

3.3.4. Capacitatea de înmagazinare/cedare a acviferelor

Capacitatea de înmagazinare/cedare a **acviferelor cu nivel liber** și a **acviferelor sub presiune** este rezultatul interacțiunii terenului permeabil și al apei și este determinată de caracteristicile elastice ale apei și scheletului mineral precum și de modificările de presiune.

În terenurile saturate, sarcina piezometrică creează presiune afectând aranjamentul granulelor minerale și densitatea apei din pori.

Dacă presiunea crește, scheletul mineral se destinde elastic iar dacă aceasta scade scheletul mineral se contractă. În consecință la **scăderea** sarcinii piezometrice datorită compresiunii exercitate de scheletul mineral se reduce porozitatea și apa este **cedată** iar la **creșterea** sarcinii piezometrice apa este **înmagazinată**.

Evaluarea capacității de înmagazinare/cedare a acviferelor se face prin intermediul **coeficienților de înmagazinare/cedare absolută** (S) și **eficace** (S_e) definiți prin relațiile (M.Albu, 1981; **Fig.3.35**):

$$S = \frac{\partial}{\partial p} (\gamma \cdot n \cdot h) \quad (3.94)$$

$$S_e = \frac{\partial}{\partial p} (\gamma \cdot n_e \cdot h) \quad (3.95)$$

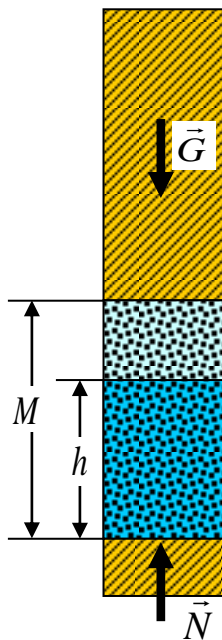


Fig.3.35. Solicitarea rocilor saturate cu apă (după M.Albu, 1981)

în care

p - presiunea;

γ - greutatea specifică;

n - porozitatea totală;

n_e - porozitate eficace/activă (n_a);

h - grosimea saturată cu apă;

\vec{G} - forța de greutate;

\vec{N} - forța de reacțiune;

M - grosimea stratului permeabil.

3.3.4.1. Înmagazinare în acvifere cu nivel liber

În cazul înmagazinării cu **nivel liber** ($h < M$) porozitățile n și n_e se mențin practic invariabile în raport cu presiunea p astfel încât coeficienții de înmagazinare devin:

$$S_0 = n \quad (3.96)$$

și

$$S_{e0} = n_e \quad (3.97)$$

Porozitatea eficace numită și **cedare specifică** (Theis, 1935, 1938) este totdeauna mai mică decât porozitatea totală corespunzătoare fiecărui tip de rocă. Valorile porozității eficace sunt cuprinse între 0,5% pentru nămoluri și argile și 40% pentru pietrișuri și bolovănișuri (**Tabelul 3. 10**).

Tabelul 3.10. Porozități eficace pentru diferite tipuri de roci (după M.Albu, 1981)

Denumirea rocii	Porozitatea eficace (%)	Sursa de informație
Nămoluri și argile	0,5-5,0	Castany, 1963
Crete	2,0-5,0	Castrany, 1963
Aluviuni cu fracțiuni argiloase de Buzău de Rin lipsite de fracțiuni argiloase	1,2-1,8 2,0-3,0 10,0-20,0	Constantinescu et al., 1971 Castany, 1963 Castany, 1963
Nisipuri cu fracțiuni argiloase lipsite de fracțiuni argiloase	2,0-15,0 10,0-25,0 19,3	Castany, 1963 Castany, 1963 Avramescu et. al., 1971
Pietrișuri și bolovănișuri cu fracțiuni argiloase lipsite de fracțiuni argiloase	9,8 30,0-40,0	Constantinescu et. al., 1971 Castany, 1963

În acviferele cu nivel liber volumul de apă cedat se datorează în special drenajului gravitațional și într-o mică măsură compresibilității orizontului acvifer.

Valoarea coeficientului de cedare al acviferelor nisipoase cu nivel liber are o mare variație în timp motiv pentru care s-a propus (Nosova, O.N., 1962) utilizarea mai multor parametri:

- **coeficientul de cedare finală** (n_0) a cărui valoare de calcul datorită caracterului nepermanent al drenajului este totdeauna mai mică decât valoarea sa reală:

$$n_0 = n - w_{Max} \quad (3.98)$$

în care

n - hidrocapacitatea de saturație egală cu porozitatea totală;

w_{Max} - hidrocapacitatea moleculară maximă.

- **coeficientul de cedare a zonei capilare** (n_c) caracterizează starea medie de drenaj a terenului în zona de ascensiune capilară, provocată de existența suprafeței de depresiune și este definit ca diferență între hidrocapacitatea de

saturație (n) și hidrocapacitatea capilară (w), considerată ca o valoare medie pe toată înălțimea probei:

$$n_c = n - w \quad (3.99)$$

- **coeficientul de cedare curent** (n') este dat de raportul dintre volumul de apă cedat de la începutul procesului de drenaj până la un moment dat și volumul terenului drenat și este în funcție de timp;
- **coeficientul de cedare superficială** ($n_s \cong S_{e0}$), utilizat în ecuațiile curgerii nepermanente, este definit ca un raport între volumul de apă cedat într-un interval de timp elementar și volumul terenului eliberat la coborârea suprafeței piezometrice și considerat convențional drenat

Raporturile dintre **capacitatea de cedare** a acviferelor cu nivel liber și **porozitate** sunt discutabile cel puțin sub aspectul dependenței umidității în stare statică (w_s) de gradientul hidraulic (I):

- dacă prin porozitatea efectivă sau activă se înțelege acea parte din pori ocupată de apa în mișcare (ec.3.29) în cazul terenurilor nisipoase dependența dintre w_s și gradientul hidraulic (I) este slabă astfel încât se poate considera că $w_s = w_{Max}$ astfel încât se poate accepta că $n_0 = n_a$;
- în condițiile unui regim uniform se poate estima o dependență a coeficientului de cedare superficială de valoarea vitezei de coborâre a suprafeței piezometrice concretizată prin gradientul hidraulic și care la valori ale acestuia cuprinse în intervalul (0,001÷0,2) poate fi aproximată cu relația semi-empirică (Nosova, O.N., 1962):

$$n_s = n_0 \cdot (1 - I) \quad (3.100)$$

Pentru gradienti hidraulici $I < 0,001$ coeficientul de cedare superficială se poate considera invariabil la gradientul hidraulic și egal cu coeficientul de cedare finală (n_0).

3.3.4.2. Înmagazinare în acvifere sub presiune

În cazul înmagazinării **sub presiune** ($h = M$) variația greutatei specifice, a porozității totale și efective și a grosimii acviferului datorate variației presiunii nu pot fi neglijate, expresia **coeficientului de înmagazinare** fiind (Jacob 1940, 1950; Cooper 1966):

$$S = \rho_{apa} \cdot g(\alpha + n \cdot \beta) \cdot M \quad ; [-] \quad (3.101)$$

în care

ρ_{apa} - densitatea apei [$M / L^3 : kg / m^3$];

g - accelerația gravitațională [$L / T^2 : m / s^2$];

α - compresibilitatea scheletului mineral [$1 / M / LT^2 : 1 / (N / m^2)$];

n - porozitatea totală [L^3 / L^3];

β - compresibilitatea apei [$1 / M / LT^2 : 1 / (N / m^2)$]

M - grosimea acviferului [$L : m$].

Raportat la unitatea de grosime a acviferului coeficientul de înmagazinare poartă denumirea de **coeficient specific de înmagazinare** (S_s) și reprezintă cantitatea de apă pe unitatea de volum acviferului care este înmagazinată/cedată datorită creșterii/reducerii unitare a presiunii:

$$S_s = \rho_{apa} \cdot g(\alpha + n \cdot \beta) \quad (3.102)$$

Valorile **coeficientului specific de înmagazinare** sunt exprimate în $[1/L]$ de regulă $1/m$ și sunt cuprinse în intervalul $10^{-5} \div 10^{-3} m^{-1}$.

Coeficientul de înmagazinare/cedare (S) este util pentru evaluarea **resursei elastice** a acviferelor, importantă pentru **acvifere sub presiune cu extindere regională** și **presiuni mari**. Resursa elastică (W_e) a acestor acvifere se estimează cu relația:

$$W_e = S \cdot \Delta H \cdot V \quad (3.103)$$

în care

ΔH - reducerea medie de sarcină piezometrică $[L : m]$;

V - volumul în care se produce reducerea de sarcina piezometrică ΔH $[L^2 : m^2]$;

Relația (3.100) poate fi aplicată pentru un acvifer sub presiune, omogen din punct de vedere al caracteristicilor hidrofizice, cu grosime constantă (M) și fără dinamică inițială (nivelul piezometric orizontal în **fig. 3.36**).

Reducerea de nivel (s_0) poate fi produsă în acvifer de un foraj din care se pompează un debit constant iar reducerea medie pe zona de influență a pomparei cu raza (R) este ΔH .

Supra fața pe care se resimte reducerea sarcinii piezometrice (Ω) este în această situație aria cercului cu rază R , iar volumul (V) supus

destinderii elastice este cel al cilindrului cu baza Ω și înălțimea (M) calculat cu relația:

$$V = \Omega \cdot M = \pi \cdot R^2 \cdot M \quad (3.104)$$

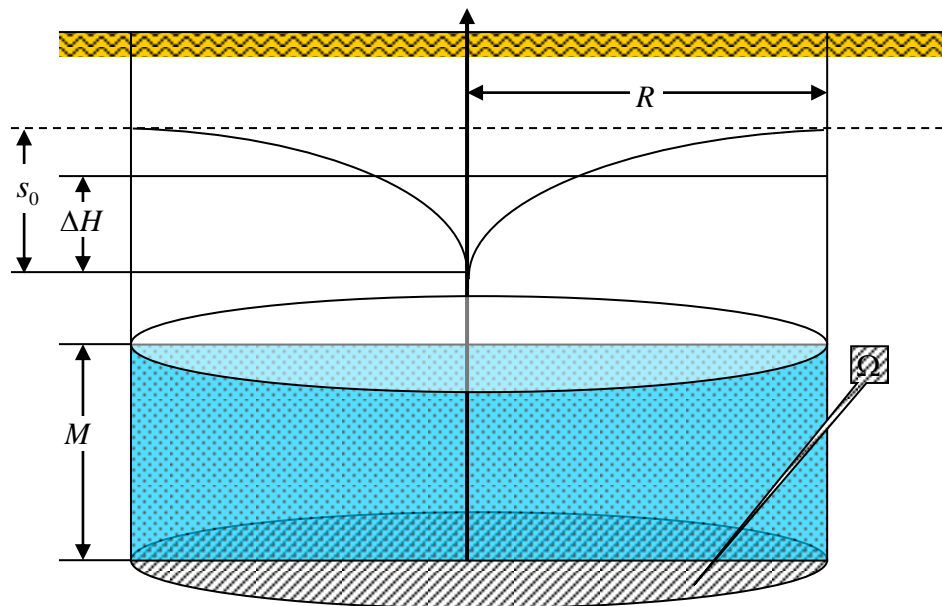


Fig.3.36. Elementele geometrice necesare estimării resursei elastice pentru zona de influență a unui foraj de pompare