

3.1.1. Granulozitate

Granulozitatea terenurilor este reprezentată de variabilitatea geometrică a granulelor componente exprimată prin dimensiunea acestora și ponderea lor procentuală.

Tehnicile de laborator și metodologia generală de prelucrare a datelor de granulozitate constituie obiectul *Mecanicii rocilor* (Florea M.,1983). Pentru rocile nisipoase analiza de granulozitate se face prin metoda **cernerii**, iar la rocile argiloase se folosește metoda prin **sedimentare**.

Rezultatele se reprezintă grafic în **histograme** și **curba de granulație** (curba cumulativă), care exprimă distribuția procentuală a granulelor în funcție de dimensiunea acestora (**Fig.3.1**).

Curba de granulație este utilizată pentru calculul **parametrilor** necesari estimării proprietăților **filtrante** și **colectoare** ale formațiunilor reale. Acești parametri sunt: **coeficientul de neuniformitate (U)**, **coeficientul de sortare (S_o)**, **diametrul efectiv (d_{ef})**, **suprafața specifică (S)**.

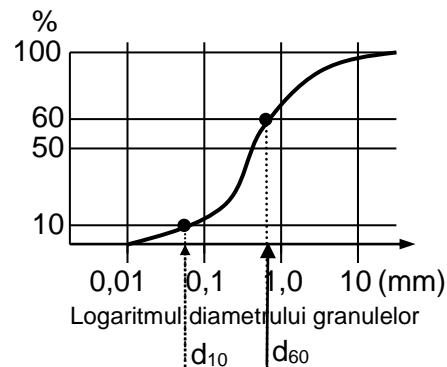


Fig.3.1 Curba de granulație (curba cumulativă)

3.1.1.1. Coeficient de neuniformitate

Coeficientul de neuniformitate (U) este calculat cu expresia:

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} \quad (3.1)$$

în care

d_{60} - diametrul corespunzător fracțiunii de 60%;

d_{10} - diametrul corespunzător fracțiunii de 10%.

Coeficientul de neuniformitate indică gradul de răspândire al dimensiunii granulelor și pe baza valorilor sale se realizează o separare a rocilor în trei categorii:

- roci foarte uniforme cu $U < 5$
- roci uniforme cu $5 < U \leq 15$
- roci neuniforme cu $U > 15$

Gradul de neuniformitate al unui teren granular determină în mod direct capacitatea de colectare a acestuia: cu cât terenurile sunt mai uniforme capacitatea lor colectoare este mai mare.

3.1.1.2. Coeficient de sortare

Coeficientul de sortare estimează gradul de apropiere relativă a dimensiunilor granulelor și se calculează pe baza curbei de granulație (**Fig.3.1**) cu relația:

$$S_0 = \sqrt{\frac{d_{75}}{d_{25}}} \quad (3.2)$$

în care,

d_{75} - diametrul corespunzător fracțiunii de 75%;

d_{25} - diametrul corespunzător fracțiunii de 25%;

Nisipurile, în funcție de coeficientul de sortare sunt clasificate în:

- nisipuri cu o bună sortare cu $S_0 < 1,5$;
- nisipuri cu sortare medie pentru $1,5 < S_0 < 2$;
- nisipuri slab sortate cu $S_0 > 2$.

În general cu cât sortarea depozitelor este mai slabă porozitatea este mai mică. Sortarea slabă este reflectată și de abaterea distribuției diametrelor granulelor de la distribuția normală (gaussiană). Pentru majoritatea nisipurilor distribuțiile sunt lognormale, indicând lipsa de sortare a formațiunilor și în consecință porozități reduse.

3.1.1.3. Diametru efectiv

Diametrul efectiv (d_{ef}) este un parametru utilizat pentru evaluarea cantitativă, prin formule empirice, a proprietăților filtrante și colectoare ale formațiunilor reale. Diametrul efectiv este egal cu diametrul granulelor din care este constituită o formațiune **fictivă** uniformă (constituită din particule de aceeași dimensiune), hidrodinamic echivalentă cu formațiunea granulară **reală**. Evaluarea diametrului efectiv pentru formațiunile granulare reale se realizează în două variante distincte:

- pentru formațiuni foarte uniforme ($U \leq 5$; Haazen); (**Fig.3.1**):

$$d_{ef} = d_{10} \quad (3.3)$$

- pentru formațiuni uniforme ($5 < U \leq 15$) sau neuniforme ($U > 15$) diametrul efectiv se calculează ca o medie armonică (Kozeny):

$$d_e = \frac{100}{\sum_{i=2}^{i=n} \frac{\Delta g_i}{d_i} + \frac{3}{2} \cdot \frac{\Delta g_1}{d_1}} \quad (3.4)$$

unde:

Δg_i - ponderea procentuală a fiecărei fracțiuni granulometrice cu diametrul mediu d_i .

d_1 - diametrul mediu al ultimei fracțiuni granulometrice (g_1 cu ponderea Δg_1) care se ia în calcul, cu o pondere mai mare ($3/2=1,5$), numai dacă $d_1 < 0,0025$ mm. Această situație este justificată prin faptul că fracțiunile foarte fine au o pondere mai mare în reducerea diametrului efectiv și implicit a permeabilității.

d_i - diametrul mediu al fiecărei fracțiuni care se calculează ca o medie armonică simplă între diametrele limită ale fracțiunii "i" (d_i' și d_i''):

$$d_i = \frac{3}{\frac{1}{d_i'} + \frac{2}{d_i' + d_i''} + \frac{1}{d_i''}} \quad (3.5)$$

Diametrul efectiv este utilizat în relațiile empirice pentru estimarea conductivității hidraulice a terenurilor permeabile granulare.

3.1.1.4. Curbă granulometrică medie și domeniu granulometric

În cazul unui volum mare de date, de o mare utilitate pentru caracterizarea formațiunilor granulare sunt **curba granulometrică medie** și **domeniul granulometric** definite pe baza tuturor curbelor granulometrice, ca o măsură a variabilității granulozității (Gheorghe A., 1973).

Curba granulometrică medie se obține prin calculul mediei aritmetice a tuturor fracțiunilor granulometrice ale probelor recoltate dintr-un acvifer sau orizont acvifer. Ea este utilă pentru estimarea tendinței granulozității pe domeniul de dezvoltare a acviferelor. Astfel, sinteza datelor granulometrice din complexul nisipos acvifer explorat în cariera Peșteana Nord (bazinul Rovinari) și dezvoltat între stratele de cărbune V-VI-VII, indică o importantă variație a granulozității (**Fig.3.2**).

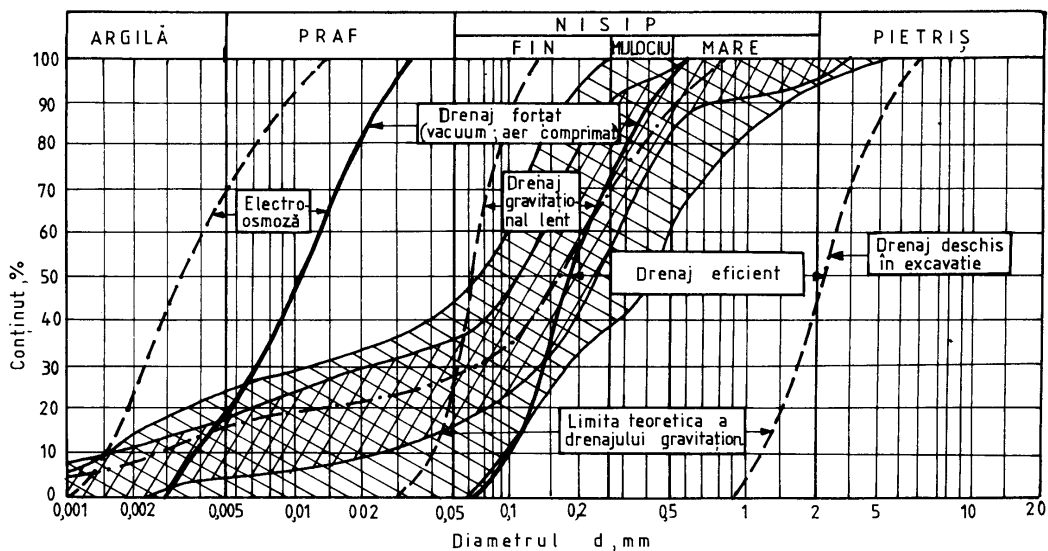


Fig. 3.2. Sinteza analizelor granulometrice din complexul nisipos al stratelor de cărbune V-VI-VII din cariera Peșteana-Nord (Bazinul Rovinari) și clasificarea sistemelor de drenaj



Domeniul granulometric caracteristic, p=90%;



Domenii granulometrice extreme, p=5%

Domeniul granulometric este cel care determină alegerea procedurii de drenaj. Structura domeniului granulometric (peste 30% corespunde prafului și argilei) determină valorile vitezelor de drenaj reduse iar drenajul aplicabil este cel gravitațional lent și forțat. Variația importantă a granulozității necesită detalierea distribuției spațiale a acesteia prin metode geostatistice. Reducerea variabilității prin eliminarea domeniilor granulometrice extreme se realizează progresiv până la maximum 10% din volumul selecției de date.

3.1.1.5. Suprafață specifică

Suprafața specifică reprezintă suprafața cumulată a tuturor particulelor

minerale, dintr-o unitate de volum a terenului. Ea variază foarte mult de la un mediu la altul și are o mare influență atât asupra porozității cât și a fenomenelor de la interfața fluid-schelet mineral.

Pentru o rocă granulară formată din **particule sferice de același diametru** (d), se pot calcula următorii parametri:

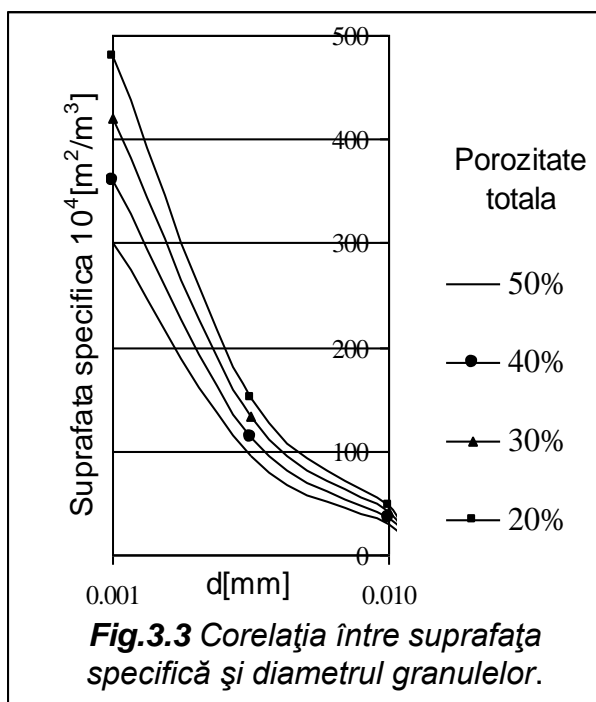


Fig.3.3 Corelația între suprafața specifică și diametrul granulelor.

- **numărul de particule/granule** (N) dintr-o unitate de volum cu porozitatea n :

$$N = \frac{1-n}{\frac{\pi \cdot d^3}{6}} \quad (3.6)$$

- **suprafața totală** a particulelor din volumul unitar (**suprafața specifică**; S):

$$S = N \cdot a = \frac{1-n}{\frac{\pi \cdot d^3}{6}} \cdot \pi \cdot d^2 = \frac{6(1-n)}{d} \quad (3.7)$$

în care a este aria unei particule.

O granulă de formă poliedrică are o suprafață de t ori mai mare decât a sferei de același volum ($t > 1$); ținând seamă de acest lucru, rezultatele precedente vor fi multiplicat cu $t=1,1$ pentru **granule rotunjite** și $t=1,3-1,5$ pentru **granule angulare**. Acest coeficient de corecție se estimează pe baza studiilor microscopice.

Pentru rocile uniforme constituite din particule minerale sferice ($t=1$) suprafața specifică este invers proporțională cu diametrul acestora (**Tabelul 3.1** și **Fig.3.3**) (după G. Manolescu și E. Soare, 1981).

Tabelul 3.1. Valori ale suprafeței specifice (exprimate în $10^4 m^2/m^3$)

d [mm] \ n [%]	50	40	30	20
1,00000	0,30	0,36	0,42	0,48
0,31600	0,95	1,14	1,33	1,52
0,10000	3,00	3,60	4,20	4,80
0,01316	9,50	11,40	13,30	15,20
0,01000	30,00	36,00	42,00	48,00
0,00316	94,90	113,80	132,80	151,80
0,00100	300,00	360,00	420,00	480,00

Proprietățile colectoare ale unei roci sunt influențate de suprafața specifică prin intermediul porozității și a apei de retenție, ale căror valori cresc odată cu suprafața specifică. Și în domeniul proprietăților filtrante sunt elaborate o serie de modele

parametrice ale mediului poros, deosebit de simple, care iau în considerare suprafața specifică pentru evaluarea **conductivității hidraulice** (K).

În cazul unui **teren real**, nesortat, cu o granulozitate neuniformă, **suprafața specifică** a particulelor din fracțiunea $d_{i-1}-d_i$ se calculează cu relația:

$$S_i = \frac{6(1-n)}{\sqrt{d_{i-1} \cdot d_i}} \quad (3.8)$$

cu o eroare maximă de 2% dacă $d_{i-1}/d_i \leq 2$. Pentru toate fracțiunile de pe curba granulometrică rezultă:

$$S = \sum_{i=1}^{i=n} p_i \cdot S_i = 6(1-n) \sum_{i=1}^{i=n} \frac{p_i}{\sqrt{d_{i-1} \cdot d_i}} \quad (3.9)$$

unde p_i este procentul fiecărei fracțiuni granulometrice.

Domeniul de variație al suprafeței specifice pentru rocile granulare are o mare extindere:

- $1,5 \times 10^4 \text{ m}^2/\text{m}^3$ pentru nisip;
- $1,5 \times 10^5 \text{ m}^2/\text{m}^3$ pentru nisip fin;
- $1,5 \times 10^9 \text{ m}^2/\text{m}^3$ pentru argilă (montmorillonit).

Suprafața specifică condiționează în principal fenomenele de interfață fluid-schelet mineral, importante în cazul curgerii polifazice din zona vadoasă și din acvifere.