței** – este raza cercului osculator al curbei de scufundare, dusă prin trei puncte ale acesteia. Este inversul curburii. Se exprimă în km.
4. **Deplasarea orizontală** – este deplasarea în plan orizontal al unui reper de monitorizare și definește, împreună cu scufundarea, vectorul de deplasare a reperului. Se exprimă în mm.
5. **Deformația orizontală** – reprezintă alungirea sau comprimarea specifică a unei porțiuni de teren dintre două repere, față de distanța orizontală dintre acestea. Se exprimă în mm/m.
6. **Lungimea critică a abatajului** – este acea lungime pentru care scufundarea suprafeței este maximă absolută într-un singur punct. Se determină separat pe direcția de avansare și pe cea a frontului de abataj.
7. **Coeficientul de scufundare al suprafeței** – este raportul dintre scufundarea maximă și grosimea de exploatare a stratului de cărbune.

8. **Unghiurile limită de scufundare** – reprezintă unghiurile formate de orizontala cu dreapta care unește marginea zonei exploatare și punctul de la suprafață a căru scufundare este de $0,1 S_{max}$, dar nu mai mult de 20 mm. Se determină separat unghiurile limită de scufundare pe direcția stratului (δ) și transversal, în aval de exploatare (β) și în amonte față de exploatare (γ).
9. **Unghiurile scufundării maxime** – reprezintă unghiurile formate de orizontala cu dreapta care unește marginea zonei exploatare și punctul de la suprafață cu scufundare maximă. Se determină separat unghiurile scufundării maxime pe direcția stratului (δ^*) și transversal, în aval de exploatare (β^*) și în amonte față de exploatare (γ^*).

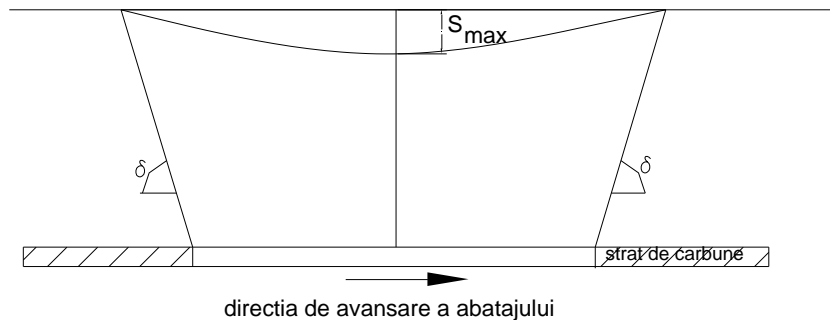


Fig. 2 Limitele albiei de scufundare (S_{max} – scufundarea maximă)

Limitele zonei de influență a unui abataj se determină la intersecția suprafeței terestre cu niște plane înclinate care trec prin marginile exploatării și au înclinari egale cu unghiurile limită de scufundare pe direcție, în aval și în amonte (fig. 2).

Scufundarea terenului într-un punct oarecare al albiei de scufundare se calculează cu ajutorul funcției de profil:

$$S_x = A_x \times S_{max}$$

unde:

$$A_x = \exp\left(-\pi \frac{x^2}{L_x^2}\right)$$

x = distanța dintre punctul curent și punctul de scufundare maximă

L_x = distanța dintre punctul de scufundare maximă și marginea zonei de influență

iar

S_{max} = scufundarea maximă, calculată cu relația

$$S_{max} = a \times m$$

unde:

$$a = -0.121 + 1.295 \times \lambda - 0.381 \times \lambda^2$$

m = grosimea exploatăată

$$\lambda = \min\left(\frac{l}{l_{crt}}; \frac{L}{L_{crt}}\right)$$

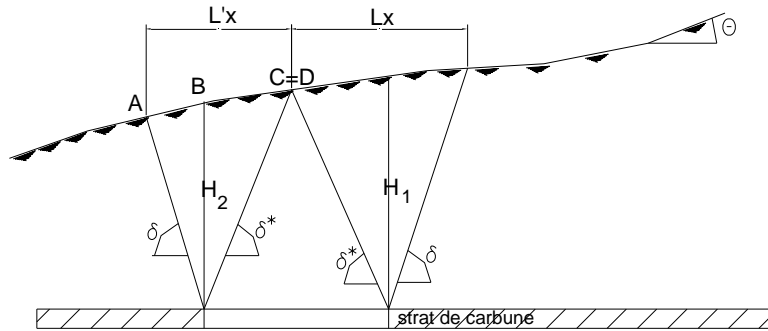
l_{crt} , L_{crt} = dimensiunile critice pe direcția liniei de front și pe cea de avansare;

l , L = linia de front și lungimea pe direcție a abatajului

Dimensiunile critice ale exploatării L_{crt} și l_{crt} se calculează după cum urmează:

- lungimea critică direcțională (în sensul de avansare a abatajului) (fig. 3):

$$L_{cr} = H_1 \cdot \cos \theta \frac{\cos \delta^*}{\sin(\delta^* + \Theta)} + H_2 \cdot \cos \theta \frac{\cos \delta^*}{\sin(\delta^* - \Theta)}$$



Arie critica

Fig. 3 Aria critică de exploatare

Dacă aria de exploatare este supracritică ($\lambda > 1$), scufundarea maximă se înregistrează nu doar într-un punct, ci în toată zona mediană C-D (fig. 4).

Dacă aria de exploatare este subcritică ($\lambda < 1$), valoarea maximă a scufundării realizate este mai mică decât cea a scufundării maxime pentru o arie critică, cu atât mai mică cu cât valoarea coeficientului λ este mai mică (fig. 5).

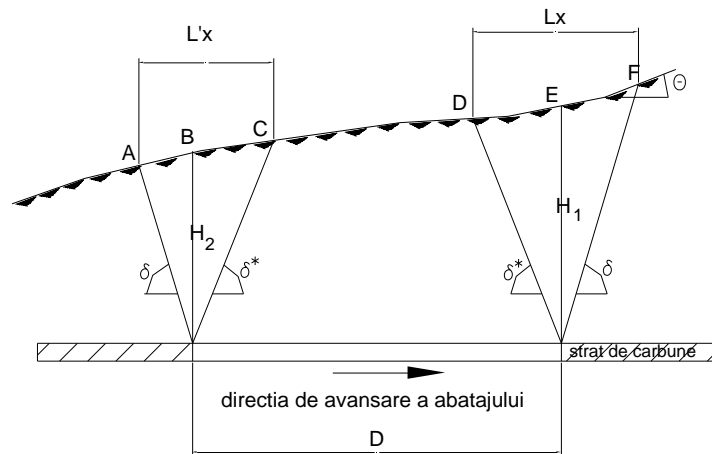


Fig. 4 Unghiurile limită și unghiurile scufundării maxime pe direcția de avansare a abatajului

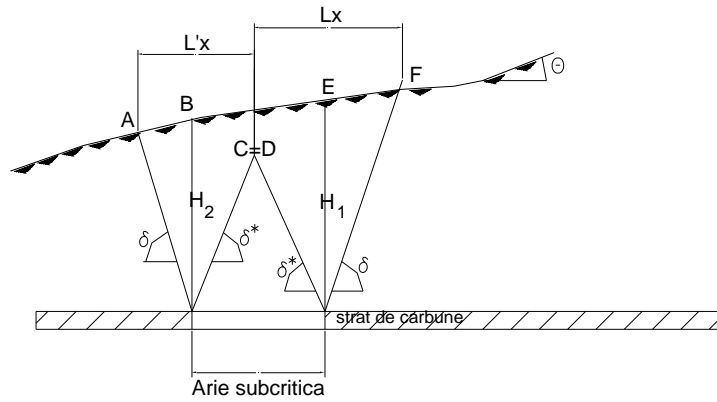


Fig. 5 Arie de exploatare subcritică

- lungimea critică transversală (de-a lungul liniei de front) (fig. 6):

$$l_{cr} = H_3 \times \cos \varphi \frac{\cos \beta^*}{\sin(\beta^* + \varphi)} + H_4 \cdot \cos \varphi \frac{\cos \gamma^*}{\sin(\gamma^* - \varphi)}$$

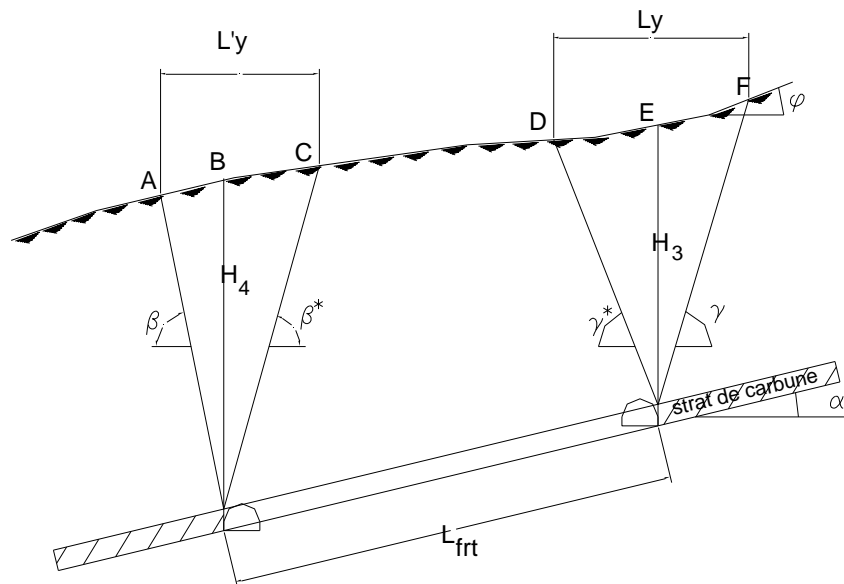


Fig. 6 Unghiurile limită și unghiurile scufundării maxime transversal pe direcția de avansare a abatajului

Ceilați parametri ai curbei de scufundare se calculează cu relațiile:

Înclinarea

$$I_x = B_x \times \frac{S_{max}}{L_x}$$

unde:

$$B_x = 2\pi \frac{x}{L_x} \exp\left(-\pi \frac{x^2}{L_x^2}\right)$$

Curbura suprafeței

$$C_x = c_x * \frac{S_{max}}{L_x^2}$$

unde:

$$c_x = 2\pi * \left(2\pi * \frac{x^2}{L_x^2} - 1 \right) * \exp\left(-\frac{\pi x^2}{L_x^2}\right)$$

Raza de curbura

$$R_x = \frac{1}{C_x}$$

Unghiurile de limită de scufundare și unghiurile maxime de scufundare vor fi preluate din lucrarea „*Studiul I.C.P.M. S.A. – Instrucțiuni privind regimul obiectivelor amplasate la suprafața zonelor purtătoare de rezerve de cărbune și dimensionarea pilierilor de protecție*”, pentru perimetrul de exploatare analizat și pentru condițiile de înclinare și adâncime ale zonei avute în vedere.

De exemplu, pentru perimetrul de exploatarea Lonea, strate cu înclinarea cuprinsă între 30° și 40°, în funcție de adâncime, avem următoarele valori:

EM Lonea

	Unghi	adâncimea [m]									
		100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Unghiuri limită de scufundare	β_{30°	52	55	57	60	61	64	66	68	71	73
	β_{40°	51	54	57	59	61	63	65	68	70	73
	γ_{30°	46	47	48	49	49	49	50	50	51	51
	γ_{40°	45	45	45	45	45	45	45	46	46	46
	δ	53	56	59	62	65	68	70	73	76	79
	Unghiuri maxime de scufundare	$\beta^*_{30^\circ}$	85	85	85	86	86	86	87	87	87
$\beta^*_{40^\circ}$		95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
$\gamma^*_{30^\circ}$		55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
$\gamma^*_{40^\circ}$		55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
δ^*		55	57	60	61	62	64	65	66	66	67