

3.3.3. Fenomene de capilaritate

Fenomenele de capilaritate din terenuri sunt determinate de existența **porilor** cu diametre sub 0,5 mm, a **fisurilor** cu deschideri mai mici de 0,25 mm și a unui **grad de saturație subunitar** ($S_r < 1$). Gradul de saturație subunitar este întâlnit de regulă în cadrul **zonei vadoase** dar el poate fi creat în mod artificial prin procesul de drenaj sau de exploatare al acviferelor.

În rețeaua capilară, formată din interstiții cu forme, secțiuni și orientări diferite în spațiu se produce migrația apei (capilare) sub efectul gradientului de potențial capilar apărut datorită **presiunii capilare**.

Această migrație poate avea diferite direcții, dar cea mai bine studiată este **ascensiunea capilară**, determinată de componenta verticală a tensiunii superficiale (σ), care se dezvoltă pe interfața apă-aer.

3.3.3.1. Presiunea capilară

Datorită tensiunii interfaciale, presiunea în **interiorul** unei picături de fluid sferice (pe suprafața concavă de rază R) depășește presiunea aerului pe suprafața **exterioară** (suprafața convexă). **Energia liberă** (E_s) la suprafața picăturii sferice (cu suprafața $4 \cdot \pi \cdot R^2$) este dată de:

$$E_s = 4 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot \sigma \quad (3.57)$$

La creșterea picăturii cu dR energia liberă crește cu:

$$dE_s = 8 \cdot \pi \cdot R \cdot \sigma \cdot dR \quad (3.58)$$

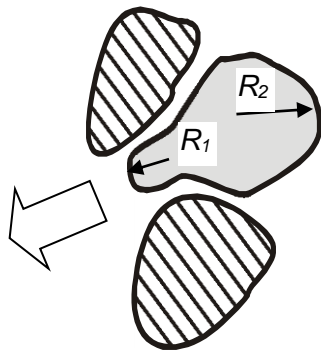


Fig.3.18. Picătură "gâtuită"

Creșterea energiei libere este compensată de **presiunea** ($\Delta p > 0$) dintre picătura de fluid și aer:

$$\Delta p \cdot 4 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot dR = 8 \cdot \pi \cdot R \cdot \sigma \cdot dR \quad (3.59)$$

din care rezultă ecuația:

$$\Delta p = \frac{2 \cdot \sigma}{R} \quad (3.60)$$

cunoscută sub denumirea de **ecuația Young-Laplace**, care în forma generală este:

$$\Delta p = \sigma \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \quad (3.61)$$

unde R_1 și R_2 sunt razele de curbură ale interfeței (**Fig.3.18**), care în cazul picăturii sferice sunt egale ($R_1 = R_2 = R$)

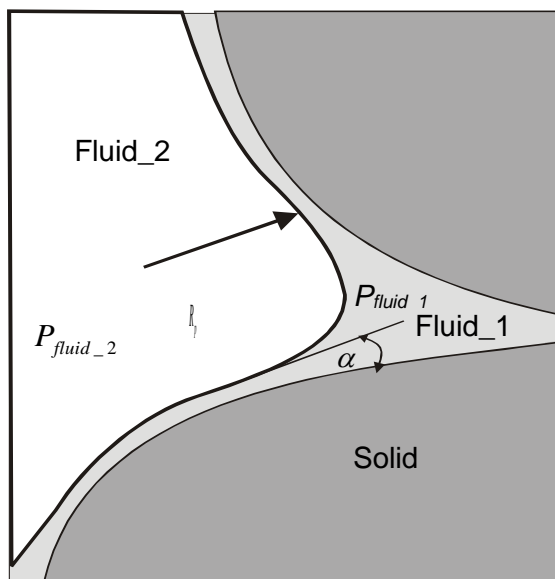


Fig.3.19. Presiunea capilară pentru un por cu raza R_p .

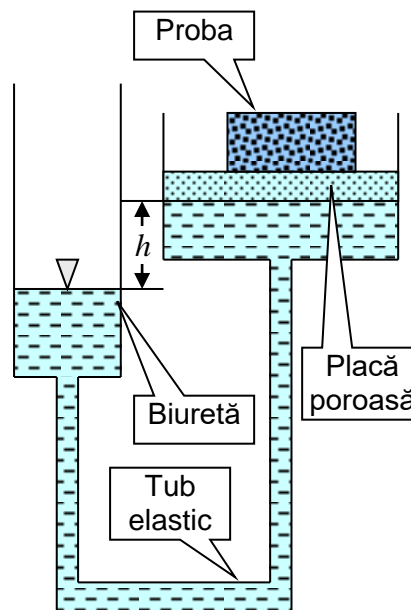


Fig.3.20. Dispozitiv pentru construcția curbei experimentale $h = f(w_v)$

În prezența a **două fluide** imiscibile, tensiunea interfacială conduce la o creștere a **presiunii capilare** dintre cele două fluide. **Presiunea capilară** (P_c) este rezultatul diferenței presiunilor din pori, a celor două fluide în vecinătatea suprafeței de separație (**Fig.3.19**) :

$$P_c = P_{fluid_1} - P_{fluid_2} \quad (3.62)$$

în care:

P_{fluid_1} și P_{fluid_2} - presiunile din pori pentru cele două fluide.

La nivelul porilor **curbura interfeței** este asimilată cu **raza porilor** (R_p) iar valoarea presiunii capilare este estimată în funcție de tensiunea interfacială (σ):

$$P_c = -\frac{2 \cdot \sigma}{R_p} \quad (3.63)$$

Raza de curbură a suprafeței de separație este dependentă de dimensiunile porilor și **gradul de saturație** al acestora cu diferitele fluide prezente și din acest motiv (deoarece determinarea dimensiunii porilor este dificilă) pentru estimarea presiunii capilare se recurge la corelația determinată experimental între presiunea capilară (P_c) și umiditatea volumică (w_v).

Curbele experimentale $P_c = f(w_v)$ sunt determinate pentru diferite tipuri granulometrice de formațiuni permeabile. Dispozitivul utilizat pentru construirea curbei presiune- umiditate ($P_c = f(w_v)$) este realizat dintr-o **placă poroasă** saturată, conectată printr-un **tub elastic** la o coloana de apă și o **biuretă** (**Fig.3.20**).

Proba studiată, aflată la o saturație cunoscută, este plasată pe placa poroasă. Apa din probă este drenată la diverse presiuni/sucțiuni ($h = P_c$) stabilite prin modificarea poziției biuretei. Cu cât h este mai mare presiunea de drenaj crește.

Pentru fiecare presiune de drenaj ($h(i)$) se determină umiditatea corespunzătoare stării de echilibru ($w_v(i)$; $i = 1, 2, \dots, n$). Determinarea umidităților se face pentru aceleași presiuni pe două căi:

- la “uscarea” probei, pornindu-se de la o probă saturată prin creșterea presiunii de drenaj;
- la “îmbibarea” probei, pornindu-se de la o probă uscată, prin reducerea presiunii.

Curba medie care se obține $h = f(w_v)$ are următoarele caracteristici definitorii (**Fig.3.21**):

- **umiditatea de saturație** (w_{v_s}) corespunzătoare presiunii atmosferice;
- **presiunea minimă de drenaj**, suficient de **negativă** pentru a asigura declanșarea drenării apei din probă (h_d);
- **umiditate minimă ireductibilă** (w_{v_r}) sub care practic nu se mai poate reduce umiditatea probei indiferent de presiunea de drenaj aplicată.

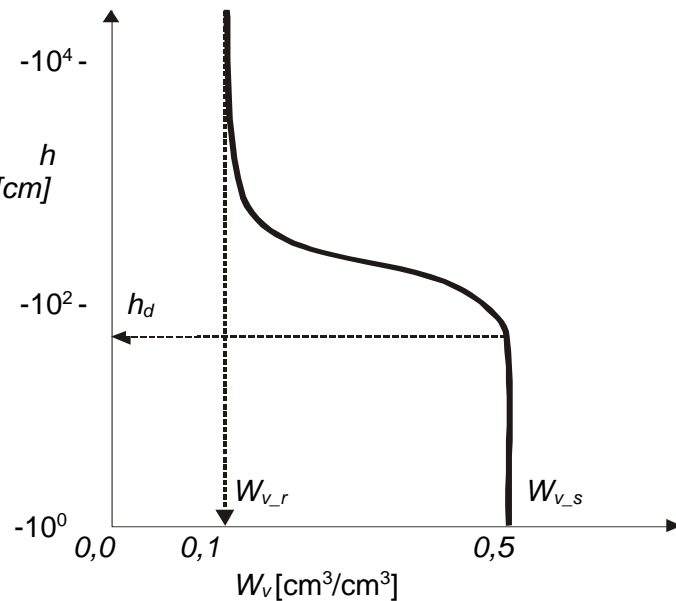


Fig.3.21. Caracteristici ale curbei experimentale presiune - umiditate

Forma curbei presiune-umiditate este influențată semnificativ de compoziția granulometrică a probei (**Fig.3.22**). Pentru depozitele bine sortate **domeniul de variație al presiunii capilare** pe care are loc reducerea umidității (Δh_1) este mai mic decât pentru cel al depozitelor slab sortate (Δh_2).

Acest lucru este datorat faptului că în depozitele bine sortate dimensiunile porilor sunt similare și o dată declanșat procesul de drenaj (la reducerea presiunii sub h_d) acesta se desfășoară rapid, porii având dimensiuni mari. În depozitele slab sortate dimensiunile porilor sunt variate și acest lucru mărește durata procesului de drenaj precum și amplitudinea domeniului de variație al presiunii de drenaj.

Gradul de sortare al depozitelor are efect direct și asupra **presiunii minime de drenaj**. Pentru depozitele bine sortate în care dimensiunile porilor sunt uniforme și mai mari, presiunea minimă de drenaj este mai mare decât în cazul depozitelor slab sortate în care drenajul este declanșat de dimensiunea porilor mai mici ($h_{d1} > h_{d2}$).

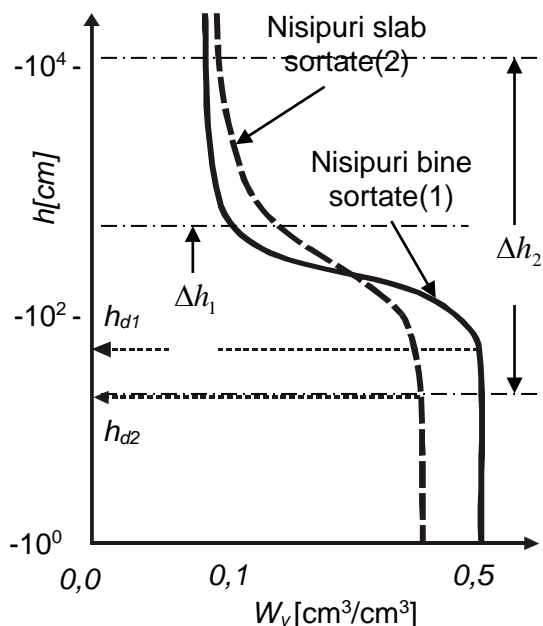


Fig. 3.22. Curbe caracteristice presiune-umiditate

Fenomenul de **histeresis** complică și mai mult morfologia curbelor presiune-umiditate (**Fig.3.23**). Diferența dintre cele două curbe, cea de **uscare** și cea de **îmbibare** este explicată prin:

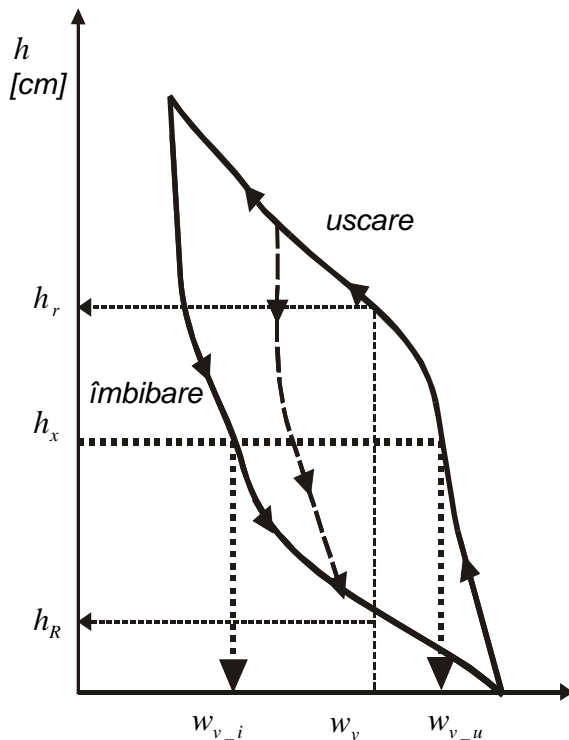


Fig.3.23. Fenomenul de histeresis la curbele presiune-umiditate

- **variația diametrului** porilor;
- **unghiul meniscului** la contactul fluid-solid (α);
- **conținutul de aer** din pori.

Când un por cu **diametrul variabil** este umplut până în zona cu **rază mică** (r) presiunea capilară este (**Fig.3.24**):

$$h_r = -\frac{2 \cdot \sigma}{r} \quad (3.64)$$

și el va fi **drenat** rapid, imediat ce presiunea capilară devine mai mică (mai negativă) decât aceasta. Porul nu poate fi **reumplut** cu apă până când presiunea capilară nu coboară sub această presiune. Deoarece $r < R$ și $h_r > h_R$ rezultă că pentru realizarea aceleiași umidități (w_v) este necesar un potențial capilar mai mic (mai negativ) pentru **uscarea** probei (h_r) decât cel necesar pentru **udarea** acesteia (h_R) (**Fig.3.24**).

Într-un por tubular cu rază constantă (r) **unghiul meniscului** la contactul fluid-solid este mai mare pentru perioada în care fluidul avansează (α_a) decât pentru aceea în care el se retrage (α_b ; **Fig.3.25**). Pentru aceeași umiditate (w_v) este necesar un potențial capilar mai mic (mai negativ) la retragerea apei decât la avansarea ei:

$$-\frac{2 \cdot \sigma}{r} \cdot \cos \alpha_b < -\frac{2 \cdot \sigma}{r} \cdot \cos \alpha_a \quad (3.65)$$

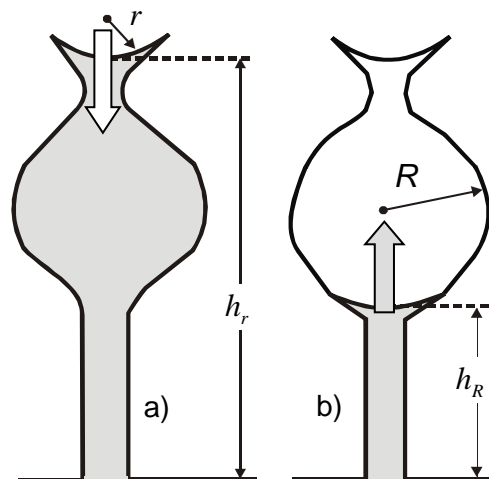


Fig.3.24. Influența variației diametrului porilor asupra echilibrului presiunii capilare la **uscarea** (a) și la **îmbibarea** cu apă (b) a acestora.

Conținutul de aer din pori este totdeauna mai mare în perioada de **îmbibare** a probei decât în cea de **uscare**. Din cauza conținutului în aer, la același potențial (h_x), umiditatea va fi mai mică

pentru etapa de **îmbibare** (w_{v_i}) decât pentru perioada de **uscare** (w_{v_u} ; **Fig.3.16**).

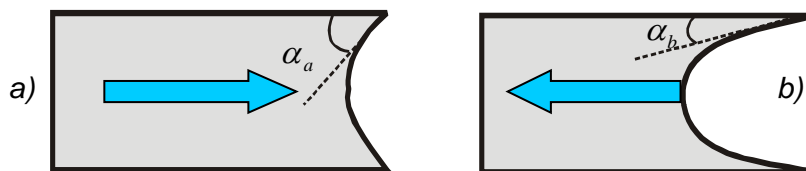


Fig.3.25. Contactul fluid-solid la avansarea (a) și retragerea (b) fluidului.

Fenomenul de histerezis poate fi accentuat și de contracția sau umflarea argilelor, variația ratei de drenaj sau îmbibare. Dacă proba nu este uscată până la **umiditate minimă ireductibilă** (w_{v_r} ; **Fig.3.23**), când începe îmbibarea ei evoluția umidității va urma o curbă intermediară cu un fenomen de histerezis mai puțin pronunțat. În funcție de presiunea de la care se începe îmbibarea probei se pot obține mai multe curbe intermediare de îmbibare.

Presiunea capilară este componenta esențială a potențialului responsabil de deplasarea fluidelor în zona nesaturată. În modelele matematice ale curgerii apei în zona nesaturată **corelația presiunii capilare cu umiditatea** formațiunilor permeabile este schematizată prin două **modele empirice** cu parametri specifici:

- modelul Brooks & Corey (1966);
- modelul van Ghenuchten, 1980)

Modelul Brooks & Corey

Pentru modelarea curbei experimentale **presiune-umiditate**, **modelul Brooks & Corey** (1966) propune relația:

$$w_v = w_{v_r} + (w_{v_s} - w_{v_r}) \left(\frac{h}{h_d} \right)^{-\lambda} \quad (3.66)$$

în care

w_v - umiditatea volumică [L^3/L^3];

w_{v_r} - umiditatea volumică reziduală/ireductibilă [L^3/L^3];

w_{v_s} - umiditatea volumică de saturație [L^3/L^3];

h - presiunea capilară de drenaj [L col.H₂O];

h_d - presiunea minimă de drenaj [L col.H₂O];

λ - indicele de distribuție al porilor [-].

Parametrii introduși în modelul Brooks&Corey sunt:

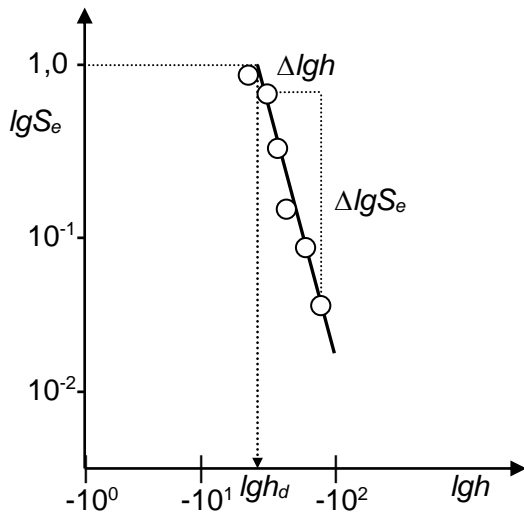


Fig.3.26. Estimarea parametrilor modelului Brooks&Corey

- **presiunea minimă de drenaj** (h_d) care sintetizează interacțiunea fluid-matrice minerală;
- **indicele de distribuție al porilor** (λ) care înglobează efectul geometriei porilor asupra relației presiune-umiditate. Pentru calculul celor doi parametri se liniarizează ecuația (3.66) într-un sistem dublu logaritmic (**Fig.3.26**):

$$\frac{w_v - w_{v-r}}{w_{v-s} - w_{v-r}} = S_e = \left(\frac{h}{h_d}\right)^{-\lambda} \quad (3.67)$$

$$\lg S_e = -\lambda(\lg h - \lg h_d) \quad (3.68)$$

$$\lg h = \lg h_d - \frac{1}{\lambda} \lg S_e \quad (3.69)$$

în care S_e –saturația efectivă.

Indicele de distribuție al porilor se calculează din panta dreptei:

$$-\frac{1}{\lambda} = \frac{\Delta \lg S_e}{\Delta \lg h} \quad (3.70)$$

iar **presiunea minimă de drenaj** (h_d) este abscisa intersecției dreptei cu $\lg S_e = 1$

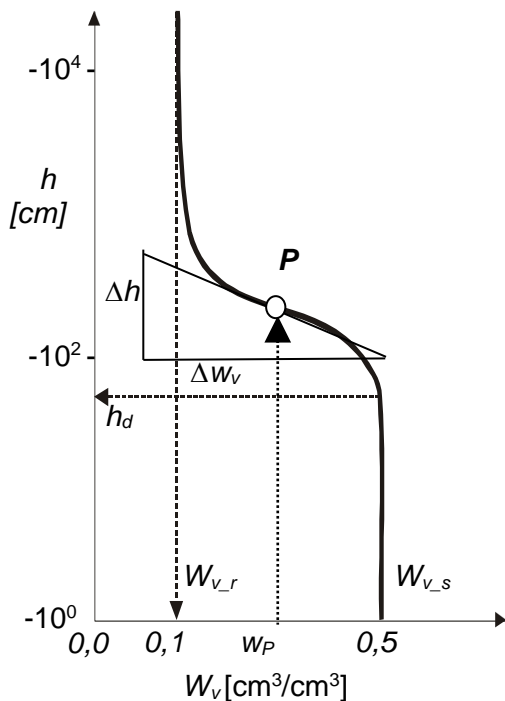


Fig.3.27. Calculul parametrului van Ghenuchten (m)

Modelul van Ghenuchten

Modelul van Ghenuchten (1980) propune pentru corelația presiune-umiditate relația:

$$w_v = w_{v-r} + \frac{w_{v-s} - w_{v-r}}{\left[1 + (\alpha_G \cdot h)^n\right]^m} \quad (3.71)$$

cu parametrii n, α_G definiți cu relațiile

$$n = \frac{1}{1-m} \quad (3.72)$$

$$\alpha_G = \frac{1}{h_d} \left(2^{1/m} - 1\right)^{1-m} \quad (3.73)$$

în care m este parametrul elementar estimat din curba presiune-umiditate.

Pentru estimarea **parametrului van Ghenuchten** (m) este necesară o curbă experimentală presiune-umiditate pentru presiuni cuprinse între 0 și -15000 cm col.H₂O (**Fig.3.27**).

Cu ajutorul curbei experimentale se determină succesiv:

- w_{v_s} - umiditatea volumică de saturație (pentru $h = 0$ cm);
- w_{v_r} - umiditatea volumică reziduală;
- poziția punctului **P** pe curba experimentală la umiditatea:

$$w_P = \frac{w_{v_s} + w_{v_r}}{2} \quad (3.74)$$

- panta curbei experimentale în punctul P:

$$S = \frac{\Delta h}{\Delta w_v} \quad (3.75)$$

- panta adimensională în punctul P:

$$S_P = \frac{S}{w_{v_s} - w_{v_r}} \quad (3.76)$$

- parametrul m , cu ajutorul pantei adimensionale (S_P) și relațiile:

$$m = \begin{cases} 1 - \exp(-0,8 \cdot S_P); & (0 < S_P \leq 1) \\ 1 - \frac{0,5755}{S_P} + \frac{0,1}{S_P^2} + \frac{0,025}{S_P^3}; & (S_P > 1) \end{cases} \quad (3.77)$$

Valoarea parametrului m este utilizată pentru calculul parametrilor n și α_G . Pentru calculul parametrului α_G este necesară și valoarea **presiunii minime de drenaj** (h_d) care se determină din curba presiune umiditate (**Fig.3.27**).

3.3.3.2. Înălțimea de ascensiune capilară

Înlocuind în ecuația lui Young - Laplace raza de curbură a meniscului suprafeței libere (R) cu raza tubului capilar (r) (**Fig.3.28**) dată de ecuația:

$$R = \frac{r}{\cos \alpha} \quad (3.78)$$

se obține **înălțimea de ascensiune capilară** (h_c)

$$h_c = \frac{2 \cdot \sigma \cdot \cos \alpha}{r \cdot \gamma_a} \quad (3.79)$$

în care

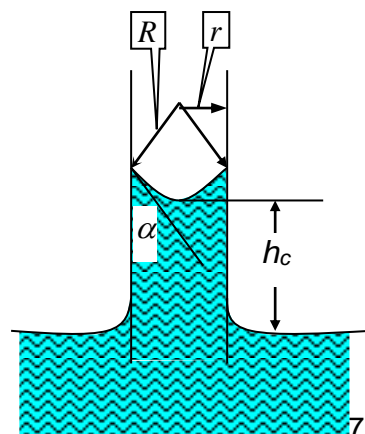


Fig. 3.28 Echilibrul într-un tub capilar

α este unghiul de umezire (la umezire completă $\alpha = 0$ și $R = r$).

γ_a - greutatea specifică a apei;

Presiunea la suprafața meniscului, valabilă pentru un acvifer în stare statică (**Fig.3.29**), este negativă ($P_c = -\gamma_a \cdot h_c$), ea crescând o dată cu adâncimea, până la valoarea presiunii atmosferice ($P_{at} = 0$), care corespunde suprafeței hidrostatice. Dependența lui h_c de **granulozitate** (prin intermediul diametrului efectiv: d_{ef}) și de **porozitate** (n) poate fi evaluată pentru roci nisipoase argiloase cu relația lui Kozeny:

$$h_c = 0,446 \frac{1-n}{n} \cdot \frac{1}{d_{ef}} [cm.col.H_2O]$$

(3.80)

Proprietățile fizice ale apei influențează mărimea tensiunii superficiale și implicit a înălțimii de ascensiune capilară:

- creșterea temperaturii determină scăderea lui h_c ;
- creșterea mineralizație apei determină creșterea lui h_c .

În cazul mediilor permeabile poroase unde porii au forme neregulate, înălțimea de ascensiune capilară are valori foarte variate și de aceea zona saturată situată întotdeauna deasupra liniei care marchează presiunea atmosferică are grosime variabilă. Variația înălțimii de ascensiune capilară este determinată de succesiunea diametrelor și continuitatea acestora (**Fig.3.30**):

- $d_1 < d_2$ atunci $h_1 > h_2$ (**Fig.3.30a** și **b**);
- $h_c = h_1$ dacă $h > h_1$ (**Fig.3.30c**);
- $h_c = h$ dacă $h_2 < h < h_1$ (**Fig.3.30d**);
- $h_c = h_2$ dacă $h < h_2$ (**Fig.3.30e**);
- $h_c = h_1$ dacă $h_2 > h$ (**Fig.3.30f**);
- $h_c = h_2$ dacă $h > h_2$ (**Fig.3.30g**);

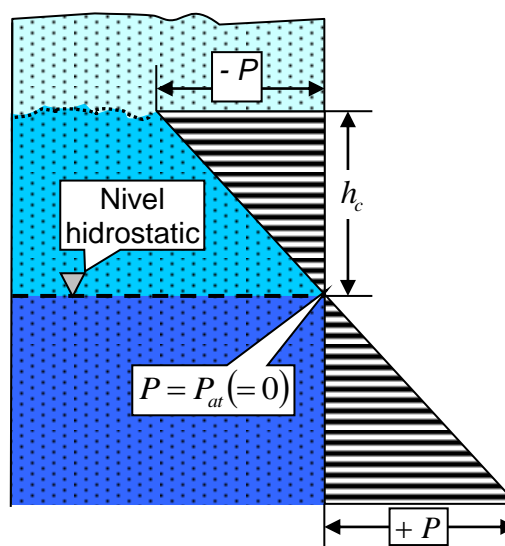


Fig.3.29. Detaliu privind ascensiunea capilară.

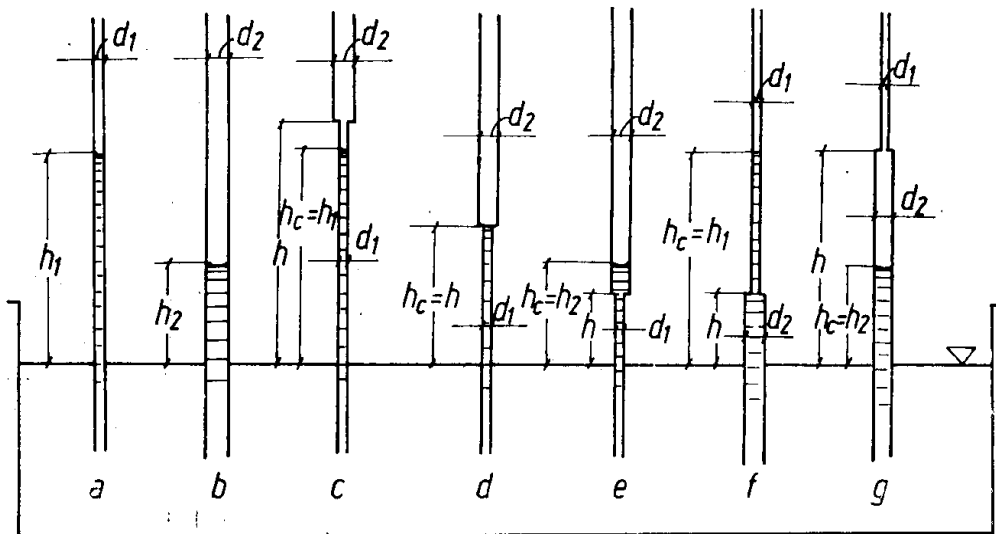


Fig.3.30. Înălțimea capilară în tuburi cu diametre variabile (după Pietraru V., 1977).

Datorită neregularității formei porilor, corelată cu oscilația nivelului piezometric, zona de saturație are două grosimi extreme:

- **maximă** dacă se stabilizează după **coborârea nivelului apelor subterane**;
- **minimă** dacă se stabilizează după **ridicarea** acestuia.

În astfel de situații, la scara dimensiunii granulelor, suprafața liberă reală a zonei capilare va fi foarte neregulată (**Fig.3.30**). La scara masivului permeabil, această suprafață este apreciată ca orizontală, deci se ia în considerare o valoare medie a înălțimii de ascensiune capilară.

Fenomenul de ascensiune capilară poate fi studiat pentru nisipuri, în laborator, cu ajutorul capilarimetrului (un tub vertical umplut cu nisip și imersat într-un vas cu apă). În afară de valoare finală h_c , se mai calculează și **viteza de ascensiune capilară** (v_c), utilizându-se legea lui Darcy:

$$v_c = K \cdot I = K \cdot \frac{h_c - z}{z} \quad (3.81)$$

unde

K - conductivitatea hidraulică a nisipului;

z - înălțimea de ascensiune capilară la diferite momente ale experimentului;

I - gradientul hidraulic.

Procedeul de calcul conduce la concluzia că viteza de ascensiune capilară este maximă la începutul experimentului, după care se reduce treptat. Timpul necesar pentru a se ajunge la înălțimea maximă de ascensiune capilară crește o dată cu reducerea granulozității.

O caracteristică importantă a zonei de ascensiune capilară este variația gradului de saturație care permite separarea ei în două zone:

- **zona capilară saturată**, unde gradul de saturare este unitar, și care poate atinge chiar un sfert din înălțimea totală a zonei de ascensiune capilară (Florea M., 1983);
- **zona capilară nesaturată** (la partea superioară a zonei de ascensiune capilară) unde $S_r < 1$.

Valorile experimentale ale mărimii înălțimii de ascensiune capilară, date în literatură pentru terenurile detritice au variații importante determinate de granulozitate, gradul de neuniformitate și porozitate; dacă pentru pietrișuri h_c este de ordinul centimetrilor, pentru nisipuri fine se ajunge la valori ce depășesc un metru, iar în domeniul

Tabelul 3.9. Valori ale înălțimii de ascensiune capilară

Roca	h_c [cm]
Nisipuri grosiere	2-12
Nisipuri mijlocii	12-35
Nisipuri fine-făinoase	35-120
Prafuri	120-300
Argile prăfoase	300-400
Argile	>400

argilelor se pot înregistra valori de câțiva metri (**Tabelul 3.9**).

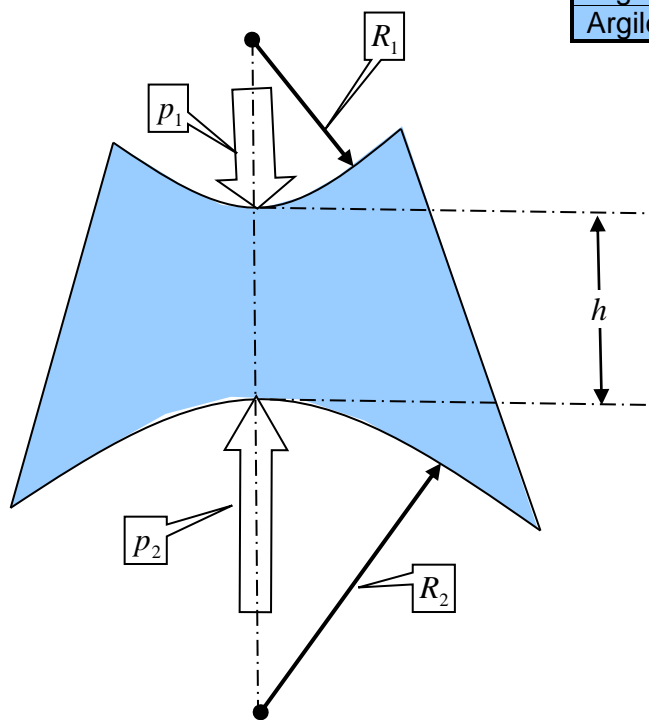


Fig.3.31. Apă capilară suspendată într-un por capilar

Apa capilară suspendată

Migrația vertical-ascendentă a apei infiltrate poate forma, în zona vadoasă, în anumite condiții, mici acumulări de **apă capilară suspendată**. Asupra coloanei de apă capilară verticală acționează trei presiuni (**Fig.3.31**):

- presiunea la suprafața meniscului superior (cu raza R_1):

$$p_1 = p_{at} - \frac{2 \cdot \sigma}{R_1} \quad (3.82)$$

- presiunea la suprafața

$$p_2 = p_{at} - \frac{2 \cdot \sigma}{R_2} \quad (3.83)$$

- presiunea hidrostatică a coloanei de apă din capilar (cu înălțimea h):

$$p_h = \gamma_a \cdot h \quad (3.84)$$

Pentru a se realiza echilibru în coloana capilară trebuie ca :

$$p_1 - p_2 = p_h; \quad p_{at} - \frac{2 \cdot \sigma}{R_1} - p_{at} + \frac{2 \cdot \sigma}{R_2} = \gamma_a \cdot h \quad (3.85)$$

de unde rezultă că:

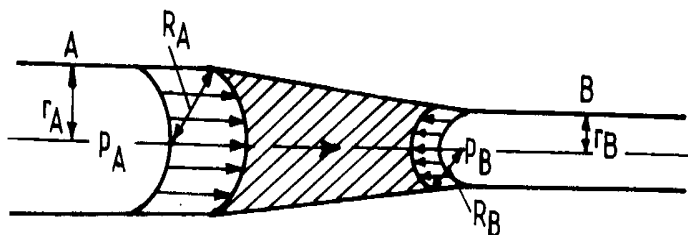
$$h = 2 \cdot \frac{\sigma}{\gamma_a} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \quad (3.86)$$

Deoarece h este pozitiv, trebuie ca și termenul drept al ecuație să fie pozitiv, adică:

$$\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) > 0 \Leftrightarrow R_1 < R_2 \quad (3.87)$$

Această condiție, ca raza meniscului superior (R_1) să fie mai mică decât cea a meniscului inferior (R_2), poate fi realizată și în cazul unui capilar cu diametrul constant în cazul unei sarcini piezometrice mari, dar mai frecvent se întâlnește la capilarele cu deschidere mai mare spre bază. Dacă alimentarea capilarului crește, coloana de apă capilară se va mări la h cu reducerea corespunzătoare a razei R_1 . În continuarea fenomenului, meniscul inferior se poate aplatiza sau deveni convex formându-se picături de apă. În cazul unei alimentări suficiente, **apa capilară suspendată** poate lua contact cu **zona de ascensiune capilară**.

Acest fenomen, descris la nivelul unui tub capilar se poate dezvolta în condiții favorabile pe **suprafețe extinse**, formându-se acumulări semnificative de **apă capilară suspendată**. Fenomenul apei capilare suspendate poate fi explicat și prin variația pe orizontală a diametrului unui capilar, respectiv a razei meniscului în cadrul aceluiași capilar.



Deplasarea orizontală a apei capilare

Se poate defini o **deplasare pe orizontală a apei capilare (Fig.3.32)**. Deoarece $R_A > R_B$, rezultă că presiunile de la suprafața meniscului în cele două zone vor respecta inegalitatea (Silvan A.,1967) care determină și sensul de migrare a apei:

Fig.3.32. Schemă pentru explicarea circulației capilare a apei pe orizontală.

$$p_A = p_{at} - \frac{2 \cdot \sigma}{R_A} > p_{at} - \frac{2 \cdot \sigma}{R_B} = p_B \quad (3.88)$$

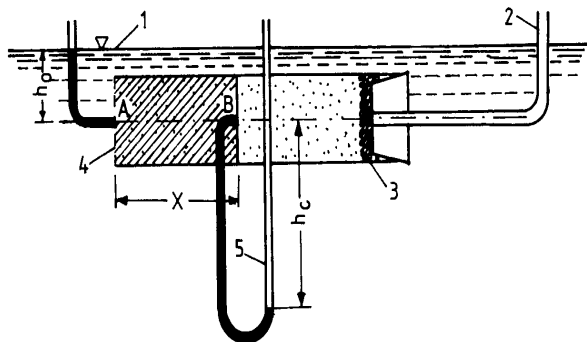


Fig.3.33. Schema aparatului pentru studii de saturație capilare pe orizontală

1-nivelul apei; 2-tubul de legătură cu atmosfera; 3-filtru de pietriș; 4-sită; 5-tubul capilar; X-parte din probă saturată cu apă capilară.

Saturația capilară, în sens orizontal, a unui teren poros-capilar trebuie pusă pe seama așa-numitului sifon capilar, care determină o viteză de absorbție capilară ce se confundă cu viteza frontului de umezire. Din **fig.3.33** rezultă că proba de nisip uscat este în contact cu apa în secțiunea inițială A iar secțiunea finală B este în contact cu atmosfera prin intermediul unui tub. În

condițiile unei saturații complete se poate aplica legea lui Darcy:

$$n \cdot v_a = K \cdot I \quad (3.89)$$

$$n \cdot \frac{dX}{dt} = K \cdot \frac{h_c + h_0}{X} \quad (3.90)$$

$$\int_{x_1}^{x_2} X dX = K \cdot \frac{h_c + h_0}{n} \cdot \int_{t_1}^{t_2} dt \quad (3.91)$$

$$X_2^2 - X_1^2 = \frac{2 \cdot K \cdot (t_2 - t_1)}{n} (h_c - h_0) \quad (3.92)$$

unde

v_a - viteza de absorbție capilară;

n - porozitatea totală;

h_0 - presiunea capilară în centrul secțiunii A.

Din relația finală se remarcă dependența de gradul doi care există între lungimea saturației capilare (X) și timp (t). Cu valorile înregistrate în timpul experimentului se construiește graficul $X^2=f(t)$ cu ajutorul căruia se poate determina conductivitatea hidraulică (K) pe baza valorilor lui h_c măsurate cu ajutorul tubului capilar.

Pentru determinarea celor două necunoscute (K și h_c), experiența se poate repeta în condiții diferite: cu două serii de valori pentru X și t , obținându-se cele două ecuații necesare. Ecuația poate fi particularizată și pentru calculul timpului necesar saturării capilare a probei:

$$t = \frac{n \cdot X^2}{2 \cdot K \cdot (h_0 + h_c)} \quad (3.93)$$

Filtrarea capilară care succede fazei de saturație capilară (Florea M.,1983), determină tranzitul permanent al unui debit prin masivul poros-capilar, datorită aceluiași fenomen de **sifon capilar**.

Saturația și **filtrarea capilară** pot avea o influență **favorabilă** asupra dezvoltării zonei de ascensiune capilară a acviferelor cu nivel liber. Dinamica zonei

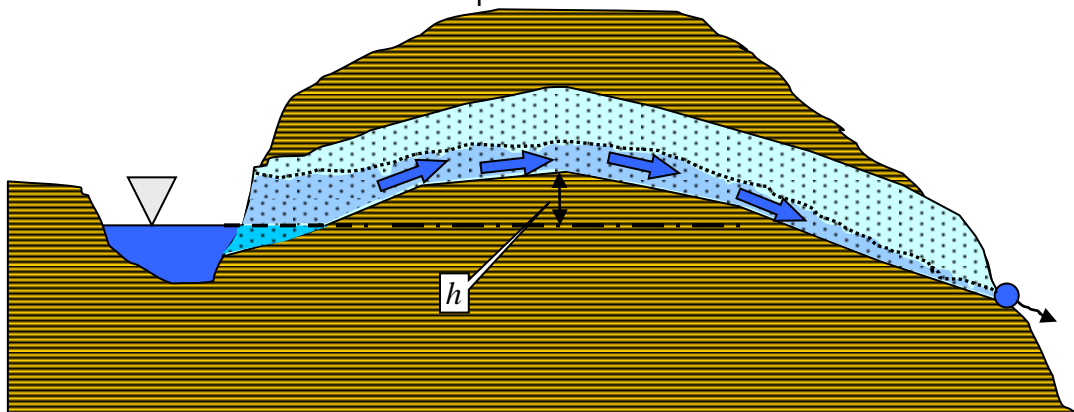


Fig.3.34. Filtrarea capilară orizontală printr-un versant al unui lac de acumulare (după Florea,M.N., 1983)

capilare conduce la sporirea debitului total al acviferului, prin sporirea grosimii acviferului cu **grosimea zonei capilare saturate** ($\alpha \cdot h_c$ unde $\alpha = 0,25-0,30$).

În alte situații influența este **nefavorabilă**, cum este cazul pierderilor prin exfiltrare din lacurile de acumulare unde fenomenul de filtrare capilară determină o pierdere permanentă de apă din lac, chiar în condiții structurale nefavorabile.

Saturația și filtrarea capilară se pot produce în cazul când ridicarea structurală maximă a anticlinalului față de nivelul apei din lac (h ; **Fig.3.34**) are o valoare mai mică în raport cu **înălțimea de ascensiune capilară**. Permanența izvoarelor pe flancul din aval al anticlinalului justifică fenomenul de filtrare capilară, având ca unică sursă de alimentare lacul de acumulare.