UNIVERSITATEA DE ŞTIINŢE AGRICOLE ŞI MEDICINĂ
VETERINARĂ CLUJ – NAPOCA

DEPARTAMENTUL
ÎNVĂŢĂMÂNT LA DISTANŢĂ

Prof. univ. dr. ing. DÎRJA MARCEL

ÎMBUNĂTĂȚIRI FUNCIARE

CUPRINSUL UNITĂȚILOR DE ÎNVĂȚARE

UNITATE DE ÎNVĂȚARE 1: NOȚIUNI DE HIDROSTATICĂ

UNITATE DE ÎNVĂȚARE 2: NOȚIUNI DE HIDRODINAMICĂ

UNITATE DE ÎNVĂȚARE 3: NOȚIUNI DE HIDROLOGIE ȘI HIDROGRAFIE

UNITATE DE ÎNVĂȚARE 4: NOȚIUNI DE HIDROGEOLOGIE ȘI HIDROMETRIE

UNITATE DE ÎNVĂȚARE 5: SURSE DE APĂ ŞI CALITATEA APEI DE IRIGAŢIE

UNITATE DE ÎNVĂȚARE 6: PRIZE DE APĂ PENTRU IRIGAȚII. SISTEMUL DE IRIGARE, TIPURI DE AMENAJĂRI. METODE DE UDARE

UNITATE DE ÎNVĂȚARE 7: METODA DE UDARE PRIN SCURGERE LA SUPRAFAȚĂ

UNITATE DE ÎNVĂȚARE 8: METODA DE UDARE PRIN ASPERSIUNE

UNITATE DE ÎNVĂȚARE 9: METODA DE UDARE PRIN PICURARE. METODA DE UDARE SUBTERANĂ

UNITATE DE ÎNVĂȚARE 10: DESECAREA TERENURILOR AGRICOLE PRIN CANALE DESCHISE

UNITATE DE ÎNVĂȚARE 11: DRENAJUL TERENURILOR AGRICOLE. DRENAJUL CÂRTIȚĂ

UNITATE DE ÎNVĂȚARE 12: PROCESUL DE EROZIUNE

UNITATE DE ÎNVĂȚARE 13: ALUNECĂRI DE TEREN

UNITATE DE ÎNVĂȚARE 14: MĂSURI ȘI LUCRĂRI ANTIEROZIONALE

Editura AcademicPres USAMV CLUJ
CLUJ-NAPOCA, 2020

UNITATE DE ÎNVĂȚARE 1: NOȚIUNI DE HIDROSTATICĂ

CUPRINS UNITATE DE ÎNVĂȚARE 1:

1.1. INTRODUCERE. NOȚIUNI DE HIDRAULICĂ 2
1.2. NOȚIUNI DE HIDROSTATICĂ 2
1.2.1. Legea fundamentală a hidrostaticii 3
1.2.2. Ecuaţia fundamentală a hidrostaticii sub forma generală 5
1.2.3. Aplicații ale ecuației fundamentale a hidrostaticii 7
1.3. ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE 10
1.4. PROBLEME DE REZOLVAT 13
1.5. TESTE DE AUTOEVALUARE 14
1.6. REZUMAT 15
1.7. BIBLIOGRAFIE 15

INTRODUCERE

Acest capitol prezintă legea și ecuaţia fundamentală a hidrostaticii. De asemenea sunt prezentate și aplicațiile ecuației fundamentale ale hidrostaticii, respectiv determinarea forței hidrostatice ce acționează asupra unui perete plan/înclinat, determinarea forţei hidrostatice ce acționează asupra unei vane practicate într-un perete plan/înclinat. Capitolul se încheie cu întrebări recapitulative, teste de autoevaluare și prezentarea unei bibliografii.
Totodată, capitolul cuprinde și probleme de rezolvat pentru a înţelege mai bine materia și pentru a fixa cunoştinţele.

OBIECTIVELE UNITĂȚII DE ÎNVĂȚARE 1:

La sfârşitul acestui capitol vei fi capabil:
- ✓ să definești hidrostatica;
- ✓ să descrii legea fundamentală a hidrostaticii;
- ✓ să definești noțiunile de hidrostatică;
- ✓ să descrii principiul vaselor comunicante;
- ✓ să aplici ecuaţia fundamentală a hidrostaticii.

Durata medie de studiu individual – 2 ore.

1.1. INTRODUCERE. NOȚIUNI DE HIDRAULICĂ

Lucrările de irigaţii, desecări-drenaje şi combaterea eroziunii se execută în scopul reglării regimului de apă de la suprafaţa solului şi din profilul de sol, prin completarea deficitului de umiditate sau eliminarea apei în exces, prevenirea şi combaterea eroziunii solului, luarea în cultură a terenurilor neproductive în vederea obţinerii de producţii mari şi stabile pe toate terenurile agricole.

Proiectarea şi exploatarea acestor lucrări se face pe baza legilor furnizate de hidraulică. Astfel dimensionarea tuturor tipurilor de canale, conducte, construcţii hidrotehnice, lucrări de combaterea eroziunii solului etc. constituie tot atâtea aplicaţii ale hidraulicii.

Hidraulica este ştiinţa care are ca obiect de studiu stările de echilibru (repaus) şi de mişcare a fluidelor în vederea deducerii legilor fundamentale cărora li se supun precum şi pentru aplicarea acestor legi în probleme de tehnică inginerească.

Hidraulica se împarte în două mari ramuri:

- **Hidrostatica**, care se ocupă cu studiul legilor de echilibru
- **Hidrodinamica**, care se ocupă cu studiul legilor de mişcare.

1.2. NOȚIUNI DE HIDROSTATICĂ

Hidrostatica - studiul legilor de echilibru ale fluidelor analizează forţele care acţionează asupra unui lichid în repaus în scopul stabilirii unei presiuni hidrostatice.

Hidrostatica are o serie de aplicaţii în ştiinţă la construcţia aparatelor de determinare a presiunii şi vacuumului şi în lucrările de îmbunătăţiri funciare la determinarea presiunilor care acţionează asupra barajelor, stăvilarelor etc.

Presiunile din interiorul fluidelor se datorează acţiunii reciproce dintre particulele fluidului. Acţiunea reciprocă între particulele de fluid se manifestă sub forma unor forţe de presiune.

Forţele interioare care acţionează asupra unui lichid pe unitatea de suprafaţă se numesc presiuni hidrostatice, exercitate atât în interiorul lichidului, cât şi pe pereţii vasului în care se găsesc.

Presiunea medie hidrostatică (Pm) reprezintă raportul între modulul forţei (ΔF) şi suprafaţa (ΔS) pe care se exercită această forţă, numită suprafaţă de acţiune.

$$Pm = \frac{|\Delta \vec{F}|}{|\Delta S|} \quad \text{(tf)}$$

Presiunea hidrostatică într-un punct (P) este limita către care tinde acest raport când suprafaţa de acţiune tinde către zero:

$$P = \lim_{\Delta s \to 0} \frac{|\Delta \vec{F}|}{|\Delta S|} \times \frac{dF}{ds} \quad \text{(tf)}$$

Unităţi de măsură:

kgF/cm^2 sau kgF/m^2;

Atmosfera fizică: 1 atmfiz = 1,033 kgF/cm^2;

Pentru simplificare s-a introdus şi se utilizează noţiunea de atmosferă tehnică:

Atmosfera tehnică: 1 atmteh = 1,0 kgF/cm^2;

Atmosfera tehnică este egală cu presiunea exercitată de o coloană de 10 m de apă înălţime la temperatura de 4°C exercitată pe suprafaţa de 1 cm^2.

1 atmteh = 10 m C.A. – coloană de apă.

Presiunea hidrostatică are proprietăţile:

- este normală sau perpendiculară pe suprafaţa ce acţionează şi reprezintă un efort de compresiune;

- nu depinde de orientarea suprafeţei pe care acţionează având aceeaşi valoare după toate direcţiile.

Forţa totală rezultă din suma tuturor presiunilor hidrostatice ce acţionează asupra unei suprafeţe şi poartă denumirea de presiune hidrostatică.

1.2.1. Legea fundamentală a hidrostaticii

Presiunea hidrostatică din interiorul unui lichid incompresibil aflat în echilibru în câmpul gravitaţional este egală cu presiunea atmosferică ce se exercită la suprafaţa liberă a lichidului la care se adaugă produsul dintre greutatea specifică a lichidului şi înălţimea faţă de suprafaţa liberă a apei.

$$Po + \gamma z_0 = \gamma z + P_M = const \quad \text{(tf)}$$

$$P_M = Po + \gamma z_0 - \gamma z \quad \text{(tf)}$$

$$P_M = Po + \gamma (z_o - z) \quad \text{(tf)}$$

$$z_o - z = h$$

$$\rightarrow \mathbf{P_M = P_o + \gamma h}$$

P_M – presiunea absolută.

Presiunea absolută (P_M) reprezintă suma dintre presiunea exercitată pe suprafaţa liberă a lichidului şi presiunea produsă de coloana de lichid de înălţime h şi greutatea specifică γ.

Presiunea relativă (P) reprezintă presiunea care se exercită în plus peste presiunea care se manifestă la suprafaţa liberă a lichidului.

Presiunea relativă se notează cu P şi are relaţia:

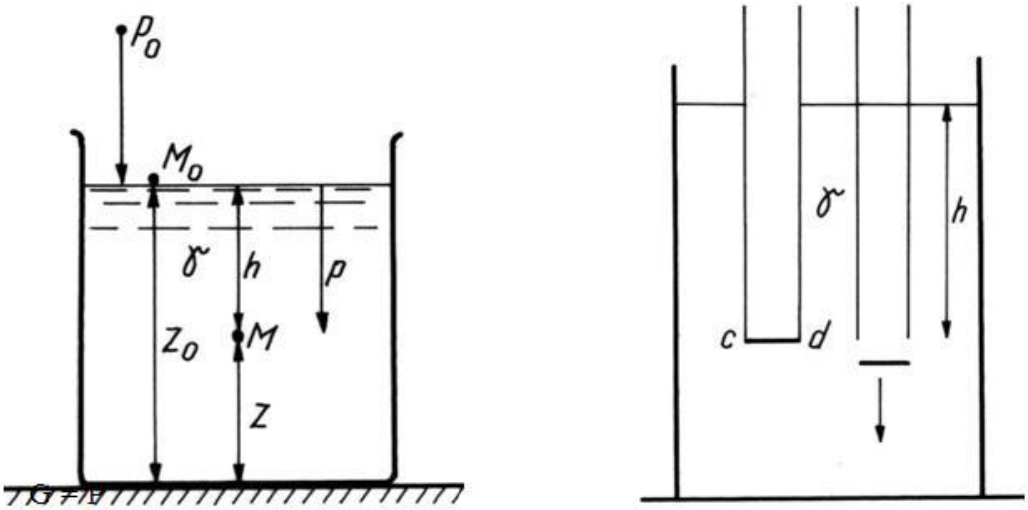
$$P = P_M - P_o \rightarrow P = P_o + \gamma h - P_o = \gamma h \rightarrow \mathbf{h = P/\gamma};$$

unde:

h – înălţime piezometrică;

γ – greutatea specifică a lichidului;

P_0 – presiunea care se exercită pe suprafaţa liberă a lichidului.



a b

Figura 1.1. Schemă pentru ilustrarea legii fundamentale a hidrostaticii (a); Schemă pentru demonstrarea presiunii relative (b)

G = P

$P = p \times \omega$

$G = \gamma \times v$

$V = \omega \times h$

$P \times \omega = \gamma \times \omega \Rightarrow P = \gamma \times h$

unde:

P – rezultanta tuturor presiunilor;

ω – secţiunea;

Înălţimea piezometrică reprezintă înălţimea coloanei de lichid corespunzătoare înălţimii hidrostatice. Se măsoară cu tuburi gradimetrice, gradate în cm şi cu diametrul de 10 – 15 mm.

Presiunea se măsoară cu ajutorul manometrelor, iar depresiunea cu ajutorul vacumetrelor.

1.2.2. Ecuaţia fundamentală a hidrostaticii sub forma generală

$$z + P/\gamma = constant$$

unde:

z – înălţime de poziţie faţă de înălţimea de recepţie;

P/γ – înălţime piezometrică;

Înmulţind relaţia cu (m x g) $\rightarrow$ $mgz + mg\,(P/\gamma) = constant$

unde:

mgz – energie potenţială specifică de poziție

$mg\,(P/\gamma)$ – energie potenţială specifică de presiune.

Din legea fundamentală a hidrostaticii rezultă **proprietăţile:**

– presiunea hidrostatică creşte direct proporţional cu h;

– valoarea presiunii nu depinde de forma vasului ci numai de greutatea specifică şi nivelul lichidului.

Astfel, presiunea exercitată de un lichid pe fundul unui vas este indiferentă de forma pereților laterali, mărimea ei depinzând de mărimea suprafeței fundului (S), de greutatea specifică a lichidului (γ) și de înălțimea coloanei (h) de lichid. Această lege numită *paradoxul hidrostatic* este valabilă nu numai pentru suprafețele plane orizontale, ci pentru orice fel de suprafețe, prezentând o deosebită importanță în lucrările de îmbunătățiri funciare.

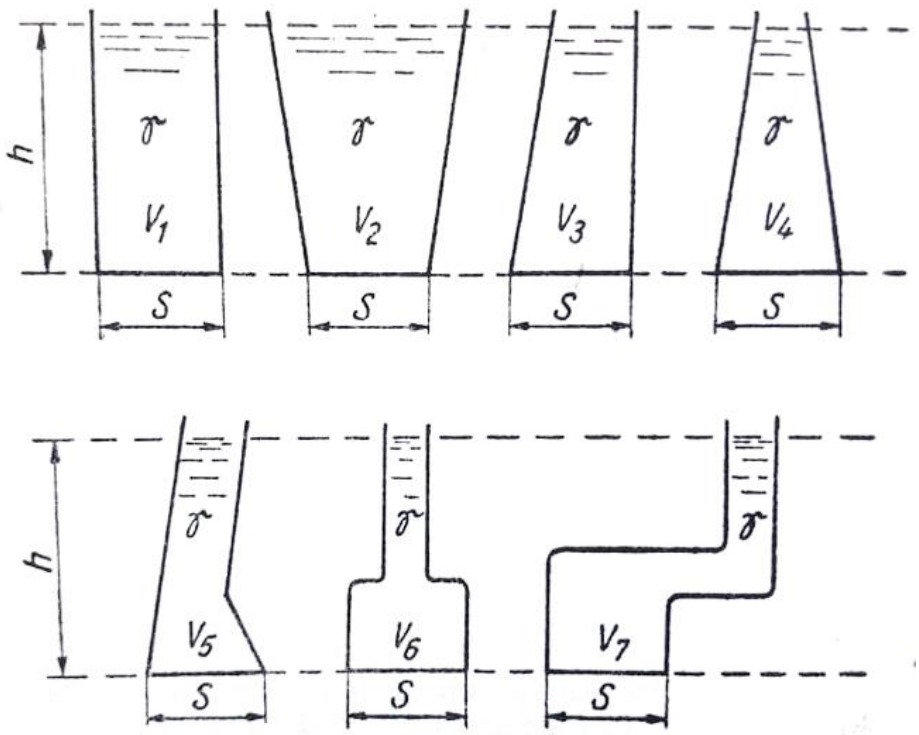


Figura 1.2. Schemă pentru ilustrarea paradoxului hidrostatic

Principiul vaselor comunicante:

În prima jumătate a secolului al XVI-lea, fizicianul Blaise **Pascal** a formulat, în urma studiilor şi a experienţelor, principiul care îi poartă numele, cunoscut şi ca principiul vaselor comunicante: în două sau mai multe vase comunicante, care conţin acelaşi lichid, suprafaţa lor liberă se află în acelaşi plan orizontal, indiferent de numărul, forma şi dimensiunea vaselor.

Experimentând, se constată că dacă două sau mai multe recipiente sunt legate între ele cu o conductă, prin care poate circula un lichid, atunci lichidul turnat într-unul dintre recipiente va curge prin conductă şi în celălalt/celelalte, până când în fiecare recipient nivelul lichidului va fi acelaşi.

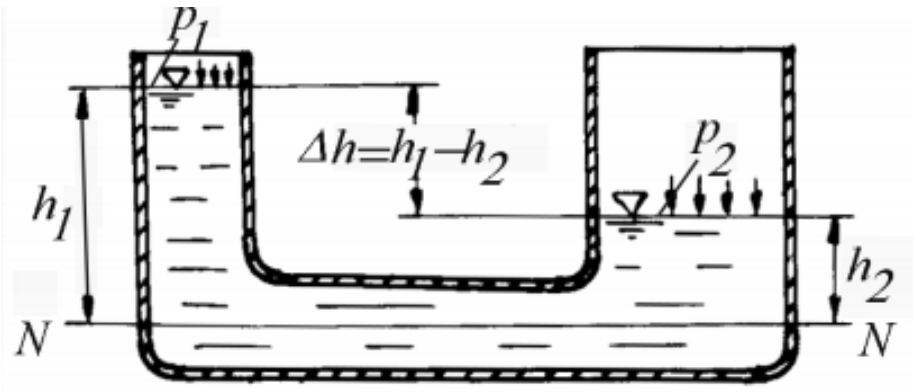


Figura 1.3. Vase comunicante

În Figura 1.3 este reprezentat un vas cu două brațe de secțiuni diferite, în care se află un lichid omogen. Pe suprafețele libere acționează presiunile P_1, respectiv P_2. Principiul vaselor comunicante se aplică şi pentru a evidenţia două lichide nemiscibile (care nu amestecă între ele) cu densităţi diferite, cum ar fi apa şi uleiul. Astfel, dacă introducem apă şi ulei în volume egale în cele două ramuri, de diametre egale, ale unui tub în forma literei U, când sunt separate printr-un robinet, lichidele vor avea acelaşi nivel. Dacă se deschide robinetul de comunicare dintre cele două ramuri, apa va pătrunde în ramura cu ulei şi o va împinge în sus. Între cele două ramuri ale vasului va apărea o denivelare, la baza tubului, dar vom avea presiuni hidrostatice egale la echilibru. Conform legii lui Pascal, presiunea aplicată unui lichid aflat într-un vas este transmisă integral oricărei porţiuni a lichidului, precum şi pereţilor vasului (*https://www.scientia.ro/fizica/fizica/6816-principiul-vaselor-comunicante-principiul-lui-pascal.html).*

Linia piezometrică – linia care uneşte înălţimile piezometrice într-un lichid de-a lungul forţei de acelaşi plan de referinţă.
Suprafeţele echipotenţiale – suprafețe ale căror puncte sunt caracterizate prin aceeaşi mărime a presiunii hidrostatice.

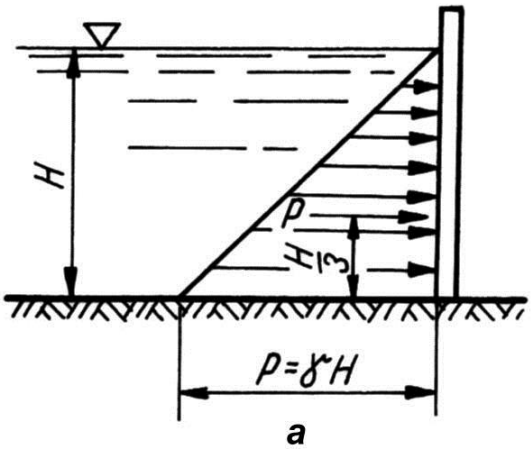
1.2.3. Aplicații ale ecuației fundamentale a hidrostaticii

Prin forță hidrostatică se înțelege rezultanta presiunilor exercitate de un lichid în repaus pe un perete solid. În calculul forțelor hidrostatice se are în vedere forma peretelui, care poate fi plană sau curbă.

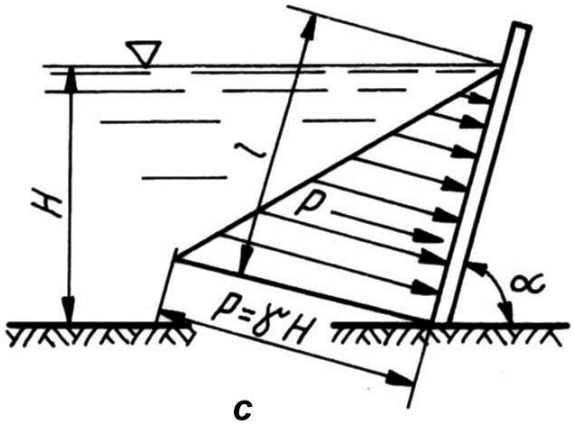
În cazul pereților plani, presiunile care apasă asupra lor sunt paralele între ele și perpendiculare pe suprafața de acțiune, crescând proporțional cu adâncimea.

Ele pot fi reprezentate grafic printr-o serie de segmenți perpendiculari pe perete, având lungimea egală cu γH și care prin însumare duc la o rezultantă unică.

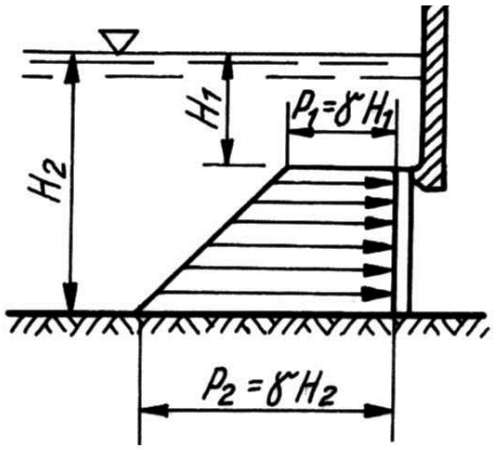
1. Determinarea forței hidrostatice ce acționează asupra unui perete plan (a)
2. Determinarea forței hidrostatice ce acționează asupra unui perete plan înclinat (c)
3. Determinarea forței hidrostatice ce acționează asupra unei vane practicate într-un perete plan vertical (b)
4. Determinarea forței hidrostatice ce acționează asupra unei vane practicate într-un perete plan înclinat (d)



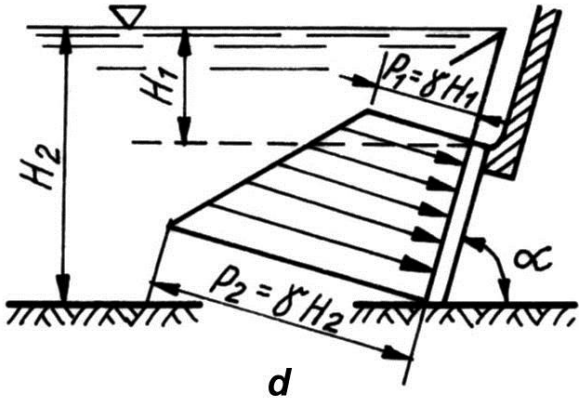
a



c



b



d

1. Determinarea forței hidrostatice ce acționează asupra unui perete plan (a)

Poate fi peretele unui rezervor de apă:

$$P = V_{prismei}$$

$$V_{prismei} = Sb \times b = \frac{\gamma H \cdot H}{2} \cdot b = \frac{\gamma H^2}{2} \cdot b$$

$$P = \frac{\gamma H^2 b}{2} \quad (tf)$$

2. Determinarea forței hidrostatice ce acționează asupra unui perete plan înclinat (c)

$$\sin\alpha = \frac{H}{L} \Rightarrow L = \frac{H}{\sin\alpha}$$

$$P = Vprim \Rightarrow Vprim = S_b \times b = \frac{\gamma HL}{2} \times b = \frac{\gamma H^2 b}{2\sin\alpha} \quad (tf)$$

$$P = \frac{\gamma H^2 b}{2\sin\alpha} \quad (tf)$$

3. Determinarea forței hidrostatice ce acționează asupra unei vane practicate într-un perete plan vertical (b)

$$P = V_{prismei} \quad (tf)$$

$$V_{prismei} = Sb \times a = \frac{(\gamma H_1 + \gamma H_2) \cdot (H_2 - H_1)}{2} \cdot a = \frac{\gamma (H_2^{\,2} - H_1^{\,2})}{2} \cdot a$$

$$P = \frac{\gamma (H_2^{\,2} - H_1^{\,2})}{2} \cdot a \quad (tf)$$

4. Determinarea forței hidrostatice ce acționează asupra unei vane practicate într-un perete plan înclinat (d)

$$P = V_{prismei} \quad (tf)$$

$$V_{prismei} = Sb \times a = \frac{(\gamma H_1 + \gamma H_2) \cdot L}{2} \cdot a$$

$$\sin\alpha = \frac{H}{L} \Rightarrow L = \frac{H}{\sin\alpha}$$

$$V_{prismei} = Sb \times a = \frac{(\gamma H_1 + \gamma H_2) \cdot (H_2 - H_1)}{2\sin\alpha} \cdot a = \frac{\gamma (H_2^{\,2} - H_1^{\,2})}{2\sin\alpha} \cdot a$$

$$P = \frac{\gamma (H_2^{\,2} - H_1^{\,2})}{2\sin\alpha} \cdot a \quad (tf)$$

1.3. ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Definiți hidraulica.

2. Care sunt cele două mari ramuri ale hidraulicii?

3. Ce înțelegeți prin hidrostatică?

4. Definiți termenul de presiune hidrostatică.

5. Precizați două proprietăți ale forței hidrostatice.

6. Enunțați legea fundamentală a hidrostaticii.

7. Definiți termenii: presiune absolută, presiune relativă.

8. Exprimați ecuația fundamentală a hidrostaticii sub formă generală și explicați fiecare termen.

9. Explicați principiul vaselor comunicante.

10. Definiți termenii: linie piezometrică, suprafețe echipotențiale.

11. Forța hidrostatică ce acționează asupra unui perete plan.

12. Forța hidrostatică ce acționează asupra unui perete plan înclinat.

13. Forța hidrostatică ce acționează asupra unei vane practicate într-un perete plan vertical.

14. Forța hidrostatică ce acționează asupra unei vane practicate într-un perete plan înclinat.

1.4. PROBLEME DE REZOLVAT

1. Să se stabilească forţa hidrostatică (precizând unitatea de măsură) care acţionează asupra unui baraj din pământ cu înclinarea taluzului dinspre apă de 1/3, adâncimea apei în faţa barajului fiind de 3 m, iar lungimea barajului de 11 m. Se va întocmi şi diagrama presiunilor hidrostatice pe taluzul barajului, iar pentru formulele utilizate se va preciza semnificaţia simbolurilor.

2. Să se stabilească forţa hidrostatică (precizând unitatea de măsură) care acţionează pe peretele plan vertical al unui rezervor, peretele având lăţimea de 10 m, iar înălţimea coloanei de apă în faţa peretelui fiind de 3 m. Se va întocmi şi diagrama presiunilor hidrostatice pe perete, iar pentru formulele utilizate se va preciza semnificaţia simbolurilor.

3. Să se stabilească forţa necesară (precizând unitatea de măsură) pentru deschiderea unei vane cu înălţimea de 2,5 m şi lăţimea de 4 m, aşezată pe un canal într-un perete plan vertical. Înălţimea coloanei de apă deasupra vanei (oblonului) este de 1 m. Se va întocmi şi diagrama presiunilor hidrostatice pe vană, iar pentru formulele utilizate se va preciza semnificaţia simbolurilor.

4. Să se stabilească forţa necesară (precizând unitatea de măsură) pentru deschiderea unei vane pătratice cu latura de 0,6 m, aşezată într-un perete plan înclinat cu un unghi de 30°, înălţimea coloanei de apă deasupra vanei este de 0,20 m. Se va întocmi şi diagrama presiunilor hidrostatice, iar pentru formulele utilizate se va preciza semnificaţia simbolurilor.

1.5. TESTE DE AUTOEVALUARE

1. Hidraulica este ştiinţa care are ca obiect de studiu:

a) stările de echilibru (repaus) şi de mişcare a fluidelor
b) stările de echilibru (repaus) a fluidelor
c) stările de mişcare a fluidelor

2. Forţele interioare care acţionează asupra unui lichid pe unitatea de suprafaţă se numesc:

a) presiuni medii
b) presiuni absolute
c) presiuni hidrostatice

3. O atmosferă fizică este egală cu:

a) 1,031 kgF/cm^2
b) 1,033 kgF/cm^2
c) 1,035 kgF/cm^2

4. Este o proprietate a presiunii hidrostatice:

a) este normală sau perpendiculară pe suprafaţa ce acţionează
b) depinde de orientarea suprafeţei pe care acţionează
c) nu reprezintă un efort de compresiune

5. Presiunea se măsoară cu ajutorul:

a) vacumetrelor
b) termometrelor
c) manometrelor

6. Alegeţi varianta corectă:

a) presiunea hidrostatică creşte invers proporţional cu h
b) valoarea presiunii nu depinde de forma vasului
c) valoarea presiunii nu depinde de greutatea specifică şi nivelul lichidului

7. Greutatea specifică a lichidului se notează cu:

a) γ
b) h
c) P

8. Principiul vaselor comunicante a fost formulat de:

a) Arhimede
b) Pascal
c) Coulomb

Răspunsuri:1.a; 2.c; 3.b; 4.a; 5.c; 6.b; 7.a; 8.b.

1.6. REZUMAT

Hidraulica este ştiinţa care are ca obiect de studiu stările de echilibru (repaus) şi de mişcare a fluidelor în vederea deducerii legilor fundamentale cărora li se supun, precum şi pentru aplicarea acestor legi în probleme de tehnică inginerească.Hidraulica se împarte în două ramuri: hidrostatică şi hidrodinamică.

Hidrostatica presupune studiul legilor de echilibru ale fluidelor prin analizarea forţelor ce acţionează asupra unui lichid în repaus în scopul stabilirii unei presiuni hidrostatice. Presiunile din interiorul fluidelor se datorează acţiunii reciproce dintre particulele fluidului. Acţiunea reciprocă între particulele de fluid se manifestă sub forma unor forţe de presiune.

Presiunea medie hidrostatică reprezintă raportul între modulul forţei şi suprafaţa pe care se exercită această forţă, numită suprafaţă de acţiune.

Legea fundamentală a hidrostaticii. Presiunea hidrostatică din interiorul unui lichid incompresibil aflat în echilibru în câmpul gravitaţional este egală cu presiunea atmosferică ce se exercită la suprafaţa liberă a lichidului la care se adaugă produsul dintre greutatea specifică a lichidului şi înălţimea faţă de suprafaţa liberă a apei.

Ecuaţia fundamentală a hidrostaticii este: $z + P/\gamma = constant$.

Din legea fundamentală a hidrostaticii rezultă proprietăţile: presiunea hidrostatică creşte direct proporţional cu h; valoarea presiunii nu depinde de forma vasului ci numai de greutatea specifică şi nivelul lichidului. Astfel, presiunea exercitată de un lichid pe fundul unui vas este indiferentă de forma pereților laterali, mărimea ei depinzând de mărimea suprafeței fundului (S), de greutatea specifică a lichidului (γ) și de înălțimea coloanei (h) de lichid.

Ca aplicații ale ecuației fundamentale a hidrostaticii se menționează: determinarea forței hidrostatice ce acționează asupra unui perete plan; determinarea forței hidrostatice ce acționează asupra unui perete plan înclinat; determinarea forței hidrostatice ce acționează asupra unei vane practicate într-un perete plan vertical, respectiv determinarea forței hidrostatice ce acționează asupra unei vane practicate într-un perete plan înclinat.

1.7. BIBLIOGRAFIE

Bibliografie obligatorie:

1. Notițe curs
2. NICOLAU, C. şi colab., 1970, Îmbunătăţiri funciare, Editura: Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.

Bibliografie facultativă:

3. JINGA I., S. CÎMPEANU, NIȚU OANA ALINA, 2009, Irigaţii, desecări, combaterea eroziunii solului, irigarea culturilor, Editura: Atelierul de multiplicat cursuri.
4. MEASNICOV, M., 1975, Îmbunătăţiri funciare, Editura Didactică şi pedagogică, Bucureşti.
5. SAVU P., D.BUCUR, S. I. JITĂREANU, 2005, Îmbunătăţiri funciare şi irigarea culturilor lucrări practice, Editura: „Ion Ionescu de la Brad” Iaşi.

UNITATE DE ÎNVĂȚARE 2: NOȚIUNI DE HIDRODINAMICĂ

CUPRINS UNITATE DE ÎNVĂȚARE 2:

2.1. NOȚIUNI DE HIDRODINAMICĂ 18
2.2. CALCULUL UNOR ELEMENTE HIDRAULICE ALE CANALELOR CU DIFERITE SECȚIUNI TRANSVERSALE 20
2.3. CLASIFICAREA MIȘCĂRII LICHIDELOR 21
2.4. ECUAȚIILE FUNDAMENTALE ALE HIDRODINAMICII 24
2.5. APLICAȚII ALE HIDRODINAMICII 31
2.6. CONSTRUCȚII FOLOSITE CA APOMETRE 42
2.6.1. Stăvilare 42
2.6.2. Sifoane mobile 45
2.7. DIMENSIONAREA CANALELOR ŞI CONDUCTELOR 47
2.8. ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE 57
2.9. TESTE DE AUTOEVALUARE 62
2.10. REZUMAT 64
2.11. BIBLIOGRAFIE 65

INTRODUCERE

Acest capitol prezintă noțiunile cele mai importante folosite în studiul fluidelor și în cadrul aplicațiilor practice. Se prezintă relațiile de calcul ale elementelor hidraulice (secțiunea udată, perimetrul udat și raza hidraulică) ale canalelor cu diferite secțiuni transversale. De asemenea, este realizată o clasificare a mișcării lichidelor după mai multe criterii. Capitolul prezintă cele două legi importante ale hidrodinamicii: ecuaţia de continuitate şi ecuaţia lui Bernoulli.

De asemenea, acest capitol prezintă determinarea debitelor pe canale și cursuri naturale de apă a canalelor (conductelor). Se prezintă diverse procedee de determinare a debitului, respectiv metode de calcul a secțiunii udate și a vitezei. Capitolul prezintă determinarea vitezei cu ajutorul tubului Pitôt, cu ajutorul flotorilor și cu ajutorul moriștii hidrometrice. Se realizează descrierea deversoarelor, stăvilarelor și a sifoanelor mobile. De asemenea, capitolul urmărește etapele dimensionării canalelor și a conductelor sub presiune, dimensionarea fiind una din operațiile principale în proiectarea lucrărilor de îmbunătățiri funciare.

Capitolul se încheie cu întrebări recapitulative, teste de autoevaluare și prezentarea unei bibliografii.

OBIECTIVELE UNITĂȚII DE ÎNVĂȚARE 2:

La sfârşitul acestui capitol vei fi capabil:

- ✓ să defineşti hidrodinamica;
- ✓ să defineşti principalele noțiuni ale hidrodinamicii;
- ✓ să prezinți elementele constructive ale unei secțiuni transversale;
- ✓ să clasifici mişcarea lichidelor;
- ✓ să explici ecuația lui Bernoulli;
- ✓ să enumeri factorii care influențează pierderile de sarcină;
- ✓ să calculezi secțiunea udată;
- ✓ să calculezi viteza;
- ✓ să defineşti un deversor;
- ✓ să clasifici deversoarele; să calculezi debitul;
- ✓ să identifici construcțiile folosite ca apometre;
- ✓ să defineşti elementele geometrice-constructive şi hidraulice ale unui canal.

Durata medie de studiu individual – 2 ore.

2.1. NOȚIUNI DE HIDRODINAMICĂ

Hidrodinamica este ştiinţa care se ocupă cu studiul mişcării lichidelor în vederea stabilirii relaţiilor care există între presiunile şi vitezele lichidului în diferite condiţii de mişcare a acestuia.

Datorită forţelor de coeziune reduse dintr-un lichid, la acţiunea unor forţe exterioare chiar mici, diversele straturi de lichid capătă mişcări relative unele faţă de altele, care determină curgerea lichidului. Pe de altă parte, în timpul curgerii lichidelor apar între straturile lichidului forţe de frecare interioare, forţe de vâscozitate care se opun curgerii şi care îngreunează studiul mişcării lichidelor. De aceea, pentru studiul mişcării lichidelor se fac unele simplificări. Astfel, se consideră lichidul "**perfect**", respectiv incompresibil şi fără vâscozitate, iar regimul de scurgere permanent, în cazul în care viteza de scurgere rămâne constantă în timp de-a lungul curentului.

Noţiuni despre mişcarea fluidelor

Este important de amintit că o formă de energie se poate transforma în alta şi că dacă se neglijează frecarea, legea conservării energiei presupune că energia specifică de poziţie datorită presiunii şi mişcării (vitezei) conţinută într-o unitate de volum rămâne constantă.

De exemplu, dacă într-o conductă viteza scade pe o porţiune mică, scade şi energia cinetică şi creşte în mod echivalent energia potenţială şi invers. De aceea, este posibil să se măsoare creşterea energiei potenţiale şi să se calculeze modificarea energiei cinetice şi a vitezei. Pe acest principiu se bazează toate dispozitivele de măsurat debite pe conducte, pierderi de sarcină etc.

Reamintim că în hidraulică, prin energie se înţelege capacitatea de a face un lucru mecanic; de aceea energia şi lucrul mecanic sunt echivalente. Lucrul mecanic este produsul între forţă şi distanţă.

Noţiunile cele mai importante folosite în studiul mişcării fluidelor sunt: linia de curent, traiectoria particulei, tub de curent, curent, iar în cadrul aplicaţiilor practice: secţiunea vie, perimetru udat, rază hidraulică şi debit.

Linia de curent (a) este curba la care vitezele de la un moment dat sunt tangente în fiecare punct.

Traiectoria reprezintă drumul real parcurs de o particulă de lichid.

Tubul de curent (b) reprezintă o suprafaţă tubulară formată din linii de curent care se sprijină pe o curbă C închisă.

Firul de curent este linia fluidă din interiorul unui tub elementar de curent.

Prin **curent** se înţelege masa de fluid în mişcare într-un tub de curent.

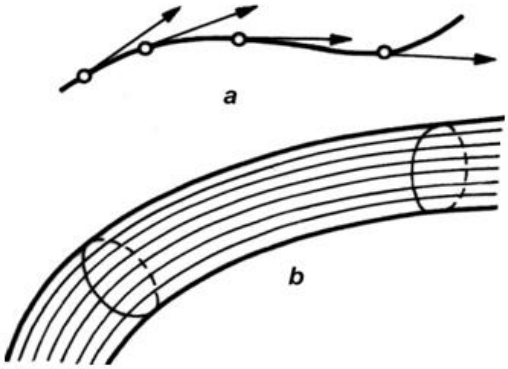


Figura 2.1. Linie de curent (a); tub de curent (b)

Elementele folosite în cadrul hidrodinamicii în proiectarea lucrărilor de ameliorаţii: secţiunea vie, perimetrul umed, raza hidraulică şi debitul.

Secţiunea vie (ω) reprezintă suprafaţa normală (perpendiculară) pe toate liniile de curent care o străbat. Dacă liniile de curent sunt drepte şi paralele secţiunea vie este plană.

Perimetrul udat (P) reprezintă lungimea conturului secţiunii vii în lungul căreia lichidul se află în contact cu pereţii rigizi.

Raza hidraulică (R) este raportul dintre secţiunea vie a curentului şi perimetrul udat:

$$R = \omega/P$$

Debitul (Q) reprezintă cantitatea de lichid ce se scurge în unitatea de timp prin secţiunea vie a unui curent. În hidrotehnică noţiunea de debit se foloseşte pentru a exprima capacitatea de transport a unui sistem hidraulic:

$$Q = \Delta v / \Delta t \ [m^3/s;\ m^3/h;\ l/s]$$

Dacă se trece la limită, timpul Δt devenind infinit mic

$$Q = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Deci debitul este derivata în raport cu timpul volumului de lichid ce se scurge prin secţiunea vie a unui curent.

2.2. CALCULUL UNOR ELEMENTE HIDRAULICE ALE CANALELOR CU DIFERITE SECȚIUNI TRANSVERSALE

Canalele folosite în lucrările de îmbunătățiri funciare sunt de mai multe tipuri, clasificarea lor făcându-se după diferite criterii. Cele mai mult utilizate sunt canalele cu secțiune trapezoidală, deoarece această formă a secțiunii poate fi executată cel mai ușor din pământ și căptușită cu diferite materiale în vederea reducerii pierderilor de apă prin infiltrație.

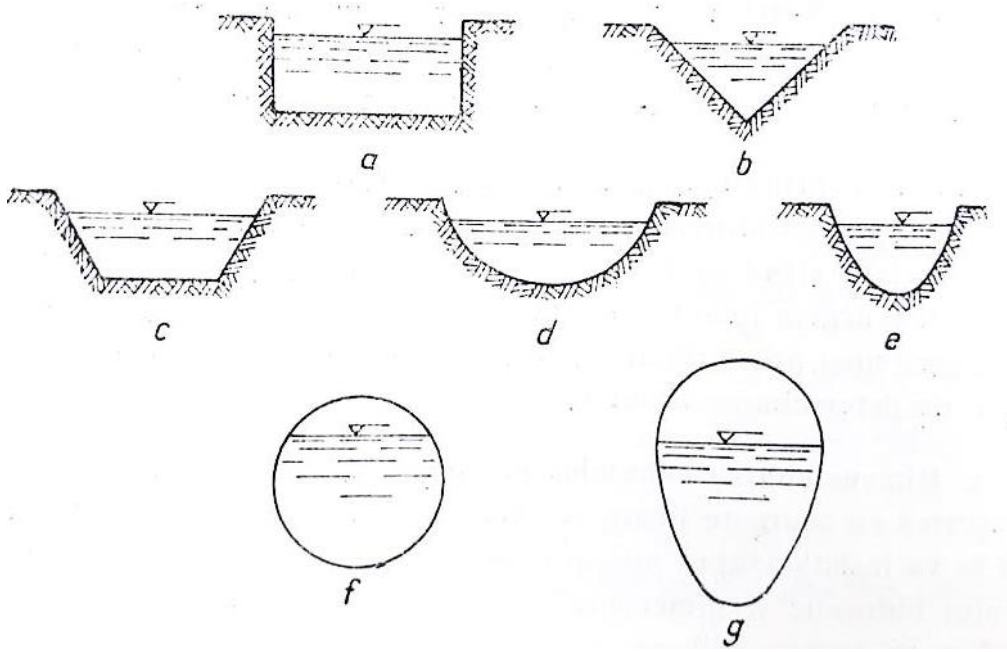


Figura 2.2. Diferite secțiuni transversale ale canalelor cu scurgere liberă:

a – dreptunghiulară *b – triunghiulară* *c – trapezoidală* *d – semicirculară* *e – parabolică* *f – circulară* *g – ovoidală*

Indiferent de felul canalului, fiecare dintre acestea prezintă o serie de elemente geometrice-constructive și hidraulice. În cazul unei secțiuni de formă trapezoidală, aceste elemente sunt reprezentate de:

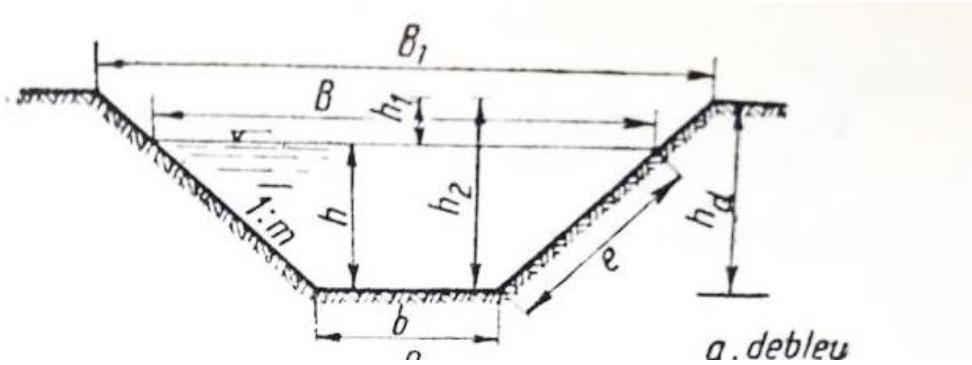


Figura 2.3. Elementele constructive ale secțiunii transversale de formă trapezoidală

b – lățimea la fund a canalului;

h – adâncimea apei în canal;

h1 – garda sau înălțimea de siguranță;

h2 – adâncimea canalului (h2 = h + h1);

m – coeficientul taluzului;

B – deschiderea canalului la nivelul liber al apei;

B1 – deschiderea la suprafață a canalului, corespunzătoare adâncimii canalului h2;

ω – secțiunea vie;

P – perimetrul umed;

R – raza hidraulică;

V – viteza medie a apei în canal;

Q – debitul canalului.

Tipul secțiunii transversale	Secțiunea udată ω	Perimetrul udat P	Raza hidraulică R
Trapezoidală	$\omega = b \cdot h + m \cdot h^2$	$P = b + 2 \cdot h\sqrt{l + m^2}$	$R = \frac{b \cdot h + m \cdot h^2}{b + 2 \cdot h\sqrt{l + m^2}}$
Dreptunghiulară	$\omega = b \cdot h$	$P = b + 2 \cdot h$	$R = \frac{b \cdot h}{b + 2 \cdot h}$
Triunghiulară	$\omega = m \cdot h^2$	$P = 2 \cdot h\sqrt{l + m^2}$	$R = \frac{m \cdot h^2}{2 \cdot h\sqrt{l + m^2}h}$
Semicirculară	$\omega = \frac{\pi \cdot h^2}{2}$	$P = \pi \cdot h$	$R = \frac{h}{2}$
Parabolică	$\omega = \frac{2}{3}B \cdot h$	$P = B + \frac{8 \cdot h^2}{3 \cdot B}$	$R = \frac{B^2 \cdot h}{15 \cdot B^2 + 4 \cdot h^2}$

Figura 2.4. Relații pentru calculul unor elemente hidraulice ale canalelor cu diferite secțiuni transversale

2.3. CLASIFICAREA MIŞCĂRII LICHIDELOR

Se disting mai multe criterii de clasificare a mişcării lichidelor:

A. După cauza mişcării se deosebesc:

1. *Mişcarea liberă*, la care cauza deplasării lichidului este acceleraţia gravitaţiei (g). Este tipică pentru albiile deschise ale cursurilor de apă.

2. *Mişcarea sub presiune*, la care deplasarea se datorează unei presiuni diferite de presiunea atmosferică. Nu prezintă suprafaţa liberă, lichidul mişcându-se într-un spaţiu închis (în conductele cu secţiunea plină).

B. După variaţia în timp a mişcării se diferenţiază:

1. *Mişcarea permanentă*, la care în orice punct al curentului, mărimea şi direcţia vitezei rămân constante; viteza fiind constantă în timp, liniile de curent nu se modifică iar debitul rămâne, de asemenea, constant.

2. *Mişcarea nepermanentă* (*variabilă*), la care viteza într-un punct al curentului variază de la un moment la altul; în conducte, trecerea de la mişcarea permanentă la mişcarea variată se produce când se modifică debitul, prin închiderea sau deschiderea parţială a vanelor, când presiunea scade sau creşte etc.

C. După variaţia secţiunii transversale şi a pantei în lungul albiei se disting:

1. *Mişcarea uniformă*, caracteristică albiilor rectilinii, la care:

– nu se modifică pe traseul de scurgere, secţiunea udată, rugozitatea, panta, viteza şi debitul;

– liniile de curent sunt paralele şi suprafaţa secţiunii udate este plană;

– pantele suprafeţei libere a apei (piezometrică), hidraulică (de energie) şi a fundului (topografică) sunt egale.

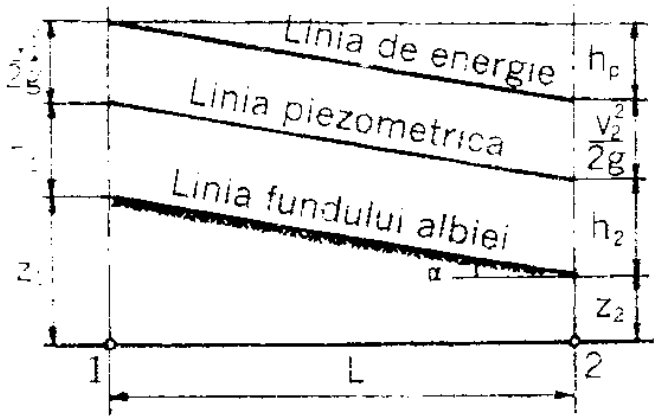


Figura 2.5. Schemă pentru ilustrarea mişcării uniforme a lichidelor

$$I \text{ (panta fundului albiei)} = \frac{z_1 - z_2}{L} = tg\alpha$$

$$i \text{ (panta piezometrică)} = \frac{(z_1 + h_1) - (z_2 + h_2)}{L}$$

$$j \text{ (panta hidraulică)} = \frac{(z_1 + h_1 + \frac{v_1^2}{2 \cdot g}) - (z_2 + h_2 + \frac{v_2^2}{2 \cdot g})}{L} = \frac{hr}{L}$$

Prin urmare, la mişcarea uniformă:

I = i = j

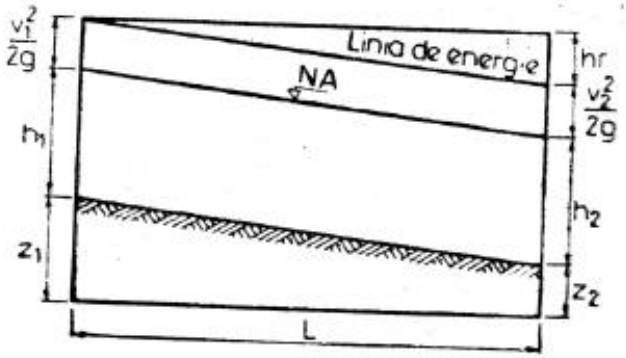


Figura 2.6. Mişcarea uniformă a apei în canale deschise

2. *Mişcarea neuniformă* se evidenţiază când apar cauze (schimbarea secţiunii udate, a rugozităţii, a pantei, obstacole etc.) care modifică viteza apei ca mărime şi/sau ca direcţie; în aceste condiţii, cele trei pante (I, i, j) nu mai sunt egale, liniile de curent nu se mai păstrează paralele, ci devin concurente, divergente, curbe.

La mişcarea neuniformă, distribuţia presiunilor nu se face după legea fundamentală a hidrostaticii, ci după legi proprii mişcării turbulente. De aceea s-au definit, în funcţie de gradul de neuniformitate:

- *mişcarea rapid variată,* pentru cazul când condiţiile ce caracterizează mişcarea prezintă variaţii mari pe porţiuni relativ scurte din traseul curentului şi
- *mişcarea gradual variată,* când variaţia caracteristicilor cinematice ale curentului este lentă, astfel că pe sectoare scurte, curgerea poate fi asimilată cu deplasarea caracteristică mişcării uniforme.

D. După structura internă (fizică) a mişcării se deosebesc:

1. Mişcarea laminară, la care liniile de curent sunt rectilinii şi/sau paralele, particulele de lichid nu trec dintr-un strat în altul.

2. Mişcarea turbulentă, care are aspectul aparent dezordonat; vitezele pulsează în jurul unor valori temporale, având loc amestecul între straturi.

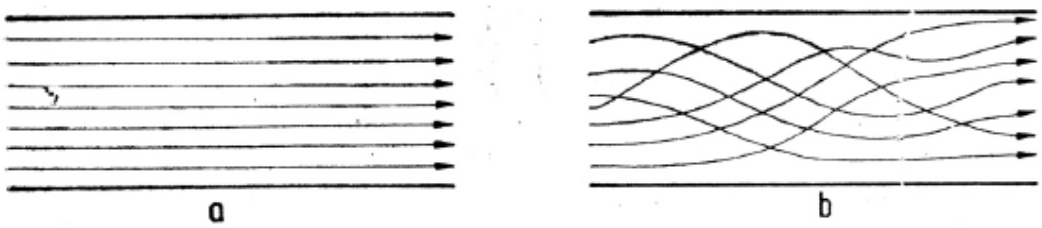


Figura 2.7. Traiectoriile liniilor de curent în mişcarea laminară (a) şi turbulentă (b)

În conducte, regimul de mişcare a lichidelor depinde de trei parametri: viteza medie a lichidului, vâscozitatea cinematică şi diametrul conductei.

Reynolds a demonstrat, pe cale experimentală, că în conducte natura regimului de mişcare, laminar sau turbulent, depinde de 3 parametri: **viteza medie a lichidului, diametrul conductei, vîscozitatea lichidului**. Trecerea mişcării de la regim laminar la regim turbulent se face când, la un anumit diametru şi vîscozitate a lichidului, viteza medie depăşeşte o valoare "**critică**", când la un anumit diametru şi viteză, vîscozitatea scade sub o anumită valoare "critică".

Pentru un anumit diametru (d) al conductei şi o anumită vâscozitate cinematică (v) a lichidului, se trece de la curgerea laminară la curgerea turbulentă dacă viteza medie (V) depăşeşte o valoare critică. În funcţie de cei trei parametri, Reynolds a stabilit un număr adimensional care îi poartă numele:

$$R_e = \frac{V \cdot d}{\nu}$$

în care *Re* este numărul lui Reynolds. Valoarea critică a numărului lui Reynolds este de aproximativ 2320.

2.4. ECUAŢIILE FUNDAMENTALE ALE HIDRODINAMICII

Legile şi principiile hidraulicii se folosesc la dimensionarea conductelor, canalelor, construcţiilor hidrotehnice şi la măsurarea apei în conducte şi canale, în orice sistem, canal sau conductă, debitul sau capacitatea de transport depinde de suprafaţa secţiunii transversale şi de viteza apei.

Hidrodinamica are la bază două legi importante: **ecuaţia de continuitate** şi **ecuaţia lui Bernoulli**.

1. Ecuaţia de continuitate exprimă relaţia dintre secţiunile şi vitezele medii pe traseul unui tub lichid. La mişcarea permanentă, debitul (Q) rămâne constant indiferent dacă vitezele medii şi secţiunile variază de-a lungul tubului de lichid. Aşadar,

$$\omega_1 \cdot V_1 = \omega_2 \cdot V_2 = ... = \omega_n \cdot V_n = Q = const$$

Din ecuaţia de continuitate rezultă că raportul secţiunilor este invers raportului vitezelor:

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

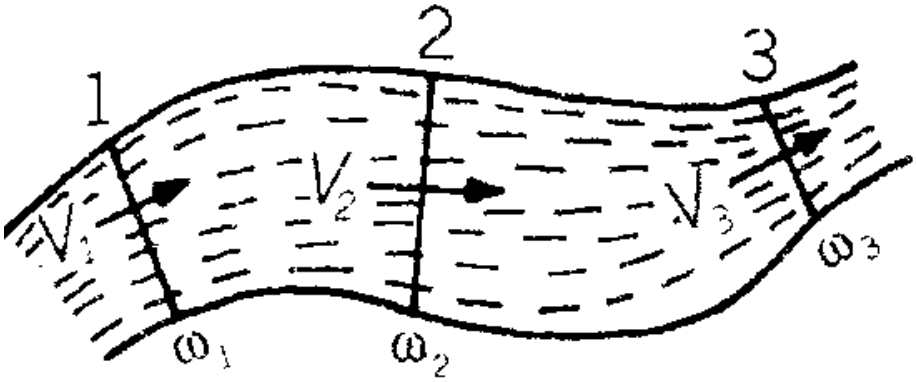


Figura 2.8. Schemă pentru ilustrarea ecuaţiei de continuitate

2. Ecuaţia lui Bernoulli se bazează pe legea conservării energiei şi exprimă legătura dintre vitezele şi presiunile din diferitele puncte ale unui fir lichid sau tub de curent.

Bernoulli a fost primul om de ştiinţă care a aplicat legea conservării energiei la mişcarea fluidelor, elaborând a doua ecuaţie fundamentală a hidrodinamicii.

Energetic, ecuaţia lui Bernoulli se poate enunţa astfel: „O unitate volum de apă conţine aceeaşi cantitate de energie în toate punctele de-a lungul traseului unui fir de curent dacă se neglijează frecarea".

"Energiile datorită înălţimii, presiunii sau vitezei pot varia, dar suma lor rămîne constantă".

Energia specifică totală a unui lichid ideal (fără frecare sau lipsit de vîscozitate) în mişcare permanentă este constantă şi se compune din energie specifică potenţială şi energie specifică cinetică".

La un lichid în mişcare se disting trei feluri de energii şi anume:

- energia specifică de poziţie (z),
- energia specifică datorită presiunii ($\frac{p}{\gamma} = h$) şi
- energia specifică datorită mişcării ($\frac{V^2}{2g}$).

În hidraulică, prin energie se înţelege capacitatea de a face un lucru mecanic; de aceea energia şi lucrul mecanic sunt echivalente.

Toate cele trei energii au dimensiunea unei lungimi:

- ✓ (z) este diferenţa de nivel între poziţia unui punct din tubul de lichid şi planul orizontal de referinţă;

- ✓ ($\frac{p}{\gamma} = h$) reprezintă înălţimea coloanei de lichid deasupra punctului y considerat;
- ✓ ($\frac{V^2}{2g}$) este de asemenea, o lungime ($\left|\frac{\frac{L^2}{T^2}}{\frac{L}{T^2}}\right| = |L|$) şi reprezintă efectul mişcării lichidului.

($\frac{V^2}{2g}$) rezultă considerând energia cinetică ($E_c = \frac{m \cdot V^2}{2}$) în câmpul gravitaţional (G): $\frac{E_c}{G} = \frac{\frac{m \cdot V^2}{2}}{G} = \frac{m \cdot V^2}{2 \cdot m \cdot g} = \frac{V^2}{2 \cdot g}$

Suma ($z + \frac{p}{\gamma}$) reprezintă energia specifică potenţială (E_p) iar suma celor trei feluri de energii exprimă energia totală (E_1) a unei particule de lichid:

$$E_1 = z + \frac{p}{\gamma} + \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

La lichidele reale se consideră ($\frac{\alpha \cdot V^2}{2 \cdot g}$) în care (α) este coeficientul lui Coriolis şi are valoarea (α = 1,1) pentru scurgeri turbulente; pentru scurgerea laminară sau pentru calculele mai riguroase (α = 1).

Ecuaţia lui Bernoulli poate fi definită, atât din punct de vedere energetic, cât şi din punct de vedere geometric:

- energetic – în cazul mişcării permanente a unui lichid perfect, energia specifică totală rămâne constantă de-a lungul firului de lichid şi reprezintă sarcina hidrodinamică (H):

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2 \cdot g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2 \cdot g} = H = const$$

- geometric – la lichidele ideale, suma celor trei înălţimi: de poziţie, de presiune şi cinetică este constantă în toate punctele firului de lichid şi reprezintă sarcina hidrodinamică H.

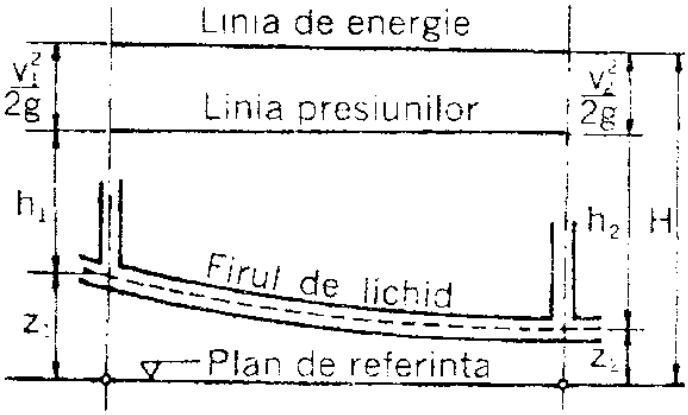


Figura 2.9. Schemă pentru ilustrarea geometrică a legii lui Bernoulli la lichidele perfecte

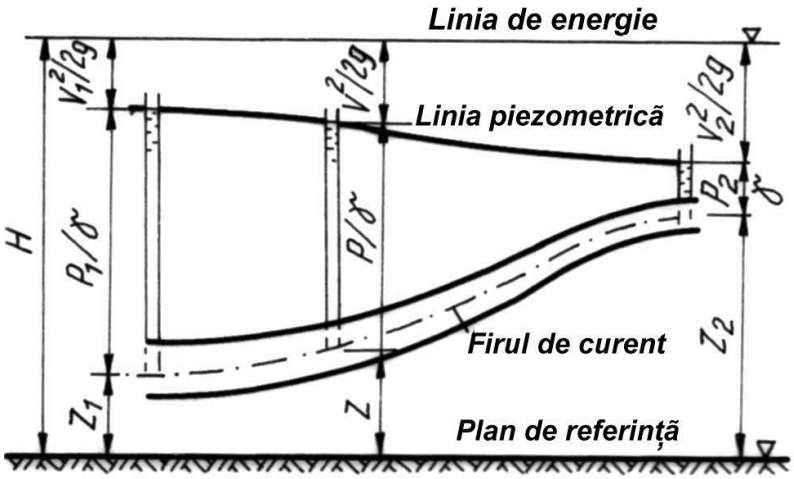


Figura 2.10. Reprezentarea grafică a ecuaţiei lui Bernoulli în cazul lichidelor perfecte

Ecuaţia lui Bernoulli în cazul mişcării lichidelor reale

În cazul mişcării lichidelor reale (compresibile şi cu vâscozitate) apar forţe tangenţiale care se opun mişcării lichidului şi de aceea sarcina hidrodinamică H nu mai este constantă, ea se reduce în lungul unui fir de curent. Reducerea înregistrată între două secţiuni 1 şi 2 se numeşte pierdere de sarcină (hr). La lichidele reale, forţele tangenţiale se opun mişcării lichidului încât (H) se reduce de-a lungul firului de lichid şi, prin urmare:

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2 \cdot g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2 \cdot g} + h_r$$

în care:

hr este pierderea de sarcină hidrodinamică.

$$h_r = z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2 \cdot g} - (z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2 \cdot g})$$

Raportul dintre pierderea de sarcină hidrodinamică (h_r) între secţiunile (1) şi (2) şi distanţa (L) între aceleaşi secţiuni, reprezintă panta hidraulică a curentului de lichid.

$$j = \frac{h_r}{L}$$

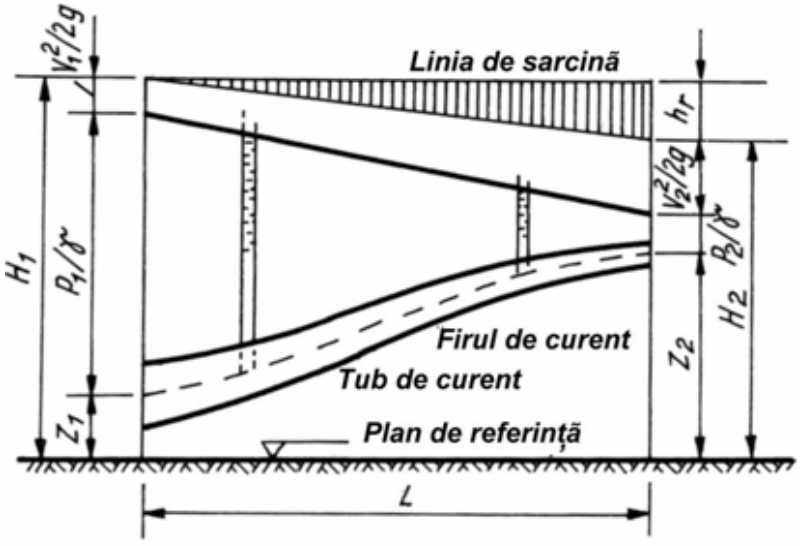


Figura 2.11. Reprezentarea energetică a ecuaţiei lui Bernoulli aplicată la mişcarea lichidelor reale

Teorema lui Bernoulli aplicată canalelor deschise

$$h_r = L \cdot I$$

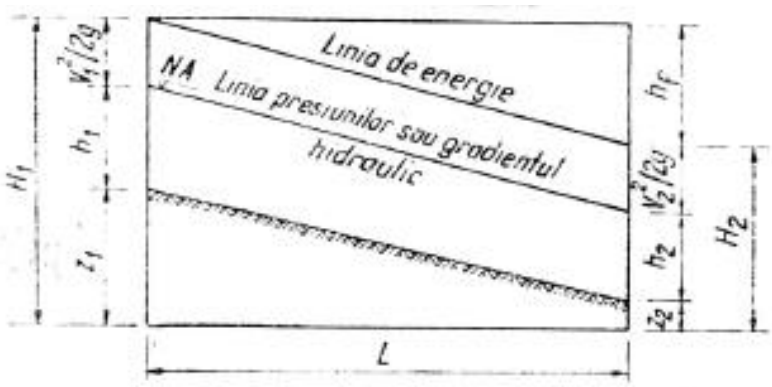


Figura 2.12. Reprezentarea energetică a ecuaţiei lui Bernoulli la mişcarea lichidelor reale în canale deschise

Teorema lui Bernoulli aplicată la conducte

Pierderile de sarcină (h_r), în cazul conductelor sub presiune, sunt alcătuite din pierderi de sarcină liniare (h_f) și pierderi de sarcini locale (h_l), care se produc în zone cu neuniformitate pronunțată (coturi, ramificații, robinete, îngustări, etc.).

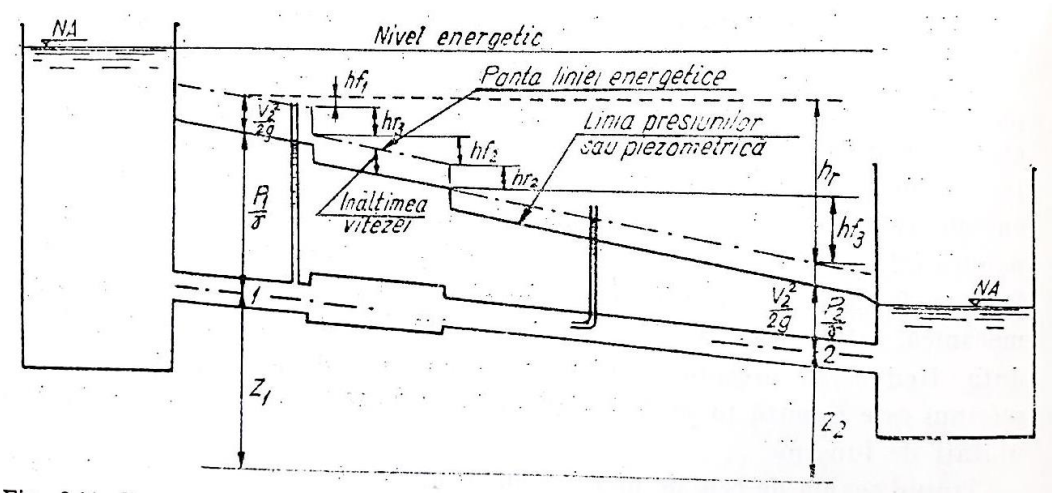


Figura 2.13. Reprezentarea energetică a ecuaţiei lui Bernoulli aplicată conductelor cu scurgere sub presiune

$$h_r = h_f + h_l$$

$$h_f = \lambda \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

$$h_l = \xi \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

în care:

h_r – este pierderea de sarcină hidrodinamică la curgerea lichidului prin conducte, în m;

h_f – pierderea de sarcină prin frecarea lichidului de pereţii conductei, în m;

h_l – pierderi de sarcină locale, în m;

L – lungimea conductei, în m;

d – diametrul conductci, în m;

V – viteza lichidului în conductă, în m/s;

g – acceleraţia gravitaţiei, în m/s^2;

ξ – coeficient care exprimă rezistenţa diferitelor elemente care produc pierderi locale de sarcină pe traseul conductei (intrare în conductă, coturi, vane, reducţii etc).

Factorii care influenţează pierderile de sarcină

Pe cale experimentală s-a determinat influenţa diferiţilor factori asupra pierderilor de sarcină. Pierderile liniare de sarcină sunt direct proporţionale cu lungimea curentului de apă şi pătratul vitezei medii şi invers proporţionale cu diametrul conductei. Pierderile mai sunt influenţate de natura lichidului şi conductei, respectiv de coeficientul de vîscozitate şi de rugozitate. Rugozitatea

influenţează direct proporţional pierderile de sarcină în regim laminar, pierderile de sarcină sunt proporţionale cu viteza medie la puterea 1; în regim turbulent, pierderile sunt proporţionale cu viteza la o putere cuprinsă între 1,75 şi 2.

Teorema lui Bernoulli aplicată la scurgerea apei pe sub stavile.

Scurgerea apei pe sub o stavilă plană se poate face *înecat sau neînecat.* Scurgerea neînecată are loc cînd nivelul apei din aval de stavilă se află sub muchea superioară a orificiului. Coeficientul de contracţie laterală ε depinde de mărimea deschiderii relative a vanei $\frac{e}{H_2}$ acesta crescând o dată cu valoarea raportului. Se consideră că scurgerea are loc printr-un orificiu când valoarea raportului este mai mică de 0,65.

În următorul tabel se prezintă după V. E. Jukovski valorile coeficientului de contracţie verticală.

Deschiderea relativă a vanei $\frac{e}{H_2}$	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,65
Coeficientul de contracţie verticală	0,615	0,620	0,625	0,630	0,645	0,660	0,675

Ecuația de continuitate a debitului și ecuația lui Bernoulli, două ecuații fundamentale ale hidrodinamicii, au numeroase aplicații în lucrările de îmbunătățiri funciare, stând la baza calculului hidraulic și dimensionării canalelor deschise (cu scurgere liberă), al conductelor forțate (cu scurgere sub presiune) și al scurgerii apei prin orificii, deversoare etc., precum și a diverselor mijloace de determinare a debitelor.

2.5. APLICAŢII ALE HIDRODINAMICII

Principiile stabilite la studiul stărilor de echilibru şi de mişcare ale lichidelor au o mulţime de aplicaţii în lucrările de îmbunătăţiri funciare.

O importanţă deosebită o prezintă aplicaţiile referitoare la determinarea debitului şi la dimensionare.

Determinarea debitelor pe canale şi cursuri naturale de apă a canalelor (conductelor)

Debitul, notat în mod obişnuit cu literele (Q, q) reprezintă volumul de lichid care curge în unitatea de timp printr-o secţiune transversală considerată a albiei unui curs natural de apă, canal sau conductă. Randamentul şi durata de funcţionare a multor lucrări de îmbunătăţiri funciare depind nemijlocit de precizia cu care s-a calculat debitul. Având în vedere importanţa majoră a determinării debitului, s-au stabilit diverse procedee de determinare care pot fi încadrate în două metode: metoda directă şi metoda indirectă.

Metoda directă cuprinde procedeul volumetric, procedeul care se bazează pe ecuaţia de continuitate şi procedeele care folosesc diferite construcţii speciale sau dispozitive hidraulice (deversoare, stăvilare, apometre etc.).

Folosirea acestor procedee pentru determinarea debitului presupune măsurarea nemijlocită a unor mărimi (volum, timp, viteză, lungime etc) care apoi se combină astfel încât să rezulte ecuaţia dimensională a debitului.

Metoda indirectă cuprinde procedeele care se diferenţiază, mai ales, în ceea ce priveşte metodologia de stabilire a valorilor precipitaţiilor şi scurgerii în bazinele de recepţie, a parametrilor hidraulici ai albiilor etc.

Procedeele directe se folosesc mai ales în lucrările de irigaţii, desecări şi drenaj.

Procedeul volumetric este specific determinării debitelor mici şi constă în măsurarea volumului de apă care trece printr-o secţiune într-o perioadă de timp ce se cronometrează. În acest caz, debitul rezultă efectuând raportul între volum (W) şi timp (t), adică:

$$Q = \frac{W}{t}$$

Procedeul care se bazează pe ecuaţia de continuitate constă în măsurarea vitezei apei şi a elementelor geometrice care permit calculul ariei secţiunii udate.

$$Q = \omega \cdot V$$

în care:

Q – reprezintă debitul, m^3/s;

ω – aria ocupată efectiv de apă în secţiunea de curgere (secţiunea udată), în m^2;

V – viteza medie de curgere a apei, în m/s.

Tipul secțiunii transversale	Secțiunea udată ω
Trapezoidală	$\omega = b \cdot h + m \cdot h^2$
Dreptunghiulară	$\omega = b \cdot h$
Triunghiulară	$\omega = m \cdot h^2$
Semicirculară	$\omega = \frac{\pi \cdot h^2}{2}$
Parabolică	$\omega = \frac{2}{3} B \cdot h$

Figura 2.14. Relații pentru calculul secțiunii udate ω a canalelor cu diferite secțiuni transversale

La canale, aria secţiunii udate se calculează cu relaţiile cunoscute din geometria plană, iar în cazul albiilor cursurilor naturale, valoarea lui (ω) se determină însumând ariile suprafeţelor obţinute prin împărţirea secţiunii transversale în figuri geometrice simple.

$$\omega = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 + S_6$$

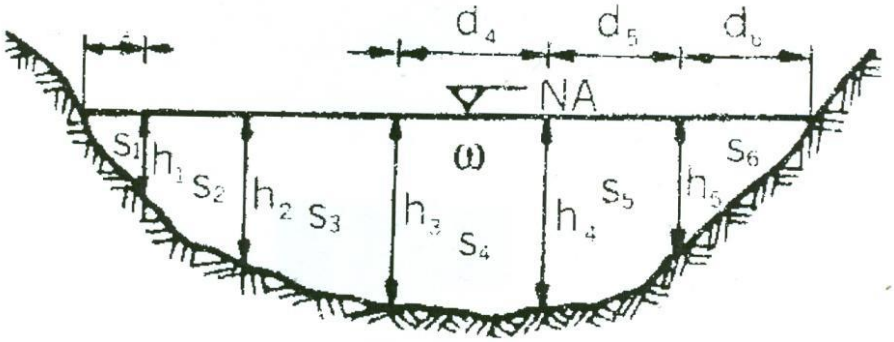


Figura 2.15. Determinarea secțiunii udate la cursuri naturale de apă

Determinarea vitezei apei în canale deschise

Factorul principal care depinde de viteză este gradientul energetic (diferenţa de energie pe unitatea de lungime). Viteza curentului de apă depinde de panta canalului, vâscozitatea pereţilor acestuia, de forma și dimensiunile secţiunii vii.

În anul 1775 Chezi a determinat următoarea relaţie pentru calculul vitezei în canale deschise – ecuaţia fundamentală a mişcării uniforme a curentului cu suprafaţa liberă:

$$V = C\sqrt{RI}$$

în care:

C – coeficient ce depinde de asperitatea canalului

R – raza hidraulică

I – panta canalului.

$$V^2 = C^2RI \rightarrow I = V^2 / C^2R = Q^2 / \omega^2C^2R$$

Pentru determinarea coeficientului „C" se pot folosi mai multe formule, cum sunt:

1. Formula lui Manning

$$C = (l/n)R^{1/6}$$

2. Formula lui Bazin

$$C = 87/1 + (n/\sqrt{R})$$

3. Formula lui Pavlovski

$$C = (l/n)R^{Y};$$

dacă: $V < 0{,}2$ m/s $\rightarrow Y = 1/5\sqrt{n}$

$V > 0{,}2$ m/s $\rightarrow Y = 1/3\sqrt{n}$

În formule, n reprezintă coeficientul de rugozitate.

Dintre aceste formule, mai frecvent este utilizată formula lui Pavlovski, în cazul canalelelor cu raza hidraulică cuprinsă între 0,1 și 3,0 m.

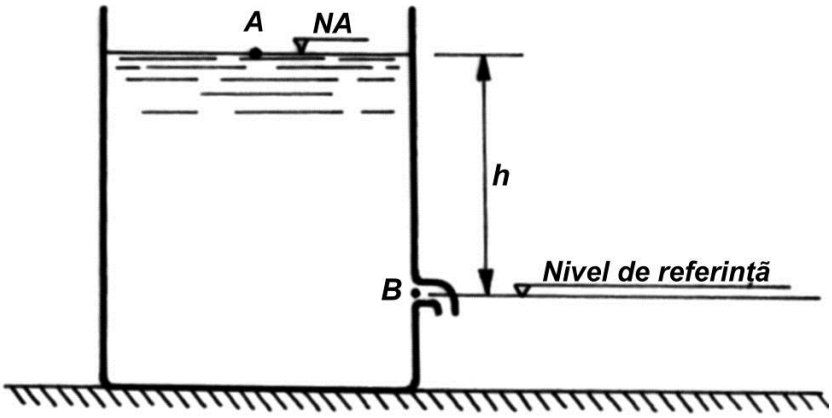
Formula vitezei $V = C\sqrt{RI}$ și formula debitului $Q = \omega \cdot V$ constituie **formulele fundamentale** care stau la baza dimensionării hidraulice a canalelor.

Aplicaţii ale hidrodinamicii

1. Determinarea debitului pe canale şi conducte

2. Dimensionarea canalelor şi conductelor de secţiuni optime din punct de vedere hidraulic

– determinarea vitezei prin conducte se poate face cu ajutorul relaţiei lui Toricelli; făcând echilibru între Ec şi Ep faţă de planul de referinţă.



$$v = \sqrt{2gh}$$

Calculul debitului se face prin două metode:

1. *prin explorarea câmpului de viteză*

2. *prin micşorarea secţiunii locale de scurgere*.

Viteza se determină:

- cu ajutorul tubului Pitôt;
- cu ajutorul flotorilor;
- cu ajutorul moriștii hidrometrice.

Determinarea vitezei cu ajutorul tubului Pitôt

Tubul Pitôt se utilizează la măsurarea vitezei în conductele sub presiune. Pentru introducerea tubului în conductă, pe aceasta se sudează pe generatoarea superioară un ştuţ în care se infiletează piuliţa de prindere a tubului.

Cu ajutorul tubului Pitôt se determină diferenţa dintre presiunea dinamică şi cea statică într-un punct al curentului de fluid. Diferenţa dintre cele două presiuni (ΔP) corespunde diferenţei de nivel (Δh) înregistrată la manometru diferenţial cu pernă de aer sau cu mercur, racordat la tubul Pitôt.

Tubul lui Pitôt permite determinarea vitezei pe baza măsurării înălțimii cinetice corespunzătoare unei anumite înălțimi sau diferențe de nivel. Principiul de funcționare se bazează pe transformarea energiei potențiale în energie cinetică și invers (Teorema lui Toricelli).

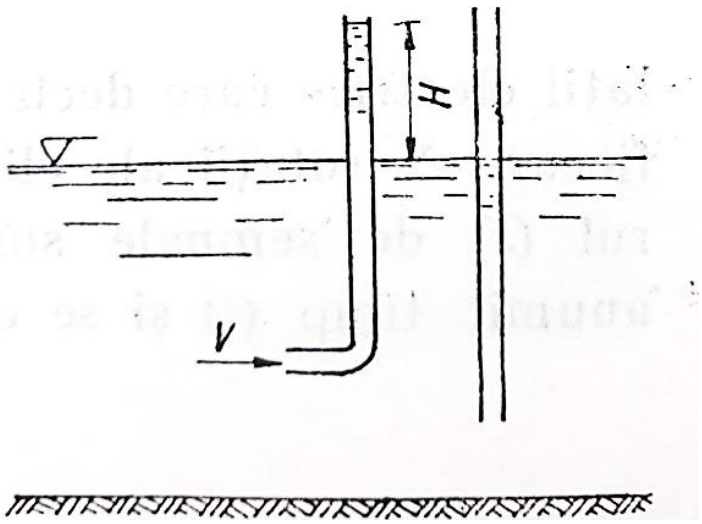


Figura 2.16. Principiul de funcționare a tubului Pitôt

$$V = k\sqrt{2gh}$$

$$k = C/(C+14)$$

$$C = 87/1 + (n/\sqrt{r})$$

Determinarea vitezei cu ajutorul flotorilor

Flotorii sunt corpuri plutitoare ce pot fi: bucăți de lemn semnalizate cu steguleţe (de suprafaţă), sticle umplute pe jumătate semnalizate cu steguleţe (de adâncime) și flotori prezometrici pentru calculul vitezei curentului de apă.

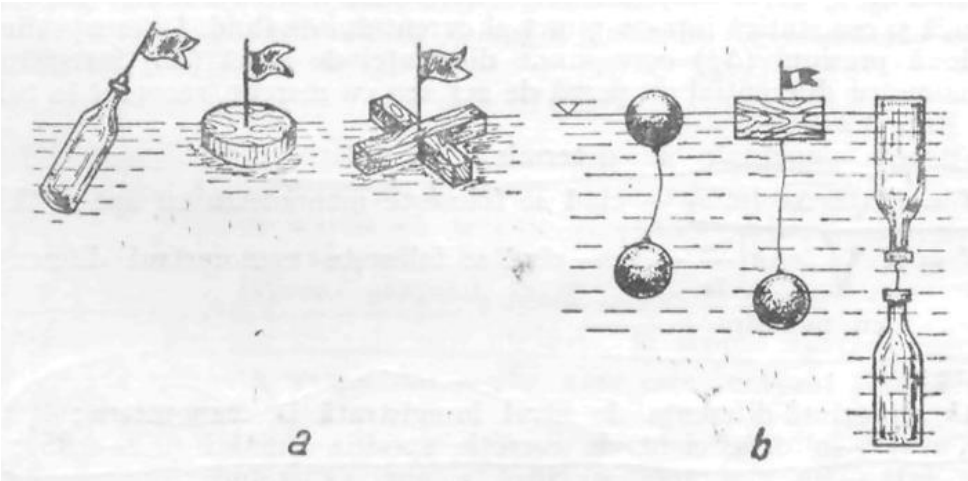


Figura 2.17. Diverse tipuri de flotori (a – de suprafaţă; b – de adâncime)

În cazul măsurătorilor cu flotorii de suprafață, viteza medie se obține cu relația:

$$V_{med} = K\frac{L}{T}$$

în care:

L – lungimea drumului parcurs de flotor, în m;

T – timpul mediu în care flotorul a parcurs lungimea L, în secunde;

K – coeficientul de corecție pentru determinarea vitezei medii; K = 0,6 pentru canale mici și K = 0,85 pentru cursurile naturale de apă.

$$k = C/(C+14);$$

C – coeficientul lui Bazin.

Determinarea vitezei punctuale cu ajutorul moriştii hidrometrice

Aparatul cel mai des utilizat pentru măsurarea vitezei locale în cursurile de apă este morișca hidrometrică. Aceasta constă, în principiu, dintr-o elice cu ax orizontal, care se învârtește sub acțiunea curentului apei. Între viteza (v) a apei și numărul de turații (n) al elicei în unitatea de timp, există o relație, care prin tararea moriștii în condiții speciale de laborator este dată sub forma unei diagrame sau printr-o ecuație liniară de forma:

$$v = a + bn,$$

care permite trecerea de la valoarea turației înregistrată de aparat, la valoarea vitezei firelor de curent. Parametri a și b depind de tipul de fabricație a moriștii.

Sub influența vitezei curentului de apă, elicea moriștii se învârte cu o viteză unghiulară cu atât mai mare cu cât viteza apei este mai mare.

Numărul de rotații ale elicei se poate măsura cu ajutorul unei instalații electrice care declanșează sistemul de semnalizare sonor sau luminos la fiecare N rotații ale elicei. Cu ajutorul unui cronometru se măsoară numărul (s) de semnale sonore sau luminoase, produse de morișcă într-un anumit timp (t) și se calculează turația n, pe baza căreia se poate determina viteza locală v, pe baza diagramei.

$$n = \frac{N(s-1)}{t}$$

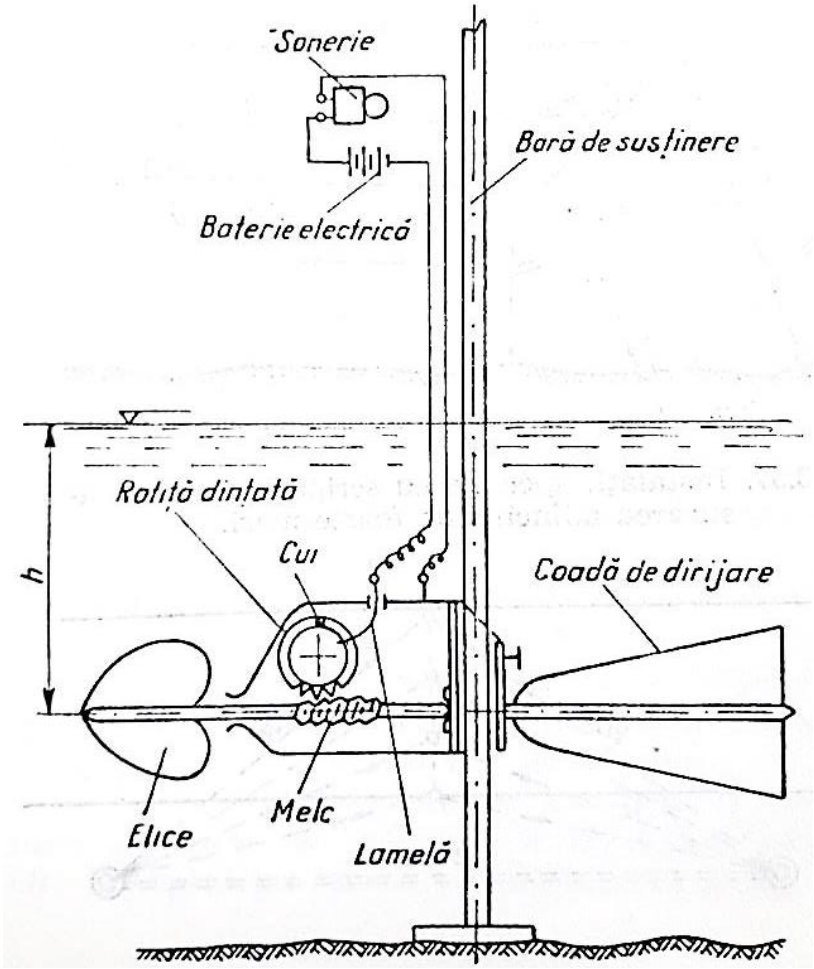


Figura 2.18. Schița moriștii hidrometrice

Măsurarea vitezelor cu morișca se face pe câteva verticale într-o secțiune transversală, iar pe fiecare verticală numărul și poziția punctelor sunt determinate de adâncimea apei, importanța măsurătorii și timpul acordat.

Pozițiile cele mai indicate sunt: în apropierea suprafeței apei, la 0,2 h, 0,6 h, 0,8 h și în apropierea fundului albiei.

Se pornește de la:

0 – 0,2 h cu o singură determinare la această adâncime

0,2 – 0,4 h

$$V_{med} = (V_{0.2h} + V_{0.4h})/2$$

0,4 – 0,8 h

$$V_{med} = (V_{0.2h} + 2V_{0.6h} + V_{0.8h})/4$$

> 0,8 h

$$V_{med} = (V_s + 3\,V_{0.2h} + 3\,V_{0.6h} + 2V_{0.8h} + V_F)/10$$

Repartizarea vitezei în albii deschise și conducte

Viteza unui curent de apă diferă pe adâncime. La canale viteza maximă se înregistrează la cca. 0,15 - 0,20 h. Vmax = 2Vmed

La conducte închise (sub presiune) viteza maximă se înregistrează în centrul conductei și scade treptat spre exterior.

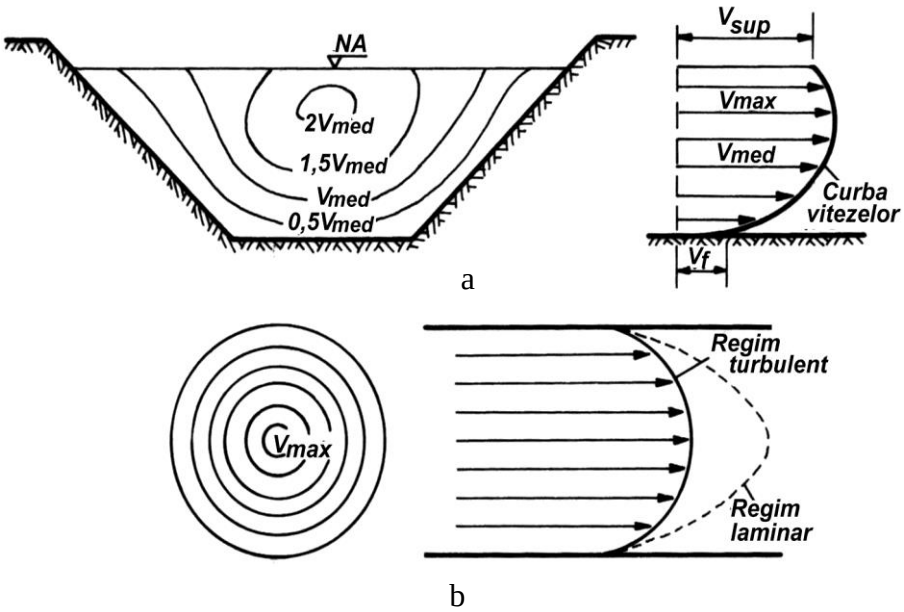


Figura 2.19. Repartiția vitezelor în secțiune transversală și în profil longitudinal a – într-un canal trapezoidal; b – într-o conductă

Metode de calcul care folosesc construcţii speciale

Metoda de calcul a debitelor pe cale directă prin măsurarea suprafeţei secţiunii udate şi a vitezei este destul de greoaie fiindcă pentru determinări precise trebuie să se măsoare viteza apei în mai multe puncte. Metodele care folosesc construcţii speciale sunt utilizate pe o scară mai largă, deoarece asigură o precizie mai mare şi necesită măsurători mai puţine, de regulă una sau două. Dintre construcţiile cele mai folosite la măsurarea debitelor pe canale, cele mai răspândite sunt deversoarele şi apometrele, construcţii care au caracteristicile hidraulice cunoscute. Astfel există o relaţie determinată între înălţimea apei şi debit.

Determinarea debitului prin micşorarea secţiunii locale de scurgere

Se realizează cu ajutorul unor construcţii și instalaţii numite apometre. Acestea diferă de cele uzuale și sunt de mai multe tipuri: apometre cu deversor, apometre cu ajutaj, construcţii folosite ca apometre: stăvilare și sifoane hidraulice.

Deversoare

Deversoarele sunt construcţii hidrotehnice dispuse într-un curent de lichid cu suprafaţa liberă, în scopul menţinerii în bieful amonte a unui nivel constant sau pentru măsurarea debitelor (STAS-3061-56). Deversoarele sunt construcții hidrotehnice care permit evacuarea apei și măsurarea debitelor.

Elementele geometrice ale unui deversor sunt:

- înălțimea pragului (p);
- grosimea pragului sau a peretelui (c);
- lățimea deversorului (b);
- grosimea lamei deversate sau înălțimea coloanei de apă deasupra deversorului, numită și sarcina deversorului (H), care pentru a nu fi influențată de curbura firelor de curent se măsoară în amonte de deversor la (3-4)H;
- viteza de acces la deversor (V);
- căderea (Z), care reprezintă diferența dintre nivelul apei în amonte și aval de deversor.

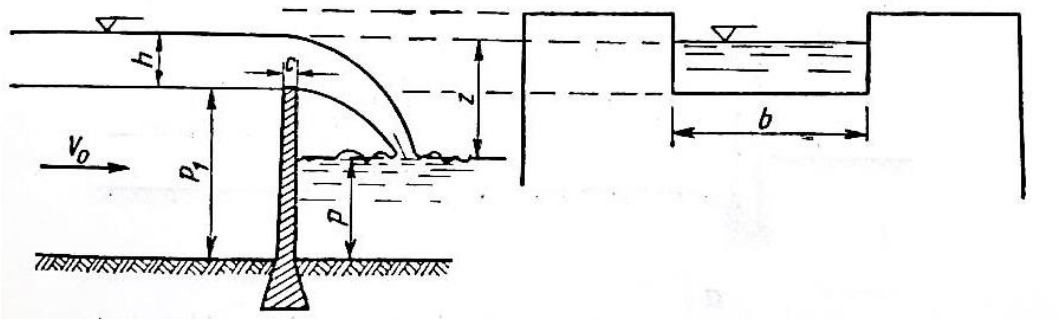


Figura 2.20. Elementele unui deversor

Deversoarele se pot comporta diferit după modul de construcție și așezare, fapt ce determină o clasificare a lor după ***diferite criterii***.

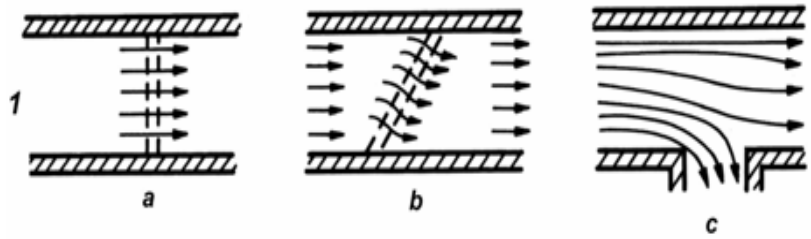


Figura 2.21. Tipuri de deversoare după așezarea în plan normale (a), oblice (b) și laterale (c)

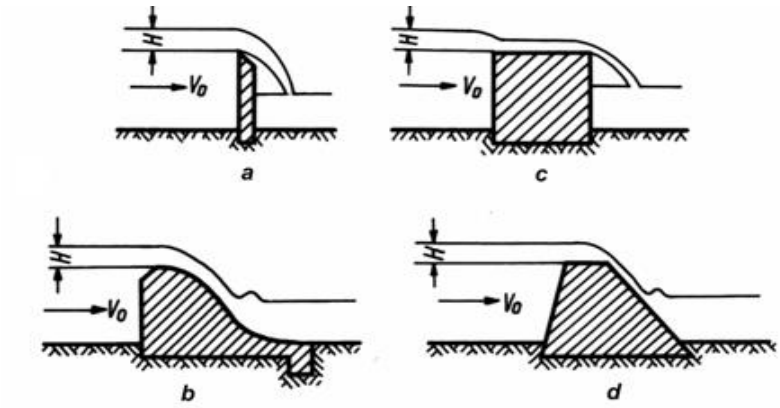


Figura 2.22. Tipuri de deversoare după grosimea peretelui cu perete subțire c < 0,7H (a), cu profil optim hidraulic c = 0,7 – 3,0 H (b), cu prag lat c = 3H – 10H (c)

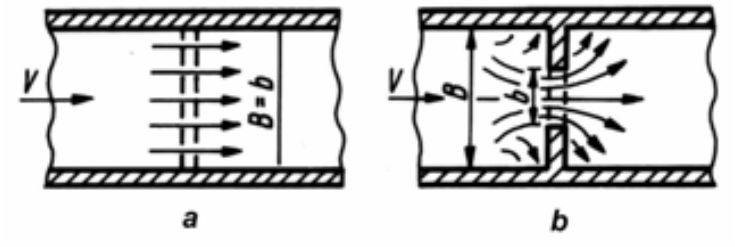


Figura 2.23. Tipuri de deversoare după condițiile de acces al apei fără contracție B = b (a), cu contracție B > 3b (b)

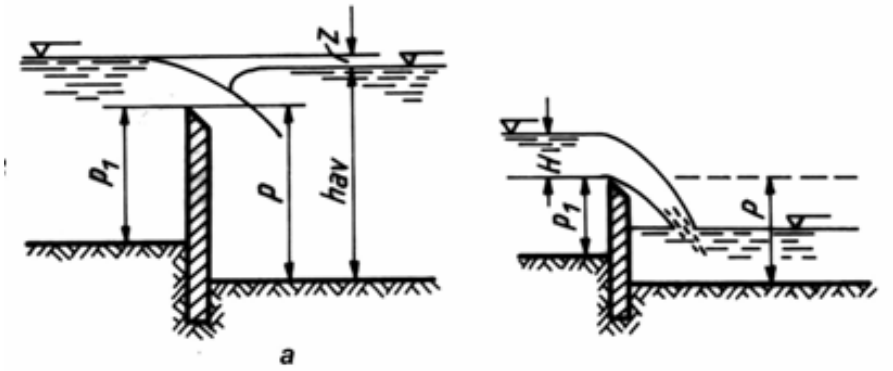


Figura 2.24. Tipuri de deversoare după tipul constructiv (mod de funcționare) deversor înecat, z < 5 cm (a), deversor neînecat, z >5 cm (b) z – diferenţa între înălţimea apei în bieful amonte şi bieful aval

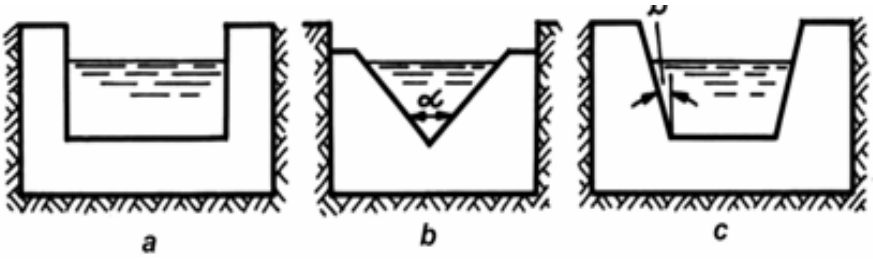


Figura 2.25. Tipuri de deversoare după forma secțiunii transversale dreptunghiulară (a), triunghiulară (b), trapezoidală (c)

Calculul debitului

1. Deversor dreptunghiular cu contracţie laterală

Calculul se face pornind de la ecuaţia de continuitate a debitului

<u>*Din punct de vedere geometric*</u>

$$Q = \omega \cdot v \ [\mathrm{m^3/s}];$$

$$\omega = bH$$

$$v = \sqrt{2gh}$$

$$Q = bH\sqrt{2gH}$$

<u>*Din punct de vedere hidraulic*</u> se aplică un coeficient de corecție (m); acest coeficient se determină pe cale experimentală.

$$Q = mbH\sqrt{2gH} = m\sqrt{2gb}H^{3/2}$$

$$m\sqrt{2g} = 1{,}86 \text{ pt. deversoare uzuale}$$

$$Q = 1{,}86bH^{3/2} \ [\mathrm{m^3/s}]$$

2. Deversor triunghiular – se numește deversorul lui Thomson; are forma unui triunghi dreptunghic isoscel

$$geometric \ Q = \omega \cdot v \ [\mathrm{m^3/s}];$$

$$hidraulic \ Q = m \cdot \omega \cdot v \ [\mathrm{m^3/s}];$$

$$\omega = H^2$$

$$v = \sqrt{2gH}$$

$$Q = mH^2\sqrt{2gH}$$

$$Q = m\sqrt{2g}H^{5/2}$$

$$m\sqrt{2g} = 1{,}40$$

$$Q = 1{,}40H^{5/2} \ [\mathrm{m^3/s}]$$

3. Deversor trapezoidal – se numește deversor Cipolletti

$$Q = 1{,}84bH^{3/2} \ [\mathrm{m^3/s}]$$

Condiţiile de instalare şi funcţionare a deversoarelor sunt următoarele:

- Deversoarele se vor instala la capătul unor tronsoane rectilinii de canale cu o lungime de cel puţin 10 m;
- Instalarea se va face în poziţie verticală, perpendicular pe direcţia axului curentului de apă ce trece peste pragul deversorului;
- Muchea deversorului trebuie teşită la 30 de grade în direcţia biefului aval, în aşa fel încât apa să o atingă într-un singur punct;
- Contracţia trebuie să fie completă, atât cea de fund cât şi cea laterală. Pentru aceasta de la marginile deversorului şi fundul canalului până la secţiunea de scurgere a apei trebuie să fie o distanţă de cel puţin 2,0 h;
- Pragul trebuie să aibă o înălţime suficient de mare pentru ca lama deversată să fie bine aerisită. Dacă nivelul apei în aval de deversor se ridică peste pragul deversorului, deversorul devine înnecat şi calculul debitului se face cu o precizie mult mai mică, în relaţiile de calcul intervenind o serie de coeficienţi de corecţie;
- Viteza de acces a apei nu trebuie să fie mai mare de 0,15 m/s; de aceea uneori este necesar să se lărgească secţiunea canalului şi fundul să se execute orizontal;
- Pentru determinări precise înălţimea coloanei de apă pe pragul deversorului nu trebuie să fie mai mică de 5 cm şi mai mare de 1/3 din lungimea crestei;
- Mira cu ajutorul căreia se măsoară nivelul apei se aşază în amonte de deversor la 2-3 h max. Cota 0 a mirei se aşază la nivelul de crestei deversorului sau vârful unghiului de 90 de grade pentru deversoarele triunghiulare.

2.6. CONSTRUCȚII FOLOSITE CA APOMETRE

2.6.1. Stăvilare

Stăvilarele sunt construcţii simple realizate din lemn, metal sau beton care se instalează transversal pe canale în vederea reglării debitului. În corpul stăvilarului este practicată o deschidere care poate fi închisă ermetic cu ajutorul unui oblon acţionat vertical, manual sau mecanic.

Sunt construcţii hidrotehnice cu deschiderea reglabilă, formată dintr-un oblon care poate fi deplasat vertical pe două ghidaje laterale, fixate prin umplutură de beton sau prin zidărie în pereţii laterali ai canalelor. Sunt şi stăvilare cu mai multe obloane.

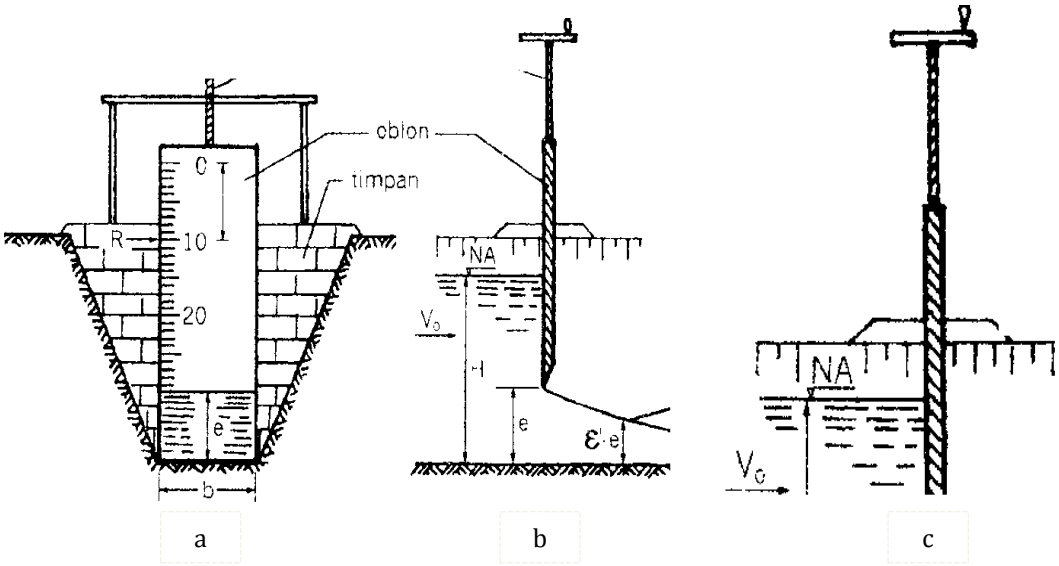


Figura 2.26 .Schema stăvilarului folosit ca debimetru
a *în profil transversal pe axa canalului*
b *curgerea neînecată*
c *curgerea înecată*
R – reper pentru citirea înălţimii deschiderii stăvilarului

Geometric:

$$Q = \omega \cdot v \ [m^3/s]$$

Hidraulic:

$$Q = m \cdot \omega \cdot v \ [m^3/s]$$

$$\omega = b \cdot h$$

$$\mathbf{v} = \sqrt{\mathbf{2gh}}$$

m – coeficient de debit;

h – înălţimea apei ce trece pe sub stăvilar;

b – lăţimea stăvilarului.

Mişcarea oblonului stăvilarului în plan vertical se poate face prin acţionare manuală sau electrică.

Stăvilarele servesc pentru reglarea nivelului apei pe canale dar pot fi adaptate şi în scopul măsurării debitelor.

Pentru măsurarea adâncimii apei în canal în vederea determinării debitului, se instalează în amonte şi în aval de stăvilar, la distanţa de 5-8 m, câte o miră care are cota 0,00 la nivelul radierului.

Dacă stăvilarul funcţionează neînecat nu este necesară mira în bieful aval.

Înălţimea de ridicare a oblonului (deschiderea stăvilarului) se citeşte pe mira fixată pe timpanul din beton al stăvilarului sau pe oblon.

Pentru stabilirea nivelului apei (H), în peretele lateral se practică o deschidere în care se introduce o conductă ce face legătura cu un puţ hidrometric.

În puţ se introduce o miră gradată cu ajutorul căreia se măsoară nivelul apei din canal (principiul vaselor comunicante).

Înălţimea apei se poate măsura şi printr-o adaptare simplă, gradarea oblonului.

Stăvilarele pot funcţiona înecat sau neînecat.

$$\mathbf{z = H_{amonte} - H_{aval}}$$

Stăvilar neînecat (z > 5cm)

$$\mathbf{Q = m \cdot \omega \cdot v} \ [m^3/s]$$

$$\mathbf{Q = m \cdot b \cdot h \sqrt{2g(H - \alpha h)}} \quad [m^3/s]$$

Q – debitul stăvilarului

m – coeficientul de debit al stăvilarului

b – lăţimea deschiderii stăvilarului, în m

h – înălţimea de ridicare a stăvilarului

g – acceleraţia gravitaţiei (9,81m/s^2)

H – adâncimea apei în canal, citită pe mira din amonte de stăvilar, în m

α – coeficient de contracţie al curentului de lichid ce trece pe sub stăvilar; valori 0,90 – 0,95

$$\mathbf{h = \frac{Q}{mb\sqrt{2g(H-\alpha h)}}}$$

Impunând anumite valori ale lui h → se determină debitul Q (se construieşte o curbă de corelaţie).

Stăvilar înecat (z < 5cm)

$$\mathbf{Q = m \cdot \omega \cdot v} \ [m^3/s]$$

$$\mathbf{Q = mbh\sqrt{2gz}}$$

$$z = H_{amonte} - H_{aval} = H_{am} - H_{av}$$

$$\mathbf{Q = mbh\sqrt{2g(H_{am} - H_{av})}} \quad [m^3/s]$$

$$\mathbf{h = \frac{Q}{mb\sqrt{2g(H_{am} - H_{av})}}}$$

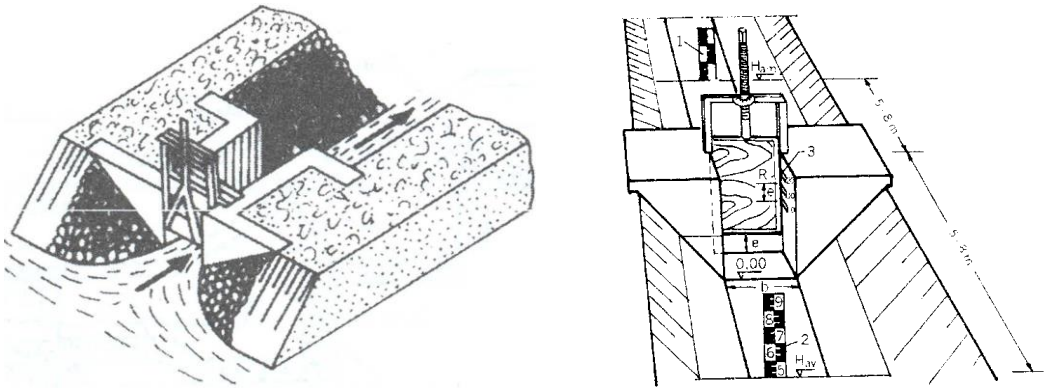


Figura 2.27. Adaptarea pentru debitmetrie a unui stăvilar
1 - mira amonte;
2 - mira aval;
3 - miră pentru determinarea deschiderii stăvilarului.

2.6.2. Sifoane mobile

Sifoanele mobile sunt construcții care se folosesc la trecerea apei dint-un canal de ordin superior într-un canal de ordin inferior.

Se folosesc la irigaţii prin scurgerea apei la suprafaţă. Sunt tuburi confecţionate din PVC, cauciuc sau metal de formă trapezoidală. Pot fi cu braţe inegale sau cu braţe egale.

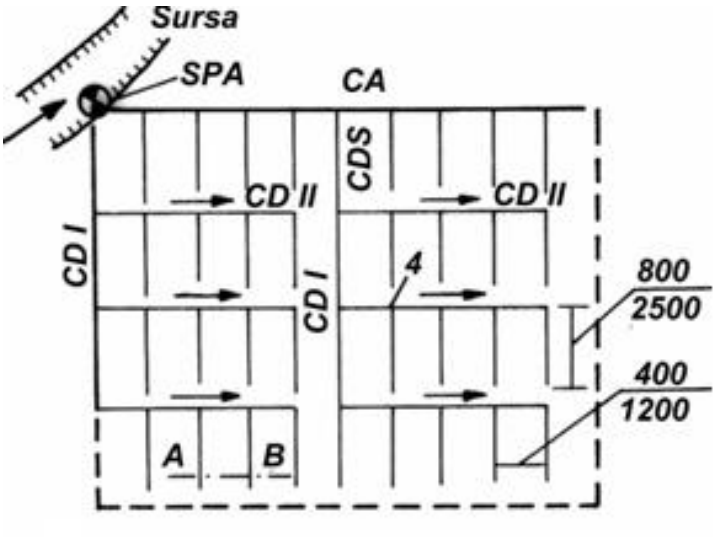


Figura 2.28. Schema de udare prin brazde
SPA – stație de pompare a apei
CA – canal de alimentare principal
CD – canale de distribuție

Cu ajutorul sifoanelor se face trecerea apei din canale în brazdele de udat. Pentru calculul debitului este necesară o construcţie hidrometrică ajutătoare formată din două mire gradate, amplasate în amonte şi în aval rigidizate cu o şipcă orizontală pe care se fixează un boloboc.

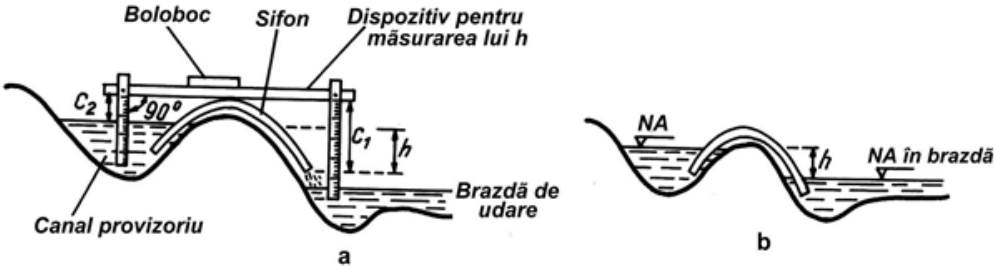


Figura 2.29. Sifoane
a – sifon cu scurgere liberă; b – sifon înecat

$$\mathbf{Q = m \cdot \omega \cdot v}\ [m^3/s]$$

$$z = H_{aval} - H_{amonte} = H_{av} - H_{am}$$

$$\omega = \frac{\pi\, d^2}{4}$$

$$v = \sqrt{2gz}$$

$$v = \sqrt{2g(H_{av} - H_{am})}$$

$$Q = m\,\frac{\pi\, d^2}{4}\sqrt{2g(H_{av} - H_{am})}\ \ [m^3/s]$$

m – coeficient de debit. Acesta se alege în funcție de natura materialului din care este confecționat sifonul și de diametrul acestuia.

d – diametrul sifonului.

Cu ajutorul debitului se poate calcula timpul de staționare al sifonului

$$\mathbf{T = \frac{V\ (m^3)}{Q\ (m^3/s)}}$$

T – timp de staționare;

V – volum de apă ce trebuie transportat.

2.7. DIMENSIONAREA CANALELOR ŞI CONDUCTELOR

Dimensionarea canalelor și a conductelor sub presiune reprezintă una din operațiile principale în proiectarea lucrărilor de îmbunătățiri funciare. Dimensionarea canalelor și a conductelor constă în a alege sau determina elementele de construcție în secțiune transversală precum și cele hidraulice care să conducă la o secțiune capabilă să transporte debitul considerat fără a se produce eroziuni sau colmatări ale secțiunii.

Dimensionarea, executarea şi funcţionarea canalelor depind de elementele geometrice şi hidraulice ale acestora, între care fac parte: lăţimea relativă, lăţimea la partea inferioară a secţiunii transversale, adâncimea apei în canal, înălţimea de siguranţă, lăţimea la coronament a digurilor canalului, lumina canalului, înălţimea coronamentului canalului, valorile taluzurilor, aria secţiunii udate, perimetrul udat, raza hidraulică, coeficientul de rugozitate, panta canalului, viteza apei şi debitul.

Canalele folosite în lucrările de îmbunătăţiri funciare sunt construcţii hidrotehnice, din pământ sau din alte materiale, pentru transportul gravitaţional al apei în diferite scopuri (irigaţii, desecări, prevenirea şi combaterea eroziunii solului, etc.).

Cele mai răspândire sunt canalele din pământ cu secţiunea transversală trapezoidală care, din punct de vedere constructiv pot fi: în *rambleu*, în *debleu-rambleu* şi în *debleu*.

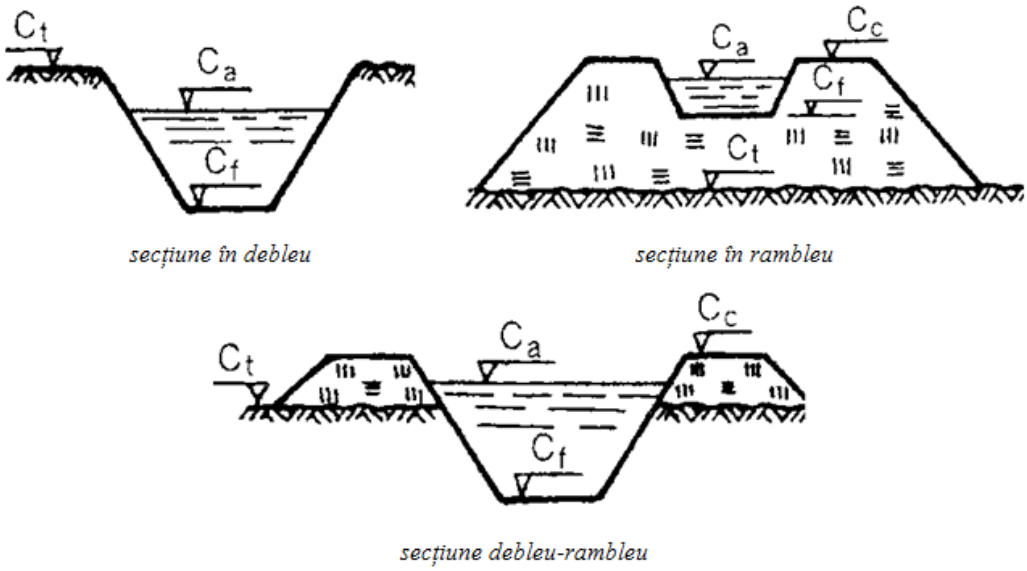


Figura 2.30. Secţiuni transversale trapezoidale ale canalelor din pământ

Canalele executate din pământ se pretează cel mai bine a fi executate cu secțiunea de formă trapezoidală, de aceea se va prezenta modul de dimensionare al acestora, reținând că și canalele cu secțiune triunghiulară sau rectangulară se dimensionează cu ajutorul acelorași relații de calcul.

Dimensionarea canalelor impune cunoașterea debitului (Q), a caracteristicilor geotehnice ale pământului, a pantei terenului și a diametrului aluviunilor transportate de apă.

Indiferent de felul canalului, fiecare din acestea prezintă o serie de elemente geometrice-constructive și hidraulice.

În cazul unei secțiuni transversale de formă trapezoidală aceste elemente sunt:

→ Lățimea la fund a canalului (b);

→ Adâncimea apei în canal (h);

→ Coeficientul taluzului (m);

→ Deschiderea canalului la nivelul liber al apei (B);

→ Secțiunea udată sau suprafața secțiunii transversale ocupată cu apă, numită și secțiune vie (ω);

→ Înălțimea de siguranță sau gardă (h_1);

→ Lățimea coronamentului (a).

→ Adâncimea canalului (h_2);

→ Deschiderea la suprafață a canalului (B_1) corespunzătoare adâncimii canalului;

→ Perimetrul udat (P);

→ Raza hidraulică (R);

→ Panta fundului canalului (I);

→ Coeficientul de rugozitate (n sau y);

→ Viteza medie a apei în canal (V);

→ Debitul canalului (Q).

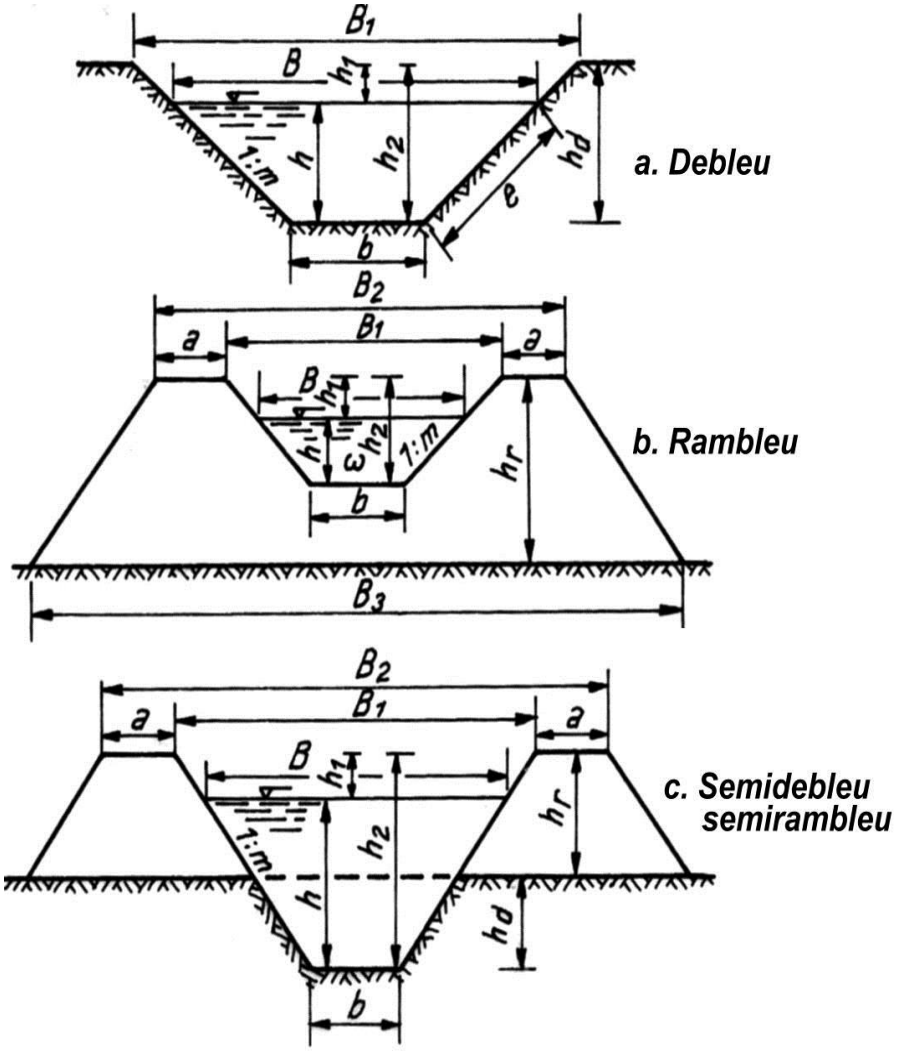


Figura 2.31. Elementele constructive ale secţiunii transversale de formă trapezoidală

În mod riguros, ***secţiunea transversală*** reprezintă secţiunea normală pe direcţia generală de mişcare a curentului considerat unidimensional, dar în calculele hidraulice se foloseşte, de regulă, secţiunea transversală verticală care trece prin linia de cotă minimă a secţiunii normale. Diferenţa între cele două secţiuni este neglijabilă dacă unghiul pe care îl face linia fundului canalului cu orizontala este mic. Este **optimă din punct de vedere hidraulic** secţiunea care, la o suprafaţă udată dată, **transportă debitul cel mai mare**, în condiţiile când panta şi rugozitatea rămân constante.

Lăţimea la partea inferioară a secţiunii transversale (b). Acest parametru mai poartă numele şi de lăţimea la fund a canalului. Are valori semnificative numai în cazul secţiunilor transversale poligonale şi reprezintă depărtarea între pereţii laterali la cota fundului canalului.

Adâncimea apei în canal (h). Adâncimea apei este exprimată în secţiunea transversală verticală prin diferenţa de nivel între cota apei şi cota fundului canalului.

Înălţimea de siguranţă (h1). Se mai numeşte şi înălţimea de gardă sau garda canalului. Înălţimea de siguranţă reprezintă la canalele în rambleu şi la cele în debleu-rambleu, diferenţa de nivel, în secţiunea transversală, între cota coronamentului şi cota apei. La canalele în debleu, înălţimea de siguranţă este diferenţa de nivel între cota terenului şi cota apei. Înălţimea de siguranţă are rolul să asigure transportul debitului pentru care a fost dimensionat canalul şi după colmatarea parţială a secţiunii acestuia precum şi să permită transportul unui debit suplimentar provenit din ploi sau din reglarea necorespunzătoare a nivelului apei. Valoarea înălţimii de siguranţă (h1) se stabileşte în funcţie de debitul şi rolul funcţional al canalului.

Lăţimea la coronament a digurilor canalului (a). La canalele construite în rambleu sau în debleu-rambleu trebuie să se asigure digurilor laterale lăţimea la coronament (a) care să permită funcţionarea normală a canalelor.

Lumina canalului (B). Lumina canalului exprimă, în secţiunea transversală, depărtarea între muchiile interioare ale digurilor laterale, la cota coronamentului canalului. Este, ca şi lăţimea la coronament, o dimensiune constantă de-a lungul traseului canalului.

Lăţimea amprizei canalului (A). Este depărtarea între pereţii exteriori ai canalului la cota terenului. Această dimensiune variază în diferitele puncte ale canalului în funcţie de microrelieful terenului pe traseul canalului.

Înălţimea coronamentului canalului. Această dimensiune se evidenţiază numai la canalele construite în rambleu sau debleu-rambleu şi reprezintă în secţiunea transversală, diferenţa de nivel între cota coronamentului şi cota terenului.

Taluzurile canalului. Prin taluz se înţelege tangenta unghiului format de planul peretelui lateral al canalului cu orizontala. La canalele construite în rambleu şi la cele în debleu-rambleu se deosebesc: un **taluz interior** şi un **taluz exterior**. Taluzul exprimă valoarea relativă a catetei orizontale, alăturate

unghiului, faţă de cateta verticală (opusă unghiului) considerată egală cu unitatea (de exemplu: 1:1; 1:1,5: 1:2,5. etc.).

Coeficientul taluzului interior sau exterior (m sau ***m_1)*** reprezintă numitorul raportului care exprimă înclinarea taluzului (peretelui) canalului, respectiv raportul între proiecția pe verticală (h) a peretelui și proiecția (a_d) a acestuia pe orizontală (h/ad = tgα) și care, considerând proiecția pe verticală egală cu unitatea (h = 1) se exprimă sub formă generală 1/m = tg α sau m = ctg α, de unde a_d = mh.

Secţiunea udată. Secţiunea udată sau secţiunea muiată este partea ocupată cu apă din secţiunea transversală totală a canalului.

Perimetrul udat (P). Perimetrul udat reprezintă lungimea conturului, în secţiunea transversală a canalului, care este în contact cu apa, adică lungimea liniei de contact a apei cu fundul şi pereţii laterali ai canalului, linie determinată de planul normal pe direcţia de curgere.

Coeficientul de rugozitate (y, n). Coeficientul de rugozitate este mărimea adimensională ce exprimă gradul în care fundul şi pereţii albiei (canalului) stânjenesc curgerea apei. În funcţie de natura pereţilor şi fundul albiei (canalului), s-au determinat experimental valorile diferitelor categorii de rugozitate. La noi în ţară se folosesc frecvent valorile coeficientului de rugozitate (y) propuse de Bazin şi cele ale coeficientului de rugozitate (n) stabilite de Pavlovski.

Panta canalului (l). Panta hidraulică (j) a unui canal reprezintă variaţia energiei specifice a curentului de apă raportată la lungime. Această pantă este egală cu panta piezometrică (l) sau panta suprafeţei libere a apei, care este raportul între pierderea de sarcină hidrodinamică între două secţiuni transversale şi distanţa între ele.

Viteza apei (V). Viteza de mişcare a apei în albia unui canal este influenţată de mărimea pantei (I), de valoarea razei hidraulice (R) precum şi de rugozitatea fundului şi pereţilor canalului (y, n). Calculul vitezei apei în albii cu suprafaţa liberă se face cu formula lui Chezy.

Debitul (Q). Debitul este volumul de apă care trece printr-o secţiune transversală în unitatea de timp, adică produsul între aria secţiunii udate a canalului (ω) şi viteza medie (V) a curentului de apă.

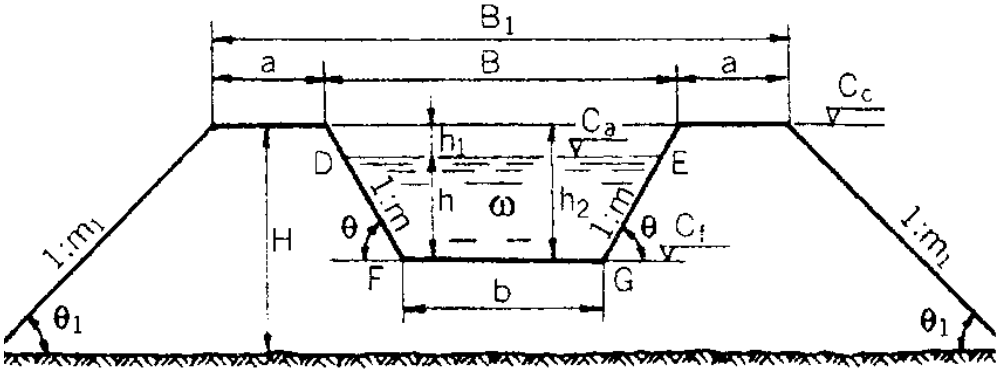


Figura 2.32. Secţiunea transversală a unui canal de irigaţie

b - lăţimea la partea inferioară a secţiunii transversale (lăţimea la fund a canalului);
h - adâncimea apei în canal;
h1 - înălţimea de siguranţă;
h2 - adâncimea secţiunii canalului;
a - lăţimea coronamentului digurilor:
B - lumina canalului;
BI - lăţimea canalului între muchiile exterioare ale celor două diguri;
m - coeficientul taluzului interior;
m1 - coeficientul taluzului exterior;
ω - secţiunea udată;
H - înălţimea coronamentului canalului;
Cc - cota coronamentului canalului;
Cf - cota fundului canalului;
Ca - cota apei în canal;
Ct - cota terenului;
A - lăţimea amprizei canalului

Dimensionarea canalelor

Dimensionarea canalelor constă astfel în stabilirea valorilor elementelor geometrice şi hidraulice ale acestora astfel încât, în condiţiile date să transporte un anumit debit (Q).

Secţiunea optimă din punct de vedere hidraulic este preferabilă ori de câte ori aceasta este optimă şi din punct de vedere economic.

Dimensionarea canalelor se poate efectua analitic, grafic şi folosind îndrumătoare care cuprind tabele şi grafice cu elementele geometrice şi hidraulice ale diferitelor canale, grupate după diverse criterii (coeficientul de taluz, coeficientul de rugozitate, dimensiunile principalelor elemente geometrice ale secţiunii transversale etc.).

Procedeul analitic de dimensionare a canalelor este riguros dar implică un volum apreciabil de calcule.

Procedeul grafic permite determinarea rapidă a elementelor geometrice şi hidraulice căutate dar, cu precizia mai redusă, care depinde de calitatea nomogramei şi abilitatea proiectantului.

Dimensionarea cu ajutorul **îndrumătoarelor de dimensionare** îmbină rigurozitatea analitică cu operativitatea grafică.

Dimensionarea optimă din punct de vedere hidraulic a canalelor constă în stabilirea secţiunii optime d.p.d.v. hidraulic.

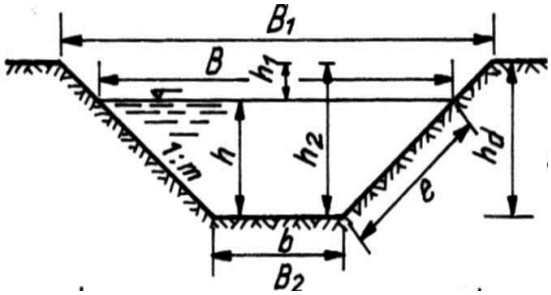
Secţiunea optimă este aceea care asigură transportul debitului maxim în aceleaşi condiţii de pantă şi rugozitate.

Dimensionarea analitică

Dimensionarea analitică a canalelor se poate face prin metoda clasică şi prin metoda secţiunilor asemenea.

Calculele se conduc în funcţie de elementele cunoscute şi de parametrii geometrici şi hidraulici care trebuie determinaţi.

În cele mai multe cazuri se cunosc: debitul (Q) pentru care trebuie dimensionat canalul, panta generală a terenului pe traseul canalului care permite alegerea pantei (l) - textura materialului de construcţie a canalului - în funcţie de care se alege coeficientul de taluz (m) - şi condiţiile ulterioare de funcţionare a canalului, de care depinde precizarea coeficientului de rugozitate (y, n). În aceste condiţii trebuie determinate dimensiunile (b) şi (h) ale secţiunii udate (ω).



Se porneşte de la ecuaţia de continuitate a debitului Q = ω· v.

$$\omega = (b+mh)h$$

$$P = b + 2h\sqrt{1+m^2}$$

$$R = \frac{\omega}{P} = \frac{(b+mh)h}{b + 2h\sqrt{1+m^2}}$$

$$V = C\sqrt{RI}$$

Apa, în secțiunea canalelor, trebuie să circule cu o viteză medie cuprinsă între viteza maximă admisibilă sau viteza de neeroziune (Va) și viteza admisibilă sau de nesedimentare în curent, viteza de neînămolire (Vn).

Viteza de neeroziune depinde de natura pământului de construcție a canalului sau tipul căptușelii, de cantitatea și diametrul aluviunilor transportate și de debitul canalului.

$$Va = KQ^{0,1} \ [m/s]$$

$$Vn = AQ^{0,2} \ [m/s]$$

K – coeficient a cărui valoare depinde de textura solului;

A – coeficient a cărui valoare depinde de mărimea hidraulică a aluviunilor.

Pentru a rezulta o secțiune transversală udată cât mai mică se va alege, la dimensionare o **viteză apropiată de viteza de neeroziune**. Astfel, în dimensionarea analitică se pleacă de la ecuația de continuitate, din care cunoscând debitul și admițând o viteză a apei în limitele admisibile, se calculează suprafața secțiunii vii.

$$\omega = \frac{Q}{Vimp}$$

Presupunând secțiunea de forma unui semicerc, secțiune optimă din punct de vedere hidraulic, a cărui rază r este egală cu adâncimea apei în canal, se determină

$$r = h = \sqrt{\frac{2\omega}{\pi}}$$

Se realizează o serie de tatonări, se construiește o curbă de corelație Q-h, determinându-se h – adâncimea optimă din punct de vedere hidraulic al canalului.

Dimensionarea grafo-analitică porneşte de la ecuaţia de continuitate a debitului, pentru calculul secţiunii (ω) se ia în considerare o viteză impusă a curentului de apă care tranzitează canalul, aceasta fiind cuprinsă între viteza de neeroziune şi cea de neînămolire. Din calculele comparative pentru secţiuni de diferite forme geometrice rezultă că secţiunea optimă din punct de vedere hidraulic este secţiunea semicirculară, dar fiind greu de realizat în practică se adoptă secţiunea trapezoidală pentru execuţie, aceasta fiind circumscrisă celei circulare.

Calculul debitelor din conducte sub presiune

În conductele în care apa se găseşte sub presiune, măsurarea debitului se efectuează cu ajutorul debitmetrelor. Dispozitivele care conferă calitatea de debitmetru sunt: diafragma circulară, ajutajul şi venturimetrul.

Dacă la un astfel de dispozitiv se ataşează un mecanism care permite citirea directă a debitului, se realizează un debitmetru.

În principiu, aceste dispozitive funcţionează pe baza teoremei lui Bernoulli conform căreia dacă o parte din energia potenţială a apei este transformată în energie cinetică, se înregistrează o pierdere de înălţime (adică o micşorare a energiei potenţiale de poziţie şi datorită presiunii).

Această pierdere de sarcină este compensată prin majorarea vitezei apei care curge prin secţiuni cu contracţie şi este proporţională cu debitul care trece prin secţiunea micşorată.

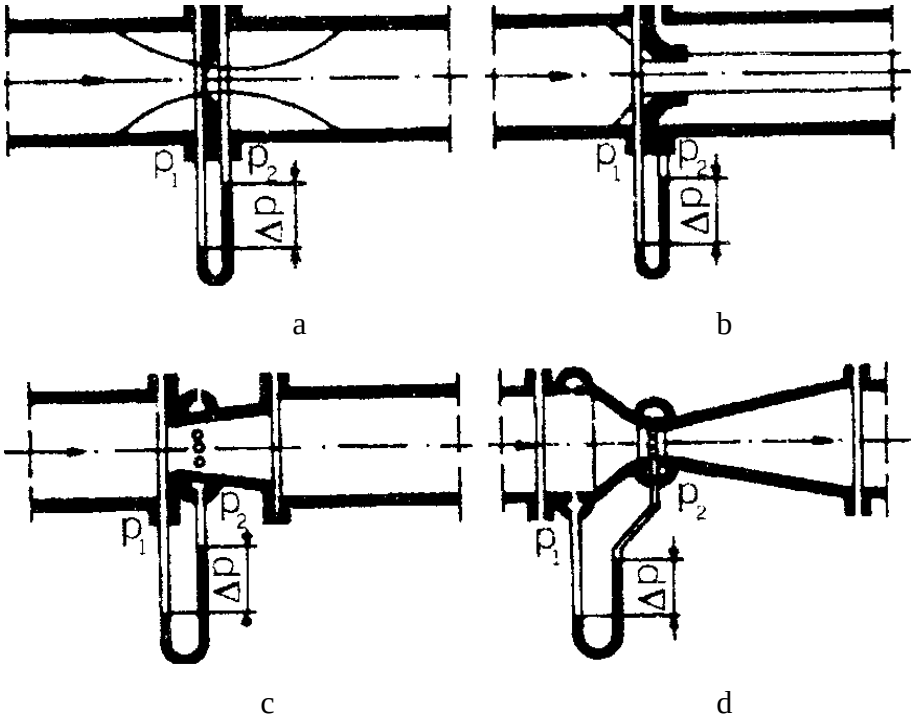


Figura 2.33. Dispozitive pentru măsurarea debitului în conductele sub presiune a – diafragmă circulară, b – ajutaj; c. d – tub Ventun

Debitul se determină prin micşorarea secţiunii de scurgere. Se realizează cu ajutorul diafragmelor sau cu ajutorul ajutajelor. Presiunea statică se măsoară cu ajutorul piezometrelor sau manometrelor. Conform legii lui Bernoulli o parte din energia potenţială se transformă în energie cinetică datorită mişcării.

$$Q = K\omega\sqrt{2g(P_1 - P_2)}$$

K – coeficientul diafragmei;

ω – secțiunea diafragmei;

P_1 – presiunea măsurată în amonte;

P_2 – presiunea măsurată în aval.

În cadrul operaţiei de dimensionare a conductelor sub presiune, în care curgerea apei se face la presiuni mai mari decât presiunea atmosferică, iar lichidul ocupă în întregime secţiunea acestora, se determină, pentru o anumită capacitate de transport, diametrul conductei şi pierderile de sarcină.

Pentru dimensionarea conductelor trebuie să se cunoască în prealabil debitul, viteza admisibilă de circulaţie a apei şi tipurile de conducte (tuburi) produse de industria materialelor de construcţii.

La alegerea vitezei se urmăreşte înregistrarea unor pierderi acceptabile de sarcină la circulaţia apei prin conducte, precum şi diminuarea amplorii loviturilor de berbec. Aceste deziderate se obţin la viteze ale apei de 1,5 - 2,0 m/s.

Când P < 1at – se măsoară cu tuburi piezometrice

P > 1at – cu manometre

P < 0,01at – cu vacumetre.

Dimensionarea conductelor folosite la lucrări de ameliorare

Relaţiile de calcul frecvent utilizate la dimensionarea conductelor sunt:

- *Formula lui Manning* pentru conducte metalice şi PREMO

$$Q = K \cdot \omega \cdot R^{2/3} \cdot J^{1/2}$$

- *Formula Ludin* pentru conducte din azbociment:

$$Q = K \cdot \omega \cdot R^{0.65} \cdot J^{0.54}$$

▪ K – coeficient care depinde de rugozitatea conductei

K = 83 pentru conducte PREMO și metalice și K = 134 pentru conducte din azbociment

▪ J – pierderea de sarcină liniară: la conductele lungi (peste 100 m) pierderile de sarcină locală se neglijează, fiind aproximativ sub 2% din cele liniare.

2.8. ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Definiți hidrodinamica.

2. Ce înțelegeți prin energie?

3. Definiți termenii: linie de curent, tub de curent.

4. Definiți termenii: secțiune vie, perimetru udat.

5. Ce reprezintă debitul?

6. Enumerați secțiunile transversale ale canalelor cu scurgere liberă.

7. Clasificați mișcarea lichidelor după variația în timp a mișcării.

8. Enumerați principalele caracteristici ale mișcării uniforme.

9. Enumerați parametrii care influențează regimul de mișcare a lichidelor în conducte.

10. Exprimați ecuația de continuitate a debitului.

11. Ce energii se disting la un lichid în mișcare?

12. Care este ecuația lui Bernoulli pentru lichidele ideale? Dar pentru cele reale?

13. Ce factori influențează pierderile de sarcină?

14. Clasificați mișcarea lichidelor după variația secțiunii transversale și a pantei în lungul albiei.

15. Cum se calculează aria secțiunii udate în cazul albiilor cursurilor naturale?

16. Care este relația lui Chezi? Explicați fiecare termen.

17. Ce formule fundamentale stau la baza dimensionării hidraulice a canalelor?

18. Ce sunt flotorii?

19. Clasificați deversoarele după grosimea peretelui și după modul constructiv.

20. Enumerați trei condiții de instalare și funcționare a deversoarelor.

21. Ce sunt stăvilarele? Cum pot funcționa acestea?

22. Ce sunt sifoanele mobile?

23. Care sunt secțiunile transversale are canalelor de pământ?

24. Ce reprezintă lumina canalului?

25. Menționați două elemente geometrice-constructive și două elemente hidraulice ale canalelor.

26. Ce reprezintă coeficientul de taluz?

28. În ce constă dimensionarea optimă din punct de vedere hidraulic?

2.9. TESTE DE AUTOEVALUARE

1. *Raza hidraulică este:*

a) raportul dintre secțiunea vie a curentului și perimetrul udat
b) produsul dintre secțiunea vie a curentului și perimetrul udat
c) raportul dintre perimetrul udat și secțiunea vie a curentului

2. *În cazul mişcării uniforme:*

a) pe traseul de scurgere se modifică panta, viteza şi debitul
b) pe traseul se scurgere nu se modifică secţiunea udată, rugozitatea, panta, viteza şi debitul
c) pe traseul de scurgere se modfică panta, nu se modifică debitul

3. *După structura internă a mişcării se deosebesc:*

a) mișcarea laminară și mișcarea turbulentă
b) mișcarea uniformă și mișcarea neuniformă
c) mișcarea liberă și mișcarea sub presiune

4. *În conducte, regimul de mişcare a lichidelor depinde de:*

a) viteza medie a lichidului
b) diametrul conductei
c) vâscozitatea cinematică

5. *La un lichid aflat în mişcare se disting următoarele feluri de energii:*

a) energia specifică de poziție și energia specifică datorită mişcării
b) energia specifică datorită presiunii
c) energia specifică de poziție, energia specifică datorită mişcării și energia specifică datorită presiunii

6. *În cazul conductelor sub presiune, pierderile de sarcină sunt alcătuite din:*

a) pierderi de sarcină liniare
b) nu există pierderi de sarcină
c) pierderi de sarcină liniare și locale

7. *În cazul mişcării lichidelor reale, sarcina hidrodinamică:*

a) este constantă
b) nu este constantă
c) se reduce de-a lungul firului de lichid

8. *Valoarea critică a numărului lui Reynolds este de aproximativ:*

a) 2320
b) 2330
c) 2310

9. *Determinarea vitezei apei în canale deschise:*

a) viteza curentului de apă rămâne constantă indiferent de panta canalului, vâscozitatea pereţilor acestuia, de forma şi dimensiunile secţiunii vii
b) viteza curentului de apă depinde de panta canalului, vâscozitatea pereţilor acestuia, de forma şi dimensiunile secţiunii vii
c) viteza curentului de apă depinde de panta canalului, de forma şi dimensiunile secţiunii vii

10. *Deversoarele se clasifică după tipul constructiv (mod de funcționare) în:*

a) deversor înecat și deversor neînecat
b) deversoare cu contracție laterală și fără contracție laterală
c) deversoare perpendiculare pe curentul de apă, oblice sau laterale

11. *Stăvilarele sunt:*

a) construcţii simple realizate din lemn, metal sau beton care se instalează transversal pe canale în vederea reglării vitezei
b) construcţii simple realizate din lemn, metal sau beton care se instalează transversal pe canale în vederea reglării debitului
c) construcţii simple realizate din lemn, metal sau beton care se instalează longitudinal pe canale în vederea reglării

12. *Cu ajutorul sifoanelor mobile se face trecerea:*

a) apei din brazdele de udat în canale
b) apei din canale în brazdele de udat
c) apei din canale în cursul de apă

13. *Deversorul lui Thomson este un deversor:*

a) triunghiular
b) trapezoidal
c) dreptunghiular

14. *În relația lui Chezi, C reprezintă:*

a) coeficient ce depinde de asperitatea canalului
b) panta canalului
c) coeficient de taluz

15. *Pentru a rezulta o secțiune transversală udată cât mai mică se va alege, la dimensionare:*

a) o viteză apropiată de viteza de neînămolire
b) o viteză apropiată de viteza de neeroziune
c) o viteză mai mică decât viteza de neeroziune

Răspunsuri:1.a; 2.b; 3.a; 4.a, b, c; 5.c; 6.c; 7.b, c; 8.a; 9.b; 10.a; 11.b; 12.b; 13.a; 14.a; 15.b.

2.10. REZUMAT

Hidrodinamica este ştiinţa care se ocupă cu studiul mişcării lichidelor în vederea stabilirii relaţiilor care există între presiunile şi vitezele lichidului în diferite condiţii de mişcare a acestuia. Noţiunile cele mai importante folosite în studiul mişcării fluidelor sunt: linia de curent, traiectoria particulei, tub de curent, curent, iar în cadrul aplicaţiilor practice: secţiunea vie, perimetru udat, rază hidraulică şi debit.

Se disting mai multe criterii de clasificare a mişcării lichidelor: după cauza mişcării; după variaţia în timp a mişcării; după variaţia secţiunii transversale şi a pantei în lungul albiei şi după structura internă (fizică) a mişcării.

Legile şi principiile hidraulicii se folosesc la dimensionarea conductelor, canalelor, construcţiilor hidrotehnice şi la măsurarea apei în conducte şi canale, în orice sistem, canal sau conductă, debitul sau capacitatea de transport depinde de suprafaţa secţiunii transversale şi de viteza apei.

Hidrodinamica are la bază două legi importante: ecuaţia de continuitate şi ecuaţia lui Bernoulli. Ecuaţia de continuitate exprimă relaţia dintre secţiunile şi vitezele medii pe traseul unui tub lichid. La mişcarea permanentă, debitul (Q) rămâne constant indiferent dacă vitezele medii şi secţiunile variază de-a lungul tubului de lichid. Ecuaţia lui Bernoulli se bazează pe legea conservării energiei şi exprimă legătura dintre vitezele şi presiunile din diferitele puncte ale unui fir lichid sau tub de curent. La un lichid în mişcare se disting trei feluri de energii şi anume: energia specifică de poziţie, energia specifică datorită presiunii şi energia specifică datorită mişcării. Toate cele trei energii au dimensiunea unei lungimi.

Ecuația de continuitate a debitului și ecuația lui Bernoulli, două ecuații fundamentale ale hidrodinamicii, au numeroase aplicații în lucrările de îmbunătățiri funciare, stând la baza calculului hidraulic și dimensionării canalelor deschise (cu scurgere liberă), al conductelor forțate (cu scurgere sub presiune) și al scurgerii apei prin orificii, deversoare etc, precum și a diverselor mijloace de determinare a debitelor.

Debitul, notat în mod obişnuit cu literele (Q, q) reprezintă volumul de lichid care curge în unitatea de timp printr-o secţiune transversală considerată a albiei unui curs natural de apă, canal sau conductă. Determinarea vitezei prin conducte se poate face cu ajutorul relaţiei lui Toricelli; făcând echilibru între Ec şi Ep faţă de planul de referinţă.

Calculul debitului se face prin două metode: prin explorarea câmpului de viteză şi prin micşorarea secţiunii locale de scurgere.

Viteza se determină: cu ajutorul flotorilor, cu ajutorul moriştii hidrometrice, cu ajutorul tubului Pitôt. Componentele constructive ale moriştii hidrometrice sunt: elicea, orientată în sensul de curgere al apei, corpul moriştii şi coada moriştii - ţine mişcarea în direcţia curentului de apă. Tubul Pitôt este un tub îndoit la 90° cu capetele libere, gradat pe o parte, cu ajutorul căruia se determină înălţimea „h" faţă de suprafaţa liberă a apei.

Determinarea debitului prin micşorarea secţiunii locale de scurgere. Se realizează cu ajutorul unor construcţii şi instalaţii numite apometre. Acestea diferă

de cele uzuale şi sunt de mai multe tipuri: apometre cu deversor, apometre cu ajutaj, construcţii folosite ca apometre: stăvilare şi sifoane hidraulice. Deversoarele sunt construcţii hidrotehnice dispuse într-un curent de lichid cu suprafaţa liberă, în scopul menţinerii în bieful amonte a unui nivel constant sau pentru măsurarea debitelor. Stăvilarele sunt construcţii simple realizate din lemn, metal sau beton care se instalează transversal pe canale în vederea reglării debitului. Sifoanele mobile sunt construcţii care se folosesc la trecerea apei dint-un canal de ordin superior într-un canal de ordin inferior. Se folosesc la irigaţii prin scurgerea apei la suprafaţă. Sunt tuburi confecţionate din PVC, cauciuc sau metal de formă trapezoidală. Dimensionarea canalelor și a conductelor sub presiune reprezintă una din operațiile principale în proiectarea lucrărilor de îmbunătățiri funciare. Dimensionarea canalelor și a conductelor constă în a alege sau determina elementele de construcție în secțiune transversală precum și cele hidraulice care să conducă la o secțiune capabilă să transporte debitul considerat fără a se produce eroziuni sau colmatări ale secțiunii.

2.11. BIBLIOGRAFIE

Bibliografie obligatorie:

1. Notițe curs
2. NICOLAU, C. şi colab., 1970, Îmbunătăţiri funciare, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.

Bibliografie facultativă:

3. JINGA I., S. CÎMPEANU, NIŢU OANA ALINA, 2009, Irigaţii, desecări, combaterea eroziunii solului, irigarea culturilor, Editura: Atelierul de multiplicat cursuri.
4. MEASNICOV, M., 1975, Îmbunătăţiri funciare, Editura Didactică şi pedagogică, Bucureşti.
5. SAVU P., D.BUCUR, S. I. JITĂREANU, 2005, Îmbunătăţiri funciare şi irigarea culturilor lucrări practice, Editura: „Ion Ionescu de la Brad” Iaşi.

UNITATE DE ÎNVĂȚARE 3: NOȚIUNI DE HIDROLOGIE ȘI HIDROGRAFIE

CUPRINS UNITATE DE ÎNVĂȚARE 3:

3.1. NOȚIUNI DE HIDROLOGIE 68
3.2. CIRCUITUL APEI ÎN NATURĂ 69
3.2.1. Precipitațiile 71
3.2.2. Infiltrația 74
3.2.3. Evapotranspirația 76
3.2.4. Scurgerea 76
3.3. NOȚIUNI DE HIDROGRAFIE 82
3.3.1. Bazinul hidrografic 82
3.3.2. Rețeaua hidrografică 89
3.4. ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE 93
3.5. TESTE DE AUTOEVALUARE 97
3.6. REZUMAT 99
3.7. BIBLIOGRAFIE 100

INTRODUCERE

Acest capitol prezintă principalele noțiuni de hidrologie, subdiviziunile acesteia și caracteristicile fenomenelor hidrologice. Se prezintă circuitul hidrologic și fazele principale aferente: precipitațiile (caracteristicile principale ale ploilor), infiltrația (factorii care influențează infiltrația), evaporația, transpirația, scurgerea. În ceea ce privește scurgerea, sunt analizați parametri care ajută la analiză, și anume: timpul de concentrare, coeficientul de scurgere, viteza de scurgere a apei, volumul și debitul scurgerii. De asemenea, acest capitol prezintă principalele noțiuni de hidrografie, elementele morfometrice ale unui bazin hidrografic (suprafața, perimetrul, lungimea, lățimea medie, lățimea maximă, altitudinea și panta bazinului), precum și elementele unei rețele hidrografice.
Capitolul se încheie cu întrebări recapitulative, teste de autoevaluare și prezentarea unei bibliografii.

OBIECTIVELE UNITĂȚII DE ÎNVĂȚARE 3:

La sfârșitul acestui capitol vei fi capabil:
- ✓ să descrii fenomenele hidrologice;
- ✓ să descrii circuitul apei în natură;
- ✓ să definești principalele caracteristici ale ploilor;
- ✓ să analizezi factorii care influențează infiltrația;
- ✓ să calculezi viteza de scurgere a apei de pe versanți;
- ✓ să calculezi coeficientul de scurgere;
- ✓ să calculezi volumul de apă scurs și debitul maxim;
- ✓ să definești bazinul hidrografic;
- ✓ să prezinți elementele morfometrice ale unui bazin hidrografic;

- ✓ să definești rețeaua hidrografică;
- ✓ să enumeri principalele elemente ale unei văi;
- ✓ să prezinți instrumentele utilizate printu măsurarea nivelului apei.

Durata medie de studiu individual – 2 ore.

3.1. NOȚIUNI DE HIDROLOGIE

Pentru dimensionarea lucrărilor de amenajare şi de combatere a eroziunii solului pentru fiecare bazin hidrografic sunt necesare date cu privire la hidrologia versanţilor sau scurgerea apei pe versanţi. Scurgerea apei pe terenurile în pantă este influenţată în mare măsură de două categorii mari de factori: de precipitaţii prin caracteristicile lor (durată, intensitate, mod de repartiţie) şi de cele ale bazinului hidrografic (mărime, formă, sol, grad de acoperire cu vegetaţia sau tip de cultură etc.). Alături de acestea scurgerea mai este influenţată, pozitiv sau negativ, de activitatea omului.

Hidrologia este ştiinţa care se ocupă cu studierea resurselor de apă din natură, cu raionarea teritorială, determinarea variaţiei în timp şi spaţiu şi prognoza elementelor hidrologice. Cuvântul hidrologie este de origine greacă şi înseamnă ştiinţa despre apă (hydor – apă şi logos – ştiinţă).

Hidrologia se împarte în patru subdiviziuni principale:

- **hidrologia generală**, care studiază procesele hidrologice, caracteristice şi legile generale ale apelor de la suprafaţa scoarţei terestre;

- **hidrografia**, care are ca sferă de activitate studiul mediului în care se formează resursele de apă, în care au loc procesele hidrologice, ca urmare obiectul hidrografiei îl constituie studiul bazinelor hidrografice şi al reţelei hidrografice;

- **hidrogeologia** reprezintă ştiinţa care se ocupă cu studiul genezei, dinamicii, regimului, bilanţului şi distribuţiei regionale a apelor subterane care au legătură cu apele de suprafaţă;

- **hidrometria** se ocupă cu culegerea, înregistrarea şi prelucrarea datelor hidrologice.

Caracteristicile fenomenelor hidrologice. Fenomenele hidrologice depind de foarte mulți factori nesiguri sau întâmplători de aceea au un caracter aleatoriu. Aceste fenomene sunt influențate de numeroși factori climatici, orografici și geografici. Influența acestor factori este diferită și variabilă în timp, de aceea fenomenele hidrologice nu se repetă în mod identic. Sunt deosebit de complexe și complicate, greu de prins în relații matematice (legi).

De aceea în hidrologie se folosesc încă multe formule empirice, care redau fenomenele cu oarecare aproximație și care pot fi folosite numai pentru condiții apropiate, asemănătoare cu cele în care au fost determinate.

Pe de altă parte, la studierea proceselor hidrologice se vor folosi datele hidrologice de pe o perioadă îndelungată de timp, de peste 20-30 de ani, date care se vor prelucra statistic în scopul stabilirii valorilor fenomenului analizat la diferite asigurări de calcul sau a perioadei de repetare.

3.2. CIRCUITUL APEI ÎN NATURĂ

Apele din atmosferă, hidrosferă şi litosferă sunt în strânsă legătură între ele alcătuind un ansamblu şi participând la un circuit închis denumit ciclul hidrologic global sau circuitul apei în natură. Prin urmare, prin circuitul apei în natură se înţelege procesul general de circulaţie a apei la suprafaţa solului, în sol şi atmosferă.

Circuitul apei în natură se produce sub influenţa energiei solare prin care se evaporă cantităţi imense de apă, a curenţilor de aer care transportă o parte din vapori şi a gravitaţiei, sub influenţa căreia vaporii condensaţi cad sub formă de precipitaţii şi se asigură circulaţia apei la suprafaţa solului şi în profilul acestuia.

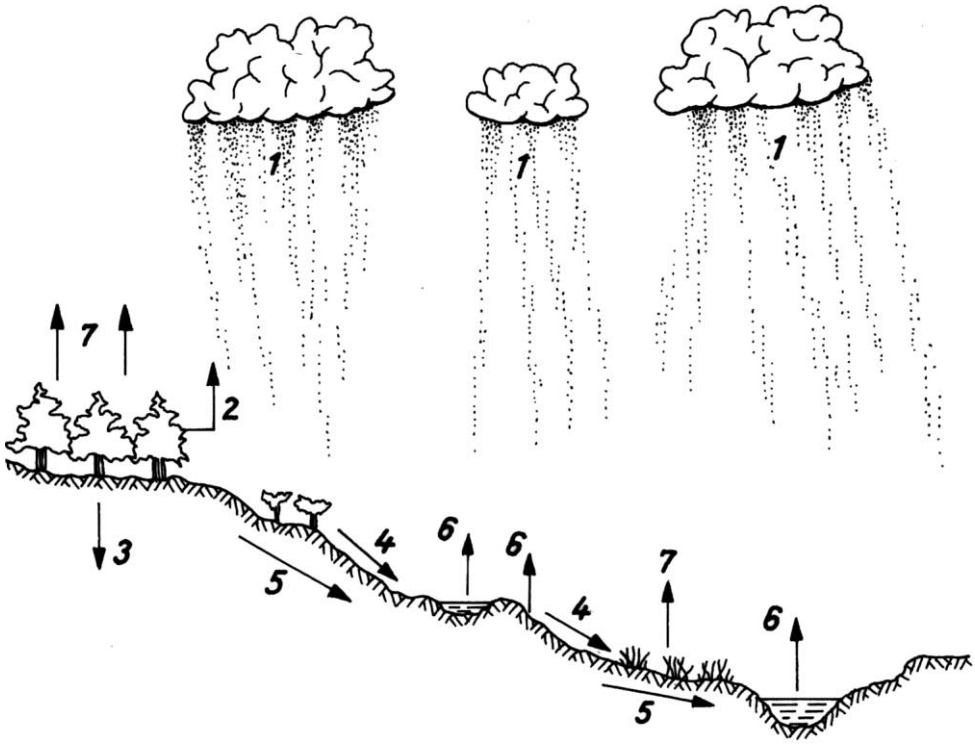


Figura 3.1. Schema circuitului hidrologic
1. precipitaţii; 2. retenţie; 3. infiltraţie; 4. scurgere superficială;
5. scurgere subterană;
6. evaporaţie; 7. evapotranspiraţie

Se poate imagina că circuitul apei în natură începe cu evaporarea apei de la suprafaţa mărilor şi oceanelor şi formarea de vapori care sunt transportaţi odată cu

masele de aer. Majoritatea vaporilor din atmosferă sunt cantonaţi în straturile inferioare, până la 2000 – 3000 m înălţime. În anumite condiţii, atmosfera saturată de vapori şi scăderea temperaturii, surplusul de vapori se condensează sub formă de picături de apă sau sublimează sub formă de cristale mici de gheaţă care cad sub formă de ploaie, grindină, zăpadă sau lapoviţă.

Precipitaţiile căzute pe suprafaţa pământului iau diferite căi. Cu o mare aproximaţie se poate considera că 1/3 se infiltrează în sol, 1/3 se evaporă şi 1/3 se scurge la suprafaţa solului. Deci o parte importantă din apa provenită din precipitaţii se întoarce în atmosferă prin evaporaţie şi transpiraţie. Apa care s-a infiltrat în sol, la rândul ei, poate fi folosită de vegetaţie şi astfel intră din nou în circuitul apei în natură. O altă parte se scurge de-a lungul unor straturi impermeabile şi alimentează izvoarele şi râurile, iar alta se scurge în adâncime dând naştere la rezerva de apă subterană. Sub influenţa gravitaţiei apa din cursurile de apă ca şi cea subterană se scurge către cotele mai joase, putând ajunge din nou în mări şi oceane.

Prin urmare, fazele principale ale circuitului apei în natură sunt: **precipitaţiile**, **infiltraţia**, **evaporaţia**, **transpiraţia**, **scurgerea** şi **apa subterană**.

În general, pentru o ploaie de înălţime P, care provoacă o scurgere de suprafaţă h, se poate scrie ecuaţia de bilanţ:

$$P = A + E + S + R + h$$

unde:

A – interceptarea;

E – evaporaţia totală;

S – infiltraţia totală;

R – retenţiile în depresiunile terenului;

h – stratul scurs.

Interceptare. Prin definiţie, interceptarea reprezintă cantitatea de apă din precipitaţii, exprimată în unităţi de înălţime (mm) reţinută de către partea aeriană a plantelor ce acoperă terenul.

Retenţiile. Retenţiile sunt reţinerile de apă de către microrelieful terenului (depresiuni şi alte neregularităţi) şi se măsoară de asemenea în mm. Retenţiile depind de pantă şi de gradul de neuniformitate a suprafeţei şi poate să varieze de la câţiva mm la câţiva zeci de milimetri. De exemplu, pe terenurile arate pe linia de nivel, retenţiile sunt mai mari decât terenurile arate pe linia de cea mai mare

pantă. Retenţiile pot fi calculate, în funcţie de geometria terenului. Determinările experimentale făcute conţin însumate atât retenţiile cât şi pierderile prin infiltraţie.

Evaporarea totală. Evaporarea totală în timpul ploii este foarte mică (câteva zecimi de milimetri) şi în consecinţă se neglijează în calculele debitelor şi volumelor de apă maxime scurse.

Infiltraţia. Infiltraţia este fenomenul de pătrundere a apei de la suprafaţa solului în interiorul acestuia, ca urmare a acţiunii în principal a forţelor de gravitaţie, de capilaritate şi de absorbţie a particulelor solide.

Prezentarea sub forma unei scheme simplificate a circuitului apei în natură ar putea să dea impresia că el se desfăşoară în mod uniform și continuu, ceea ce ar fi cu totul greșit. Astfel, precipitațiile nu sunt răspândite uniform în timp și spațiu, perioadele ploioase alternând cu cele secetoase, ploile de durată alternând cu cele torențiale care dau naștere la scurgeri mari, la inundații, fenomene puternice de eroziune. De aceea, circuitul apei în natură trebuie studiat atât din punct de vedere cantitativ cât și calitativ, în scopul prevederii unor anumite fenomene, stabilirii frecvenței și duratei lor și pentru determinarea volumelor de apă care participă în diferite faze ale circuitului global cât și pe bazine hidrografice. Cantitativ, volumul de apă care participă la nivelul circuitului global al apei în natură se menține la același nivel, doar repartizarea în timp și spațiu este diferită, înregistrându-se în anumite zone secete prelungite, iar în altele ploi torențiale și inundații.

3.2.1. Precipitațiile

Precipitaţiile reprezintă una din fazele principale ale circuitului apei în natură, care prezintă interes deosebit pentru specialişti, deoarece în funcţie de cantitatea anuală, repartizarea şi caracterul acestora se apreciază necesitatea lucrărilor de irigaţii, desecări-drenaje, combaterea eroziunii solului etc.

Indicii precipitaţiilor şi caracteristicile ploilor. Cel mai simplu şi cel mai folosit indice în analiza precipitaţiilor îl reprezintă *media multianuală a cantităţii precipitaţiilor* căzute într-o anumită zonă. Din observaţiile de peste 100 de ani asupra precipitaţiilor, s-a constatat că precipitaţiile medii anuale au o variaţie mare de la an la an în jurul unei valori medii, de aceea în calculele hidrologice se foloseşte media multianuală a precipitaţiilor înregistrate la o staţie meteorologică pe o perioadă cât mai îndelungată şi cât mai recentă. Precipitaţiile medii multianuale pe întreaga ţară se ridică la 630 mm. Repartiţia precipitaţiilor în

România este foarte variabilă atât în timp cât şi în spaţiu. Astfel, cantitatea cea mai mare de precipitaţii cade la sfârşitul primăverii - începutul verii şi în timpul iernii, iar cantitatea cea mai redusă de la mijlocul lunii iunie până în octombrie - noiembrie. Cunoașterea repartiției anuale, lunare și decadale a precipitațiilor permite să se aprecieze necesitatea într-o anumită zonă a irigației sau drenajului, să se determine perioadele cu exces sau deficit de umiditate, perioade în care sunt necesare udări.

Caracteristicile principale ale ploilor care le imprimă anumite particularități, de care se ține seama în calculele hidrologice sunt: intensitatea, durata și cantitățile maxime căzute într-o anumită perioadă de timp.

Intensitatea ploii reprezintă cantitatea de apă exprimată în mm coloană de apă căzută în unitatea de timp.

În meteorologie, intensitatea ploilor se exprimă de regulă în mm/min, iar în calculele hidrologice în l/s.ha. Trecerea de la un sistem la altul se face cu relația:

$$I_s = 166{,}7\ I \text{ sau } I_s = 166{,}7\ \frac{H}{t}$$

I_s este intensitatea precipitațiilor, în l/s.ha, denumită și debit specific al precipitațiior;

I – intensitatea, în mm/min;

H – cantitatea de precipitații, în mm;

t – durata ploii, în min.

În funcţie de intensitate, ploile se împart, în general, în ploi torenţiale cu intensitatea mai mare de 0,5 mm/min şi ploi de durată cu intensitatea sub 0,5 mm/min. Aprecierea mai exactă a torenţialităţii unei ploi se face atât în funcţie de intensitate cât şi în funcţie de durată. Se consideră ploi torenţiale cele care la anumite durate depăşesc intensităţile prezentate în tabelul de mai jos:

Tabel 3.1. Legătura între durata și intensitatea ploilor torențiale

Durata	1 - 5	6 - 15	16 - 30	31 – 45	46 – 60	61 – 120	121 – 180	> 180
Intensitatea (mm/min)	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1

S-a constatat că există o strânsă legătură între durata, intensitatea și suprafața acoperită de o ploaie torențială: cu cât ploaia are o intensitate mai mare cu atât cade pe o suprafață mai mică și are o durată mai redusă. Ploile torențiale, deși au de obicei o durată mai mică, dau scurgeri mari la suprafață și sunt o cauză

a eroziunii solului. Pe de altă parte, coeficientul de înmagazinare a precipitațiilor în sol este mult mai mic în comparație cu cel al ploilor de durată. Ploile torențiale care determină eroziuni au de regulă o intensitate mai mare de 0,5 mm/min și o cantitate totală peste 10 mm.

Tipul ploilor torențiale se stabileşte în funcţie de poziţia nucleului de intensitate maximă. După poziţia nucleului se pot întâlni cinci tipuri: ploi cu intensitate uniformă pe toată durata, cu intensitate mare la început, la mijloc, la sfârşit şi ploi cu mai multe nuclee torenţiale.

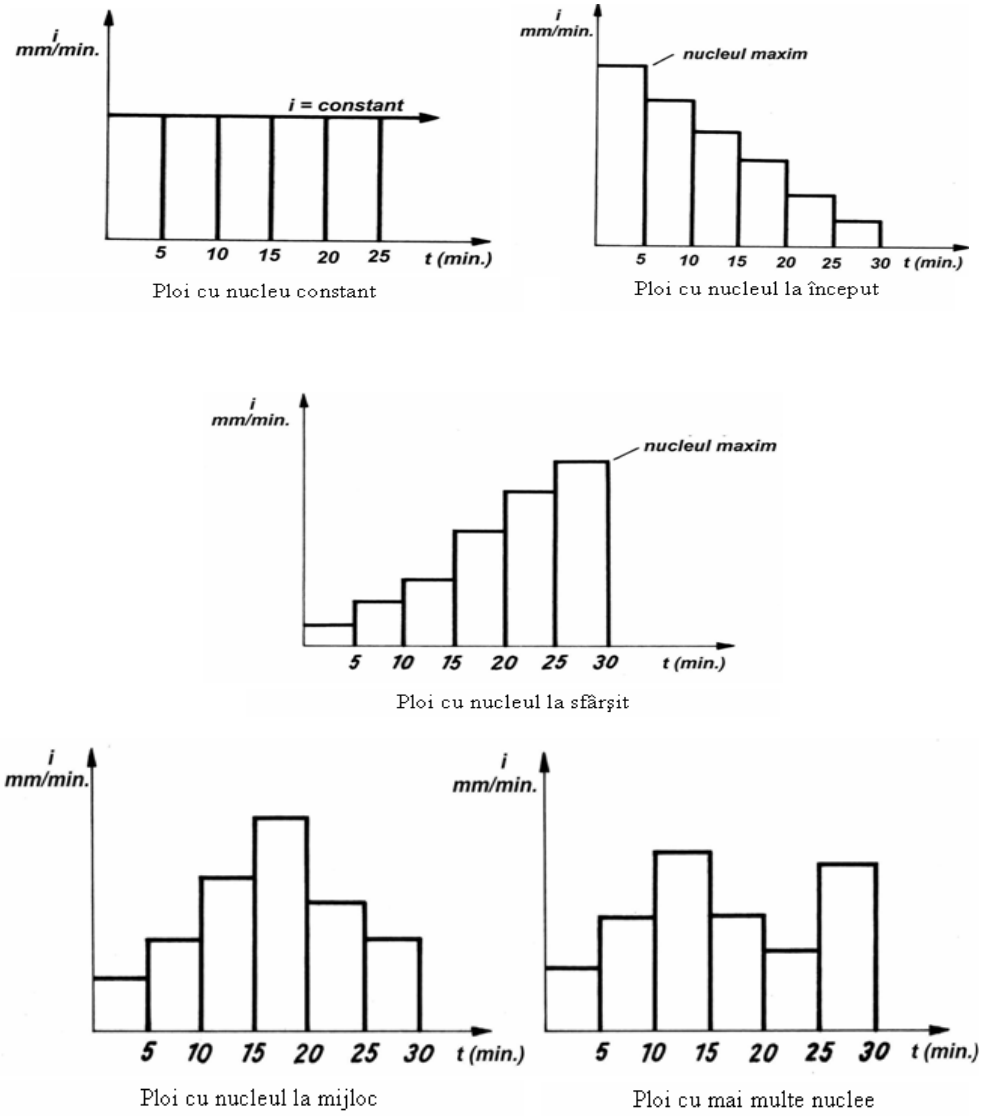


Figura 3.2. Tipuri de ploi

Tipul ploii influenţează scurgerea apei, scurgerile cele mai mari le produc ploile cu intensitatea maximă la mijloc, la sfârşit sau cu mai multe nuclee, deoarece intensitatea maximă se înregistrează când solul a fost deja umectat şi ca urmare s-a micşorat şi viteza de infiltraţie a apei în sol.

Precipitaţiile maxime din 24 de ore constituie o caracteristică de care trebuie să se ţină seama la proiectarea lucrărilor de combatere a eroziunii. La proiectarea lucrărilor de desecare-drenaj, se iau în considerare cantitățile de precipitații căzute în trei zile consecutive, iar la proiectarea regimului de irigare precipitațiile care cad într-o decadă sau o lună.

3.2.2. Infiltrația

Infiltraţia este procesul prin care apa pătrunde prin suprafaţa solului în profilul de sol sub acţiunea potenţialului capilar şi gravitaţional.

Infiltraţia este una din fazele ciclului hidrologic asupra căreia se poate interveni în mare măsură, în scopul măririi vitezei de infiltraţie a apei în sol. Prin mărirea infiltraţiei apei în sol se asigură, în regiunile secetoase, înmagazinarea unei mai mari cantităţi de apă în profilul de sol, apa care va asigura recolte sporite, în timp ce pe terenurile în pantă infiltraţia mai ridicată reduce scurgerile de suprafaţă şi în felul acesta se diminuează eroziunea solului şi torenţialitatea cursurilor de apă. În plus, sporeşte aprovizionarea apelor subterane, a cursurilor de apă, a lacurilor etc.

Infiltraţia se exprimă în înălţime coloană de apă infiltrată în sol în unitatea de timp, de exemplu mm/h sau cm/h.

Factorii care influenţează infiltraţia

Proprietăţile fizice ale solului. În legătură cu infiltraţia, solul poate fi considerat ca un mediu poros cu un număr mare de pori care asigură pătrunderea apei în sol. Viteza de infiltraţie depinde în mare măsură de dimensiunile şi de continuitatea porilor.

Dimensiunile, continuitatea porilor și viteza de infiltrație a apei depind în mare măsură de particulele din care este format solul, respectiv de textura solului, de gradul de agregare sau structura solului și de modul de aranjare a particulelor și agregatelor. Toți acești factori influențează porozitatea solului care reprezintă un alt indice în funcție de care se poate aprecia viteza de infiltrație.

Pentru a menţine o viteză mare de infiltraţie trebuie să se asigure păstrarea porilor în special la suprafaţa solului. Experimentările au arătat că dacă se formează un strat subţire compact la suprafaţa solului, infiltraţia se reduce în mare măsură. Acest strat compact, care după ploaie se observă prin formarea crustei, se datorează distrugerii structurii prin acţiunea mecanică a picăturilor de apă şi, în parte, datorită scurgerilor de suprafaţă care astupă porii mai mari cu particule fine.

În general, infiltrația crește odată cu diametrul porilor de la suprafața solului, deci viteza de infiltrație cea mai mare se obține pe solurile cu textură grosieră și scade către solurile cu textură fină. Solurile argiloase prin umezire își măresc volumul prin fenomenul de gonflare, reducându-se astfel porozitatea și viteza de infiltrație a apei în sol.

Infiltrația mai depinde și de conținutul în materie organică a stratului superior al solului ca și de prezența unor orizonturi impermeabile.

Acoperirea terenului şi starea suprafeţei solului. Acestea au o influenţă deosebită asupra infiltraţiei apei în sol. Pentru a scoate în evidenţă efectul negativ al stratului de crustă este suficient să se prezinte rezultatele unei experienţe întreprinse de Duley. Astfel, într-o experiență solul a fost acoperit cu un strat de mulci din paie și ca urmare, infiltrația s-a menținut constantă. Dacă după 40 min, s-a îndepărtat stratul de mulci, infiltrația s-a redus foarte rapid, la 1/6 din valoarea inițială. După aceea, s-a înlăturat stratul compact de la suprafață, s-a acoperit solul cu pânză de sac, situație în care infiltrația a crescut foarte mult, depășind valoarea inițială, pentru ca prin îndepărtarea mulciului să se reducă iar, chiar mai evident decât în primul caz. Infiltraţia este puternic influenţată de gradul de acoperire cu vegetaţie şi tipul de vegetaţie, în sensul că un teren acoperit cu vegetaţie protejează solul de picăturile ploii şi deci nu se mai formează crustă şi astfel infiltraţia creşte. Pe de altă parte, vegetaţia micşorează viteza de scurgere a apei pe versanţi şi astfel se măreşte timpul de infiltraţie al apei în sol. Infiltraţia este foarte mult redusă şi de grindina căzută pe un sol umed.

Umiditatea iniţială a solului. Cercetările efectuate în ţara noastră au evidenţiat faptul că infiltraţia este mult mai mică pe solurile cu un conţinut ridicat de umiditate. Reducerea se datorează în mare măsură faptului că umiditatea iniţială ridicată duce la gonflarea coloizilor din sol şi astfel se reduce porozitatea şi viteza de mişcare a apei. Se mai poate trage concluzia că cele mai mari scurgeri de suprafaţă şi deci şi eroziuni au loc în perioadele cu ploi torenţiale care cad la intervale scurte de timp.

Intensitatea şi durata ploii. Viteza de infiltraţie a apei creşte odată cu intensitatea ploii până la o anumită mărime a picăturilor, de la care efectul distructiv asupra solului duce la reducerea infiltraţiei. Acest fenomen nu se observă pe terenurile acoperite cu o vegetaţie încheiată. Durata ploii influenţează, de asemenea viteza de infiltraţie, viteza reducându-se odată cu creşterea duratei ploii.

Temperatura solului şi a apei. Temperatura solului şi a apei influenţează în mai mică măsură viteza de infiltraţie. S-a observat că infiltraţia creşte odată cu temperatura până la 35°C, pentru ca apoi să descrească. Infiltraţia se reduce foarte mult pe solurile îngheţate.

Panta terenului. Panta terenului are o influenţă mai mare asupra infiltraţiei până la valoarea de 2%; la pante mai mari de 2% influenţa nu mai creşte în mod semnificativ.

Din trecerea în revistă a factorilor care influenţează infiltraţia rezultă că viteza de infiltraţie va diferi de la un anotimp la altul în funcţie de gradul de acoperire, durată şi intensitatea ploilor torenţiale, temperatură, etc.

Infiltraţia apei în sol poate fi modificată prin gradul de acoperire al terenului, prin aplicarea de lucrări agrotehnice care să menţină solul afânat şi să asigure o porozitate ridicată.

3.2.3. Evapotranspirația

Evaporația și transpirația sunt alte componente ale circuitului apei în natură care prezintă importanță pentru agricultură.

Evaporaţia are loc sub acţiunea radiaţiei solare şi este proporţională cu deficitul presiunii vaporilor fiind influenţată de temperatură, vânt şi presiune atmosferică.

Transpiraţia este procesul prin care vaporii de apă trec în atmosferă prin ţesutul plantelor.

Evapotranspiraţia. Cercetările experimentale au demonstrat că este mult mai uşor să se determine consumul total de apă al plantelor (ET), respectiv cantitatea de apă folosită de către plante în procesul de transpiraţie şi cantitatea de apă pierdută prin evaporaţie de la suprafaţa solului decât să se determine fiecare componentă independentă. În felul acesta s-a ajuns la noţiunea de evapotranspiraţie.

3.2.4. Scurgerea

Scurgerea reprezintă fenomenul prin care o parte din apa provenită din precipitaţii se îndreaptă către văi, râuri, lacuri, mări şi oceane, ca scurgere de suprafaţă sau subterană.

Scurgerea are loc numai după ce cantitatea de apă din precipitaţii depăşeşte cantitatea de apă evaporată, cantitatea de apă reţinută de vegetaţie şi de

neregularităţile terenului şi cantitatea de apă infiltrată. Scurgerea poate fi de trei feluri: *scurgere de suprafaţă*, *scurgere prin sol* şi *scurgere subterană*. Pentru lucrările de combaterea eroziunii prezintă importanţă scurgerea de suprafaţă sau scurgerea pe versant. Scurgerea prin sol și scurgerea subterană interesează în mod deosebit în lucrările de desecări-drenaje și irigații.

Factorii care influenţează scurgerea

Două mari categorii de factori influenţează în cea mai mare măsură scurgerea: pe de o parte, caracteristicile precipitaţiilor, iar pe de altă parte, cele ale bazinului hidrografic.

Precipitaţiile prin durată, intensitate şi distribuţie influenţează coeficientul de scurgere şi volumul scurgerii. Scurgerea creşte odată cu intensitatea precipitaţiilor, cu durata şi cu suprafaţa pe care cad. Intensitatea ploilor torenţiale influenţează atât coeficientul de scurgere cât şi volumul scurgerii. Volumul scurgerii la aceeaşi cantitate de precipitaţii va fi mai mare la ploile cu intensitate mai ridicată decât la cele cu durată şi intensitate mai mică, deoarece intensităţile mari depăşesc viteza de infiltraţie a apei în sol, iar viteza de infiltraţie se reduce odată cu distrugerea structurii şi astuparea porilor ca urmare a intensităţii ridicate a ploilor torenţiale.

Bazinul hidrografic influenţează scurgerea prin dimensiuni, formă, orientare, caracteristicile topografice, condiţii geologice şi felul culturii sau gradul de acoperire cu vegetaţie. Volumul scurgerii creşte odată cu suprafaţa bazinului hidrografic, deşi coeficientul de scurgere şi volumul scurs de pe unitatea de suprafaţă descresc. Bazinele lungi şi înguste, la aceeaşi suprafaţă, dau scurgeri mai mici în comparaţie cu cele cu lăţimi mai mari, deoarece timpul de concentrare este mai mare.

Orografia terenului influenţează scurgerea prin gradul de frământare al reliefului, prin prezenţa formelor negative de relief, panta terenului şi a cursurilor de apă. Scurgerea se reduce odată cu creşterea procentului formelor de relief negative, dar se măreşte odată cu gradul de frământare, panta terenului şi a firelor de apă.

Scurgerea mai este influențată de ***tipul de sol, structura geologică*** și ***vegetația bazinului***. Ea este puternic influențată de om prin lucrări ca: baraje, diguri, lucrări de reținere a apei, folosirea unei agrotehnici antierozionale cu executarea tuturor lucrărlor de-a lungul curbelor de nivel etc.

Stabilirea parametrilor scurgerii

Parametrii care ajută la analiza scurgerii pe versanţi sunt următorii: timpul de concentrare, coeficientul de scurgere, viteza de scurgere a apei, volumul şi debitul scurgerii.

Timpul de concentrare sau de creștere a viiturii este timpul necesar apei de scurgere să ajungă de la locul de formare al scurgerii la locul considerat pe talveg, iar în cazul lucrărilor de pe versanți, timpul necesar scurgerii pentru a ajunge de la o lucrare la alta.

Timpul de concentrare depinde de lungimea bazinului sau a versantului şi de viteza cu care circulă apa. Prin determinări directe se calculează cu relaţiile:

$$t_c = \frac{L}{3{,}600V} \text{ în h} \quad \text{sau} \quad t_c = \frac{l}{60V} \text{ în min}$$

în care:

t_c – reprezintă timpul de concentrare, în h sau min;

L – lungimea cursului de apă, în km;

l – distanța de la locul de formare a scurgerii până la punctul considerat, în m;

V – viteza apei, în m/s.

Timpul de concentrare sau de creştere a viiturii se foloseşte la stabilirea duratei ploii de calcul. Între durata viiturii sau a scurgerii (T), durata ploii (t) şi timpul de concentrare (t_c) există următoarea relaţie:

$$T = t + t_c$$

Dacă $t \geq t_c$ atunci la calculul debitului maxim trebuie să se ia în considerare întreaga suprafață a bazinului hidrografic. Dacă $t < t_c$ debitul maxim provine numai de pe o porțiune a bazinului hidrografic.

Tot în funcție de valorile lui t și t_c se poate stabili și timpul când se înregistrează debitul maxim. Debitul maxim se înregistrează după un timp egal cu timpul de concentrare în cazul în care $t > t_c$ și la sfârșitul ploii dacă $t \leq t_c$.

Viteza de scurgere a apei de pe versanţi se poate calcula cu formula lui Kosteakov:

$$V = \sqrt{m^2 \cdot c \cdot K \cdot I \cdot L}$$

în care:

V – este viteza de scurgere a apei pe versant, în m/s;

m – coeficient cu valoarea 1 în cazul scurgerii laminare şi 2 în cazul scurgerii turbulente;

$$c = \alpha\sqrt{Iv}$$

α – coeficient ce caracterizează rugozitatea terenului cu valori cuprinse între 7 şi 30;

Iv – panta terenului;

K – coeficient de scurgere;

I – intensitatea precipitaţiilor, în m/s;

L – lungimea versantului, în m.

Coeficientul de scurgere (*K*) reprezintă raportul dintre volumul total de apă scurs (*V*) şi volumul precipitaţiilor (*P*). Coeficientul de scurgere are valori subunitare, valori care se apropie de unitate în cazul scurgerii pe terenuri îngheţate, roci impermeabile etc.

$$K = \frac{V}{P}$$

Coeficientul de scurgere se foloseşte la determinarea volumului şi a debitului maxim de scurgere. Valoarea coeficientului de scurgere este influenţată de aceeaşi factori care influenţează în general scurgerea.

În Tabelul 3.2. se prezintă valorile coeficienților de scurgere după Frevert.

Tabel 3.2. Valorile coeficienților de scurgere după Frevert

Folosinţă	**Panta %**	**Textura solului**		
		Uşoară	Mijlocie	Grea
Pădure	0 – 5	0,10	0,30	0,40
	5 – 10	0,25	0,35	0.50
	10 - 30	0,30	0,40	0,60
Păşune	0 – 5	0,10	0,30	0,40
	5 – 10	0,15	0,35	0,55
	10 - 30	0,20	0,40	0,60
Culturi agricole	0 – 5	0,30	0,50	0,60
	5 – 10	0,40	0,60	0,70
	10 - 30	0,50	0,70	0,80

În cazul în care scurgerea se determină de pe o suprafață cu diferite folosințe sau pante, atunci trebuie să se calculeze un coeficient de scurgere mediu ponderat în funcție de suprafața culturilor sau categoriile de pantă ale terenului.

Scurgerea medie specifică, exprimată în $l/s \cdot km^2$, reprezintă o altă caracteristică a scurgerii. Scurgerea medie specifică depinde în special de climă şi relief, variind în funcţie de aceşti doi factori în limite foarte largi, pe teritoriul

României, de la valori de până la 50 l/s·km^2, în regiunea de munte, până la valori de 1 l/s·km^2, în regiunea de câmpie.

Aportul maxim în formarea scurgerii medii îl are zona montană cu 55% deşi această zonă reprezintă numai 20% din suprafaţa ţării şi zona deluroasă cu 35%. Cel mai mic aport revine zonei de câmpie, cu 10%, deşi această zonă ocupă 40% din suprafaţa ţării.

Scurgerea maximă se înregistrează primăvara (martie-mai), când volumul scurgerii însumează 35-50% din volumul anual, după care urmează vara cu 13-35%, toamna cu 8-20% şi iarna cu 10-35%.

Calculul volumului de apă scurs la o anumită ploaie interesează în mod deosebit la proiectarea lucrărilor de reţinere a apei (valuri, canale). Cea mai simplă relaţie de calcul este următoarea:

$$V = 10\ S\ H\ K$$

în care:

V – reprezintă volumul de apă scurs, în m^3;

H – înălţimea ploii considerate, în mm (obişnuit se ia în considerare ploaia cu durata mai mare decât timpul de concentrare şi cu asigurarea de 50% sau 10%, în funcţie de importanţa lucrărilor ce se proiectează)

S – suprafaţa de colectare, în ha;

K – coeficient de scurgere al precipitaţiei considerate;

10 – coeficient provenit din transformarea suprafeţei din ha în m^2 şi a ploii din mm în m^3/ m^2.

Calculul debitului maxim pe cale indirectă. Proiectarea lucrărilor de combaterea eroziunii solului de pe versanţi, firul ravenelor şi torenţilor ca şi celelalte lucrări de regularizare a scurgerii care se execută pe cursurile de apă necesită cunoaşterea debitului maxim care se scurge pe versanţi, ravene, râuri. Astfel, dimensionarea lucrărilor de evacuare a apei de pe versanţi (debuşee, canale înclinate etc); lucrărilor de pe firul ravenelor şi torenţilor se face în funcţie de debitul maxim. Calculul debitului maxim de scurgere pe versanţi pentru bazine mici se poate face cu relaţii de calcul în care intră o serie de factori climatici şi orografici care influenţează scurgerea:

$$Q = 0{,}167 S\ K\ I \qquad \text{când } t \geq t_c$$

$$Q = 0{,}167 S\ K\ I\ t/\ t_c \qquad \text{când } t < t_c$$

Q – debitul, în m^3/s;

K – coeficient de scurgere;

S – suprafaţa de colectare, în ha;

I – intensitatea ploii, în mm/min;

T – durata critică a ploilor torenţiale;

t_c – timpul de concentrare;

0,167 – coeficient care rezultă din transformarea suprafeţei din ha în m^2, a intensităţii ploii din mm/min în m/s.

Reprezentarea grafică a scurgerii

Cea mai simplă formă de reprezentare se face cu ajutorul hidrografului. Hidrograful este un mijloc de reprezentare grafică a variaţiei debitului în funcţie de timp. Pentru aceasta pe ordonată se trec debitele, iar pe abscisă timpul. Cel mai simplu hidrograf este hidrograful debitelor medii lunare care se întocmeşte pe baza înregistrării medii lunare a debitului.

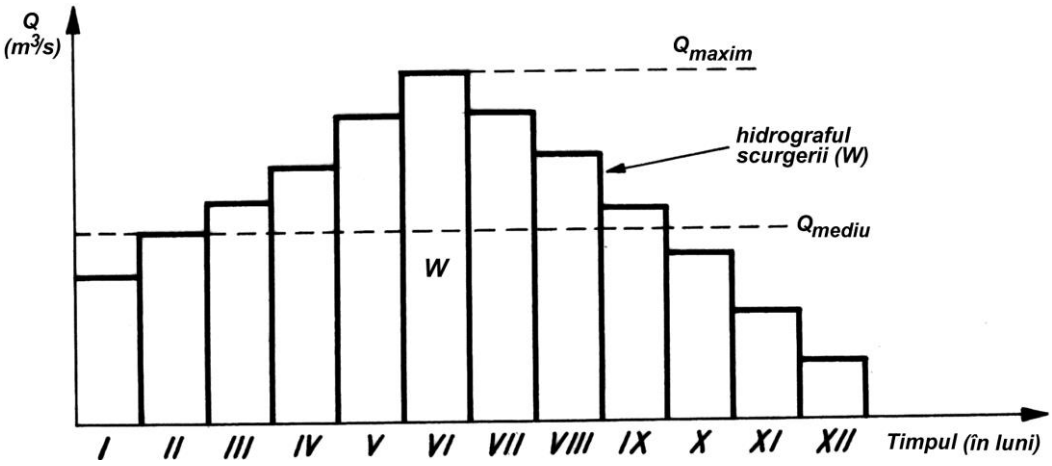


Figura 3.3. Hidrograful scurgerii

3.3. NOȚIUNI DE HIDROGRAFIE

Hidrografia furnizează datele necesare cunoaşterii fenomenelor hidrologice, determinării parametrilor scurgerii de suprafaţă. Obiectul hidrografiei îl constituie studiul bazinelor hidrografice și al rețelei hidrografice.

3.3.1. Bazinul hidrografic

Bazinul hidrografic reprezintă suprafaţa de pe care un curs de apă îşi colectează apele. Bazinul hidrografic este delimitat de cumpăna apelor sau linia de separaţie a apelor. Cumpăna apelor trece pe crestele cele mai înalte ale versanţilor care separă bazinele între ele. Ea este bine conturată în zonele cu relief frământat spre deosebire de zonele de câmpie unde poate fi delimitată numai prin ridicări nivelitice. În această situaţie zona cuprinsă între două cursuri de apă poartă numele de interfluviu. Cursurile de apă se alimentează atât din scurgerea de suprafaţă cât şi din cea subterană. Uneori cele două bazine au suprafeţe şi cumpene de apă diferite, o cumpănă superficială sau de suprafaţă a apelor şi o cumpănă subterană. Cumpăna superficială se poate schimba prin acţiunea eroziunii solului sau prin acţiunea omului, în special în zonele joase.

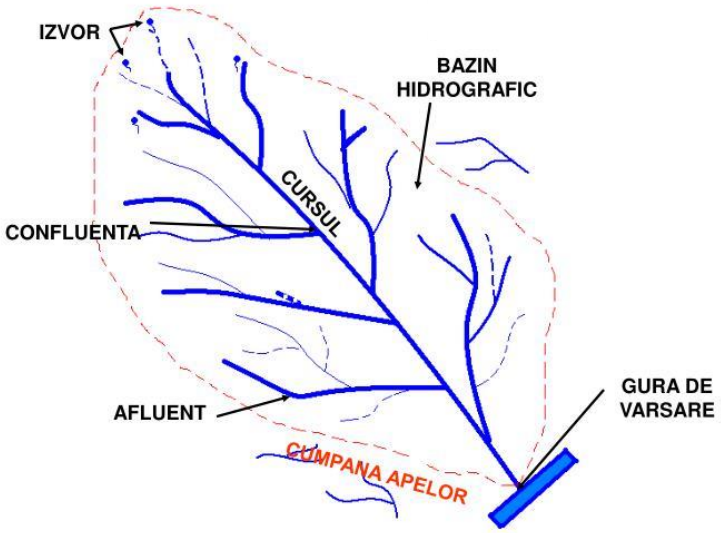


Figura 3.4. Elementele unui râu

Datorită faptului că în bazinul hidrografic se produc toate procesele fizice care determină scurgerile hidrologice, cunoașterea elementelor morfometrice ale acestuia este necesară în realizarea studiilor și a sintezelor hidrologice. Pentru a fi cât mai completă, caracterizarea unui bazin trebuie să cuprindă atât caracteristicile geometrice (elemente definitorii ale acestuia), cât și caracteristicile fizico-

geografice principale. Cele mai importante elemente morfometrice ale bazinului hidrografic, în afară de cumpăna apelor, sunt: *suprafața, perimetrul, lungimea, lățimea medie, lățimea maximă, altitudinea* și *panta* bazinului.

Suprafața bazinului

Prin **suprafaţa bazinului** de recepţie se înţelege întreaga suprafaţă de teren de pe care o anumită formaţie hidrologică îşi colectează apele şi care este despărţită de bazinele învecinate prin cumpăna apelor. Suprafața reprezintă teritoriul cuprins în interiorul proiecției în plan orizontal a limitelor bazinului. Delimitarea bazinului de recepţie se face fie prin cumpăna topografică (cumpăna apelor), care reprezintă pe hartă o linie curbă închisă, trasată în funcţie de configuraţia curbelor de nivel, fie prin cumpăna hidrografică, care ţine seama şi de alimentarea subterană, provenită din bazinele vecine. În calcule practice referitoare la bazinele hidrografice se iau în considerare în mod curent cumpenele topografice.

Mărimea suprafeţei bazinului de recepţie se determină corespunzător anumitor secţiuni hidrologice de calcul. Dacă interesează suprafaţa întregului bazin secţiunea de calcul se amplasează imediat în amonte de conul de dejecţie. Dacă secţiunile de calcul sunt amplasate în anumite puncte din reţeaua hidrografică, se delimitează şi se determină suprafeţele bazinului de recepţie aferente punctelor respective. Mărimea suprafeţei se determină prin planimetrare făcându-se trei citiri şi luându-se ca valoare de calcul media aritmetică a acestora. În determinarea mărimii suprafeţei, se mai poate utiliza şi metoda caroiajului care se poate aplica cu uşurinţă dacă se foloseşte calc milimetric.

În funcție de exactitatea cerută, de instrumentele sau aparatele disponibile, cât și de condițiile în care se lucrează, se pot utiliza trei metode clasice principale și anume: grafică, mecanică și numerică, putându-se utiliza și unele metode mixte care folosesc, pentru calculul suprafețelor, combinații între procedeele metodelor principale, ca de exemplu metoda semigrafică. Metodele moderne au la bază folosirea computerului, utilizând programe de prelucrare și modelare a imaginilor suprafețelor topografice – familia de programe G.I.S. și C.A.D. Mărimea suprafeţei bazinelor de recepţie, se exprimă, obişnuit, în hectare; în unele calcule morfometrice şi hidrologice se folosesc şi exprimările în km^2 şi m^2. În calculele practice, suprafaţa se notează cu "**F**" sau cu "**S**".

Perimetrul bazinului

Perimetrul bazinului reprezintă proiecţia orizontală a cumpenei topografice, aferentă secţiunii de calcul luată în considerare. Lungimea perimetrului se notează cu "Pb" şi se exprimă în metri sau kilometri. Se măsoară pe planul de situaţie, cu distanţierul sau curbimetru, în două - trei repetiţii, făcându-se media aritmetică a valorilor obţinute. Ca parametru morfometric, perimetrul bazinului (respectiv lungimea acestuia) prezintă interes, deoarece el intervine în expresiile altor parametri morfometrici, în special al celor care cuantifică efectul hidrologic al formei bazinelor hidrografice. De asemenea, panta medie a perimetrului serveşte la estimarea perimetrului real al bazinului.

Lungimea bazinului

Lungimea bazinului reprezintă distanța de la vărsare până la un punct pe cumpăna apelor situat pe direcția izvorului. În cazul unor bazine asimetrice sau curbate, lungimea este reprezentată de o curbă sau o linie frântă astfel amplasată încât să împartă suprafața bazinului în două părți aproximativ egale; această linie, mediană, este locul geometric al punctelor aflate la mijlocul distanței dintre versanții opuși. Lungimea bazinului diferă de cea a cursului principal, fiind, de regulă, mai mare, însă uneori, datorită meandrării accentuate a râului situația se poate inversa.

În literatura de specialitate se folosesc două noțiuni:

• **Lungimea maximă (L_{max})** a bazinului, reprezentând distanța dintre vărsare și izvor, măsurată paralel cu linia principală de drenaj.

Dacă forma în plan este regulată (ca o pară), atunci lungimea maximă a bazinului se poate obţine ca o sumă dintre lungimea albiei principale şi lungimea versantului delimitat între obârşia acestei albii şi cumpăna topografică a bazinului. Lungimea astfel stabilită poate da indicaţii cu privire la mărimea bazinului şi poate servi la calculul timpului de concentrare a scurgerii în bazin. În cazul bazinelor având forma neregulată, rezultate mai bune se obţin prin trasarea curbei mediane a bazinului. În acest scop, se unesc mijloacele segmentelor ale căror extremităţi se sprijină pe cumpăna topografică a bazinului; segmentele se pot trasa paralele între ele sau normale pe albia principală a bazinului.

• **Lungimea medie (L_{med})** a bazinului, determinată ca raport între suprafața bazinului (F) și lățimea medie a acestuia (B).

$$L_{med} = F / B \text{ (km)}$$

Lungimea medie se utilizează, atunci când studiile se fac la nivel de colectivităţi de bazine şi când se urmăreşte descoperirea legităţilor de distribuţie ale parametrilor morfometrici.

Lăţimea bazinului

Lăţimea maximă a bazinului (B_{max}) se consideră perpendiculara maximă față de linia lungimii bazinului. Cu cât valoarea acesteia este mai mare, cu atât bazinul se apropie mai mult de forma unui cerc, iar amplitudinile viiturilor vor fi mai mari. Se determină pe cale grafică prin încadrarea bazinului studiat într-un dreptunghi ale cărui trei laturi sunt tangente la cumpăna topografică a bazinului, iar cea de-a patra trece prin amplasamentul secţiunii de calcul considerate. Lăţimea dreptunghiului astfel trasat este lăţimea maximă a bazinului hidrografic studiat, după cum lungimea acestui dreptunghi se admite ca lungime maximă a bazinului respectiv.

Lăţimea medie a bazinului (B_{med}). Este un parametru morfometric frecvent utilizat în studiile de morfometrie a ravenelor şi torenţilor. Se determină prin calcul, ca raport între suprafața (F) și lungimea bazinului (L) cu relația:

$$B_{med} = F / L \text{ (km)}$$

În calcule este utilizată mai ales lăţimea medie, care intervine în exprimarea cantitativă a efectului hidrologic al formei bazinelor. Pe această linie se apreciază că cu cât lăţimea medie este mai mică cu atât bazinul studiat are capacitate mai mare de regularizare a scurgerii.

Altitudinea bazinului

În grupa parametrilor morfometrici referitori la bazinul de recepţie, altitudinea deţine rolul unui parametru morfometric de sinteză, ea condiţionând în mod direct sau indirect principalele verigi ale fluxurilor de materie şi energie specifice bazinetelor hidrografice torenţiale. Altitudinea intervine dominant în desfăşurarea proceselor hidrologice atât prin variaţia pe care o provoacă energiei de relief, pantelor, solului şi învelişului vegetal, cât şi prin faptul că de altitudine sunt legate frecvenţa, durata şi intensitatea ploilor torenţiale.

Pentru caracterizarea condiţiilor hidrologice ale bazinelor în legătură cu altitudinea se face apel la următorii parametri morfometrici altitudinali: **altitudinea minimă (H_{min})**, **altitudinea maximă (H_{max})** şi **altitudinea medie (H_{med})**.

Altitudinea minimă. Altitudinea minimă a bazinului reprezintă înălţimea faţă de nivelul mării a celui mai coborât punct din cadrul bazinetului, de obicei situat la confluenţa cu emisarul. Dacă interesează şi alte secţiuni de calcul hidrologic, în afară de cea referitoare la întregul bazin (amplasat la confluenţa cu emisarul), atunci altitudinea minimă se determină în mod corespunzător, luându-se în considerare cotele punctelor care definesc amplasamentele secţiunilor respective. Altitudinea minimă **"H_{min}"** se exprimă în metri şi se determină cu ajutorul planului special de situaţie al bazinului, la nevoie făcându-se interpolări şi extrapolări liniare între cotele curbelor de nivel care sunt cele mai apropiate de cota punctului ce materializează poziţia spaţială minimă a bazinului.

Altitudinea maximă. Altitudinea maximă a bazinului se notează cu $\mathbf{H_{max}}$ şi este dată de cota raportată faţă de nivelul mării a celui mai ridicat punct al bazinului, situat în general pe cumpăna topografică. Se exprimă şi se determină la fel ca şi în cazul altitudinii minime.

Altitudinea medie. Spre deosebire de altitudinile minime şi maxime ale bazinului care au, totuşi, valenţe hidrologice cantitative limitate, altitudinea medie este parametrul morfometric care intervine mai des în efectuarea calculelor hidrologice şi care, concomitent, mijloceşte şi exprimarea globală a schimburilor de materie şi energie la care sunt supuse bazinele hidrografice.

Altitudinea medie a bazinului indică tipul de relief în care se încadrează acesta, după cum rezultă din următoarea clasificare convenţională:

- Bazine de munte (H_{med} > 600m);
- Bazine de deal (200m < $H_{med} \leq$ 600m);
- Bazine de câmpie ($H_{med} \leq$ 200m);
- Bazine mixte, formate din mai multe unităţi de relief.

În cazul bazinelor uniform sau relativ uniform dezvoltate şi cu relief omogen, altitudinea medie $\mathbf{H_{med}}$ se poate determina ca semisuma altitudinilor extreme.

Altitudinea medie a bazinului se consideră deasupra nivelului mării sau deasupra unui plan convenţional. Un calcul de precizie ţine cont de variaţiile altitudinale ale suprafeţelor de pe cuprinsul bazinului, altitudinea medie determinându-se ca o medie ponderată a altitudinilor medii dintre curbele de nivel cu suprafeţele parţiale cuprinse între acestea, folosind relaţia:

$$H_m = \frac{\sum_{i=1}^{n} S_i h_i}{S}$$

unde:

S_i – suprafaţa dintre două curbe de nivel vecine;

S – suprafaţa totală a bazinului;

h_i – semisuma altitudinilor celor două curbe de nivel învecinate.

Înălţimea bazinului

Înălţimea cuantifică poziţia spaţială a fiecărui punct al bazinului deasupra unui plan de referinţă convenţional, plan ales să treacă prin punctul de altitudine minimă. Fiind strâns legată de altitudine, înălţimea bazinului condiţionează energia de relief, pantele, densitatea reţelei hidrografice precum şi solul şi învelişul vegetal, toate acestea constituind elemente primare de bază în stabilirea sau adoptarea valorilor principalilor parametri hidrologici şi hidraulici (retenţia, infiltraţia, rugozitatea, viteza de scurgere etc.), luaţi în considerare în calculele de determinare a debitelor maxime de viitură şi a transportului de aluviuni. Obişnuit, în calculele hidrologice şi morfometrice înălţimea bazinului se introduce sub forma a doi parametri morfometrici şi anume: **înălţimea maximă a bazinului** (**R_{max}**) şi **înălţimea medie a bazinului** (**R_{med}**).

Înălţimea maximă a bazinului denumită şi relieful bazinului, reprezintă poziţia spaţială a punctului de cea mai înaltă cotă din cadrul bazinului faţă de un plan de referinţă convenţional ce trece prin punctul de altitudine minimă a bazinului.

Înălţimea maximă a bazinului va fi dată de expresia:

$$R_{max} = H_{max} - H_{min}$$

unde:

H_{max} (m) – altitudinea maximă a bazinului;

H_{min} (m) – altitudinea minimă a bazinului.

Înălţimea medie a bazinului. Dacă se cunosc, din calcule anterioare, altitudinile planurilor caracteristice, înălţimea medie a bazinului (R_{med}) se determină după relaţia:

$$R_{med} = H_{med} - H_{min}$$

unde:

H_{med} (m) - altitudinea medie a bazinului;

H_{min} (m) – altitudinea minimă a bazinului.

Panta bazinului

Panta medie (I_{med}) este definită ca diferența de nivel dintre două puncte, raportată la proiecția în plan a distanței dintre ele. Determinarea acestui parametru morfometric preocupă de multă vreme proiectarea, el oferind indicaţii cantitative importante privitoare la desfăşurarea proceselor erozionale şi a transportului de aluviuni din cuprinsul suprafeţei de recepţie a bazinelor hidrografice. Panta suprafeţei bazinului exercită o mare influenţă asupra scurgerii, ea determinând o viteză mai mică sau mai mare de deplasare a apei pe versanţi şi în albii, deci o capacitate de eroziune şi un transport de aluviuni mai slabe sau mai pronunţate. Panta bazinului este luată în considerare în toate metodele de determinare a debitului maxim de viitură, precum şi de unele formule empirice de aproximare a acestui debit. Intervine ca element de calcul în cadrul metodei de evaluare al transportului de aluviuni provenite din bazin.

Cel mai simplu calcul pentru determinarea pantei medii a bazinului hidrografic constă în raportarea diferenței de nivel dintre cota maximă (H_{max}), situată pe cumpănă, în vecinătatea izvorului râului, și cota minimă (H_{min}), cota de vărsare, la lungimea bazinului (L_b):

$$I_{med} = (H_{max} - H_{min})/L_b \text{ (m/km)}$$

Procedeul cel mai precis de estimare a pantei medii a bazinului se bazează pe calculul pantei medii dintre două izohipse succesive, panta care se ponderează cu suprafaţa dintre aceste izohipse.

$$I_{med} = (\Delta H/F) \times \Sigma li$$

unde:

ΔH – echidistanţa curbelor de nivel;

F – suprafaţa bazinului;

Σli – lungimea curbelor de nivel.

Forma bazinului

Această caracteristică morfometrică exercită o importantă influenţă asupra modului de desfăşurare a proceselor hidrologice din cuprinsul unui bazin. Astfel, dacă ne referim la debitul maxim probabil de viitură, valoarea acestuia este dependentă, în bună măsură, şi de forma bazinului, care determină prin timpii de concentrare, un aflux mai mare sau mai mic de scurgere prin secţiunea de calcul.

Dacă bazinul are o formă alungită, scurgerea din cuprinsul suprafeţei de recepţie se colectează treptat fără a se produce, în general, ascumulări bruşte de apă şi aluviuni în secţiunea de calcul, aşa cum se întâmplă în cazul bazinelor în

formă de evantai sau radiale. Cu cât forma bazinului se apropie de forma circulară, cu atât sunt întrunite condiţii mai favorabile pentru concentrarea rapidă a scurgerii în reţeaua hidrografică; ca urmare, viiturile torenţiale produse, în asemenea bazine, sunt mai violente şi mai scurte, eroziunea mai accentuată şi transportul de aluviuni mai intens. În aprecierea evoluţiei fenomenelor hidrologice menţionate, estimarea cantitativă a formei bazinului capătă o importanţă deosebită. Ea se realizează prin calculul şi interpretarea unor parametri (factor de formă, raport de circularitate, coeficientul Gravelius, gradul de alungire etc.).

Lungimea medie a versanţilor

Această lungime are semnificaţii hidrologice importante ea influenţând valoarea medie a scurgerii pe versanţi, care la rândul ei influenţează atât regimul hidrologic al reţelei de colectare, cât şi evoluţia de ansamblu a suprafeţei bazinetului de recepţie. **Lungimea medie a versanţilor** din cadrul unui bazin hidrografic este legată de gradul fragmentării reliefului acestui bazin şi de densitatea reţelei de drenaj.

3.3.2. Reţeaua hidrografică

Reţeaua hidrografică reprezintă totalitatea firelor de apă cu sau fără debit permanent, dintr-un anumit bazin hidrografic sau teritoriu. Reţeaua hidrografică se împarte în reţea permanentă şi periodică. Reţeaua hidrografică permanentă cuprinde elementele reţelei cu debit permanent ca: pârâuri, râuri, fluvii, lacuri. În alcătuirea reţelei periodice intră totalitatea torenţilor, ravenelor, ogaşelor, vâlcelelor, viroagelor şi văilor prin care se scurg apele numai după ploi sau la topirea zăpezilor. Reţeaua hidrografică a apărut în urma eroziunii geologice şi eroziunii accelerate regresive. Dacă se priveşte o hartă sau un plan topografic se observă că reţeaua hidrografică se prezintă sub forma unui trunchi de copac cu foarte multe ramificaţii, de mărimi şi forme diferite. Reţeaua hidrografică naturală se completează cu cea realizată de om prin executarea de canale, lacuri de acumulare, amenajări piscicole etc. În cadrul reţelei hidrografice fiecare verigă a reţelei are un bazin hidrografic propriu. Reţeaua hidrografică se caracterizează prin două elemente principale: **lungime** şi **densitate**.

Lungimea reţelei hidrografice (km) se determină prin însumarea tuturor firelor de apă. Lungimea reţelei se poate măsura pe hărţi sau planuri de situaţie cu ajutorul curbimetrului. Se poate determina şi direct pe teren prin ridicări topografice.

Densitatea reţelei hidrografice (D) arată gradul de frământare al reliefului. Ea influențează mărimea şi repartizarea în timp a scurgerii şi implicit procesul de eroziune.

Densitatea reţelei hidrografice (D) se determină cu relaţia:

$$D = \frac{L}{S} \text{ (km/km}^2\text{)}$$

în care:

L – reprezintă lungimea totală a firelor de apă din bazinul hidrografic, în km;

S – suprafaţa bazinului hidrografic, în km^2.

Densitatea medie în România este de 0,49 km/km^2. Diferă foarte mult: la şes sau în Dobrogea 0,1 km/km^2, iar în zona montană ajunge la 1,2 km/km^2.

Valea reprezintă veriga cea mai importantă a reţelei hidrografice. Valea râului reprezintă o formă negativă de relief, care se prezintă sub forma unei depresiuni înguste şi alungite, care permite apelor râurilor să circule de la izvoare către punctul de vărsare.

Valea s-a format în mai multe etape. În prima etapă are loc fenomenul de şiroire, scurgerea având un caracter liniar. Se trece apoi la scurgerea torenţială intermitentă care dă naştere la primele formaţiuni de eroziune în adâncime: rigole, ogaşe, ravene, torenţi, pâraie torenţiale.

Elementele principale ale unei văi sunt: albia minoră, albia majoră, versanții.

Albia minoră - suprafaţa acoperită de nivelul apelor mici (debite normale). În cuprinsul albiei minore se disting: talvegul sau firul văii (reprezintă linia care uneşte punctele cu cota cea mai mică de-a lungul albiei); fundul sau patul albiei; malurile albiei.

Albia majoră - cuprinde pe lângă albia minoră şi porţiunile învecinate care sunt inundate la viituri. Se întâlneşte la râurile mari. Zona cuprinsă între albia majoră şi cea minoră este foarte productivă şi se poate îndigui.

Albia majoră a râurilor mari în secţiune transversală prezintă trei zone cu trăsături specifice:

1. o zonă din imediata vecinătate a albiei minore (zona grindurilor), care s-a format prin aluviunile depuse de ape chiar şi la viituri mici. Are o cotă mai ridicată decât albia minoră cu câţiva centimetri până la 1-2 m;

2. lunca centrală, plană, de cotă ceva mai coborâtă, ocupă suprafaţa cea mai mare din albia majoră;

3. zona a treia separă albia majoră de versante, are cota cea mai joasă, în această zonă se întâlnesc urme de vechi albii minore. Această zonă primeşte apele care se scurg de pe versanţi şi din restul luncii, are nivelul freatic foarte aproape de suprafaţă, fiind uneori înmlăştinită.

Versanţii - zonele cuprinse între cumpăna apelor şi albie (minoră sau majoră).

La un versant se deosebesc:

– muchia (cumpăna) versantului sau limita superioară a versantului;

– baza (piciorul sau poalele versantului);

– linia de cea mai mare pantă sau linia de scurgere a apei, care se trasează pe plan prin linii perpendiculare pe curbele de nivel.

Terasele 1 şi 2 - sunt vechi albii majore, părăsite ca urmare a eroziunii hidrologice. Unele terase individuale sunt considerate luncă. Terasele pot să apară şi ca urmare a alunecărilor de teren.

În profil transversal valea unui râu poate prezenta o terasă inferioară şi una sau mai multe terase propriu-zise.

Terasa inferioară (terasa de luncă) reprezintă zona supusă inundaţiilor în timpul unor viituri extraordinare, ale căror niveluri depăşesc albia majoră. Terasa inferioară este alcătuită, de regulă, din formaţiuni aluvionare (pietrişuri, nisipuri, mâluri). Terasele propriu-zise se situează deasupra nivelului terasei inferioare şi se pot întâlni pe unul sau ambii versanţi ai văii.

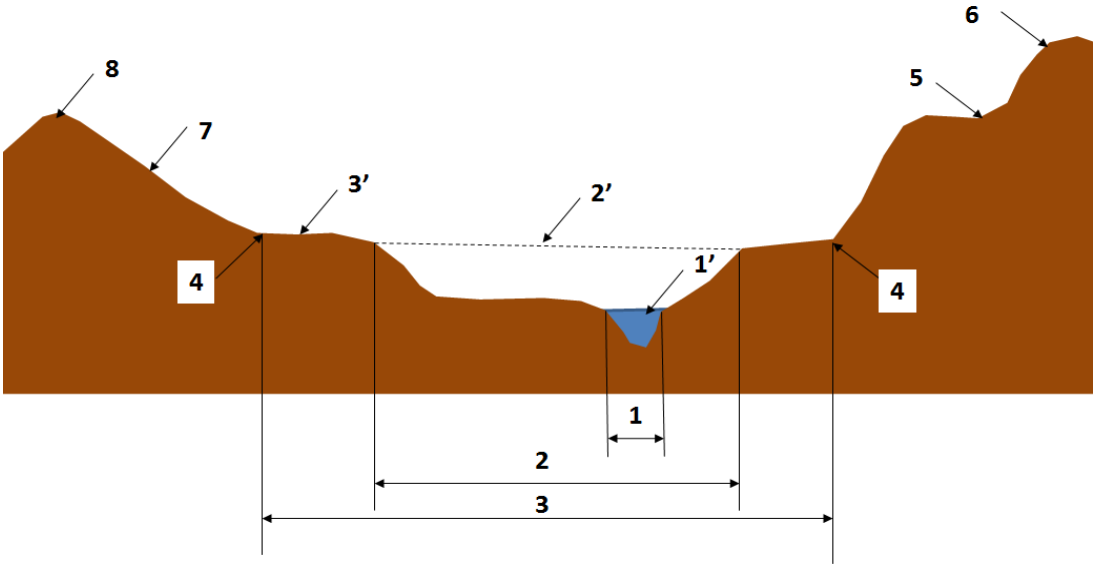


Figura 3.5. Profil transversal printr-o vale:
1 - albia minoră;
1' – nivelul apelor mici;
2 – albia majoră;

2' – nivelul apelor mari;
3 – fundul văii;
3' – terasa întâia;
4 – baza sau piciorul versantului;
5 – terasa a doua;
6 – cumpăna apelor;
7 – versant.

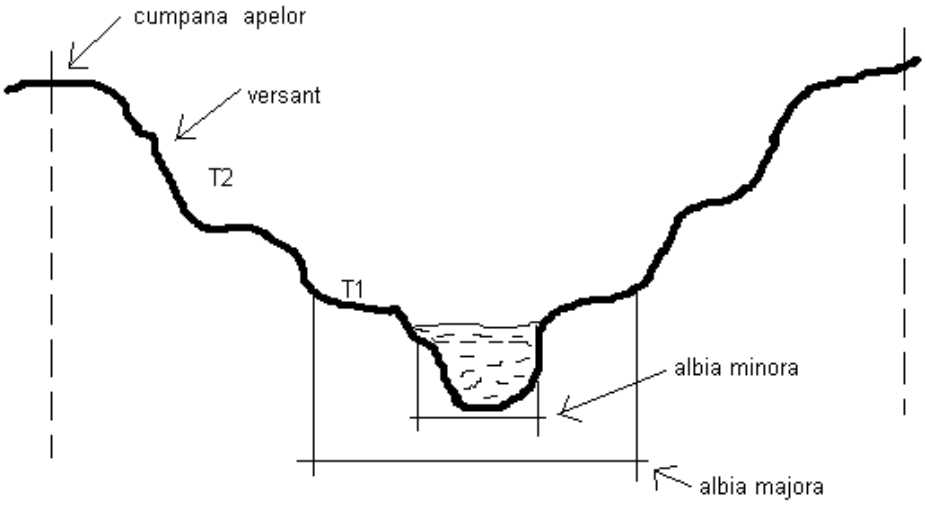


Figura 3.6. Reprezentare altimetrică a unei văi (profil transversal)

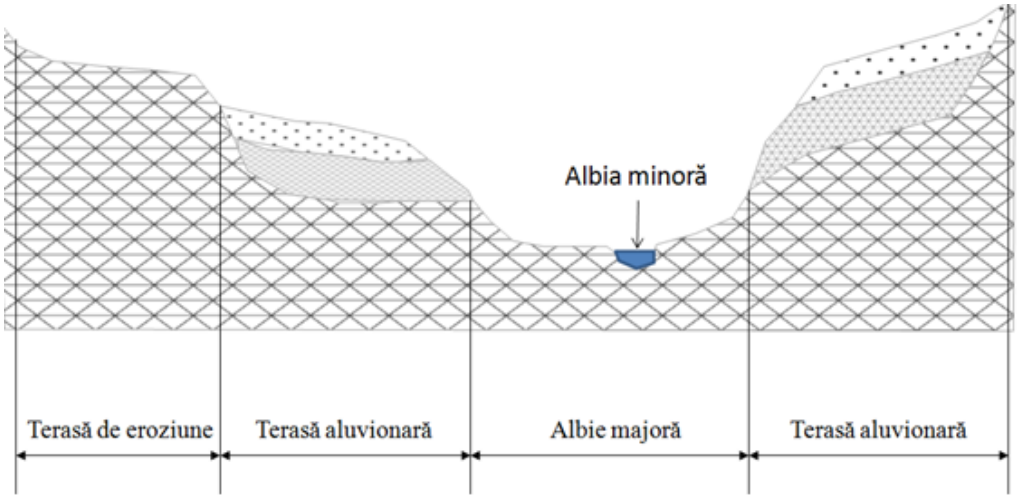


Figura 3.7. Profil transversal printr-o vale cu terase

3.4. ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce este hidrologia?

2. Care sunt principalele subdiviziuni ale hidrologiei?

3. Enumerați principalele faze ale circuitului apei în natură.

4. Ce reprezintă intensitatea ploii? Cum se împart ploile în funcție de intensitate?

5. Definiți procesul de infiltrație.

6. Enumerați cinci factori care influențează infiltrația.

7. Definiți procesul de evapotranspirație.

8. Ce este scurgerea?

9. Enumerați trei factori care influențează scurgerea.

10. Definiți timpul de concentrare sau de creștere a viiturii. În ce se exprimă acesta?

11. Ce reprezintă termenul α în calculul vitezei de scurgere a apei pe versanți?

12. Ce reprezintă coeficientul de scurgere K?

13. Când se înregistrează scurgerea maximă?

14. Ce este hidrograful?

15. Care este obiectul hidrografiei?

16. Ce reprezintă bazinul hidrografic?

17. Care sunt elementele morfometrice ale bazinului hidrografic?

18. Ce metode sunt folosite pentru calculul suprafeței bazinului hidrografic?

19. Definiți termenii: lungimea maximă a bazinului, lungimea medie a bazinului.

20. Ce parametri morfometrici sunt utilizați pentru caracterizarea condițiilor hidrologice ale bazinelor în legătură cu altitudinea?

21. Care este cel mai simplu calcul pentru determinarea pantei medii a bazinului hidrografic?

22. Clasificați bazinele hidrografice în funcție de altitudinea medie.

23. Ce este rețeaua hidrografică?

24. Definiți termenii: lungimea rețelei hidrografice, densitatea rețelei hidrografice.

3.5. TESTE DE AUTOEVALUARE

1. *Hidrologia se împarte în următoarele subdiviziuni:*
a) hidrologie generală, hidrografie și hidrometrie
b) hidrografie, hidrogeologie și hidrometrie
c) hidrologie generală, hidrografie, hidrogeologie și hidrometrie

2. *Scurgerile cele mai mari le produc ploile:*
a) cu intensitatea maximă la mijloc, la sfârșit sau cu mai multe nuclee
b) cu intensitatea maximă la mijloc, la început sau cu mai multe nuclee
c) cu nucleu constant

3. *Alegeţi varianta corectă:*
a) infiltrația scade odată cu diametrul porilor de la suprafața solului
b) infiltrația crește odată cu diametrul porilor de la suprafața solului
c) infiltrația nu depinde de diametrul porilor de la suprafața solului

4. *Dintre factorii care influențează scurgerea se numără:*
a) orografia terenului
b) precipitațiile
c) structura geologică

5. *Coeficientul de scurgere K reprezintă:*
a) raportul dintre volumul total de apă scurs (V) şi volumul precipitaţiilor (P)
b) raportul dintre volumul precipitaţiilor (P) și volumul total de apă scurs (V)
c) produsul dintre volumul total de apă scurs (V) şi volumul precipitaţiilor (P)

6. *Scurgerea maximă se înregistrează:*
a) toamma și iarna
b) primăvara
c) vara

7. *Hidrograful este un mijloc de reprezentare grafică a variației:*
a) volumului în funcție de timp
b) vitezei în funcție de timp
c) debitului în funcție de timp

8. *În funcţie de intensitate, ploile se împart, în general:*
a) în ploi torenţiale cu intensitatea mai mare de 0,7 mm/min şi ploi de durată cu intensitatea sub 0,7 mm/min
b) în ploi torenţiale cu intensitatea mai mare de 0,3 mm/min şi ploi de durată cu intensitatea sub 0,3 mm/min
c) în ploi torenţiale cu intensitatea mai mare de 0,5 mm/min şi ploi de durată cu intensitatea sub 0,5 mm/min

9. Lungimea maximă a unui bazin hidrografic reprezintă:

a) distanța dintre vărsare și izvor, măsurată perpendicular pe linia principală de drenaj

b) distanța dintre vărsare și izvor, măsurată paralel cu linia principală de drenaj

c) distanța dintre vărsare și izvor, măsurată paralel cu linia secundară de drenaj

10. Caracteristic bazinelor de munte, altitudinea medie H_{med} este:

a) > 600m

b) ≤ 600m

c) < 600m

11. Rețeaua hidrografică:

a) reprezintă totalitatea firelor de apă cu sau fără debit permanent, dintr-un anumit bazin hidrografic sau teritoriu

b) se împarte în reţea permanentă şi periodică

c) se prezintă sub forma unui trunchi de copac cu foarte multe ramificaţii, de mărimi şi forme diferite

12. Lungimea rețelei hidrografice se poate măsura pe hărți sau planuri de situație cu ajutorul:

a) planimetrului

b) curbimetrului

c) altimetrului

13. Înălțimea medie a unui bazin hidrografic R_{med} se determină cu relația:

a) $H_{max} – H_{min}$

b) $H_{med} – H_{min}$

c) $H_{max} – H_{med}$

Răspunsuri:1.c; 2.a; 3.b; 4.c; 5.a; 6.b; 7.c; 8.c; 9.b: 10.a; 11.a, b, c; 12.b; 13.b.

3.6. REZUMAT

Hidrologia este ştiinţa care se ocupă cu studiul resurselor de apă din natură, cu raionarea teritorială, determinarea variaţiei în timp şi spaţiu şi prognoza elementelor hidrologice. Hidrologia se împarte în patru subdiviziuni principale: hidrologia generală, hidrografia, hidrogeologia, hidrometria. Apele din atmosferă, hidrosferă şi litosferă sunt în strânsă legătură între ele alcătuind un ansamblu şi participând la un circuit închis denumit ciclul hidrologic global sau circuitul apei în natură.

Prin urmare, prin circuitul apei în natură se înţelege procesul general de circulaţie a apei la suprafaţa solului, în sol şi atmosferă. Circuitul apei în natură se produce sub influenţa energiei solare prin care se evaporă cantităţi imense de apă, a curenţilor de aer care transportă o parte din vapori şi a gravitaţiei, sub influenţa căreia vaporii condensaţi cad sub formă de precipitaţii şi se asigură circulaţia apei la suprafaţa solului şi în profilul acestuia.

Precipitaţiile căzute pe suprafaţa pământului iau diferite căi. Cu o mare aproximaţie se poate considera că 1/3 se infiltrează în sol, 1/3 se evaporă şi 1/3 se scurge la suprafaţa solului. Fazele principale ale circuitului apei în natură sunt: precipitaţiile, infiltraţia, evaporaţia, transpiraţia, scurgerea şi apa subterană.

Precipitaţiile reprezintă una din fazele principale ale circuitului apei în natură, care prezintă interes deosebit pentru specialişti, deoarece în funcţie de cantitatea anuală, repartizarea şi caracterul acestora se apreciază necesitatea lucrărilor de irigaţii, desecări-drenaje, combaterea eroziunii solului etc.

Hidrografia furnizează datele necesare cunoaşterii fenomenelor hidrologice, determinării parametrilor scurgerii de suprafaţă. Obiectul hidrografiei îl constituie studiul bazinelor hidrografice şi al reţelei hidrografice.

Bazinul hidrografic reprezintă suprafaţa de pe care un curs de apă îşi colectează apele. Bazinul hidrografic este delimitat de cumpăna apelor sau linia de separaţie a apelor. Cele mai importante elemente morfometrice ale bazinului hidrografic, în afară de cumpăna apelor, sunt: suprafaţa, perimetrul, lungimea, lăţimea medie, lăţimea maximă, altitudinea şi panta bazinului. Prin suprafaţa bazinului de recepţie se înţelege întreaga suprafaţă de teren de pe care o anumită formaţie hidrologică îşi colectează apele şi care este despărţită de bazinele învecinate prin cumpăna apelor. Perimetrul bazinului reprezintă proiecţia orizontală a cumpenei topografice, aferentă secţiunii de calcul luată în considerare. Lungimea bazinului reprezintă distanţa de la vărsare până la un punct pe cumpăna apelor situat pe direcţia izvorului. Lăţimea maximă a bazinului se consideră perpendiculara maximă faţă de linia lungimii bazinului. Altitudinea intervine dominant în desfăşurarea proceselor hidrologice atât prin variaţia pe care o provoacă energiei de relief, pantelor, solului şi învelişului vegetal, cât şi prin faptul că de altitudine sunt legate frecvenţa, durata şi intensitatea ploilor torenţiale. Înălţimea cuantifică poziţia spaţială a fiecărui punct al bazinului deasupra unui plan de referinţă convenţional, plan ales să treacă prin punctul de altitudine minimă. Panta medie este definită ca diferenţa de nivel dintre două puncte, raportată la proiecţia în plan a distanţei dintre ele.

Reţeaua hidrografică reprezintă totalitatea firelor de apă cu sau fără debit permanent, dintr-un anumit bazin hidrografic sau teritoriu. Reţeaua hidrografică se împarte în reţea permanentă şi periodică. Reţeaua hidrografică se caracterizează prin două elemente principale: lungime şi densitate.

3.7. BIBLIOGRAFIE

Bibliografie obligatorie:

1. Notițe curs
2. PLEŞA I., GH. FLORESCU, D. MUREŞAN, I. POPESCU, N. CEAUŞU, P. SAVU, 1980, Îmbunătăţiri funciare, Editura didactică şi pedagogică, Bucureşti.

Bibliografie facultativă:

3 PLEŞA, I., I. JINGA, AL. ENE, 1993, Îmbunătăţiri funciare şi irigarea culturilor. Lucrări practice pentru facultăţile de Agricultură şi Horticultură. Universitatea de Ştiinţe Agronomice Bucureşti.

4.MUREŞAN D., I. PLEŞA, N.ONU, P. SAVU, Z.NAGY, I. JINGA, AL. TEODOROIU, I. PĂLTINEANU, I. TOMA, I. VASILESCU, 1992, Irigaţii, desecări şi combaterea eroziunii solului, Editura: Didactică şi pedagogică, Bucureşti .

5. SAVU P., D. BUCUR, S. I. JITĂREANU, 2005, Îmbunătăţiri funciare şi irigarea culturilor lucrări practice, Editura: „Ion Ionescu de la Brad" Iaşi.

6. BUDIU V., N. POP, M. DÎRJA, LAURA LUCA, 2017, Hidrologie, Editura Risoprint, Cluj-Napoca.

UNITATE DE ÎNVĂȚARE 4: NOȚIUNI DE HIDROGEOLOGIE ȘI HIDROMETRIE

CUPRINS UNITATE DE ÎNVĂȚARE 4:

4.1. INTRODUCERE 102

4.2. ORIGINE. PROPRIETĂȚI. CLASIFICAREA ȘI DISTRIBUȚIA APELOR SUBTERANE 103

4.2.1. Originea apelor subterane 103

4.2.2. Proprietățile hidrogeologice ale rocilor 106

4.2.3. Categorii de apă din porii rocilor 108

4.2.4. Distribuția apelor subterane pe verticală 109

4.3. STRATELE ACVIFERE 110

4.4. CIRCULAȚIA APELOR SUBTERANE. NOȚIUNI DE HIDROMETRIE 112

4.5. BILANȚUL APEI ÎN SOL 115

4.6. NOȚIUNI DE HIDROMETRIE 118

4.7. ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE 124

4.8. TESTE DE AUTOEVALUARE 127

4.9. REZUMAT 129

4.10. BIBLIOGRAFIE 130

INTRODUCERE

În cadrul acestui capitol sunt prezentate proprietățile hidrogeologice ale rocilor, precum și teoriile care stau la baza originii apelor subterane. Se prezintă repartiția apelor subterane pe verticală și categoriile de apă din porii rocilor. De asemenea, se acordă o mare atenție stratelor acvifere. Se regăsesc în acest capitol şi noţiuni despre apa şi bilanţul acesteia din sol, despre circuitul apei subterane şi despre apa freatică din profilul solului. De asemenea, în cadrul acestui capitol este prezentată hidrometria apelor de suprafață – mire hidrometrice, limnigrafe, telelimnigrafele şi telelimnimetrele. Capitolul se încheie cu o serie de teste şi întrebări recapitulative, cu o bibliografie şi un rezumat pentru a se putea fixa mai bine cunoştinţele acumulate din acest capitol.

OBIECTIVELE UNITĂȚII DE ÎNVĂȚARE 4:

La sfârşitul acestui capitol vei fi capabil:

- ✓ să descrii formarea apelor subterane;
- ✓ să descrii distribuţia apelor subterane;
- ✓ să caracterizezi zonele hidrogeodinamice;
- ✓ să clasifici apele; să caracterizezi bilanțul hidrologic;
- ✓ să prezinţi instrumentele utilizate printu măsurarea nivelului apei.

Durata medie de studiu individual – 2 ore.

4.1. INTRODUCERE

Hidrogeologia se ocupă cu studiul apelor subterane furnizând date privind geneza, dinamica și calitatea acestora. Studiile hidrogeologice sunt necesare pentru prevenirea proceselor negative, înmlăștinarea și sărăturarea solului. Hidrogeologia este una din ştiinţele naturii şi ea este dedicată problematicii complexe a apelor subterane: originea şi formarea, formele de zăcământ, legile de curgere, regimul şi resursele apelor subterane, interacţiunea cu rocile, calitatea şi condiţiile care determină folosirea în diferite scopuri, regularizarea sau eliminarea din terenurile acvifere.

Apartenenţa hidrogeologiei la ciclul ştiinţelor geologice se datorează faptului că apa subterană este un corp geologic având o dinamică naturală, cu variaţii cantitative şi calitative în timp şi spaţiu. Acumulările de ape subterane sunt corpuri geologice complexe care se deosebesc de minerale şi roci prin procese dinamice şi continue de dezvoltare, situaţie care provoacă dificultăţi în stabilirea limitelor convenţionale de clasificare. Hidrogeologii încearcă pe baza unei descrieri complete să-şi explice tot ce se întâmplă cu apa subterană şi îşi doresc să poată dispune de toate resursele acesteia în împrejurări de o diversitate nelimitată (diversitate ce poate fi generată prin simulare).

Apa pătrunsă în sol prin infiltrarea unei părți din precipitații și prin condensarea vaporilor de apă în cadrul circuitului hidrologic global, se mișcă prin fisuri sau golurile rocilor, urmând linia de cea mai mare pantă; când întâlnește în drumul ei straturi impermeabile formează straturi acvifere.

Hidrogeologia este în strânsă legătură cu alte discipline ca: hidrologia, geologia, fizica, chimia, biologia, studiind originea apelor, repartiția, dinamica precum și proprietățile lor fizice, chimice, biologice și bacteriologice. Are numeroase aplicații în amenajarea bazinelor hidrografice, fiind de neconceput întocmirea unor proiecte de construcții, irigații, desecări, alimentări cu apă fără o documentație hidrogeologică.

Mediul poros poate fi definit ca un material care are goluri interioare, care pot comunica între ele; aceste goluri se numesc *interstiții*, spații poroase sau *pori*. Forma și dimensiunile porilor sunt variabile și distribuite aleator, de la interstițiile moleculare la golurile foarte mari numite caverne. Mediile poroase naturale sunt, de obicei, rocile sedimentare (nisipurile, gresiile, calcarele, dolomitele, argilele și marnele). Rocile eruptive și cele metamorfice pot fi considerate practic impermeabile, cu excepția cazului când sunt fisurate.

Hidrogeologia este separată în trei subdiviziuni importante:

• Hidrogeologia generală; • Dinamica apelor subterane; • Hidrogeologia aplicată.

Resursele de apă subterană din România se ridică la cca 8 miliarde de metri cubi, din care circa 5 miliarde sunt folosite pentru alimentări cu apă. Aceste resurse se regenerează.

4.2. ORIGINE. PROPRIETĂȚI. CLASIFICAREA ȘI DISTRIBUȚIA APELOR SUBTERANE

4.2.1. Originea apelor subterane

Formarea apelor subterane este explicată prin diverse teorii generate de:

• diversitatea condiţiilor climatice din zonele de alimentare ale acviferelor;

• calităţile fizico-chimice ale apelor subterane (calde, reci, mineralizate, nemineralizate, cu gaze, fără gaze etc.);

• vârsta diferită a apelor subterane.

Teoriile privind originea apelor subterane pot fi separate în două categorii:

• **teorii "exogene"** care consideră apele subterane provenite din precipitaţiile de la suprafaţa Pământului (teoria infiltrării, teoria condensării, teoria originii arteziene, teoria apelor regenerate, teoria apelor fosile);

• **teorii "endogene"** care consideră că sursa apelor subterane este condensarea vaporilor de apă rezultaţi din procesele fizico-chimice de adâncime (teoria juvenilă). Într-o concepţie unitară se admite că apele subterane în integralitatea lor au o origine mixtă, ponderea celor două surse (endogenă şi exogenă) fiind condiţionată de caracteristicile hidrostructurii.

Apele subterane provin din apa de precipitații care s-a infiltrat în sol și din condensarea vaporilor, proveniți din atmosferă, în porii și fisurile rocilor. Acestea reprezintă ape de origine endogenă sau exogenă care există în litosferă, se deplasează prin golurile sau fisurile existente între particulele de roci, având proprietăți diferite față de apele de suprafață. Din punct de vedere hidrologic, prezintă importanță cunoașterea nivelului apei subterane, variața acestora, adâncimea pânzei de apă, direcțiile de scurgere, viteza și debitul apelor subterane, precum și unele proprietăți fizice și chimice ale acestora.

Majoritatea hidrogeologilor consideră că apele subterane pot să fie de origine vadoasă, juvenilă sau magmatică, veterică sau de sedimentație și cosmică.

Apele vadoase (de infiltrație) provin din infiltrarea precipitațiilor atmosferice sau din condensarea vaporilor de apă din atmosferă; reprezintă principala sursă pentru rezerva de apă subterană.

Principala sursă a apelor subterane sunt precipitaţiile generate de vaporii de apă din atmosferă. O parte din precipitaţii se transformă în apă subterană, apa subterană având şi surse endogene.

Precipitaţiile, în funcţie de procesele la care participă, sunt reţinute sub formă de umiditate, în atmosferă sau în zona de aerare/vadoasă a acviferelor. Umiditatea contribuie la alimentarea acviferelor prin condensare şi infiltrare. În condiţii hidrogeologice favorabile formării acviferelor (adică formaţiuni acoperitoare nisipoase-argiloase), 15% până la 20% din precipitaţii se transformă în apă subterană.

Pentru valorile extreme ale precipitaţiilor din România rezultă că:

• la o precipitaţie minimă de 360 mm/an infiltrarea este de 72 mm/an;

• la o precipitaţie maximă de 1200 mm/an, infiltrarea este de 240 mm/an.

Raportul de 3,3 între valorile extreme ale infiltraţiei evidenţiază, la scara unei compensări anuale, în condiţii hidrogeologice favorabile, alimentarea semnificativă prin infiltrare a apelor subterane din România, dar şi o variaţie importantă a acestui proces, în funcţie de repartiţia precipitaţiilor.

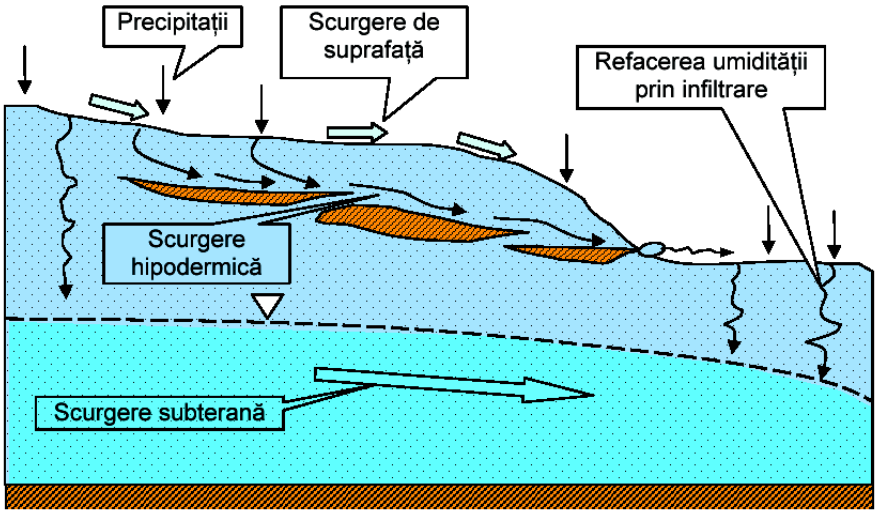


Figura 4.1. Sursa principală a apelor subterane sunt precipitațiile generate de vaporii din atmosferă

Din momentul contactului precipitaţiilor cu suprafaţa terenului începe o distribuire continuă a acestora între scurgerea de suprafaţă, scurgerea hipodermică, refacerea umidităţii şi scurgerea subterană. Scurgerea hipodermică,

cea subterană şi refacerea umidităţii din zona de aerare/vadoasă prin infiltrare constituie infiltrarea totală, adică acea parte din precipitaţii care se transformă în apă subterană. Sub diversele ei forme, de la starea de vapori până la starea supracritică apa este prezentă până la baza scoarţei terestre.

Teoria apelor juvenile (sau magmatice) se referă la apele de adâncime puternic mineralizate și cu un conținut bogat de gaze dizolvate (CO_2, H_2S). În trecut apele termale și majoritatea apelor minerale au fost considerate de origine juvenilă; azi se consideră că participarea apelor juvenile la alimentarea stratelor acvifere se face într-o proporție mai redusă. Contribuția apelor juvenile la formarea apelor subterane este greu de evaluat; în ascensiunea lor spre suprafața litosferei se amestecă cu cele vadoase, formând ape de origine mixtă.

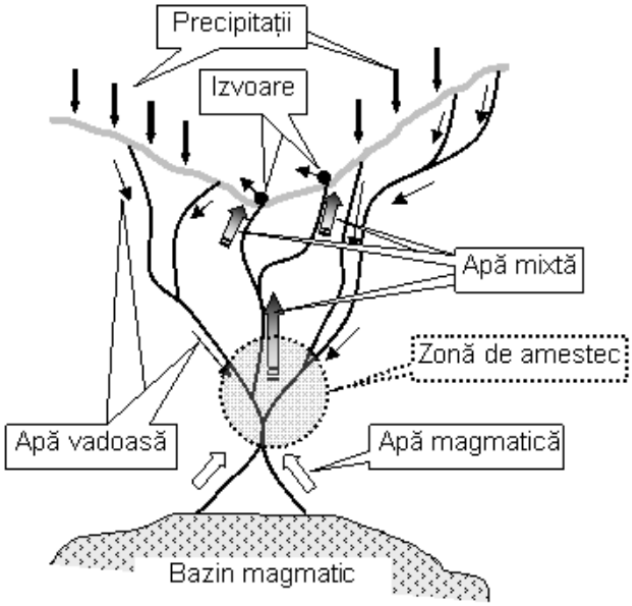


Figura 4.2. Schematizarea condițiilor de formare a apelor de origine mixtă

Apele veterice (de zăcământ sau ape fosile) sunt de origine marină aflându-se de obicei în structuri profunde și închise fără comunicare cu exteriorul. Fiind cantonate la mari adâncimi, au, în majoritatea cazurilor, caracter artezian.

Apele cosmice se găsesc în meteroriții care ajung pe pământ în stare nedezintegrată. Apa din moleculele mineralelor este extrem de redusă.

Astfel se disting **principalele teorii asupra formării apelor subterane**:

Teoria infiltrării arată că apele subterane provin din infiltrarea apelor meteorice, până ce întânesc un strat impermeabil.

Teoria condensării arată că apele subterane nu s-au format prin procesul de infiltrare a precipitațiilor ci prin condensarea vaporilor care provin din căldura internă a scoarței terestre.

Teoria originii mixte a apelor subterane, emisă în sec. XX, consideră că apele subterane se formează atât prin aportul apelor de infiltrație, cât și prin condensarea vaporilor din atmosferă. Se apreciază că din cantitatea de apă existentă în straturile subterane, 1/6 provin din condensarea vaporilor, iar restul din apele de infiltrație.

4.2.2. Proprietățile hidrogeologice ale rocilor

Rocile care alcătuiesc scoarța terestră au o serie de goluri, fisuri și pori care permit pătrunderea, menținerea și circulația apei în interiorul lor. Cantitatea de apă pe care o pot ascunde rocile depinde de proprietățile lor hidrogeologice: compoziția granulometrică; porozitatea; permeabilitatea; umiditatea; higroscopicitatea; absorbția.

Compoziția granulometrică. Rocile sedimentare necoezive sunt alcătuite din particule elementare (fracțiuni) de diferite dimensiuni, de la particule coloidale (argile), până la particule grosiere (nisip și pietriș). În raport cu apa, diferitele categorii de particule au următoarele însușiri:

- Argila → fracțiuni foarte mici, pori foarte fini, permeabilitate foarte redusă, prin îmbibare devine practic impermeabilă;
- Praful → reține foarte bine apa, permeabilitate slabă;
- Nisipul → reține mai puțin apa, permeabilitate medie;
- Pietrișul → nu reține apa, are permeabilitate mare.

Porozitatea. Este una din cele mai importante proprietăți ale rocilor, fiind în funcție de volumul golurilor din rocă și poate fi determinată sub formă de porozitate totală și ca porozitate eficace. Porozitatea totală (P) include toți porii, fisurile, interstițiile și reprezintă de fapt raportul dintre volumul total al acestor pori (V_p) și volumul total al rocii (V_t). Mai este cunoscută și sub denumirea de coeficient de porozitate, exprimat în procente.

$$P\% = \frac{V_p}{V_t} \cdot 100$$

Porozitatea eficace (Pe) este dată de spațiile dintre volumul golurilor prin care apa se poate deplasa gravitațional, și reprezintă, în medie, 10% din porozitatea totală a unei roci.

După porozitate, rocile se împart în două categorii: **Rocile poroase –** includ rocile sedimentare (nisipurile, pietrișurile, bolovănișurile, argilele și marnele); **Rocile compacte cu fisuri –** au un volum redus de goluri.

Permeabilitatea. Permeabilitatea este proprietatea rocilor de a permite apei să circule prin porii și fisurile acestora. Ea este variabilă, depinzând de modul de aranjare a granulelor, de mărimea porilor, de vâscozitatea apei, de temperatură. Depinde de porozitate, fără a fi însă proporțională cu aceasta (de ex., argilele, deși au o porozitate de până la 50% au permeabilitate redusă, în timp ce nisipurile, a căror porozitate e de 25-47%, sunt foarte permeabile).

Din punct de vedere al permeabilității, rocile se împart în trei mari categorii: permeabile, semipermeabile și impermeabile.

Umiditatea. Umiditatea (U) reprezintă raportul, în procente, dintre greutatea apei din pori (Ga) după ce proba a fost uscată la 105°C și greutatea rocii uscate (Gs).

$$U\,\% = \frac{G_a}{G_s} \cdot 100$$

Higroscopicitatea. Higroscopicitatea este proprietatea rocilor de a absorbi vaporii de apă din aer și de a reține apa și se exprimă prin coeficientul de higroscopicitate. Depinde de natura rocilor și de porozitatea lor și de mărimea suprafeței particulelor. Apa higroscopică înconjoară granulele sub forma unei pelicule și se menține la suprafață datorită acțiunii reciproce dintre forțele moleculare ale apei și granulele rocilor.

Capacitatea de absorbție. Este numită și capacitatea de înmagazinare și reprezintă proprietatea unei roci de a reține o anumită cantitate de apă în funcție de volumul porilor, de compoziția granulometrică și de gradul de îndesare.

Capacitatea de cedare. Se definește prin proprietatea pe care o are o rocă saturată până la umiditatea completă, de a reda o parte din apă prin scurgere liberă sub influența forței de gravitație.

Gradul de îndesare. Indică starea de îndesare naturală a rocilor și într-o oarecare măsură și volumul porilor.

4.2.3. Categorii de apă din porii rocilor

1. Apa sub formă de vapori – se află în aerul din porii și fisurile rocilor nesaturate, provenind din atmosferă și din evaporarea subterană.

2. Apa legată de roci – sub formă de ioni și molecule are rolul de a menține o anumită umiditate naturală a rocilor.

a. Apa legată chimic – se deplasează prin porii rocilor numai sub formă de vapori de apă influențând indirect comportarea fizico-mecanică a rocilor.

b. Apa legată fizic – înconjoară particulele minerale sub acțiunea forțelor de atracție moleculare și electrochimice, formând un înveliș. *Apa higroscopică* se menține în jurul granulelor de rocă datorită forțelor de atracție moleculară. *Apa peliculară* formează un înveliș continuu în jurul granulelor de roci.

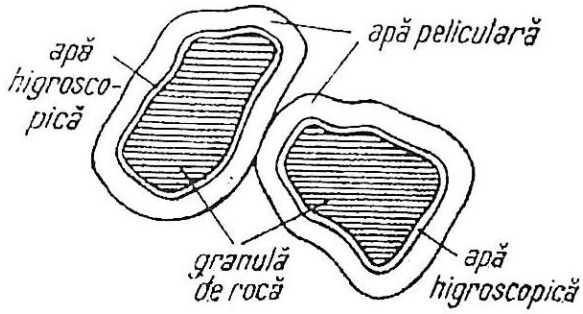


Figura 4.3. Apă higroscopică și peliculară

3. Apa liberă – circulă prin porii rocilor și prin fisuri sub acțiunea forțelor gravitaționale și capilare. *Apa capilară* se găsește deasupra nivelului piezometric al apelor subterane și se menține în porii rocilor datorită tensiunii superficiale și a forțelor capilare. *Apa gravitațională sau gravifică* circulă sub forma mișcării laminare în porii rocilor sau sub forma mișcării turbulente prin fisurile acestora, sub acțiunea forței gravitaționale.

4. Apa solidă – ocupă porii rocilor din regiunile cu îngheț permanent și din regiunile înalte în perioade cu temperatura aerului sub 0°C.

4.2.4. Distribuția apelor subterane pe verticală

Repartiția apelor subterane pe verticală depinde, în mare măsură, de felul rocilor, de alternanța dintre rocile permeabile și impermeabile, de structura geologică a stratelor de roci etc. Apele din precipitații se infiltrează prin porii și fisurile rocilor până ce ajung la stratul impermeabil, acumulându-se deasupra acestuia saturând porii rocilor de jos în sus până ajung la *nivelul piezometric*.

Suprafața stratului permeabil saturat cu apă se numește *suprafață piezometrică* sau *suprafață freatică.* Ea separă două zone cu saturație diferită: o zonă superioară sau de *aerație* și alta inferioară sau de *saturație*.

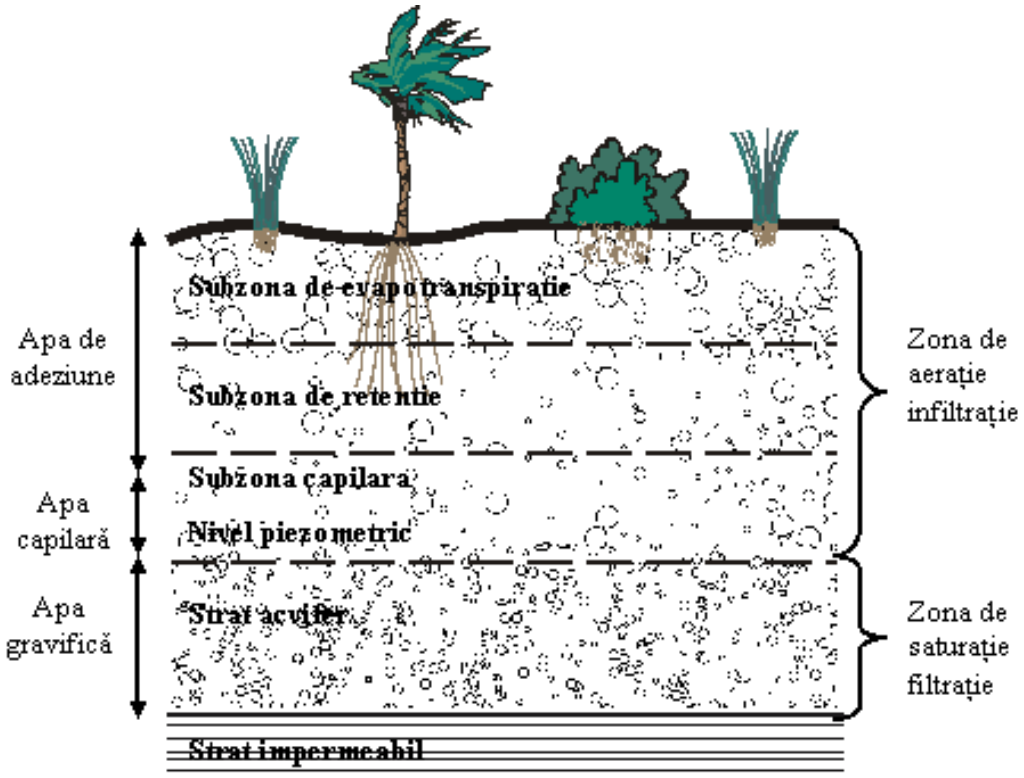


Figura 4.4. Distribuția apei subterane pe verticală

1. Zona de aerație sau cu saturație incompletă cuprinsă între suprafața terenului și nivelul freatic are o grosime de la câțiva cm până la zeci de metri. În cadrul zonei se disting de jos în sus, trei subzone:

→ Subzona capilară – situată deasupra zonei de saturație. Circulația apei se face pe principiul capilarității, fiind prezentă apa capilară continuă. De asemenea, în jurul granulelor de rocă se află apă higroscopică și peliculară.

→ Subzona intermediară sau de retenție – este situată la mijlocul zonei de aerație, între subzona de evaporație și cea capilară. Cu cât nivelul piezometric este mai coborât, cu atât grosimea subzonei este mai mare.

Apa care ajunge în această subzonă nu saturează porii rocilor. Ea se prezintă sub formă de apă higroscopică, capilară și peliculară. Apa de retenție nu saturează porii rocilor, fapt pentru care nu poate fi folosită la rădăcinile plantelor și nici nu poate alimenta puțurile, deoarece ea se transmite de la o granulă de rocă la alta.

→ Subzona de evapotranspirație – este partea superioară a zonei de aerație. Umiditatea este extrem de variabilă, fiind în funcție de cantitatea de apă infiltrată și, îndeosebi, de procesul de evapotranspirație.

2. Zona de saturație este situată sub nivelul freatic caracterizându-se prin faptul că porii sunt saturați în întregime cu apă. Zona de saturație reprezintă **stratul acvifer propriu-zis** sau domeniul apelor subterane, de unde puțurile și izvoarele se alimentează cu apă. În această zonă se află apă higroscopică, capilară și gravitațională.

4.3. STRATELE ACVIFERE

Apa care se infiltrează în scoarța terestră circulă pe verticală, prin porii rocilor permeabile, până ajunge la stratul impermeabil, de unde începe să se acumuleze, de jos în sus, saturând porii rocilor în totalitate până la un anumit nivel numit hidrostatic.

Rocile care sunt saturate cu apă se numesc *roci acvifere*, iar orizonturile alcătuite din asemenea roci formează *stratele acvifere*. Ele sunt situate la diferite adâncimi și sunt limitate la partea superioară de nivelul piezometric, iar la partea inferioară de un strat impermeabil.

În funcție de situația geologică și particularitățile pe care le prezintă, se disting două tipuri de strate acvifere: *libere (freatice)* și *captive (de adâncime)*.

La un strat acvifer se disting trei zone caracteristice: zona de alimentări, zona de dezvoltare și zona de descărcare sau de drenare.

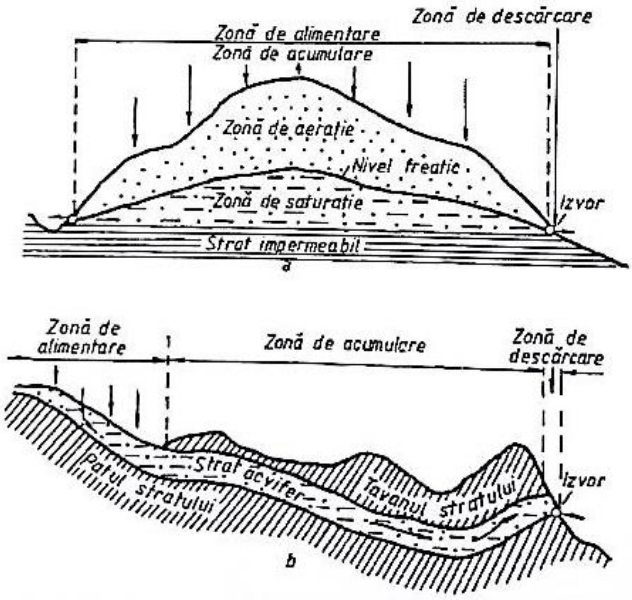


Figura 4.5. Elementele stratelor acvifere: a – strat freatic; b – strat captiv

Stratele acvifere libere (freatice). Stratele acvifere libere, adică apele freatice, reprezintă primul strat al apelor subterane cu importanță în hidrologie deoarece face legătura apelor subterane cu cele de suprafață. Stratele acvifere libere se formează pe terenurile permeabile (alcătuite îndeosebi din nisipuri și pietrișuri), prin acumularea apei (se saturează porii rocilor) deasupra primului orizont impermeabil. La partea superioară sunt limitate de nivelul freatic respectiv de o suprafață liberă (de depresie) aflată în echilbru cu presiunea atmosferică. Suprafața liberă delimitează zona nesaturată de cea saturată. Sunt folosite frecvent pentru alimentare cu apă a populației, prin puțuri și foraje.

Stratele acvifere captive (de adâncime). Acviferele sub presiune sunt situate între două sau mai multe straturi impermeabile, alimentarea pânzelor freatice făcându-se astfel încât să se creeze o creștere a presiunii hidrostatice peste cea normală (atmosferică). Stratele acvifere captive se deosebesc de cele freatice prin aceea că se află între două orizonturi impermeabile: cel superior constituie acoperișul sau tavanul stratului acvifer, iar cel inferior formează patul sau culcușul stratului. Apa care circulă prin stratul acvifer activ se află, de obicei, sub presiune. Dacă stratele acvifere captive sunt incomplet saturate, apa care circulă nu se află sub presiune. Se deosebesc două tipuri de ape subterane sub presiune: *apele arteziene* (datorită presiunii mari, apele subterane depășesc suprafața topografică formând apele arteziene) care se ridică în foraje deasupra nivelului terenului și deversează liber și *apele ascensionale*, care nu depășesc nivelul terenului.

4.4. CIRCULAȚIA APELOR SUBTERANE. NOȚIUNI DE HIDROMETRIE

Factorii circulației apelor subterane

Deplasarea apelor subterane este un proces deosebit de complex, depinzând de mai mulți factori: forța gravitațională și capilară, gradientul hidraulic, permeabilitatea rocilor etc.

Forța gravitațională determină circulația descendentă a apei din sol (infiltrația) până la nivelul suprafeței hidrostatice și influențează deplasarea pe orizontală a apei subterane.

Forța capilară determină circulația ascendentă a apei, dinspre nivelul hidrostatic către suprafața topografică.

Gradientul hidraulic sau panta apei subterane reprezintă raportul dintre înălțimile pânzei acvifere între două puncte și distanța dintre ele.

Circulația gravitațională poate fi verticală, laterală sau mixtă.

Legea lui Darcy

Henry Philibert Gaspard Darcy (1803 – 1858), inginer francez, a proiectat şi construit sistemul de alimentare cu apă al oraşului său natal, Dijon. În lucrarea intitulată *Les fontaines publiques de la ville de Dijon*, publicată în 1856, prezintă o parte din experimentele sale. Astfel, el a considerat curgerea apei printr-un mediu poros nedeformabil (tub vertical umplut cu nisip de diferite granulaţii) şi a arătat că debitul Q este proporţional cu secţiunea transversală A a tubului şi cu diferenţa de sarcină piezometrică $h_2 - h_1$ şi invers proporţională cu lungimea L a tubului.

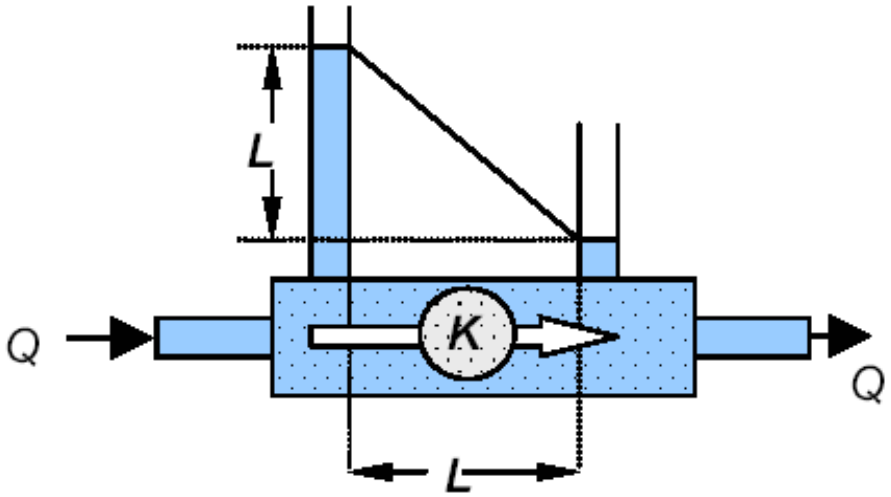


Figura 4.6. Experimentul lui Darcy

Ecuațiile care guvernează mișcarea unui fluid printr-un mediu permeabil sunt fundamentate de legea lui Darcy, lege care constituie baza fundamentală de calcul a cantităților de apă subterană, a debitului unei pânze. Darcy stabilește experimental că debitul de apă ce se scurge printr-un masiv de nisip se poate calcula astfel:

$$Q = K \cdot A \cdot \frac{\Delta H}{L} \ (m^3/s)$$

în care:

A – este aria secțiunii masivului de nisip (aria bazei unui cilindru, m^2);

K – o constantă depinzând de mediul poros numită coeficient de filtrație (m/s);

L – grosimea masivului de nisip (m).

Împărțind membrii ecuației prin secțiunea A, se obține o viteză de forma:

$$U = \frac{Q}{A`}$$

care reprezintă viteza fictivă a fluidului la ieșirea din masivul nisipos, ca și cum toată secțiunea masivului ar fi supusă curgerii, numită *viteză de filtrație*.

Notând cu $i = \frac{\Delta H}{L}$ pierderea de sarcină pe unitatea de lungime (sau panta aparentă de scurgere prin mediu poros – panta hidraulică) de mediu poros traversat, numită și gradient hidraulic, se obține cea mai simplă expresie a legii lui Darcy:

$$U = K \cdot i \ (m/s)$$

Coeficientul de filtrație (conductivitatea hidraulică) se determină fie pe baze experimentale, fie din legea lui Darcy:

$$K = \frac{U}{i} \ (m/s)$$

Legea lui Darcy este valabilă numai pentru regimurile de curgere laminară.

Regimul de curgere a apelor subterane

În funcție de structura fizică a mișcării (structura internă), aceasta poate fi de tip laminar sau turbulent.

Regimul de curgere laminar – În rocile cu porozitate omogenă și fin granulară (argilă, luturi, nisipuri, etc.), unde firele de apă sunt continui, rectilinii și paralele cu axul de curgere, regimul de curgere este laminar, iar debitul de apă filtrat se determină cu ajutorul legii lui Darcy.

Regimul de curgere turbulent – În stratele cu porozitate neomogenă circulația apei se face prin pori mari, fisuri sau goluri carstice, în condițiile unei curgeri turbulente.

Curgerea în regim de tranziție (mixt) – Are loc în rocile cu variații granulometrice deosebite, ceea ce poate determina, pe perioade scurte, un regim laminar-turbulent.

Rețeaua hidrometrică a apelor subterane

Măsurătorile privind elementele hidrologice se fac în cadrul unor posturi ce alcătuiesc rețeaua hidrometrică a apelor subterane. Un post hidrometric al apelor subterane este format dintr-un foraj care străbate stratul acvifer până la stratul impermeabil, putând fi echipat cu aparatura necesară măsurătorilor.

Determinarea direcției de scurgere a apelor subterane

Determinarea direcției de curgere a apelor subterane se poate face cu ajutorul hărților hidrogeologice existente (hărți cu hidroizohipse), prin metoda hașurilor (când se determină și viteza) sau prin procedeul grafic.

Direcția de scurgere a apei subterane poate fi stabilită atât pe teren cât și la birou, prin diferite metode și procedee.

Pe teren, cea mai folosită metodă este marcarea cu trasori. Trasorii sunt formați din diferite substanțe care se lansează în stratul acvifer (prin unul sau mai multe puțuri) urmărindu-se apariția lor în surse de apă subterane învecinate, stabilindu-se astfel direcția curentului subteran.

În birou, se utilizează pentru determinarea de curgere a apelor subterane, procedeul geometric și hărțile cu izohipse.

Măsurarea nivelurilor apelor subterane

Din punct de vedere hidrologic, prezintă importanță cunoașterea nivelului apelor subterane, variația acestora, adâncimea pânzei de apă, direcțiile de scurgere, viteza și debitul apelor subterane, precum și unele proprietăți fizice și chimice ale acestora.

Măsurarea nivelului apelor subterane se face cu fluierul hidrogeologic, care emite un sunet la contactul cu apa, nivelul aflându-se prin măsurarea lungimii firului. Se mai poate folosi un aparat care în locul fluierului este prevăzut cu o sondă electrică care conectează în circuit un avertizor luminos sau sonor.

Nivelurile obținute prin măsurători sunt valori relative, ele transformându-se în niveluri absolute față de nivelul mării. Cu ajutorul nivelurilor absolute se pot trasa liniile echipotențiale numite *hidroizohipse.*

Măsurarea vitezei apelor subterane

Pentru măsurarea vitezei unui curent subteran se folosește metoda amestecului care constă în introducerea în apa subterană a unor substanțe urmărindu-se pe un anumit traseu viteza amestecului apă-substanță, considerată cu aproximație viteza medie a curentului de apă. Instalația folosită pentru măsurarea vitezei apei subterane este formată din trei tuburi piezometrice, două apropiate și unul distanțat.

4.5. BILANȚUL APEI ÎN SOL

Noţiuni despre apa din sol: în sol apa se găseşte sub mai multe forme: apa gravitaţională, capilară, peliculară, higroscopică şi apa sub formă de vapori.

Evaporaţia apei din sol:

$$E = K\Sigma(e + t)$$

unde:

E – evaporaţia;

K – coeficient de corecţie în funcţie de zona climatică;

(e + t) – evapotranspiraţia potenţială;

$\Sigma(e + t) = 180 \cdot C$; unde: C – depinde de zona şi tipul de cultură;

C = 2,5 mm/zi până la 4,0 mm/zi; sau C = 25 mc/ha şi zi până la 40 mc/ha şi zi.

Stocarea şi circulaţia apei în sol: o parte din apa ce pătrunde în sol satisface nevoile solului, o parte se pierde prin evaporaţie iar o parte se scurge în adâncime alimentând pânzele freatice şi suprafreatice. Ca urmare în interiorul solului pot fi întâlnite următoarele forme de apă: Apa gravitaţională – neutilizată de către plante; Apa capilară – apa labil legată, utilizată integral de către vegetaţie; Apa peliculară – sau strâns legată în jurul particulelor de sol, accesibilă doar unor specii; Apa de higroscopicitate – sau apa foarte strâns legată de particulele solului, inaccesibilă plantelor.

Forţele ce acţionează în interiorul solului - Forţa gravitaţională, capilară, de absorţie a solului în jurul particulelor de sol, de absorţie a rădăcinilor plantelor. Forţa de capilaritate şi forţa de absorţie a particulelor de sol formează forţa de sucţiune. Forţa de sucţiune se măsoară cu tensiometre, valorile sucţiunii se exprimă în atmosfere.

Coeficienţii hidrofizici

Plafonul minim depinde de textura solului şi este sub capacitatea de câmp, la această valoare obţinându-se producţii apropiate capacităţii de câmp.

– la o textură grosieră plafonul minim: P_{min} = Co + 1/3 (Cc – Co)

– la un sol mijlociu: P_{min} = Co + 1/2 (Cc – Co)

– sol cu textură fină: P_{min} = Co + 2/3 (Cc – Co)

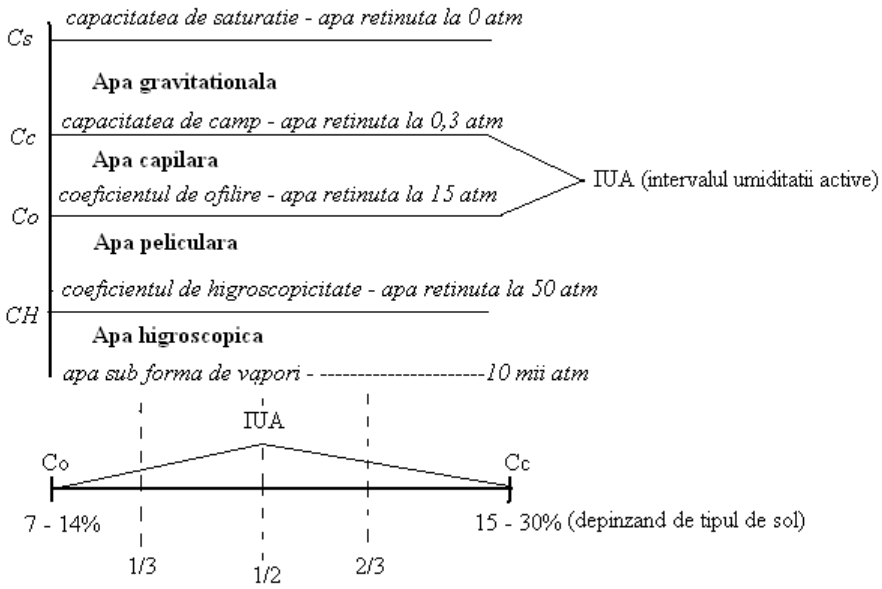


Figura 4.7. Coeficienţii hidrofizici

Bilanţul apei în sol

- bilanţ hidrologic – în circuit închis – fără aportul apei freatice

– în circuit deschis – cu aportul apei freatice

Norma de irigaţie se poate determina din ecuaţia de bilanţ hidrologic.

Σm – norma de irigaţie (cantitatea totală de apă distribuită unei plantaţii pe timpul sezonului de vegetaţie (1 aprilie – 30 septembrie).

- în circuit închis

$$Ri + 10CPv + \Sigma m = \Sigma(e + t) + Rf$$

$$\Sigma m = Rf - 10CPv + \Sigma(e + t) - Ri$$

Ri – rezerva iniţială la 1 aprilie;

10 – coeficient de transformare din mm în m^3/ha;

Pv – precipitaţiile exprimate în mm în perioada de vegetaţie;

C – coeficient de valorificare a precipitaţiilor;

Σ(e + t) – evapotranspiraţia potenţială;

Rf – rezerva finală.

- în circuit deschis

$$Ri + 10CPv + \Sigma m + Af = \Sigma(e + t) + Rf$$

$$\Sigma m = Rf - 10CPv + \Sigma(e + t) - Af - Ri$$

Ri = 100 H Da Cc (m^3/ha);

Rf = 100 H Da Co (m^3/ha).

H – adâncimea stratului radicular – pentru pepiniere 0,1–0,3 m; pentru răchitării 0,3 – 0,5 m; pentru arborete 0,5 – 1,0 m;

Da – densitatea aparentă sau greutatea volumetrică: Da = 1,1 – 1,8 t/m^3

Aportul freatic – sol cu textură uşoară – Af = 500 – 1000 m^3/ha;

– sol cu textură mijlocie – Af = 600 – 1200 m^3/ha;

– sol cu textură grea – Af = 1000 – 2000 m^3/ha.

Norma de irigaţie poate fi determinată în funcţie de numărul de udări şi norma de udare.

$$\Sigma m = m \cdot n$$

unde:

m – norma de udare (cantitatea de apă exprimată în m^3 distribuită unui hectar de pădure la o singură udare);

n – numărul de udări care este în funcţie de tipul de cultură;

m – este în funcţie de indicii higrofizici;

m = 100HDa(Cc – Pmin) – această relaţie se foloseşte pentru proiectare;

m = 100HDa(Cc – provizia momentană) – pt exploatare;

Norma brută:

$$m_{brută} = m_{netă}/\eta$$

η – este în funcţie de metoda de udare: prin brazde η = 0,7 – 0,8 (distribuţie gravitaţională); prin aspersiune η= 0,9; prin picurare η = 0,95 – 0,98.

4.6. NOȚIUNI DE HIDROMETRIE

Hidrometria studiază fenomenele hidrologice prin înregistrarea lor cu ajutorul măsurătorilor după care acestea sunt prelucrate şi se publică în anuare hidrologice.

Studiul regimului apelor - obiectul hidrologiei - se face pe baza valorilor factorilor hidrologici determinate în anumite puncte caracteristice ale reţelei hidrografice. Punctele staţionare în care se efectuează complexul de observaţii şi măsurători poartă numele de **posturi hidrometrice**, iar totalitatea posturilor hidrometrice formează **reţeaua hidrometrică**.

În ţara noastră există o reţea hidrometrică de bază, care aparţine de Ministerul Agriculturii şi Silviculturii şi care furnizează date pentru toate ramurile economiei naţionale şi o serie de reţele hidrometrice departamentale, care servesc interesele specifice ale departamentului respectiv. În ţară există peste 800 de posturi hidrometrice, 50 de staţii în care se măsoară evaporaţia între orele 7 şi 17 şi 5 staţii hidrometrice pe lacuri.

În afară de reţeaua hidrometrică mai există o reţea de posturi hidrogeologice, posturi la care se fac măsurători asupra apelor subterane de mică adâncime.

Posturile hidrometrice pot fi: de râuri, de lacuri, marine şi de interfluviu (hidrogeologice).

La posturile hidrometrice şi hidrogeologice se fac următoarele observaţii și măsurători:

– măsurători cu privire la variaţia nivelului apelor;

– măsurători cu privire la adâncimea apelor;

– măsurători cu privire la viteza de scurgere;

– măsurători asupra debitelor;

– măsurători privind debitele de aluviuni în suspensie, târâte şi depuse în patul albiei;

– recoltări de probe şi analize privind însuşirile fizico-chimice ale apei;

– măsurători cu privire la temperatură;

– măsurători cu privire la evaporaţia de la suprafaţa apei;

– măsurători cu privire la evapotranspiraţie;

– măsurători asupra elementelor meteorologice.

Hidrometria, prin datele care le furnizează, permite determinarea resurselor de apă ale ţării, folosirea raţională şi complexă a apelor de suprafaţă şi adâncime, prevenirea fenomenelor de degradare a solului prin înmlăştinire sau salinizare, prevenirea inundaţiilor, stabilirea potenţialului hidroenergetic şi de navigaţie al râurilor din ţara noastră etc.

Datele măsurătorilor hidrometrice se publică în anuarele hidrologice.

Hidrometria râurilor

La alegerea locului pentru amplasarea posturilor hidrometrice trebuie să se ţină seama de o serie de condiţii. Astfel, posturile hidrometrice de râu se vor amplasa în sectoarele rectilinii ale cursurilor de apă, cu malurile albiei minore şi majore paralele, în sectoare cu albia stabilă cu lăţimea minimă, fără vegetaţie abundentă, cu malurile nu prea abrupte, panta longitudinală a suprafeţei apei cât mai uniformă, în afara remuului provocat de afluenţi etc. Prin respectarea acestor condiţii, scurgerea se va face cât mai uniform, fără vârtejuri sau supraînălţări la unul din maluri, deci mişcarea apei va fi de tip laminar, în care caz măsurătorile şi calculele se vor efectua cu o precizie mai mare.

Măsurarea nivelurilor şi a pantelor prezintă o mare importanţă practică în proiectarea şi exploatarea digurilor, barajelor, prizelor, podurilor etc. Panta cursurilor de apă foloseşte la calculul vitezelor, debitului, remuului şi la proiectarea lucrărilor de regularizare a râului.

Determinarea pantei se face prin măsurarea simultană a nivelului apei la 50-200 m în amonte şi aval de postul hidrometric.

Măsurarea nivelului se face cu ajutorul mirelor hidrometrice, limnigrafelor şi telelimnigrafelor.

Mirele hidrometrice sunt cele mai simple instrumente pentru măsurarea nivelurilor. Se amplasează în profilul principal al staţiei şi înainte de a face orice tip de măsurătoare se face citirea nivelului apei (H – cm) la mira hidrometrică instalată la înfiinţarea staţiei. Citirea nivelului apei se face faţă de un plan orizontal de referinţă (plan relativ) numit plan zero al mirei. Planul zero se alege în aşa fel încât nivelul apei să nu coboare niciodată sub el.

Ele pot fi verticale, înclinate (gradate în aşa fel încât să se citească înălţimea pe verticală, fixe sau portabile, mire cu zimţi pentru determinarea nivelului maxim şi minim). Mirele hidrometrice sunt confecţionate din plăci metalice gradate din 2 în 2 şi din 5 în 5 cm. Se instalează în albie în poziţie

verticală sau înclinată. Mirele se aşează pe nişte piloţi a căror înălţime se cunoaşte. $Z_a = z_{pilot} + z_{citire\ miră}$, unde Z_a este înălţimea apei.

Se folosesc două tipuri de mire: de minim şi de maxim. Acestea sunt prevăzute cu un fel de aripioare triunghiulare care sunt aşezate cu baza în sus la mirele de maxim şi cu baza în jos la mirele de minim. Mirele mai sunt prevăzute cu flotori (plutitori) care sunt ridicaţi sau coborâţi de apă şi rămân fixaţi la nivelul maxim sau minim datorită aripioarelor de pe miră.

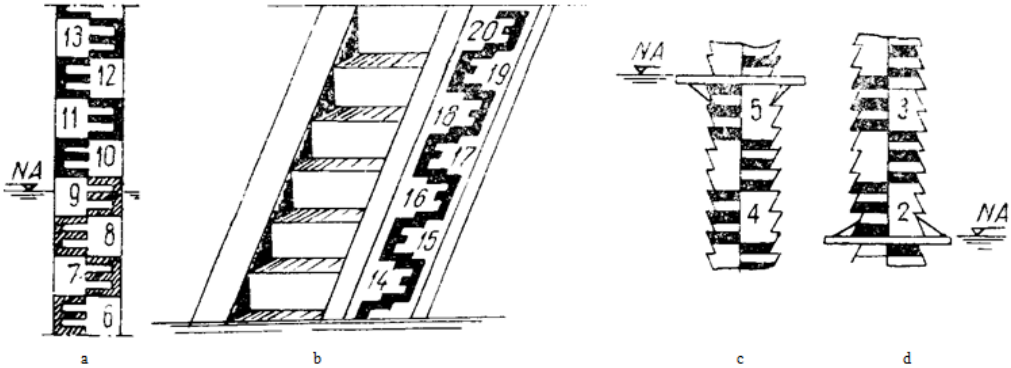


Figura 4.8. Mire hidrometrice
a – miră dreaptă; b – miră înclinată; c- miră cu zimţi pentru nivele maxime;
d – miră cu zimţi pentru nivele minime

Mirele pot fi, în funcție de condițiile de amplasare, verticale, înclinate sau mixte; cele verticale pot fi, la rândul lor, unitare sau fragmentate.

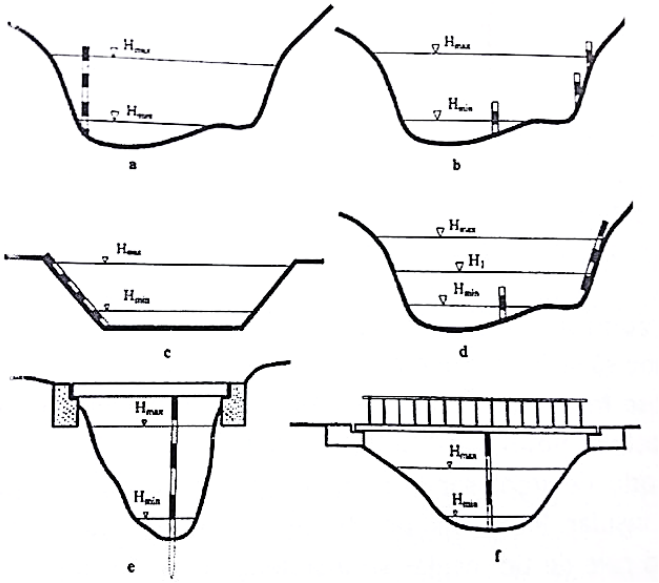


Figura 4.9. Tipuri de miră:
a – miră unitară verticală; b – miră verticală fragmentată; c - miră înclinată;
d – miră mixtă; e – miră unitară verticală încastrată la ambele capete;
f – miră verticală pe pilă de pod.

Mirele se fixează pe suporturi și se instalează în apă, în vecinătatea unui mal sau chiar pe mal în poziție verticală sau înclinată. Mirele verticale se fixează pe suporți izolați sau în scară, pe construcțiile hidrotehnice (picioare de pod, culee, pile) sau uneori direct pe stâncă.

Limnigrafele sunt instalaţii mai complexe care înregistrează permanent nivelul apei. Limnigraful propriu-zis este alcătuit dintr-un flotor care balansează cu o contragreutate prin intermediul unui scripete, un tambur pe care se înfăşoară banda înregistratoare, un sistem de înregistrare pus în funcţiune de un mecanism de ceasornic. Se cunosc mai multe tipuri de limnigrafe, dar cele mai des întâlnite în practică sunt cele cu flotor și cablu (tip Valdai).

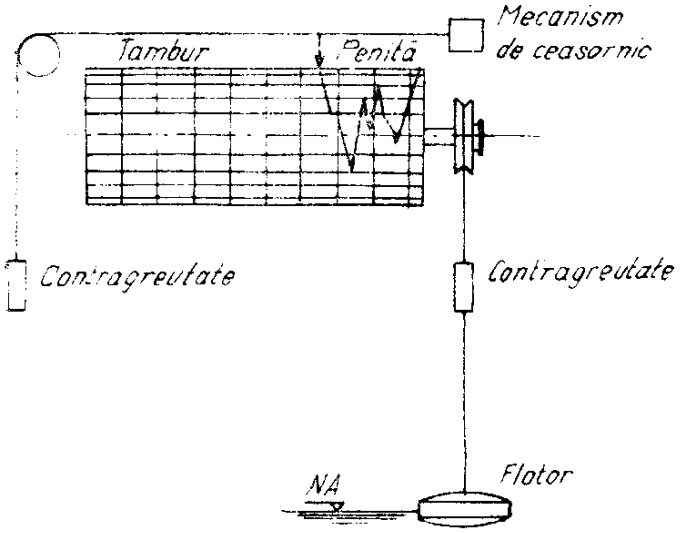


Figura 4.10. Schema simplificată a aparatului de limnigraf de tip Valdai

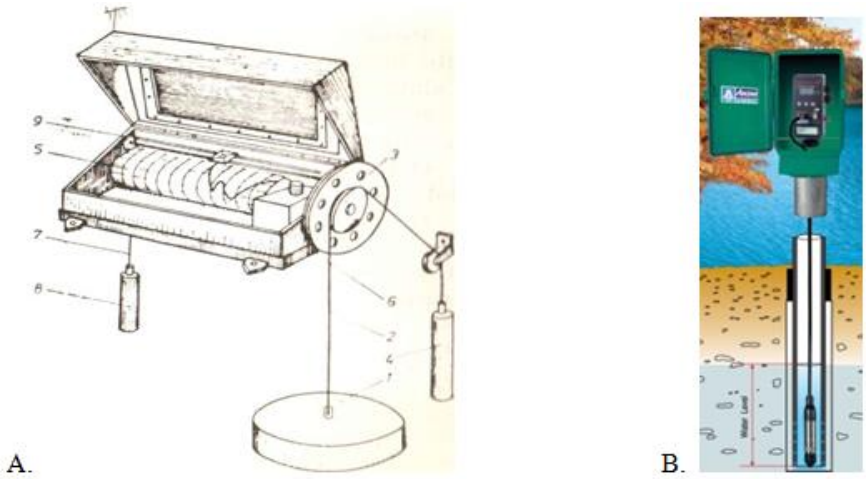


Figura 4.11. Limnigraf tip "Valdai" (A) și limnigraf electric (B)
1 — plutitor metalic; 2 — cablu; 3 — scripete; 4 — contragreutate; 5 — cilindru orizontal; 6 - mecanism de ceasornic; 7 — cablu; 8 — contragreutate; 9 — cărucior cu peniţă.

Banda limnigrafului trebuie schimbată la 12 ore, 24 ore sau săptămânal. Limnigraful este montat într-o cabină care comunică cu apa printr-un puţ sau tub. Limnigraful este un mecanism mai complex alcătuit dintr-un plutitor care se deplasează în interiorul unui puţ, un tambur şi un mecanism cu ceas care înregistrează variaţiile nivelului apelor. Mai recent există limnigrafe electronice.

Telelimnigrafele şi **telelimnimetrele** sunt aparate care înregistrează automat și transmit la distanță informațiile privind oscilațiile nivelului apei râului. Stația de recepție primește informațiile fie sub formă de impulsuri electrice care trebuie convertite în cifre (la telelimnimetre), fie sub formă de diagramă de variație în timp a nivelurilor (în cazul telelimnigrafelor). Transmiterea se poate face la ore fixe sau continuu. Acest sistem se foloseşte la posturile îndepărtate de aşezări omeneşti sau la posturile serviciului de prognoză hidrologică.

Măsurarea vitezei şi a **debitelor de apă** se face după procedeele şi cu instrumentele şi dispozitivele prezentate în cursurile anterioare. Debitele se mai pot determina şi în funcţie de nivelul apei din râu, pentru râurile şi punctele pentru care s-au construit chei limnimetrice. În staţii pe baza datelor privind nivelul apei se poate stabili debitul, cu ajutorul unor diagrame numite chei limnimetrice, întocmite pe baza dependenţei între nivelul apei şi debit. Sunt chei diferite de iarnă şi de vară.

Cheia limnimetrică. S-a constatat că există o strânsă legătură între niveluri şi debite. Cheia limnimetrică este o curbă care exprimă, pentru o secţiune dată, legătura dintre debitul de apă şi nivelul înregistrat. Pentru a putea trasa cheia limnimetrică sunt necesare cât mai multe determinări de debite la niveluri cât mai variabile. Albia în punctul pentru care se întocmeşte cheia limnimetrică trebuie să prezinte o stabilitate cât mai mare, să fie nedeformabilă, ferită de colmatări sau eroziuni şi să se afle în afara remuului provocat de baraje etc.

Periodic, cheia limnimetrică trebuie verificată și refăcută, dacă se obţin diferenţe semnificative între debitele măsurate şi cele determinate cu ajutorul cheii.

Pentru trasarea cheii se folosesc două scări: una verticală pe care se vor trece nivelurile şi una orizontală pe care se vor trece debitele.

Odată construită, cheia limnimetrică se foloseşte la determinarea debitului în funcţie de nivelul apei.

Metoda de determinare a debitelor cu ajutorul cheii limnimetrice este foarte simplă, rapidă şi nu necesită construcţii costisitoare. Se foloseşte atât pentru

determinarea debitelor cursurilor de apă cât şi a canalelor, în care caz precizia este mai ridicată.

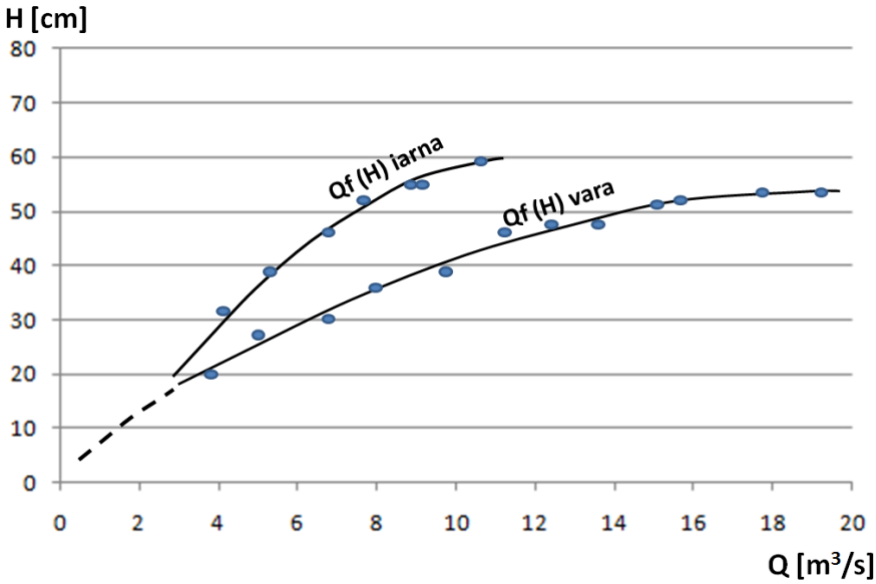


Figura 4.12. Exprimarea grafică a determinărilor făcute cu cheia limnimetrică pentru o secțiune dată pentru a arăta legătura între debitul de apă (Q – m^3/s) și nivelul înregistrat (H – cm)

4.7. ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce este hidrogeologia?

2. Care sunt zonele distribuției pe verticală a apelor subterane?

3. Care sunt formele apelor freatice?

4. Ce sunt stratele acvifere? De câte tipuri sunt?

5. Care este legea care guvernează circulația apei subterane?

6. Ce reprezintă gradientul hidraulic?

7. Care sunt formele de apă care pot fi întâlnite în interiorul solului?

8. Cum se calculează evaporația apei din sol?

9. Caracterizați bilanțul hidrologic în circuit închis.

10. Caracterizaţi bilanțul hidrologic în circuit deschis.

11. Descrieți teoria condensării.

12. Enumerați proprietățile hidrogeologice ale rocilor.

13. Ce este higroscopicitatea?

14. Caracterizați subzona intermediară sau de retenție.

15. Menționați cinci observații și măsurători care se fac la posturile hidrometrice și hidrogeologice.

16. Clasificați mirele hidrometrice.

17. Ce sunt telelimnigrafele? Dar telelimnimetrele?

4.8. TESTE DE AUTOEVALUARE

1. Teoria care consideră apele subterane provenite din precipitațiile de la suprafața pământului este:

a) teoria endogenă
b) teoria exogenă
c) teoria juvenilă

2. Gradientul hidraulic este:

a) diferenţa de nivel între două puncte de la suprafaţa liberă a apei raportată la distanţa pe orizontală între cele două puncte luate în considerare
b) diferenţa de nivel între două puncte de la suprafaţa liberă a apei raportată la distanţa pe verticală între cele două puncte luate în considerare
c) diferenţa de nivel între trei puncte de la suprafaţa liberă a apei raportată la distanţa pe verticală între cele trei puncte luate în considerare

3. În interiorul solului formele apei sunt:

a) apa capilară și sub formă de vapori
b) apa gravitațională, peliculară și de higroscopicitate
c) ambele răspunsuri (a și b)

4. Norma de irigație:

a) poate fi determinată în funcție de numărul de udări și norma de udare
b) se poate determina din ecuația de bilanț hidrologic
c) este cantitatea totală de apă distribuită unei plantații pe timpul sezonului de vegetație

5. Sursa principală a apelor subterane este reprezentată de:

a) precipitațiile generate de vaporii din atmosferă
b) infiltrația
c) condițiile hidrologice

6. Distribuția pe verticală a apelor subterane cuprinde zonele:

a) cu pori nesaturați
b) cu pori saturați
c) ambele răspunsuri (a și b)

7. Deplasarea apelor subterane depinde de:

a) forța gravitațională și capilară
b) gradientul hidraulic
c) permeabilitatea rocilor

8. Subzona de evapotranspirație:

a) este partea superioară a zonei de aerație
b) este partea inferioară a zonei de aerație
c) este situată la mijlocul zonei de aerație

9. Stația de recepție primește informațiile sub formă de impulsuri electrice care trebuie convertite în cifre în cazul:

a) limnigrafelor
b) telelimnigrafelor
c) telelimnimetrelor

10. Cheia limnimetrică este folosită la:

a) determinarea debitului în funcție de nivelul apei
b) determinarea debitului în funcție de viteza apei
c) determinarea debitului în funcție de volumul apei

11. În funcție de condițiile de amplasare, mirele pot fi:

a) de minim și de maxim
b) verticale, înclinate și mixte
c) verticale și înclinate

Răspunsuri:1.b; 2.a; 3.c; 4.a, b, c; 5.a; 6.c; 7.a, b, c; 8.a; 9.c; 10.a; 11.b.

4.9. REZUMAT

Hidrogeologia se ocupă cu studiul apelor subterane furnizând date privind geneza, dinamica și calitatea acestora. Studiile hidrogeologice sunt necesare pentru prevenirea proceselor negative, înmlăștinarea și sărăturarea solului. Hidrogeologia este separată în trei subdiviziuni importante: • Hidrogeologia generală; • Dinamica apelor subterane; • Hidrogeologia aplicată.

Teoriile privind originea apelor subterane pot fi separate în două categorii: teorii "exogene" care consideră apele subterane provenite din precipitaţiile de la suprafaţa Pământului (teoria infiltrării, teoria condensării, teoria originii arteziene, teoria apelor regenerate, teoria apelor fosile); teorii "endogene" care consideră că sursa apelor subterane este condensarea vaporilor de apă rezultaţi din procesele fizico-chimice de adâncime (teoria juvenilă).

Rocile care alcătuiesc scoarţa terestră au o serie de goluri, fisuri și pori care permit pătrunderea, menținerea și circulația apei în interiorul lor. Cantitatea de apă pe care o pot ascunde rocile depinde de proprietățile lor hidrogeologice: compoziția granulometrică, porozitatea, permeabilitatea, umiditatea, higroscopicitatea, absorbția.

Suprafața stratului permeabil saturat cu apă se numește suprafață piezometrică sau suprafață freatică. Ea separă două zone cu saturație diferită: o zonă superioară sau de aerație și alta inferioară sau de saturație.

Rocile care sunt saturate cu apă se numesc roci acvifere, iar orizonturile alcătuite din asemenea roci formează stratele acvifere. Ele sunt situate la diferite adâncimi și sunt limitate la partea superioară de nivelul piezometric, iar la partea inferioară de un strat impermeabil.

În funcție de situația geologică și particularitățile pe care le prezintă, se disting două tipuri de strate acvifere: libere (freatice) și captive (de adâncime).

Deplasarea apelor subterane este un proces deosebit de complex, depinzând de mai mulți factori: forța gravitațională și capilară, gradientul hidraulic, permeabilitatea rocilor etc.

Ecuațiile care guvernează mișcarea unui fluid printr-un mediu permeabil sunt fundamentate de legea lui Darcy, lege care constituie baza fundamentală de calcul a cantităților de apă subterană, a debitului unei pânze. În funcție de structura fizică a mișcării (structura internă), aceasta poate fi de tip laminar sau turbulent.

Măsurătorile privind elementele hidrologice se fac în cadrul unor posturi ce alcătuiesc rețeaua hidrometrică a apelor subterane. Un post hidrometric al apelor subterane este format dintr-un foraj care străbate stratul acvifer până la stratul impermeabil, putând fi echipat cu aparatura necesară măsurătorilor.

Bilanţul hidrologic poate fi: în circuit închis – fără aportul apei freatice sau în circuit deschis – cu aportul apei freatice. Norma de irigaţie se poate determina din ecuaţia de bilanţ hidrologic sau poate fi determinată în funcţie de numărul de udări şi norma de udare.

Hidrometria studiază fenomenele hidrologice prin înregistrarea lor cu ajutorul măsurătorilor după care acestea sunt prelucrate şi se publică în anuare hidrologice. Studiul regimului apelor - obiectul hidrologiei - se face pe baza valorilor factorilor

hidrologici determinate în anumite puncte caracteristice ale reţelei hidrografice. Punctele staţionare în care se efectuează complexul de observaţii şi măsurători poartă numele de posturi hidrometrice, iar totalitatea posturilor hidrometrice formează reţeaua hidrometrică.

Măsurarea nivelului se face cu ajutorul mirelor hidrometrice, limnigrafelor şi telelimnigrafelor. Mirele hidrometrice sunt cele mai simple instrumente pentru măsurarea nivelurilor. Limnigrafele sunt instalaţii mai complexe care înregistrează permanent nivelul apei. Telelimnigrafele şi telelimnimetrele sunt aparate care înregistrează automat și transmit la distanță informațiile privind oscilațiile nivelului apei râului.

4.10. BIBLIOGRAFIE

Bibliografie obligatorie:

1. Notițe curs
2. BUDIU V., N. POP, M. DÎRJA, LAURA LUCA, 2017, Hidrologie, Editura Risoprint, Cluj-Napoca.

Bibliografie facultativă:

3. HÂNCU S., P. STĂNESCU, GH. PLATAGEA, 1971, Hidrologie agricolă – elemente de hidrologie teoretică şi aplicată pentru îmbunătăţiri funciare. Editura:"Ceres" Bucureşti.
4. MEASNICOV M., 1975, Îmbunătăţiri funciare. Editura Didactică şi pedagogică, Bucureşti.
5. MUREŞAN D., I. PLEŞA, N. ONU, P. SAVU, Z. NAGY, I. JINGA, AL. TEODOROIU, I. PĂLTINEANU, I. TOMA, I. VASILESCU, 1992, Irigaţii, desecări şi combaterea eroziunii solului. Edit.didactică şi pedagogică Bucureşti.
6. SAVU P., O. TONIȚĂ, D. BUCUR, 1996, Îmbunătăţiri funciare. Lucrări practice. Tipo Univ.Agronomică "Ion Ionescu de la Brad" Iaşi.

UNITATE DE ÎNVĂȚARE 5: SURSE DE APĂ ŞI CALITATEA APEI DE IRIGAŢIE

CUPRINS UNITATE DE ÎNVĂȚARE 5:

5.1. SURSE DE APĂ PENTRU IRIGAŢII 132
5.1.1. Apele de suprafaţă *132*
5.1.2. Apele subterane *133*
5.2. CALITATEA APEI 134
5.2.1. Însuşirile apei pentru irigaţie *135*
5.3. CRITERII DE APRECIERE A CALITĂŢII APEI PENTRU IRIGAŢII 136
5.3.1. Indici calitativi ai apelor de irigaţie *136*
5.3.2. Mijloace de îmbunătăţire a calităţii apei de irigaţie *139*
5.4. INFLUENŢA APEI DE IRIGAŢIE NECORESPUNZĂTOARE SUB ASPECT CALITATIV ASUPRA SOLULUI, PLANTELOR ŞI MEDIULUI AMBIANT 140
5.4.1. Influenţa asupra solului *140*
5.4.2. Influenţa asupra plantelor *142*
5.4.3. Influenţa asupra mediului ambiant *143*
5.5. ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE 144
5.6. TESTE DE AUTOEVALUARE 147
5.7. REZUMAT 148
5.8. BIBLIOGRAFIE 149

INTRODUCERE

Acest capitol prezintă sursele şi calitatea apei pentru irigaţie. Tot în acest capitol sunt prezentate însuşirile şi indicii calitativi ai apei, dar şi mijloacele de îmbunătăţire a calităţii apei de irigaţii. Se prezintă de asemenea şi influența apei de irigație necorespunzătoare sub aspect calitativ asupra solului, plantelor și mediului ambiant. Capitolul se încheie cu o serie de întrebări recapitulative şi teste de autoevaluare, dar şi cu un rezumat şi o bibliografie.

OBIECTIVELE UNITĂȚII DE ÎNVĂȚARE 5:

La sfârşitul acestui capitol vei fi capabil:

- ✓ să descrii apele de suprafață şi cele subterane;
- ✓ să enumeri însuşirile apei pentru irigaţie şi indicii calitativi;
- ✓ să caracterizezi însuşirile apei pentru irigaţii şi indicia calitativi;
- ✓ să descrii mijloacele de îmbunătăţire a calităţii apei de irigaţie;
- ✓ să descrii influenţa apei de irigaţie necorespunzătoare sub aspect calitativ asupra solului, plantelor şi mediului ambiant.

Durata medie de studiu individual – 2 ore.

5.1. SURSE DE APĂ PENTRU IRIGAŢII

Ca surse de apă pentru irigarea culturilor agricole se folosesc atât apele de suprafaţă, cât şi apele subterane care îndeplinesc condiţiile de calitate şi cantitate necesare.

5.1.1. Apele de suprafaţă

Apele de suprafaţă cuprind: cursurile naturale de apă, lacurile permanente, bazinele de acumulare şi iazurile, canalele colectoare din sistemele de desecare, apele de evacuare din orezării, precum şi apele reziduale (uzate). În ultimul timp sunt folosite ca surse pentru irigaţii apele marine desalinizate.

Principala sursă de apă de suprafaţă pentru irigaţii o formează cursurile naturale de apă: Dunărea cu afluenţii ei şi râurile interioare. Aceste cursuri, în marea lor majoritate, corespund calitativ, atât ca temperatură şi conţinut în oxigen, cât şi ca mineralizare. Bazinele de acumulare şi iazurile constituie de asemenea surse importante de apă pentru irigaţii.

Lacurile naturale, în special cele din zona de câmpie, reprezintă surse bogate de apă, însă folosirea lor la irigaţii ridică probleme datorită concentraţiei mari de săruri şi lipsei de aeraţie.

Tot ca surse de apă pentru irigaţii pot fi folosite apele din canalele colectoare ale sistemelor de desecare, ca şi apele de evacuare din orezării, calitatea lor fiind, de regulă, corespunzătoare. Uneori prezintă concentraţii de săruri solubile peste limitele admise implicând măsuri speciale de îmbunătăţire.

Apele reziduale (uzate) provenite din reţeaua de canalizare a oraşelor, din industrie sau din complexele zootehnice, au devenit în ultima vreme surse importante de apă pentru irigaţii datorită debitelor mari pe care furnizează, cât şi conţinutului însemnat în elemente fertilizante. Este necesar ca aceste ape să fie supuse în prealabil unor tratamente de epurare, deoarece sunt foarte poluate fizic, chimic şi mai ales microbiologic.

În ceea ce priveşte apele marine, acestea vor constitui în viitorul apropiat o sursă inepuizabilă de apă pentru irigaţii. Deocamdată folosirea lor în acest scop este limitată din cauza costului ridicat al procesului de salinizare.

5.1.2. Apele subterane

Apele subterane cuprind: izvoarele, apa freatică şi straturile subterane adânci. Aceste ape se caracterizează prin debite relativ mici, temperaturi scăzute şi mineralizare accentuată. Toate acestea la care se adaugă captarea destul de dificilă şi costisitoare, mai ales pentru straturile adânci, fac ca apele subterane să fie utilizate la irigaţii pe scară redusă şi numai pentru amenajările locale.

Tabel 5.1. Estimarea distributiei apei pe glob

Sursa de apă	**Volumul apei în mile^3**	**Volumul apei în km^3**	**Procentul din totalul de apă dulce**	**Procentul din totalul de apă**
Oceane, mări şi golfuri	321,000,000	1,338,000,000	--	96.5
Calote glaciare, Gheţari şi zăpadă permanentă	5,773,000	24,064,000	68.7	1.74
Apa subterană	5,614,000	23,400,000	--	1.7
Dulce	2,526,000	10,530,000	30.1	0.76
Sărată	3,088,000	12,870,000	--	0.94
Umiditatea din sol	3,959	16,500	0.05	0.001
Gheaţa permanentă şi nepermanentă din sol	71,970	300,000	0.86	0.022
Lacuri	42,320	176,400	--	0.013
cu apă duce	21,830	91,000	0.26	0.007
cu apă sarată	20,490	85,400	--	0.006
Atmosfera	3,095	12,900	0.04	0.001
Apa din mlaştini	2,752	11,470	0.03	0.0008
Râuri	509	2,120	0.006	0.0002
Apa biologică	269	1,120	0.003	0.0001

Sursa: Water resources. In Encyclopedia of Climate and Weather, 1996, editată de S. H. Schneider, Oxford University Press, New York, vol. 2, pp.817-823.

5.2. CALITATEA APEI

Apa folosită pentru irigaţie trebuie să corespundă unor cerinţe de calitate care să influenţeze favorabil relaţiile complexe din sol-apă-plantă şi mediul ambiant.

Principalele surse de apă pentru irigat din România, uneori sunt afectate calitativ prin poluări accidentale. Pe plan internaţional, în ţările dezvoltate, cu agricultură irigată, apa din surse neconventionale se foloseşte la irigarea culturilor de câmp, iar staţiile de pompare sunt prevăzute cu echipamente pentru monitorizarea în timp real a calităţii apei pompate şi avertizarea situaţiilor critice. Deşi au fost înregistrate progrese, procesele din agricultură rămân expuse acţiunii nefavorabile a unor factori naturali, a căror apariţie, durată şi extindere în spaţiu nu poate fi preîntâmpinată sau înlăturată în totalitate. România a adoptat o serie de acte normative referitoare la folosirea irigaţiei, precum: Convenţia pentru schimbări climatice şi diversitate biologică ratificată în anul 1994, Convenţia de la Paris (iunie 1994, ratificată de ţara noastră prin Legea nr.111/1998). Monitorizarea cantitativă şi calitativă a apei s-a accentuat dupa anul 2000, când prin Directiva cadru 2000/60/EC se asigura cadrul legislativ pentru trecerea la o noua etapă de dezvoltare în domeniul gospodăririi durabile a apelor, în sensul controlului cantitativ şi calitativ al surselor.

Conceptul de monitoring prevăzut de Directiva Cadru 2000, priveşte apa în general şi apa de irigaţie în special, în primul rând ca resursă pentru folosinţe complexe şi în al doilea rând ca un ecosistem cu valoare ecologică. În contextul actual al schimbărilor climatice, aplicarea udărilor ca parte finală a activităţii de irigaţii este rezultanta a două componente şi anume repararea şi pregătirea sistemelor pentru campania de irigaţii, respectiv punerea în funcţionare şi exploatarea sistemelorî perioada sezonului de aplicare a udărilor.

Cadrul legislativ pentru desfăşurarea activităţii de irigaţii este asigurat de Legea Îmbunătăţirilor funciare, care reglementează regimul juridic al proprietăţii asupra infrastructurii de Îmbunătăţiri funciare, modul de înfiinţare şi funcţionare al Administraţiei Naţionale a Îmbunătăţirilor Funciare (ANIF) R.A., modul de înfiinţare şi funcţionare al organizaţiilor şi federaţiilor de organizaţii de îmbunatăţiri funciare, serviciile prestate de ANIF către organizaţii şi federaţii, precum şi modul de finanţare al acestor activităţi. Aderarea României la Uniunea Europeană impune şi pentru agricultură respectarea cerinţelor europene, agricultura irigată având un rol din ce în ce mai important în protecţia mediului

din zona rurală. Pe plan mondial, agricultura irigată este tributară unei aprovizionări cu apă de bună calitate. Actul legislativ intern care reglementează aspectele de tehnica irigaţiei în special ca lucrări inginereşti este reprezentat de legea îmbunătăţirilor funciare nr. 138/2004.

Ca şi potenţial utilizator, Administraţia Naţională a Îmbunătăţirilor Funciare (ANIF) este direct interesată în aplicarea rezultatelor referitoare la reutilizarea apei din desecare - drenaj precum şi a echipamentului de sesizare a situaţiior critice la apa pompată, în cadrul staţiilor de pompare de bază, de aceea prin specialiştii săi este partener intr-un consorţiu în cadrul Programului pentru Cercetare de Excelenta – CEEX - MENER.

5.2.1. Însuşirile apei pentru irigaţie

Principalele însuşiri fizico-chimice care se iau în considerare la aprecierea apei de irigaţie sunt următoarele: temperatura, turbiditatea, gradul de aeraţie, reacţia, concentraţia în elemente chimice şi în săruri solubile.

Temperatura apei trebuie să fie cât mai apropiată de temperatura optimă de vegetaţie a plantelor, cerinţă îndeplinită de majoritatea surselor de suprafaţă. În cazul folosirii la irigaţie a apelor subterane, temperaturile scăzute ale acestora nu ridică probleme dosebite culturilor agricole. În urma circulaţiei pe canale, conducte, brazde şi chiar pe timpul infiltrării în sol, apele, iniţial reci, se încălzesc până la 18-20°C, apropiindu-se de limita cerută de plantele cultivate.

Turbiditatea reprezintă cantitatea de aluviuni în suspensie transportate de apă în unitatea de volum. Se măsoară în g/l sau în kg/m^3.

Cantităţile de aluviuni sunt diferite de la sursă la sursă. În apele de suprafaţă cantităţile sunt mai mari, iar în apele subterane cantităţile sunt foarte reduse. În apele curgătoare, turbiditatea are şi o variaţie sezonieră depinzând de debitul şi viteza curentului de apă. Când se analizează o sursă de apă pentru irigaţie trebuie să se studieze nu numai cantitatea, ci şi calitatea aluviunilor, îndeosebi mărimea şi compoziţia chimică a particulelor solide transportate, pentru a se putea prognoza influenţa acestor elemente asupra solurilor irigabile, dar şi asupra funcţionalităţii construcţiilor, instalaţiilor şi echipamentelor de udare.

Gradul de aeraţie sau conţinutul în oxigen al apei de irigaţie are un rol important în desfăşurarea proceselor de oxidare din sol. Se consideră o apă bună pentru irigaţii sub acest aspect când cantitatea de oxigen dizolvat în apă este de minimum 4 mg/dm^3 şi când consumul biochimic de oxigen pentru procesele de

oxidare bacteriană în 5 zile (indicele CBO_5) este de max. 12 mg/dm^3, potrivit STAS 4706-74.

Cursurile de apă au un grad de aeraţie satisfăcător, apele subterane, un grad redus, iar lacurile, bălţile, iazurile sunt nesatisfăcătoare din acest punct de vedere, fiind aproape lipsite de oxigen. Pentru a putea fi folosite la irigaţii apele stătătoare necesită măsuri speciale de aerare.

Reacţia apei sau concentraţia în hidrogen ioni, exprimată în unităţi pH, reprezintă un alt indicator de calitate al apei pentru irigaţie. STAS 9450-88 admite pentru pH valori cuprinse între 5.5 şi 8,6. Trebuie făcută însă precizarea că apele cu un pH mai mic de 6,5 sau de peste 7,5 necesită măsuri de ameliorare înainte de a fi folosite la irigaţii întrucât majoritatea culturilor agricole prferă o reacţie apropiată de cea neutră.

Concentraţia în săruri solubile şi elemente chimice este indicele cel mai complex al calităţii apei de irigaţie. Se poate exprima direct ca reziduu salin sau ca reziduu mineral fix, în mg/dm^3 sau în ppm (părţi per milion) şi indirect prin conductivitate electrică.

Conductivitatea electrică (CE) a unei soluţii este reciproca rezistivităţii electrice şi se măsoară în unităţi siemens/cm la 25°C (unitatea siemens, simbol S, înlocuieşte unitatea mho). Cantităţile separate ale ionilor se exprimă în miliechivalenţi la decimetru cub (me/ dm^3).

5.3. CRITERII DE APRECIERE A CALITĂŢII APEI PENTRU IRIGAŢII

Pentru caracterizarea apelor ce urmează a fi utilizate la irigaţii se stabilesc indici de calitate care se bazează pe rezultatele analizelor fizice, chimice şi biologice ale apelor. Este obligatoriu ca analizele să se facă periodic, deoarece calitatea apei se modifică în timp sub influenţa factorilor de mediu.

5.3.1. Indici calitativi ai apelor de irigaţie

Indicii (indicatorii) calitativi ai apelor de irigaţie sunt, potrivit STAS 9450-88, următorii:

- indicatori salini: reziduul salin, săruri minerale dizolvate (cloruri, sulfaţi şi sodiu); indicle SAR şi indicele CSR;
- indicatori toxici şi/sau dăunători;
- indicatori microbiologici.

Reziduul salin se stabileşte prin calcul din însumarea conţinuturilor de sodiu, magneziu, calciu, cloruri, sulfaţi, carbonaţi şi hidrogenocarbonaţi din apa pentru irigaţie. Se exprimă în mg/dm^3.

Indicele CSR (carbonatul de sodiu rezidual) se exprimă în me/ dm^3 şi se calculează după formula:

$$\text{Indice CSR} = (HCO_2^- + CO_3^{2-}) - (CA^{2+} + MG^{2+})$$

în care: HCO_2^-, CO^{2-}, CA^{2-}, MG^{2+} reprezintă conţinuturile de hidrogenocarbonaţi, de carbonaţi, de calciu şi magneziu din apa de irigaţie.

Indicele SAR (sodium adsorbtion ratio = raportul de adsorbţie a sodiului) se bazează pe efectele antagonice ale sodiului pe de o parte şi ale calciului şi magneziului pe de altă parte. Se calculează după formula:

$$\text{Indice SAR} = \frac{NA^+}{\sqrt{13{,}187\ Ca^{2+} + 21{,}746\ Mg^{2+}}}$$

în care: conţinuturile de sodium, calciu şi magneziu se introduce în mg/dm^3.

În funcţie de reziduul salin, CSR şi conţinutul de cloruri şi sulfaţi, apa de irigaţie se clasifică în următoarele patru clase de salinitate.

Tabel 5.2. Calitatea apei de irigaţie în funcţie de reziduul salin, indicele CSR şi conţinutuul de cloruri şi sulfaţi

Denumirea indicatorului	**Clasa de salinitate**			
	C_1	**C_2**	**C_3**	**C_4**
Reziduu salin, mg/dm^3 max.	160	500	1 500	3 250
Indicele CSR, me/dm^3 max.	0,63	1,25	1,9	2,50
Cloruri (Cl^-), mg/dm^3 max.	40	120	370	810
Sulfaţi (SO_4^{2-}), mg/dm^3 max.	100	320	1 000	2 200
Conductivitatea electrică la 25°C, S/cm max.	0,25	0,75	2,35	5,00

- clasa C_1 (reziduu salin redus), utilizabilă la majoritatea solurilor şi plantelor de cultură;
- clasa C_2 (reziduu salin moderat), utilizabilă pe soluri permeabile şi la plante semitolerante la salinitate;
- clasa C_3 (reziduu salin ridicat), utilizabilă pe terenuri cu amenajări speciale pentru spălare şi drenaj, pe soluri permeabile şi plante tolerante la salinitate;
- clasa C_4 (reziduu salin foarte ridicat), utilizabilă în amenajări speciale pentru spălare şi denaj, pe soluri permeabile şi plante foarte tolerante la salinitate.

În funcţie de indicele SAR şi conţinutul de sodiu, fiecare clasă de salinitate se clasifică în trei subclase de alcanizare.

Tabel 5.3. Clasificarea apei de irigaţie în funcţie de indicele CSR şi conţinutul de sodiu

Denumirea indicatorului	**Clasa de salinitate**											
	C_1			**C_2**			**C_3**			**C_4**		
	Subclasa de alcalizare											
	S_1	**S_2**	**S_3**	**S_1**	**S_2**	**S_3**	**S_1**	**S_2**	**S_3**	**S_1**	**S_2**	**S_3**
Indicele SAR, max.	8,2	15,3	22,5	6,1	12,2	18,2	4,0	9	14,0	2,5	6,7	11,0
Sodiu (Na^+), mg/dm^3 max	47	48	50	120	145	150	215	340	400	240	520	750

- subclasa S_1 (alcalizare redusă), utilizabilă la majoritatea solurilor;
- subclasa S_2 (alcalizare moderată), utilizabilă pe soluri permeabile fără amenajări special pentru spălare şi drenaj;
- subclasa S_3 (alcalizare ridicată), utilizabilă pe soluri permeabile cu amenajări de spălare şi drenaj, precum şi cu aplicarea de amendamente organice şi minerale.

În funcţie de indicatorii microbiologici, apa pentru irigarea culturilor agricole se clasifică în trei categorii.

Tabel 5.4. Clasificarea apei de irigaţie în funcţie de indicatorii microbiologici

Denumirea indicatorului	**Categoria**		
	M_1	**M_2**	**M_3**
Bacterii coliforme totale, nr.probabil/dm^3	Max.100	Peste 100....100000	Peste100000....10000000
Bacterii coliforme fecale sau streptococi nr.probabil/dm^3	absent	Max. 10000	Peste 10000.....1000000
Bacterii din genul Salmonella	Absent/1000cm^3	Absent/500cm^3	Absent/100cm^3

- categoria M_1, utilizabilă pentru toate solurile şi plantele;
- categoria M_2, utilizabilă pentru toate solurile şi plantele, cu excepţia solurilor foarte permeabile şi a plantelor cu destinaţie alimentară şi furajeră în stare proaspătă sau conservată prin congelare, murare, fără prelucrare termică;

- categoria M_3, utilizabilă numai pe terenurile cu nivelul freatic situate la mai mult de 4m şi pentru culturile ale căror produse sunt prelucrate termic industrial, precum şi pentru produsele vegetale nealimentare.

Calitatea apelor pentru irigaţie se mai poate aprecia şi după o serie de indicatori practici. Astfel se consideră:

- **ape bune** pentru irigaţie, acele ape în care cresc plante din genurile: *Lemna, Nasturtium, Potamogeton, Veronica, Rannunculus, Glyceria şi Butomus;*

- **ape mediocre:** *Rumex, Arundo, Cicuta, Lythrum, Mentha, Scirpus, Jucus;*

- **ape necorespunzătoare:** *Carex, Nimphaea* şi diferiţi muşchi.

Apele bune pentru irigaţie sunt, de regulă, pure şi limpezi, cu pietrişul curat, albia şi malurile lipsite de materii vâscoase verzi, nu se formează vegetaţie târâtoare, trăiesc în ele peşti de apă dulce şi broaşte.

5.3.2. Mijloace de îmbunătăţire a calităţii apei de irigaţie

Sursele de apă, în marea lor majoritate, pot fi folosite la irigaţii, aşa cum se găsesc în natură, fără restricţii, în ceea ce priveşte calitatea, având însuşiri fizice, chimice şi biologice corespunzătoare modului de utilizare. Dacă aceste surse sunt însă poluate cu substanţe nocive sau cu ape bogate în săruri şi cu o concentraţie ridicată pentru a le aduce la parametrii iniţiali de calitate trebuie să fie supuse unor măsuri special de îmbunătăţire.

Cursurile de apă au capacitate naturală de epurare, aceasta depinzând de debitul sursei, temperatura mediului, reacţia pH, resursele de oxigen etc., precum şi de lungimea parcursă de apă de la locul de poluare, până la punctul de priză. Dar chiar dacă aceşti factori ar fi în optim, procesul de autoepurare nu poate avea efecte radicale, el nu poate rezolva în totalitate problemele calitative ale sursei de apă. De aceea este necesar ca apa, chiar trecută prin procesul de autoepurare, să fie supusă în continuare unor tratamente de ameliorare înainte de a fi folosită la irigaţii.

Ameliorarea calităţii apelor se poate face, în principal, prin adăugarea în apă a unor constituenţi (substanţe) care să neutralizeze reacţia chimică. Astfel apele care conţin cantităţi mari de cloruri şi sulfaţi de calciu, magneziu, sodiu se desalinizează prin amestec cu ape dulci sau cu ape cu un grad scăzut de mineralizare. Apele alcaline se îmbunătăţesc prin amendare cu gips (fosfogips)

sau prin tratare cu acizi (acid sulfuric, spre exemplu) pentru diminuarea conţinutului de sodiu schimbabil.

Apele reziduale provenite direct din industrie, agricultură sau din canalizarea oraşelor pot fi îmbunătăţite calitativ prin supunerea lor la unele operaţii tehnice de epurare.

Prin epurarea apelor se înţelege ansamblul de lucrări şi măsuri prin care sunt reţinute, neutralizate şi îndepărtate substanţele (în suspensie, coloidale şi dizolvate) conţinute de apă.

Procedeele de epurare pot fi primare, secundare şi terţiare, iar metodele de epurare, mecanice (fizice), chimice şi biologice. Ele necesită amenajări şi instalaţii speciale.

5.4. INFLUENŢA APEI DE IRIGAŢIE NECORESPUNZĂTOARE SUB ASPECT CALITATIV ASUPRA SOLULUI, PLANTELOR ŞI MEDIULUI AMBIANT

5.4.1. Influenţa asupra solului

În cazul folosirii la irigaţie a unor ape cu grad ridicat de mineralizare pot avea loc anumite procese care conduc la degradarea fizică, chimică şi biologică a solului, la scăderea fertilităţii solului, sau chiar la scoaterea lui din cultură.

Creşterea concentraţiei soluţiei solului. Când un sol este irigat cu apă mineralizată, sărurile pe care le conţine apa, împreună cu sărurile din sol dau soluţiei rezultate la o anumită concentraţie, care sub efectul evapotranspiraţiei devine tot mai ridicată. Literatura de specialitate citează exemple prin care se demonstrează că irigarea prelungită cu ape saline, cu un conţinut de 5g/l săruri, în condiţiile zonelor aride şi semiaride, poate provoca acumularea anuală în sol a unei concentraţii de săruri de 100t/ha, aceasta constituind de fapt principalul pericol al folosirii apelor mineralizate la irigaţii.

Creşterea concentraţiei soluţiei solului depinde de gradul de umiditate, de indicii hidrofizici ai solului, de adâncimea şi gradul de mineralizare a apei freatice, de precipitaţiile căzute, evaporaţia înregistrată şi regimul de irigare aplicat. De asemenea, depinde de textură, de permeabilitate şi de condiţiile de drenaj.

Concentraţia soluţiei solului (este mult diminuată în zonele cu precipitaţii abundente, permeabilitate bună a solului şi drenaj asigurat, unde, o parte din săruri este îndepărtată din profilul de sol. Dimpotrivă, drenajul insuficient favorizează

salinizarea solului deoarece nu asigură evacuarea în intregime a apei încărcată cu săruri.

În ceea ce priveşte regimul de irigare ce se recomandă atunci când se folosesc ape puternic mineralizate, acesta trebuie să fie format din norme de udare mici şi repetate, de scurtă durată, aplicate timp de 2-3 ani şi urmate obligatoriu, de spălări profilactice sau intermitente care să prevină acumularea sărurilor.

Modificarea componenţei ionilor schimbabili. Are loc datorită reacţiilor de schimb cationic, între cationii din apa de irigaţie şi cei din complexul adsorbtiv al solului. Astfel, când un sol carbonatic este irigat cu apă mineralizată ce conţine săruri de sodiu, sub formă de clorură, spre exemplu, se produce o reacţie de schimb cationic prin care ionul de calciu din complexul adsorbtiv al solului este înlocuit cu ionul de sodiu din apa de irigaţie, rezultând clorura de calciu.

Evoluţia complexului adsorbtiv al solului sub influenţa apelor de irigaţie este foarte importantă de cunoscut, deoarece când solul irigat conţine sodiu schimbabil în proporţie de 10-15% din capacitatea de schimb cationic, el prezintă însuşiri defavorabile pentru plantele agricole.

De aceea se impune ca periodic să se analizeze complexul adsorbtiv al solului irigat, în special conţinutul de calciu şi sodiu, iar atunci când în urma aplicării irigaţiei, cu apă mineralizată, raportul de Ca^{2+}/Na^{+} scade treptat, se va trece la administrarea de gips în sol sau în apa de irigat.

Precipitatrea sărurilor din soluţia solului. În apele de irigaţie puternic mineralizate şi cu un conţinut ridicat de carbonaţi şi hidrogenocarbonaţi (în special de sodiu), calciul şi magneziul au tendinţa, în anumite condiţii, să precipite sub formă de carbonat şi bicarbonat de calciu care se depun în sol îmbogăţind astfel soluţia solului în ioni de sodiu. La rândul lor carbonaţii de calciu şi magneziu din soluţia solului precipită şi se depun provocând o creştere relativă a sodiului, a clorurilor şi sulfaţilor.

Aceste reacţii succesive conduc la o înrăutăţire a compoziţiei ionice din soluţia solului influenţând nefavorabil însuşirile solului prin accentuarea procesului de alcalizare. Ionul de sodiu dispersează fracţiunea argiloasă pe care o transportă în adâncime, structura solului se deteriorează, porozitatea se reduce, permeabilitatea pentru apă şi aer scade, ca şi capacitatea de drenaj al solului, iar materia organică se dizolvă ca urmare a creşterii reacţiei pH. Toate acestea accelerează procesul de salinizare secundară a solului, cu urmări defavorabile asupra creşterii şi dezvoltării plantelor cultivate.

5.4.2. Influenţa asupra plantelor

Apa de irigaţie necorespunzătoare sub aspect calitativ are o influenţă defavorabilă asupra plantelor cultivate, prin acţiunea osmotică a soluţiei de sol, prin acţiunea specifică (metabolică) şi prin acţiunea corosivă sau toxică a sărurilor concentrate asupra plantelor.

Acţiunea osmotică a soluţiei de sol. Pe măsura acumulării sărurilor în sol creşte presiunea osmotică a soluţiei şi odată cu acestea, sucţiunea totală a solului. Ca urmare, intervalul umidităţii active (IUA) se micşorează şi implicit se reduce cantitatea de apă accesibilă plantelor.

Acţiunea specifică (metabolică). Sărurile din soluţia solului au şi o acţiune specifică asupra plantelor, în sensul că prin creşterea concentraţiei de săruri peste o limită poate depăşi gradul de toxicitate al diferiţilor ioni determinând modificări asupra metabolismului plantelor. Astfel, se pot produce perturbări sau modificări în nutriţia, respiraţia, fotosinteza şi în activitatea enzimatică a plantelor, acre se manifestă prin defolieri, întârzeri în creştere, cloroză etc.; acestea duc în final la scăderea şi chiar la compromiterea producţiei.

Acţiunea corosivă sau toxică. Sărurile în exces au o acţiune directă asupra plantelor prin efecte corosive sau toxice. Ionii cei mai agresivi, din acest punct de vedere, sunt clorul, bicarbonaţii, sulfaţii şi magneziul. Apele mineralizate folosite la irigaţia prin aspersiune pot provoca arsuri grave ale frunzelor, florilor, mai ales la organele tinere.

La aprecierea influenţei apei de irigaţie asupra plantelor trebuie să se ţină seama şi de toleranţa la salinitate a acestora.

Prin toleranţă la salinitate se înţelege gradul sau limita maximă a mineralizării în care o plantă poate creşte, ajunge la maturitate, reproduce şi asigură o producţie normală sub aspect cantitativ şi calitativ. Depinde de specie şi de soi. În funcţie de toleranţa la salinitate, plantele se împart în trei grupe: sensibile, semitolerante şi tolerante. Gradul de toleranţă la salinitate depinde şi de stadiul de vegetaţie a plantelor. Astfel, sfecla de zahăr, deşi face parte din grupa plantelor tolerante, este totuşi sensibilă la salinitate în timpul germinaţiei.

Tabel 5.5. Toleranţa la salinitate a plantelor

Plante sensibile	**Plante semitolerante**	**Plante tolerante**
Fasolea	Porumbul	Sfecla de zahăr
Mazărea	Floarea soarelui	Sfecla furajeră
Cartofii	Grâul	Orezul
Varza	Orzul	Tutunul
Ţelina	Meiul	Bumbacul
Ridichile	Lucerna veche	Iarba de Sudan
Castraveţii	Sorgul	Rapiţa
Usturoiul	Inul	Spanacul
Trifoiul	Tomatele	Pepenii verzi
Lucerna nouă	Ardeii	Dovleceii
Viţa de vie	Morcovii	Vinetele
Pomii fructiferi	Ceapa	
	Conopida	

De asemenea sunt sensibile la salinitate orezul şi grâul după germinare, sau în stadia mai târzii, iar orzul îndeosebi în timpul înfloritului.

5.4.3. Influenţa asupra mediului ambiant

Apele necorespunzătoare din punct de vedere calitativ folosite la irigaţii au efecte negative asupra mediului ambiant, poluând solul, apele de suprafaţă şi subterane, flora şi fauna. Datorită acestor ape are loc şi o poluare secundară a aerului, prin transferarea în atmosferă a substanţelor volatile sau a celor antrenabile de vânturi. Consecinţele sunt numeroase, diverse şi complexe. Astfel, sărurile nocive conţinute în apă ajung în plante prin relaţii de translocare. Ele se acumulează în ţesuturile frunzelor, în seminţe şi fructe pătrund apoi în ciclul alimentar al omului fie direct, fie prin intermediul alimentelor de natură animală sau vegetală provocând organismului uman grave tulburări. Sunt anumiţi compuşi chimici sau elemente ca molibdenul, seleniul, metalele grele (cadmiu, crom, plumb, mercur), nitraţii şi nitriţii precum şi aproape toţi compuşii organici care au acţiune toxică asupra oamenilor şi animalelor fără a fi afectate plantele cultivate în cursul dezvoltării lor. De asemenea, agenţii patogeni şi infecto-contagioşi, viruşii şi bacteriile pe care apele uzate le conţin se regăsesc în produsele agricole, determinând atunci când sunt consumate în stare crudă diferite infecţii, îmbolnăviri etc. Cele arătate, pun în evidenţă necesitatea depoluării apei înainte de a fi utilizată în irigaţii, apa având un rol deosebit, în interrelaţie cu ceilalţi factori, în conservarea nealterată a mediului ambiant.

5.5. ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Caracterizaţi apele de suprafaţă.

2. Caracterizați apele subterane.

3. Care sunt însușirile apei pentru irigație?

4. Care sunt indicii calitativi ai apelor de irigație?

5. Ce lege asigură cadrul legislativ pentru desfășurarea activității de irigații?

6. Descrieți mijlocele de îmbunătățire a calității apei de irigație.

7. Definiți turbididatea. În ce se măsoară aceasta?

8. Ce reprezintă conductivitatea electrică?

9. Cum se calculează indicele CSR?

10. Cum se calculează indicele SAR?

11. Descrieți pe scurt influența apei de irigație necorespunzătoare sub aspect calitativ asupra solului.

12. Descrieți pe scurt influența apei de irigație necorespunzătoare sub aspect calitativ asupra plantelor.

13. Descrieți pe scurt influența apei de irigație necorespunzătoare sub aspect calitativ asupra mediului ambiant.

14. Prin ce se caracterizează apele subterane?

15. Care este principala sursă de apă de suprafață pentru irigații?

5.6. TESTE DE AUTOEVALUARE

1. *Apele subterane curpind:*

a) cursurile naturale de apă, izvoarele, apa freatică şi straturile subterane adânci
b) izvoarele, lacurile permanente, apa freatică şi straturile subterane adânci
c) izvoarele, apa freatică şi straturile subterane adânci

2. *Principalele însuşiri fizico-chimice care se iau în considerare la aprecierea apei de irigaţie sunt:*

a) temperatura apei, turbiditatea, gradul de aeraţie, reacţia, concentraţia în elemente chimice şi în săruri solubile
b) temperatura apei, turbiditatea, gradul de aeraţie, reziduul salin, concentraţia în elemente chimice şi în săruri solubile
c) temperatura apei, turbiditatea, gradul de aeraţie, modificarea componentei ionilor schimbabili, concentraţia în elemente chimice şi în săruri solubile

3. *Indicii calitativi ai apelor de irigaţie sunt:*

a) indici toxici şi dăunători, indici salini, indicele SAR, indicele CSR şi indici microbiologici
b) indici SAR, indici toxici şi dăunători, indici salini şi indici microbiologici
c) indici salini, indici toxici şi dăunători, indicele CSR şi indici microbiologici

4. *Turbiditatea reprezintă:*

a) cantitatea de aluviuni în suspensie transportate de apă în unitatea de volum
b) cantitatea de aluviuni în suspensie transportate de apă în unitatea de suprafață
c) cantitatea de aluviuni în suspensie transportate de apă

5. *Clasa C1 este utilizabilă:*

a) pe soluri permeabile şi la plante semitolerante la salinitate cantitatea de aluviuni în suspensie transportate de apă în unitatea de suprafață
b) la majoritatea solurilor şi plantelor de cultură
c) pe terenuri cu amenajări speciale pentru spălare şi drenaj, pe soluri permeabile şi plante tolerante la salinitate

6. *Subclasa S2 este utilizabilă:*

a) pe soluri permeabile fără amenajări special pentru spălare şi drenaj
b) pe soluri permeabile cu amenajări de spălare şi drenaj, precum şi cu aplicarea de amendamente organice şi minerale
c) la majoritatea solurilor

1.c; 2.a; 3.a; 4.a; 5.b; 6.a.

5.7. REZUMAT

Ca surse de apă pentru irigarea culturilor agricole se folosesc atât apele de suprafaţă, cât şi apele subterane care îndeplinesc condiţiile de calitate şi cantitate necesare.

Apele de suprafaţă cuprind: cursurile naturale de apă, lacurile permanente, bazinele de acumulare şi iazurile, canalele colectoare din sistemele de desecare, apele de evacuare din orezării, precum şi apele reziduale (uzate). În ultimul timp sunt folosite ca surse pentru irigaţii apele marine desalinizate.

Principala sursă de apă de suprafaţă pentru irigaţii o formează cursurile naturale de apă: Dunărea cu afluenţii ei şi râurile interioare.

Apele subterane cuprind: izvoarele, apa freatică şi straturile subterane adânci. Aceste ape se caracterizează prin debite relativ mici, temperaturi scăzute şi mineralizare accentuată. Toate acestea la care se adaugă captarea destul de dificilă şi costisitoare, mai ales pentru straturile adânci, fac ca apele subterane să fie utilizate la irigaţii pe scară redusă şi numai pentru amenajările locale.

Apa folosită pentru irigaţie trebuie să corespundă unor cerinţe de calitate care să influenţeze favorabil relaţiile complexe din sol-apă-plantă şi mediul ambiant.

Principalele însuşiri fizico-chimice care se iau în considerare la aprecierea apei de irigaţie sunt următoarele: temperatura, turbiditatea, gradul de aeraţie, reacţia, concentraţia în elemente chimice şi în săruri solubile.

Pentru caracterizarea apelor ce urmează a fi utilizate la irigaţii se stabilesc indici de calitate care se bazează pe rezultatele analizelor fizice, chimice şi biologice ale apelor. Este obligatoriu ca analizele să se facă periodic, deoarece calitatea apei se modifică în timp sub influenţa factorilor de mediu.

Indicii (indicatorii) calitativi ai apelor de irigaţie sunt, potrivit STAS 9450-88, următorii: indicatori salini: reziduul salin, săruri minerale dizolvate (cloruri, sulfaţi şi sodiu); indicle SAR şi indicele CSR; indicatori toxici şi/sau dăunători; indicatori microbiologici.

Calitatea apelor pentru irigaţie se mai poate aprecia şi după o serie de indicatori practici. Astfel se consideră: ape bune pentru irigaţie, acele ape în care cresc plante din genurile: Lemna, Nasturtium, Potamogeton, Veronica, Rannunculus, Glyceria şi Butomus; ape mediocre: Rumex, Arundo, Cicuta, Lythrum, Mentha, Scirpus, Jucus; ape necorespunzătoare: Carex, Nimphaea şi diferiţi muşchi.

Apele bune pentru irigaţie sunt, de regulă, pure şi limpezi, cu pietrişul curat, albia şi malurile lipsite de materii vâscoase verzi, nu se formează vegetaţie târâtoare, trăiesc în ele peşti de apă dulce şi broaşte.

Prin epurarea apelor se înţelege ansamblul de lucrări şi măsuri prin care sunt reţinute, neutralizate şi îndepărtate substanţele (în suspensie, coloidale şi dizolvate) conţinute de apă.

Cursurile de apă au capacitate naturală de epurare, aceasta depinzând de debitul sursei, temperatura mediului, reacţia pH, resursele de oxigen etc., precum şi de lungimea parcursă de apă de la locul de poluare, până la punctul de priză. Dar chiar dacă aceşti factori ar fi în optim, procesul de autoepurare nu poate avea efecte radicale, el nu poate rezolva în totalitate problemele calitative ale sursei de

apă. De aceea este necesar ca apa, chiar trecută prin procesul de autoepurare, să fie supusă în continuare unor tratamente de ameliorare înainte de a fi folosită la irigaţii.

Procedeele de epurare pot fi primare, secundare şi terţiare, iar metodele de epurare, mecanice (fizice), chimice şi biologice. Ele necesită amenajări şi instalaţii speciale.

În cazul folosirii la irigaţie a unor ape cu grad ridicat de mineralizare pot avea loc anumite procese care conduc la degradarea fizică, chimică şi biologică a solului, la scăderea fertilităţii solului, sau chiar la scoaterea lui din cultură.

Apa de irigaţie necorespunzătoare sub aspect calitativ are o influenţă defavorabilă asupra plantelor cultivate, prin acţiunea osmotică a soluţiei de sol, prin acţiunea specifică (metabolică) şi prin acţiunea corosivă sau toxică a sărurilor concentrate asupra plantelor.

Apele necorespunzătoare din punct de vedere calitativ folosite la irigaţii au efecte negative asupra mediului ambiant, poluând solul, apele de suprafaţă şi subterane, flora şi fauna. Datorită acestor ape are loc şi o poluare secundară a aerului, prin transferarea în atmosferă a substanţelor volatile sau a celor antrenabile de vânturi.

5.8. BIBLIOGRAFIE

Bibliografie obligatorie:

1. Notițe curs
2. MUREŞAN D., I. PLEŞA, N. ONU, P. SAVU, Z. NAGY, I. JINGA, AL. TEODOROIU, I. PĂLTINEANU, I. TOMA, I. VASILESCU, 1992, Irigaţii, desecări şi combaterea eroziunii solului. Editura didactică şi pedagogică Bucureşti.
3. SAVU P., D. BUCUR, S. I. JITĂREANU, 2005, Îmbunătăţiri funciare şi irigarea culturilor lucrări practice, Editura: „Ion Ionescu de la Brad„ Iaşi.

Bibliografie facultativă:

4. SCHNEIDER S.H., 1996, Water resources. In encyclopedia of climate and wather, Oxford University Press, New York, vol.2, pag. 817-823.

UNITATE DE ÎNVĂȚARE 6: PRIZE DE APĂ PENTRU IRIGAȚII. SISTEMUL DE IRIGARE, TIPURI DE AMENAJĂRI. METODE DE UDARE

CUPRINS UNITATE DE ÎNVĂȚARE 6:

6.1. PRIZE DE APĂ PENTRU IRIGAȚII 152

6.1.1. Prize gravitaționale 152

6.1.2. Stații de pompare 153

6.2. TIPUL DE AMENAJARE CU CANALE DESCHISE 156

6.2.1. Condiții de folosire 156

6.2.2. Schema hidrometrică generală de amenajare 157

6.2.3. Scheme de amenajare a sectoarelor de irigaţie pentru udarea prin scurgere la suprafaţă 159

6.2.4. Elementele reţelei provizorii de udare 160

6.2.5. Dimensionarea reţelei de canale de irigaţie 161

6.2.6. Calculul cotei de comandă a canalelor de irigaţie 164

6.2.7. Construcţii hidrotehnice pe reţeaua de canale 166

6.2.8. Reţeaua de canale de descărcare-evacuare 169

6.2.9. Reţeaua de drumuri de exploatare 169

6.3. AMENAJĂRI DE IRIGAŢII CU REŢEA DE CONDUCTE ÎNGROPATE170

6.3.1. Schema hidrotehnică a amenajărilor de irigaţie cu conducte îngropate 170

6.3.2. Conducte utilizate în amenajările de irigaţie 171

6.3.3. Instalaţii şi accesorii pe reţeaua de conducte îngropate 172

6.3.4. Executarea reţelei de conducte îngropate 173

6.3.5. Proba de presiune 174

6.4. METODE DE UDARE 175

6.4.1. Factori care determină alegerea metodei de udare 175

6.4.1.1. Proprietăţile fizice ale solului legate de aplicarea irigării 175

6.4.1.2. Proprietăţile hidrofizice ale solului legate de aplicarea irigării culturilor 176

6.4.1.3. Factorii naturali care determină necesitatea irigării 181

6.4.1.4. Planta ca factor în irigaţie 183

6.4.2. Tipuri de metode de udare 184

6.5. ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE 185

6.6. TESTE DE AUTOEVALUARE 187

6.7. REZUMAT 188

6.8. BIBLIOGRAFIE 189

INTRODUCERE

În prima parte a capitolului sunt prezentate elemente privind prizele de apă pentru irigații – prize gravitaționale și stații de pompare. În cadrul subcapitolului 2 se vor prezenta tipurile de amenajare cu canale deschise, condițiile de folosire, schemele şi reţelele necesare. Tot în acest captol se va prezenta dimensionarea şi construcţiile hidrotehnice pe reţeaua de canale de irigaţie şi calculul cotei de comandă a canalelor de irigaţie. Mai este prezentată şi schema hidrotehnică, conductele, instalaţiile şi accesoriile utilizate în amenajările de irigaţii cu reţea de conducte. De asemenea este prezentată executarea reţelei de conducte îngropate şi cum se ia proba de presiune. Sunt prezentați principalii factori în alegerea metodei de udare. La sfârşitul capitolului este prezentat un mic rezumat al acestui capitol, unele teste şi întrebări recapitulative şi o mică bibliografie.

OBIECTIVELE UNITĂȚII DE ÎNVĂȚARE 6:

La sfârşitul acestui capitol vei fi capabil:

- ✓ să definești priza de apă;
- ✓ să clasifici prizele de apă pentru irigații;
- ✓ să definești un sistem de irigații;
- ✓ să definești tipul de amenajare pentru irigații;
- ✓ să caracterizezi tipul de amenajare cu conducte deschise;
- ✓ să enumeri elementele rețelei provizorii de udare;
- ✓ să stabilileşti debitele;
- ✓ să calculezi cota de comandă;
- ✓ să enumeri componența sistemului de irigaţie cu conducte îngropate;
- ✓ să descrii executarea reţelei de conducte îngropate;
- ✓ să realizezi o probă de presiune;
- ✓ să caracterizezi construcţiile hidrotehnice;
- ✓ să prezinți factorii care determină alegerea metodei de udare;
- ✓ să enumeri metodele de udare.

Durata medie de studiu individual – 2 ore.

6.1. PRIZE DE APĂ PENTRU IRIGAȚII

Priza de apă reprezintă construcţiile şi instalaţiile frontale ale sistemului de irigaţie prin intermediul cărora se asigură preluarea sau derivarea apei din sursă şi transportul ei până la capătul canalului de aducţiune.

Prizele după modul de funcţionare se clasifică în: prize gravitaţionale, în cazul în care debitul se captează din sursă fără intervenţia unor instalaţii mecanice de ridicare a apei; prize cu ridicarea mecanică a apei, în care caz debitul este captat din sursă cu ajutorul staţiilor de pompare.

6.1.1. Prize gravitaționale

Prizele gravitaţionale se împart în:

- ***prize în curent liber*** - care asigură preluarea apei din sursa gravitaţională fără a se executa lucrări în albia canalului de apă. Aceste prize pot fi cu sau fără stăvilar frontal de reglare a debitului admis, cu una sau mai multe guri de captare. Capacitatea de captare este de 10-25% din debitul cursului.
- ***prize de apă cu pinteni de dirijare a curentului*** – care prezintă în plus faţă de cele în curent liber un pinten amplasat în albia minoră a cursului de apă, cu rol de a concentra şi dirija curentul de apă spre gura de captare. Pintenii se execută din anrocamente, căsoaie, gabioane etc. şi se dispun în plan înclinat spre amonte, la un unghi de 80-85°. Aceste prize captează până la 50% din debitul cursului de apă.
- ***prize de apă în curent barat*** – care sunt prevăzute cu lucrări transversale pentru închiderea albiei în vederea ridicării nivelului apei la cota necesară pentru captarea apei. Se poate capta în cazul prizelor cu baraj până la 90-95% din debitul cursului de apă. Bararea albiei se poate realiza cu ajutorul pragurilor de fund sau a barajelor deversoare executate din gabioane, zidărie de piatră cu mortar de ciment, beton sau beton armat.

Alegerea amplasamentului prizei este o problemă tehnică care trebuie analizată cu atenţie pentru a evita două situaţii periculoase:

- rămânerea prizei pe uscat, prin mutarea talvegului pe malul opus sau prin colmatarea ei;
- fenomene puternice de eroziune, care să conducă la prăbuşirea sau deterioararea ei.

La alegerea amplasamentului se vor avea în vedere următoarele criterii:

- albia cursului de apă să fie stabilă, cu maluri rezistente pe un sector suficient de lung în amonte şi aval de priză;
- să asigure contactul permanent cu apa chiar şi la nivelele cele mai scăzute;
- să existe condiţii geotehnice favorabile pentru construcţiile prizei;
- să realizeze o circulaţie favorabilă a curenţilor interiori, în sensul că straturile de apă de suprafaţă, mai limpezi, să fie dirijate către priză, iar straturile de fund, încărcate cu aluviuni mai grosiere către malul opus.

Amplasamentul cel mai indicat al prizelor de pe cursurile de apă corespunde malului concav şi anume treimii din aval a concavităţii, zonă unde curentul transversal combinat cu cel longitudinal dau naştere unei mişcări spirale, prin care structurile de apă de la suprafaţă sunt îndreptate spre malul concav iar cele de adâncime spre cel convex.

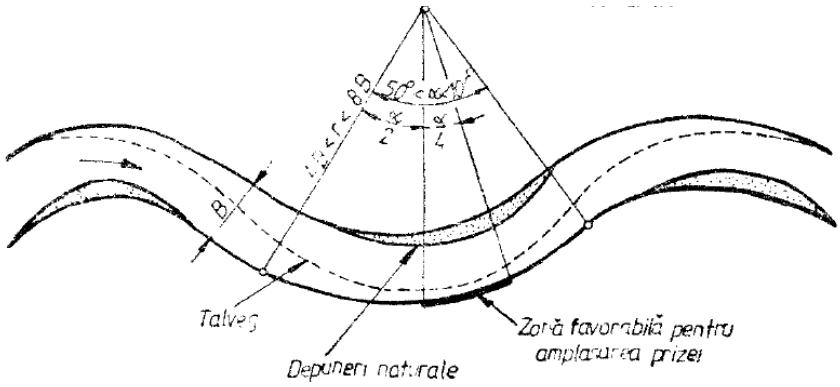


Figura 6.1. Amplasarea prizei în zona concavă

Pe de altă parte, captarea apei trebuie să se facă sub un unghi ascuţit (sub 45°) format de prelungirea albiei cu canalul de aducţiune, fapt care contribuie la micşorarea proporţiei de aluviuni care pătrund în canal.

6.1.2. Staţii de pompare

Staţiile de pompare cuprind un ansamblu de construcţii hidrotehnice, instalaţii hidromecanice, energetice şi de automatizare care au scopul de a prelua o anumită cantitate de apă din sursă şi a o ridica până la nivelul de la care apa va circula gravitaţional.

Staţiile de pompare se amplasează, de regulă, pe malurile râurilor, lacurilor naturale sau artificiale, ale canalelor, de aceea la alegerea amplasamentului se vor respecta aceleaşi condiţii ca şi la prizele gravitaţionale.

Elementele componente ale staţiilor de pompare. Ansamblul de construcţii şi instalaţii care alcătuiesc o staţie de pompare cuprinde: priza, aducţiunea, conducta de refulare, clădirea staţiei, instalaţii auxiliare şi echipamentul hidromecanic.

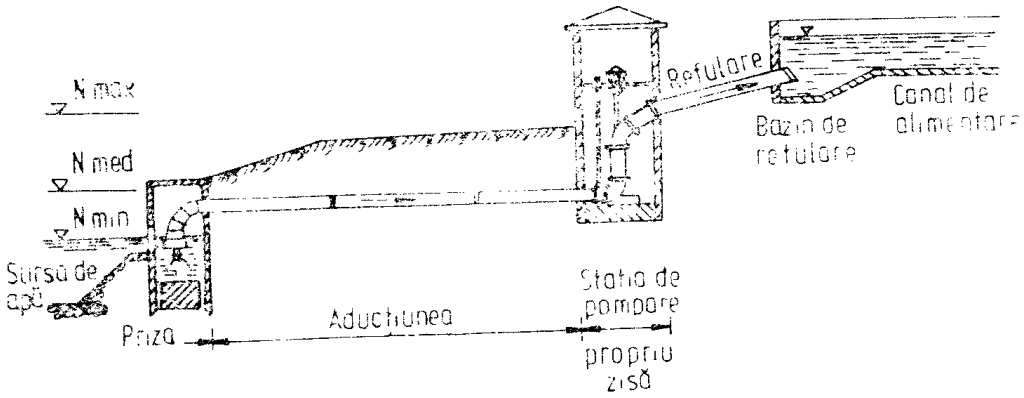


Figura 6.2. Părţile componente ale staţiei de pompare pentru irigaţii

1. Priza constă într-un aspirator simplu sau dintr-un puţ de captare cu rolul de a asugura captarea apei la orice nivel, fără aluviuni grosiere sau flotanţi.

2. Aducţiunea este construcţia prin care apa pătrunde de la priză până la agregatele de pompare. Aducţiunea se poate realiza gravitaţional printr-o conductă, prin aspiraţie sau prin sifonare.

3. Clădirea staţiei de pompare se compune din două părţi principale: infrastructura şi suprastructura. Infrastructura are rolul de a adăposti şi proteja agregatele de pompare împotriva intemperiilor şi prafului şi pentru a da posibilitate personalului de exploatare să execute lucrări de revizie şi reparaţii. În ultimul timp se execută staţii de pompare, în special SPP-uri, fără suprastructură, agregatele de pompare electrocapsulate funcţionând în aer liber.

4. Bazinul de refulare serveşte la disiparea energiei cinetice a apei la ieşirea din conducta de refulare, racordării cu canalul de aducţiune, distribuirii apei pe mai multe canale. Racordarea bazinului cu canalul de alimentare se realizează prin aripi verticale sau înclinate din beton.

5. Conductele de aspiraţie şi de refulare. Conducta prin intermediul căreia apa ajunge din bazinul de aspiraţie sau sursă la pompă poartă numele de conductă de aspiraţie, în timp ce conducta care transportă apa la flanşa de refulare a pompei până la bazinul de refulare reprezintă conducta de refulare.

6. Instalaţiile auxiliare cuprind instalaţiile de amorsare, de epuisment, de ventilaţie-încălzire, de ungere cu apă, mecanisme de ridicare.

7. Echipamentul hidromecanic al staţiilor de pompare. Noţiunea de echipament hidromecanic al staţiilor de pompare include: agregatul de pompare, respectiv pompa, motorul şi cuplajul dintre ele şi instalaţiile mecanice anexe de amorsare şi epuisment.

Cele mai utilizate pompe în lucrările de îmbunătăţiri funciare fac parte din grupa pompelor denumite turborotative. Aceste pompe sunt maşini hidraulice care transformă energia mecanică în energie hidraulică de presiune şi cinetică. Astfel, prin învârtirea unui rotor cu palete într-o carcasă, se transmite lichidului o energie de presiune şi o energie cinetică. După ieşirea din rotor energia cinetică se transformă, în mare parte, în energie de presiune.

Pompele turboreactive se caracterizează prin doi parametri principali: debitul şi înălţimea de pompare, care se condiţionează reciproc şi care la rândul lor depind de turaţia pompei.

Pompele centrifuge şi elicoidale. Pompele centrifuge sunt cele mai larg folosite în lucrările de îmbunătăţiri funciare, deoarece sunt de o construcţie relativ simplă, asigură debite mari, au un randament ridicat şi se fabrică într-o mare varietate de tipuri. Părţile componente ale unei pompe centrifuge sunt rotorul şi statorul.

Pompele elicoidale sau axiale. Pe lângă avantajele deosebite pe care le au pompele centrifuge, au şi un dezavantaj important, datorat pierderilor de sarcină mari care se datoresc faptului că apa intră axial în rotor şi iese radial. Ca urmare randamentul scade şi se măreşte costul pompării.

Pentru a înlătura acest neajuns, în anumite situaţii, debite mari şi înălţimi de pompare mici, se recomandă ca pompele centrifuge să fie înlocuite cu pompe elicoidale sau axiale, care sunt tot pompe cu rotor.

Pompele elicoidale au un consum mai redus de combustibil la unitatea de volum de apă pompată şi necesită un spaţiu mai mic pentru instalare, mai ales în cazul pompelor elicoidale cu ax vertical.

Alegerea pompelor. Alegerea tipului şi a numărului de agregate de pompare se face în funcţie de debitul maxim de pompat, înălţimea de pompare, tipul staţiei de pompare etc. La alegerea tipului de pompă se vor folosi curbele caracteristice ale pompelor sau cataloagele publicate de uzinele constructoare. Se va avea în vedere asigurarea unui randament maxim al instalaţiei şi asigurarea înălţimii de pompare.

Montarea pompelor în staţii. Agregatele de pompare fixe se montează pe fundaţii formate dintr-un bloc de beton suficient de rezistent şi de greu, astfel încât să poată prelua trepidaţiile şi şocurile ce pot să apară în mod normal în funcţionarea unei electropompe şi cu o suprafaţă care să permită plăcii de bază să se aşeze în întregime între limitele acesteia. Înălţimea plăcii de beton se ia aproximativ egală cu lăţimea plăcii. Montarea pe fundaţie a agregatului de pompare se realizează printr-o legătură fermă şi rigidă, astfel încât trepidaţiile să fie preluate de masa de beton a fundaţiei şi amortizate.

6.2. TIPUL DE AMENAJARE CU CANALE DESCHISE

Aprovizionarea dirijată a plantelor cu apă prin irigare necesită executarea unui **complex de lucrări şi amenajări cu ajutorul cărora se realizează captarea şi preluarea apei din sursă, transportul până la terenul de irigat şi distribuirea acesteia la plante**.

Totalitatea construcţiilor şi amenajărilor ce se execută în acest scop formează un **sistem de irigaţie**.

Ansamblul de lucrări care asigură conducerea şi distribuţia apei de la sursă până la sectoarele de irigaţie poartă numele de **tip de amenajare pentru irigaţii**. În cazul tipului de amenajare cu canale conducerea şi distribuţia apei se realizează prin intermediul unei reţele de canale de irigaţie, pe care sunt prevăzute o serie de construcţii hidrotehnice pentru reglarea debitelor şi nivelurilor, pentru asigurarea circulaţiei.

6.2.1. Condiții de folosire

Tipul de amenajare cu canale deschise se foloseşte cu precădere în cazul udării prin scurgere la suprafaţă, udări prin submersiune, subterană şi chiar în cazul udării prin aspersiune cu agregate mobile. Reţeaua de canale deschise împreună cu construcţiile hidrotehnice aferente se întâlnesc şi în sistemele mari de irigaţie prin aspersiune, acestea având rolul de a conduce apa de la sursă până la staţiile de punere sub presiune. La trasarea şi dimensionarea canalelor de aducţiune şi distribuitoare, cu excepţia canalelor distribuitoare de sector, se vor respecta aceleaşi principii de bază.

Tipul de amenajare cu canale deschise şi udarea prin scurgere la suprafaţă se poate folosi în următoarele condiţii naturale:

- condiţii orografice favorabile, respectiv terenuri cu grad redus de frământare,

cu pante mici şi uniforme, care să conducă în execuţie la volume mici de terasamente;

- terenuri cu drenaj bun, cu apa freatică la adâncime mai mare;
- soluri favorabile pentru udarea prin scurgere la suprafaţă.

6.2.2. Schema hidrometrică generală de amenajare

Tipul de amenajare cu canale deschise este alcătuit din lucrări de captarea apei din sursă, dintr-o reţea de canale de aducţiune şi distribuţie a apei, staţii de repompare şi construcţii hidrotehnice.

Reţeaua de canale de irigaţie. Într-un sistem de irigaţie cu canale şi udarea prin scurgere la suprafaţă, se pot întâlni următoarele tipuri de canale:

- canal magistral sau de aducţiune (CA);
- canale distribuitoare de ordinul I (CD I) – distribuitoare principale – care se amplasează la distanţa de 4–10 km unul faţă de altul;
- canale distribuitoare de ordinul II (CD II) – distribuitoare secundare – care se amplasează la distanţa de 1–3,2 km unul faţă de altul şi au o lungime de 2–5 km;
- canale distribuitoare de sector (CDS), cu lungimea de 800–2000 m şi distanţa între ele de 400–800 m;
- canale provizorii de irigaţie.

Trasarea reţelei de canale. Reţeaua de canale trebuie astfel concepută încât să satisfacă următoarele condiţii:

- să asigure o exploatare normală a terenului amenajat;
- să se realizeze cu un volum minim de lucrări, la un randament ridicat al sistemului;
- să se încadreze în organizarea teritoriului agricol;
- lucrările permanente să ocupe cât mai puţină suprafaţă agricolă.

Canalele de aducţiune şi cele distribuitoare de ordinul I şi II se amplasează pe cotele dominante ale terenului, excepţie făcând unele tronsoane impuse de anumite obstacole existente. La trasarea acestor canale, în afară de condiţiile de orografie, geotehnie şi hidrogeologie, se va urmări şi o sistematizare judicioasă a teritoriului din cadrul sistemului de irigaţie.

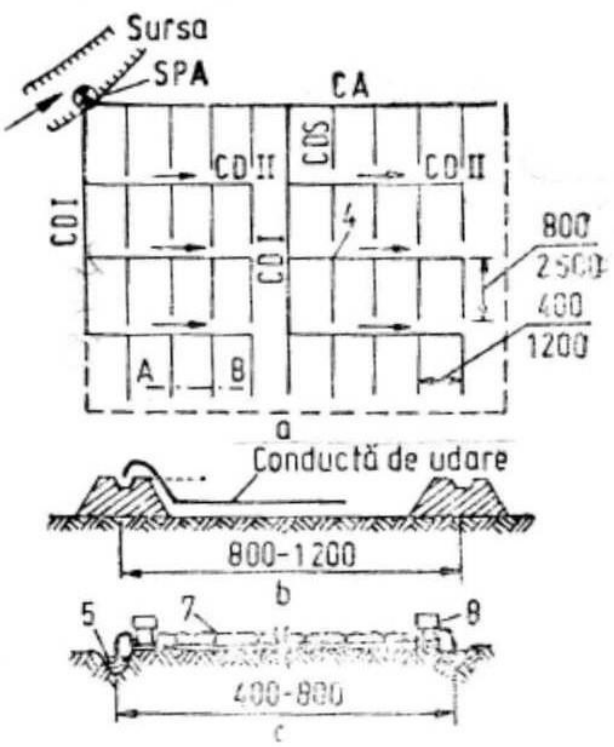


Figura 6.3. Amenajarea cu canale de pământ a) schema hidrotehnică; b) udarea prin scurgere la suprafaţă; c) udarea prin aspersiune

Canalele de ordin superior se execută pe cât posibil în debleu pentru a reduce volumele de terasamente, investiţiile, pierderile de apă prin infiltraţie şi suprafaţa de teren ocupată de lucrări. Această condiţie se impune pe tronsoanele inactive, pe tronsoanele din care derivă canale de ordin inferior, precum şi pe canalele distribuitoare de sector şi cele provizorii, nivelul apei trebuie menţinut deasupra liniei terenului pentru a permite trecerea apei pe brazdele de udare.

Canalele distribuitoare de sector alimentează cu apă sectoarele de udare care coincid, în majoritatea cazurilor, cu solele agricole. Sectorul de udare poate fi cultivat cu o singură cultură (în sistemele mari de irigaţie) sau cu mai multe culturi (în sistemele de irigaţie mici sau în unităţi cu profil legumicol). Canalele distribuitoare de sector se trasează în aşa fel încât să se obţină sectoare de formă şi dimensiuni cât mai regulate.

Suprafaţa optimă a sectoarelor de irigaţie este de 40-60 ha şi de maximum 100–120 ha. Dimensiunile optime ale sectoarelor de irigaţie sunt cuprinse între 800–1500 m lungime şi 400–800 m lăţime. În cazul grădinilor de legume, vii şi livezi suprafaţa sectoarelor poate fi mai mică. Dimensiunile sectorului de irigaţie trebuie să permită efectuarea nestânjenită a lucrărilor agricole, asigurând maşinilor şi utilajelor agricole posibilitatea de a lucra cu un randament ridicat.

Canalele distribuitoare de sector au lungimi corespunzătoare lungimii şi lăţimii sectorului de irigaţie. În condiţii favorabile de relief şi pantă, lungimea lor poate ajunge până la 2000–2500 m, iar distanţa dintre ele poate atinge 1000–1200 m.

Pe terenurile cu panta continuă, orientată într-un singur sens, canalele de ordin superior se vor amplasa pe latura cea mai înaltă a terenului irigat. Celelalte canale permanente se amplasează pe cote dominante faţă de terenurile care le alimentează, distribuţia apei făcându-se unilateral. Pe terenurile cu pantă în două sensuri, canalele se vor amplasa pe linia de separaţie a apei. Canalele se proiectează cu o pantă cât mai apropiată de panta generală a terenului pentru a evita deblee şi ramblee mari, precum şi ruperi de pantă (căderi), lucrări care măresc investiţiile şi conduc la o exploatare mai dificilă.

6.2.3. Scheme de amenajare a sectoarelor de irigaţie pentru udarea prin scurgere la suprafaţă

Schemele de amenajare se stabilesc pe baza unei analize tehnico-economice şi trebuie să satisfacă anumite cerinţe privind un regim de exploatare eficient, reducerea pierderilor de apă şi energie şi necesarul de forţă de muncă.

Alegerea schemei de amenajare este impusă de condiţiile orografice ale terenului, echipamentul de udare, cheltuieli de amenajare şi exploatare.

De regulă se deosebesc două scheme de amenajare:

a) schema longitudinală;

b) schema transversală

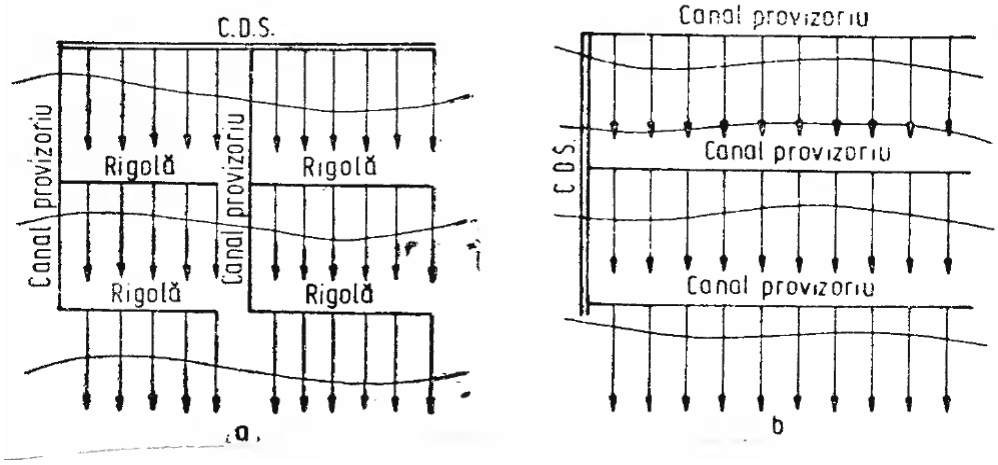


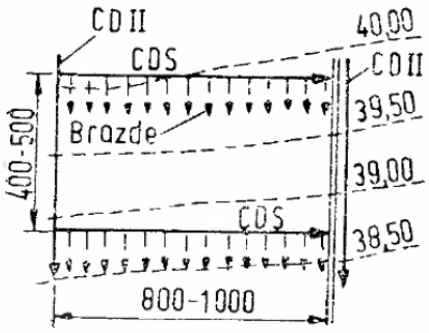
Figura 6.4. Scheme de amenajare cu canale provizorii:
a. schema longitudinală; b. schema transversală

Aceste scheme se deosebesc prin poziţia pe care o au brazdele faţă de elementul de ultim ordin al reţelei permanente care poate fi: canal, conductă, jgheab.

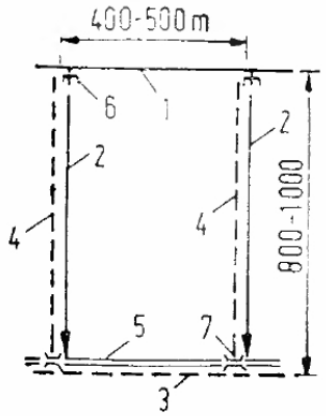
În schema longitudinală, brazdele de udare sunt amplasate perpendicular pe ultimul element permanent, în timp ce în schema transversală, brazdele sunt paralele cu acesta.

O condiţie principală în alegerea schemei de amenajare este orografia terenului. Astfel, în funcţie de panta terenurilor se aleg diferite scheme de amenajare.

Pentru reducerea la maximum a pierderilor de apă se recomandă căptuşirea canalelor distribuitoare de sector.



Schema de amenajare a sectorului de irigaţie pe terenurile cu panta cuprinsă între 0,003 şi 0,007.



Schema de amenajare a sectorului de irigaţie pe terenurile desecate: *1* — *CD II*; *2* — *CDS*; *3* — colector secundar; *4* — canal de desecare terţiar; *5* — drum de exploatare; *6* — stâvilar; *7* — podeţ.

Figura 6.5. Scheme de amenajare a sectoarelor de irigaţie

6.2.4. Elementele reţelei provizorii de udare

Amenajările de tip clasic cuprind o reţea provizorie formată din următoarele elemente: canale, rigole şi brazde de udare. Elementele reţelei provizorii se amenajează în fiecare an, iar unele dintre acestea necesită refacerea chiar şi în acelaşi sezon de irigaţie.

În amenajările moderne, canalele provizorii şi rigolele sunt înlocuite cu conducte mobile.

Canalele provizorii au următoarele caracteristici:

- transportă debite de 50–60 l/s şi au lungimi de 400–1000 m, cu o pantă longitudinală de 0,07–0,7%;
- secţiunea transversală este de formă trapeizoidală cu adâncimea de 0,4–0,6 m, lăţimea de fund 0,3–0,5 m, cu taluz 1:1;

- nivelul apei în canalul provizoriu trebuie să fie deasupra terenului cu 5–10 cm, la panta terenului sub 0,003 % şi cu 3–5 cm la pante mai mari de 0,003%.

Canalele provizorii din pământ se execută cu plugul. Rigolele de irigare au rolul de a transporta apa din canalele provizorii până la brazde sau fâşii. Rigolele se trasează aproape paralel cu linia curbelor de nivel, cu o pantă de 0,1–0,7%. Se execută cu lungimi între 50–200 m, cu lăţimea şi adâncimea la fund de 20–30 cm. Nivelul apei poartă debite de 20–40 l/s. Deschiderea rigolelor se face după aceleaşi procedee ca şi a canalelor provizorii prin una sau două treceri.

6.2.5. Dimensionarea reţelei de canale de irigaţie

Dimensionarea canalelor de irigaţii trebuie să se bazeze pe anumite principii, şi anume:

- amenajarea pentru irigaţii să asigure conservarea solului prin menţinerea şi îmbunătăţirea indicilor pedoameliorativi şi a condiţiilor hidrogeologice pentru prevenirea fenomenului de înmlăştinire şi sărăturare;
- soluţia de amenajare să asigure, în condiţii tehnice şi economice, regimul de irigare al culturilor şi sporul de producţie scontat, acţionând asupra factorilor restrictivi ca pierderile de apă, consumul de energie, consumul de materiale şi necesarul de forţă de muncă.

Debitele de dimensionare se stabilesc în funcţie de suprafaţa irigabilă, consumul plantelor prin evapotranspiraţie, perioada de udare în luna de vârf, durata zilnică de udare, randamentul global al amenajării, regimul distribuirii apei în reţeaua principală de aducţiune şi în cadrul amenajării interioare.

Pentru stabilirea debitelor, se foloseşte un parametru sintetic numit debit specific sau hidromodul de udare.

Hidromodulul de udare (qu) se calculează pentru fiecare cultură din asolament cu relaţia:

$$qu = \frac{1000 * m}{3600 * T * t} = \frac{m}{3{,}6 * t * T} \ (l\,s/ha)$$

în care:

m – este norma netă de udare, în m^3/ha;

t – durata medie de udare, în h/zi;

T – durata de udare, în zile;

Coeficientul 3,6 rezultă din transformarea normei de udare din m^3/ha în l şi a timpului din ore în secunde.

Hidromodulul de udare ponderat (qu pond) se calculează pentru toate culturile ce se irigă din amenajarea respectivă (asolament) cu relaţia:

$$qu\ pond = qu^* \propto (l/s^*ha)$$

în care:

$\propto$ – reprezintă raportul dintre suprafaţa ocupată de către o cultură şi întreaga suprafaţă a asolamentului irigat.

Hidromodulul maxim de udare (qu max) este hidromodulul culturii cu consum maxim în perioada de vârf. Hidromodulul maxim de udare serveşte la stabilirea debitului de dimensionare a canalelor distribuitoare de sector.

În sistemele mari de irigaţie, care cuprind mai multe unităţi agricole, se calculează şi hidromodulul de udare ponderat pe sistem, cu relaţia:

$$qu\ pond = \frac{qupond_1 S_1 + qupond_2 S_2 + \cdots + qupond_n S_n}{S_1 + S_2 + \cdots + S_n}$$

în care: qu $pond_1$ .....qu $pond_n$ este hidromodulul de udare din fiecare unitate

S_1, S_2.....S_n – suprafaţa irigată în fiecare unitate, în ha.

Hidromodulul ponderat pe sistem serveşte la calcularea debitului pentru dimensionarea prizei, a reţelei de aducţiune, a staţiilor de pompare şi repompare.

Determinarea debitului de dimensionare a canalelor distribuitoare de sector

Canalele distribuitoare de sector, pot funcţiona continuu sau prin rotaţie, cu debit constant sau variabil. Modul de funcţionare se stabileşte de proiectant şi trebuie respectat în timpul exploatării.

CDS–urile pot funcţiona prin rotaţie, în care caz transportă apă numai un număr de zile din luna cu consum maxim, sau continuu, când durata de funcţionare este de 30 de zile. Pe de altă parte, pot funcţiona cu debit constant, în care caz, pentru a pune de acord debitul distribuit cu cel consumat, la dimensionarea canalelor se prevăd volume de acumulare, sau cu debit variabil, când debitul distribuit este egal cu cel consumat.

În cazul funcţionării continue, intervalul dintre două udări este egal cu durata de udare a fiecărei culturi. Acest sistem de funcţionare presupune udarea simultană a tuturor culturilor din sistem. Debitul canalelor distribuitoare de sector se poate determina cu relaţiile:

$$Q_{CDS} = \frac{m}{3{,}6 * T * t * \eta_c * \eta_{CDS}} \ (l/s)$$

$$Q_{CDS} = S * qu\max * \frac{1}{\eta_c} * \frac{1}{\eta_{CDS}}$$

în care:

m – este norma de udare, în m^3/ha;

S – suprafaţa deservită de canal, în ha;

t – durata de udare, în h/zi;

T – durata de udare, în zile;

η_c – randamentul udării în câmp;

η_{CDS} – randamentul CDS-ului;

qu max – hidromodul maxim de udare al culturii.

La funcţionarea continuă T = 30 zile, iar la funcţionarea cu debit constant t = 24h.

Pentru toate cazurile de distribuţie, debitul de calcul trebuie să fie mai mare sau egal cu suma debitelor instalaţiilor de udare care funcţionează simultan pe canalul respectiv. În cazul în care udarea se face prin aspersiune cu agregate de pompare mobile, debitul canalului distribuitor de sector, fără posibilităţi de acumulare, se calculează cu relaţia:

$$Q_{CDS} = \frac{N_{agr} * Q_{agr}}{3{,}6\eta_{CDS}} \ (l/s)$$

Când pe canalul distribuitor de sector există posibilităţi de acumulare şi debit constant, valoarea debitului se calculează cu relaţia:

$$Q_{CDS} = \frac{N_{agr} * Q_{agr}}{3{,}6\eta_{CDS}} - \frac{N_{agr} * im * Q_{agr}}{24 * 3{,}6\eta_{CDS}} \ (l/s)$$

în care:

N_{cz} – este numărul de cicluri zilnice;

im – timpul de mutare – zvântare (în h)

Q_{agr} – debitul agregatului de pompare, m^3/h.

Debitul canalelor de ordin superior (CD) se calculează în funcţie de modul de funcţionare al canalelor din aval şi a posibilităţilor de acumulare pe fiecare tronson.

- când se realizează volumul de acumulare:

$$Q_{CD} = \frac{\sum Q * Q_i * ti}{tf} * \frac{1}{\eta_{CD}} \ (l/s)$$

- când nu se realizează volumul de acumulare:

$$Q_{CD} = \sum Q_{av} * \frac{1}{\eta_{CD}} \ (l/s)$$

în care:

Q_i*ti – este produsul dintre debitele canalelor din aval şi timpul efectiv de udare pe zi, în sec;

tf – timpul efectiv de funcţionare pe zi a CD, în secunde;

η_{CD} – randamentul canalelor de distribuţie.

Debitul de dimensionare al staţiilor de pompare se stabileşte în funcţie de rolul pe care îl îndeplinesc. Pentru staţiile ce refulează în reţelele ce au posibilitate de acumulare şi funcţionare cu debit constant, valoarea debitului se stabileşte cu relaţia:

$$Q_{SP} = qu\ pond * S_{SP} * \frac{1}{\eta_{C_{\eta_r}}} * \frac{1}{\eta_C \cdot \eta_r}$$

în care:

Q_{SP} – este debitul staţiei de pompare sau repompare, în l/s;

S_{SP} – suprafaţa net irigabilă deservită de staţia de pompare, în ha;

qu pond – hidronomul de udare ponderat, în l/s ha;

η_c – randamentul de aplicare al udării în câmp;

η_r – randamentul reţelei alimentate de staţia de pompare.

Pentru staţiile de punere sub presiune a reţelei ce deserveşte un plot de irigaţie prin scurgere la suprafaţă, valoarea debitului se stabileşte cu relaţia:

$$Q_{SPP} = qu\ pond * S_{SPP} * \frac{24}{tf} * \frac{1}{\eta_{C_{\eta_r}}} \frac{24}{tf} * \frac{1}{\eta_C \cdot \eta_r}$$

în care:

Q_{SPP} – reprezintă debitul staţiei de punere sub presiune, în l/s;

S_{SPP} – suprafaţa net irigabilă deservită de staţia de punere sub presiune, în l/s;

tf - durata zilnică de funcţionare a staţiei de punere sub presiune, în h/zi.

6.2.6. Calculul cotei de comandă a canalelor de irigaţie

Pentru o bună distribuire a apei pe terenurile irigate reţeaua de canale de alimentare trebuie să fie amplasată în plan vertical, la anumite cote astfel încât să se asigure curgerea gravitaţională a apei de la sursă la terenurile irigate în condiţiile de debit şi viteze admisibile proiectate.

Cota nivelului apei care trebuie asigurată în capătul amonte al fiecărui canal se numeşte **cotă de comandă**.

Pentru a asigura aplicarea udărilor în câmpurile irigate, nivelul apei în canale se proiectează astfel:

- la udarea prin scurgere la suprafaţă nivelul apei în canalele provizorii, care alimentează brazdele sau fâşiile trebuie să fie cu 10 cm deasupra cotei celei mai ridicate a terenului, cota de comandă a acestuia calculându-se cu relaţia:

$$C_{c\ prov.} = Ct + Ho + \Delta h_2 \text{ (m)}$$

În cazul în care udarea se face cu echipament mobil, cota de comandă se calculează cu relaţia:

$$C_{cu} = Ct + 0{,}4 + \Delta h_2 \pm \Delta h_1 \text{ (m)}$$

în care:

$C_{c\ prov}$ – este cota de comandă a canalului provizoriu;

C_{cu} – cota de comandă a conductei de udare;

Ct – cota terenului în punctul cel mai înalt al traseului canalului (conductei de udare);

0,4 – presiunea minimă a apei la ultimul orificiu;

Ho – înălţimea stratului de apă faţă de teren (0,10 m pentru culturile agricole şi 0,20 m pentru orez);

Δh – diferenţa de nivel între capetele amonte şi aval ale canalului (pierderea de sarcină), în m.

$$\Delta h = I_c * L \text{ (în m)}$$

în care:

I_c – este panta canalului;

L – lungimea canalului;

Δh_1 – pierderea de sarcină pe conductele mobile de udare, în m.

$$\Delta h_1 = Lcu \cdot Jcu + Lct\ \ Jct \text{ (mCA)}$$

în care:

Lcu, Lct – este lungimea conductei de udare, respectiv transport, în m;

Jcu, Jct – pierderi de sarcină pe conductele de udare respectiv transport, în m/m;

Cota de comandă a canalului distribuitor de sector se stabileşte în funcţie de cota de comandă a canalelor provizorii de irigaţie sau a conductelor de udare cu relaţia:

$$C_{CDS} = C_{cprev} + Z + \Delta H \text{ (m)}$$

în care:

Z – este pierderea de sarcină a lucrărilor de artă de pe canal (stăvilare, deversoare, vane).

În cazul când canalul distribuitor de sector este înlocuit cu conducte de transport mobile, în calculul cotei de comandă se iau pierderile de sarcină care se înregistrează pe acestea.

La amenajările de irigaţii cu udare prin aspersiune, cota de comandă la agregatul mobil sau staţiile de punere sub presiune se defineşte prin înălţimea de pompare, care se calculează pe principii asemănătoare cu cele de la amenajările prin scurgere la suprafaţă.

Nivelul apei în canalul din care se alimentează agregatele mobile de pompare sau staţiile de punere sub presiune poate fi sub sau deasupra cotei terenului, în limita înălţimii de aspiraţie a agregatelor de pompare, coloana de apă în canale trebuie să fie cu 0,35–0,40 m deasupra sorburilor sau aspiratoarelor.

6.2.7. Construcţii hidrotehnice pe reţeaua de canale

Pentru funcţionarea în bune condiţii a sistemului de irigaţie din punct de vedere hidraulic şi pentru exploatarea optimă a suprafeţei irigabile, este necesar ca pe reţeaua de canale să se prevadă o serie de construcţii hidrotehnice cu diferite funcţiuni.

Din punct de vedere funcţional, construcţiile hidrotehnice se împart în următoarele grupe:

- construcţii hidrotehnice care asigură o bună funcţionare hidraulică şi un regim normal de exploatare;
- construcţii hidrotehnice de intervenţie, care permit intervenţii rapide în caz de avarii;
- construcţii hidrotehnice pentru automatizarea reţelei de canale sau funcţionare după un program.

Construcţii hidrotehnice pentru asigurarea regimului normal de exploatare.

În cadrul acestei grupe se includ: stăvilarele, căderile, construcţiile de intersecţie a două canale (subtraversări orizontale sau sifonate), sifoanele, podurile.

Stăvilarele – se împart în două categorii în funcţie de rolul care îl îndeplinesc şi anume:

- stăvilare regulatoare de nivel – au rolul de a regla nivelul apei în canale în funcţie de necesităţi şi se amplasează în aval de nodurile de distribuţie mai importante, în capătul amonte al canalelor derivate din canalul de ordin superior, sau pe traseul canalelor distribuitoare.
- stăvilare regulatoare de debit (stăvilare de distribuţie) – care se amplasează în capătul amonte al canalelor de distribuţie în scopul reglării debitelor conform graficului de consum al apei.

Căderile sunt construcţii hidrotehnice care asigură trecerea apei de la un nivel superior la un nivel inferior, pe distanţă scurtă, fără a se degrada secţiunea canalului în care scop se prevăd cu ecran în partea din amonte şi cu un bazin disipator în aval pentru localizarea scurgerii turbulente a apei.

Construcţiile de intersecţie a două canale pot fi: subtraversări orizontale şi subtraversări sifonate în funcţie de cotele şi debitele canalelor intersectate.

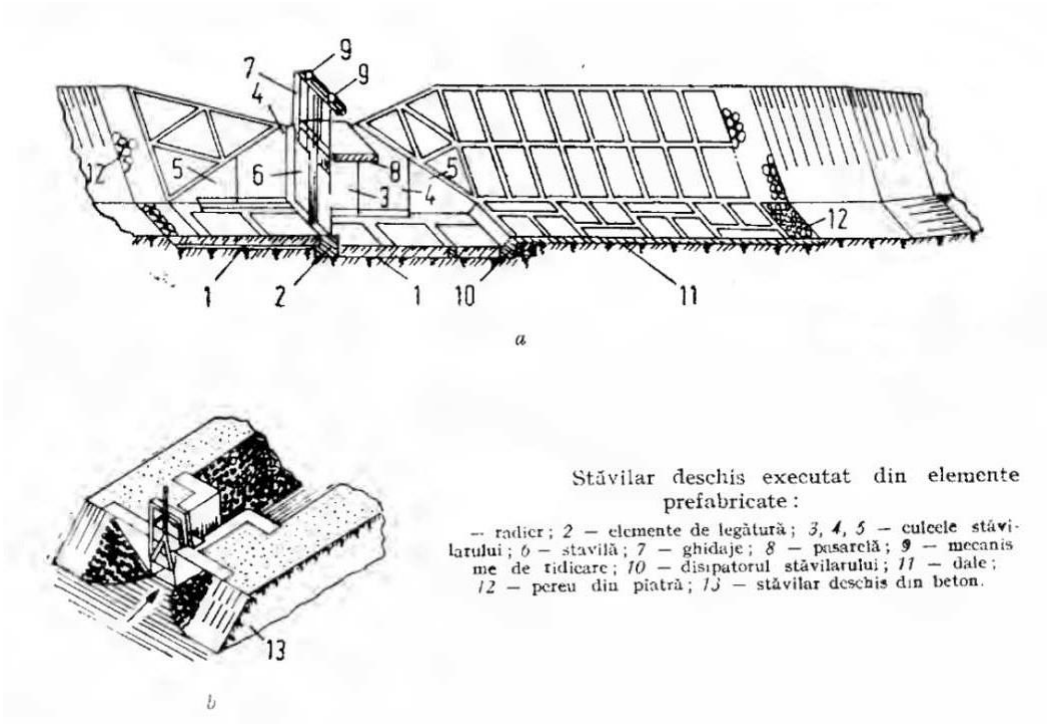


Figura 6.6. Stăvilar deschis executat din elemente prefabricate:
1- radier; 2 - elemente de legătură; 3,4,5 - culeele stăvilarului; 6 - stăvila;
7 - ghidaje; 8 - pasarelă;
9 - mecanisme de ridicare; 10 - disipatorul stăvilarului; 11 - dale;
12 - pereu din piatră; 13 - stăvilar deschis din beton.

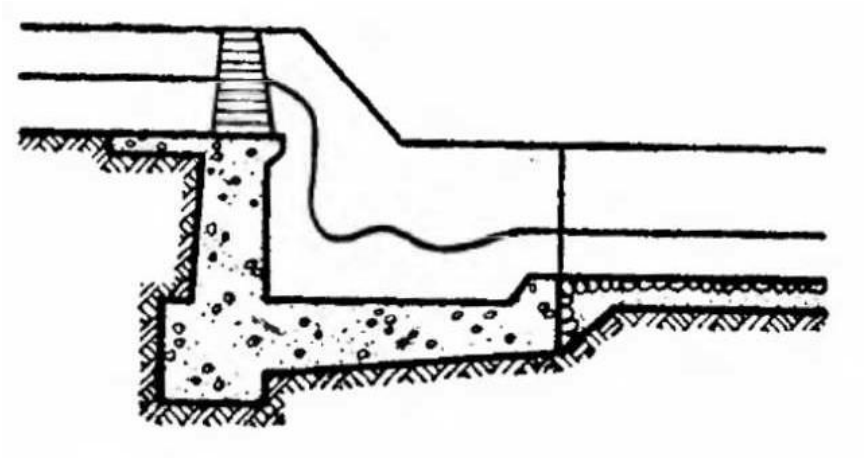


Figura 6.7. Cădere din beton cu o singură treaptă

Sifoanele sunt construcţii hidrotehnice de traversare a canalelor, drumurilor, căilor ferate, văilor adânci în cazul în care nivelul apei în canal este deasupra căii de circulaţie sau văii.

Podurile sunt construcţii hidrotehnice care asigură circulaţia pe drumurile care intersectează canalele de irigaţii.

Din punct de vedere constructiv se deosebesc: poduri dalate sau tubulare.

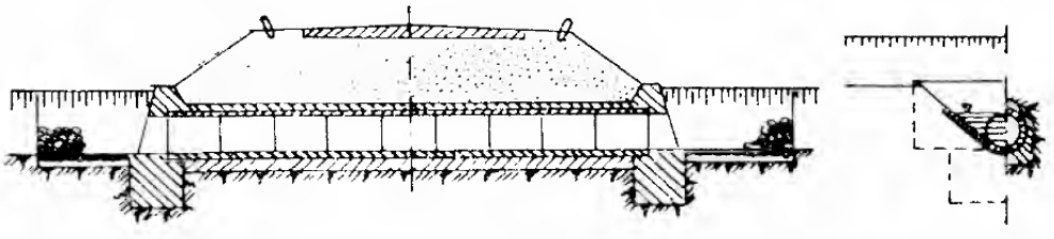


Figura 6.8. Podeţ tubular

Construcţii hidrotehnice de intervenţie. În caz de avarii, admisia apei pe canalul respectiv trebuie oprită, iar apa din bieful avariat trebuie evacuată, creând condiţiile unei intervenţii rapide care să repună sistemul în funcţiune, într-o perioadă cât mai scurtă.

Golirile de fund sunt construcţii hidrotehnice prin care se realizează golirea canalului în caz de avarii cât şi la sfârşitul perioadei de irigaţie.

Construcţii hidrotehnice de siguranţă. Pentru prevenirea avariilor pe reţeaua de canale, în cazul unor dereglări în regimul de funcţionare al acestora, se prevăd construcţii hidrotehnice de suprafaţă ca: deversoare, sifoane de descărcare.

6.2.8. Reţeaua de canale de descărcare-evacuare

Sistemele mari de irigaţii, pe lângă lucrările de aducţiune şi distribuţie a apei de la sursă până la ultimul element permanent sunt prevăzute cu o reţea de descărcare a reţelei de alimentare, de preluarea infiltraţiilor şi de evacuarea apelor de pe suprafaţa solului provenită din ploi torenţiale, topirea zăpezilor etc.

Pe suprafeţele cu exces de umiditate pe care se prevăd lucrări de desecare, reţeaua de descărcare-evacuare se corelează cu reţeaua de desecare.

Pe anumite canale de alimentare se prevede descărcarea reţelei de canale de irigaţie, în care scop capătul aval al canalului de alimentare, pe care se face descărcarea se racordează la emisar cu un canal de descărcare numit canal terminal.

Pe reţeaua de canale de descărcare–evacuare şi de preluare a infiltraţiilor se prevăd construcţii hidrotehnice (căderi, racorduri, debuşee).

6.2.9. Reţeaua de drumuri de exploatare

În cazul reţelelor de irigaţie, colectare–evacuare şi desecare se prevede o reţea de drumuri de exploatare hidroameliorativă care permite accesul la lucrările proiectate pentru exploatarea şi întreţinerea acestora.

Pentru anumite lucrări importante: staţii de repompare, de pompare, noduri hidrotehnice, construcţii de exploatare se prevăd drumuri de acces.

Reţeaua de drumuri pentru exploatarea hidroameliorativă se completează cu o reţea de drumuri pentru exploatarea agricolă a terenurilor astfel încât să se asigure accesul la sole.

Amplasarea drumurilor se face urmărindu-se accesul uşor la fiecare solă, distanţele minime pentru transportarea recoltei la punctele de depozitare şi distanţele minime faţă de centrele populate.

Pentru a nu crea multe traversări ale reţelei de alimentare şi desecare, drumurile agricole se amplasează pe la capetele aval ale canalelor distribuitoare.

Reţeaua de drumuri de exploatare cuprinde drumuri de solă – amplasate pe una din laturile acestora.

În cazul irigării prin scurgere la suprafaţă (brazde, fâşii, inundare), drumurile se vor amplasa obligatoriu pe marginea solelor pentru a nu împiedica scurgerea gravitaţională a apei pe câmpurile irigate.

6.3. AMENAJĂRI DE IRIGAŢII CU REŢEA DE CONDUCTE ÎNGROPATE

În cadrul amenajărilor moderne de irigaţii un loc important îl constituie amenajările cu conducte îngropate, care prezintă o serie de avantaje faţă de amenajările tradiţionale şi anume:

- execuţie mecanizată în proporţie de peste 95%, cu utilaje de mare productivitate şi înaltă tehnicitate;
- exploatare uşoară cu posibilitatea controlării tuturor parametrilor hidraulici şi tehnici ai udării;
- sistemul permite un grad înalt de automatizare şi chiar o automatizare totală în sistemele prevăzute cu instalaţii de udare autodeplasabile;
- randamentul sistemului poate ajunge până la 95%, pierderile de apă fiind minime;
- forţa de muncă este mult mai redusă iar sistemele automatizate sunt exploatate de un număr redus de operatori electromecanici;
- întreţinerea şi reparaţiile se fac de către echipe specializate de tip „service”, dotate cu utilaje, instalaţii şi aparatura necesară.

6.3.1. Schema hidrotehnică a amenajărilor de irigaţie cu conducte îngropate

Sistemul de irigaţie cu conducte îngropate se compune din:

- staţie de pompare pentru alimentare (SPA) – are rolul de a prelua apa din sursă şi de a o aduce în canalul de aducţiune;
- canalul de aducţiune (CA) şi canalele de distribuţie (CD), pe care se transportă apa până la staţiile de pompare de punere sub presiune;
- staţiile de pompare de punere sub presiune (SPP), care preiau apa din reţeaua de canale şi o refulează sub presiune în reţeaua de conducte îngropate;
- reţeaua de conducte, compusă din conducte îngropate de transport (CP şi CS) şi conducte îngropate de distribuţie, numite antene (A), prin această reţea de conducte apa este tranzitată şi distribuită sub presiune la hidranţii de alimentare ai echipamentului mobil de udare.

6.3.2. Conducte utilizate în amenajările de irigaţie

În amenajările de irigaţii cu conducte îngropate se folosesc tuburi din diferite materiale şi anume: azbociment, beton armat precomprimat, PVC, rigid şi oţel.

Ponderea cea mai mare în reţelele de conducte îngropate o au tuburile din azbociment şi beton armat precomprimat.Tuburile din PVC se folosesc numai în cazuri obligate (presiuni mai mari de 10 daN/cm^2, lucrări de traversare drumuri, căi ferate, terenuri alunecătoare).

Tuburi din beton armat precomprimat (PREMO). În amenajările de irigaţii, când debitele de apă transportate necesită conducte de diametre mai mari de 400 mm, se folosesc tuburi din beton armat precomprimat.

Diametrele nominale curente ale tuburilor care se fabrică sunt: 400, 600, 800, 1000 mm.

Lungimea utilă a tuburilor este de 5 m. Îmbinarea tuburilor din beton armat precomprimat se realizează cu inele din cauciuc.

Tuburi din azbociment. Tuburile din azbociment se fabrică de două tipuri: A12 – care lucrează la o presiune de regim de 6 daN/cm^2 şi A 20 – pentru o presiune de regim de 10 daN/ cm^2. Diametrele nominale ale tuburilor din azbociment care se fabrică sunt: 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350. Îmbinarea tuburilor din azbociment se realizează cu mufă şi garnituri inelare de cauciuc.

Tuburi din PVC rigid (policlorură de vinil) au o utilizare din ce în ce mai mare, prezentând o serie de avantaje: rezistenţă mecanică şi chimică bune, greutate specifică redusă, asamblare simplă.

În funcţie de presiunea maximă de lucru, tuburile din PVC, se fabrică în trei sortimente: tip uşor (U), tip mediu (M) şi tip greu (G). Tuburile din PVC se fabrică în lungime de 6 m şi 9 m, cu un capăt şanfrenat, iar celălalt capăt cu mufă, îmbinarea acestora făcându-se cu garnituri inelare din cauciuc, la următoarele diametre nominale: 113: 144,6; 180,8 şi 203,4 mm.

Tuburi din oţel. În amenajările de irigaţii, conductele din oţel au o utilizare mai redusă, oţelul fiind un material energo–intensiv şi deficitar, având utilizări superioare în alte sectoare ale economiei naţionale.

6.3.3. Instalaţii şi accesorii pe reţeaua de conducte îngropate

Reţelele de conducte îngropate din sistemele de irigaţii sunt prevăzute cu o serie de instalaţii şi accesorii care asigură o bună funcţionare în exploatarea şi securitatea conductelor.

Vanele – sunt armături care se montează pe conducte, cu rol de a închide sau regla circulaţia apei în secţiunea în care sunt amplasate.

În funcţie de locul în care sunt amplasate se deosebesc:

- vane de linie;
- vane de capăt.

Vanele hidrant. Pe conductele de distribuţie se montează la distanţe egale, vanele hidrant care fac legătura dintre reţeaua de conducte îngropate şi echipamentele mobile de udare.

Vanele de golire. Se utilizează pentru evacuarea apei din conducte la sfârşitul perioadei de irigaţie sau în caz de avarii.

Aceste vane se amplasează în punctele cele mai joase ale conductelor şi pot fi: vană de descărcare şi vane de descărcare.

Dispozitivele de preluare a suprapresiunilor. Prin închiderea şi deschiderea bruscă a vanelor şi prin variaţia vitezei apei în conducte, se creează o suprapresiune, denumită „lovitură de berbec”. În cazul unor suprapresiuni mai mari decât presiunea maximă admisă de materialul de construcţie, conductele pot fi distruse prin spargere. Pentru protejarea conductelor împotriva efectelor suprapresiunii se prevăd dispozitive speciale antişoc. Aceste dispozitive de preluare a suprapresiunilor se prevăd în următoarele condiţii: la staţiile de punere sub presiune – dacă acestea nu sunt prevăzute cu hidrofor; în amonte de vanele de dimensiuni mari de 600 mm; pe conductele secundare la intervale de 2,0-2,5 km.

Dispozitive de aerisire-dezaerisire. Alte fenomene care pot apare în reţeaua de conducte sunt următoarele: producerea de vid în conducte în cazul în care la staţia de pompare se produce o avarie, ceea ce conduce la turtirea conductelor; formarea unor pungi de aer, determinate în special de manevrarea dispozitivelor de închidere şi deschidere care obturează secţiunea de scurgere şi creează suprapresiuni în secţiunea respectivă.

Pentru evitarea deteriorării conductelor datorate acestor fenomene, în punctele cele mai înalte ale reţelei de conducte (în plan vertical) se prevăd dispozitive de aerisire-dezaerisire (DAD), care se protejează în cămine de beton.

Masivele de ancoraj. În anumite puncte ale reţelei de conducte (coturi, reducţii, teuri, capete, conducte), datorită presiunii ridicate la care circulă apa, pot apare eforturi, care tind să deplaseze conductele din poziţia lor iniţială. Pentru a preîntâmpina aceste neajunsuri se folosesc masive de ancoraj din beton.

6.3.4. Executarea reţelei de conducte îngropate

În cadrul unui sistem de irigaţie, reţeaua de conducte îngropate se execută conform prevederilor din proiect, după o succesiune logică a fazelor de execuţie şi anume: materializarea pe teren a traseului conductelor, săparea tranşeelor, pozarea conductelor, umplerea tranşeelor, proba de presiune.

Materializarea pe teren a traseului conductelor se face cu ţăruşi din 50 în 50 m şi cu jaloane în punctele principale: capăt amonte, schimbări de aliniament, intersecţii, capăt aval.

Săparea tranşeelor se face numai după o completă organizare a lucrărilor pe tronsoane dinainte stabilite şi aprovizionarea cu materialele necesare: conducte, mufe, garnituri, piese speciale, hidranţi etc.

Executarea săpăturilor se face mecanizat, folosind în acest scop săpătoare de şanţuri, excavatoare etc.

Pozarea conductelor se face după executarea şanţului la dimensiunile şi pantele din proiect. Înainte de a introduce materialele în şanţ pentru a fi montate se face o verificare atentă a acestora, nu trebuie să prezinte defecţiuni.

Lansarea tuburilor în tranşee se face manual pentru diametre până la 200 mm şi cu utilaje speciale pentru diametre mai mari de 200 mm.

Montarea conductelor comportă următoarele operaţiuni:

- ungerea garniturilor inelare de cauciuc cu soluţie de săpun şi aşezarea acestora pe capătul şanfrenat al conductei;
- montarea mufei pe conductă şi rotirea acesteia până ce garnitura de cauciuc ajunge la piedică;
- introducerea în mufă a capătului celeilalte conducte.

Pe fundul tranşeii, în dreptul mufelor se sapă locaşuri de 10-20 cm, pentru a permite sprijinirea tuburilor pe pământ, pe toată lungimea lor. Umplerea tranşeelor se face după montarea conductelor şi efectuarea probei de presiune. După montarea conductei se execută umplerea manuală a tranşeii cu pământ, compactat cu maiul de mână până la 30 cm deasupra generatoarei superioare a conductei. În dreptul mufelor, conducta se lasă neacoperită până după efectuarea

probelor de presiune, pentru a se putea urmări eventualele defecţiuni. După efectuarea probelor de presiune, se trece la astuparea completă a şanţului, care se execută cu buldozerul, lăsând pământul excedentar în zona tranşeii pentru compensarea eventualelor trasări ale umplerii necompactate.

6.3.5. Proba de presiune

Înainte de darea în funcţiune a unui sistem de irigaţii cu conducte se face verificarea bunei funcţionări a acestuia, prin probe de presiune. Probele de presiune a reţelei de conducte se fac în două etape: parţiale (pe tronsoane) şi generală (pe întreaga reţea). Încercările de presiune în cazul conductelor din beton armat precomprimat, azbociment şi PVC se fac numai cu apă. Proba de presiune parţială se face pe tronsoane care nu trebuie să depăşească 500-1000 m, urmărindu-se ca tronsonul să corespundă cu puncte de ramificaţie, vane etc. Antenele se probează o dată pe întreaga lor lungime. Pentru efectuarea probelor de presiune coductele se închid la capetele tronsoanelor cu capace speciale din fontă sau oţel, cu flanşe oarbe, sudate, prevăzute cu racorduri şi conducte de admisie pentru apă, cu ventile pentru evacuarea aerului, cu robinete de închidere şi deschidere a circuitelor de admitere cu apă şi manometre a căror gradaţii vor fi de 0,1 kgf/cm^2. Ridicarea presiunii se face treptat astfel: în prima etapă se ridică presiunea cu 1 gkf/ cm^2; în a doua etapă se ridică presiunea până la 3 gkf/ cm^2; în a treia etapă se ridică presiunea până la presiunea de regim. În fiecare etapă se menţine presiunea respectivă timp de o oră. Ridicarea presiunii, începând de la presiunea de regim până la presiunea de încercare se face în trepte de două atmosfere la fiecare sfert de oră.

După efectuarea încercărilor pe tronsoane se scade presiunea, se evacuează apa, se trece la asamblarea lor şi se montează armăturile şi accesoriile pe reţea. Proba generală de presiune se efectuează pe întreaga reţea de conducte, având montate toate instalaţiile şi accesoriile prevăzute în proiect, în condiţiile unui regim hidrodinamic şi constă în umplerea cu apă a reţelei de conducte şi ridicarea presiunii până la cea de regim, utilizând staţia de pompare pentru punere sub presiune definitivă a sistemului de irigaţie. Durata de încercare este de minimum două ore de la stabilizarea presiunii de regim, după care, dacă presiunea se menţine şi nu apar defecţiuni vizibile, reţeaua de conducte se consideră corespunzătoare pentru exploatare.

6.4. METODE DE UDARE

6.4.1. Factori care determină alegerea metodei de udare

6.4.1.1. Proprietăţile fizice ale solului legate de aplicarea irigării

Textura solului (compoziţia granulometrică) – indică mărimea şi forma particulelor de sol (pietriş, nisip, praf, argilă), precum şi proporţia în care acestea intră în alcătuirea diferitelor tipuri de sol. În funcţie de textură, solurile se clasifică în trei categorii mari: soluri uşoare cu un conţinut de peste 70% nisip; soluri mijlocii cu un conţinut de nisip de până la 70% şi argilă până la 35%; soluri grele, cu un conţinut de argilă mai mare de 35%.

Solurile uşoare (nisipoase, nisipo–lutoase) se caracterizeză printr-o capacitate redusă de reţinere a apei, fiind recomandate pentru udarea prin aspersiune şi prin picurare.

Solurile mijlocii (luto-nisipoase, lutoase) sunt soluri echilibrate din punct de vedere textural, pretându-se la toate tipurile de amenajare şi la toate metodele de udare.

Solurile grele (luto-argiloase, argilo-lutoase, argiloase) se caracterizează printr-o mare capacitate de reţinere a apei, fiind greu permeabile. Irigarea unor astfel de terenuri poate conduce la băltirea apei sau la scurgeri de suprafaţă, implicit la degradarea terenurilor şi la înrăutăţirea condiţiilor a plantelor.

Structura solului reprezintă modul de asamblare a particulelor de sol în agregate. Se disting două tipuri de structură: o microstructură a solului, reprezentată de agregate cu diametru mai mic de 0,25 mm şi o macrostructură, reprezentată de agregate cu diametru mai mare de 0,25 mm (Obrejanu 1966).

După forma particulelor care alcătuiesc agregatele de sol, structura poate fi: glomerulară (grăunţoasă), şistoasă, alunară, nuciformă, prismatică, bulgăroasă, columnară.

Structura solului poate fi degradată prin aplicarea neraţională a irigaţiei, prin utilizarea unei ape de irigat necorespunzătoare, prin aplicarea lucrărilor solului la o umiditate ridicată etc.

Greutatea volumetrică (Gv), numită şi greutate specifică aparentă sau densitate aparentă (Da) reprezintă raportul dintre greutatea solului în aşezarea sa naturală (G) şi volumul total al probei luate în considerare (Vt), inclusiv volumul porilor.

Greutatea volumetrică se exprimă în g/cm^3 sau t/m^3. Valorile greutăţii volumetrice determinate pe orizonturi de sol, sunt utile pentru transformarea valorilor procentelor de greutate ale umidităţii în unităţi de volum, transformare necesară în calcularea normelor de irigaţie şi normelor de udare.

Un sol relativ afânat prezintă valori ale greutăţii volumetrice până la 1,3–1,4 t/m^3, un sol tasat prezintă valori cuprinse între 1,4–1,6 t/m^3, iar un sol foarte tasat, între 1,6–1,8 t/m^3.

Greutatea specifică (Gs), numită uneori şi greutate specifică reală reprezintă raportul dintre greutatea probei (G) şi volumul particulelor solide (Vps), în aşezare compactă, exclusiv volumul porilor.

Valorile greutăţii specifice variază, în general, foarte puţin, de la un sol la altul, valorile medii fiind cuprinse în intervalul 2,65–2,70 g/cm^3.

Porozitatea solului reprezintă raportul dintre volumul solului neocupat de particulele solide (spaţiile pline cu aer şi apă) şi volumul total al solului.

În funcţie de dimensiunile porilor, porozitatea (spaţiul lacunar), poate fi: capilară (diametrul porilor este mai mic de 0,1-0,2 mm), în interiorul agregatelor structurale, şi necapilară (pori cu diametrul mai mare de 0,2 mm), între agregatele structurale. În general, porii capilari au rol de reţinere a apei în sol, iar cei necapilari asigură aerisirea solului.

Porozitatea totală (capilară şi necapilară) se determină după relaţia:

$$Pt = 100\left(1-\frac{Gv}{Gs}\right)$$

în care:

Pt – porozitatea totală (%);

Gv – greutatea volumetrică (g/cm^3);

Gs – greutatea specifică (g/cm^3).

Solurile cu textură mijlocie prezintă cea mai echilibrată porozitate (cu un raport optim între porii capilari şi cei necapilari), iar solurile grele se caracterizează printr-o porozitate redusă.

6.4.1.2. Proprietăţile hidrofizice ale solului legate de aplicarea irigării culturilor

Cunoaşterea proprietăţilor hidrofizice ale solurilor pe terenurile irigate constituie o condiţie de cea mai mare importanţă pentru înmagazinarea şi reţinerea apei în sol.

Cele mai importante proprietăţi hidrofizice ale solului, care trebuie cunoscute în exploatarea terenurilor irigate, sunt: permeabilitatea, capilaritatea şi capacitatea de reţinere a apei. Scopul practic al cunoaşterii proprietăţilor hidrofizice este de a putea dirija mecanismul înmagazinării apei în sol prin aplicarea unei agrotehnici specifice, în aşa fel încât apa înmagazinată în sol să fie pusă la dispoziţia culturilor agricole sub forma cea mai accesibilă.

Cunoaşterea indicilor este necesară în tehnica irigaţiei pentru calcularea normelor de udare şi, în general, pentru aplicarea unui regim optim de irigare.

Valoarea indicilor hidrofizici are un caracter convenţional. Cifra care indică mărimea dintre proprietăţile hidrofizice este constantă pentru un anumit sol, numai în anumite condiţii fizico-chimice.

Orice schimbare în textură, structură sau compoziţia chimică a solului, produsă prin intervenţia omului, ca de pildă distrugerea hardpanului prin lucrarea cu scormonitorul, întreţinerea permanentă a stratului afânat la suprafaţă, aplicarea îngrăşămintelor şi a amendamentelor, are ca urmare modificarea valorilor indicilor hidrofizici (D.Mureşan şi colab., 1992; Z.Nagy, 1982; O.Merculiev, 1986; E.Luca, 1994; P.Guş şi colab., 1998).

Permeabilitatea solului pentru apă. Este proprietatea solului de a permite trecerea apei prin el. Permeabilitatea solului este mai mare la început, descrescând treptat, pe măsură ce solul se îmbibă cu apă. Ea se stabilizează la o anumită valoare, corespunzătoare fazei când solul saturat permite trecerea apei cu o viteză constantă.

Acţionând asupra structurii şi gradului de afânare a solului, permeabilitatea pentru apă poate fi dirijată în sensul dorit, ceea ce este deosebit de important în cazul terenurilor irigabile.

Arăturile adânci, lucrarea cu scormonitorul, încorporarea îngrăşămintelor organice şi aplicarea amendamentelor de calciu, sunt principalele mijloace pentru mărirea permeabilităţii solurilor grele şi impermeabile.

Impregnarea solurilor nisipoase cu mâlul transportat de apă şi de pe fundul bălţilor, încorporarea unor cantităţi mari de materie organică în straturi succesive, compactarea terenului cu tăvălugul etc., reprezintă importante mijloace pentru micşorarea permeabilităţii solurilor uşoare în agricultura irigată.

În general, solurile irigabile trebuie să aibă o permeabilitate mijlocie pentru apă. Dacă solul are permeabilitatea prea mare, apa de irigaţie se pierde fără

folos în profunzime, iar dacă are permeabilitatea prea mică, apa bălteşte la suprafaţă.

Infiltraţia apei este un proces aflat în strânsă relaţie cu permeabilitatea, referindu-se doar la pătrunderea descendentă a apei în sol, pe diferite căi, sub acţiunea forţei gravitaţionale.

Viteza de infiltraţie este importantă în alegerea sistemului de amenajare, metodelor de udare, elementelor tehnice ale udării etc.

Capilaritatea solului. Este proprietatea solului prin care apa din pânza freatică se poate ridica la o anumită înălţime datorită forţei capilare. Stratul de sol sau subsol care conţine apa provenită din pânza freatică, prin intermediul forţei capilare, se numeşte franj capilar.

Dacă apa conţinută în franjul capilar este consumată de către plante, prin absorbţia rădăcinilor, sau se pierde prin evaporaţie la suprafaţa solului, atunci apa cheltuită este înlocuită cu cantităţi noi de apă ce se ridică prin forţa capilară. Capilaritatea solului se măsoară în înălţimea de ridicare a apei (înălţimea frajului capilar). Ea depinde de textura solului şi de cantitatea de săruri dizolvate în apă. Capilaritatea este proprietatea fizică a solului de care trebuie să se ţină seama, cu prioritate, în irigaţie. Când franjul capilar se află aproape de suprafaţa solului, ca în cazul solurilor freatic umede, aportul freatic contribuie la economisirea unei cantităţi apreciabile de apă de irigaţie.

Aportul freatic poate însă contribui la sărăturarea solului prin depunerea neîncetată pe pereţii capilarelor a sărurilor conţinute de apa freatică, de obicei mineralizată.

Contactul apei de irigaţie la nivelul franjului capilar cu apa freatică sărăturată are ca urmare difuziunea sărurilor în apa de irigaţie şi deci declanşarea sărăturării şi în stratul ocupat de rădăcini.

Capilaritatea solului are un rol important în umezirea freatică a solului, de care trebuie să se ţină seama la cultivarea plantelor în condiţii de irigare.

În general, solurile ce prezintă un franj capilar la suprafaţa solului nu au nevoie de irigaţie, ci de drenaj, eventual de măsuri pentru combaterea sărăturării. Irigarea apare necesară pe solurile din categoria solurilor ce prezintă franj capilar situat mai jos de stratul în care au ajuns rădăcinile plantelor cât şi pe unele soluri din categoria solurilor ce prezintă un franj capilar ce atinge stratul în care se dezvoltă rădăcinilor plantelor cultivate, atunci când aportul freatic nu compensează deficitul de umiditate din precipitaţii.

Trebuie avut în vedere că, datorită pierderilor de apă ce au loc prin infiltraţie în sistemele de irigaţie, se produce o ridicare treptată a nivelului freatic, ceea ce face ca solurile din categoria a doua să treacă în prima categorie la scurtă vreme după introducerea irigaţiei, iar solurile cu apă freatică situată la 5-10 m adâncime să treacă adeseori în categoria a doua.

Pentru prevenirea acestor situaţii, urmate de cele mai multe ori, în climatele aride, de înmlăştinirea şi sărăturarea secundară a solului, se impun măsuri speciale de reducere a pierderilor de apă în sistemele de irigaţie şi de combatere a efectelor negative ale irigaţiei, cu drenajul.

Cantitatea de apă pe care franjul capilar o pune la dispoziţia plantelor trebuie avută în vedere la stabilirea normelor de irigaţie.

Capacitatea de reţinere a apei în sol. Este proprietatea solului de a reţine şi de a înmagazina apa. În funcţie de condiţiile de umezire a solului, apar mai multe trepte ale capacităţii de reţinere, exprimate prin indici hidrofizici caracteristici.

În practica irigaţiei interesează în mod deosebit două trepte ale capacităţii de reţinere a apei în sol şi anume: pragul rezervei de apă inaccesibilă plantelor (rezerva moartă de apă) şi capacitatea de câmp pentru apă.

Valorile celor două trepte de capacitate sunt constante pe unul şi acelaşi tip de sol şi pot caracteriza solul din punct de vedere al proprietăţilor sale de reţinere şi de înmagazinare a apei. Ele se exprimă în procente din masa solului uscat.

Limita inferioară a conţinutului de umiditate până la care plantele se mai pot încă aproviziona cu apă este determinată de *coeficientul de ofilire (CO).* Coeficientul de ofilire reprezintă conţinutul de umiditate al solului la care plantele se ofilesc, fără să-şi mai poată reface ulterior turgescenţa, chiar dacă sunt puse într-o atmosferă saturată de vapori de apă.

După ultimele cercetări s-a constatat că acest coeficient de ofilire nu reprezintă un singur punct, o valoare unică, deasupra căreia plantele vegetează normal şi sub care plantele se ofilesc, ci un şir de valori, adică un interval de ofilire.

Valorile cele mai mari ale intervalului corespund apariţiei primelor semne de ofilire a plantelor, iar valorile cele mai mici, ofilirii permanente, adică morţii plantelor. Coeficientul de ofilire reprezintă un punct convenţional luat în cuprinsul acestui interval.

Valoarea coeficientului de ofilire depinde de numeroşi factori, între care cei mai importanţi sunt: textura solului, conţinutul în humus şi conţinutul în săruri. El variază cu solul, iar pe acelaşi sol, cu orizontul genetic. Se determină pe adâncimile de 0,5; 0,75; 1,0; 1,5 m.

Coeficientul de ofilire se determină: fie direct, în vase de vegetaţie cu ajutorul plantelor, fie indirect, prin calcul, folosindu-se alt indice hidrofizic, coeficientul de higroscopicitate: *CO = 1,5 x coeficientul de higroscopicitate*.

Limita superioară a conţinutului de apă până la care plantele se pot aproviziona este *capacitatea maximă pentru apă a solului.*

Dar, aşa cum se ştie, starea de umiditate corespunzătoare capacităţii maxime nu se menţine decât foarte scurt timp în sol. Nu se menţine nici chiar starea de umiditate corespunzătoare capacităţii capilare. Umiditatea din sol care se menţine un timp mai îndelungat decât capacitatea capilară, este starea denumită capacitatea de câmp pentru apă a solului. Pentru irigaţie este una dintre cele mai importante proprietăţi ale solului. Lipsa de date exacte asupra acesteia poate conduce la erori grave în aplicarea udării în teren.

Capacitatea de câmp pentru apă a solului (CC) este cantitatea de apă care a rămas în sol după ce acesta a fost mai întâi saturat cu apă şi apoi a pierdut prin infiltraţie apa gravitaţională şi o parte a apei din capilarele mari, ajungând la un echilibru aproape durabil al umidităţii. Această treaptă a capacităţii de reţinere a solului nu cuprinde în sfera sa apa gravitaţională, care este un timp prea scurt la dispoziţia plantelor.

În condiţii de irigaţie, faza de echilibru a umidităţii corespunzătoare capacităţii de câmp pentru apă este atins în general după 48 ore de la udare, când solul a pierdut prin infiltraţie normală apa gravitaţională, precum şi o parte din apa capilară mai uşor mobilă.

Valoarea capacităţii de câmp depinde în primul rând de textura şi structura solului şi de conţinutul în substanţă organică.

Ea variază cu solul şi, la acelaşi sol, cu orizonturile genetice. Se determină în câmp pe straturi de 0,5 m; 0,75 m; 1 m şi 1,5 m, după metoda Kacinski sau prin calcul: *CC = 2,7 x coeficientul de higroscopicitate.*

6.4.1.3. Factorii naturali care determină necesitatea irigării

Irigaţia este o măsură agrotehnică de sporire a producţiei, care trebuie extinsă numai acolo unde este necesar, altfel devine neeconomică şi ridică nejustificat costul produţiei.

Între factorii care influenţează necesitatea irigării culturilor, un rol esenţial revine factorilor climatici (precipitaţiile, temperatura), alături de factorii economici (cerinţe interne de produse agricole şi posibilităţile de export), de sol, plantă etc.

Precipitaţiile. Media anuală de precipitaţii, caracteristică pentru o anumită regiune constituie un criteriu, insuficient însă, pentru aprecierea necesităţii irigaţiei şi pentru determinarea volumului de apă necesar a fi administrat prin irigaţie culturilor agricole.

Luând în considerare suma precipitaţiilor de vară, regiunea de câmpie a ţării a fost împărţită de Vlad Ionescu-Siseşti în patru zone:

a) Zona cu precipitaţii de vară sub 200 mm, cuprinzând Dobrogea, bălţile Ialomiţei şi Brăilei aproape în întregime, porţiuni mai reduse în sud-estul şi nordul Bărăganului, precum şi sudul Moldovei.

b) Zona cu suma precipitaţiilor de vară 200-250 mm, cuprinzând aproape toată Câmpia Dunării, câmpia de sud a Moldovei şi colţul vestic al Câmpiei de Vest.

c) Zona cu suma precipitaţiilor de vară de 250-300 mm, ce cuprinde cea mai mare parte a câmpiei din vestul ţării, Câmpia Transilvaniei, o fâşie din nordul Câmpiei Dunării şi o fâşie în Moldova, mai redusă în sud-vest şi mai extinsă în nord-est.

d) Zona cu suma precipitaţiilor de vară mai mare de 300 mm, cuprinde o fâşie, mai îngustă sau mai lată, la poalele dealurilor. Această zonă are o extindere mai mare în partea de nord-vest a Moldovei.

Un indiciu utilizat frecvent pentru caracterizarea condiţiilor climatice ale unei regiuni şi pentru aprecierea necesităţii irigării culturilor de câmp este reprezentat de perioada de secetă.

Prin *perioadă de secetă* se înţelege, în sens meteorologic, intervalul de cel puţin 10 zile în jumătatea caldă a anului şi de cel puţin 14 zile în jumătatea rece a anului, în care nu au căzut deloc precipitaţii. În medie pe ţară sunt luate în considerare 5 perioade de secetă, cu frecvenţă maximă în Bărăgan, unde media este de 7 secete pe an. Pe litoralul Mării Negre sunt semnalate 6-7 secete pe an.

Numărul lor scade către nord-vestul şi nordul ţării unde numărul lor se reduce la două sau unde sunt ani fără secetă. Durata medie a unei perioade de secetă în ţara noastră este de 18 zile, ajungând la 20 zile în Bărăgan şi scurtându-se spre nordul ţării.

Seceta meteorologică, aşa cum s-a definit, poate avea semnificaţie necorespunzătoare din punct de vedere agricol şi în special la irigarea culturilor, având în vedere că o ploaie mai mică de 5 mm nu întrerupe de fapt o perioadă de secetă fiziologică şi cu atât mai mult o perioadă de secetă a solului. Dacă nu se ţine seama de ploile mici, care efectiv nu au nici un efect din punct de vedere agricol, tabloul secetelor din ţară apare mult mai defavorabil. Acest fapt trebuie luat în considerare atunci când se apreciază necesitatea introducerii irigaţiei.

Astfel, s-a convenit să se utilizeze ca indice climatic *seceta solului* sau *seceta agricolă,* care se defineşte ca intervalul de timp de cel puţin 10 zile consecutive fără precipitaţii mai mari de 5 mm sau succesive. Seceta solului este mai frecventă şi mai mare decât seceta meteorologică.

Temperatura. Pentru determinarea zonelor de pe teritoriul ţării cu deficit de umiditate şi avizate pentru irigaţie, este insuficientă luarea în considerare numai a precipitaţiilor, fie ca medie anuală, fie ca medie din perioada de vegetaţie a plantelor, fie sub aspectul lipsei precipitaţiilor (secetele).

Deficitul de umiditate depinde şi de alţi factori, între care temperatura aerului, radiaţia solară şi intensitatea vântului. În ceea ce priveşte temperatura aerului, indicele cel mai caracteristic pentru identificarea zonelor avizate la irigaţie este izoterma anotimpului de vară care are în zona de câmpie o amplitudine cuprinsă între 18-22˚. Cu cât temperatura este mai mare, cu atât consumul de apă al culturilor agricole (prin transpiraţie şi prin evaporaţie) este mai mare iar gradul de folosire a precipitaţiilor mai mic. Temperaturile cele mai ridicate se înregistrează în sudul ţării, temperaturi mijlocii în estul şi vestul ţării, iar temperaturi mai coborâte în nord.

Izoterma de vară de 22˚ desparte o fâşie de teren în lungul Dunării, de la Turnu-Severin la Galaţi, lată de 10-40 km, şi o altă fâşie pe malul drept al Dunării, în Dobrogea, în dreptul bălţilor Ialomiţei şi Brăilei. Acestea sunt zonele din ţară cu cea mai mare arşiţă, care creează adesea condiţii defavorabile plantelor agricole, în special grâului şi porumbului, ale căror boabe suferă cu regularitate de şiştăvire, mai ales în cazul folosirii unor soiuri sau hibrizi nerezistenţi la temperaturi ridicate.

Izoterma de vară de 21˚ trece prin următoarele localităţi: Turnu-Severin, Craiova, Bucureşti, Buzău, Tecuci, împărţind Câmpia Dunării în două părţi aproximativ egale.

Izoterma de vară de 20˚ delimitează aproape toată câmpia vestică, mai puţin porţiunea de nord; formează cu izoterma de vară de 21˚ o fâşie mai mult sau mai puţin lată (de 20-60 km) în câmpia Dunării, spre zona deluroasă, şi delimitează în est toată câmpia sudică a Moldovei, până în dreptul municipiului Iaşi. Izoterma de vară de 20˚ se suprapune aproximativ cu linia care desparte zona de precipitaţii de vară de 200-250 mm de zona cu precipitaţii de vară de 250-300 mm.

Izoterma de vară de 19˚ delimitează nordul câmpiei vestice, vestul Câmpiei Transilvaniei, trece pe la poalele dealurilor subcarpatice în câmpia Dunării şi delimitează către est câmpia nordică a Moldovei. Izoterma de vară de 19˚ desparte în nordul Moldovei zona cu precipitaţii de vară de 250-300 mm de zona cu precipitaţii mai mari de 300 mm.

Izoterma de vară de 18˚ înfăşoară zona muntoasă, delimitând către est Câmpia Transilvaniei. Această câmpie este, prin urmare, mult mai rece decât restul zonei de câmpie a ţării, găsindu-se între izotermele de vară de 18˚ şi 19˚.

6.4.1.4. Planta ca factor în irigaţie

Exploatarea raţională a sistemelor de irigaţie presupune cunoasterea relaţiilor sol-apă şi, deopotrivă, a modului cum influenţează solul şi apa dezvoltarea plantelor.

Un interes deosebit prezintă cunoaşterea caracteristicilor sistemului radicular al plantelor irigate, a modului de extragere a umidităţii din sol, a consumului de apă al plantelor, a efectului nivelului de aprovizionare a solului cu apă (plafonul minim) asupra creşterii şi producţiei, a perioadelor critice pentru apă etc. Aprovizionarea plantelor cu apă se face prin intermediul sistemului radicular, un rol deosebit în absorbţia apei şi a substanţelor nutritive având perii radiculari care pătrund printre particulele solide ale solului, stabilind un contact strâns cu acestea. Datorită forţei osmotice perii radiculari extrag umiditatea din pelicula de apă care înconjoară particulele de sol. Aprovizionarea plantelor cu cantităţile de apă necesare procesului de transpiraţie este asigurată ca urmare a mişcării capilare a apei către sistemul radicular şi prin extinderea rădăcinilor spre zonele cu sol umed. Pentru a asigura aprovizionarea plantelor cu apă chiar şi în cazul unor

perioade de secetă sau de aplicare a udărilor la intervale mai mari, este necesar să se asigure dezvoltarea unui sistem radicular cât mai bogat şi cât mai profund.

Deşi tipul de sistem radicular al plantelor reprezintă un caracter ereditar, gradul de dezvoltare, masa, numărul şi direcţia de creştere a rădăcinilor pot fi influenţate. Apa influenţează direcţia de creştere a sistemului radicular, răspândirea pe orizontală şi adâncimea de pătrundere a rădăcinilor.

6.4.2. Tipuri de metode de udare

Metodele de udare sunt următoarele:

- Metoda de udare prin scurgere la suprafață
- Medoda de udare prin aspersiune
- Metoda de udare prin picurare
- Metoda de udare subterană
- Metoda de udare prin submersiune.

6.5. ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Cum se clasifică prizele de apă gravitaționale?

2. Ce sunt stațiile de pompare?

3. Care sunt elementele componente ale unei stații de pompare?

4. Ce este un sistem de irigație?

5. Care sunt condiţiile de folosire la tipul de amenajare cu canale deschise?

6. Care sunt tipurile de canale într-un sistem de irigaţie?

7. Caracterizaţi reţeaua de canale de irigaţie.

8. Ce este şi cum se calculează cota de comandă?

9. Care sunt avantajele amenajăriilor cu conducte îngropate?

10. Care sunt factorii care determină alegerea metodei de udare?

6.6. TESTE DE AUTOEVALUARE

1. În unităţi cu profil legumicol sectorul de udare poate fi cultivat:

a) cu o singură cultură
b) cu mai multe culturi
c) cu o singură cultură sau cu mai multe culturi

2. Reţeaua de canale deschise împreună cu construcţiile hidrotehnice aferente au rolul:

a) de a conduce apa de la sursă până la stațiile de punere sub presiune
b) de a asigura conducerea şi distribuţia apei
c) de a regla nivelul apei în canale

3. Care canale se amplasează la distanţa de 4-10 km unul faţă de altul?

a) canalele distribuitoare de sector
b) canalele de aducțiune
c) canalele distribuitoare principale

4. Ce sunt podurile?

a) sunt construcţii hidrotehnice de traversare a canalelor, drumurilor, căilor ferate, văilor adânci în cazul în care nivelul apei în canal este deasupra căii de circulaţie sau văii
b) sunt construcţii hidrotehnice care asigură circulaţia pe drumurile care intersectează canalele de irigaţii
c) sunt construcţii hidrotehnice care asigură trecerea apei de la un nivel superior la un nivel inferior, pe distanţă scurtă

5. Care sunt fazele de execuţie ale reţelei cu conducte îngropate?

a) materializarea pe teren a traseului conductelor, săparea tranşeelor, pozarea conductelor, umplerea tranşeelor, proba de presiune
b) materializarea pe teren a traseului conductelor, spălarea traşeelor, umplerea tranşeelor şi proba de presiune
c) materializarea pe teren a traseului conductelor, pozarea conductelor, umplerea tranşeelor, proba de presiune

6. Cât timp se menţine presiunea ridicată în tronsoane?

a) 15 minute
b) 60 minute
c) 30 minute

7. Lansarea tuburilor în tranşee se face manual pentru diametre până la:

a) 200 mm
b) 100 mm
c) 50 mm

Răspunsuri:1.b; 2. a; 3. c; 4.b; 5.a; 6. b; 7.a.

6.7. REZUMAT

Priza de apă reprezintă construcţiile şi instalaţiile frontale ale sistemului de irigaţie prin intermediul cărora se asigură preluarea sau derivarea apei din sursă şi transportul ei până la capătul canalului de aducţiune.

Prizele după modul de funcţionare se clasifică în: prize gravitaţionale, în cazul în care debitul se captează din sursă fără intervenţia unor instalaţii mecanice de ridicare a apei; prize cu ridicarea mecanică a apei, în care caz debitul este captat din sursă cu ajutorul staţiilor de pompare.

Aprovizionarea dirijată a plantelor cu apă prin irigare necesită executarea unui complex de lucrări şi amenajări cu ajutorul cărora se realizează captarea şi preluarea apei din sursă, transportul până la terenul de irigat şi distribuirea acesteia la plante.

Totalitatea construcţiilor şi amenajărilor ce se execută în acest scop formează un sistem de irigaţie.

Ansamblul de lucrări care asigură conducerea şi distribuţia apei de la sursă până la sectoarele de irigaţie poartă numele de tip de amenajare pentru irigaţii.

Tipul de amenajare cu canale deschise este alcătuit din lucrări de captarea apei din sursă, dintr-o reţea de canale de aducţiune şi distribuţie a apei, staţii de repompare şi construcţii hidrotehnice.

Alegerea schemei de amenajare este impusă de condiţiile orografice ale terenului, echipamentul de udare, cheltuieli de amenajare şi exploatare.

De regulă se deosebesc două scheme de amenajare: schema longitudinală şi schema transversală.

Amenajările de tip clasic cuprind o reţea provizorie formată din următoarele elemente: canale, rigole şi brazde de udare. Elementele reţelei provizorii se amenajează în fiecare an, iar unele dintre acestea necesită refacerea chiar şi în acelaşi sezon de irigaţie.

În amenajările moderne, canalele provizorii şi rigolele sunt înlocuite cuconducte mobile. Dimensionarea canalelor de irigaţii trebuie să se bazeze pe anumite principii. Debitele de dimensionare se stabilesc în funcţie de suprafaţa irigabilă, consumul plantelor prin evapotranspiraţie, perioada de udare în luna de vârf, durata zilnică de udare, randamentul global al amenajării, regimul distribuirii apei în reţeaua principală de aducţiune şi în cadrul amenajării interioare.

Pentru stabilirea debitelor, se foloseşte un parametru sintetic numit debit specific sau hidromodul de udare. Pentru o bună distribuire a apei pe terenurile irigate reţeaua de canale de alimentare trebuie să fie amplasată în plan vertical, la anumite cote astfel încât să se asigure curgerea gravitaţională a apei de la sursă la terenurile irigate în condiţiile de debit şi viteze admisibile proiectate.Cota nivelului apei care trebuie asigurată în capătul amonte al fiecărui canal se numeşte cotă de comandă.Pentru funcţionarea în bune condiţii a sistemului de irigaţie din punct de vedere hidraulic şi pentru exploatarea optimă a suprafeţei irigabile, este necesar ca pe reţeaua de canale să se prevadă o serie de construcţii hidrotehnice cu diferite funcţiuni. Construcţiile hidrotehnice pentru asigurarea regimului normal de exploatare sunt: stăvilarele, căderile, construcţiile de intersecţie a două canale

(subtraversări orizontale sau sifonate), sifoanele, podurile.Sistemele mari de irigaţii, pe lângă lucrările de aducţiune şi distribuţie a apei de la sursă până la ultimul element permanent sunt prevăzute cu o reţea de descărcare a reţelei de alimentare, de preluarea infiltraţiilor şi de evacuarea apelor de pe suprafaţa solului provenită din ploi torenţiale, topirea zăpezilor etc. În cazul reţelelor de irigaţie, colectare-evacuare şi desecare se prevede o reţea de drumuri de exploatare hidroameliorativă care permite accesul la lucrările proiectate pentru exploatarea şi întreţinerea acestora. În cadrul amenajărilor moderne de irigaţii un loc important îl constituie amenajările cu conducte îngropate, care prezintă o serie de avantaje faţă de amenajările tradiţionale.

Sistemul de irigaţie cu conducte îngropate se compune din: staţie de pompare pentru alimentare (SPA); canalul de aducţiune (CA) şi canalele de distribuţie (CD); staţiile de pompare de punere sub presiune (SPP); reţeaua de conducte, compusă din conducte îngropate de transport (CP şi CS) şi conducte îngropate de distribuţie, numite antene (A).

Ponderea cea mai mare în reţelele de conducte îngropate o au tuburile din azbociment şi beton armat precomprimat. Reţelele de conducte îngropate din sistemele de irigaţii sunt prevăzute cu o serie de instalaţii şi accesorii care asigură o bună funcţionare în exploatare şi securitatea conductelor: vanele, dispozitivele de preluare a suprapresiunilor, dispozitive de aerisire-dezaerisire şi masivele de ancoraj

Reţeaua de conducte îngropate se execută conform prevederilor din proiect, după o succesiune logică a fazelor de execuţie şi anume: materializarea pe teren a traseului conductelor, săparea tranşeelor, pozarea conductelor, umplerea tranşeelor, proba de presiune. Înainte de darea în funcţiune a unui sistem de irigaţii cu conducte se face verificarea bunei funcţionări a acestuia, prin probe de presiune.

Între factorii care influenţează necesitatea irigării culturilor, un rol esenţial revine factorilor climatici (precipitaţiile, temperatura), alături de factorii economici (cerinţe interne de produse agricole şi posibilităţile de export), de sol, plantă etc.

6.8. BIBLIOGRAFIE

Bibliografie obligatorie:

1. JINGA I., S. CÎMPEANU, NIȚU OANA ALINA, Irigaţii, desecări, combaterea eroziunii solului irigarea culturilor, Editura: Atelierul de multiplicat cursuri, 2009.

Bibliografie facultativă:

2. MUREŞAN D., I. PLEŞA, N.ONU, P. SAVU, Z.NAGY, I. JINGA, AL. TEODOROIU, I. PĂLTINEANU, I. TOMA, I. VASILESCU, Irigaţii, desecări şi combaterea eroziunii solului, Editura: Didactică şi pedagogică, Bucureşti 1992.
3. SAVU P., D. BUCUR, S.I. JITĂREANU, Îmbunătăţiri funciare şi irigarea culturilor lucrări practice, Editura: „Ion Ionescu de la Brad” Iaşi, 2005, pag. 243-253.

UNITATE DE ÎNVĂȚARE 7: METODA DE UDARE PRIN SCURGERE LA SUPRAFAȚĂ

CUPRINS UNITATE DE ÎNVĂȚARE 7:

7.1. INTRODUCERE 191
7.2. METODA DE UDARE PRIN BRAZDE 191
7.2.1. Avantajele metodei de udare prin brazde 193
7.2.2. Dezavantajele metodei de udare prin brazde 193
7.2.3. Condiții de folosire a udării prin brazde 193
7.2.4. Elementele tehnice ale udării prin brazde 194
7.2.5. Echipamente de udare 204
7.3. METODA DE UDARE PE FÂȘII 207
7.4. ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE 210
7.5. TESTE DE AUTOEVALUARE 212
7.6. REZUMAT 213
7.7. BIBLIOGRAFIE 213

INTRODUCERE

Acest capitol prezintă metoda de udare prin scurgere la suprafață, respectiv medoda de udare prin brazde și metoda de udare pe fâșii. Sunt prezentate avantajelele și dezavantajele metodei de udare prin brazde, condițiile de folosire, precum și elementele tehnice: distanța dintre brazdele de udare, debitul de alimentare a brazdelor, secțiunea transversală a brazdelor, lungimea brazdelor, panta longitudinală a brazdelor, durata de udare, randamentul udării în câmp. De asemenea, capitolul prezintă echipamentele mobile de udare care servesc la trecerea apei din canalele provizorii sau rigole în brazde sau fâșii, în cazul amenajării cu canale provizorii, sau la transportul și distribuirea apei, în cazul folosirii conductelor mobile de transport și udare. Capitolul se încheie cu întrebări recapitulative, teste de autoevaluare și prezentarea unei bibliografii.

OBIECTIVELE UNITĂȚII DE ÎNVĂȚARE 7:

La sfârșitul acestui capitol vei fi capabil:

- ✓ să prezinți metoda de udare prin brazde;
- ✓ să enumeri principalele avantaje și dezavantaje ale metodei de udare prin brazde;
- ✓ să prezinți elementele tehnice ale udării;
- ✓ să descrii principalele dispozitive folosite pentru distribuția apei pe brazde;
- ✓ să prezinți metoda de udare pe fâșii.

Durata medie de studiu individual – 2 ore.

7.1. INTRODUCERE

Metoda de udare prin scurgere la suprafață, în diferitele ei variante, poate fi folosită la irigarea tututor culturilor agricole și horticole.

Astfel, udarea prin brazde se folosește la irigarea plantelor prășitoare, a legumelor, pomilor și viței de vie. Culturile semănate în rânduri dese (cereale păioase, lucernă, plante furajere anuale) se pot iriga prin brazde mici însămânțate, ierburile perene și cerealele păioase prin fâșii, pajiștile prin revărsare.

Metoda se poate folosi și pentru irigarea terenurilor în pantă moderată, prin amplasarea brazdelor aproape paralel cu linia generală a curbelor de nivel, folosirea brazdelor în zig-zag.

7.2. METODA DE UDARE PRIN BRAZDE

Udarea prin brazde se folosește la culturile prăşitoare, legume, pomi și viță de vie. Constă în distrubuția apei de irigație la plantă cu ajutorul unor șanțuri temporare trasate printre rânduri, numite **brazde**.

Figura 7.1. Metoda de udare prin brazde

Figura 7.2. Metoda de udare prin brazde

Distribuirea apei la plante se face prin infiltrare pe verticală și lateral, în perioada în care apa circulă de-a lungul brazdelor deschise printre rândurile de plante.

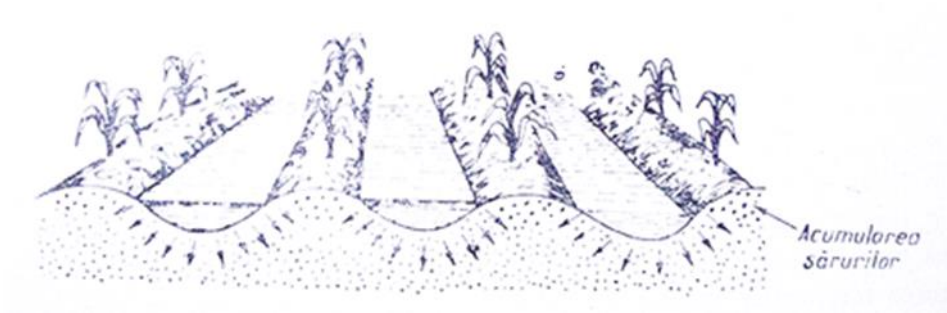


Figura 7.3. Infiltrarea apei din brazde pe verticală și lateral

7.2.1. Avantajele metodei de udare prin brazde

Udarea prin brazde, comparativ cu udarea prin aspersiune, prezintă următoarele avantaje:

- Cheltuielile de exploatare mai reduse, deoarece consumul de energie necesar pompării apei în cadrul amenajării interioare este mai mic cu 40-50%, iar numărul de mutări ale echipamentului de udare se reduce de 4-5 ori (Nicolaescu, 1981);
- Necesită investiții mai mici în echipamentele de udare;
- Poate fi folosită la aplicarea udărilor cu ape uzate;
- Calitatea udării nu este influențată de regimul eolian;
- Nu favorizează atacul unor boli la irigarea legumelor, viței de vie, pomilor fructiferi, prin faptul că masa foliară nu este udată și nici nu contribuie la ridicarea umidității relative a aerului.

7.2.2. Dezavantajele metodei de udare prin brazde

Metodei de udare prin brazde îi sunt proprii și unele dezavantaje:

- Necesită nivelarea capitală a terenului;
- Lucrare costisitoare, lucrarea ridică mult investiția specifică de amenajare;
- Are un randament în câmp mai redus decât aspersiunea, acesta fiind de 0,6-0,9% față de 0,9% la aspersiune;
- Necesită personal tehnic de exploatare cu calificare mai ridicată și udători cu experiență;
- Aplicarea necontrolată poate duce la degradarea solurilor prin eroziune, înmlăștinare și/sau sărăturare.

7.2.3. Condiții de folosire a udării prin brazde

Udarea prin brazde se poate folosi în următoarele condiții orografice, pedologice, hidrogeologice și geotehnice:

- Pe terenurile cu microrelief cu grad de frământare redus, cu pante uniforme, cuprinse, în general, între 0,7% și 5%. Pentru culturile agricole prășitoare panta maximă poate ajunge la 5-8%, iar pentru livezi până la 15%;
- Soluri profunde, cu capacitate mare de înmagazinare a apei, cu textura mijlocie sau fină, cu drenaj natural bun, rezistente la eroziune, nesalinizate. Se vor evita solurile argiloase contractile;

- Terenuri cu nivel freatic la o adâncime mai mare de 3-4 m. Unii autori precum Nicolaescu (1981), Cazacu și colab. (1982) indică și terenurile cu apă freatică la adâncime mai mică de 3 m, în care caz se prevede și o rețea de desecare-drenaj, executată concomitent cu amenajarea pentru irigații.
- Condițiile geotehnice nu limitează folosirea metodei de udare prin brazde. În cazul terenurilor cu strat de loess sensibil la înmuiere sub greutatea proprie, cu grosimi mai mari de 15 m, se impun măsuri pentru reducerea pierderilor de apă, pentru ca acestea să nu provoace tasări ce ar duce la denivelarea suprafeței terenului.

7.2.4. Elementele tehnice ale udării prin brazde

Calitatea udării prin brazde, respectiv uniformitatea de distribuire a apei de-a lungul brazdelor de udare, randamentul udării în câmp, productivitatea muncii udătorilor, producția culturilor agricole și prevenirea degradării solurilor prin eroziune sau băltiri sunt puternic influențate de elementele tehnice ale udării.

Toți parametri tehnici ai udării prin brazde trebuie să fie stabiliți în funcție de proprietățile fizice, hidrofizice și chimice ale solului, microrelief și gradul de nivelare a terenului, cultura irigată, echipamentul de udare folosit și caracteristicile amenajării pentru irigație. Elementele tehnice ale udării sunt influențate de mai mulți factori, printre care: viteza de infiltrație a apei în sol, gradul de nivelare, rezistența solului la eroziune, cultura irigată etc, acestea diferă de la o solă la alta.

Elementele tehnice ale udării sunt următoarele: distanța dintre brazdele de udare, debitul de alimentare a brazdelor, secțiunea transversală a brazdelor, lungimea brazdelor, panta longitudinală a brazdelor, durata de udare, randamentul udării în câmp.

Distanța dintre brazde

Distanța dintre brazdele de udare este astfel stabilită încât să asigure umectarea uniformă a solului pe distanța dintre rânduri, densitatea recomandată culturii respectiv și distribuirea apei pe fiecare brazdă din conductele de udare.

Corespunde de regulă cu distanța între rândurile de plante, în special la culturile de porumb, floarea soarelui, soia, sfecla de zahăr, unele legume ca tomatele, ardeii, vinetele, etc. La alte culturi (ex. morcov, ceapă, pătrunjel) brazdele de udare se execută între benzi alcătuite din mai multe rânduri de plante, iar în plantațiile de pomi și viță de vie, între rândurile de plante se pot trasa mai multe brazde de udare.

Distanța între brazde se stabilește în funcție de alura conturului de umezire pe diferite categorii texturale de sol.

Pe solurile cu variații mici ale texturii de la un orizont la altul, mărimea infiltrației laterale depinde de textura solului, valorile crescând de la solurile cu textură grosieră la cele cu textură fină. Astfel, lățimea conturului suprafeței umezite pe solurile nisipoase este de circa 0,5 m, putând ajunge la 1,2 m pe solurile argiloase (Figura 7.4).

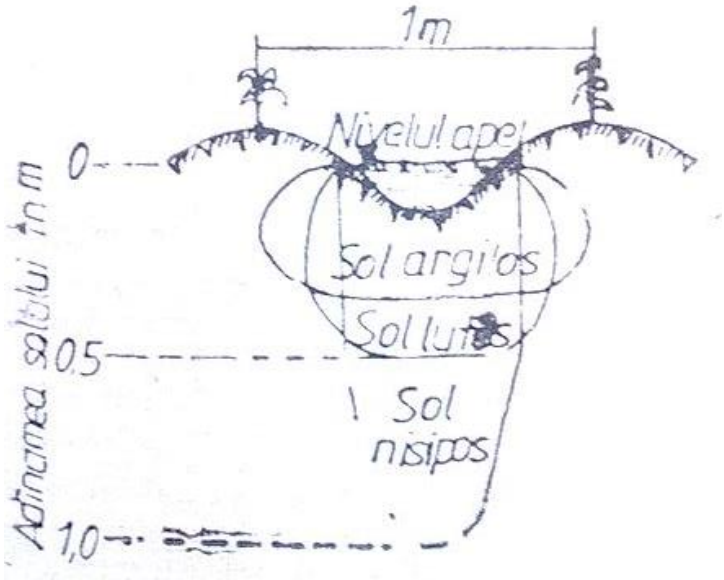


Figura 7.4. Conturul de umezire la udarea pe brazde în cazul solurilor cu diferite texturi

În funcție de ***textura*** solurilor, se recomandă următoarele distanțe:

Tabel 7.1. Distanțe între brazde în funcție de textura solului

Tip sol (Textură)	**Distanțe (m)**
Soluri nisipoase	0,5
Soluri nisipo-lutoase	0,6-0,7
Soluri lutoase	0,8
Soluri luto-argiloase	0,8-1,0
Soluri argiloase	1,0-1,2

Aceste distanțe pot fi mărite dacă în profilul de sol se întâlnesc orizonturi impermeabile sau foarte permeabile, ca urmare a faptului că în apropierea acestora crește umiditatea frontului de umezire, caz în care mișcarea laterală a apei se face pe distanțe laterale mai mari. Distanțele indicate se pot mări și în cazul udării pe brazde cu pante mici și adâncimea apei în brazdă mare, precum și pe solurile cu viteză de infilitrație redusă, pe care durata de udare este mai mare.

La definitivarea distanței între brazde, se va ține seama și de distanța dintre rândurile de plante recomandată prin tehnologiile de cultură, precum și de caracteristicile echipamentului de udare. Astfel, va fi aleasă o distanță care să asigure o umectare uniformă a solului, dar și executarea lucrărilor de întreținere și recoltare a culturilor fără dificultăți.

Debitul de alimentare a brazdelor

Debitul influențează direct fenomenul de scurgere și implicit durata și randamentul udării în câmp, uniformitatea de distribuire a apei, gradul de protejare a solului împotriva eroziunii și productivitatea muncii udătorilor.

Debitele de udare pot varia între 0,3 l/s și 3-4 l/s. Valoarea debitului se poate modifica pe parcursul udării și de la o udare la alta. Debitele se vor stabili pentru fiecare solă în parte în funcție de panta brazdelor de udare, viteza de infiltrație a apei în sol și erodabilitatea solului, lungimea, precum și forma și dimensiunile brazdelor de udare.

Folosirea unor debite prea mici va avea ca efect o neuniformitate pronunțată de udare, prin înregistrarea unor pierderi mari de apă prin percolare sub adâncimea de umectare, creșterea duratei de udare și obținerea unor producții mici și neuniforme.

În schimb, folosirea unor debite prea mari, mai mari decât debitul maxim neeroziv (Q_{mn}), conduce la eroziuni puternice și la pierderi mari de apă pe la capătul aval al brazdelor.

O udare uniformă cu pierderi mici de apă se poate realiza, de regulă prin utilizarea a două debite pe parcursul udării:

– un debit inițial (*Qi*) mare, apropiat de debitul maxim neeroziv (*Qmn*) în prima parte a udării, până când apa se apropie de capătul aval al brazdelor;

– un debit de regim (*Qr*) cu o valoare mai mică, reprezentând de regulă ½ – ¼ din debitul inițial, care trebuie să se infiltreze de-a lungul brazdelor și care se distribuie până se înmagazinează în sol norma medie de udare.

Pleșa și colab. (1977), prin cercetările efectuate, au demonstrat că pe brazdele lungi de udare (cu o lungime mai mare de 300 m), pe solurile cu o viteză medie de inflitrație a apei în sol, se poate folosi un singur debit de alimentare pe toată durata de udare, în timp ce pe brazdele cu lungimi mai mici sau soluri cu viteze mici de infiltrare a apei în sol se recomandă folosirea celor două debite de alimentare, *Qi*, respectiv *Qr*.

Valoarea debitului maxim neeroziv depinde de panta brazdelor și de rezistența solului la eroziune.

Debitul maxim neeroziv (Q_{mn}), pe soluri cu textură semifină se determină cu relația:

$$Q_{mn} = \frac{6,3}{lb}$$

în care:

lb reprezintă panta brazdelor (‰)

Pentru solurile cu textură semifină-fină, debitul maxim neeroziv se determină cu relația:

$$Q_{mn} = \frac{6,7}{lb}$$

Debitul maxim neeroziv nu trebuie să depășească debitul de capacitate maximă a brazdei sau debitul maxim de transport (Q_{mt}) care, în cazul unei viteze medii a apei pe brazde, de circa 0,05 m/s, se poate determina cu relația:

$$Q_{mt} = 50 \cdot S$$

în care:

Q_{mt} reprezintă debitul maxim de transport (l/s);

S reprezintă secțiunea transversală a brazdei (m^2).

Debitul maxim neeroziv se poate stabili și în funcție de panta brazdelor, textura solului și rugozitatea brazdelor prin intermediul procedeului grafic.

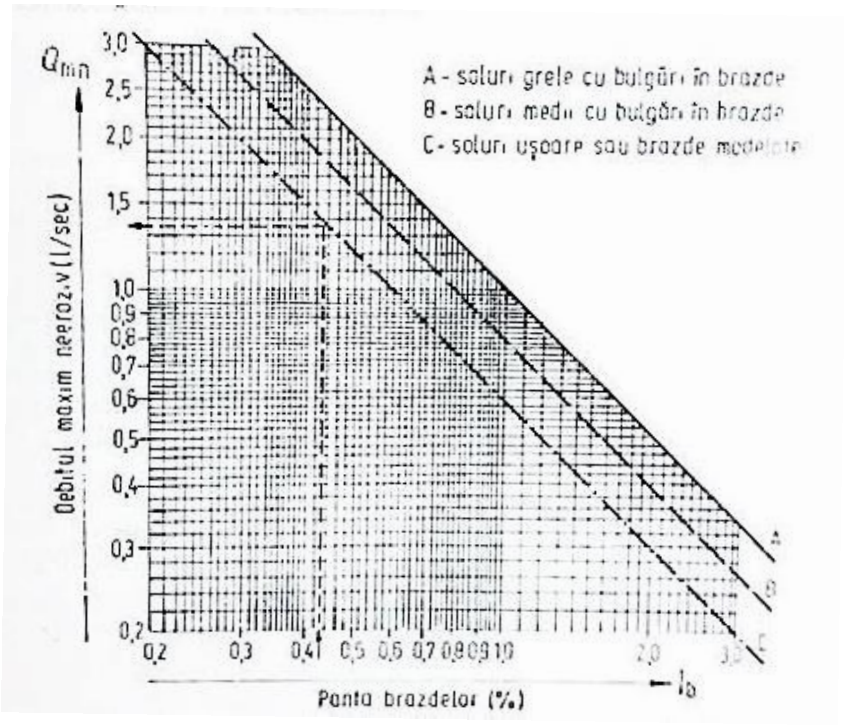


Figura 7.5. Grafic pentru determinarea debitului maxim neeroziv de alimentare a brazdelor în funcție de panta brazdelor și sol (După Nicolaescu, I. 1980)

Pentru stabilirea și determinarea debitului de udare prin brazde se procedează astfel:

- În funcție de panta brazdelor, textura solului și rugozitatea secțiunii brazdei, se va stabili debitul maxim neeroziv folosind relațiile de calcul sau graficul din Figura 4;
- Se verifică dacă Q_{mn} nu depășește capacitatea de transport a brazdelor;
- Se determină numărul de brazde (Nb) care se alimentează simultan din conducta de udare sau canalul provizoriu de irigare, cu relația:

$$Nb = \frac{Q}{Q_i}$$

în care:

Q reprezintă debitul conductei de udare sau al canalului provizoriu de irigare (l/s);

Qi reprezintă debitul brazdei (l/s);

- Se deschide numărul de orificii de pe conducta de udare egal cu numărul de brazde care funcționează simultan sau se instalează sifoane pe același număr de brazde;

- Se urmărește dacă debitul distribuit nu produce eroziune pe brazde;
- Dacă apa a avansat până în apropierea capătului aval al brazdelor, iar debitul nu se infiltrează în întregime, acesta se reduce cu ½ pe solurile cu textură semifină sau cu ¼ pe solurile cu textură fină.

Secțiunea transversală a brazdelor

Secțiunea transversală a brazdelor în momentul deschiderii are forma triunghiulară sau trapezoidală, transformându-se în timpul udărilor și după precipitații în formp de "U" sau parabolă. Adâncimea brazdelor variază între 15 și 30 cm, lățimea la fund până la 25 cm și deschiderea la partea superioară de 40 până la 100 cm.

Brazdele de udare folosite la irigarea culturilor de câmp se deschid printre rândurile de plante înaintea primei udări, deschiderea înlocuind de regulă ultima prașilă mecanică. Se obțin brazde cu secțiune uniformă și cu rugozitate redusă, când terenul a fost arat adânc din toamnă, iar umiditatea în stratul arabil este de aproximativ 60-75% din intervalul umidității active.

Pentru a nu distruge plantele tinere prin acoperirea cu pământ sau rupere, brazdele nu se vor deschide prea devreme, dar nici prea târziu. În momentul deschiderii, culturile cu talie înaltă nu trebuie să depășească 70-80 cm și este recomandat ca deschiderea să se facă în zilele și orele cu temperaturi ridicate când turgescența plantelor este mai redusă.

Lungimea brazdelor de udare

Lungimea brazdelor este influențată de panta terenului, proprietățile fizice și hidrofizice, nivelarea terenului și cultura irigată. Lungimea brazdelor este condiționată în principal de două elemente și anume: panta terenului pe traseul brazdelor și viteza de infiltrație a apei în sol. Pe de altă parte, lungimea brazdelor influențează randamentul udării, uniformitatea de udare și producția culturilor irigate. Brazdele cu lungimi și pante mici asigură distribuirea uniformă a apei, dar conduc la productivități reduse ale udătorilor, în timp ce udarea pe brazde prea lungi nu permite distribuirea uniformă a apei.

Orientativ, lungimea maximă a brazdelor de udare (L_{max}) poate fi stabilită cu relația:

$$L_{max} = \frac{3600 \cdot Q_r}{d \cdot V_i} \quad \text{(m)}$$

în care:

Q_r reprezintă debitul de regim (l/s);

d reprezintă distanța între brazde (m);

V_i reprezintă viteza de infiltrație (mm/oră).

Panta longitudinală a brazdelor de udare

Panta longitudinală a brazdelor influențează în mod direct viteza de circulație a apei și indirect secțiunea udată, lungimea brazdelor și eroziunea solului pe brazde.

Corelația dintre pantă și celelalte elemente tehnice ale udării a fost cercetată și analizată de Pleșa și colab. (1977). Astfel, la creșterea pantei de la 7 la 13,5‰, la un debit de 0,5 l/s viteza apei pe brazde a crescut de 11 ori. Creșterea vitezei are ca rezultat reducerea perimetrului și secțiunii udate a brazdelor și implicit a vitezei de infiltrație a apei în sol.

Panta brazdelor variază între 0,7 și 12-15‰, valoarea maximă putându-se utiliza numai pe solurile rezistente la eroziune.

Pe baza cercetărilor efectuate, Pleșa (1977) recomandă ca pantă optimă pentru brazde valorile de 3-7‰, Nicolaescu (1981) indică un interval mai larg de 2-15‰, iar Boohler (1974) indică o pantă optimă pentru brazde de 5‰.

Panta terenului are un rol hotârâtor în stabilirea pantei brazdelor de udare. În cazul terenurilor cu panta mai mică decât panta maximă admisibilă pentru brazde, brazdele se vor trasa paralel cu linia de cea mai mare pantă, panta acestora fiind deci egală cu panta terenului. Pe terenurile cu panta mai mare decât panta admisibilă pentru brazde (12-15‰), pentru a preveni fenomenul de eroziune la scurgerea apei pe brazde, acestea se vor trasa pe o direcție puțin înclinată față de curbele de nivel.

Panta terenului, panta brazdelor și felul culturii imprimă anumite caracteristici brazdelor de udare. Din acest punct de vedere brazdele se clasifică în 3 categorii, astfel:

1. Brazde cu panta mică (se folosesc pe terenurile plane sau cu panta sub 3‰, foarte bine nivelate, pe soluri cu capacitate mare de înmagazinare a apei);
2. Brazde normale (se întâlnesc pe terenurile cu panta cuprinsă între 3 și 15‰);
3. Brazdele de contur (se folosesc pe terenurile arabile precum și în plantațiile de vii și pomi amplasate pe terenuri cu panta mai mare de 2%, pe soluri rezistente la eroziune).

Durata de udare pe un grup de brazde

Durata de udare este influențată de valoarea debitului distribuit, de viteza de infiltrație a apei în sol și de viteza de avans a apei de-a lungul brazdelor.

Durata de udare influențează la rândul ei, productivitatea muncii udătorilor, uniformitatea de distribuire a apei de-a lungul brazdelor și pierderile de apă, respectiv randamentul udării în câmp.

Durata de udare se poate determina cu relațiile:

$$T_u = \frac{mb \cdot l \cdot d}{36000\, Q_i}$$

-când se folosește un singur debit de alimentare pe toată durata udării

$$T_{ur} = \frac{Q_i}{Q_r}\,(T_u - T_a)$$

-când se folosesc două debite de alimentare (Q_i și Q_r)

$$T_{ur} = \frac{Q_i}{Q_r}\left(\frac{mb \cdot l \cdot d}{36000\, Q_i} - T_a\right)$$

în care:

T_u reprezintă durata de udare cu debit inițial și când se folosește un singur debit de alimentare, în h;

T_{ur} – durata de udare cu debit de regim, în h;

mb – norma brută de udare, în m^3/ha;

l – lungimea brazdelor de udare, în m;

d – distanța între brazdele de udare, în m;

Q_i, Q_r – debitul inițial, respectiv de regim, în l/s;

T_a – timpul de avans necesar ca apa să ajungă la capătul aval al brazdelor, în h.

La aplicarea udărilor pe brazde, pot fi întâlnite trei situații distincte, care imprimă anumite particularități la organizarea udărilor și determinarea duratei de udare:

I. *Când durata de udare cu relația Tu este aproximativ egală (+25%) cu durata de avans (Ta)*

În acest caz, se folosește un singur debit de alimentare (Q_i) pe toată durata udării, care se calculează cu relația T_u.

Acest caz este cel mai simplu din punct de vedere organizatoric, deoarece nu se modifică debitul de alimentare a brazdelor pe durata de udare. Oprirea udării pe un grup de brazde se face când apa a ajuns la capătul aval al brazdelor.

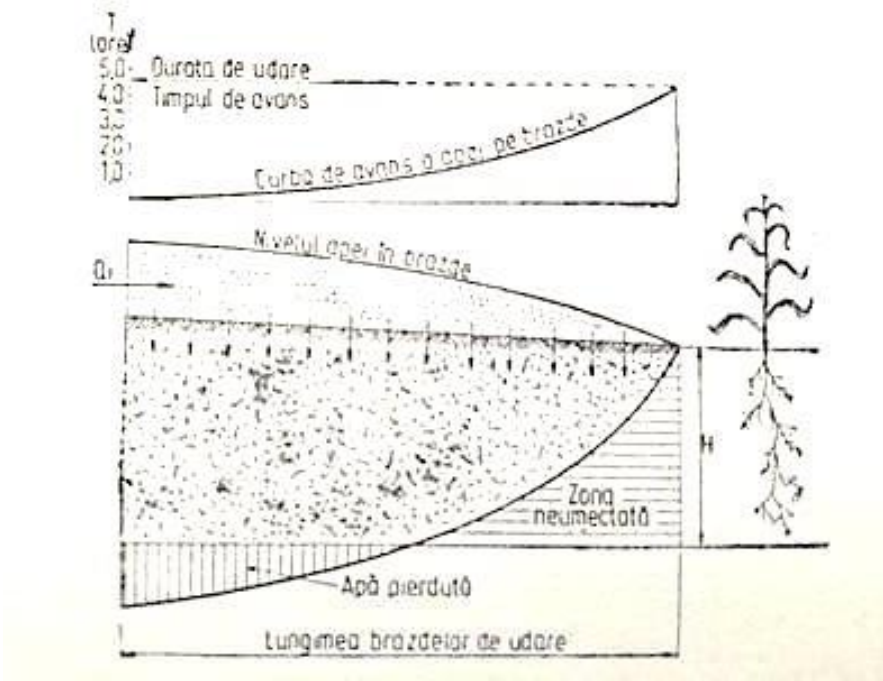


Figura 7.6. Repartiția umidității în profilul de sol de-a lungul brazdelor de udare când durata de udare este egală cu timpul de avans

II. *Când durata de avans (Ta) este mai mică decât durata de udare (Tu) corespunzătoare distribuirii normei de udare*

Această situație se întâlnește pe solurile cu viteză mică de infiltrație, pe brazdele scurte sau cu pante mari.

Durata de udare cu debit de regim se calculează cu relația T_{ur}.

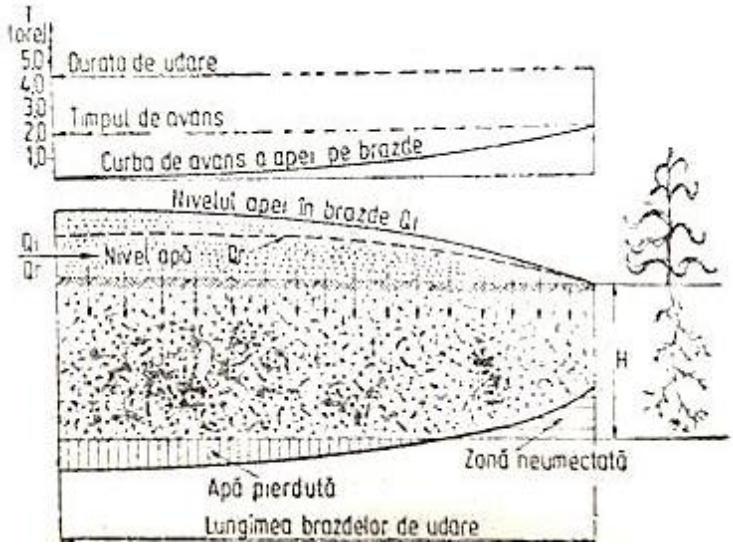


Figura 7.7. Repartiția umidității în profilul de sol de-a lungul brazdelor de udare când durata de udare este mai mare decât timpul de avans

III. Când timpul de avans (Ta) pentru ca apa să ajungă la capătul aval al brazdelor este mai mare decât durata de udare determinată cu relația Tu

Astfel de situații se întâlnesc când lungimea brazdelor nu s-a corelat cu panta acestora și cu viteza de infiltrație a apei în sol, când se prevăd lungimi mari chiar și pe pante mici ale brazdelor.

Cazul acestea se întâlnește destul de frecvent la aplicarea primei udări, când apa avansează de-a lungul brazdelor cu viteză foarte mică.

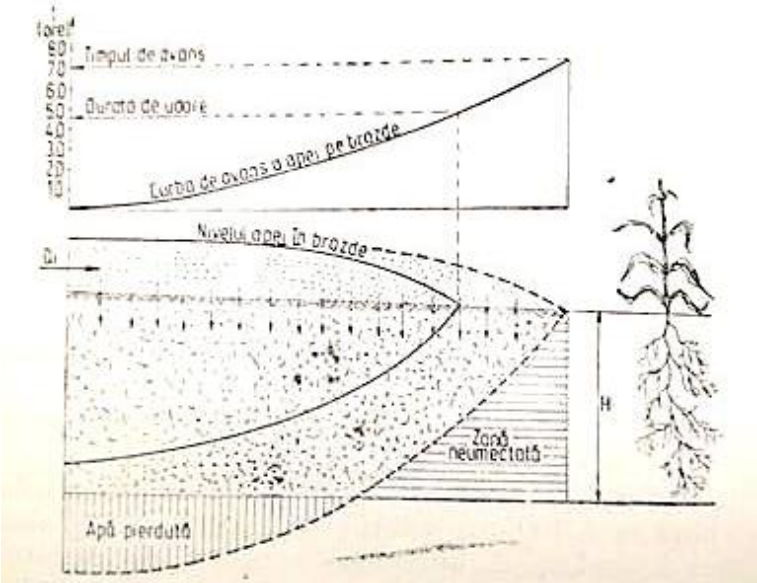


Figura 7.8. Repartiția umidității în profilul de sol de-a lungul brazdelor de udare când timpul de avans este mai mare decât durata de udare

Randamentul de udare (η_u)

Randamentul udării reprezintă principalul indice în funcție de care se apreciază eficiența de folosire a apei. Randamentul mediu de udare se utilizează în planificarea și distribuirea debitelor în sistemele de irigație și la efectuarea de prognoze cu privire la evoluția nivelului apei freatice pe terenurile irigate.

Relația de calcul al randamentului de udare este următoarea:

$$\eta_u = \frac{V_o}{V_d} = 1 - \frac{V_p}{V_d}$$

unde:

V_o reprezintă volumul de apă înmagazinat pe adâncimea de udare (m^3/ha);

V_d reprezintă volumul de apă distribuit în brazde (m^3/ha);

V_p reprezintă volumul pierderilor ce au avut loc prin percolare, scurgeri în afara parcelei și în adâncime (m^3/ha).

Randamentul udării este influențat de gradul de nivelare a terenului, de elementele tehnice ale udării, precum și de unii factori subiectivi, precum priceperea udătorilor și celor ce dirijează și organizează aplicarea udării.

Randamente ridicate se înregistrează la panta optimă a brazdelor (4-7‰). La pante mai mici cresc, de regulă, pierderile prin percolare în adâncime, iar la pante mai mari pierderile prin scurgere pe la capătul aval al brazdelor.

7.2.5. Echipamente de udare

Echipamentele mobile de udare servesc la trecerea apei din canalele provizorii sau rigole în brazde sau fâșii, în cazul amenajării cu canale provizorii, sau la transportul și distribuirea apei, în cazul folosirii conductelor mobile de transport și udare.

Cele mai utilizate dispozitive folosite pentru distribuția apei pe brazde sunt:

- *Sifoanele transportabile*
- *Conductele mobile de transport și udare*.

Sifoanele transportabile

Sifoanele transportabile sunt cele mai simple dispozitive ce servesc la trecerea apei din canale sau rigole pe brazde sau fâșii.

Se confecționează din material plastic, metal sau furtun flexibil cu secțiunea nedeformabilă, cu diametrul de 20-100 mm.

Debitul sifoanelor depinde de diametrul și diferența de nivel între nivelul apei din canal și gura de ieșire a sifonului sau de nivelul apei din brazdă (figura 8 a și b) și se poate determina cu relația:

$$Q=\mu\omega\sqrt{2gh}$$

în care:

Q reprezintă debitul sifonului, în l/s;

μ – coeficientul de debit al sifonului, egal cu 0,6-0,9 pentru diametre de 3,3-7,6 cm;

ω – secțiunea de scurgere, în dm^2;

g – accelarația gravitațională, 98,1 dm/s^2;

h – sarcina hidraulică de alimentare sau diferența de nivel, în dm.

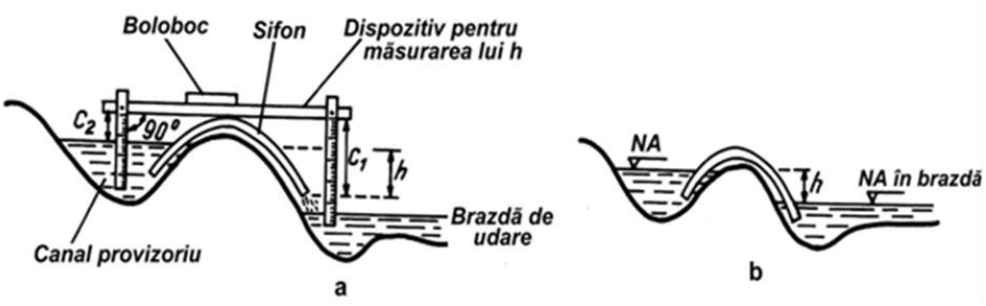


Figura 7.9. Sifoane
a- sifon cu scurgere liberă; b- sifon înecat

Pe teren, debitul de determină direct prin colectarea volumului de apă, în l, într-un vas de capacitate cunoscută, volum care se împarte la timpul de colectare în secunde.

Amorsarea sau punerea în funcțiune se face prin cufundarea în secțiunea canalului, umplerea cu apă și astuparea cu palma a capătului dinspre brazdă a sifonului. Celălalt capăt rămâne sub nivelul apei din canalul de distribuție, în timp ce se trece sifonul peste diguleț̦ul canalului, apoi brusc se dă drumul la apă, care datorită diferenței de nivel trece din canal în brazde (sau fâșii).

Reglarea debitului de alimentare a brazdelor în regim uniform se realizează prin numărul de sifoane cărora în prealabil li s-a calculat sau stabilit (prin măsurare) debitul.

Folosirea sifoanelor pentru alimentarea brazdelor (sau fâșiilor) impune menținerea unui nivel constant al apei în canalul provizoriu sau rigolă. De aceea, în perioada de udare, canalul provizoriu se împarte în tronsoane egale prin utilizarea unor panouri metalice care obturează secțiunea canalului sau rigolei.

Conductele mobile de transport și udare

Conductele de transport și de udare înlocuiesc canalele provizorii și rigolele de udare din amenajarea interioară. Prin folosirea conductelor mobile se reduce suprafața scoasă din cultură, se micșorează pierderile de apă, se îmbunătățeste calitatea udării, prin reglarea cu mai mare precizie a debitelor.

Echipamentul de udare EUBA-50

Echipamentul de udare EUBA-50 este confecționat din aluminiu și se folosește în amenajările de irigații de joasă presiune. Alimentarea conductelor se realizează prin intermediul vanei cu branșament mobil, de la hidranții de pe antene sau prin cuplare la agregatele de pompare de joasă presiune.

Echipamentul se compune din:

- Conducte de transport, cu rolul de a conduce apa de la hidrant la conducta de udare. Sunt formate din tronsoane cu diametrul Ø = 150 mm, lungi de 6 sau 10 m, prevăzute cu cuplaj rapid și garnitură de etanșare;
- Conducta de udare cu rolul de a distribui apa pe brazde. Lungimea depinde de numărul și distanța între orificii
    - 6,18 m cu 6 orificii la distanța de 1 m sau 10 orificii la 0,6 m;
    - 6,48 m cu 9 orificii la distanța de 0,7 m;
    - 6,58 m cu orificii la distanța de 0,8 m.
- Piese auxiliare, vană cu branșament mobil, teuri, coturi, bușoane de capăt.

Caracteristici tehnice:

- ❑ Presiunea de funcționare: 0,3-30 mCA (metri coloană de apă);
- ❑ Debitul optim de alimentare 20-50 l/s;
- ❑ Debitul orificiului complet deschis 1-4 l/s;
- ❑ Pierderi de presiune pe 100 m de conductă, la debitele de 20, 25 și 30 l/s sunt de 1,1, 1,6 și 2,2 mCA.

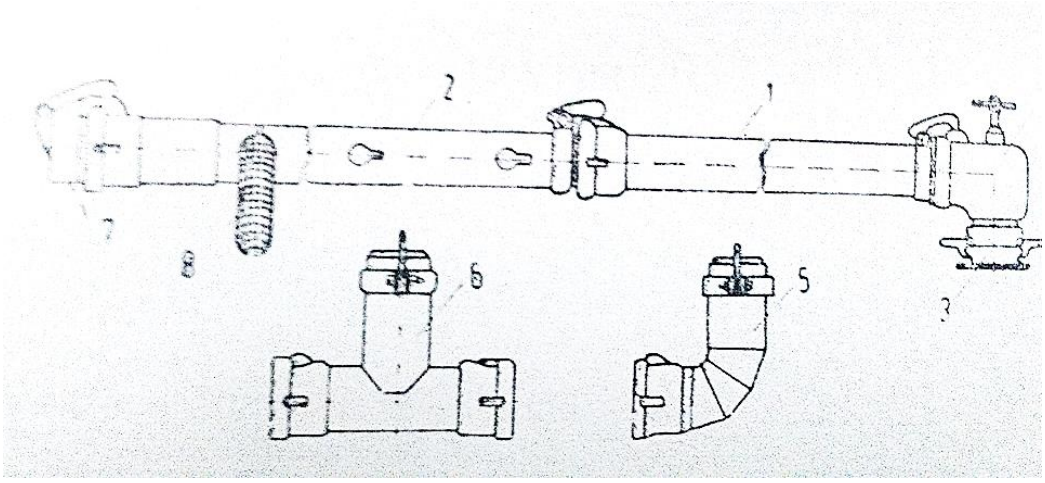


Figura 7.10. Părțile componente ale echipamentului tip EUBA-50
1– tronson conductă transport
2 – tronson conductă udare
3 – vană hidrant Ø 150 mm
4 – branșament mobil Ø 150 mm
5 – cot 90 ^{o}
6 – teu
7 – bușon de capăt
8 – mânecă pentru disiparea energiei hidraulice

Echipamente de udare cu conducte flexibile

Presiunea optimă de funcționare este mai mică decât la echipamentul de aluminiu, aceasta fiind de 0,4-2,0 mCA.

Părți componente:

– conducte de transport cu diametrul Ø = 210 mm;

– piese pentru îmbinarea tronsoanelor (inel profilat, garnitură de cauciuc, colier);

– coturi și reducții, dopuri.

Tronsoanele conductelor din cauciuc, au lungimea de 30 m. Tronsoanele conductelor de udare sunt prevăzute cu orificii cu dispozitiv de reglare a debitului, distanțele la 0,8 m și furtun pentru dirijarea jetului de apă pe brazdă, lung de 0,8 m.

7.3. METODA DE UDARE PE FÂȘII

Udarea pe fâșii ar trebui să se folosească pe suprafețele cultivate cu cereale păioase și leguminoase perene din cadrul amenajărilor de irigație prin scurgere la suprafață.

Poate fi folosită la cerealele păioase și leguminoase perene, însă nu s-a extins întrucât pentru distribuirea uniformă și eficientă a apei necesită un teren foarte bine nivelat, cu panta longitudinală uniformă, cu valori cuprinse înte 2 și 20‰, apa se concentrează spre marginea fâșiei, depășește diguleț și poate produce eroziuni însemnate. Udarea pe fâșii se poate folosi pe solurile cu permeabilitate mijlocie spre mică.

Fâșiile au forma dreptunghiulară, cu latura lungă amplasată paralel cu linia de cea mai mare pantă. Fâșia este delimitată, pe lungime de diguleț, care au rolul de a dirija scurgerea de-a lungul fâșiei. Diguleț ele au înălțimea de 0,15-0,20 m și o lățime la bază de 0,4-0,6 m (Figura 7.11).

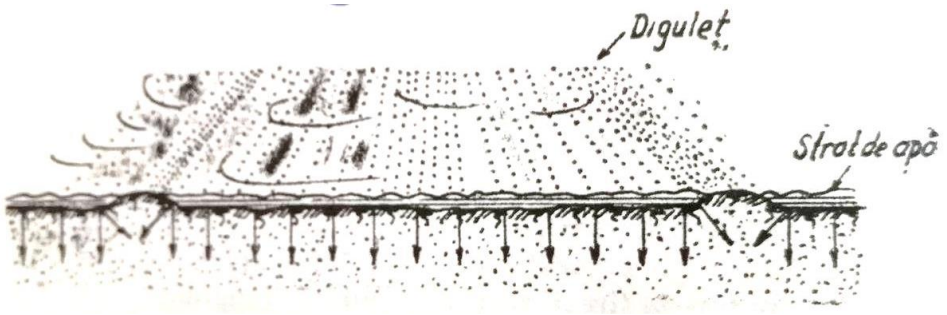


Figura 7.11. Udarea prin fâșii

Elementele tehnice ale fâșiilor (lungimea, lățimea, debitul de alimentare, durata de udare) sunt, în general, legate de panta terenului, atât longitudinală, cât și transversală, de viteza de infiltrație a apei în sol, de gradul de uniformitate a microreliefului). Astfel, udarea pe fâșii se recomandă pe terenuri cu panta longitudinală de până la 2%, iar cea transversală până la 2‰.

Lungimea fâșiei

Lungimea fâșiei variază în limite largi, de la 100 la 400 m. Se stabilește în funcție de panta terenului, viteza de infiltrație a apei în sol, debitul de alimentare și nivelarea terenului. Cu cât panta terenului este mai mare și textura solului mai ușoară, cu atât se micșorează lungimea fâșiilor. În tabelul următor se dau câteva lungimi ale fâșiilor de udare în funcție de panta longitudinală și debitul de alimentare pe metru liniar.

Tabel 7.2. Debitul de capacitate maximă

Distanța între brazde (m)	**Dimensiunile brazdei**			**Q_{cm} (l/s)**
	Adâncimea (m)	**Lățimea (m)**	**Secțiunea (m^2)**	
0,5	0,15	0,30	0,0255	1,15
0,75	0,20	0,40	0,0400	2,05
1,00	0,25	0,50	0,0630	3,20
1,25	0,30	0,60	0,0900	4,60

Lățimea fâșiei

Pe terenurile plane, lățimea fâșiei poate avea valori de 15-20 m, pe terenurile cu panta de 3-4‰ lățimea nu va depăși 10-12 m, pentru ca la pantă mai mare de 5‰ să se reducă la 4-8 m.

Este în strânsă legătură cu panta transversală a fâșiei, se reduce odată cu creșterea acesteia.

Debitul de alimentare al fâșiei (Q_f)

Debitul de alimentare al fâșiilor de udare, denumit și debit unitar minim (debitul pe un metru liniar de fâșie) variază între 0,5 l/s și 3 l/s. Debitul de alimentare realizează un strat de apă cuprins între 2 și 10 cm, care se scurge de-a lungul fâșiei. Debitul de alimentare trebuie să se situeze între debitul maxim neeroziv (*Qmn*) și debitul minim de udare (*Qmin*).

Debitul specific maxim neeroziv, în l/s și metru liniar de fâșie, se calculează, după Criddle, cu relația:

$$Q_{mn} = 5{,}6\, if^{-\frac{3}{4}}$$

în care: *if* reprezintă panta longitudinală a fâșiei în %.

Debitul specific minim, în l/s și metru liniar de fâșie, se calculează, după Shockley, cu relația:

$$Q_{min} = 0{,}37\, if^{\frac{1}{2}}$$

Durata de udare a fâșiei (T_f)

Durata de udare a fâșiei se determină cu relația:

$$T_f = \frac{mb \cdot Lf}{36\,000 \cdot Qf}$$

în care: *mb* reprezintă norma brută de udare, m^3/ha;

Lf – lungimea fâșiei, m;

Qf – debitul specific, l/s, m liniar lățime de fâșie.

7.4. ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Menționați două avantaje ale metodei de udare prin brazde.

2. Menționați două dezavantaje ale metodei de udare prin brazde.

3. Care sunt elementele tehnice ale udării prin brazde?

4. Cum se stabilește distanța dintre brazde?

5. Ce relație este utilizată pentru calculul debitului maxim neeroziv?

6. Ce formă pot avea brazdele în momentul deschiderii?

7. Ce situații pot fi întâlnite la aplicarea udărilor pe brazde?

8. Cum se calculează randamentul de udare?

9. Ce sunt sifoanele transportabile?

10. Prezentați pe scurt metoda de udare pe fâșii.

11. Care sunt elementele tehnice ale metodei de udare pri fâșii?

12. Cum se calculează durata de udare a fâșiei?

7.5. TESTE DE AUTOEVALUARE

1. *Sunt elemente tehnice ale udării prin brazde:*
a) debitul de alimentare a brazdelor
b) secțunea transversală a brazdelor
c) randamentul udării în câmp

2. *Debitul influențează fenomenul de scurgere:*
a) direct
b) indirect
c) nu influențează

3. *Durata de udare influențează:*
a) productivitatea muncii udătorilor
b) randamentul udării în câmp
c) uniformitatea de distribuire a apei de-a lungul brazdelor

4. *Când durata de udare cu relația Tu este aproximativ egală (+25%) cu durata de avans (Ta):*
a) situație se întâlnește pe solurile cu viteză mică de infiltrație, pe brazdele scurte sau cu pante mari
b) se folosește un singur debit de alimentare (Qi) pe toată durata udării
c) lungimea brazdelor nu s-a corelat cu panta acestora

5. *Cele mai utilizate dispozitive folosite pentru distribuția apei pe brazde sunt:*
a) conductele mobile de transport și udare
b) sifoanele transportabile
c) drenurile

6. *Lungimea fâșiei variază în limite largi:*
a) de la 100 la 200 m
b) de la 100 la 300 m
c) de la 100 la 400 m

7. *Panta longitudinală a brazdelor de udare:*
a) influențează în mod indirect viteza de circulație a apei
b) influențează în mod direct viteza de circulație a apei
c) influențează indirect secțiunea udată, lungimea brazdelor și eroziunea solului pe brazde

Răspunsuri:1.a, b, c;.2.a; 3.a, b, c; 4.b; 5.a, b; 6.c; 7.b, c.

7.6. REZUMAT

Metoda de udare prin scurgere la suprafață, în diferitele ei variante, poate fi folosită la irigarea tututor culturilor agricole și horticole. Udarea prin brazde se folosește la culturile prășitoare, legume, pomi și viță de vie. Constă în distrubuția apei de irigație la plantă cu ajutorul unor șanțuri temporare trasate printre rânduri, numite brazde. Distribuirea apei la plante se face prin infiltrare pe verticală și lateral, în perioada în care apa circulă de-a lungul brazdelor deschise printre rândurile de plante. Calitatea udării prin brazde, respectiv uniformitatea de distribuire a apei de-a lungul brazdelor de udare, randamentul udării în câmp, productivitatea muncii udătorilor, producția culturilor agricole și prevenirea degradării solurilor prin eroziune sau băltiri sunt puternic influențate de elementele tehnice ale udării. Toți parametri tehnici ai udării prin brazde trebuie să fie stabiliți în funcție de proprietățile fizice, hidrofizice și chimice ale solului, microrelief și gradul de nivelare a terenului, cultura irigată, echipamentul de udare folosit și caracteristicile amenajării pentru irigație. Elementele tehnice ale udării sunt influențate de mai mulți factori, printre care: viteza de infiltrație a apei în sol, gradul de nivelare, rezistența solului la eroziune, cultura irigată etc, acestea diferă de la o solă la alta.

Elementele tehnice ale udării sunt următoarele: distanța dintre brazdele de udare, debitul de alimentare a brazdelor, secțiunea transversală a brazdelor, lungimea brazdelor, panta longitudinală a brazdelor, durata de udare, randamentul udării în câmp.

Echipamentele mobile de udare servesc la trecerea apei din canalele provizorii sau rigole în brazde sau fâșii, în cazul amenajării cu canale provizorii, sau la transportul și distribuirea apei, în cazul folosirii conductelor mobile de transport și udare. Cele mai utilizate dispozitive folosite pentru distribuția apei pe brazde sunt: sifoanele transportabile și conductele mobile de transport și udare.

Udarea pe fâșii ar trebui să se folosească pe suprafețele cultivate cu cereale păioase și leguminoase perene din cadrul amenajărilor de irigație prin scurgere la suprafață.Udarea pe fâșii se poate folosi pe solurile cu permeabilitate mijlocie spre mică.

7.7. BIBLIOGRAFIE

Bibliografie obligatorie:

1. Notițe curs
2. MUREȘAN D., I. PLEȘA, N. ONU, P. SAVU, Z. NAGY, I. JINGA, AL. TEODOROIU, I. PĂLTINEANU, I. TOMA, I. VASILESCU, 1992, Irigații, desecări și combaterea eroziunii solului. Edit.didactică și pedagogică București.

Bibliografie facultativă:

3. BLIDARU, V., GH. PRICOP, A. WEHRY, 1981, Irigații și drenaje, Editura Didactică și Pedagogică, București.
4. PLEȘA, I., D. MUREȘAN, N. CEUȘU, GH. FLORESCU, I. POPESCU, P. SAVU, 1980, Îmbunătățiri funciare, Editura Didactică și Pedagogică, București.
5. DOMUȚA, C., C. DOMUȚA, 2016, Irigarea culturilor, Editura Primus, Oradea.

UNITATE DE ÎNVĂȚARE 8: METODA DE UDARE PRIN ASPERSIUNE

CUPRINS UNITATE DE ÎNVĂȚARE 8:

8.1. AVANTAJELE ȘI DEZAVANTAJELE METODEI DE UDARE PRIN ASPERSIUNE 215
8.2. ELEMENTELE TEHNICE ALE UDĂRII PRIN ASPERSIUNE 217
8.3. ASPERSOARE 222
8.4. ARIPA DE ASPERSIUNE 224
8.5. INSTALAȚII DE ASPERSIUNE 230
8.6. ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE 235
8.7. TESTE DE AUTOEVALUARE 237
8.8. REZUMAT 238
8.9. BIBLIOGRAFIE 238

INTRODUCERE

Acest capitol prezintă metoda de udare prin aspersiune, fiind descrise principiul, avantajele, respectiv dezavantajele acestei metode. Sunt prezentate pe larg elementele tehnice ale metodei de udare prin aspersiune: schema de lucru a aripilor de aspersiune, intensitatea ploii, finețea ploii, uniformitatea udării și durata udării. De asemenea, sunt prezentate noțiuni privind aspersoarele, aripile de udare și instalațiile de aspersiune. Capitolul se încheie cu întrebări recapitulative, teste de autoevaluare și prezentarea unei bibliografii.

OBIECTIVELE UNITĂȚII DE ÎNVĂȚARE 8:

La sfârşitul acestui capitol vei fi capabil:

- ✓ să prezinți metoda de udare prin aspersiune;
- ✓ să prezinți principalele avantaje ale metodei de udare prin aspersiune;
- ✓ să prezinți principalele dezavantaje ale metodei de udare prin aspersiune;
- ✓ să prezinți elementele tehnice ale udării prin aspersiune;
- ✓ să enumeri elementele componente ale unei aripi de aspersiune;
- ✓ să prezinți instalațiile de aspersiune staționare pe durata udării;
- ✓ să prezinți instalațiile de aspersiune în mișcare pe durata udării.

Durata medie de studiu individual – 2 ore.

8.1. AVANTAJELE ȘI DEZAVANTAJELE METODEI DE UDARE PRIN ASPERSIUNE

Metoda de udare prin aspersiune se realizează prin pulverizarea apei sub presiune în atmosferă cu ajutorul unor dispozitive (*aspersoare*) și revenirea acesteia pe suprafața solului sau a plantelor sub formă de picături.

Metoda de udare prin aspersiune simulează ploaia naturală, motiv pentru care, la început purta numele de ploaie artificială. În acest scop, apa este împrăștiată de un dispozitiv numit aspersor, care primește apa sub presiune de la o instalație specială.

Figura 8.1. Metoda de udare prin aspersiune

Avantajele metodei de udare prin aspersiune

Principalele avantaje ale aspersiunii sunt următoarele:

- Permite controlul riguros al apei distribuite, aplicarea de norme mici de udare, prin controlul duratei de udare;
- Nu necesită lucrări costisitoare de nivelare, poate fi folosită și pe terenuri cu relief frământat;
- Se poate folosi pe toate tipurile de sol și pentru udarea tuturor culturilor;
- Nu necesită un grad de calificare din partea udătorilor;
- Gradul ridicat de mecanizare și automatizare asigură o productivitate ridicată;

- Poate fi folosită multilateral la distribuirea îngrășămintelor, pesticidelor, combaterea înghețurilor târzii și la spășlarea sărurilor din profilul de sol, la umectări de răsărire și stimulare a efectului erbicid;
- Suprafața scoasă din cultură este redusă, iar lipsa canalelor, rigolelor, brazdelor sau fâșiilor ușurează mecanizarea lucrărilor agricole;
- Automatizarea distribuirii apei se face mai ușor decât la scurgerea la suprafață.

Dezavantajele metodei de udare prin aspersiune

Metodei de udare prin aspersiune îi sunt proprii și unele dezavantaje, dintre care menționăm:

- La viteza vântului de peste 3,5 m/s nu asigură o uniformitate de udare satisfăcătoare;
- Creșterea cheltuielilor de exploatare, datorită consumului de energie suplimentar necesar pentru realizarea unei presiuni mai ridicate cu 40-50% față de udarea prin scurgere la suprafață;
- Pentru echipamentele de udare se utilizează materiale energo-intensive: aluminiu, oțet etc.;
- Favorizează atacul de boli criptogamice ca urmare a ridicării umidității aerului și a udării plantelor;
- Mutarea manuală a aripilor de udare este o operație grea și neplăcută, în special la culturile cu talie înaltă;
- În timpul funcționării agregatelor și aspersoarelor se pot ivi anumite defecțiuni tehnice.

Condiții de folosire a udării prin aspersiune

- Pe toate tipurile de sol, de la nisipuri la solurile cu textură fină;
- Atât pe terenuri plane, cât și pe cele cu microrelief frământat;
- Terenuri cu apă freatică aproape de suprafață, pe soluri salinizate, pe soluri superficiale, care necesită aplicarea de norme mici de udare la intervale scurte de timp;
- Pe solurile neuniforme din punct de vedere textural, pe care se poate distribui uniform apa numai prin aspersiune sau picurare (condiție: alegerea unui aspersor care să asigure o intensitate de udare mai mică decât viteza minimă de infiltrație a apei în sol).

8.2. ELEMENTELE TEHNICE ALE UDĂRII PRIN ASPERSIUNE

Elementele tehnice ale metodei de udare prin aspersiune sunt: schema de lucru a aripilor de aspersiune, intensitatea ploii, finețea ploii, uniformitatea udării și durata udării.

Schema de lucru

Schema de udare precizează distanța dintre aspersoare pe aripă (d_1) și distanța dintre două poziții succesive ale aripilor de udare (d_2). În funcție de valorile d_1 și d_2 și a poziției aspersoarelor de pe două aripi alăturate, schemele de udare pot fi în *triunghi, pătrat, dreptunghi*. Cele mai simple și mai utilizate scheme sunt cele în pătrat și dreptunghi.

Distanța între aspersoare pe aripă (d_1) se stabilește în funcție de viteza vântului. Aceasta este în general un multiplu al lungimii tronsonului, care este de 6 m (mai rar de 9 m).

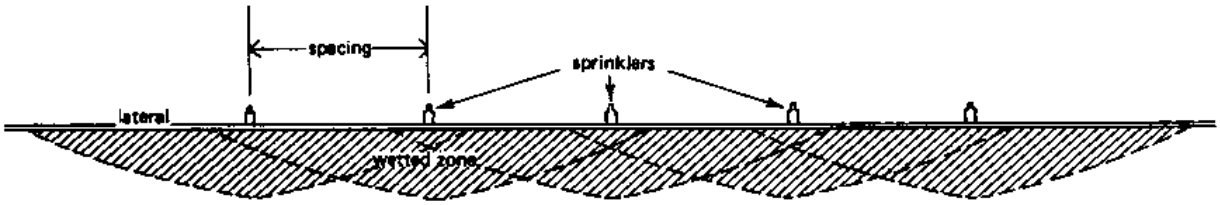


Figura 8.2. Distanța între aspersoare pe aripă (sprinkler-aspersoare)

Distanța între aripi (d_2) se stabilește în funcție de intensitatea pe care vrem să o realizăm.

Cele mai frecvente combinații de distanțe între aspersoare și distanțe între aripi (d_1 x d_2), întâlnite în practică, în funcție de tipul aspersorului sunt prezentate în următorul tabel:

Tabel 8.1. Distanța dintre aspersoare și distanța pe aripă în funcție de tipul aspersorului (d_1 x d_2)

Tipul aspersorului	Schema d1 x d2
AJR - 1	12 x 12 m; 12 x 18 m
ASJ 1 sau ASJ - 1M	18 x 18 m; 18 x 24 m
ASM 1 și AM 1	24 x 24 m; 24 x 36 m
AM2, ASM - 2M	30 x 30 m; 30 x 36 m
AM2	36 x 36 m

Numărul de aspersoare pe aripă (n_a) poate fi stabilit cu următoarea relație:

$$n_a = \frac{1}{2} \cdot \frac{D}{d}$$

unde:

D reprezintă distanța între antene (m);

d reprezintă distanța între aspersoare pe aripă (m).

Intensitatea ploii (mm/h)

Intensitatea ploii sau pluviometria reprezintă cantitatea de apă distribuită de aspersoare în cadrul schemei de udare, în unitatea de timp. Se exprimă în mm/h sau mm/min. Intensitatea de udare este influențată de carateristicile constructive ale aspersorului, de presiunea de funcționare, diametrul duzei, schema de udare și condițiile atmosferice.

Înălțimea stratului de apă care cade pe sol timp de o oră poartă numele de intensitate medie orară teoretică (*it*) care se calculează cu următoarea relație:

$$it = \frac{1000 \cdot Q_{asp} \cdot \eta c}{d_1 \cdot d_2} \quad \text{(mm/h)}$$

în care:

Q_{asp} – debitul aspersorului (m^3/h);

ηc – randamentul udării în câmp;

d_1 – distanța între aspersoare pe aripă (m);

d_2 – distanța între aripi (m).

Intensitatea medie reală (*ir*) se obține experimental prin colectarea apei, în pluviometre (pot fi folosite cutii de conserve) așezate pe suprafața delimitată de cele 4 aspersoare sau sub un singur aspersor. Intensitatea ploii se stabilește prin măsurarea înălțimii stratului de apă din cutii și raportarea ei la unitatea de timp, sau se măsoară volumul de apă (ml) cu ajutorul unor cilindri gradați, care apoi se raportează la suprafața cutiei și unitatea de timp.

Intensitatea medie reală se calculează cu următoarea formulă:

$$ir = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} hi}{n} \quad \text{(mm/h)}$$

în care:

hi – înălțimea stratului de apă din pluviometre, în mm;

n – numărul pluviometrelor.

Intensitatea medie reală este folosită la determinarea duratei de udare.

De asemenea, intensitatea ploii se alege în funcție de proprietățile fizice ale solului (Tabelul 8.2).

Tabel 8.2. Intensități de ploaie admise pe diferite soiuri

Textura solului	**Intensități de ploaie admise (mm/h) după diferite cercetări**				**Observații**
Ușoară	12,7-19,5	12-30	10-15	20	Nisipos
Medie	6,3-12,5	6-12	6-11	15 20	Nisipo-lutos Luto-nisipos
Grea	2,5-6,3	< 6	5-7	10 8	Lutos Argilos

Finețea ploii

Finețea ploii indică gradul de pulverizare a jetului de apă de către aspersor, expresia numerică a fineții ploii fiind dată de diametrul picăturilor de apă.

Este recomandat ca mărimea picăturilor să fie cuprinsă între 0,5 și 1 mm. Picăturile cu diametrul mai mic de 0,5 mm conduc la pierderi mari de apă prin evaporație și la influențe mai puternice ale vântului, iar cele mai mari de 1 mm pot afecta plantele sensibile.

Finețea ploii este apreciată cu ajutorul unor indici cum sunt:

$$kp = \frac{d}{H} \qquad \beta = \frac{R}{H} \qquad \alpha = \frac{H}{d}$$

unde:

d – diametrul duzei aspersorului (mm);

H – presiunea la aspersor (mCA);

R – raza de stropire a aspersorului.

Interpretarea rezultatelor este prezentată în Tabelele 8.3, 8.4 și 8.5.

Tabel 8.3. Aprecierea ploii după kp

Kp	
Valoare	**Interpretare**
> 0,3	Ploaie fină, indicată pentru toate culturile, chiar și pentru cele sensibile (flori, legume, tutun etc.)
0,3 - 0,5	Ploaie mijlocie, recomandată pentru pomi, plante ierboae, pe soluri medii și ușoare
> 0,5	Ploaie grosieră, recomandată pentru pășuni și fânețe, pe soluri nisipoase și ușoare

Tabel 8.4. Aprecierea ploii după β

β	
Valoare	**Interpretare**
< 1	Ploaie foarte fină, recomandată pentru legume
1 - 1,1	Ploaie fină, pentru diferite culturi și terenuri
1,1- 1,2	Ploaie medie, pentru culturi stabile
1,2 - 1,3	Ploaie potrivit de mare, pentru pășuni și fânețe
> 1,3	Ploaie mare nefolositoare

Tabel 8.5. Aprecierea ploii după α

α	
Valoare	**Interpretare**
2,5 < α < 5	
> 5	Se consumă o cantitate prea mare de energie
< 2,5	Se produce o ploaie grosieră

Uniformitatea udării

Uniformitatea de udare reprezintă indicele care influențează în cea mai mare măsură calitatea udării, randamentul udării în câmp, precum și uniformitatea producției și sporurile de producție obținute prin irigare.

Se recomandă ca uniformitatea de udare să se determine la funcționarea aspersoarelor în schema de udare, prin instalarea de cutii pluviometrice în colțurile carourilor care pot avea latura de 2 – 4 m. După aplicarea udării se măsoară cantitatea de apă din fiecare pluviometru.

Coeficientul de uniformitate Christiansen (*Cu*) se determină cu relația:

$$Cu = 100\left[1 - \frac{\sum(h-\bar{h})}{h \cdot n}\right] \quad (\%)$$

în care:

h – înălțimea apei în fiecare pluviometru (mm);

$\bar{h}$ – înălțimea medie a apei (mm);

n – numărul de pluviometre.

Interpretarea rezultatelor se face conform Tabelului 8.6.

Tabel 8.6. Uniformitatea udării, după Cu

Cu	
Valoare	**Interpretare**
100 - 85%	Uniformitate foarte bună și bună
75 - 85%	Uniformitate medie
75 - 65%	Uniformitate slabă
< 65%	Uniformitate necorespunzătoare

Durata udării (*t*)

Durata udării reprezintă timpul de funcționare al unei aripi într-o poziție de udare, necesar pentru administrarea normei de udare. Se calculează cu următoarea relație:

$$t = \frac{m}{10 \cdot ir} \quad \text{(ore)}$$

unde:

m – norma de udare netă (m^3/ha);

ir – intensitatea medie reală orară (mm/h).

Un aspersor ideal trebuie să realizeze o intensitate a cărei valoare să crească continuu cu valori mici de la periferia jetului către aspersor. Aceste tipuri de aspersoare realizează o uniformitate bună de udare, atunci când schemele de lucru se stabilesc în mod judicios, în funcție de repartiția intensității pe rază (Figura 8.3).

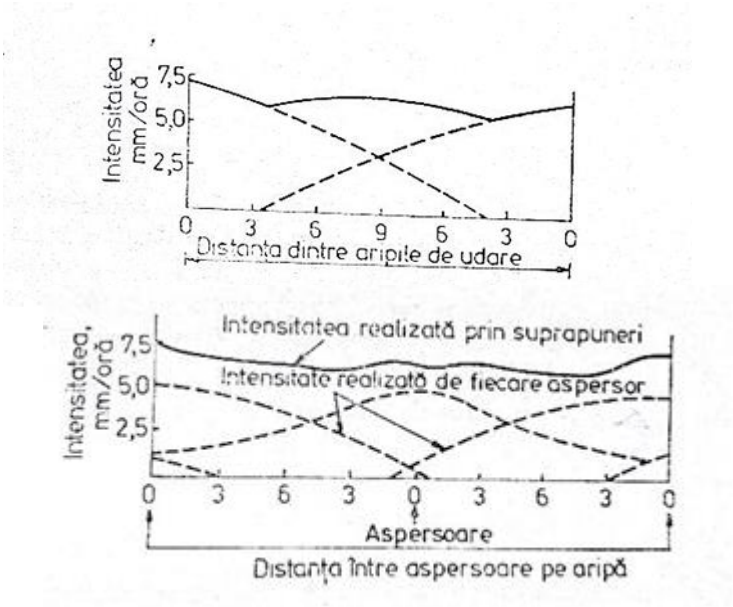


Figura 8.3. Intensitatea de udare rezultată în urma suprapunerilor

Din figură se poate observa faptul că prin suprapunerile obținute se realizează o uniformitate bună de distribuire a apei pe teren.

Intensitatea precum și uniformitatea de udare sunt în mare măsură influențate de presiunea de lucru și duza folosită. Astfel:

- Când aspersorul funcționează la o presiune prea joasă, se obțin picături mari și o distribuire neuniformă a apei (caz a);
- Când presiunea este prea ridicată, jetul aspersorului este pulverizat în picături prea mici care sunt repartizate în jurul aspersorului (caz c);
- Funcționarea la o presiune normală de lucru asigură o distribuire normală a apei (caz b).

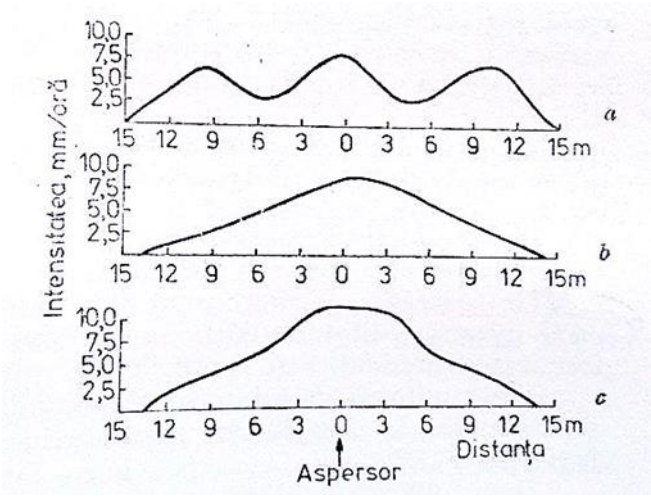


Figura 8.4. Efectul diferitelor presiuni asupra distribuției apei de către aspersor:
a – presiune prea mică;
b – presiune normală de lucru;
c – presiune prea mare.

8.3. ASPERSOARE

Aspersoarele (Figura 8.5) funcționează datorită presiunii jetului de apă care lovește suprafața paletei, efectuând astfel o rotire a brațului oscilant în jurul axului cu 170°. La revenire, datorită resortului oscilant lovește în jurul corpului superior deplasând aspersorul față de poziția precedentă cu câteva grade.

Repetarea acestei operații dă aspersorului o mișcare de rotație, realizând udarea unei suprafețe circulare.

Figura 8.5. Aspersoare

Aspersorul cel mai folosit în România este de tipul ASJ – 1 – M (Figura 8.6). Este un aspersor cu șoc de joasă tensiune, cu un singur jet, cu duze interschimbabile de 5, 6 și 7 mm. Realizează intensități mici de udare, are un grad ridicat de pulverizare a jetului și asigură o uniformitate bună de udare. Ca urmare, acesta poate fi folosit pe toate tipurile de sol, chiar și pe terenurile în pantă, pentru toare culturile, inclusiv legume și flori.

Alte aspersoare utilizate în România: ASM_2-M utilizat pe soluri medii și ușoare la toate plantele - schema 24 x 24; AJR_1 - aspersor cu jet razant, destinat funcționării sub coroana pomilor; ARS_2 - aspersor reactiv cu funcționare în sector de cerc, folosit la instalația autodeplasabilă cu tambur și furtun I.A.T.F. 300.

Aspersoare folosite în alte țări:

- Perrot în Germania;
- Irrifrance în Franța;
- Wright – Rain în Anglia;
- Valducii în Italia;
- Rain Bird, Buckner, Nelson în SUA;
- Naan în Israel.

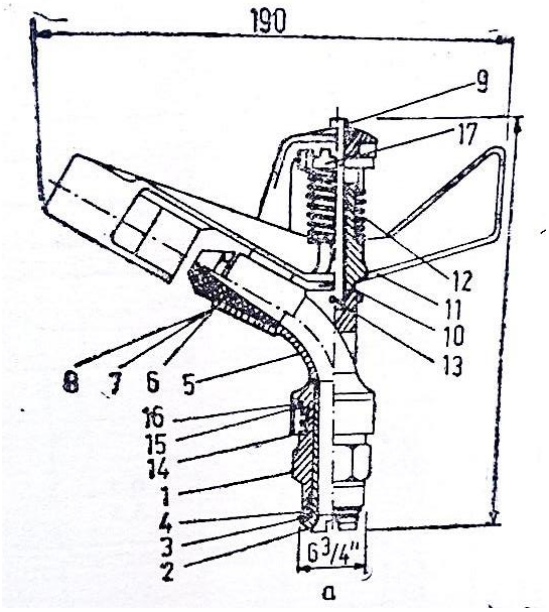


Figura 8.6. Aspersorul ASJ-1-M (secțiune)
1 – corpul inferior
2 – pivot
3, 4 – garnituri
5 – corpul superior
6, 7, 8 – duze
9 – ax
10 – garnitură
11 – braț oscilant
12 – resort de reținere
13 – splint
14 – arc de distanțare
15 - șaibă
16 – manșon de protecție
17 – inel de reglare

8.4. ARIPA DE ASPERSIUNE

Aripa de aspersiune este conducta mobilă formată din tuburi de aluminiu, oțet zincat, material plastic etc., pe care sunt montate aspersoarele cu care se realizează ploaia artificială. În sistemele de irigații cu conducte subterane aripile se branșează la hidranții de pe antene, iar în amenajările cu canale, la agregatele mobile de pompare. Aripile de aspersiune pot fi mutate manual, semimecanizat și mecanizat. În cazul mutării manuale, ele sunt în forma cea mai simplă, iar pentru mutarea mecanizată aripa de aspersiune are un echipament specific, de la mutarea prin tractare, la autodeplasare și funcționare complet automatizată, deci sunt instalații cu un grad de tehnicitate foarte ridicat.

Părțile componente ale aripii de aspersiune

Conducta este formată din tronsoane cu priză (Figura 8.7.a) pentru aspersor și fără priză (Figura 8.7.b), cuplaj rapid cu mufă și cârlig și etanșare hidraulică, realizată la presiunea apei de garnitura profilată în V.

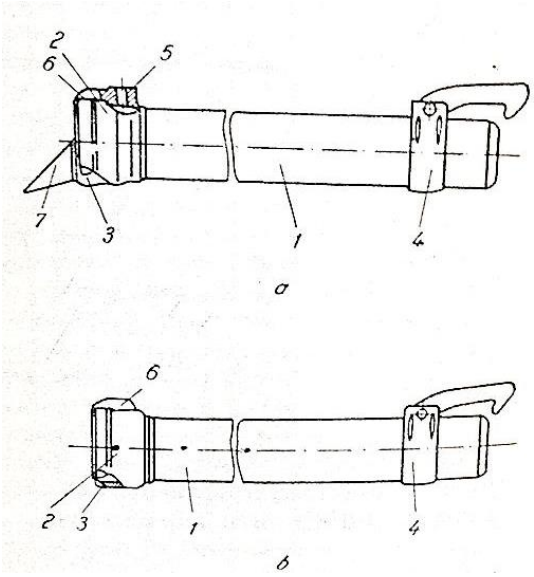


Figura 8.7. Tronsoane pentru conducta aripii de aspersiune
a – cu priză la aspersor; b – fără priză la aspersor
1 – tubul
2 – mufă
3 – garnitură de etanșare hidraulică profilată în V
4 – colier cu cârlig
5 – priza aspersor
6 – lăcaș pentru cârligul 4
7 – prelungire pe care se montează piciorul suport

Celelalte părți componente de la hidrant, deci capătul amonte la capătul aval sunt următoarele:

- Branșamentul (Figura 8.8), care funcționează cuplat la vana hidrant prin două cârlige;
- Racordul rapid la aspersor, cu prelungitorul de Ø 1″ și lungimi de 450 și 1350 mm și aspersorul (Figura 8.9), iar la partea de jos piciorul suport;
- Bușonul care închide extremitatea aval a conductei aripii de aspersiune;
- Teuri, cruci, ramificații și coturi pentru montarea aripilor în diferite scheme de funcționare.

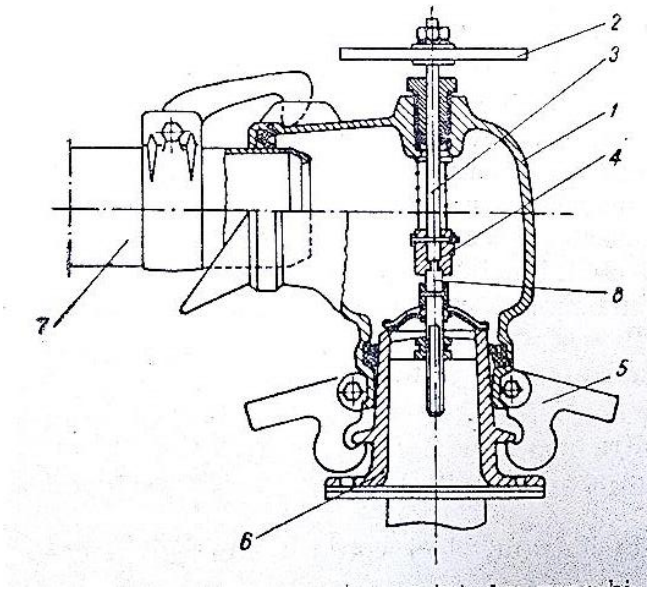


Figura 8.8. Branşament montat la vana-hidrant
1 – corpul branşamentelor prevăzut la ambele capete cu garnituri în V
2 – roată de manevră
3 – ax cu arc la exterior
4 – cuplă de legătură cu axul vanei hidrant
5 – cârlig de prindere a branşamentului la vana hidrant 6
7 – primul tronson de conductă al aripii

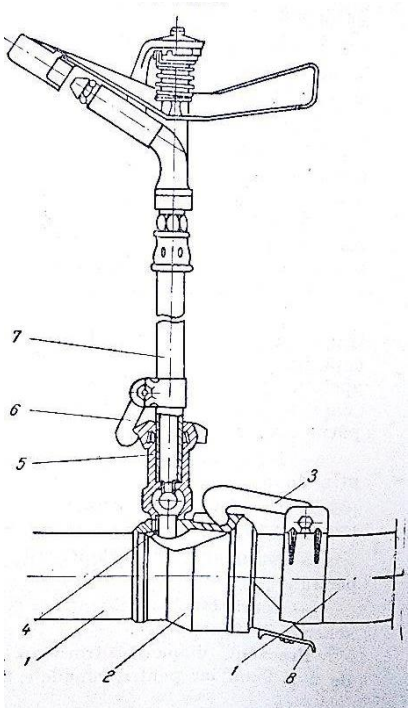


Figura 8.9. Priza pe conductă cu racordul rapid prelungitorul şi aspersorul
1 – tronsoane de conductă cuplate cu mufă 2 şi cârlig 3
4 – priza aspersor
5 – racord rapid
6 – colier şi cârlig de prindere a prelungitorului 7 la racordul rapid
8 – picior support

Dimensionarea aripii de aspersiune

Operațiunea de dimensionare a aripii de aspersiune are în vedere stabilirea lungimii, diametrului și pierderilor de sarcină, astfel încât să rezulte un consum minim de energie la pomparea apei, uniformitate bună de udare, investiție în echipamentul de udare cât mai redusă, posibilități de udare mecanizată.

La dimensionarea aripii se vor avea în vedere caracteristicile constructive și funcționale ale acesteia, faptul că are același diametru pe toată lungimea, că în timpul funcționării debitul se reduce de-a lungul aripii la fiecare aspersor, reducere care conduce la creșterea presiunii ca urmare a reducerii vitezei apei cu înregistrarea unor pierderi de sarcină (Figura 8.10).

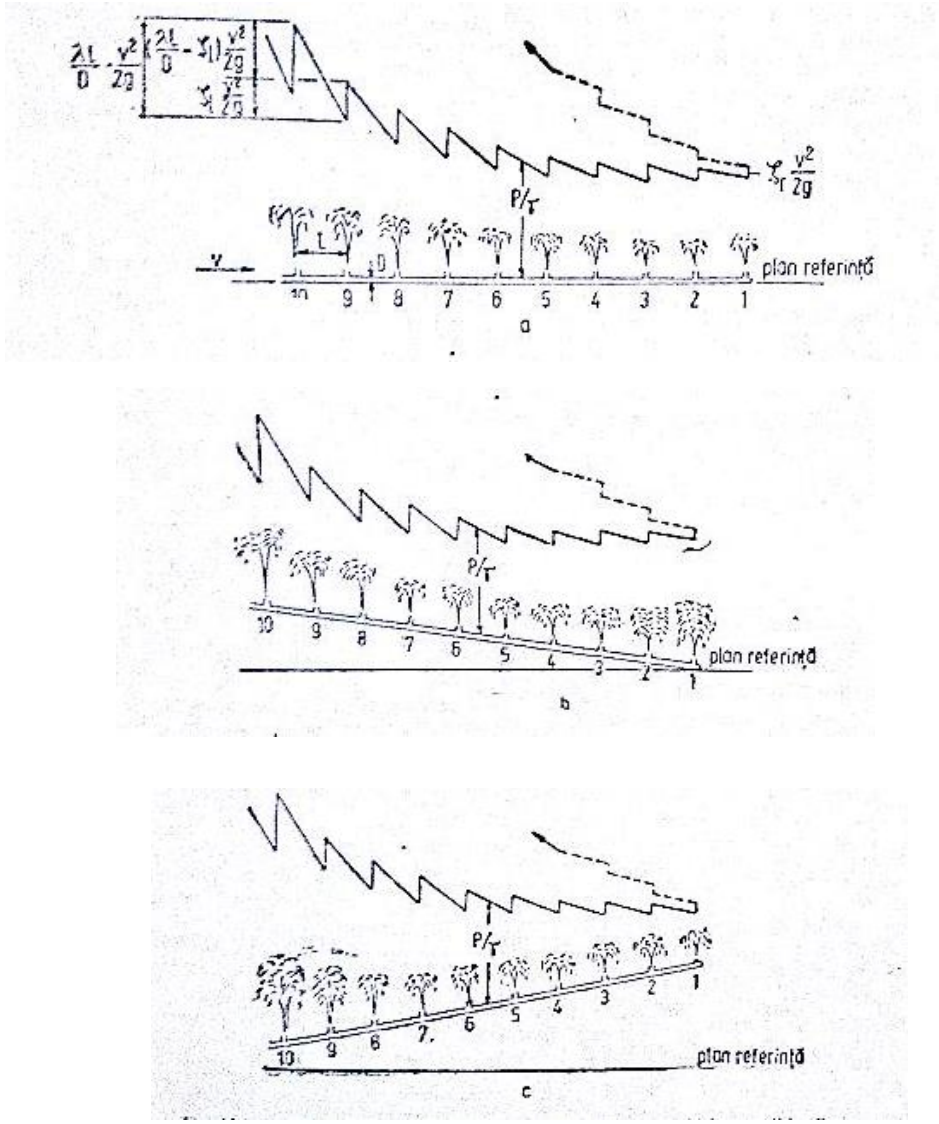


Figura 8.10. Variația presiunii pe aripa de aspersiune (după V. Blidaru, Gh. Pricop, A. Wehry)
(a – aripă orizontală; b – aripă pe pantă descendentă;
c – aripă pe pantă ascendentă)

Lungimea aripii de udare

Lungimea aripii de udare (*La*) în funcție de numărul de aspersoare (n) și schema de udare se determină cu relația:

$$La = (n-1)d_1 + \frac{d_1}{2} \quad \text{(m)}$$

unde:

n – numărul de aspersoare pe aripă;

d_1– distanța între aspersoare, în m;

$d_1/2$ – se rotunjește pentru ca să rezulte un multiplu al lungimii unui tronson de conductă (6 m sau 9 m).

Totodată, la stabilirea lungimii aripii de udare, se va avea în vedere ca pierderile de sarcină între primul și ultimul aspersor să nu depășească 20%, deoarece numai în aceste condiții se realizează o uniformitate bună de udare.

Debitul aripii de udare

Debitul aripii de udare (Q_a) se stabilește cu relația:

$$Q_a = Q_{asp} \cdot n \cdot \frac{1}{\eta} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

unde:

Q_{asp} – debitul aspersorului, în m^3/h $Q_{asp} = \mu \cdot \omega \sqrt{2gH}$

n – numărul de aspersoare, în condițiile de lucru continuu sau altern;

η – randamentul aripii de udare > 0,95;

μ – coeficient de debit (0,80 – 0,95);

ω – suprafața secțiunii duzei, în m^2;

g – accelerația gravitațională, în m/s^2;

H – presiunea apei la intrarea în duză, în m.c.a.

Pierderile de sarcină pe aripa de udare

Pierderile de sarcină pe aripa de udare se determină în scopul verificării lungimii aripii din punct de vedere al uniformității udării și pentru calcularea presiunii necesae la ultimul hidrant. În timpul funcționării se înregistrează pierderi de sarcină liniare și locale.

Pierderile locale se întâlnesc în accesoriile din alcătuirea aripii, în cuplaje, la cuplarea conductelor în diferite unghiuri, în derivația conductă tijă aspersor, tijă aspersor, aspersor, regulator de presiune și limitator de debit.

Presiunea apei în aripa de udare trebuie să fie în limitele valorilor admise de regimul de funcționare propriu cât și al aspersoarelor montate pe aripă.

Datorită pierderilor de sarcină și caracteristicilor constructive și funcționale ale aripii, se pun următoarele condiții:

$$P_n = P_r + \frac{3}{4}h \qquad P_1 = P_n - \frac{1}{4}h \qquad h \leq 0{,}2\,P_r$$

unde:

P_n – presiunea la ultimul aspersor;

P_1 – presiunea la primul aspersor;

h – pierderea de sarcină admisibilă.

Pentru conducte de aluminiu în care viteza de curgere a apei este de 0,5-3m/s, pierderile de sarcină (J) pot fi determinate cu relația:

$$J = 3{,}91 \cdot 10^5 \cdot D^{-4{,}59} \cdot Q^{1{,}815} \quad \text{(m/ml)}$$

unde:

D – diametrul conducte, în mm;

Q – debitul aripei, în l/s.

În contextul celor de mai sus, presiunea la hidrant (P_h) se stabilește cu relația:

$$P_h = P_{asp} + \Delta h_1 + \sum h_{rA} \quad \text{(m.c.a)}$$

unde:

P_{asp} – presiunea la ultimul aspersor, în m.c.a;

Δh_1– pierderi de sarcină lineare și locale pe aripa de udare, în m.c.a.;

$\sum h_{rA}$ – alte pierderi de sarcini (diferențe de cotă aspersor-priză, priză-aspersor, racord rapid etc.

Când cuplarea aripii la hidrant se face prin intermediul conductei de legătură, în relația de mai sus se adaugă și Δh_2, adică pierderile de sarcină pe conducta de legătură.

8.5. INSTALAȚII DE ASPERSIUNE

Instalațiile de aspersiune existente pe plan mondial pot fi staționare sau în mișcare pe durata udării.

Instalații de aspersiune staționare pe durata udării:

1) Instalații de aspersiune cu cărucioare sau cu cărucioare în alternanță cu stabilizatoare sau tălpice, tractate longitudinal (IATL)

Aripile de aspersiune sunt din aluminiu, cu tronsoane de 6 sau 9 m, montate pe cărucioare sau cărucioare în alternanță cu stabilizatoare sau tălăici de sanie. Aspersoarele sunt prevăzute cu bipied la priza aspersor, iar cărucioarele sunt prinse de tronsoanele de aluminiu cu coliere. După expirarea timpului de funcționare pe o poziție, se decuplează instalația de la hidrant, este legată la un tractor și este trasă longitudinal pe noua poziție de udare**.**

2) Instalații de aspersiune autodeplasabile transversal pentru culturi joase (IAT-300) (Figura 8.11)

La acest tip de instalație, aripa propriu-zisă constituie și osia de rulare. Deplasarea pe noua poziție de udare se face transversal și este asigurată de un motor termic propriu, montat pe un cadru cu roți la mijlocul aripei. Instalația IAT-300, 400 este construită în variante de lungimi de 300 și 400 m, echipată cu aspersoare ASJ-1-M, pentru schema de lucru 18 x 24 m.

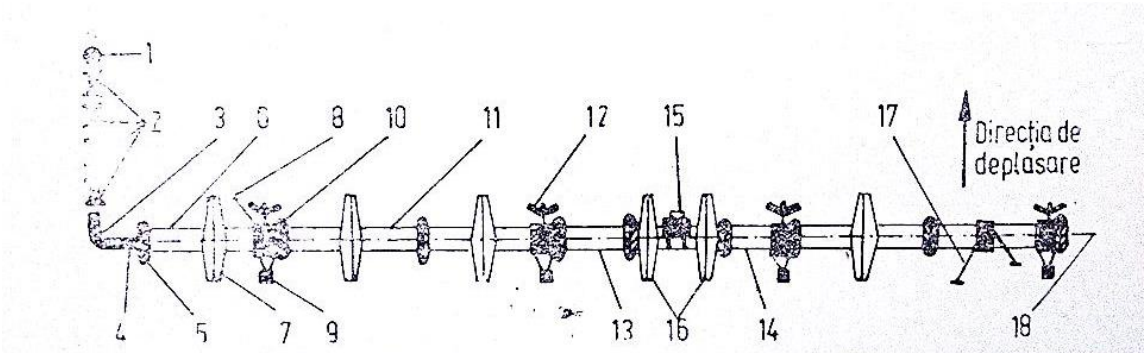


Fig. 11.48. Elementele componente ale IAT – 300 :
1 — hidrant; *2* — conducte de legătură 4″ × 6 000 FP; *3* — furtun de legătură; *4* — tronson de legătură 4″ × × 350 FP; *5* — colier special; *6* — tronson conductă 4″ × 9 000 CP; *7* — roată de rulare; *8* — inel siguranță zinc 4″; *9* — contragreutate; *10* — priză aspersor; *11* — tronson 4″ × 9 000 FP; *12* — aspersor ASJ – 1M; *13* — tronson 4″ × 4310 FP; *14* — tronson 4″ × 4310 CP; *15* — motor termic 6 CP; *16* — cărucior de acționare; *17* — contravînturi; *18* — dop de capăt 4″.

Figura 8.11. Elementele componente ale IAT-300

3) Instalații de aspersiune autodeplasabile transversal pentru culturi înalte (IADF)

Este folosită pentru irigarea culturilor cu talie înaltă. La acest tip de instalație, aripa de udare propriu-zisă este montată la înălțimea de 1,5-2,2 m față de nivelul solului, pe cadre de susținere prevăzută cu motor propriu. Instalația IADF-400 (Figura 8.12) are lungimea de 400 m, fiind susținută de 17 cadre cu câte două roți. Acționarea este electrică fiind necesar un tractor U650 care poartă grupul electrogen necesar pentru alimentarea motorului electric montat pe instalație.

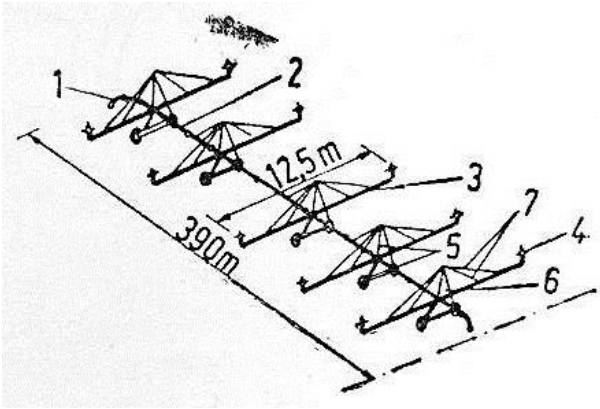


Figura 8.12. Instalație de udare prin aspersiune cu deplasare frontală IADF-400

4) Instalații cu aripi de aspersiune remorcate după udare (Schlebusch în Germania, Sigma în fosta Cehoslovacie etc.)
5) Instalații cu aspersor gigant (Robot-Rain în SUA, Irrifrance în Franța etc.).

Instalații de aspersiune în mișcare pe durata udării:

1) Instalații de aspersiune autodeplasabile în consolă (Vermeer, Miller etc. în SUA, Bancilhon, Perrotfrance în Franța etc.)
2) Instalații de aspersiune autodeplasabile cu pivot central (IAP-400)

Suprafața udată de o aripă este un cerc cu raza cuprinsă între 400 și 500 m. Aripa propriu-zisă are lungimea egală cu cea a razei suprafeței udate și este susținută de ferme și contravânturi prin intermediul unor cadre metalice care fac legătura cu roțile mecanice. Acționarea instalațueu poate fi electrică, hidraulică sau oleo-hidraulică. Aripa cu pivot se mișcă circular pe tot timpul aplicării udării în jurul hidrantului de alimentare cu apă. Aspersoarele de pe aripa de udare au densități care cresc de la pivot spre extremitate sau prezintă caracteristici corespunzătoare, astfel încât volumul de apă aplicat în apropierea pivotului să fie aproximativ egal cu cel administrat la extremitate.

3) Instalații de aspersiune autodeplasabile transversal (Square-Matic, Zimmatic în SUA, DDA-100M în fosta URSS etc.)
4) Instalații cu aspersor mare și tambur cu furtun (IATF-300) (Figura 8.13)

Instalația are un aspersor mare sau două mai mici montate pe un șasiu autodeplasabil sau pe o sanie trasă de conducta (furtunul) de alimentare ce se înfășoară pe un tambur. Atât tamburul cât și șasiul sunt acționate hidraulic. Aspersoarele funcționează în sector de cerc. Instalația IATF–300 are un debit de 12,9-16,0 l/s și necesită o presiune la hidrant de 4,5-5,0 daN/cm^2. La o deplasare instalația udă o suprafață de 1,65 ha de o parte a hidrantului și tot atât de cealaltă parte. Vitezele de deplasare a căruciorului portaspersor sunt cuprinse între 11,9 și 144,9 m/h realizând norme de udare de 600-200 m^3/ha.

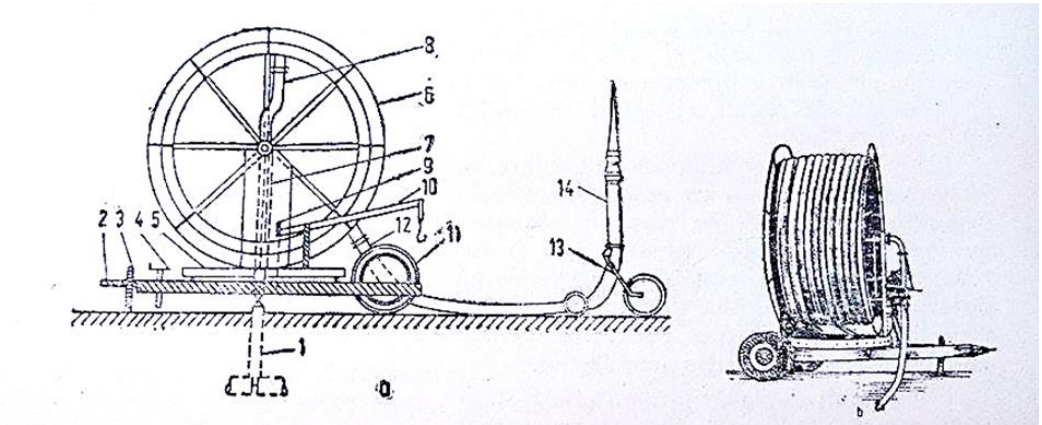


Fig. 11.50. Instalația de irigație prin aspersiune cu tambur și furtun (IATF—300): *a* — părți componente, *b* — vedere generală; *1* — hidrant; *2* — șasiu; *3* — picior de sprijin; *4* — cric; *5* — turelă; *6* — tambur; *7* — aspirație; *8* — refulare; *9* — distribuitor și motor cu burduf; *10* — dispozitiv de ridicare; *11* — roată de sprijin; *12* — furtun; *13* — cărucior de rulare; *14* — dispozitiv de udare.

Figura 8.13. Instalația de irigație prin aspersiune cu tambur și furtun (IATF-300)

Practicarea culoarelor

La culturile cu talie înaltă, indiferent dacă aripile de aspersiune se mută manual sau se deplasează mecanizat, este necesar să se realizeze culoare, spații, pe care vor funcționa aripile de udare.

Culoarele se pot realiza în două moduri:

- Concomitent cu însămânțarea culturii principale;
- După însămânțare, prin suprimarea plantelor de pe culoare.

La realizarea culoarelor concomitent cu însămânțarea culturii principale semănatul se va face perpendicular pe antene. Culoarele pot fi lăsate libere sau

însămânțate cu plante de talie joasă (fasole, sfeclă furajeră, sorg), însă este de preferat lăsarea liberă a culoarelor.

Când culoarele sunt realizate după însămânțare, semănatul culturilor se poate face perpendicular sau paralel cu antenele. Deschiderea culoarelor se face mecanic, cu freza, cu cultivatorul sau cu alt dispozitiv pe lățimi de 1,4 – 2,0 m în funcție de ecartamentul tractoarelor folosite la tractarea aripilor de udare.

Utilizări speciale ale instalațiilor de aspersiune

I. Aspersiunea ca mijloc de protecție împotriva înghețului
II. Aspersiunea în aplicarea îngrășămintelor
III. Combaterea bolilor și dăunătorilor

I. Aspersiunea ca mijloc de protecție împotriva înghețului

Plantațiile de pomi și vie pot fi surprinse în vegetație de brumele târzii de primăvară și de cele timpurii de toamnă. Un mijloc important de combatere a efectelor brumelor este *irigația antigel* aplicată cu ajutorul aspersiunii.

Metoda se bazează pe principiul după care transformarea apei din stare lichidă în stare solidă se face cu degajare de căldură, reprezentând o calorie pentru fiecare gram de apă și fiecare centrigrad. Cu ajutorul ploii pulverizate fin se creează o peliculă subțire de gheață în jurul organelor plantei.

Apa aspersată îngheață treptat, iar căldura degajată împiedică coborârea temperaturii țesuturilor plantei sub 0˚ C.

Irigația antigel are eficacitate asigurată până la temperaturi ale aerului de -7˚ C și în cazuri speciale la -10˚ C.

II. Aspersiunea în aplicarea îngrășămintelor

Aplicarea fracționară a dozei de îngrășăminte determină sporirea producției în condițiile reducerii dozelor. Aplicarea îngrășămintelor cu apa de irigație în perioada de vegetație a culturii prezintă următoarele avantaje: se reduc cheltuielile de producție prin asocierea a două operații tehnologice; crește indicele de valorificare a îngrășămintelor aplicate sub forma unei soluții nutritive diluate, preluate direct de către plante prin rădăcini și/sau frunze.

Aplicarea asociată a îngrășămintelor cu irigația poartă numele de *fertigație*.

III. Combaterea bolilor şi dăunătorilor

Irigarea prin aspersiune în livezi, deasupra coroanei, contribuie la combaterea unor dăunători, fără să se folosească inseticidele. Exemple în acest sens sunt afidele la piersic şi păianjenul la măr.

Combaterea bolilor se poate face prin distribuția la soluției preparate în prealabil în concentrație normală sau prin obținerea unei soluții concentrate și injectarea ei în circuitul instalației de aspersiune, întocmai ca la aplicarea îngrășămintelor.

Dezavantaj – partea inferioară a frunzelor rămâne, de obicei, neatinsă de soluția de tratat.

8.6. ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Prezentați pe scurt metoda de udare prin aspersiune.

2. Menționați două dezavantaje ale metodei de udare prin aspersiune.

3. Menționați două avantaje ale metodei de udare prin aspersiune.

4. Care sunt elementele tehnice ale udării prin aspersiune?

5. Care sunt cele mai frecvente combinații de distanțe între aspersoare și distanțe între aripi, întâlnite în practică?

6. Ce reprezintă intensitatea ploii?

7. Ce indică finețea ploii?

8. Ce este aripa de aspersiune?

9. Care sunt părțile componente ale aripii de aspersiune?

10. Ce relație se utilizează la calculul lungimii aripii de udare?

11. Clasificați instalațiile de aspersiune.

12. Enumerați utilizările speciale ale instalațiilor de aspersiune.

8.7. TESTE DE AUTOEVALUARE

1. *Metoda de udare prin aspersiune:*

a) necesită un grad de calificare din partea udătorilor
b) se poate folosi pe toate tipurile de sol și pentru udarea tuturor culturilor
c) poate fi folosită multilateral la distribuirea îngrășămintelor

2. *În funcție de valorile d1 și d2 și a poziției aspersoarelor de pe două aripi alăturate, schemele de udare pot fi în:*

a) triunghi
b) pătrat
c) dreptunghi

3. *Este recomandat ca mărimea picăturilor să fie cuprinsă între:*

a) 0,5 și 1 mm
b) 1 și 2 mm
c) 2 și 3 mm

4. *Pierderile de sarcină pe aripa de udare se determină:*

a) în scopul verificării lungimii aripii din punct de vedere al uniformității udării
b) pentru calcularea presiunii necesare la primul hidrant
c) pentru calcularea presiunii necesare la ultimul hidrant

5. *Instalațiile de aspersiune pot fi:*

a) staționare pe durata udării
b) în mișcare pe durata udării
c) ambele variante (a și b)

6. *Înălțimea stratului de apă care cade pe sol timp de o oră poartă numele de:*

a) intensitate medie orară teoretică
b) intensitate medie teoretică
c) intensitate medie orară

7. *Este element tehnic ale udării prin aspersiune:*

a) intensitatea ploii
b) finețea ploii
c) uniformitatea udării

Răspunsuri:1.b, c; 2.a, b, c; 3.a; 4.a, c; 5.c; 6.a; 7.a, b, c.

8.8. REZUMAT

Metoda de udare prin aspersiune se realizează prin pulverizarea apei sub presiune în atmosferă cu ajtorul unor dispozitive (aspersoare) şi revenirea acesteia pe suprafața solului sau a plantelor sub formă de picături.

Metoda de udare prin aspersiune simulează ploaia naturală, motiv pentru care, la început purta numele de ploaie artificială. În acest scop, apa este împrăştiată de un dispozitiv numit aspersor, care primeşte apa sub presiune de la o instalație specială.

Elementele tehnice ale metodei de udare prin aspersiune sunt: schema de lucru a aripilor de aspersiune, intensitatea ploii, finețea ploii, uniformitatea udării şi durata udării. Schema de udare precizează distanța dintre aspersoare pe aripă (d1) şi distanța dintre două poziții succesive ale aripilor de udare (d2). Intensitatea ploii sau pluviometria reprezintă cantitatea de apă distribuită de aspersoare în cadrul schemei de udare, în unitatea de timp. Finețea ploii indică gradul de pulverizare a jetului de apă de către aspersor, expresia numerică a fineții ploii fiind dată de diametrul picăturilor de apă. Uniformitatea de udare reprezintă indicele care influențează în cea mai mare măsură calitatea udării, randamentul udării în câmp, precum şi uniformitatea producției şi sporurile de producție obținute prin irigare. Durata udării reprezintă timpul de funcționare al unei aripi într-o poziție de udare, necesar pentru administrarea normei de udare.

Aripa de aspersiune este conducta mobilă formată din tuburi de aluminiu, oțet zincat, material plastic etc., pe care sunt montate aspersoarele cu care se realizează ploaia artificială. Operațiunea de dimensionare a aripii de aspersiune are în vedere stabilirea lungimii, diametrului şi pierderilor de sarcină, astfel încât să rezulte un consum minim de energie la pomparea apei, uniformitate bună de udare, investiție în echipamentul de udare cât mai redusă, posibilități de udare mecanizată.

Instalațiile de aspersiune existente pe plan mondial pot fi staționare sau în mişcare pe durata udării.

8.9. BIBLIOGRAFIE

Bibliografie obligatorie:

1. Notițe curs
2. MUREŞAN D., I. PLEŞA, N. ONU, P. SAVU, Z. NAGY, I. JINGA, AL. TEODOROIU, I. PĂLTINEANU, I. TOMA, I. VASILESCU, 1992, Irigaţii, desecări şi combaterea eroziunii solului. Edit.didactică şi pedagogică Bucureşti.

Bibliografie facultativă:

3. BLIDARU, V., GH. PRICOP, A. WEHRY, 1981, Irigații şi drenaje, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.
4. PLEŞA, I., D. MUREŞAN, N. CEUŞU, GH. FLORESCU, I. POPESCU, P. SAVU, 1980, Îmbunătățiri funciare, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.
5. DOMUȚA, C., C. DOMUȚA, 2016, Irigarea culturilor, Editura Primus, Oradea.

UNITATE DE ÎNVĂȚARE 9: METODA DE UDARE PRIN PICURARE. METODA DE UDARE SUBTERANĂ

CUPRINS UNITATE DE ÎNVĂȚARE 9:

9.1. METODA DE UDARE PRIN PICURARE 240

9.1.1. Prezentarea generală a unei instalaţii de udare prin picurare 243

9.1.2. Particularităţile regimului de irigaţie prin picurare 246

9.1.3. Elementele tehnice ale udării prin picurare 247

9.1.4. Calitatea udării prin picurare. Uniformitatea udării 250

9.1.5. Organizarea aplicării udărilor prin picurare 251

9.2. METODA DE UDARE SUBTERANĂ 252

9.3. PROBLEME DE REZOLVAT 257

9.4. ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE 262

9.5. TESTE DE AUTOEVALUARE 264

9.6. REZUMAT 265

9.7. BIBLIOGRAFIE 265

INTRODUCERE

În acest capitol este prezentată irigarea prin picurare şi instalaţia de udare prin picurare. De asemenea mai sunt prezentate particularităţile regimului de irigaţie prin picurare, elementele tehnice ale udării prin picurare, calitatea udării şi organizarea aplicării udărilor prin picurare. Tot în acest capitol mai este prezentată şi metoda de udare subterană. La sfârşitul capitolului se vor regăsi teste de autoevaluare şi întrebări recapitulative, un rezumat şi o bibliografie.

OBIECTIVELE UNITĂȚII DE ÎNVĂȚARE 9:

La sfârşitul acestui capitol vei fi capabil:

- ✓ să definești irigarea prin picurare;
- ✓ să enumeri avantajele şi dezavantajele irigării prin picurare;
- ✓ să caracterizezi o instalaţie de udare prin picurare;
- ✓ să calculezi norma de udare şi norma de irigare;
- ✓ să descrii elementele tehnice ale udării prin picurare;
- ✓ să calculezi coeficientul de uniformicitate;
- ✓ să enumeri avantajele şi dezavantajele metodei de udare subterană;

Durata medie de studiu individual – 2 ore.

9.1. METODA DE UDARE PRIN PICURARE

Această metodă de udare constă în distribuirea apei pe teren în mod lent, sub formă de picături. Face parte din categoria irigaţiei localizate care se caracterizează prin aceea că apa distribuită pe teren umectează numai o parte din suprafaţa solului (respectiv a sistemului radicular) rămânând în intervalul dintre plante porţiuni neumezite. Metoda foloseşte instalaţii alcătuite dintr-o reţea de conducte din material plastic (amplasate subteran sau la suprafaţa terenului) prevăzute cu dispozitive speciale de picurare, la anumite distanţe, în funcţie de panta ce se irigă.

Metoda de udare prin picurare este relativ nouă, datează de aproape jumatate de secol, fiind în primii ani utilizată în sere şi în case de vegetaţie, apoi, o dată cu dezvoltarea industriei de mase plastice, şi mai ales după reducerea costului de producţie al tuburilor şi conductelor a început să se aplice în câmp, mai întâi în zonele aride, dar şi în zonele cu climat temperat. În ultimul timp se constată o evoluţie rapidă a acestei metode. Astfel, în anul 1975 suprafaţa amenajată pentru irigaţii prin picurare, inclusiv variante ale acesteia însuma pe glob circa 110000 ha, iar la nivelul anului 1980 suprafaţa ajunsese la 348000 ha.

Figura 9.1. Metoda de udare prin picurare

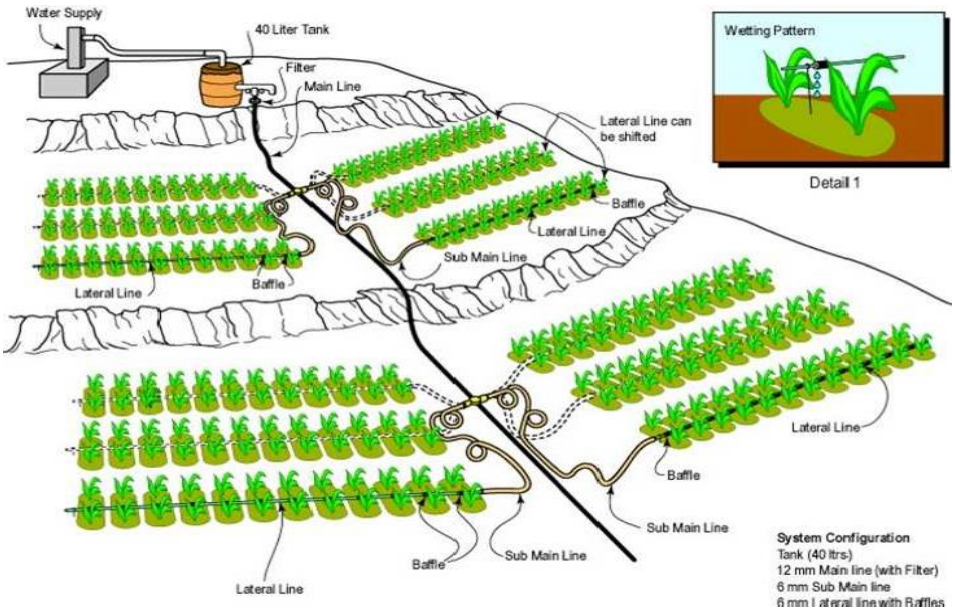


Figura 9.2. Irigaţie prin picurare

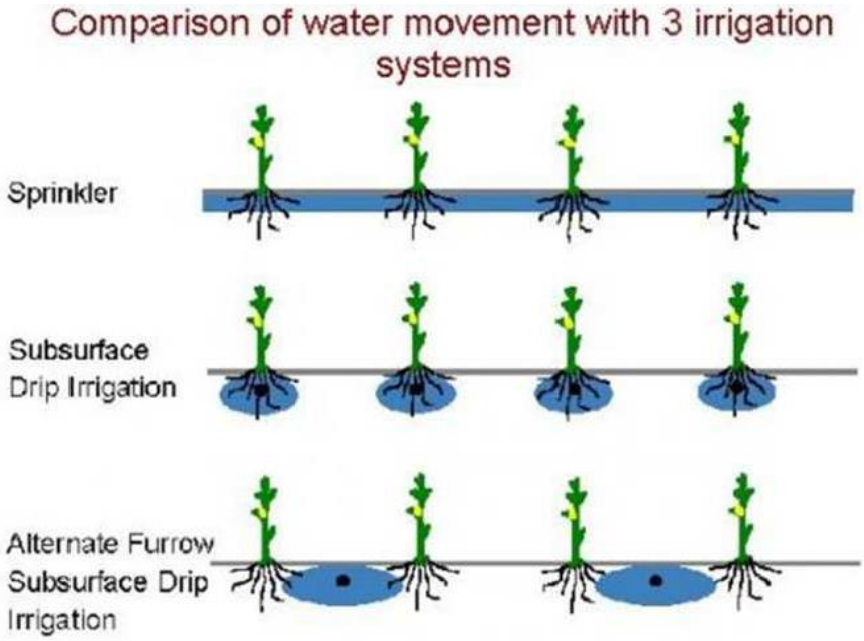


Figura 9.3. Compararea distribuirii apei a trei sisteme de irigare diferite

În ţara noastră suprafeţele amenajate, pentru irigaţia prin picurare sunt relativ mici. Irigaţia prin picurare prezintă atât avantaje cât şi dezavantaje.

Avantaje:

- economie de apă: consumul de apă este mult mai redus, cu 20 - 40%, deoarece pierderile prin evaporaţie şi infiltraţie sunt mult mai mici faţă de cele întâlnite la irigaţia prin scurgere la suprafaţă şi aspersiune, iar umezirea solului are loc numai pe o anumită porţiune a suprafeţei amenajate;
- consum mai redus de energie, cu peste 50% comparativ cu aspersiunea;

- economie de forţă de muncă, prin înlăturarea unor operaţii legate de mutarea echipamentului şi prin posibilitatea automatizării totale a amenajării;
- realizează în sol, în zona rădăcinilor, condiţii de umiditate, de aeraţie şi de nutriţie deosebit de favorabile creşterii plantelor;
- este puţin pretenţioasă la condiţiile de sol, relief, regim hidrogeologic putând fi folosită pe terenuri cu pante mari, denivelate, pe terenuri cu textură foarte uşoară sau foarte grea şi cu nivel freatic ridicat;
- poate folosi la irigat apa cu un grad ridicat de mineralizare.

Figura 9.4. Tub de udare prin picurare

Aceste avantaje ale irigaţiei prin picurare determină obţinerea unor producţii agricole mai mari, de calitate şi mai timpurii decât cele obţinute la irigaţia prin scurgere la suprafaţă sau prin aspersiune.

Dezavantaje:

- necesită investiţii mari pentru conducte şi picurătoare; în plus, masele plastice conţin mari cantităţi de energie înglobată, aspect deloc de neglijat în actuala conjunctură energetică;
- dificultăţi în exploatare datorită înfundării picurătoarelor;
- fragilitatea instalaţiei impune o atenţie sporită atunci când se aplică lucrările de întreţinere a culturilor;
- pericolul apariţiei sub picurător a excesului de apă.

9.1.1. Prezentarea generală a unei instalaţii de udare prin picurare

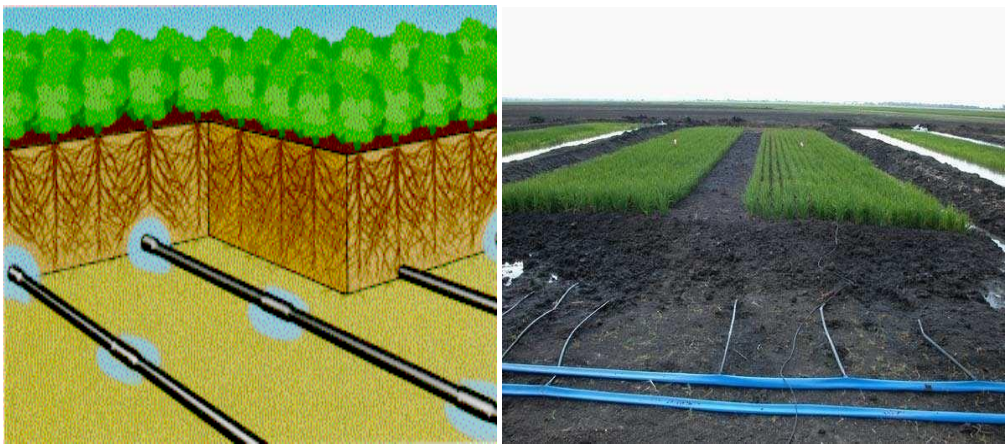


Figura 9.5. Detalii sistem de irigare prin picurare

Irigarea prin picurare este o metodă cu aplicare limitată la culturile hortiviticole, având specific, faţă de celelalte metode de udare, distribuţia apei în zona de consum maxim al plantei fără umezirea întregii suprafeţe ocupate de cultură. Distribuţia apei la plante, începând de la hidrant, se face cu ajutorul unei instalaţii alcătuite din următoarele componente:

1. Ansamblu frontal constituit din:

- vană contorimetru. Este necesară specificarea plajei de volum pe care poate lucra şi eventual tipului şi caracteristicilor mecanismului de programare automată a accesului apei în sistem;
- regulator de presiune şi manometru indicator;
- limitator de debit;
- dispozitiv de administrat îngrăşăminte chimice solubile, cu furtun de racord şi celelalte elemente necesare introducerii în circuit a îngrăşămintelor chimice lichide;
- filtru gravimetric. Este necesară specificarea componentei granulometrice (între 1 mm – 15 mm), a presiunii de lucru şi a pierderilor de sarcină.

2. Conducte de transport (sau de distribuţie), dimensionate corespunzător distanţei şi debitului transportat. Sunt realizate de obicei din PVC rigid pentru conductele subterane şi din PVC plastificat pentru conductele pozate la suprafaţă. Pot fi de joasă şi de medie presiune şi au în general diametre cuprinse între 30 şi 125 mm.

3. Conducte de udare. Pot avea lungimi de maxim 200 m, în funcţie de lungimea rândurilor de plante de-a lungul cărora sunt amplasate. Rezistă în general până la presiuni de maxim 4,0 daN/cm^2, presiunile minime obişnuite fiind de 0,3 – 1 daN/cm^2 la fenomenul de picurare. Sunt de obicei confecţionate din material plastic. Există numeroase tipuri constructive: picurătoare cu traseu lung (elicoidal, şicanat, microtuburi Tricklon), picurătoare cu traseu scurt, picurătoare autoreglabile, picurătoare ciclonice de tip Vortex sau Tirosh (utilizate mai ales în legumicultură), picurătoare cu impuls etc. Indiferent de tipul constructiv ce se alege în funcţie de cerinţele specifice ale culturii şi ale instalatiei precum şi în funcţie de preţ, picurătoarele au scopul unic de a introduce pierderi de sarcină care să facă posibilă apariţia fenomenului de picurare, cu debite mici, continui şi constante.

4. Dispozitivele de picurare (picurătoarele) preiau apa din conductele de udare şi o distribuie plantelor. Au rolul de a reduce presiunea apei de la aproximativ 1daN/cm^2, la fenomenul de picurare. Pot fi confecţionate din material plastic sau metal.

Figura 9.6. Dispozitive de picurare

Sunt de mai multe tipuri constructive: picurătoare cu traseu lung (elicoidal, şicanat sau sub forma de microtuburi), picurătoare cu traseu scurt, picurătoare autoreglabile, ciclonice, cu impuls etc. Picurătoarele cu traseu lung sunt cele în care apa parcurge un drum în spirală pierzând din presiune până la fenomenul de picurare. Din această categorie fac parte microtuburile tip Tricklon cu orificiul de 0,8 mm.

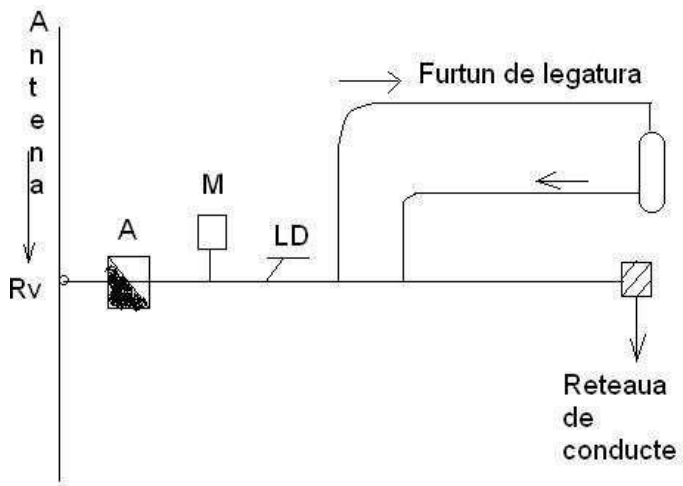


Figura 9.7. Schema principală a ansamblului frontal

Picurătoarele cu traseu lung realizează o bună uniformitate de udare, având o rezistenţă mare la înfundare. Sunt însă sensibile la variaţiile de temperatură, fapt de care trebuie să se ţină seama la programarea udărilor.

În legumicultură şi în general la culturile anuale se folosesc picurătoarele ciclonice de tip Vortex sau Tirosh pentru gabaritul lor redus şi pentru faptul că nu au părţi care se pot agăţa de culturi în timpul mutării.

Picurătoarele autoreglabile menţin aproximativ acelaşi debit de apă pe toată durata udării indiferent de variaţiile presiunii apei din reţea.

Pentru a realiza udări de calitate picurătoarele trebuie să îndeplinească mai multe condiţii între care două sunt absolut obligatorii şi anume: să realizeze debite mici, continue şi constante şi să aibă rezistenţă bună la înfundare.

Diametrele orificiilor picurătoarelor trebuie să fie de la 0,4 la 2 mm. Diametre mai mici de 0,7 mm sunt considerate ca fiind sensibile la înfundare, cele cuprinse între 0,7 mm şi 1,2 mm se consideră a avea o sensibilitate medie la înfundare, iar diametrele mai mari de 1,2 mm corespund unei rezistenţe mari la înfundare. În mod obişnuit debitele realizate din aceste picurătoare variază între 2 l/h şi 4 l/h.

Amenajările de tip mobil sunt utilizate la irigarea culturilor legumicole. Se compun dintr-o conductă de transport cu diametrul de 20 mm ce se branşează la hidrantul unei antene şi conducte de udare cu diametrul de 16 mm.

Conducta de transport are două ramificaţii (fiecare în lungime de 216 m), dispuse la o distanţă de 90 m, iar conducta de udare o lungime de 45 m. Fiecare ramificaţie a conductei de transport este prevăzută din 24 în 24 m cu racorduri scurte prevăzute cu robinete la care se cuplează conductele de udare.

Amenajările de tip fix, specifice pomilor fructiferi şi viţei de vie, sunt asemănătoare celor mobile cu deosebirea că toate elementele instalaţiei rămân fixe pe teren în întreaga perioadă de vegetaţie.

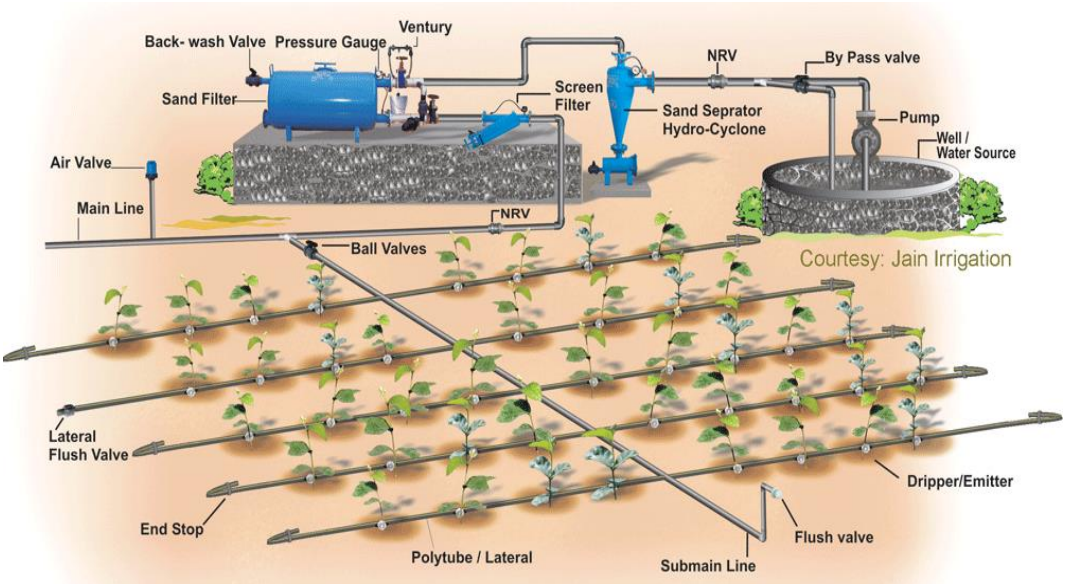


Figura 9.8. Amenajare de tip fix

9.1.2. Particularităţile regimului de irigaţie prin picurare

La calculul elementelor regimului de irigaţie trebuie să se ţină seama de unele particularităţi ale metodei de udare prin picurare legate de gradul de acoperire a terenului şi, respectiv, de suprafaţa efectiv umezită.

La această metodă udările se pot aplica în două moduri: continuu, zi de zi – mod neavantajos deoarece măresc costul exploatării; sub forma normelor de udare, adică aplicate la intervale de câteva zile.

Norma de udare se determină cu ajutorul relaţiei cunoscute la care intervine cu un coeficient de reducere φ:

$$m = 100 \cdot H \cdot DA(CC - P_{\min}) \cdot \varphi$$

în care:

H – este stratul de sol umezit, în m (mult mai redus decât la metodele clasice de udare;

φ – fracţiunea de sol efectiv umezit; depinde de textura solului, distanţa între conductele de udare, distanţa între picurătoare şi debitul de picurare.

Cu cât debitul picurătorului este mai mare, textura mai fină şi distanţele între conductele de udare şi între picurătoare sunt mai mici, cu atât φ se apropie de 1. De obicei coeficientul φ are valori cuprinse între 0,20 si 0,40. De aceea norma

de udare prin picurare este de 100 – 400 m^3/ha (mai mare la culturile semănate în rânduri dese şi mai mică la pomi şi viţă de vie).

Norma de irigare se calculează folosind metodologia cunoscută cu deosebire că şi acest element se reduce cu acelaşi coeficient φ.

Intervalul dintre udări depinde, ca şi la celelalte metode de udare, de ritmul consumului de apă din sol şi de precipitaţiile căzute. Se calculează astfel:

$$T = \frac{m}{ETR_0 - P}$$

$$ETR_0 = (\eta + S_u) \cdot ETR_1$$

în care:

m – este norma de udare prin picurare, în m^3/ha;

ETR_0 – consumul de apă la udare prin picurare;

P – precipitaţiile medii zilnice, în m^3/ha x zi;

η – coeficient care ia în considerare efectul de oază al fâşiei umezite (de obicei η = 0,10);

S_u – raportul dintre suprafaţa umbrită de cultură şi suprafaţa totală cultivată;

ETR_1 – consumul mediu zilnic de apă al culturii în cazul metodelor clasice de udare, în m^3/ha x zi.

Intervalul dintre udări este cuprins între 1 şi 6 zile.

9.1.3. Elementele tehnice ale udării prin picurare

Elementele tehnice ale udării prin picurare sunt următoarele: distanţa între picurătoare (d_p), numărul de picurătoare la plantă (n_p), debitul unui picurător (q_p), distanţa între conductele de udare (d_{cu}), lungimea conductei de udare (L_{cu}), numărul de picurătoare la hectar (n_p/ha), durata udării prin picurare (t_p).

Distanţa între picurătoare (d_p)

Pentru umezirea unei fâşii continui, distanţa între picurătoare este în funcţie de raza de umectare a picurătoarelor, iar aceasta depinde la rândul ei de mărimea debitului de picurare şi de textura solului.

Pentru umectarea la plantă (în cazul pomilor fructiferi şi viţei de vie) distanţa între picurătoare se ia egală cu distanţa între plante pe rând.

Tabel 9.1. Distanța între picurătoare în funcție de debit și textura solului

Debitul l/h	***Distanța între picurătoare (m) la textură:***		
	Grosieră	Mijlocie	Fină
1,5	0,2	0,5	0,9
2	0,3	0,7	1,0
4	0,6	1,0	1,3
8	1,0	1,3	1,7
12	1,3	1,6	2,0

Din Tabelul 9.1 se poate observa faptul că distanța între picurătoare are valori între 0,20 și 2,00 m, fiind direct proporțională cu debitul de picurare și cu creșterea conținutului în argilă fizică a solului.

Numărul de picurătoare la o plantă (N_p)

Numărul de picurătoare la o plantă se stabileşte în funcţie de consumul de apă al plantelor, de densitatea de plantare şi de felul culturii:

- pentru viţa de vie: 1 – 4 picurătoare (frecvent 2) la fiecare butuc;
- pentru pomi fructiferi: 1 – 10 picurătoare (frecvent 4) la fiecare pom.

Distanţa dintre picurător şi tulpina pomilor sau arbuştilor trebuie să fie egală cu raza de umectare a picurătorului. Distanţa mai mică de 50% din această rază provoacă dereglări în dezvoltarea rădăcinilor plantelor.mPentru culturile semănate în rânduri dese (culturi anuale în câmp şi seră) trebuie evitată amplasarea picurătorului lângă plantă deoarece zona saturată ce se formează în imediata apropiere a picurătorului este dăunătoare rădăcinilor care îşi pierd în acest mediu funcţia de absorbţie.

Figura 9.9. Sistem de irigare lângă plantă

Debitul unui picurător (Q_{pic})

Debitul unui picurător este în funcţie de tipul picurătorului (diametrul orificiului şi numărul de ieşiri) şi de presiunea de lucru. Alegerea debitului pentru un anumit teren se face în raport de textura solului urmărindu-se evitarea băltirilor şi şiroirilor de apă. În Tabelul 9.2 sunt redate valorile maxime ale debitelor de picurare în funcție de textura solului (după Drăgănescu, 1975).

Tabel 9.2. Valorile maxime ale debitelor de picurare în funcție de textura solului

Textura	***Debite, în l/h***	
	Nebăltire	Neșiroire-nepercolare
Nisipoasă	2 - 3	6 – 8 – 12
Lutoasă	1 - 2	2 - 6
Argiloasă	1	1 - 3

Din datele furnizate de tabel, se poate observa că debitul de picurare este cuprins între 1-8 l/h, putând ajunge în cazuri speciale la 12 l/h.

De asemenea, se observă că pe solurile ușoare, nisipoase, se admite un debit mai ridicat, iar pe solurile grele, argiloase, un debit mai mic.

Distanţa între conductele de udare (d_{cu})

La viţa de vie şi la pomii fructiferi, distanţa între conductele de udare este de obicei egală cu distanţa între rânduri.

La legume, distanţa între conductele de udare poate să fie de 1,4 – 3 m la castraveţi, tomate, fasole, varză şi de 1,6 – 1,8 m la salată, ridichi, ceapă, verdețuri etc.

Lungimea conductei de udare (Lcu) se stabileşte în funcţie de lungimea parcelei ocupată de cultură şi de condiţiile încadrării în pierderile de sarcină admise (Criteriul Christiansen: pierderile de presiune să nu ducă la o depăşire a diferenţei de 10% între debitele amonte şi aval).

Lungimea conductei de udare este cuprinsă, de regulă, între 50 şi 200 m.

Lcu se stabilește în teren, având în vedere ca distanța dintre debitul primului și ultimului picurător să nu depășească 20% (de obicei este sub 100 m).

Durata udării prin picurare (tp)

Durata udării prin picurare se determină cu formula:

$$t_p = \frac{m_p \cdot d_{cu} \cdot d_p}{q_p} \quad \text{(ore)}$$

unde:

m_p – norma de udare, în mm col. apă;

d_{cu} – distanța între conductele de udare, în m;

d_p – distanța între picurătoare, în m;

q_p – debitul picurătorului, în l/h.

Numărul de picurătoare la hectar (n_p/ha)

Numărul de picurătoare la hectar se calculează cu următoarea formulă:

$$n_p/ha = \frac{10000}{d_{cu} \cdot d_p}$$

unde:

d_{cu} – distanța între conductele de udare, în m;

d_p – distanța între picurătoare, în m;

9.1.4. Calitatea udării prin picurare. Uniformitatea udării

Depinde de presiunile apei (maximă şi minimă) din conducte care influenţează debitele de picurare, de calitatea execuţiei picurătorului şi de numărul de picurătoare la o plantă.

Coeficientul de uniformitate (Cu) se determină astfel:

$$C_u = 100\left(1 - \frac{1{,}27}{n_p} \cdot C_v\right) \frac{q_{min}}{q_{med}}$$

în care:

n_p – este numărul de picurătoare la o plantă;

q_{min}, q_{med} – debitele minim şi mediu corespunzătoare picurătoarelor situate la capătul aval al conductei de udare şi la 0,4 Lcu faţă de capătul amonte;

C_v – coeficientul de variaţie care reflectă calitatea de execuţie a picurătorului (este specifică fiecărui tip de picurător), în %.

Se consideră o uniformitate de udare corespunzătoare când C_u > 85%.

9.1.5. Organizarea aplicării udărilor prin picurare

Date necesare:

- Cultura – consumul de apă din luna de vârf (iulie)
  - distanţa dintre rânduri (d);
  - distanţa dintre plante (d_p);
  - adâncimea de umectare a solului (H).
- Proprietăţi fizice şi hidrofizice ale solului
  - textura;
  - capacitatea de câmp (CC);
  - coeficientul de ofilire (CO);
  - densitatea aparenţă (DA).
- Condiţii climatice – precipitaţiile lunare medii multianuale (P);
- Caracteristicile instalaţiei de udare prin picurare
  - Debitul instalaţiei (Q_{inst});
  - Debitul picurătorului (Q_{pic});
  - Lungimea conductei de udare (L_{cu}).

Elemente ce trebuie stabilite sau calculate în vederea organizării aplicării udărilor:

- Plafonul minim de start ($P_{min\ start}$);
- Norma de udare prin picurare (m_p);
- Norma de irigare în luna de vârf (M);
- Intervalul dintre udări (T);
- Durata udării (T_u);
- Suprafaţa udată zilnic de o instalaţie (S_{uz});
- Suprafaţa plotului deservit de o instalaţie (S_{plot});
- Necesarul de conducte de udare şi de picurătoare;
- Necesarul de forţă de muncă.

9.2. METODA DE UDARE SUBTERANĂ

Prin această metodă apa este introdusă în zona de dezvoltare a rădăcinilor plantelor prin intermediul unei rețele de conducte subterane sau prin galerii cârtiță. Metoda se poate aplica pe terenuri uniforme din punct de vedere textural, cu permeabilitate pentru apă mijlocie, cu o bună capilaritate și un conținut scăzut de săruri pe profil.

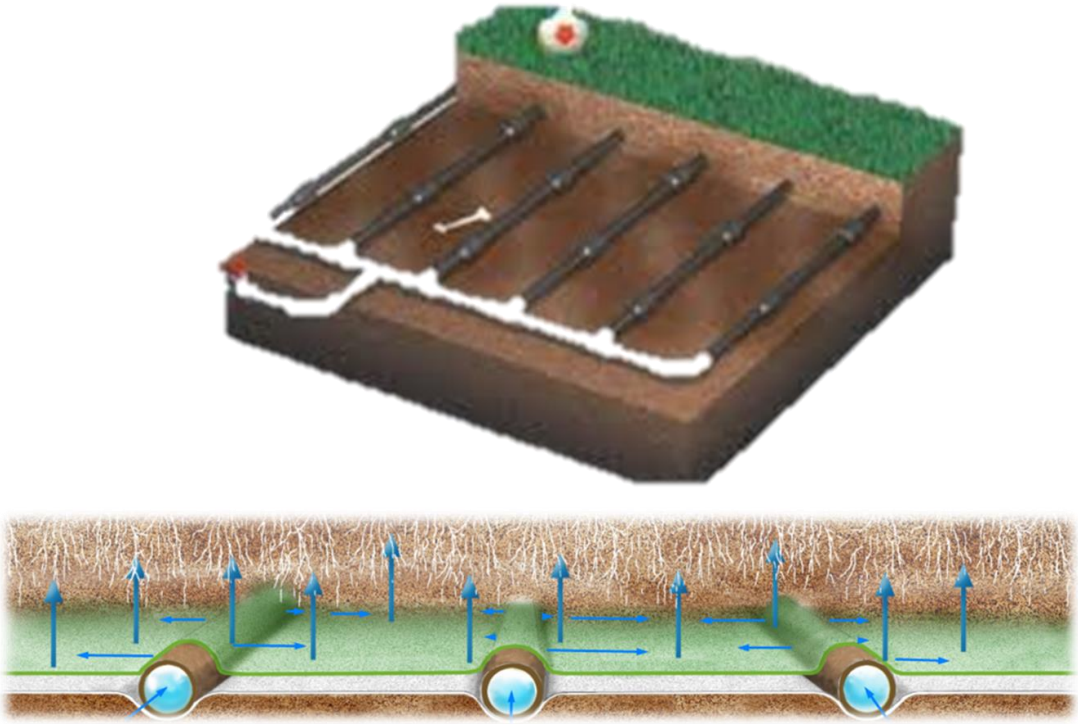


Figura 9.10. Metoda de udare subterană

Această metodă prezintă următoarele *avantaje*:

- Consum redus de apă și energie
- Conservă structura solului și înlătură formarea crustei
- Nu se scoate din cultură teren;
- Rețeaua de alimentare fiind complet îngropată, nu necesită nivelare
- Nu împiedică lucrările de îngrijire a culturilor, oferă bune condiții de automatizare

Această metodă prezintă următoarele *dezavantaje*:

- Cost ridicat al amenajării
- Pericolul colmatării și înfundării conductelor
- Salinizarea solului datorită curentului ascendent de apă
- Productivitatea de udare scăzută.

Udarea subterană se realizează printr-o **rețea de conducte** din ceramică, azbociment, material plastic etc., îngropată la adâncimi de 0.4-0.6 m și prin care apa circulând, pătrunde pe la rosturi sau prin fante, în masa solului.

Udarea subterană se mai poate realiza cu ajutorul **galeriilor cârtiță**.

Capilaritatea solului asigură umezirea pe verticală și lateral, element care influențează direct atât adâncimea de pozare a conductelor cât și distanța dintre ele, respectiv adâncimea de executare și distanța dintre galeriile cârtiță.

Circulația apei în conducte poate avea loc sub presiune cu valori de 5-20 m.c.a. sau liber (gravitațional) prin diferențele de cotă amonte-aval. În galeriile cârtiță, circulația are loc, de regulă, gravitațional.

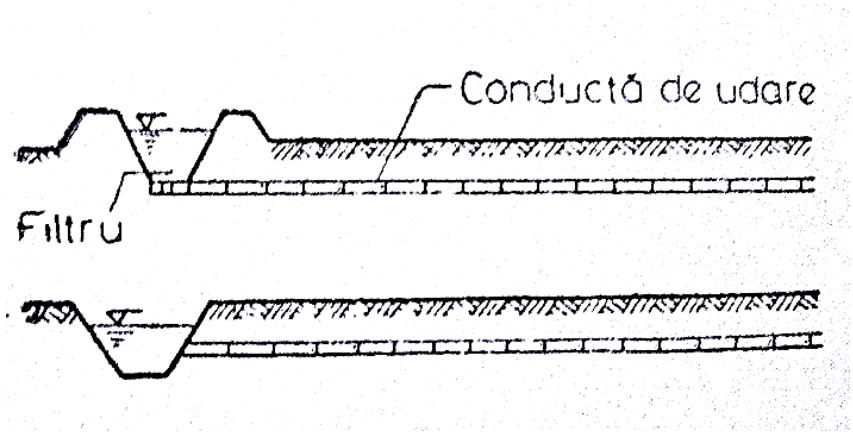


Figura 9.11 Sistemul de irigare subterană cu scurgere liberă

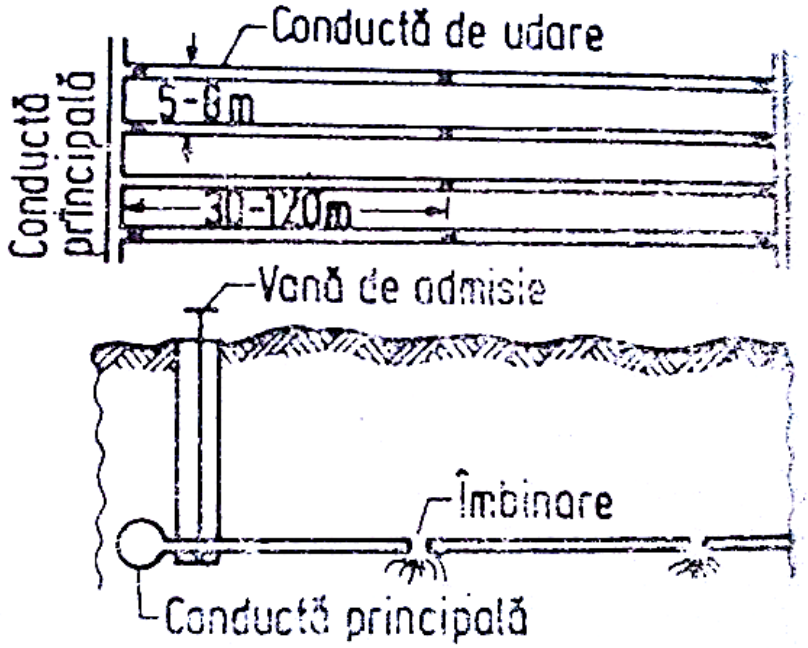


Figura 9.12 Sistemul de irigare subterană sub presiune

În cazul irigării subterane prin scurgere liberă apa se răspândește în sol nu numai prin capilaritate, ci și prin infiltrație în straturile adânci ale solului, pe când la irigarea subterană sub presiune răspândirea umidității este mai uniformă.

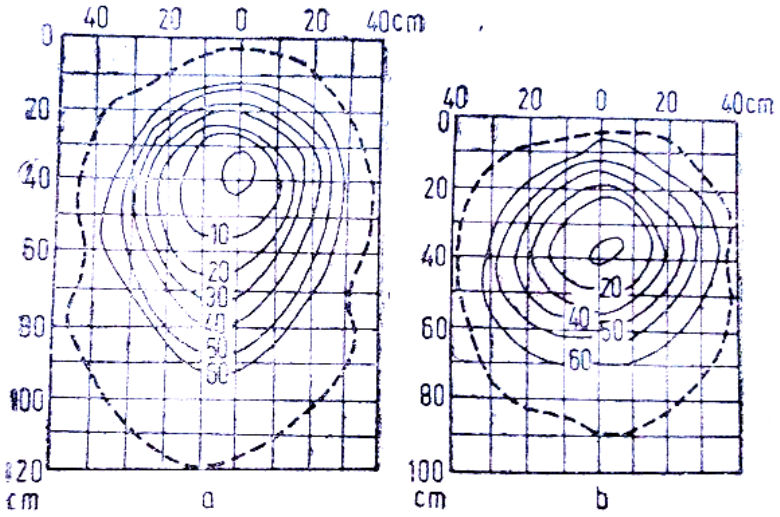


Figura 9.13 Repartizarea umidității solului în cazul udării subterane prin scurgere liberă (a) și sub presiune (b)

Pentru un regim normal de funcționare, conductele trebuie să aibă o pantă de 2,5-4‰ și reglarea ventilelor pentru o udare continuă și cât mai uniformă.

Se cunosc mai multe tipuri de amenajare ale sistemelor de irigație subterană cu conducte, din ce în ce mai evoluate și cu funcționare sub presiune.

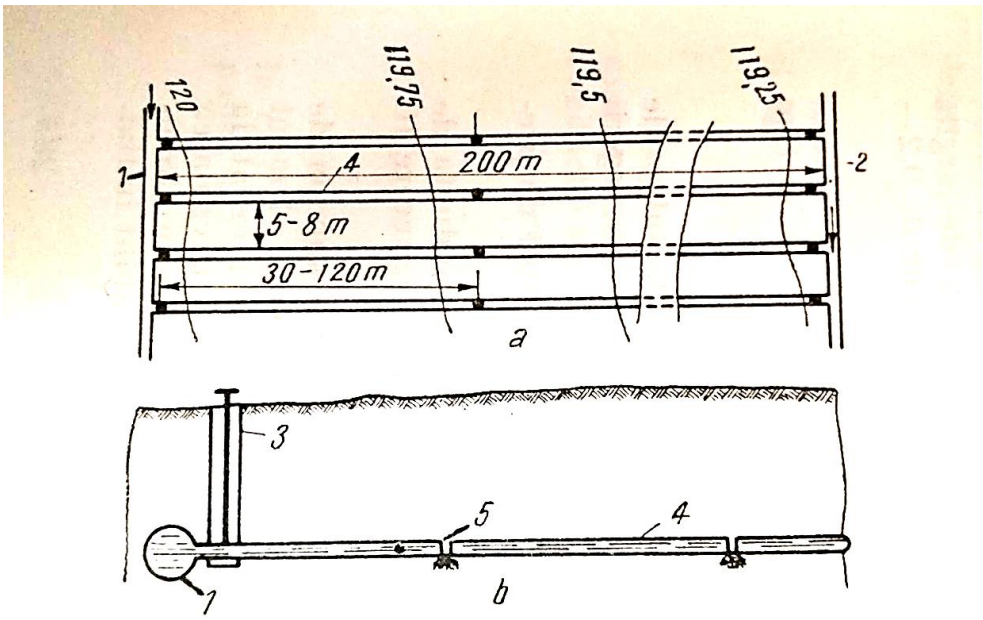


Figura 9.14. Schema sistemului cu conducte din tuburi de argilă:
a – plan; b – secțiune
1 – conductă principală; 2 – canal colector
3 – conductă verticală cu vană de reglare; 4 – conductă de udare; 5 – îmbinări

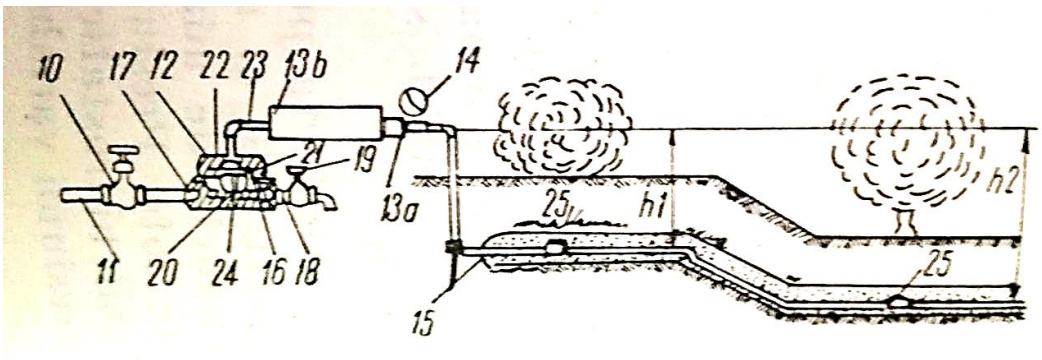


Figura 9.15. Schema de amenajare cu conducte cu orificii și dozatori. Secțiuni prin orificiile cu dozatori montați pe conducta de udare

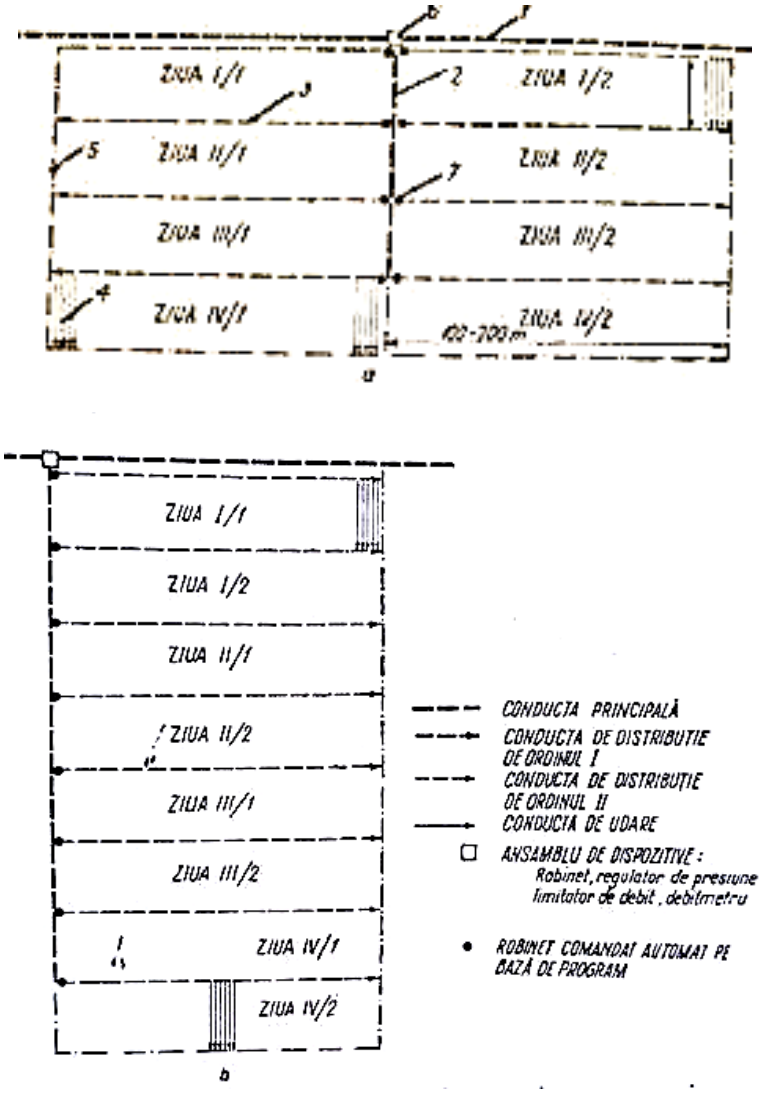


Figura 9.16. Schemă de principiu pentru amenajarea udării subterane cu conducte din polietilenă și duze a- alimentare bilaterală; b- alimentare unilaterală; 1- conductă de alimentare; 2- conductă de distribuție de ordinul I; 3- conductă de distribuție de ordiunl II; 4- conducte de udare cu duze; 5-limita sectorului de udare; 6- priza și ansamblul de dispozitive: filtru robinet, regulator de presiune, limitator de debit, debitmetru fertilizator; 7- robinet comandat automat pe bază de program

Galeriile cârtiță – realizate în soluri mai grele, cu pluguri speciale, se alimentează, de regulă, din canale deschise.

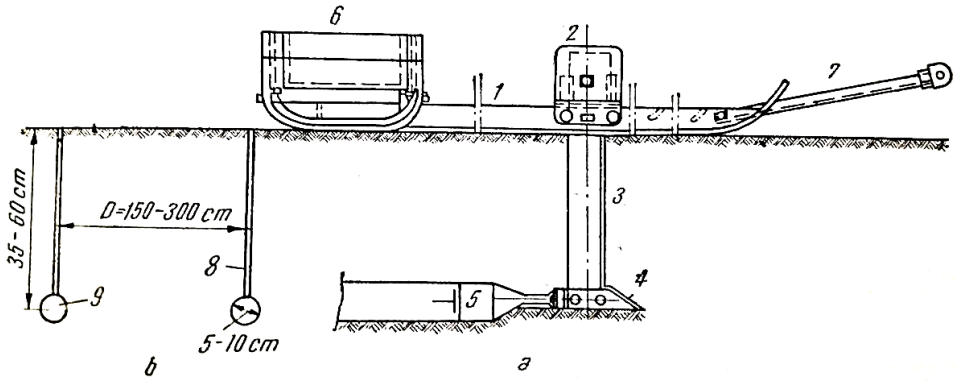


Fig. 10.2. Plugul-cîrtiță :
1 — talpă ; 2 — dispozitiv pentru reglarea adîncimii ; 3 — lama verticală ; 4 — drenorul-cîrtiță ; 5 — dispozitiv de lărgire ; 6 — ladă cu balast pentru echilibru ; 7 — proțap pentru tracțiune.

Figura 9.17. Plugul-cârtiță

Caracteristicile unei rețele de galerii cârtiță:

- Lungimea 150-200 m
- Adâncimea de executare 0,4-0,6 m
- Diametrul 4-12 cm
- Panta galeriilor (terenului) 7-15‰

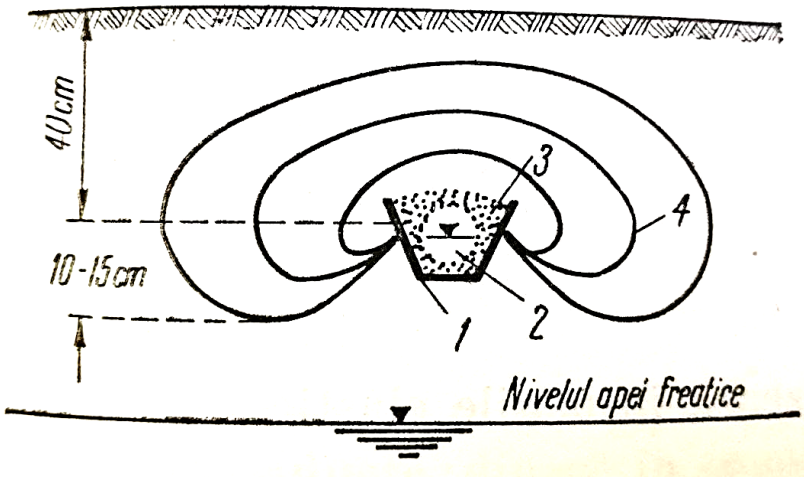


Figura 9.18. Udare subterană prin jgheaburi cu scurgere liberă:
1 – jgheab;
2 – tub de drenaj cu nivel liber;
3 – material filtrant;
4 – curbe de egală umiditate

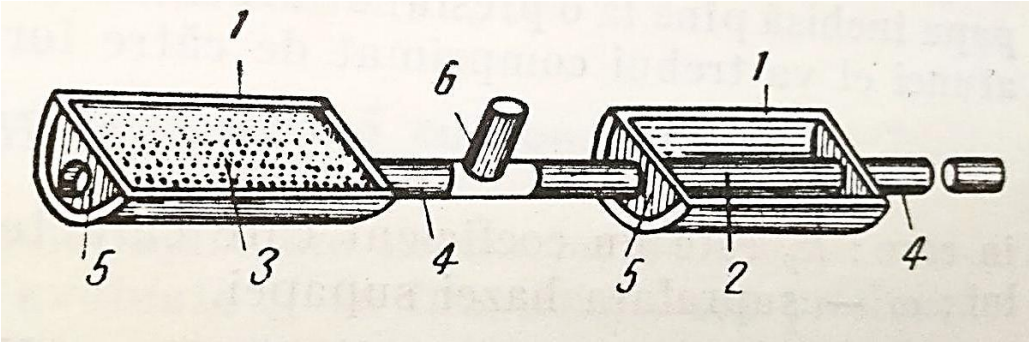


Figura 9.19. Construcția jgheaburilor cu conductă și regulatori de presiune:
1– jgheab;
2 – conducta de udare cu orificii;
3 – material filtrant;
4 – conducta intermediară;
5 –panou;
6 –regulator de presiune

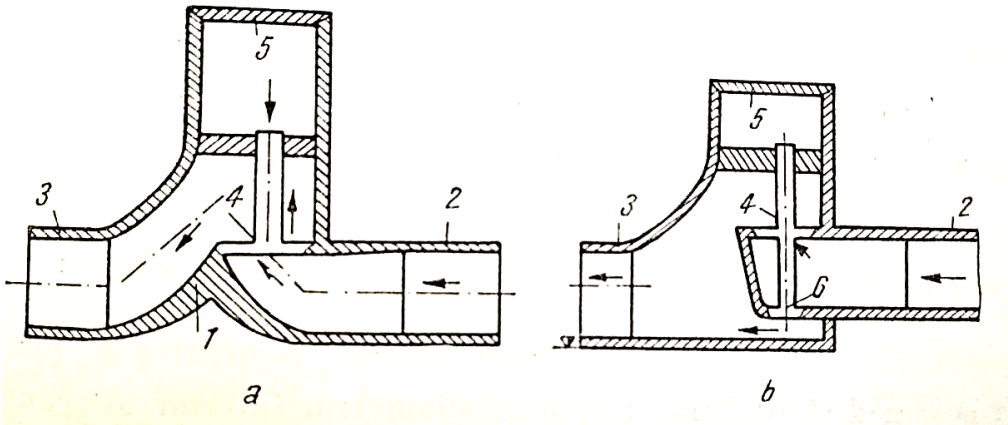


Figura 9.20. Schema regulatorului de presiune:
a – fără supapă auxiliară; b –cu supapă auxiliară
1 – corp;
2 – manșon de admisie;
3 – manșon de evacuare;
4 – supapă principală;
5 – capacul corpului;
6 – supapă auxiliară

9.3. PROBLEME DE REZOLVAT

1. Date necesare:

- Cultura: viţă de vie – Murfatlar
  - Consum de apă: 40 m^3/ha zi (Tabel 1);
  - Distanţa dintre rânduri: d = 2 m;
  - Distanţa dintre plante: d_p = 1,2 m;
  - Adâncimea de umectare a solului: H = 1,2 m (Tabel 2).

Tabel 1.Valori orientative pentru consumul zilnic de apă (m^3/ha zi) în zona de SE a României (viţa de vie şi piersici pe rod)

Planta	Luna				
	IV	V	VI	VII	VIII
Viţa de vie	12 - 14	17 - 20	20 - 25	34 - 40	30 – 35
Piersici pe rod	40 – 50		60 - 65		

Tabel 2. Valori orientative pentru stabilirea dimensiunilor bulbului de umezire

Adâncimea de umectare (m)	1,2 – 1,4			1,0 – 1,2			0,6 – 0,8		
Textura	A	L	N	A	L	N	A	L	N
Diametrul udat (m)	1,4-2,0	1,0-1,5	0,8-1,0	1,4-2,0	1,0-1,2	0,7-0,8	0,8-1,0	0,6-0,8	0,4-0,6

- Proprietăţi fizice şi hidrofizice ale solului:
  - Tip de sol: bălan; Textura: Luto nisipoasă – lutoasă;
  - CC = 23% (pe adâncimea 0 – 1,2 m);
  - CO = 7,5% (pe adâncimea 0 – 1,2 m);
  - DA = 1,3 t/m^3.
- Precipitaţii lunare medii multianuale pentru luna iulie: 45,4 mm
- Caracteristicile instalaţiei (IUP – 1)
  - Q_{inst} = 8 l/s (6 – 10 l/s)
  - Q_{pic} = 2 l/h (2 – 4 l/h)
  - L_{CU} = 100 m (100 – 200 m)
  - Randamentul udării: η = 0,96.

Elemente calculate

- Plafonul minim de start

Spre deosebire de plafonul minim calculat pentru culturile de câmp, în cazul culturilor hortiviticole irigate prin picurare, plafonul minim de start se consideră a fi la 2/3 din IUA pentru textura argiloasă, argilo-lutoasă, luto-argiloasă, lutoasă şi luto-nisipoasă, şi la ½ IUA pentru textura nisipo-lutoasă şi nisipoasă.

$$P_{min} = CO + \frac{2}{3}(CC - CO) = 7{,}5 + \frac{2}{3}(23 - 7{,}5) = 17{,}83\%$$

- Norma de udare prin picurare

$$m_p = \frac{1}{\eta} * H * DA * (CC - P_{\min start}) * p$$

în care: p – reprezintă procentul de sol umezit

$$p(\%) = \frac{Su}{d_p * d_{CU}} * 100 = \frac{\pi R^2}{1{,}2 * 2} * 100 = \frac{\pi 0{,}6^2}{1{,}2 * 2} * 100 = 47\%$$

$$m_p = \frac{1}{0.96} * 1{,}2 * 1{,}3 * (23 - 17.83) * 47 = 394{,}8\ m^3/ha = 400 m^3/ha$$

- Norma de irigare din luna de vârf

$$M = (ETROz - Pz) * 31 = (40 - 12) * 31 = 868\ m^3/ha = 800 m^3/ha$$

- Intervalul dintre udări

$$T = \frac{m_p}{ETROz - Pz} = \frac{400}{40 - 12} = 14{,}28\ zile = 14\ zile$$

$$Pz = \frac{1080}{31} = \frac{10 * 0{,}82 * 45{,}4}{31} = 12\ m^3/ha_zi$$

Rezultă deci, ca fiind necesare, două udări cu norma de 400 m^3/ha, aplicate la intervale de 14 zile. Însă datorită cerinţelor specifice culturilor hortiviticole în ceea ce priveşte repartizarea în timp a apei de irigaţie, se recomandă udări la intervale de 7 zile pentru viţa de vie şi pomi şi la 3 – 4 zile pentru legume.

Normele de udare prin picurare vor fi astfel reduse la 1/2 faţă de cea calculată, pentru viţa de vie şi pomi şi la 1/4 pentru legume.

mp ajustată = 200 m^3/ha

- Durata udării (pentru norma de 200 m^3/ha)

$$T_u = \frac{m * d_{CU} * d_p}{Q_{pic} * 10} = \frac{200 * 2 * 1,2}{2 * 10} = 24\ ore$$

în care:

m – norma de udare, în mm col. apă;

d_{cu} – distanţa între conductele de udare, în m;

d_p – distanţa între picurătoare, în m;

Q_{pic} – debitul unui picurător, în l/h.

- Numărul de cicluri zilnice

$$N_{CZ} = \frac{T_{UZ}}{T_U} = \frac{24}{24} = 1$$

- Suprafaţa udată zilnic de o instalaţie (Suz)

$$S_{UZ} = \frac{L_{CU} * d_{CU} * N_{CZ} * N_{CU}}{10^4} = \frac{100 * 2 * 1 * 172}{10^4} = 3,44ha$$

- Numărul de conducte de udare alimentate simultan

$$N_{CU} = \frac{Q_{inst}}{Q_{CU}} = \frac{8}{0,047} = 172$$

$$Q_{CU} = \frac{L_{CU}}{d_p} * \frac{Q_{pic}}{3600} = \frac{100}{1,2} * \frac{2}{3600} = 0,047\ l/s$$

- Suprafaţa plotului deservit de o instalaţie (S_{plot})

$$S_{plot} = S_{us} * T = 3,44 * 7 = 24,08\ ha = 24\ ha$$

- Verificare:

$$Nr.picurătoare\ /ha = \frac{10000}{d_p * d_{cu}} = \frac{10000}{1,2 * 2} = 4166$$

$$T_{UZ} * Q_{pic} * Nr.picurătoare\ /ha = 24 * 2 * 4166 = 199968l = 200\ m^3/ha$$

- Calculul necesarului de picurătoare şi de conducte de udare

$$Nr.pic/plot = Nr\ .pic/ha * S_{plot} = 4166 * 24 = 99984 = 100000$$

$$Nr.cu/plot = Nr\ .cu_alimentat_simultan * T = 172 * 7 = 1204$$

- Necesarul de forţă de muncă

$$Nr.instalaţii_deservite_de_un_muncitor = \frac{100}{S_{plot}} = \frac{100}{24} = 4,16$$

$$= 4\ instalaţii$$

Practic, cunoscând durata de udare pe o poziţie a unui grup de conducte şi numărul de conducte ce funcţionează simultan, muncitorul deschide vana de alimentare a ansamblului frontal şi robinetele de pe traseul conductelor de distribuţie şi din capătul amonte al conductelor de udare.

După aceasta, urmăreşte modul de funcţionare al picurătoarelor şi înlocuieşte atunci când este cazul, eventualele picurătoare înfundate. După aplicarea normei de udare, se întrerupe alimentarea grupului în funcţiune şi se trece la distribuirea apei pe următorul grup.

Se precizează că există şi posibilitatea automatizării totale a udărilor prin picurare, caz în care factorului uman îi revine numai sarcina supravegherii funcţionării normale a sistemului (verificarea stării conductelor, picurătoarelor etc.).

9.4. ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce este irigarea prin picurare?

2. Care sunt avantajele şi dezavantajele irigării prin picurare?

3. Descrie o instalaţie de udare prin picurare.

4. Cum se calculează norma de irigare, norma de udare şi coeficientul de uniformicitate?

5. Care sunt elementele tehnice ale udării prin picurare?

6. Care sunt elementele ansamblului frontal?

7. Care este rolul picurătoarelor?

8. Precizați două avantaje ale metodei de udare subterană.

9. Precizați două dezavantaje ale metodei de udare subterană.

10. Care sunt caracteristicile unei rețele de galerii cârtiță?

9.5. TESTE DE AUTOEVALUARE

1. La irigarea prin picurare, faţă de aspersiune, consumul de apă este:

a) cu 20-40% mai redus
b) cu 50% mai redus
c) cu 20-40% mai mare

2. Ansamblul frontal al unei instalaţii de udare prin picurare este alcătuit din:

a) vană contorimetru, regulator de presiune şi manometru indicator, limitator de debit, dispozitiv de administrat îngrăşăminte chimice solubile, filtru gravimetric
b) limitator de debit, dispozitiv de administrat îngrăşăminte chimice solubile, conducte de transport, conducte de udare, dispozitivele de picurare
c) regulator de presiune şi manometru indicator, limitator de debit, dispozitiv de administrat îngrăşăminte chimice solubile,conducte de transport şi de udare, dispozitive de picurare

3. Pentru a realiza udări de calitate picurătoarele trebuie să îndeplinească condiţiile obligatorii:

a) să realizeze debite constante, iar diametrele orificiilor picurătoarelor să fie de la 0,4 la 2 mm
b) să realizeze debite mici, continue şi constante, şi să aibă rezistenţă bună la înfundare
c) picurătoarele să fie ciclonice de tip Vortex sau Tirosh şi diametrele orificiilor picurătoarelor să fie de la 0,4 la 2 mm

4. Coeficientul φ are valori:

a) cuprinse între 0,50 și 1
b) apropiate de 1
c) cuprinse între 0,20 și 0,40

5. Pentru viţa de vie numărul de picurătoare care se instalează la fiecare butuc este de:

a) între 1 și 4
b) între 4 și 10
c) între 1 și 10

6. Se consideră o uniformitate de udare corespunzătoare când:

a) Cu < 85%
b) Cu > 85%
c) Cu = 85%

7. Sunt elemente care trebuie stabilite sau calculate în vederea organizării aplicării udărilor:

a) norma de irigare prin picurare
b) durata udării
c) necesarul de forță de muncă

Răspunsuri:1.a; 2.a; 3.b; 4.c; 5.a; 6.b; 7.a, b, c.

9.6. REZUMAT

Metoda de udare prin picurare constă din distribuirea apei pe teren în mod lent, sub forma de picături. Face parte din categoria irigaţiei localizate care se caracterizează prin aceea că apa distribuită pe teren umectează numai o parte din suprafaţa solului (respectiv a sistemului radicular) rămânând în intervalul dintre plante porţiuni neumezite.

Irigarea prin picurare este o metodă cu aplicare limitată la culturile hortiviticole, având specific, faţă de celelalte metode de udare, distribuţia apei în zona de consum maxim al plantei fără umezirea întregii suprafeţe ocupate de cultură. Distribuţia apei la plante, începând de la hidrant, se face cu ajutorul unei instalaţii alcătuite din următoarele componenete: ansamblu frontal, conducte de transport, conducte de udare şi dispozitivele de picurare. La calculul elementelor regimului de irigaţie trebuie să se ţină seama de unele particularităţi ale metodei de udare prin picurare legate de gradul de acoperire a terenului şi, respectiv, de suprafaţa efectiv umezită.

Elemente tehnice ale udarii prin picurare sunt: distanţa între picurătoare, numărul de picurătoare la o plantă, debitul unui picurător, distanţa între conductele de udare şi lungimea conductei de udare. Uniformitatea udării depinde de presiunile apei (maxima şi minima) din conducte care influenţează debitele de picurare, de calitatea execuţiei picurătorului şi de numărul de picurătoare la o plantă. Elemente ce trebuie stabilite sau calculate în vederea organizării aplicării udărilor: plafonul minim de start (Pmin start); norma de udare prin picurare (mp); norma de irigare în luna de vârf (M); intervalul dintre udări (T); durata udării (Tu); suprafaţa udată zilnic de o instalaţie (Suz); suprafaţa plotului deservit de o instalaţie (Splot); necesarul de conducte de udare şi de picurătoare; necesarul de forţă de muncă.

Prin metoda de udare subterană apa este introdusă în zona de dezvoltare a rădăcinilor plantelor prin intermediul unei reţele de conducte subterane sau prin galerii cârtiţă. Metoda se poate aplica pe terenuri uniforme din punct de vedere textural, cu permeabilitate pentru apă mijlocie, cu o bună capilaritate și un conținut scăzut de săruri pe profil.

9.7. BIBLIOGRAFIE

Bibliografie obligatorie:

1. Notițe curs
2. JINGA I., S. CÎMPEANU, NIȚU OANA ALINA, Irigaţii, desecări, combaterea eroziunii solului irigarea culturilor, Editura: Atelierul de multiplicat cursuri, 2009.

Bibliografie facultativă:

3. MUREŞAN D., I. PLEŞA, N.ONU, P. SAVU, Z.NAGY, I. JINGA, AL. TEODOROIU, I. PĂLTINEANU, I. TOMA, I. VASILESCU, Irigaţii, desecări şi combaterea eroziunii solului, Editura: Didactică şi pedagogică, Bucureşti 1992.
4. SAVU P., D.BUCUR, S.I.JITĂREANU, Îmbunătăţiri funciare şi irigarea culturilor lucrări practice, Editura: „Ion Ionescu de la Brad” Iaşi, 2005, pag. 243-253.

UNITATE DE ÎNVĂȚARE 10: DESECAREA TERENURILOR AGRICOLE PRIN CANALE DESCHISE

CUPRINS UNITATE DE ÎNVĂȚARE 10:

10.1. INTRODUCERE 267
10.2. DURATA ADMISIBILĂ A EXCESULUI DE UMIDITATE 268
10.3. COMPONENȚA REȚELEI DE CANALE DESCHISE 270
10.4. STABILIREA DEBITULUI DE EVACUARE 273
10.5. DIMENSIONAREA REȚELEI DE CANALE DE COLECTARE ŞI EVACUARE 276
10.6. CONSTRUCȚII HIDROTEHNICE PE REȚEAUA DE CANALE DE COLECTARE ŞI EVACUARE 280
10.7. EXECUTAREA REȚELEI DE CANALE DE DESECARE 285
10.8. EVACUAREA APELOR ÎN REȚEAUA DE CANALE DE COLECTARE ŞI EVACUARE ÎN EMISAR 288
10.9. ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE 291
10.10. TESTE DE AUTOEVALUARE 293
10.11. REZUMAT 294
10.12. BIBLIOGRAFIE 295

INTRODUCERE

În acest capitol se va prezenta desecarea terenurilor agricole prin canale deschise, prezentând noțiuni legate de rețeaua de canale deschise, dimensionarea rețelei de canale de colectare și evacuare, construcții hidrotehnice pe rețeaua de canale de colectare și evacuare. De asemenea tot în acest capitol se vor prezenta metodele speciale de desecare. La sfârşitul acestui capitol se vor regăsi teste de autoevaluare şi întrebări recapitulative, o listă bibliografică şi un rezumat.

OBIECTIVELE UNITĂȚII DE ÎNVĂȚARE 10:

La sfârşitul acestui capitol vei fi capabil:

- ✓ să defineşti desecarea; să enumeri componentele reţelelor de colectare-evacuare şi desecare; să identifici durata critică de rezistenţă a plantelor la excesul de umiditate; să identifici durata excesului de umiditate admisibilă economic; să caracterizezi componenţa reţelei de canale deschise; să calculezi debitul de evacuare; să dimensionezi reţelele de canale de colectare şi evacuare;
- ✓ să caracterizezi construcţiile hidrotehnice aflate pe reţeaua de canale de colectare şi evacuare; să detaliezi executarea reţelei de canale de desecare; să detaliezi operaţiunile necesare evacuării apelor din sistemul de desecare în emisar;

Durata medie de studiu individual – 2 ore.

10.1. INTRODUCERE

Desecarea - drenajul terenurilor agricole cuprinde ansamblul de lucrări de îmbunătăţiri funciare prin care se înlătură excesul de apă de la suprafaţa solului şi din profilul de sol. Îndepărtarea apei în exces de la suprafaţa solului şi din profilul de sol contribuie la îmbunătăţirea regimului aerohidric, regimului termic, a celui biologic şi nutritiv, la minimalizarea acumulării sărurilor la suprafaţa solului. Prin îmbunătăţirea regimului aerohidric se creează condiţii pentru executarea tuturor lucrărilor solului în condiţii bune şi la timp (Cîmpeanu, 2001).

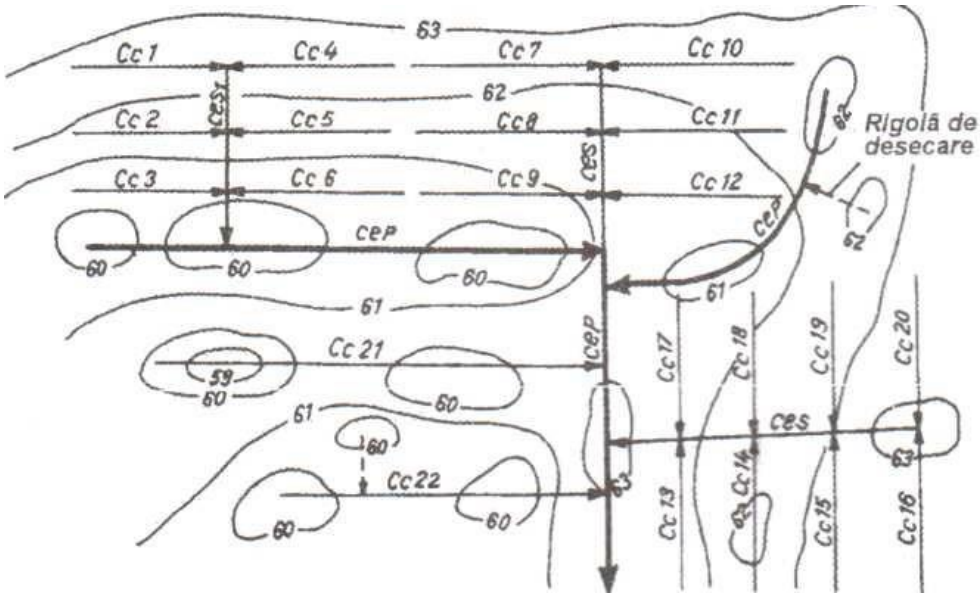


Figura 10.1. Schema generală a sistemului de desecare-drenaj cu canale deschise

Desecarea - drenajul şi exploatarea raţională a solurilor agricole cu exces de apă, contribuie la îmbunătăţirea fertilităţii actuale a solurilor drenate şi implicit la obţinerea unor recolte mari şi stabile.

Reţeaua de desecare trebuie să asigure eliminarea excesului de apă într-un timp care să nu dăuneze culturilor.

Reţelele de canale se compun din (Figura 10.1 şi Figura 10.2):

- canale colectoare sau terţiare (Ce);
- canale de transport şi evacuare secundare (Ces) şi principale (Cep);

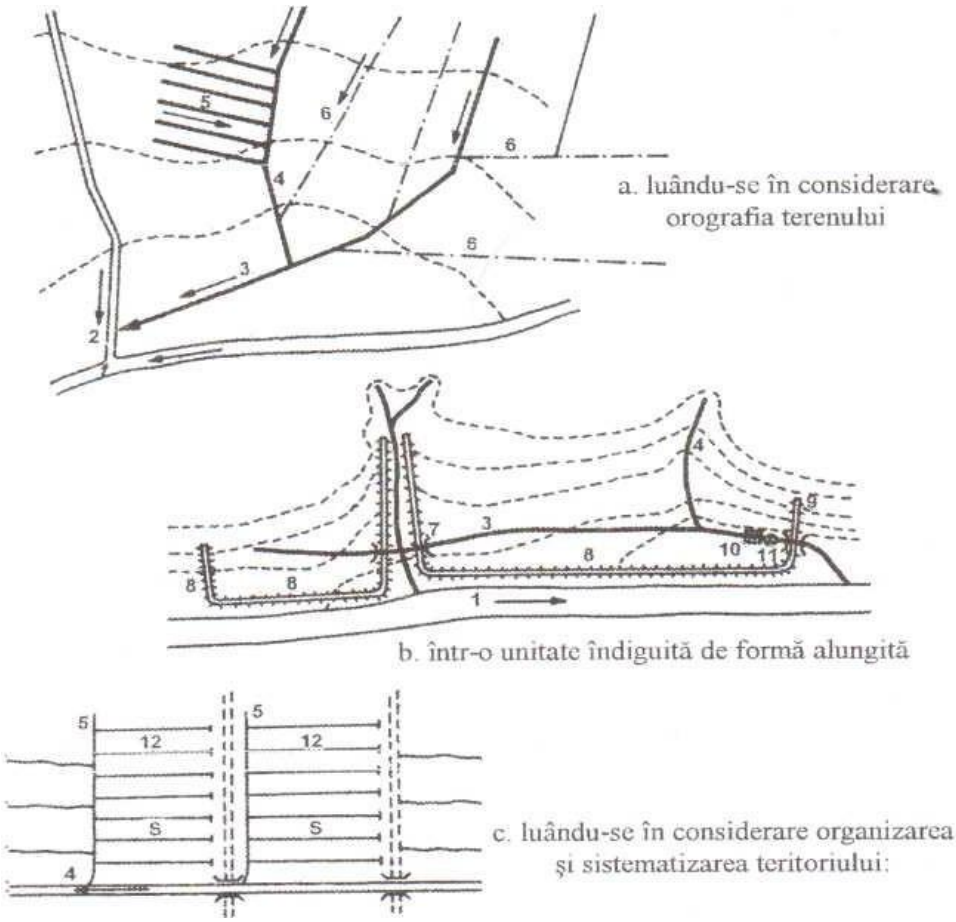


Figura 10.2. Reţeaua de colectare-evacuare şi desecare din zona joasă:

1. recipientul (râul)
2. canalul magistral de evacuare
3. canalul principal de evacuare
4. canalul colector principal
5. canale colectoare de sector
6. şanţ natural (talveg secundar)
7. sifon
8. dig longitudinal
9. dig transversal
10. bazin de sosire-compensare-aspiraţie
11. instalaţia de evacuare (prin pompare şi gravitaţional)
12. elemente de regularizare (şanţuri deschise sau închise, drenuri)
S. sector desecabil

10.2. DURATA ADMISIBILĂ A EXCESULUI DE UMIDITATE

Durata de timp cât plantele rezistă la excesul de umiditate fără diminuarea producţiei este denumită ***durata critică de rezistenţă a plantelor la excesul de umiditate.*** Această durată este de ordinul orelor sau zecilor de ore, variind de la plantă la plantă, iar la aceeaşi plantă în funcţie de faza de dezvoltare a acesteia în momentul apariţiei excesului de umiditate. Astfel, vara, durata critică a excesului de umiditate variază între 5-6 ore pentru legume, de 8-12 ore pentru cereale şi 26-

36 ore pentru pomii fructiferi. Rezultă că, pentru a înlătura complet pierderile de recoltă, excesul de umiditate ar trebui îndepărtat într-un interval de timp foarte scurt. Aceasta ar presupune însă realizarea unor lucrări la costuri foarte ridicate, datorită dimensiunilor mari pe care ar trebui să le aibă acestea.

Depăşind durata critică de rezistenţă a plantelor la excesul de umiditate, acestea încep să sufere şi producţia scade treptat, pe măsura prelungirii stării de umezire excesivă a solului, în funcţie de perioada când intervine excesul de apă şi în funcţie de condiţiile în care se produce, recolta se diminuează până la compromiterea totală. Observaţiile din practică au arătat că pierderile de recoltă sunt relativ mici în primele 2-3 zile de la apariţia excesului de umiditate, nedepăşind, în medie, 10-15% din recolta normală şi că excesul de umiditate nu afectează întreaga suprafaţă ci numai suprafeţele depresionare, unde se concentrează apele de scurgere la suprafaţă şi unde apa freatică se află la adâncimi mai mici faţă de suprafaţa terenului. Astfel pierderile de recoltă înregistrate pe întreaga suprafaţă se consideră admisibile economic faţă de cheltuielile cu lucrări supradimensionate.

Plecând de la aceste constatări s-a ajuns la concluzia că se poate accepta o durată a excesului de umiditate mai mare decât durata critică de rezistenţă a excesului de umiditate. Această durată este numită: ***durata excesului de umiditate admisibilă economic.*** Ea nu elimină în totalitate pierderile de recoltă, însă aceste pierderi se înscriu, în mod avantajos, în bilanţul tehnico-economic al amenajării.

Durata excesului de umiditate admisibilă economic pentru diferite culturi, se prezintă astfel: 1-2 zile în perioada de vegetaţie şi 3-5 zile în afara perioadei de vegetaţie, pentru plantele sensibile la exces (cartof şi legume); 2-3 zile în aprilie, mai, iunie, 3-5 zile în martie, iulie, august, septembrie şi 5-7 zile în intervalul octombrie-februarie, pentru culturi cerealiere: 7 zile în intervalul aprilie-august şi 1 5 zile în restul anului, pentru păşuni şi fâneţe.

Îndepărtând excesul de umiditate, în ţara noastră s-au obţinut sporuri de recoltă de până la 1.500 kg/ha la grâu, 1.400 kg/ha la porumb, 1.000kg/ha la floarea soarelui, 3.710 kg/ha la lucernă etc.

10.3. COMPONENŢA REŢELEI DE CANALE DESCHISE

Elementele componente ale unei reţele de desecare cu canale deschise pot fi amplificate sau diminuate în funcţie de mărimea şi caracteristicile suprafeţei supuse amenajării.

După rolul şi ordinul de mărime al canalelor, acestea se clasifică în canale de colectare şi canale de evacuare.

Canalele de colectare terţiare reprezintă primele elemente ale reţelei de colectare şi evacuare a apei în exces. Ele colectează apele lucrărilor de regularizare a regimului apei în exces şi de aceea se trasează aproape perpendicular pe linia de cea mai mare pantă şi urmăresc, de regulă formele de relief cele mai joase. Dacă canalele de colectare se încadrează într-o reţea pe cât posibil sistematică, distanţa între ele precum şi lungimea lor variază între limitele de 200-500 m şi respectiv 1.000-1500 m, suprafaţa cuprinsă între două canale variind între 20-70 ha. Distanţa între canalele colectoare se poate calcula cu relaţia lui Dubah:

$$D = \frac{24T\sqrt{I}}{m} * \frac{(K * H)^{2/3}}{(K * h)^{\frac{2}{3}-1}}$$

unde:

D – distanţa între canale, în m;

T – timpul de evacuare a apei de pe suprafaţa amenajată, în ore;

I – panta medie a terenului;

m – coeficient de rugozitate al suprafeţei terenului, cu valori de 0,03-0,05;

K – coeficient de scurgere;

H – înălţimea stratului de apă în momentul încetării ploii, în mm

$$H = 0,65 * I * t$$

unde:

I – este intensitatea ploii în mm/h

t – este durata ploii în ore.

Adâncimea canalelor de colectare se stabileşte în funcţie de modul de amenajare a terenului cu lucrări de regularizare a regimului apei în exces. Astfel, în cazul modelării terenului în benzi cu coame sau a rigolelor, adâncimea canalelor colectoare se consideră satisfăcătoare de 0,6-0,8 m, în timp ce, în cazul amenajării prin drenaj cârtiţă, afânare adâncă în asociere cu drenaiul subteran, adâncimea trebuie să fie mai mare, până la 1,3-1,5 m. Nivelul apei în canalele

colectoare trebuie să fie, în general, mai coborât decât nivelul apei din rigole sau decât gura de evacuare a drenurilor (cârtiţă sau tubulare) cu 10-20 cm.

Canalele de evacuare primesc apa din canalele de colectare şi o transportă până la evacuarea în emisar. Ele sunt de diverse ordine de mărime în raport de întinderea suprafeţei supusă amenajării. Traseul lor nu are restricţii aşa cum au canalele colectoare şi ele sunt cu atât mai bune cu cât sunt mai scurte. Adâncimea canalelor de evacuare este în funcţie de debitul de transportat şi de necesitatea asigurării unui nivel al apei în fiecare canal de ordin superior (receptor) cu 10-30 cm mai coborât decât nivelul apei din canalele de colectare sau din canalele de evacuare de ordin inferior (afluente).

În funcţie de situaţia de pe teren şi de provenienţa excesului de umiditate reţeaua de canale deschise - colectoare şi de evacuare - poate fi completată cu canale colectoare de centură.

Canalele colectoare de centură au rolul de a intercepta apele care se scurg către suprafaţa supusă amenajării de pe terenurile învecinate mai înalte, din afluxul freatic al acestora, din infiltraţii prin sau pe sub dig şi din amenajările de acumulări de apă.

Canalele de centură pentru colectarea apelor ce se scurg de pe terenurile învecinate mai înalte se amplasează paralel cu latura din amonte a suprafeţei de desecat, la o distanţă de 50-100 m de la baza versantului, în funcţie de panta terenului, pericolul colmatării şi de organizarea terenului. Lungimea maximă a acestor canale este de 1.500-2.000 m. Când lungimea lor depăşeşte aceste valori, ele se întrerup, se separă în tronsoane care se racordează fiecare la cel mai apropiat canal de evacuare al reţelei de desecare a apelor interioare. Constructiv, canalele colectoare de centură au taluzul pe care se scurge apa (taluzul amonte) în canal cu o înclinare mai dulce decât taluzul aval pentru a nu fi erodat şi în acelaşi scop se poate înierba (Figura 10.3).

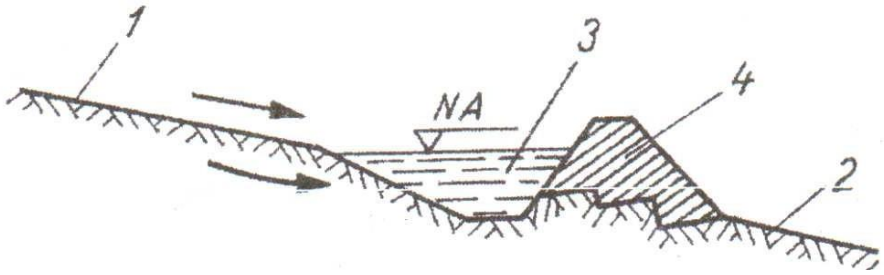


Figura 10.3. Canalul de centură (secţiune transversală):
1. versant amonte; 2. incintă; 3. canal de centură;
4. diguleţul canalului de centură

Pentru a mări capacitatea canalului colector de centură, cu pământul rezultat din executarea lui se poate realiza în partea din aval un diguleţ, la o anumită distanţă de mal, numită ***bermă.***

Dimensiunile constructive ale canalelor colectoare de centură sunt, în mod obişnuit, de 0,6-1,2 m adâncime şi 0,5 m lăţime la fund, taluzurile având înclinările de 1:1,5-1:2 (taluzul amonte) şi 1:1- 1:1,5 (taluzul aval). În cazurile în care există şi un aport freatic din terenurile teraselor joase spre luncile râurilor, canalele colectoare de centură pot intercepta şi aceste ape aflate la adâncimi de 1,5- 2,0 m, adâncimea canalelor fiind, în aceste cazuri, mai mare, până la 2,0-2,5 m.

Canalele colectoare de centură (Figura 10.4) care au rolul de a colecta apele din infiltraţii prin sau sub dig sunt amplasate paralele cu digul, la o distanţă de 20-100 m, în funcţie de caracteristicile geotehnice ale terenului, pentru a nu periclita stabilitatea digului.

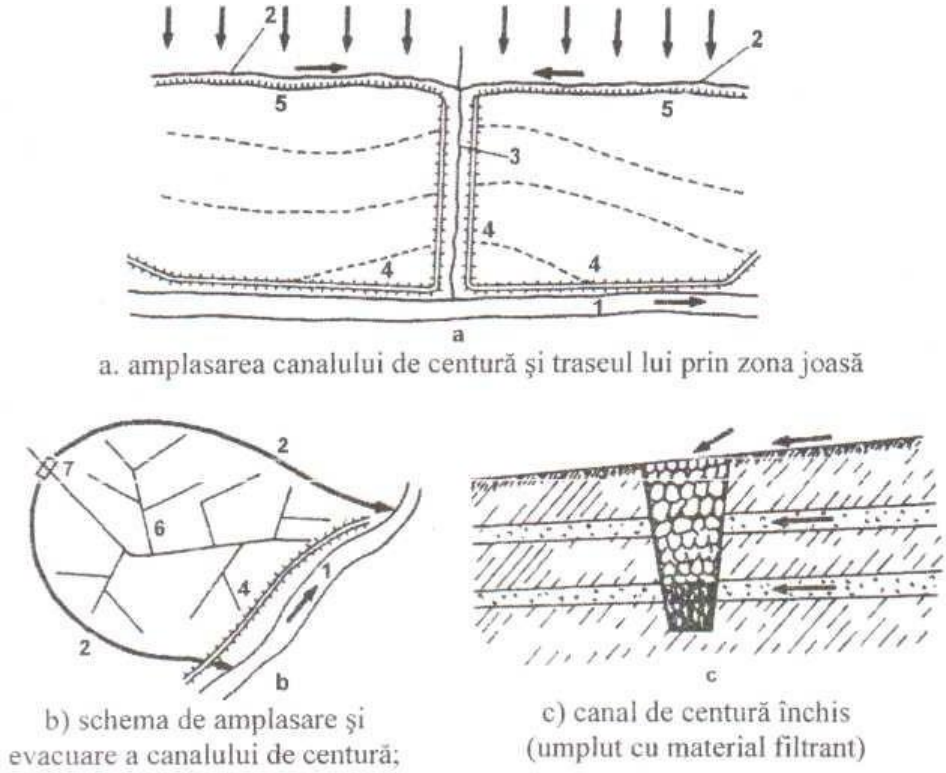


Figura 10.4. Canalul de centură:
1. râul (recipientul)
2. canalul de centură trasat pe linia de separaţie
3. canalul de centură traversând zona joasă
4. diguri
5. linia de separaţie a terenurilor înalte de cele joase
6. reţeaua de canale colectoare şi evacuare

Adâncimea acestor canale se stabileşte în funcţie de permeabilitatea, grosimea şi succesiunea straturilor, având valori de 1-2 m pe terenurile permeabile pe adâncimi mari şi valori mai mici pe terenurile slab permeabile şi impermeabile. Canalele de centură pentru colectarea apelor provenite din amenajările de acumulări de apă (amenajări piscicole etc.) sunt amplasate paralel cu conturul amenajării în imediata apropiere a acestora.

În amenajările de irigaţii, reţeaua de colectare a apelor în exces revenite din irigaţii este alcătuită din canale amplasate la limita sectoarelor de irigaţie, în mod obişnuit perpendicular pe canalele distribuitoare de sector. În cazul acestei reţele de canale, la dimensionare se va ţine seama că ea trebuie să colecteze şi evacueze atât apa provenită din precipitaţii cât şi surplusul de debit provenit din reţeaua de irigaţii în timpul unor defecţiuni de exploatare. Ca atare, debitul acestor canale va fi dat de însumarea debitelor provenite din precipitaţiile căzute pe suprafaţa de desecat şi debitul provenit din irigaţii.

10.4. STABILIREA DEBITULUI DE EVACUARE

Stabilirea debitului de dimensionare a fiecărui canal al reţelei de colectare şi evacuare presupune cunoaşterea, în prealabil, a debitului specific de evacuat sau modului de scurgere pentru suprafaţa supusă desecării.

Prin debit specific sau modul de scurgere (q) se înţelege cantitatea de apă ce trebuie evacuată în unitatea de timp (s) de pe unitatea de suprafaţă (ha), exprimată în l/s şi ha. Datorită importanţei pe care o prezintă modulul de scurgere în stabilirea corectă a debitului de evacuat pe reţeaua de canale de colectare şi evacuare, el trebuie determinat cu mare atenţie.

Stabilirea modului de scurgere se poate face fie pe cale directă fie pe cale indirectă.

Pe cale directă, pentru stabilirea modului de scurgere se fac măsurători hidrometrice pe teren, la faţa locului, asupra debitelor de apă scursă, calculându-se, în funcţie de debitul total scurs (Q, l/s) şi mărimea suprafeţei de colectare (S, ha), modul de scurgere (q, l/s • ha);

$$q = Q / S$$

Deoarece stabilirea modului de scurgere pe cale directă comportă măsurători hidrometrice de lungă durată pentru fiecare caz în parte, măsurători care, de regulă, nu sunt posibile pe un teritoriu lipsit de o reţea hidrografică, în

care excesul de apă stagnează în depresiuni şi îmbibă solul, se recurge cel mai adesea la stabilirea acestuia pe cale indirectă.

Pentru determinarea pe cale indirectă a modului de scurgere au fost găsite pe bază de cercetări teoretice şi experimentale, diferite formule de calcul. Formula, sub forma cea mai generală, de exprimare a debitului de evacuat, este dată de volumul de apă provenit în urma unei ploi şi care se scurge la suprafaţa terenului raportat la timpul de evacuare. Volumul de apă căzut în urma unei ploi (V, m) pe o anumită suprafaţă de teren (S, ha) este dat de relaţia:

$$V = 1\,0 * S * H$$

unde:

H – reprezintă înălţimea precipitaţiilor în mm.

Din acest volum de apă reţeaua de canale preia numai o anumită cantitate de apă, parte din apă evaporându-se sau infiltrându-se în sol. Volumul de apă ce se scurge şi trebuie preluat de reţeaua de canale (V_s, m^3) este dat de relaţia:

$$V_s = 10 * K * S * H$$

unde:

K - este coeficientul de scurgere.

Din raportul dintre volumul de apă scurs (V_s, m) şi timpul în care acesta trebuie evacuat (T_e, zile) se obţine debitul de evacuat (Q, m /zi sau m^3/s):

$$Q = V_s / T_e \text{ , } m^3/zi$$

sau

$$Q = V_s /86400 * T_e = 10 * K * S * H) / 86400 * T_e \text{ , } m^3/s$$

Debitul specific sau modul de scurgere (q, l/s * ha) se obţine prin împărţirea debitului de evacuat (Q, m^3/s) la suprafaţa de pe care se colectează (S, ha):

$$q = \frac{1000 * Q}{86400 * T_e} = \frac{1000 * 10 * K * S * H}{86400 * T_e * S} = \frac{10000 * K * H}{86400 * T_e} = \frac{K * H}{8{,}64 * T_e}$$
$$= 0{,}1157 \frac{K * H}{T_e}\ l/s * ha$$

Referitor la precipitaţiile maxime ce se iau în calcul (H), în vederea stabilirii debitului de evacuat, acestea depind de mărimea suprafeţei de desecat. Astfel, pentru suprafaţa de sub 1000 ha se iau precipitaţiile maxime în 24 ore, pentru suprafaţa cuprinsă între 1000-5000 ha se iau precipitaţiile maxime în 3 zile consecutive (72 ore), iar pentru suprafaţa de peste 5000 ha se iau precipitaţiile maxime din 5 zile consecutive (120 ore).

Debite specifice maxime de evacuat pot fi folosite, pe zone, următoarele: 0,5-0,8 l/s-ha pentru Câmpia nordică a Tisei; 0,4-0,6 pentru Câmpia Banatului, 0,2-0,5 pentru Câmpia Română, 0,3-0,8 pentru Podişul Moldovei: 0,5-1,2 pentru Podişul Transilvaniei şi cel Someşan; 0,4-0,8 pentru Lunca şi Delta Dunării.

Debitul ce trebuie colectat de un canal colector (Q, l/s) se obţine prin înmulţirea debitului specific (q, l/s*ha) cu suprafaţa aferentă canalului respectiv (S, ha):

$$Q = q * S, \text{ l/s}$$

În acelaşi mod se poate calcula şi debitul canalelor de evacuare, de diverse ordine sau prin însumarea debitelor canalelor de ordin inferior care debuşează în canalele de ordin superior.

Debitul specific maxim de evacuat pentru canalele de centură care colectează apele de scurgere de pe terenurile învecinate mai înalte, provenite din precipitaţii, se calculează după aceeaşi metodologie ca şi pentru reţeaua de colectare şi evacuare a apelor de suprafaţă interioare, dându-se atenţie deosebită alegerii coeficientului de scurgere (K), care are valori mai mari, în cazul terenurilor cu pantă mai mare de 10%, debitul specific de apă în exces se calculează cu relaţia:

$$q = 167 * K * I$$

unde:

K – coeficientul de scurgere;

I – intensitatea precipitaţiilor maxime, cu asigurare de 5%, în mm/min şi m^2,

167 = 10.000/60, pentru exprimarea debitului în l/s şi ha.

Debitul în exces provenit din irigaţii este datorat tipului de amendare, metodei de udare şi modului de exploatare. Pierderile de apă din părţile terminale ale canalelor de irigaţii pot ajunge până la 25% din debitul lor. Debitele reţelei de canale de colectare şi evacuare se măresc cu debitele provenite din irigaţii.

Debitul de apă provenit din infiltraţiile prin dig şi pe sub dig, în cazul incintelor îndiguite, se calculează separat, cel provenit din infiltraţii prin dig şi cel provenit din infiltraţii pe sub dig.

Debitul provenit din infiltraţii prin dig se calculează pe metru liniar, folosindu-se relaţia:

$$q = K(H_2-H_0^2)/2*l, \text{ l/s}$$

iar cel provenit din infiltraţii pe sub dig, prin relaţia:

$$q = K * T * (H - Ho) / L * \varphi, m^3/zi$$

unde:

K – conductivitatea hidraulică a materialului din care este construit digul, în m/s, în prima relaţie, şi conductivitatea hidraulică a stratului fundaţiei digului, în m/zi, în a doua relaţie;

H – nivelul apei în cursul de apă îndiguit, cu asigurare de 10%, în m;

Ho – nivelul apei în canalul de colectare, în m;

T – grosimea fundaţiei digului, în m;

L – distanța de la malul cursului de apâ la canalul colector, în m;

1 – distanţa de ia intersecţia oglinzii apei din cursul natural de apâ, cu digul, până la axul canalului colector, în m;

p – coeficient de reducere.

Debitul de evacuat provenit din amenajările de acumulare a apei (amenajări piscicole) este în funcţie de specificul amenajării (sistematică sau semisistematică). Valorile medii ale acestuia sunt, în funcţie de perioada din an, următoarele:

- 70% din debitul total în perioada 15.09-30.10;
- 25% în perioada 1.11-15.02;
- 3,5% în perioada 15.03-15.04;
- 1,5% în perioada 25.05-5.06.

10.5. DIMENSIONAREA REŢELEI DE CANALE DE COLECTARE ŞI EVACUARE

Operaţiunea de dimensionare a canalelor de desecare constă în stabilirea pentru fiecare canal, a formei secţiunii transversale şi a elementelor geometrice ale acesteia, a pantei fundului canalului, a vitezei medii de scurgere a apei în canal, precum şi a cotelor fundului şi nivelului apei din canal. Această operaţiune se face după ce în prealabil s-au stabilit traseele reţelei de canale de desecare şi s-a stabilit mărimea debitului de transportat pentru fiecare canal în parte, iar la canalele colectoare principale şi de evacuare, chiar a debitului pe tronsoane, rezultat din suma debitelor canalelor afluente.

Forma secţiunii transversale a canalelor de desecare se stabileşte în funcţie de mărimea şi rolul acestora, de categoria de folosinţă pe care se execută canalele, de forma secţiunii optime din punct de vedere hidraulic.

Forma secţiunii optime din punct de vedere hidraulic este cea semicirculară. Această formă este însă greu de realizat şi de întreţinut la canalele săpate în pământ. De aceea reţeaua de canale de desecare foloseşte forme triunghiulare, parabolice şi mai ales trapezoidale. Pe păşuni, secţiunea transversală a canalelor de desecare se alege de formă parabolică, formă care permite trecerea cu uşurinţă a animalelor peste ele şi fără mari degradări.

Canelele de desecare, colectoare şi de evacuare, canale cu caracter permanent, amplasate pe laturile parcelelor se execută cu secţiuni de formă trapezoidală, formă obişnuită utilizată pentru reţeaua de canale de desecare deschise.

Forma secţiunii transversale a canalelor de desecare fiind în mod obişnuit trapezoidală, în continuare se prezintă unele considerente asupra elementelor constructive şi hidraulice ale acestei forme.

Lăţimea la fund a canalelor de desecare cu forma secţiunii transversale trapezoidală se stabileşte prin calcul în funcţie de debitul transportat de fiecare canal şi adâncimea apei în canal. Prin stabilirea lăţimii la fund a canalelor se urmăreşte, pe de o parte, obţinerea unei secţiuni cât mai apropiate de secţiunea optimă din punct de vedere hidraulic, iar pe de altă parte, o secţiune care să asigure posibilitatea executării şi întreţinerii canalelor cu utilaje mecanice. Condiţia de optim hidraulic, în general, nu corespunde cu condiţia de optim economic, în sensul unui volum de săpat minim şi un randament ridicat al mijloacelor mecanice utilizate în execuţia şi întreţinerea canalelor. Din aceste considerente la stabilirea lăţimii la fund a canalelor de desecare, precum şi a celorlalte elemente constructive ale secţiunii transversale se va avea în vedere atât aspectele optimului hidraulic cât şi ale optimului economic, alegând secţiuni transversale care cele mai bune condiţii hidraulice să conducă la cheltuieli minime de execuţie şi întreţinere. Secţiunea optimă din punct de vedere hidraulic, la canalele de desecare, este greu de realizat pentru întreaga secţiune a canalului şi datorită faptului că raportul b/h este condiţionat de cele mai multe ori de cotele obligate ale fundului canalelor şi ale nivelului apei în canale. Asigurarea posibilităţii de execuţie şi întreţinere a canalelor cu mijloace mecanice impune o lăţime minimă la fund a canalelor de 0,5 m. Tipul de canale cu lăţimea la fund de 0,5 m se alege constructiv, în timp ce canalele cu lăţimea la fund mai mare, în funcţie de geotehnica terenului şi debitele de dimensionare.

Înclinarea taluzurilor canalelor de desecare se stabileşte în funcţie de natura pământului în care acestea se execută, de adâncimea apei în canale şi adâncimea canalelor, de variaţiile nivelului apei în canale, de adâncimea şi caracterul apei freatice, toate acestea influenţând stabilitatea taluzurilor. Valori orientative ale înclinării taluzurilor sunt prezentate în Tabelul 10.1.

În condiţii geotehnice mai nefavorabile, pământurile refulante sau uşor antrenabile (nisipuri fine, prafuri), pământuri care îşi pierd coeziunea în contact cu apa şi devin nestabile sub acţiunea hidrodinamică a apelor freatice (mâluri, pământuri sărăturate), înclinarea taluzului poate fi mai dulce, 1:3-1:4.

Tabel 10.1. Înclinarea taluzurilor în funcţie de adâncimea canalului şi natura pământului (valori orientative)

Natura pământului	**Înclinarea taluzului (m) pentru canale cu adâncimi de:**			
	< 1 m	**1-1,5 m**	**1,5-2,5 m**	**>2,5 m**
Argilo-lutoasă	1,00	1,00-1,25	1,25-1,50	1,50-1,75
Luto-argiloasă şi lutoasă	1,00-1,25	1,25-1,50	1,50-1,75	1,75-200
Luto-nisipoasă şi nisipo-lutoasă	1,25-1,50	1,50-1,75	1,75-2,00	2,00-2,50

Adâncimea canalelor de desecare se stabileşte în funcţie de debitul de transportat, înălţimea de siguranţă şi asigurarea descărcării normale a apei din canalele de ordin inferior în canalele de ordin superior. Nivelul apei în reţeaua de desecare trebuie să fie cu minimum 0,5 m sub cotele cele mai joase ale terenului pentru a asigura colectarea apelor stagnante de pe suprafeţele depresionare. Adâncimea canalelor de colectare se stabileşte în funcţie de amenajarea parcelelor cultivate. Astfel, în cazul modelării în benzi cu coame şi a rigolelor, adâncimea canalelor terţiare poate fi de 0,6-0,8 m, în timp ce, dacă terenul este amenajat prin drenaj cârtiţă sau afânare adâncă, adâncimea acestora este de 1,2-1,5 m. Nivelul apei în canalele terţiare trebuie să fie cu 10-20 cm mai coborât decât nivelul apei din rigole sau gura de evacuare a drenurilor cârtiţă, pentru a asigura o descărcare uşoară a acestora. Pentru asigurarea descărcării apei din canalele de ordin inferior în canalele de ordin superior, la racordarea nivelitică a acestora se va urmări ca nivelul apei în canalele colectoare de ordin inferior să aibă cota mai ridicată cu aproximativ 20 cm faţă de cota nivelului apei din canalele colectoare de ordin superior, iar cota fundului canalului afluent cu 15-20 cm mai mare decât cota fundului canalului receptor (Figura 10.5).

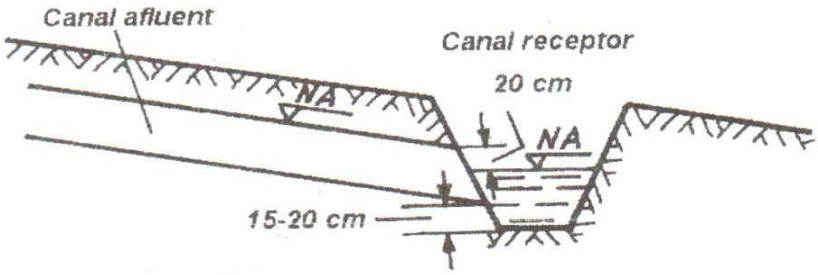


Figura 10.5. Racordarea canalelor de desecare de ordin inferior (afluent) cu cele de ordin superior (receptor)

Panta longitudinală a canalelor de desecare se stabileşte în raport de pantă generală a terenului şi viteza admisibilă de scurgere a apei în canal. La alegerea pantei se are în vedere ca adâncimea canalelor să rezulte cât mai mică, mai ales când lungimea acestora este mare, iar viteza de curgere a apei să se încadreze în limitele admisibile. Pentru terenurile cu pante reduse, valoarea medie a pantelor canalelor este de 0,3-0,5‰. Valorile maxime ale pantei se adoptă pentru canale cu debite sub 0,5 m^3/s, iar cele minime pentru canale cu debite de până la 3 m^3/s. La canalele de desecare cu debite peste 3 m^3/s, panta minimă poate să fie chiar numai 0,2-0,15‰. Pante mai mari de 0,5‰, pentru canalele de desecare care transportă debite mai mici de 1 m^3/s se pot utiliza, dar numai în cazurile în care acestea nu conduc la viteze care ar provoca erodarea fundului şi taluzurilor canalelor; în aceste situaţii pantele pot avea valori de 2-5‰.

Viteza apei în canal se alege astfel încât să se încadreze în limitele de neerodare şi neîmpotmolire, limite care sunt în funcţie de natura pământului în care se sapă canalele şi conţinutul apei în aluviuni. Limita inferioară a vitezei apei pe canale pentru a nu se produce împotmolirea acestora, este de 0,25 m/s pentru apele tulburi, mocirloase, 0,3-0,4 m/s pentru ape care transportă nisip fin şi 0,5 m/s pentru nisip mare. Calculul vitezei medii de scurgere a apei în canale se face cu relaţiile cunoscute din hidraulică, formula lui Chezy, iar pentru coeficientul vitezei, formula lui Bazin sau Pavlovski. Valorile rezultate trebuie să fie cuprinse între viteza de neîmpotmolire şi viteza de neerodare.

Institutul de Studii şi Proiectări pentru Îmbunătăţiri Funciare (ISPIF) a elaborat (1987) secţiuni tip de canale de desecare. Au fost tipizate secţiuni trapezoidale, în debleu, de canale din pământ având coeficienţi de rugozitate pentru condiţii medii de întreţinere şi exploatare (n = 0,0025; 0,00275).

Elementele geometrice ale secţiunilor trapezoidale tipizate se încadrează în următorul domeniu de aplicare:

- lăţimea la fund a canalului, b = 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 m;

- înclinări taluzuri, l:m = 1:1,5; 1:2; 1:2,5; 1:3, stabilite în raport de condiţiile geotehnice ale terenului, conform STAS 9539-81;

- adâncimi canale, h = 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0 m.

Tipul de canale cu lăţimea la fund b = 0,5 m se alege constructiv, iar cele cu lăţimea la fund b > l,0 m, în funcţie de criteriul geotehnic, debite de dimensionare hidraulică, drenaj.

10.6. CONSTRUCŢII HIDROTEHNICE PE REŢEAUA DE CANALE DE COLECTARE ŞI EVACUARE

Construcţiile hidrotehnice pe reţeaua de canale de colectare şi evacuare trebuie să fie rezistente şi stabile, să folosească cât mai mult materiale locale, să asigure uşurinţă şi eficienţă în execuţie şi exploatare, precum şi aplicarea metodelor industriale ale construcţiilor.

Execuţia construcţiilor hidrotehnice din lemn este indicată numai acolo unde materialul lemnos există ca material local, iar alte materiale mai durabile nu se găsesc în condiţiile locale. Alegerea materialului de construcţie (piatră, beton, beton armat, metal) se face prin compararea indicilor tehnico-economici. Deoarece construcţiile hidrotehnice pe reţeaua de canale, prin specificul lor, prezintă o mare dispersare pe întregul sistem de desecare, adoptarea construcţiilor din elementele prefabricate se dovedeşte a fi cea mai economică.

Dimensionarea hidraulică a construcţiilor hidrotehnice pe reţeaua de canale se face de aşa natură încât să permită trecerea debitelor maxime fără remuuri care ar stânjeni funcţionarea, iar a debitelor obişnuite, practic fără remuu.

De asemenea, gabaritele construcţiilor peste care se circulă, prin dimensionare trebuie să corespundă maşinilor şi utilajelor agricole.

Principalele construcţii hidrotehnice pe reţeaua de canale de desecare sunt:

- podeţele,
- construcţiile de subtraversare,
- căderile de pante forţate,
- stăvilarele
- lucrările de consolidare a secţiunii canalelor.

Podeţele sunt construcţii hidrotehnice cu rol de asigurare a continuităţii drumurilor în punctele în care sunt traversate de canale. Din punct de vedere constructiv se deosebesc *podeţe tubulare* şi *podeţe dalate.*

Podeţele tubulare se execută pe canale cu debite mai mici, utilizând tuburi din beton armat sau beton simplu cu diametre de 30, 50 şi 80 cm şi o lungime de 5 sau 8 m. Pentru protejarea tuburilor prefabricate, în cazul tuburilor din beton simplu se prevede peste acestea o umplutură de pământ de minimum 0,7-0,8 m, iar în cazul tuburilor din beton armat, această înălţime se poate reduce până la 0,5-0,4 m. Prin această umplutură se realizează o mai uniformă încărcătură în adâncime. Racordarea conductei de scurgere cu canalul se face prin timpane.

Podeţele dalate se execută din plăci sau din grinzi prefabricate din beton precomprimat sprijinită pe culei de zidărie din piatră, din beton simplu sau din beton armat. Aceste podeţe se execută cu deschideri de 0,5; 1,0; 2,0 m, pe canale cu debite mai mari.

Construcţiile de subtraversare au rolul de a asigura continuitatea canalelor de desecare pe sub rambleele digurilor, drumurilor altor canale. Aceste construcţii de tipul conductelor de trecere (Figura 10.6), subtraversarea făcându-se la nivelul fundului canalului, de tipul sifoanelor coborâtoare, subtraversarea făcându-se în acest caz, la un nivel mai coborât (Figura 10.7), sifoane urcătoare (Figura 10.8) şi de evacuare pe orizontală cu clapetă (Figura 10.9).

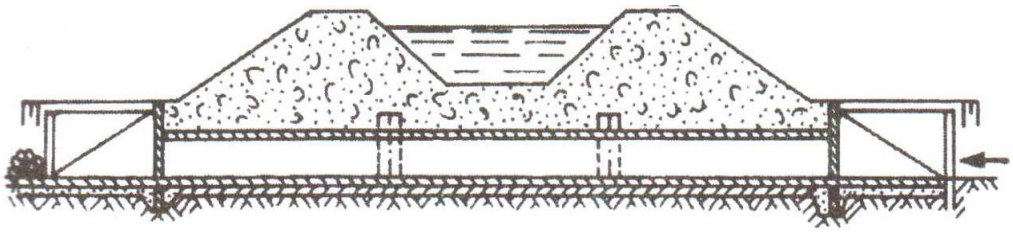


Figura 10.6. Conductă de subtraversare

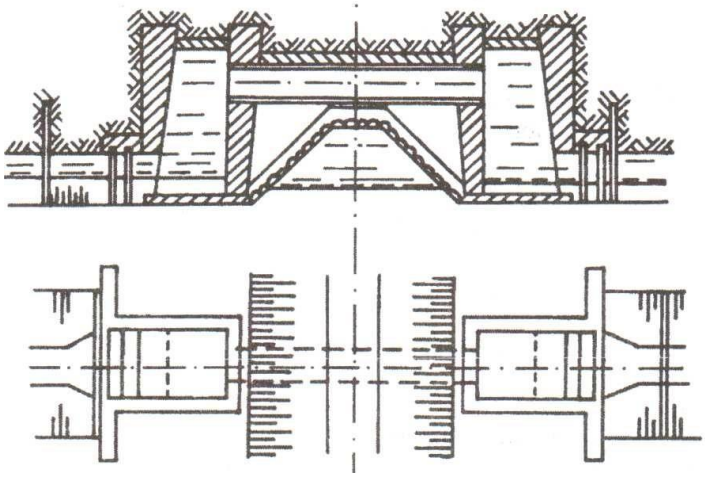


Figura 10.7. Sifon coborâtor

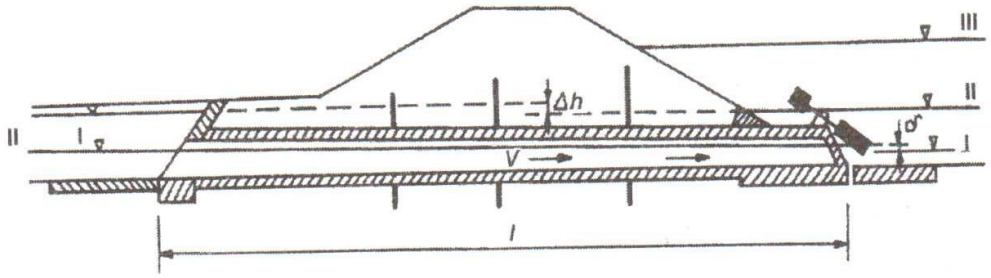


Figura 10.8. Evacuarea în emisar prin conductă în sifon

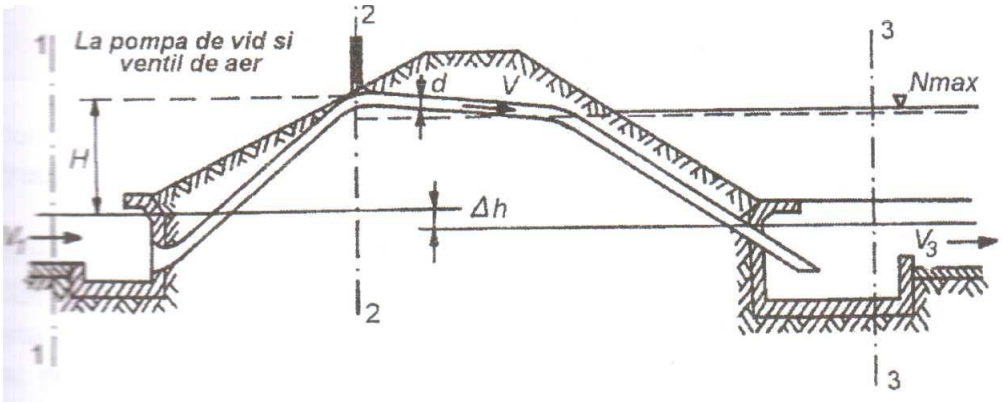


Figura 10.9. Evacuarea gravitaţională, cu clapet batant

Căderile şi pantele forţate, lucrări care asigură racordarea biefurilor, cunoscute sub denumirea de *ruperi de pante,* se întâlnesc la denivelări bruşte ale terenului sau la pante mari ale acestuia. Ele asigură scurgerea apei pe canale fără a provoca eroziuni.

Căderile se execută sub formă de trepte (Figura 10.10 şi Figura 10.11) şi pot fi realizate din lemn, piatră sau din beton monolit, în funcţie de înălţimea de cădere, de deschiderea şi mărimea debitului canalului. Astfel, căderile din fascine se execută cu înălţimi de 0,4-0,5 m, căderile din lemn sau piatră cu înălţimi de 0,5-1,5 m, iar cele din beton cu înălţimi de peste1,5 m.

Pentru înălţimi ale căderilor de 0,3; 0,6 şi 0,9 m şi lăţimi de 0,5; 1,0 şi 1,5 m acestea pot fi executate din elemente prefabricate, fiind mai avantajoase.

Racordarea biefurilor se mai poate realiza şi sub formă de pante forţate (Figura 10.12), a unor pianuri înclinate care sunt tronsoane din canal cu lungime redusă şi pante foarte mari, care se consolidează cu zidărie de piatră sau cu beton.

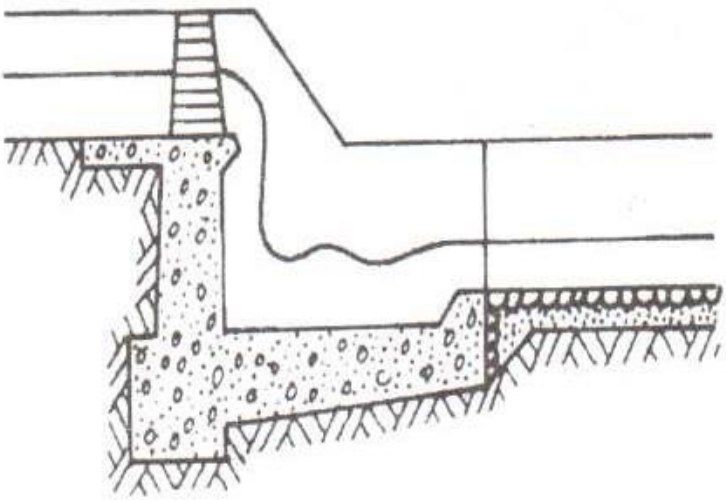


Figura 10.10. Cădere din beton cu o singură treaptă

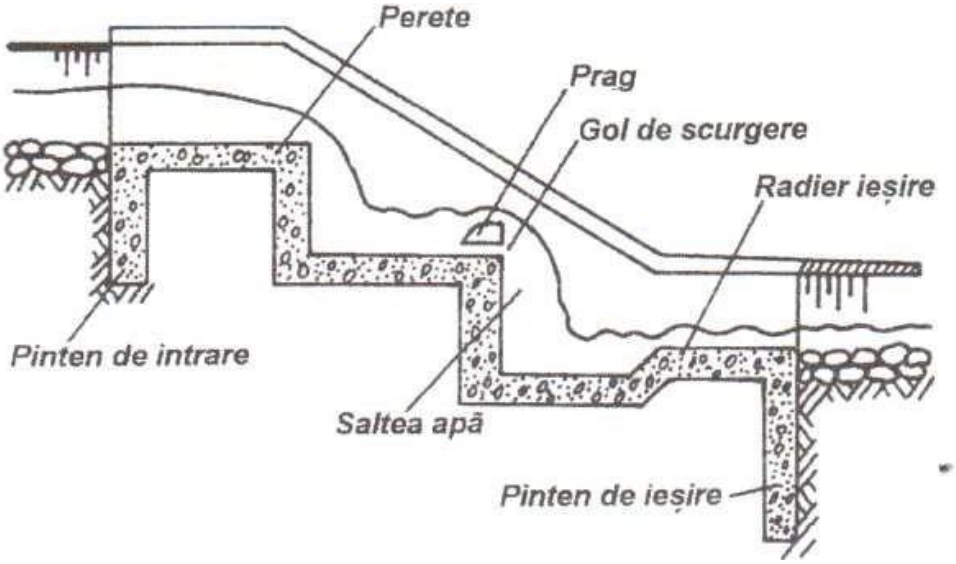


Figura 10.11. Cădere cu mai multe trepte

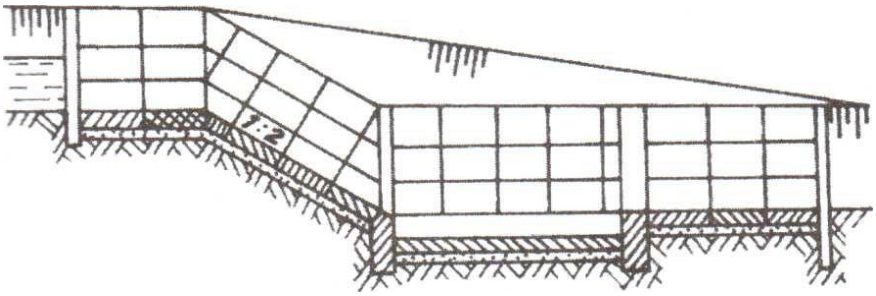


Figura 10.12. Racordarea biefurilor cu pantă forţată

Vitezele mari care au loc în zona căderii şi a pantelor forţate impun consolidarea fundului şi a taluzurilor canalului în amonte şi aval de construcţiile de ruperi de pantă.

Stăvilarele sunt construcţii cu rol de reglare a nivelului apei pe reţeaua de canale de desecare, derivarea apei, oprirea acesteia de a pătrunde din emisar în reţea. Trecerea apei prin stăvilare, care pot fi *deschise* sau *tubulare* (Figura 10.13 şi Figura 10.14), se reglează cu ajutorul obloanelor, care se pot deschide manual sau automat. Adeseori podeţele şi stăvilarele se execută sub forma unei singure construcţii: podeţe-stăvilare, reducându-se în acest mod costul lucrărilor hidrotehnice.

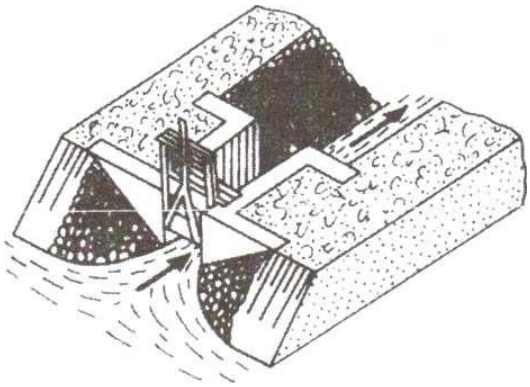


Figura 10.13. Stăvilar deschis

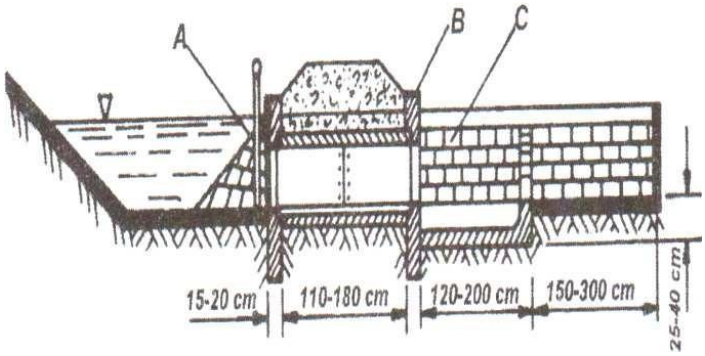


Figura 10.14. Stăvilar tubular din beton
(D = 30...60 cm);
A - oblon
B - timpan din beton
C - consolidare cu dale din beton

Lucrările de consolidare a secţiunii canalelor de desecare au un domeniu de aplicare local, de regulă în zona construcţiilor hidrotehnice şi pe unele sectoare ale canalelor colectare, cu adâncimi mari, executate în terenuri instabile. Consolidări simple se pot executa cu brazde de iarbă, nuiele sau piatră. În general însă, consolidările se realizează cu peree din dale prefabricate din beton simplu, dale prefabricate din beton armat, căptuşeli din beton simplu turnat direct.

Indiferent care este tipul consolidării, acestea nu trebuie să reducă secţiunea de scurgere a apei.

10.7. EXECUTAREA REŢELEI DE CANALE DE DESECARE

Executarea reţelei de canale de desecare presupune, în ordinea succesiunii, următoarele trei categorii importante de operaţiuni:

- amplasarea lucrărilor şi pregătirea zonelor de lucru;
- săparea canalelor;
- împrăştierea sau sistematizarea pământului excavat.

Amplasarea sau trasarea reţelei de canale de desecare pe teren, potrivit cu indicaţiile proiectului, începe în ordinea execuţiei canalelor, din aval în amonte, respectiv de la canalele de ordin superior înspre canalele de ordin inferior. Prin trasare se stabilesc mai întâi axele principale ale canalelor, semnalizându-se prin balize şi jaloane.

Materializarea acestor axe se face prin pichetarea cu ţăruşi fixaţi din 25 în 25 m sau din 50 în 50 m, în funcţie de orografia terenului şi canalului.

Racordarea aliniamentelor canalelor în curbe se face cu ochiul liber pentru canale mici, materializarea făcându-se cu ţăruşi din 10 în 10 m. Pentru canalele mari, elementele curbei se determină prin calcul pentru fiecare caz în parte.

După fixarea axei, în dreptul fiecărui ţăruş se trasează câte o transversală. Pe aceste traverse se materializează prin ţăruşi elementele constructive ale secţiunii transversale: lăţimea la fund a canalului la nivelul terenului; pe fiecare ţăruş de pe axul principal se notează adâncimea de săpătură. În vederea unei execuţii corecte, când canalul se execută manual, se materializează prin şabloane înclinarea taluzurilor (Figura 10.15).

Pregătirea zonei de lucru constă în curăţirea traseului canalului de arbori, arbuşti, stufişuri, cu ajutorul utilajelor de defrişat şi scarificat. Pe terenurile cu zone mlăştinoase, străbătute de reţeaua de canale de desecare, pentru evacuarea apelor ce băltesc pe traseul canalelor se execută şanţuri cu plugul obişnuit sau cu plugul pentru canale, pe axul viitorului canal. În aceste cazuri materializarea pe teren a secţiunii transversale a canalelor se face după efectuarea lucrărilor de pregătire a zonei de lucru.

Săparea canalelor, pentru a asigura scurgerea apelor în exces de pe teren sau a apei din precipitaţii în timpul execuţiei, se începe întotdeauna din aval înspre amonte. Ea se poate realiza manual sau mecanizat.

Săparea manuală a canalelor se face cu unelte obişnuite: cazma, târnăcop, lopată. Manual, săparea transversală constă în a împărţi canalul într-o serie de

tronsoane scurte care se sapă pe toată secţiunea, în timp ce metoda longitudinală constă în săparea canalelor în straturi succesive pe tronsoane lungi. Săparea canalelor după metoda transversală este indicată de terenurile îmbibate cu apă, excesul de apă colectându-se în tronsoanele săpate, iar cele rămase săpându-se mai uşor.

Manual, execuţia săpăturii se poate face prin săparea în prima fază a unui şanţ egal cu lăţimea la fund a canalului, făcându-se apoi taluzarea sau un al doilea procedeu, prin săparea pe straturi pe toată lăţimea canalelor, odată cu finisarea făcându-se şi taluzarea canalului (Figura 10.16).

Productivitatea muncii la executarea canalelor pe cale manuală este scăzută şi din acest motiv metoda este indicată numai în amenajările mici locale sau pentru evacuarea apelor în anii ploioşi de pe suprafeţe restrânse. Săparea mecanică a canalelor se face cu ajutorul unor utilaje speciale pentru şanţuri şi canale, cum sunt plugurile speciale, frezele sau cu ajutorul maşinilor de săpat cu utilizare generală, cum sunt excavatoarele de diverse tipuri, screperele, grederele.

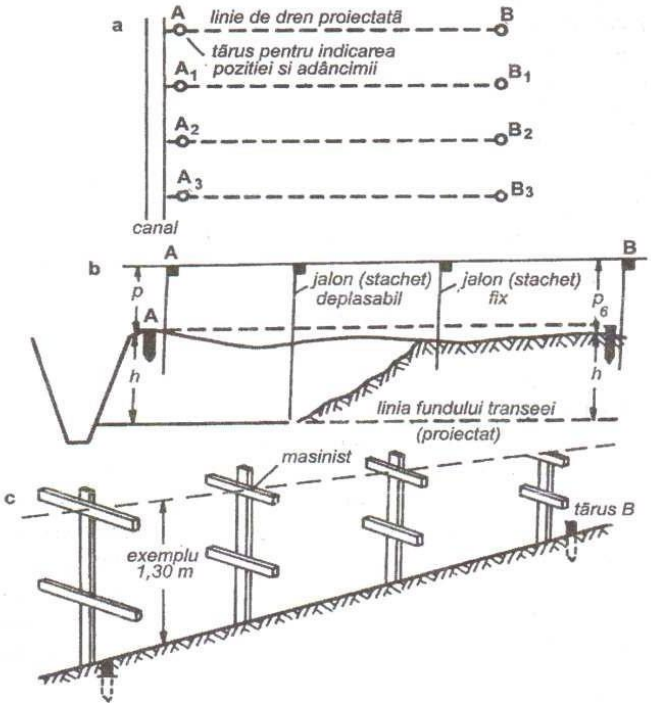


Figura 10.15. Marcarea liniilor de dren, în vederea execuţiei
a – linii de dren marcate în teren, prin ţăruşi (înainte de execuţie);
b – secţiune longitudinală prin linia de dren A-B (pentru execuţie manuală);
c – secţiune longitudinală A-B cu gabariţi (pentru execuţie mecanică)

Figura 10.16. Procedee de executare manuală a secţiunii canalelor

Alegerea utilajului pentru executarea canalelor de desecare se face în funcţie de mărimea canalului şi de condiţiile de lucru din teren: săparea în uscat, sub apă, locuri strâmte, distanţe de transport a pământului etc.

Sistematizarea şi împrăştierea pământului este o operaţie deosebit de importantă, de care depinde buna funcţionare a reţelei de canale de desecare. Pământul rezultat din săparea canalelor se împrăştie pe terenul din jur sau se sistematizează în lungul canalului la o anumită distanţă de marginea acestuia. Împrăştierea pământului se face în straturi de 10-20 cm., îndeosebi în zonele depresionare învecinate. Dacă volumul de pământ excavat este mare şi nu se poate împrăştia, acesta se sistematizează. Prin sistematizarea pământului se va urmări evitarea colmatării canalelor, evitarea deformării canalului ca urmare a suprasarcinii create prin greutatea pământului depozitat, evitarea stânjenirii evacuării apelor în exces, din zonele depresionare învecinate. Distanţa de depozitare a pământului, de la marginea canalului, este de minim 3 m pentru canale cu adâncimi de până la 1,5 m şi de două ori adâncimea canalului, pentru canale mai adânci. Pentru asigurarea scurgerii apei în canale de pe terenurile învecinate, în depozitele de terasamente sistematizate se lasă deschideri cu lăţimi de cca. 3 m, amplasate în zonele mai joase.

În general se preferă împrăştierea pământului şi nu depozitarea lui, prin care se scoate din cultură o anumită suprafaţă de teren.

Împrăştierea, nivelarea şi sistematizarea pământului excavat se fac cu ajutorul grederelor şi buldozerelor. Această operaţie se execută în momentul uscării pământului excavat şi nu în momentul săpării, deoarece pământul este îmbibat cu apă.

Lipsa împrăştierii şi nivelării sau sistematizării deponiilor în lucrările de desecare cu canale deschise provoacă serioase neajunsuri în colectarea apei de către reţeaua de canale şi în exploatarea terenului amenajat. Aceasta impune o deosebită atenţie şi exigenţă în recepţionarea lucrărilor de desecare.

10.8. EVACUAREA APELOR ÎN REŢEAUA DE CANALE DE COLECTARE ŞI EVACUARE ÎN EMISAR

Evacuarea apelor din sistemul de desecare în emisar (curs natural de apă, acumulări de apă naturale sau artificiale) se poate face pe cale gravitaţională (continuu sau intermitent, mecanic sau mixt).

Pentru stabilirea modului de evacuare a apelor în emisar este necesar să se determine, în prealabil, amplasamentul punctului de evacuare, nivelurile apei în canalul de evacuare corespunzătoare debitului maxim şi mediu, frecvenţa şi durata nivelurilor maxime şi medii în canal, nivelurile caracteristice ale apei în emisar, durata şi frecvenţa nivelurilor maxime şi a celui mediu în emisar.

La alegerea locului de amplasare a punctului de evacuare a apelor din reţeaua de desecare în emisar se are în vedere, ca pe tot traseul, în aval de confluenţă, emisarul să aibă o capacitate suficientă pentru a primi, în timp util, apele colectate de reţeaua de canale, în secţiunea confluenţei; nivelul apei din emisar să nu creeze bararea scurgerii apelor din canalul de evacuare, iar condiţiile geotehnice şi hidrografice să nu necesite lucrări costisitoare de consolidare, diguri de remuu etc.

Descărcarea apelor în emisar este indicată să se facă într-o zonă concavă a malului, în amonte de inflexiune, sub un unghi de cca. 60°.

În cazul în care emisarul este o acumulare, un bazin de retenţie, un lac, este necesar ca acestea să aibă o capacitate corespunzătoare pentru înmagazinarea întregului volum de apă evacuat fără a ridica nivelul apei în emisar la o cotă superioară cotei impuse de canalul de evacuare.

Evacuarea gravitaţională a apelor colectate de reţeaua de desecare în emisar este posibilă ori de câte ori nivelul apei în emisar este inferior nivelului apei din canalul de evacuare. Evacuarea gravitaţională poate fi continuă sau intermitentă.

Evacuarea gravitaţională continuă este posibilă şi se adoptă atunci când nivelul apei în emisar este inferior nivelului apei din canalul de evacuare în tot timpul anului şi prin preluarea apei nu se fac modificări importante ale regimului de scurgere al emisarului. Amenajările şi construcţiile pe care le necesită evacuarea gravitaţională continuă constau din: lucrări de consolidare a secţiunii canalului de evacuare, stăvilar pentru reţinerea apei în reţeaua de canale de desecare şi pentru oprirea pătrunderii în aceasta a apei din emisar, sifon sau conductă stăvilar, dacă emisarul este îndiguit (Figura 10.17). Evacuarea

gravitaţională intermitentă se adoptă în cazul cursurilor de apă, folosite ca emisar, la care durata viiturii este scurtă (2-3 zile), maximum 5 zile, iar suprafaţa desecată este apărată împotriva inundărilor printr-un dig. în asemenea situaţii, pe perioada viiturii, când nivelul apei în emisar depăşeşte nivelul apei în canalul de evacuare, apele în exces sunt acumulate în reţeaua de desecare. Pentru ca apa reţinută de canale să nu reverse pe terenul desecat se execută diguri de remuu amplasate în lungul canalului de evacuare, iar ca apa din emisar să nu pătrundă în canalul de evacuare se execută conducte cu vane cu închidere automată sau comandată.

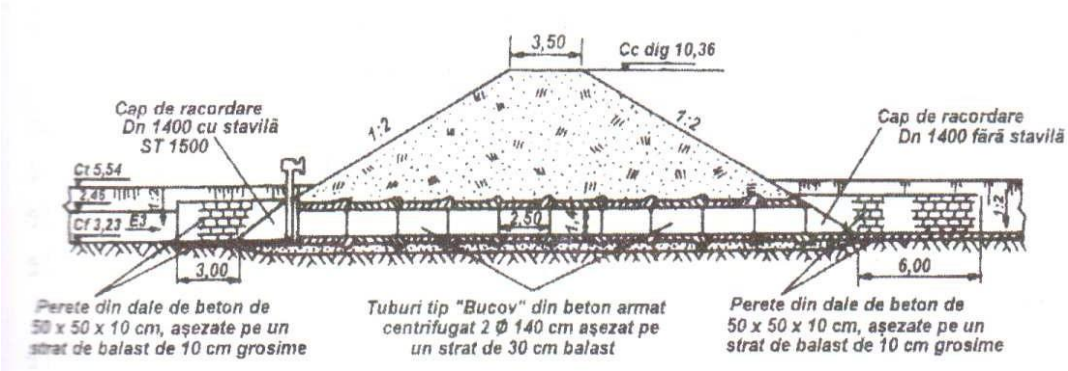


Figura 10.17. Secţiune printr-o trecere prin dig cu stăvilar

Evacuarea mecanică a apei sau prin pompare se impune ori de câte ori nivelul apei în emisar nu permite o evacuare gravitaţională. În general, evacuarea mecanică se face în situaţiile în care nivelul mediu al apei din emisar este superior nivelului apei din canalul de evacuare cel puţin 5 zile dintr-un an.

Evacuarea apei prin pompare măreşte investiţia şi cheltuielile de exploatare în raport cu debitul instalat, înălţimea de pompare şi volumul total de apă ce trebuie pompat.

Pentru a reduce investiţia şi cheltuielile de exploatare cu pomparea apei se urmăreşte reducerea cât mai mult posibil a volumului apei de recapăt. Aceasta se poate realiza prin descărcarea canalelor de centură direct în emisar şi prin regularizarea parţială a volumului de apă prin crearea unor bazine de compensare, naturale sau artificiale, bazine care să aibă o capacitate echivalentă cu cel puţin volumul debitului mediu pe timp de 48 ore. Aceste bazine sunt întotdeauna indicate acolo unde coaliţiile naturale ale terenului permit şi crearea lor se justifică tehnico- economic. Apa reţinută în aceste bazine se evacuează treptat după trecerea viiturii.

Staţiile de pompare pentru evacuarea apelor din reţeaua de canale de desecare în emisar sunt, în general şi spre deosebire de staţiile de pompare în

irigaţii, echipate cu pompe de joasă presiune (H < sau = 15 m), mărimea acestora fiind în funcţie de debit:

- mică (Q < sau = 2 m /s),
- mijlocie (Q = 2-10 m^3/s) şi
- mare (Q > 10 m^3/s).

Variaţiile mari de timp ale debitului de evacuare impun fracţionarea pompării acestuia pe mai multe agregate de pompare (2-8 agregate de pompare). Alegerea agregatelor de pompare se face în funcţie de cele două caracteristici ale staţiei de pompare: debitul şi înălţimea de pompare.

Evacuarea mixtă realizează evacuarea apei din reţeaua de desecare în emisar atât pe cale gravitaţională cât şi pe cale mecanică, prin pompare. Acest mod de evacuare reprezintă soluţia optimă în situaţia în care nivelul mediu al apei din canalul de evacuare este superior nivelului mediu al apei din emisar timp de minimum 30 zile dintr-un an şi volumele de apă de evacuat sunt mari.

Evacuarea mixtă presupune realizarea atât a staţiilor de pompare cât şi a lucrărilor impuse de evacuarea gravitaţională. Staţiile de pompare vor funcţiona numai în perioadele cu niveluri ridicate în emisar, în rest evacuarea se face gravitaţional. Stabilirea acestei soluţii se face pe baza calculelor tehnico-economice, ţinându-se seama de investiţiile suplimentare necesare evacuării gravitaţionale, în comparaţie cu reducerea cheltuielilor de exploatare a staţiilor de pompare.

10.9. ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce înţelegi prin desecare?

2. Care sunt componentele reţelelor de colectare-evacuare şi desecare?

3. Caracterizaţi componenţa reţelei de canale deschise.

4. Cum se calculează debitul de evacuare?

5. Cum se dimensionează reţelele de canale de colectare şi evacuare?

6. Care cunt construcţiile hidrotehnice aflate pe reţeaua de canale de colectare şi evacuare?

7. Cum se realizează reţeaua de canale de desecare?

8. Care sunt operaţiunile necesare evacuării apelor din sistemul de desecare în emisar?

10.10. TESTE DE AUTOEVALUARE

1. *Vara, durata critică a excesului de umiditate la cereale este:*

a) 8-12 ore
b) 5-6 ore
c) 26-36 ore

2. *Primele elemente ale reţelei de colectare şi evacuare a apei în exces sunt:*

a) canalele de evacuare
b) canalele de colectare terţiare
c) canalele colectoare de centură

3. *Debitul în exces provenit din irigaţii este datorat:*

a) tipului de amendare
b) metodei de udare şi modului de exploatare
c) ambele răspunsuri sunt corecte

4. *Forma secţiunii optime a canalelor de desecare, din punct de vedere hidraulic, este:*

a) dreptunghiulară
b) semicirculară
c) circulară

5. *Construcţiile hidrotehnice cu rol de reglare a nivelului apei pe reţeaua de canale de desecare, derivarea apei, oprirea acesteia de a pătrunde din emisar în reţea sunt:*

a) stăvilarele
b) podeţele
c) construcţiile de subtransversare

6. *Racordarea aliniamentelor canalelor în curbe se face cu ochiul liber pentru canale mici, materializarea făcându-se cu*:

a) picheţi din 25 în 25 m
b) ţăruşi din 10 în 10 m
c) ţăruşi din 25 în 25 m

7. *Căderile sunt:*

a) construcţii care asigură descărcare a apelor din drenurile închise, în canale deschise sau în emisari
b) construcţii care au rolul de a asigura urmărirea modului de funcţionare a drenajului, perrniţând depistarea tronsoanelor care nu funcţionează, decantarea materialelor în suspensie, compensarea pantei prin căderi şi reglarea nivelului apei freatice
c) construcţii de racordare a biefurilor, se execută în punctele de schimbare bruscă de pantă sau când terenul are o pantă mai mare decât panta drenului şi numai atunci când rolul lor nu este preluat de căminele de control

Răspunsuri: 1.a; 2.b; 3.c; 4.b; 5.a; 6.b; 7.c.

10.11. REZUMAT

Desecarea - drenajul terenurilor agricole cuprinde ansamblul de lucrări de îmbunătăţiri funciare prin care se înlătură excesul de apă de la suprafaţa solului şi din profilul de sol îndepărtarea apei în exces de la suprafaţa solului şi din profilul de sol contribuie la îmbunătăţirea regimului aerohidric, regimului termic, a celui biologic şi nutritiv, la minimalizarea acumulării sărurilor la suprafaţa solului.

Reţeaua de desecare trebuie să asigure eliminarea excesului de apă într-un timp care să nu dăuneze culturilor. Reţelele de canale se compun din canale colectoare sau terţiare şi canale de transport şi evacuare secundare şi principale.

Durata de timp cât plantele rezistă la excesul de umiditate fără diminuarea producţiei este denumită durata critică de rezistenţă a plantelor la excesul de umiditate.

Se poate accepta o durată a excesului de umiditate mai mare decât durata critică de rezistenţă a excesului de umiditate. Această durată este numită: durata excesului de umiditate admisibilă economic. Ea nu elimină în totalitate pierderile de recoltă, însă aceste pierderi se înscriu, în mod avantajos, în bilanţul tehnico-economic al amenajării.

Elementele componente ale unei reţele de desecare cu canale deschise pot fi amplificate sau diminuate în funcţie de mărimea şi caracteristicile suprafeţei supuse amenajării.

După rolul şi ordinul de mărime al canalelor, acestea se clasifică în canale de colectare şi canale de evacuare.

Stabilirea debitului de dimensionare a fiecărui canal al reţelei de colectare şi evacuare presupune cunoaşterea, în prealabil, a debitului specific de evacuat sau modului de scurgere pentru suprafaţa supusă desecării.

Stabilirea modului de scurgere se poate face fie pe cale directă fie pe cale indirectă.

Debitul în exces provenit din irigaţii este datorat tipului de amendare, metodei de udare şi modului de exploatare.

Operaţiunea de dimensionare a canalelor de desecare constă în stabilirea pentru fiecare canal, a formei secţiunii transversale şi a elementelor geometrice ale acesteia, a pantei fundului canalului, a vitezei medii de scurgere a apei în canal, precum şi a cotelor fundului şi nivelului apei din canal. Această operaţiune se face după ce în prealabil s-au stabilit traseele reţelei de canale de desecare şi s-a stabilit mărimea debitului de transportat pentru fiecare canal în parte, iar la canalele colectoare principale şi de evacuare, chiar a debitului pe tronsoane, rezultat din suma debitelor canalelor afluente.

Construcţiile hidrotehnice pe reţeaua de canale de colectare şi evacuare trebuie să fie rezistente şi stabile, să folosească cât mai mult materiale locale, să asigure uşurinţă şi eficienţă în execuţie şi exploatare, precum şi aplicarea metodelor industriale ale construcţiilor.

Principalele construcţii hidrotehnice pe reţeaua de canale de desecare sunt: podeţele, construcţiile de subtraversare, căderile de pante forţate, stăvilarele şi lucrările de consolidare a secţiunii canalelor.

Executarea reţelei de canale de desecare presupune, în ordinea succesiunii, următoarele trei categorii importante de operaţiuni: amplasarea lucrărilor şi pregătirea zonelor de lucru, săparea canalelor şi împrăştierea sau sistematizarea pământului excavat.

Evacuarea apelor din sistemul de desecare în emisar (curs natural de apă, acumulări de apă naturale sau artificiale) se poate face pe cale gravitaţională (continuu sau intermitent, mecanic sau mixt).

Pentru stabilirea modului de evacuare a apelor în emisar este necesar să se determine, în prealabil, amplasamentul punctului de evacuare, nivelurile apei în canalul de evacuare corespunzătoare debitului maxim şi mediu, frecvenţa şi durata nivelurilor maxime şi medii în canal, nivelurile caracteristice ale apei în emisar, durata şi frecvenţa nivelurilor maxime şi a celui mediu în emisar.

Prin drenajul subteran al terenurilor agricole se înţelege elimimarea, din zona de dezvoltare a rădăcinilor, a apei şi sărurilor în exces, dăunătoare solurilor şiculturilor agricole, eliminare care se realizează prin intermediul unei reţele de drenuri.

10.12. BIBLIOGRAFIE

Bibliografie obligatorie:

1. CÎMPEANU S., I. PLEŞA şi AL. ENE, Proiectarea lucrărilor de irigaţie, desecări-drenaje şi combaterea eroziunii solului, Editura: Relal Promex, Bucureşti, 2002.
2. JINGA I., S. CÎMPEANU, NIŢU OANA ALINA, Irigaţii, desecări, combaterea eroziunii solului irigarea culturilor, Editura: Atelierul de multiplicat cursuri, 2009.

Bibliografie facultativă:

3. CERKASOV A., Ameliorația şi alimentarea cu apă în agricultură, Editura: Agrosilvica, 1954
4. MUREŞAN D., I. PLEŞA, N. ONU, P. SAVU, Z. NAGY, I. JINGA, AL. TEODOROIU, I. PĂLTINEANU, I. TOMA, I. VASILESCU, Irigaţii, desecări şi combaterea eroziunii solului, Editura: Didactică şi pedagogică, Bucureşti 1992.
5. SAVU P., D. BUCUR, S.I. JITĂREANU, Îmbunătăţiri funciare şi irigarea culturilor lucrări practice, Editura: „Ion Ionescu de la Brad” Iaşi, 2005, pag. 243-253.

UNITATE DE ÎNVĂȚARE 11: DRENAJUL TERENURILOR AGRICOLE. DRENAJUL CÂRTIȚĂ

CUPRINS UNITATE DE ÎNVĂȚARE 11:

11.1. DRENAJUL SUBTERAN AL TERENURIOR AGRICOLE 297

11.1.1. Adâncimea de drenaj 297

11.1.2. Drenajul orizontal din materiale locale 300

11.1.3. Drenajul orizontal cu drenuri din tuburi (drenajul tublar) 301

11.1.4. Materiale filtrante 306

11.1.5. Amplasarea reţelei de drenaj orizontal 309

11.1.6. Stabilirea adâncimii şi distanţei dintre drenuri 311

11.1.7. Executarea drenajului orizontal 314

11.1.8. Racordarea drenurilor 316

11.1.9. Construcţiile şi dispozitivele speciale pe reţeaua de drenaj 317

11.2. DRENAJUL CÂRTIȚĂ 321

11.3. ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE 328

11.4. TESTE DE AUTOEVALUARE 330

11.5. REZUMAT 331

11.6. BIBLIOGRAFIE 332

INTRODUCERE

În cadrul acestui capitol se prezintă drenajul terenurilor agricole, metoda de eliminare din zona de dezvoltare a rădăcinilor, a apei şi sărurilor în exces, dăunătoare solurilor şi culturilor agricole, eliminare care se realizează prin intermediul unei reţele de drenuri. Este prezentată rețeaua de drenaj cu elementele sale componente, fiind descris drenajul orizontal. De asemenea, se prezintă construcțiile și dispozitivele speciale pe rețeaua de drenaj. Cea de-a doua parte a capitolului aduce în prim plan drenajul cârtiță și caracteristicile sale. Capitolul se încheie cu întrebări recapitulative, teste de autoevaluare și prezentarea unei bibliografii.

OBIECTIVELE UNITĂȚII DE ÎNVĂȚARE 11:

La sfârşitul acestui capitol vei fi capabil:

- ✓ să caracterizezi elementele rețelei de drenaj;
- ✓ să prezinți drenurile colectoare și absorbante;
- ✓ să descrii drenajul orizontal;
- ✓ să descrii construcțiile speciale pe rețeaua de drenaj;
- ✓ să descrii drenajul cârtiță.

Durata medie de studiu individual – 2 ore.

11.1. DRENAJUL SUBTERAN AL TERENURIOR AGRICOLE

În condiţiile ţării noastre, în luncile şi câmpiile joase există o suprafaţă de peste 4,4 milioane hectare terenuri agricole cu apă freatică situată la adâncimi medii cuprinse între 1 şi 6 m. În anii ploioşi şi în perioadele cu niveluri ridicate în cursurile naturale de apă, nivelul apei freatice creşte şi umezeşte excesiv zona rădăcinilor plantelor pe o suprafaţă de 1,0-1,5 milioane ha, din care cca. 0,5 milioane sunt soluri sărăturate. Prin extinderea irigaţiei, suprafeţele influenţate de nivelul ridicat al apelor freatice sporesc an de an, aproximându-se la cca. 3,2 milioane ha. Pentru a coborî şi menţine nivelul apei freatice pe aceste suprafeţe la o adâncime de la care să nu dăuneze solului şi plantelor, în condiţiile unei agriculturi moderne, intensiv-raţionale şi economico-eficiente se impune aplicarea drenajului subteran.

Prin drenajul subteran al terenurilor agricole se înţelege eliminarea, din zona de dezvoltare a rădăcinilor, a apei şi sărurilor în exces, dăunătoare solurilor şi culturilor agricole, eliminare care se realizează prin intermediul unei reţele de drenuri.

Eliminarea excesului de umiditate prin intermediul unei reţele de drenuri, în comparaţie cu eliminarea excesului de umiditate printr-o reţea de canale deschise, prezintă o serie de avantaje, cum sunt: suprafaţă mică scoasă din cultură, uşurinţă în executarea lucrărilor agricole cu mijloace mecanizate, lucrări simple de întreţinere, lipsa focarelor de răspândire a buruienilor, bolilor şi dăunătorilor etc. Dezavantajul constă în costul ridicat al tuburilor, materialului filtrant şi al executării drenajului.

Reţeaua de drenaj subteran, prin elementele sale de regularizare (drenuri absorbante) şi colectare-evacuare trebuie să asigure coborârea şi menţinerea nivelului apei freatice la o adâncime de la care să nu dăuneze culturilor agricole şi solului, adâncime numită normă de desecare sau adâncime de drenaj.

11.1.1. Adâncimea de drenaj

Adâncimea de drenaj, numită şi normă de desecare sau normă de drenaj, reprezintă adâncimea la care trebuie coborât şi menţinut nivelul apei freatice faţă de nivelul terenului pentru a crea condiţii optime de dezvoltare a plantelor şi a înlătura influenţa nefavorabilă asupra solului.

Adâncimea de drenaj este determinată de cultură (felul plantei şi faza de vegetaţie), natura solului (textura), gradul de mineralizare a apei freatice (grad scăzut sau ridicat de mineralizare) şi caracteristicile climatului (zonă umedă, subumedă şi secetoasă).

Notând cu "t" adâncimea stratului radicular şi cu "T" grosimea zonei capilare închise (Figura 11.1) adâncimea de drenaj "z" va fi: z = t + T

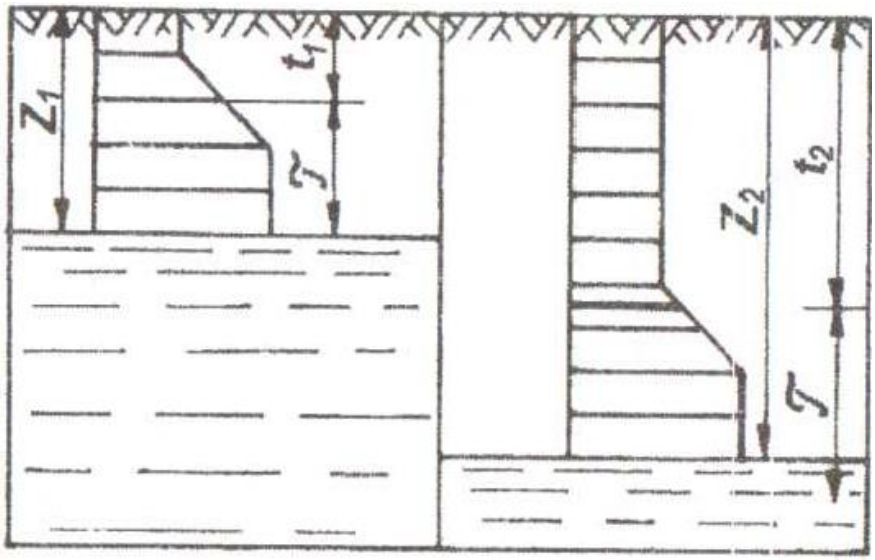


Figura 11.1. Distribuţia umidităţii în stratul de sol drenat (după Cerkasov, 1954)

Deoarece într-un asolament se succed culturi cu sistem radicular superficial sau mai profund, practic adâncimea de drenaj se stabileşte în funcţie de cultura cea mai pretenţioasă la aerarea normală a solului (cea mai sensibilă la excesul de apă), urmând ca pentru culturile cu cerinţe mai mari faţă de apă şi pe faze de vegetaţie, nivelul apei freatice să fie reglat în timpul exploatării.

Adâncimea optimă la care trebuie coborât şi menţinut nivelul freatic, în funcţie de natura solului şi unele grupe de culturi, în cazul apelor freatice cu grad scăzut de mineralizare, care nu prezintă pericol de sărăturare a solului, este prezentată în Tabelul 11.1, iar în Tabelul 11.2 este prezentată valoarea adâncimii de drenaj pe diferite perioade în funcţie de cultură.

Tabel 11.1. Adâncimea optimă a pânzei freatice (m) în funcţie de natura solului

Natura solului	**Culturi agricole şi legumicole**	**Pajişti**
Sol argilos	0.70-1,20	0,50-0,60
Sol mediu	0,60-1,00	0,40-0,60
Sol nisipos	0,60-0,80	0,30-0,50
Sol turbos	0,50-0,80	0,30-0,40

Tabel 11.2. Adâncimea de drenaj (m) pentru diferite culturi

Cultura	**Media în perioada de primăvară**	**La începutul lucrării solului**	**La începutul semănatului**	**Media în perioada de vegetaţie**	**Perioada de primăvară înainte de semănat**
Ierburi	50-60	30-40	50	50-60	30-40
Păşani	65-80	30-40	60	60-70	40-50
Cereale	70-90	40-45	60	70-80	30-40
Plante tehnice	80-100	40-50	70	80-100	60-70
Legume	80-100	45-50	70	70-80	50-60

În general, în cazul apelor freatice care nu prezintă pericolul de sărăturare a solului se consideră că nivelul apei freatice trebuie coborât şi menţinut la o adâncime de aproximativ 0,7-0,7 m primăvara şi de 1,20-1,3 m în timpul verii. Pentru solurile sărăturate sau predispuse la sărăturare în cazul apelor freatice mineralizate, adâncimea de drenaj este mai mare fiind determinată de adâncimea sau nivelul critic de salinizare, care se stabileşte pentru fiecare situaţie în parte prin studii hidrogeologice şi pedologice.

Nivelul freatic se menţine coborât, conform cerinţelor culturilor agricole, nu numai în perioada de vegetaţie a acestora, ci şi în afara acesteia, pentru a asigura aeraţia şi regimul termic normal al solului, în vederea desfăşurării în condiţii normale a proceselor microbiologice din sol, influenţând astfel în mod favorabil asupra producţiei agricole.

11.1.2. Drenajul orizontal din materiale locale

Acesta a fost folosit din timpuri foarte vechi, având drenuri cu cavitatea umplută sau cu deschidere liberă, materialele locale folosite fiind piatra şi lemnul.

În cazul drenurilor cu cavitatea umplută, umplutură continuă pe fundul tranşeelor, se poate folosi piatră spartă, bolovani, fascine de nuiele de diverse esenţe sau prăjini de lemn, iar în cazul drenurilor cu deschidere liberă, lespezi de piatră cu dimensiuni de 30 x 30 cm sau scânduri late de 10-15 cm şi grosimea de 1-2,5 cm.

Materialele locale se aşează în tranşee cu lăţimea la fund de 0,3-0,5 m şi la adâncimea stabilită, grosimea stratului de material drenant fiind de minim 25-30 cm.

Fascinele de nuiele, de diverse esenţe locale, sunt făcute din crengi fără frunze, deoarece acestea putrezesc şi reduc de la început secţiunea de scurgere. Ele au diametrul de 25-30 cm şi se dispun în tranşee cu capetele groase în aval, neîntrerupt ca lungime şi cu grosime uniformă. În mod asemănător se pot folosi prăjini cu diametrul de 6-8 cm, legate în mănunchiuri de 25-33 cm grosime sau dispuse în straturi în lungime.

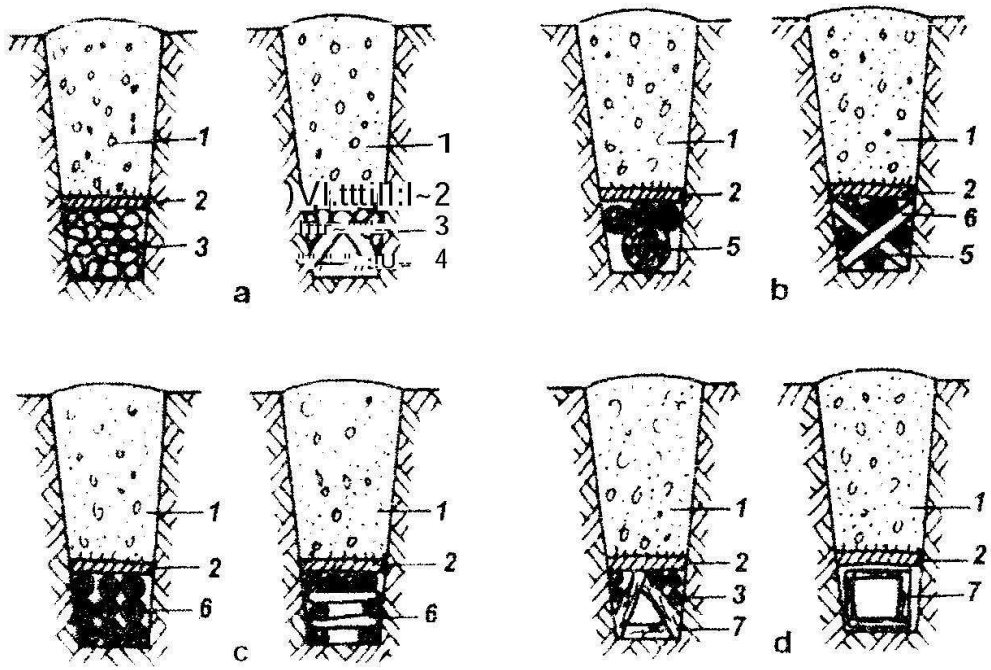


Figura 11.2. Drenuri din materiale locale
a. Dren din piatră; b. Dren din fascine; c. Drenuri dinprăjini din lemn;
d. Drenuri din scânduri;
1. Pământ; 2. Brazdă de ţelină; 3. Piatră; 4. Lespezi de piatră;
5. Suluri de fascine; 6. Prăjini de lemn; 7. Scânduri

Indiferent de tipul de drenuri din materiale locale, pentru a preîntâmpina înfundarea lor se aşează peste stratul de material drenant brazde de ţelină cu vegetaţia în jos şi rădăcinile în sus, realizându-se un strat filtrant.

Durata diferitelor tipuri de drenuri este în funcţie, în primul rând, de natura materialului din care sunt construite. Astfel, drenurile din piatră au o durată de 20-30 ani şi chiar mai mult. Drenurile din material lemnos, în funcţie de modul de umectare, au o durată de 5-6 ani, la o umectare intermitentă şi de 10-15 ani la o umectare permanentă. Această durată de funcţionare a drenurilor este considerabil influenţată şi de stratul filtrant, de buna lui funcţionare.

Pentru a asigura o bună scurgere prin drenurile din materiale locale, care se caracterizează prin capacitate mică de scurgere, pentru a evita colmatarea lor şi prelungirea duratei de funcţionare, panta acestora trebuie să fie de aproximativ 0,01 şi adâncimea de amplasare mai mare de 0,5 m, pentru a preveni pătrunderea rădăcinilor.

Cantitatea mare de material drenant şi costul ridicat al transportului impun folosirea drenajului din materiale locale numai în zonele unde piatra se găseşte în apropiere şi se poate exploata şi transporta în condiţii avantajoase, iar lemnul rezultă din lucrările de defrişare.

11.1.3. Drenajul orizontal cu drenuri din tuburi (drenajul tublar)

Acest drenaj este cel mai bun tip de drenaj şi el poate fi executat cu tuburi de ceramică, tuburi din beton şi tuburi din material plastic.

Tuburile pentru realizarea drenurilor trebuie să îndeplinească o serie de condiţii cum sunt: durata de funcţionare mare, nealterabile de către agenţii chimici din sol; nedeformabile; să evite formarea de depuneri în interior; să nu sufere deteriorări pe durata transportului şi manipulării; să nu necesite cheltuieli mari de manoperă; aceste condiţii sunt îndeplinite, într-o măsură mai mare sau mai mică, în funcţie de materialul din care sunt confecţionate tuburile.

Tuburile de ceramică se confecţionează, în mod obişnuit, cu diametre cuprinse intre 50-250 mm, având grosimea pereţilor de 8-26 mm.

Lungimea tuburilor de ceramică este de 33 cm, pentru diametre mai mici de 12S mm şi de 50-80 cm, frecvent 60 cm pentru diametre mai mari.

Greutatea unui tub de ceramică este de la 1,5 kg la 9,0 kg. Secţiunea tubului prin care se scurge apa este circulară, iar secţiunea exterioară circulară, hexagonală sau octogonală.

Peretele tubului este neted atât în interior cât şi în exterior. Suprafaţa interioară netedă reduce coeficientul de rugozitate şi asigură o bună scurgere a apei.

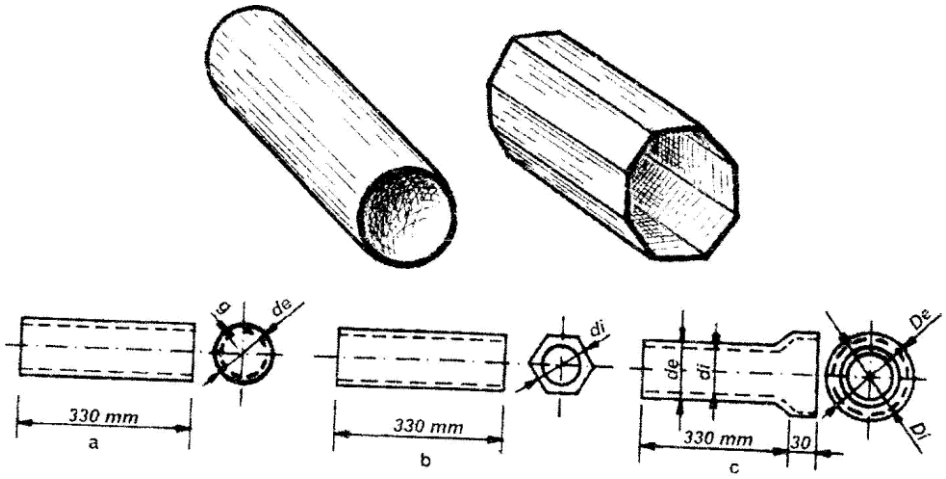


Figura 11.3. Tuburi ceramice de dren
a. tub cilindric; b. tub cu profil exterior hexagonal;
c. tub cilindric cu mufă

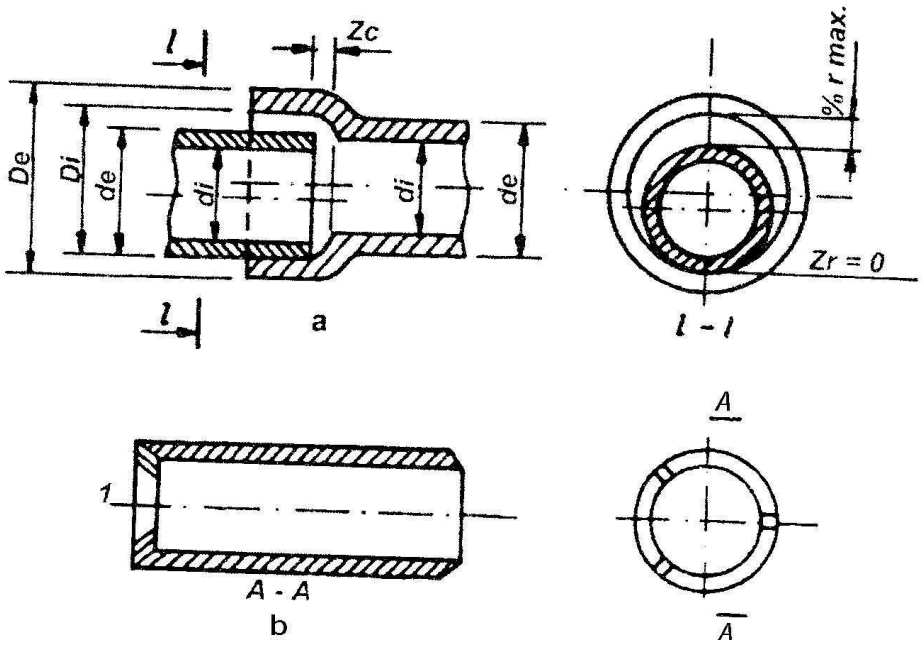


Figura 11.4. Tuburi ceramice pentru drenajul terenurilor tasabile:
a.îminarea tuburilor cu mufă; b. tuburi cu proeminenţe

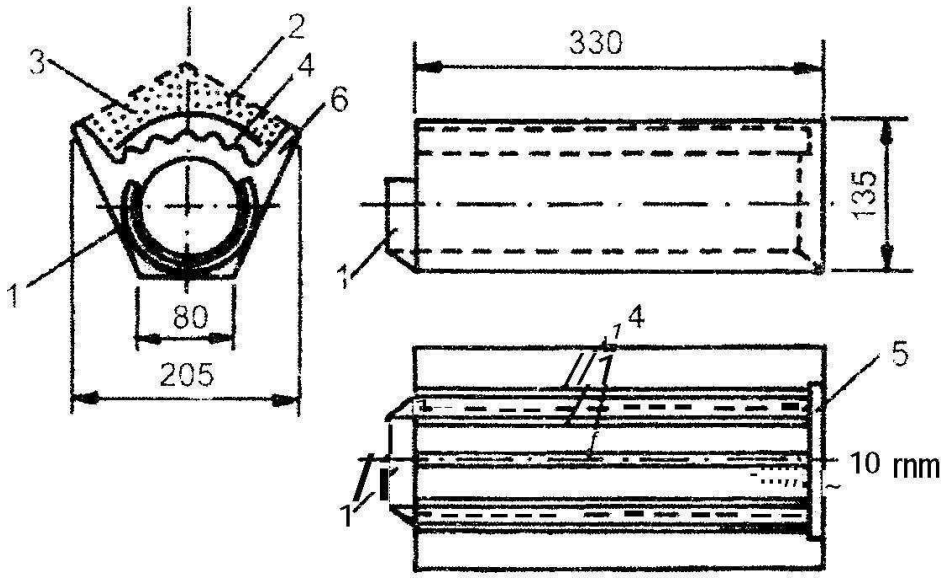


Figura 11.5. Tuburi ceramice cu jghiab pentru filtru:
1.cep de îmbinare; 2. filtru granular; 3. bandă din geotextil; 4. caneluri;
5. decupare în tub (120x10mm); 6. aripi jghiab dren

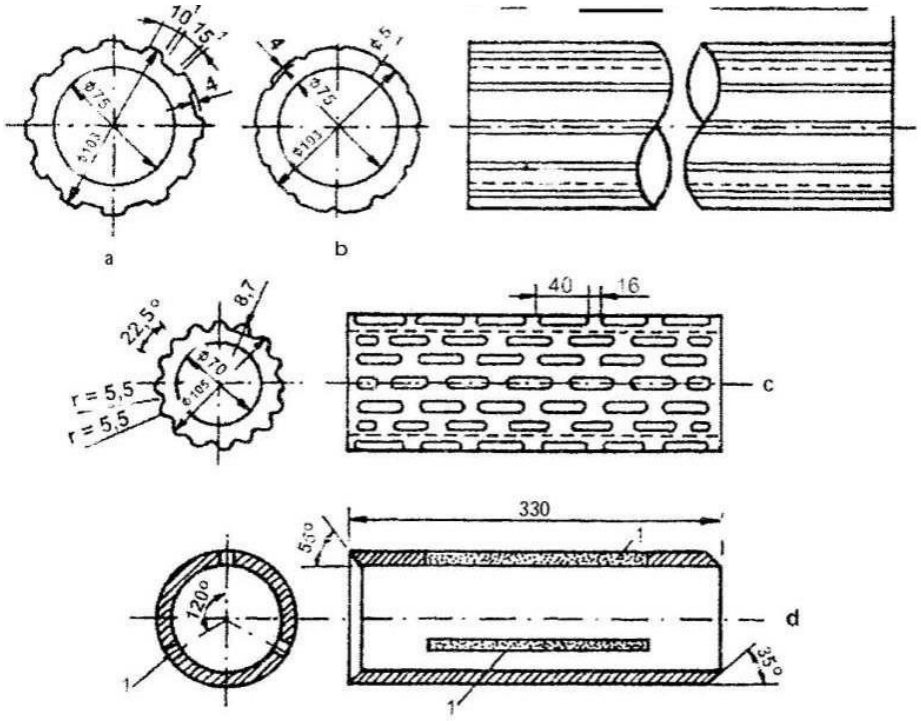


Figura 11.6. Tuburi ceramice de drenaj cu profilul exterior canelat:
a. cu caneluri trapezoidale; b. cu caneluri semicirculare; c. cu caneluri
întrerupte; d. cu fante filtrante; 1. fantă filtrantă

Tuburile de ceramică de calitate bună dau, prin lovire, un sunet clar, prin îmbibare cu apă greutatea lor creşte numai cu 15%, planurile capetelor tuburilor sunt perpendiculare pe axă, sunt rezistente la acţiunea acizilor din sol, au secţiunea interioară netedă, iar forma perfect cilindrică şi nu conţin în pereţii lor corpuri străine.

Pentru realizarea şirurilor de drenuri absorbante, tuburile de ceramică se aşază cap la cap în tranşeele de drenaj, alcătuind o conductă continuă.

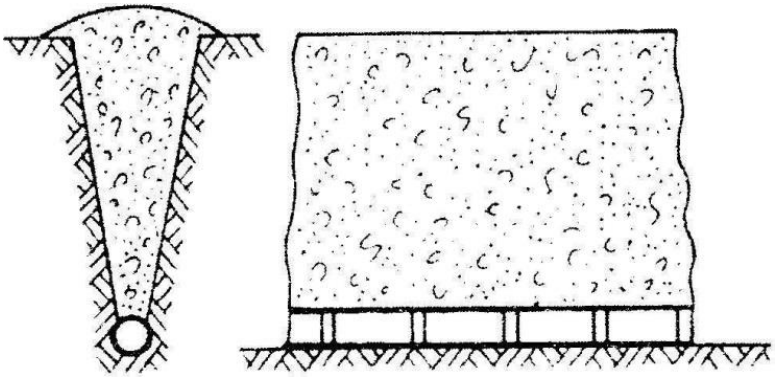


Figura 11.7. Dren cu tuburi din ceramică

Apa în exces pătrunde în drenuri prin rosturile de 1-2 mm dintre capetele tuburilor. Tipul de drenuri cu tuburi de ceramică se utilizează de preferinţă în solurile minerale şi este contraindicat în solurile turboase datorită greutăţii tuburilor.

Utilizarea de foarte mult timp a drenajului cu tuburi de ceramică se datorează avantajelor pe care acestea le prezintă şi anume: consum de energie redus, materie primă locală (argilă). Ca dezavantaje fi amintite: greutatea mare a tuburilor, ceea ce îngreunează transportul, sunt friabile, ceea ce conduce la pierderi mari în timpul manipulării: sunt influenţate nefavorabil de acţiunea îngheţului.

Principalul neajuns al drenurilor cu tuburi de ceramică se datorează însă posibilităţii de reducere sau chiar astupare a secţiunii de scurgere ca urmare a depunerii sedimentelor de nisip fin sau argilă, depozitelor feruginoase sau calcaroase. Înfundarea secţiunii de scurgere se poate reduce şi prin pătrunderea rădăcinilor arborilor sau arbuştilor, în special rădăcinilor plopului. Din acest motiv, la traversarea perdelelor de arbori sau arbuşti se recomandă cimentarea rosturilor sau folosirea conductelor din material plastic fără orificii.

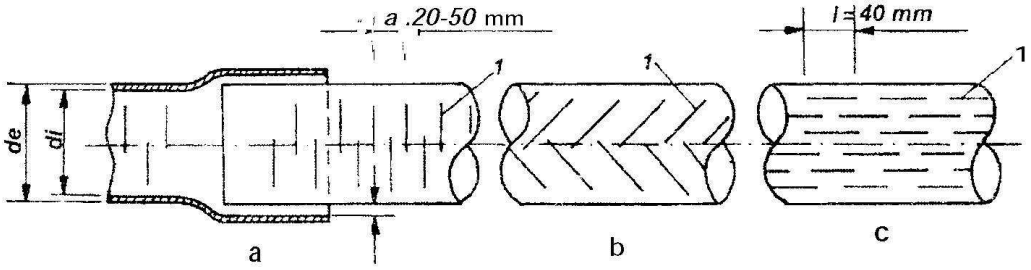
Tuburile din beton sunt mai rar folosite la realizarea drenurilor absorbante şi mai frecvent pentru drenurile colectoare, diametrele lor fiind de la 100 la 600

mm. Drenurile din tuburi din beton transportă bine apa şi au avantajul confecţionării la faţa locului. Prezintă însă dezavantajul că apele freatice cu conţinutî sulfaţi de sodiu şi magneziu mai ridicat de 1-3% atacă şi distrug materialul. De asemenea, prezenţa în apa freatică a bioxidului de carbon creează mediu acid care distruge tuburile din beton. Aceste inconveniente restrâng aria de utilizare a acestui tip de drenuri.

Tuburile din material plastic s-au introdus în tehnica drenajului, în ţara noastră, începând cu anul 1960 şi au cucerit o pondere destul de mare, datorită avantajelor pe care le prezintă. Astfel, tuburile din material plastic asigură o mai bună continuitate a şirului de drenuri datorită numărului mai redus de îmbinări, greutatea lor la aceleaşi diametre este mai mică (de 10-15 ori mai mică), deci uşurinţă în transport, permit un grad mai înalt de mecanizare In execuţie şi productivitatea fiind mai ridicată se reduce costul execuţiei. De asemenea, tuburile din material plastic nu sunt afectate de pierderi în manipulare şi nici distruse de acţiunea chimică a apei freatice mineralizate.

Tuburile din material plastic se confecţionează din policlorură de vinil (PVC) sau din polietilenă (PE) de înaltă densitate şi joasă presiune. Tuburile din policlorură de vinil sunt mai rezistente la presiunile exterioare comparativ cu cele din polietilenă, în schimb sunt mai puţin rezistente la lovire în special la temperaturi joase, în apropiere de 0 grade C. Tipurile constructive de tuburi din mase plastice utilizate în drenaj pot fi: tuburi rigide cu perete neted, numite *tuburi lise* şi tuburi flexibile cu perete ondulat, numite *tuburi riflate*.

Tuburile lise au lungimi de până la 5 m şi sunt prevăzute cu fante pentru pătrunderea apei, iar pentru îmbinarea lor au la unul din capete mufă. Fantele sunt realizate prin perforarea peretelui după direcţia a 4-8 generatoare, având lăţimea de 0,6 şi 2 mm şi însumând cca. 34 cm^2 pe un metru liniar de dren. Diametrul tuburilor este cuprins între 50 şi 160 mm.



a - îmbinare cu muf , fante perpendicular pe axul tubului;
b - fante înclinate fa de axul tubului: c - fante longirudinale

Figura 11.8. Tuburi de drenaj cu perete neted din material plastic, rigide

Tuburile riflate, cu rifluri dispuse inelar sau în spirală, au o mare flexibilitate şi pot fi livrate în colaci cu lungimi de 100 până la 200 m, în funcţie de diametru, care poate fi între 50 şi 200 mm. Ele se înfăşoară pe un tambur cu diametrul interior de cca. 0,8 m. Tuburile riflate au o grosime mai mică decât tuburile lise necesitând un consum mai mic de material plastic şi ca urmare sunt mai puţin costisitoare. Dezavantajul acestor tuburi se datorează rezistenţei hidraulice de intrare mult mai ridicate în comparaţie cu tuburile lise şi rugozităţii mai mari.

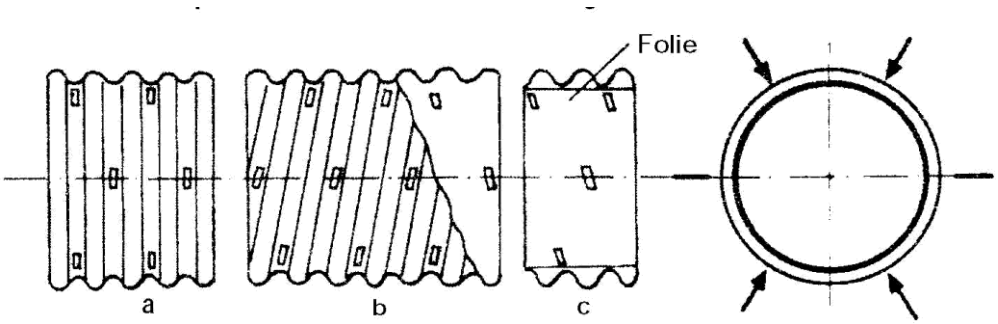


Figura 11.9. Tuburi din material plastic cu erete ondulat, cu riflurile inelare a. cu ondulaţii inelare; b. cu ondulaţii elicolidale

Consumul de energie necesitat de tuburile din material plastic este mult mai ridicat decât consumul de energie al tuburilor de ceramică, ceea ce în condiţiile actuale restrânge aria de răspândire a acestor tipuri de drenuri.

Drenurile din tuburi, indiferent care este materialul din care sunt confecţionate tuburile, în funcţie de granulometria pământului la adâncimea de pozare a drenului şi de condiţiile hidrogeologice, se acoperă cu material filtrant.

11.1.4. Materiale filtrante

Acoperirea drenurilor din tuburi cu materiale filtrante se face în scopul îmbunătăţirii condiţiilor hidraulice de pătrundere a apei în dren şi cu rol protector pentru a nu se colmata tubul de dren.

Materialele filtrante utilizate în acest scop pot fi: materiale granulare organice sau sintetice.

Materialele filtrante granulare sunt pietrişul sortat (2-4 mm), balastul, zgura granulată de furnal, nisipul grosier etc. Aceste materiale sunt cele mai răspândite şi corespund drenajului pe solurile cu structură instabilă şi nivel freatic ridicat. Avantajele pe care le prezintă fac ca aceste materiale filtrante să aibă o largă aplicabilitate. Astfel, materialele filtrante granulare pot fi realizate în sorturi diferite în raport de textura solului supus drenării, au o bună stabilitate şi durată

îndelungată de funcţionare, condiţiile hidraulice sunt dintre cele mai bune şi pot fi utilizate pe toate tipurile de sol permiţând în acelaşi timp mecanizarea pozării lor. Dezavantajul acestora este costul ridicat al transportului şi manipulării, fiind voluminoase şi cu greutate volumetrică mare.

Materialele filtrante organice sunt: paiele de ovăz, orz, secară, grâu, tulpinile de in, cocenii de porumb, stuful, puzderia de cânepă, pleava de orez, talaşul de lemn, rumeguşul, crengile etc.

Aceste materiale, în stare afânară sunt voluminoase, au permeabilitate mare şi greutate volumetrică mică. Pozate şi acoperite cu pământ materialele filtrante organice se tasează reducându-şi permeabilitatea. De asemenea, în solurile cu apă freatică încărcată în fier şi mangan aceste materiale îşi reduc eficacitatea.

Un alt inconvenient al materialelor filtrante organice constă în faptul ca filtrul nu se poate realiza mecanizat.

Materialele filtrante sintetice sau geotextile sunt produse mai noi.

Ele sunt fie materiale ţesute sau neţesute, fie deşeuri textile. În ţara noastră se produc terasin 200 şi 400, netesin, drenatex, filtex, madril şi impâslitură de fibre de sticlă. Folosirea geotextilelor ca materiale filtrante prezintă avantajul posibilităţii mecanizarii complete a execuţiei şi creşterii productivităţii muncii ia executarea reţelei de drenaj. Dezavantajul acestor materiale constă în colmatarea filtrului cu particulele fine din sol, colmatare care poate scoate drenul din funcţiune, dacă această colmatare nu a fost studiată anterior în laborator.

Printr-o alegere corespunzătoare a materialului filtrant poate fi sporit afluxul apei în dren, acest material având rolul să realizeze un înveliş permeabil mai mare, sporind prin aceasta perimetrul de pătrundere a apei şi reducând rezistenţa hidraulică radicală şi să prevină pătrunderea în dren a particulelor de sol. De asemenea, materialul filtrant granular trebuie să asigure o stratificare corespunzătoare a solului în jurul drenului şi în general materialele filtrante trebuie să asigure o stabilitate a pământului în care este pozat drenul.

Materialele filtrante utilizate în drenaj se stabilesc pe baza criteriului hidraulic, al costului pe unitatea de lungime, tehnologiei mecanizate de realizare a filtrului, cantităţilor de materiale disponibile etc.

Deoarece filtrele din diferite materiale filtrante ridică mult costul drenajului, unele materiale filtrante costând mai mult decât tubunle de drenaj, acolo unde este posibil se renunţă la aceste filtre. Situaţiile în care nu sunt

necesare filtrele se precizează numai printr-un studiu de drenaj executate în laboratoare de specialitate. În general, situaţiile în care nu sunt absolut necesare materialele filtrante se întâlnesc la soiuri cu o structură stabilă şi cu o capacitate bună de filtrare, iar drenajul se execută pe timp uscat; la soluri cu structură şi permeabilitate bune, la care prin drenare se realizează un filtru invers spre dren, situaţie în care executia drenajului trebuie să fie deosebit de îngrijită; de asemenea, renunţarea la stratul filtrant mai poate fi întâlnită în situaţiile în care, la execuția drenajului, stratul de sol vegetal se separă prin depozitare pe un mal al tranşeei, iar pământul din adâncime pe celălalt mal, solul vegetal fiind folosit apoi ca material filtrant, dacă are o structură bună şi o permeabilitate ridicată.

În general, alegerea şi folosirea materialului filtrant trebuie subordonate următoarelor cerinţe:

- să fie cât mai eficient şi ieftin;
- să poată fi aplicat uniform în lungul drenului;
- să reziste la presiunea exercitată de masa pământului de deasupra;
- să nu se degradeze uşor prin acţiunea chimică a apei freatice şi/sau prin activitatea microorganismelor din sol.

Aprecierea calităţii materialului filtrant se face după valoarea coeficientului de eficienţă hidraulică (e), care reprezintă raportul între coeficientul de filtraţie al solului (k_{sol}) şi coeficientul de filtraţie al materialului filtrant (k_f).

Eficienţa hidraulică este:

- deosebit de favorabilă dacă $e \geq 1$, favorabilă când $e > 1$,
- fără efect pentru $e = 1$ şi
- nefavorabilă atunci când $e < 1$.

Cea mai bună eficienţă hidraulică o au materialele filtrante granulare.

La toate materialele filtrante, eficienţa hidraulică iniţială se reduce după colmatarea stabilizată a filtrului: în unele cazuri, efectul iniţial favorabil sau deosebit de favorabil, devine în scurt timp nefavorabil.

Acest fapt evidenţiază importanţa corelării însuşirilor solului şi ale apei freatice cu cele ale materialelor filtrante folosite. La drenurile absorbante amplasate pe terenurile în pantă se recomandă ca grosimea stratului filtrant să fie mai mare, pentru a spori capacitatea drenului de interceptare şi captare a curenţilor de apă freatică. Analog se procedează şi când drenajul cu tuburi se asociază cu drenajul cârtiţă, stratul filtrant având şi rolul de a asigura legătura hidraulică dintre

galeriile drenajului cârtiţă şi drenurilc tubulare. La executarea complet mecanizată a drenurilor absorbante se folosesc şi tuburi riflate din material plastic, flexibile, rezistente la compresiune şi echipate cu înveliş filtrant din materiale organice sau geotextile. Practica a dovedit că în cazul solurilor coezive, cu structura hidrostabilă şi permeabilitatea bună, prezenţa stratului filtrant în jurul tubului de dren nu este strict necesară, cu condiţia ca executarea lucrării să se facă pe timp uscat şi să se folosească maşini de drenaj care perturbă puţin pământul în apropierea drenului.

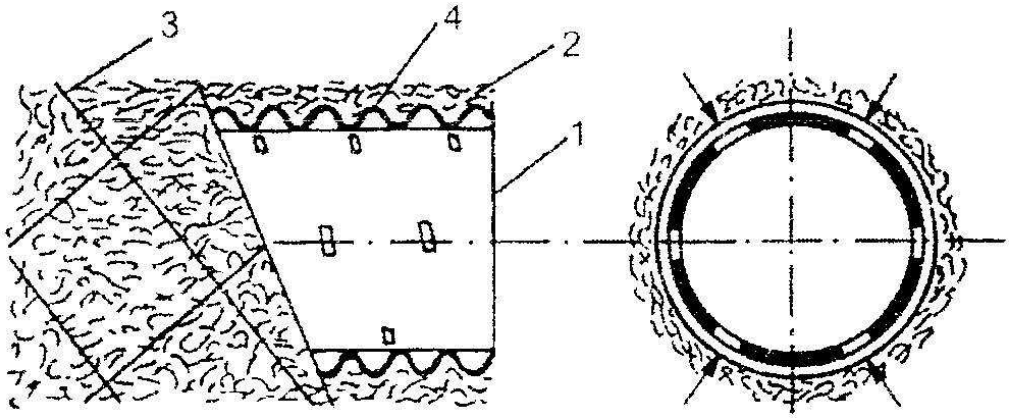


Figura 11.10. Tuburi din material plastic cu perete ondulat, cu riflurile inelare 1.tub de drenaj; 2. înveliş filtrant; 3. sârmă pentru fixarea învelişului filtrant; 4. folie

11.1.5. Amplasarea reţelei de drenaj orizontal

Reţeaua de drenaj orizontal, prin care se realizează captarea şi îndepărtarea apei în exces şi coborârea nivelului apei freatice, este alcătuită, din punct de vedere funcţional, din drenuri absorbante şi drenuri de colectare-evacuare. Drenurile absorbante, elemente de regularizare a regimului apei în sol, servesc la desecarea directă a solului, având un dublu rol: în primul rând de a capta apa în exces şi în al doilea rând de a o transporta la colectorul cel mai apropiat. Drenurile de colectare-evacuare, elemente de colectare şi evacuare, primesc apa din drenurile absorbante şi o evacuează într-un emisar. Reţeaua de colectare-evacuare poate fi de tipul drenurilor închise sau a canalelor deschise. Ansamblul reţelei de drenuri absorbante şi a reţelei de colectare-evacuare, împreună cu construcţiile de pe reţea, constituie un sistem de drenaj.

Într-un sistem de drenaj, pentru captarea apei freatice, drenurile absorbante se amplasează în plan sub forma unor şiruri paralele, de regulă, echidistante, perpendiculare sau sub un anumit unghi faţă de colector. În funcţie de panta terenului, elementele de regularizare (drenuri absorbante), pot fi amplasate în trei

scheme: longitudinală, transversală şi intermediară. Schema longitudinală constă în amplasarea şirurilor de drenuri absorbante paralel cu linia de cea mai mare pantă, colectoarele având un traseu aproximativ pe direcţia curbelor de nivel.

Această amplasare se aplică pe terenurile cu pante mici, sub 0,005 asigurându-se panta de scurgere a apei în drenurile absorbante. Pe aceste terenuri, dacă drenurile absorbante nu s-ar amplasa pe linia de cea mai mare pantă, pentru asigurarea scurgerii apei se impune nivelarea terenului în pantă pe direcţia drenurilor sau asigurarea pantei necesare de scurgere prin execuţia drenurilor, mărind adâncimea drenurilor spre capătul aval. Atât nivelarea cât şi adâncimea drenurilor spre aval sunt soluţii costisitoare, ceea ce pledează pentru amplasarea drenurilor în schema longitudinală. Drenurile absorbante, fiind dispuse parale cu direcţia de scurgere a apelor subterane, puterea lor de absorbţie este slabă şi ca atare distanţa între drenuri trebuie micşorată, costul drenului fiind astfel, mai ridicat.

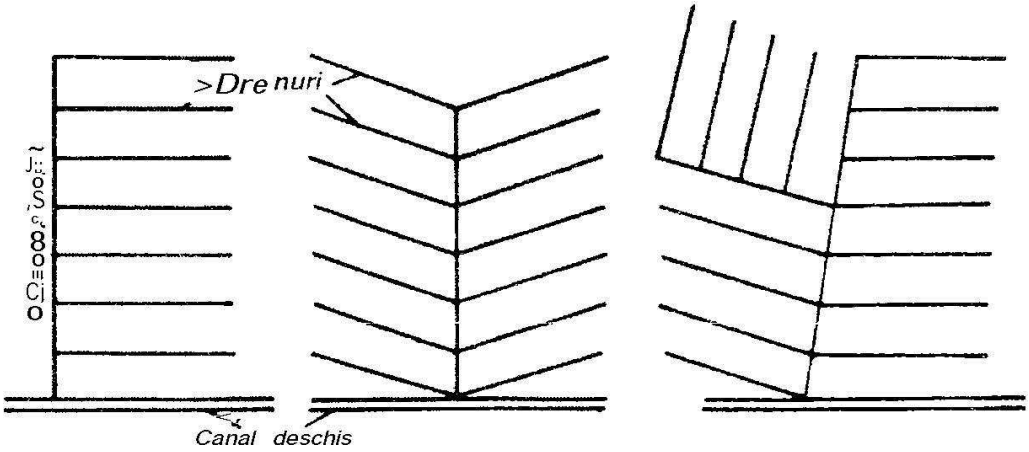


Figura 11.11. Amplasarea reţelei de drenuri

Schema transversală constă în amplasarea şirurilor de drenuri absorbante aproximativ paralel cu direcţia generală a curbelor de nivel, asigurându-li-se panta necesară scurgerii gravitaţionale, iar a colectorului pe linia de cea mai mare pantă.

Aceasta schemă de amplasare a şirurilor de drenuri se aplică, de regulă, pe terenurile cu pantă mai mare de 0,01. Drenurile absorbante fiind amplasate perpendicular pe direcţia de scurgere a apei, aceasta circulă, sub influenţa fortei gravitaţionale, cu o viteză mai mare către drenuri, sporind capacitatea de captare şi eficienţa acestora.

Drenajul, funcţionând mai intens, distanţa între şirurile de drenuri absorbante poate fi mărită cu 20-25% faţă de amplasarea longitudinală şi ca urmare costul lucrărilor de drenaj este mai scăzut.

Schema intermediară se foloseşte pe terenurile cu panta cuprinsă între 0,005 şi 0,01. În această schemă, amplasarea drenurilor absorbante se face sub un unghi de 30-60° faţă de direcţia generală a curbelor de nivel. În general, şi pe aceste terenuri este mai indicată schema transversală.

11.1.6. Stabilirea adâncimii şi distanţei dintre drenuri

Stabilirea corectă a adâncimii de pozare a drenurilor şi a distanţei între şirurile de drenuri necesită cunoaşterea: mişcării apei din sol spre dren şi a tipului de regim de scurgere; adâncimii optime la care trebuie coborât şi menţinut nivelul apei freatice; proprietăţile pământurilor pe care se execută drenajul; debitul de evacuat; gradul de mineralizare a apei freatice şi a caracterului ei, precum şi a adâncimii de îngheţ a solului în zona respectivă. Sub acţiunea drenurilor apa în exces din sol circulă din punctele mai înalte spre punctele mai joase, datorită diferenţelor de presiune.

Scurgerea apei spre dren se produce atâta timp cât stratul de apă freatică, la mijlocul distanţei între drenuri, va avea o înălţime, faţă de planul drenurilor, mai mare decât înălţimea coloanei de apă necesară invingerii rezistenţelor opuse de sol mişcării apei. Când stratul de apă freatică, în coborâre, a atins această valoare, scurgerea apei din drenuri încetează şi în acel moment, forma suprafeţei libere a stratului de apă freatică are alura unei curbe, numită curbă de depresiune.

Înălţimea coloanei de apă necesară învingerii rezistenţelor opuse de sol mişcării apei este invers proporţională cu permeabilitatea solului, ceea ce determină o curbă de depresiune cu atât mai plană cu cît permeabilitatea solului este mai mare.

Notând cu h înălţimea maximă a curbei de depresiune, la mijlocul distanţei dintre şirurile de drenuri, şi, pentru simplificare, considerând-o catetă în triunghiul ABC, aceasta se poate calcula după relaţia**:**

$$\mathbf{h = (D/2)\ tg\ \alpha = 0{,}5\ D\ tg\ \alpha}$$

care presupune cunoaşterea valorilor unghiului a. Aceste valori determinate pe cale experimentală, în funcţie de natura solului, sunt prezentate prin valoarea tg a în Tabelul 11.3.

Tabel 11.3. Valori tg α şi ale coeficientului de tasare β, în funcţie de textura solului

Solul	**tg α**	**β**
Nisipos	0,005-0,025	0,05
Nisipo-lutos	0,02-0,05	0,05
Luto-nisipos	0,03-0,07	0,05-0,1
Argilos	0,05-0,10	0,1-0,15
Argile grele	0,06-0,12	0,1-0,15
Turbă de şes	0,03-0,10	0,2-0,25

Corelarea între cele două elemente, pentru realizarea adâncimii de drenaj, trebuie făcută cât mai judicios, în funcţie de limitele minime şi maxime, atât ale adâncimii de amplasare a drenurilor cât şi ale distanţei între şirurile de drenuri.

Limita minimă a adâncimii de amplasare a drenurilor este condiţionată de adâncimea de îngheţ, care poate periclita buna funcţionare a drenurilor şi ea este considerată 0,8 m. Adâncimea maximă de amplasare a drenurilor este impusă de aspectul economic şi este considerată de 1,5-2,0 m. În funcţie de folosinţa terenului, adâncimea de amplasare a drenurilor absorbante este prezentată în Tabelul 11.4.

Tabel 11.4. Adâncimea de amplasare a drenurilor (m) în funcţie de folosinţa terenului

Folosinţa terenului	**Adâncimea de amplasare**
Păşuni şi fâneţe	0,8
Terenuri cultivate cu cereale	1,00
Terenuri cultivate cu rădăcinoase	1,25
Terenuri plantate cu pomi	1,5-2.0

Distanţa între drenurile absorbante variază în limite destul de largi, depinzând de un număr de factori, dintre care mai importanţi sunt permeabilitatea solului, panta terenului, adâncimea de amplasare a drenurilor, schema de amplasare şi regimul de scurgere.

Fiind influenţată de un mare număr de factori, distanţa între drenuri este bine să fie stabilită ori de câte ori este posibil, pe baza unor studii experimentale efectuate pe terenurile supuse drenării sau pe terenuri cu condiţii similare. În acest

scop, se sapă o tranşee experimentală la adâncimea şi cu orientarea propusă pentru drenurile absorbante, având asigurată scurgerea sau când acesta nu este asigurată, în partea aval se execută un mic bazin de colectare, prin adâncirea tranşeei cu 0,5 m, din care apa se pompează.

De o parte sau de ambele părţi ale tranşeei, perpendicular pe ea, se sapă o serie de gropi de observaţie cu latura de 0,5 m şi adâncimea egală cu adâncimea tranşeei. Aceste gropi se sapă la diferite distanţe de şanţ şi având între ele o distanţă, pentru a nu se influenţa reciproc. După o perioadă de ploi care creează exces de umiditate, se urmăreşte nivelul apei în gropi, prin două, trei măsurători. Sub influenţa drenantă a tranşeei, nivelul apei în gropi scade cu atât mai mult şi mai repede cu cât groapa este mai aproape de tranşee. Se consideră că influenţa tranşeei încetează la distanţa la care nivelul apei, în două gropi succesive, este staţionară sau scade cu aceeaşi cantitate. Dublul distanţei de la tranşee la groapa în care nivelul apei a coborât la adâncimea de drenaj (z) reprezintă distanţa între drenurile absorbante.

În Tabelul 11.5 se prezintă valorile orientative ale distanţei între şirurile de drenuri absorbante, în funcţie de panta şi natura terenului, iar în Tabelul 11.6, în funcţie de natura solului şi adâncimea de amplasare a drenurilor absorbante.

Din datele experimentale au rezultat următoarele trepte de distanţă:

- în cazul solurilor argiloase cu permeabilitate K < 0,1 m/zi, distanţa cuprinsă între drenurile absorbante este de 20-40 m, pentru pante ale terenului cuprinse între 0,5-1,0% şi de 40-60 m pentru pante de peste 1-3%.

Tabel 11.5. Distanţa între drenurile absorbante (rn) în funcţie de panta şi natura terenului

Natura solului	**Panta terenului**			
	< 0,0005	0,0005 – 0,002	0,002 – 0,01	> 0,01
Argile şi luturi grele	20-25	25-30	35-55	55-75
Luturi mijlocii	25-30	30-40	40-60	50-80

Tabel 11.6. Distanţa între drenurile absorbante (m) în funcţie de natura solului şi adâncimea de amplasare

Natura solului	**Adâncimea de amplasare**		
	H=1,0 m	H=1,2 m	H=1,5 m
Soluri argiloase	12-14	16-20	25-30
Soluri lutoase	15-19	20-30	35-45
Soluri luto-argiloase	19-24	30-40	50-65
Soluri nisipoase	24-36	40+50	70-90

- în cazul solurilor cu permeabilitate bună (drenajul tubular se asociază cu drenajul cârtiţă sau afânarea adâncă, iar panta terenului nu influenţează distanţa), distanţa între drenurile absorbante este de 25-40 m, pentru permeabilitatea solului de 0,4-1,0 m/zi, de 40-60 pentru permeabilitatea de 1,0-2,0 m/zi şi de 60-80 m pentru permeabilitatea solului de 2,0-4,0 m/zi.

La stabilirea distanţei între drenuri, în cazul solurilor humicogleice şi mai puţin în cazul lăcoviştilor, se va avea în vedere că, prin drenare, proprietăţile fizice-chimice ale acestora se îrnbunătăţesc şi duc la o creştere a permeabilităţii chiar până la 0,5-1,0 m/zi Această creştere se prognozează pe baza studiilor pedologice.

11.1.7. Executarea drenajului orizontal

Procesul tehnologic de executare a drenajului orizontal constă în materializarea traseului reţelei de drenuri, curăţirea acestuia de arbori, arbuşti, pietre etc., şi, în unele cazuri, de nivelarea traseului, precum şi în lucrările de execuţie propriu-zise.

Nivelarea traseului este necesară numai în cazul execuţiei mecanizate a drenajului, când maşinile utilizate nu au dispozitive de reglare automată a pantei, respectiva adâncimii de lucru a organului respectiv.

Lucrările propriu-zise de execuţie a drenajului orizontal se referă la săparea şanţurilor sau tranşeelor de pozare, pozarea drenurilor şi, odată cu acestea, a materialului filtrant şi la acoperirea drenurilor, respectiv astuparea şanţurilor de pozare. Aceste lucrări se pot executa manual, mecanic sau combinat.

Materializarea traseului reţelei de drenuri constă în marcarea tuturor drenurilor absorbante şi a colectorilor închişi, a racordării lor şi a tuturor punctelor

caracteristice. Aceste puncte se marchează pe terenuri prin borne-reperi, pentru a le regăsi uşor în caz de defecţiuni în funcţionarea reţelei.

Săparea şanţurilor de pozare a drenurilor se face din aval către amonte, iar tuburile se aşează din amonte către aval, pentru ca prin ele să circule numai apa curată. La execuţia şanţurilor de pozare se va acorda o mare atenţie realizării pantei stabilite, astfel ca ea să fie uniformă şi continuă, precum şi adâncimii pozare.

În cazul executării manuale a canalului şi pozării drenurilor, se folosesc, cu randament sporit, unelte speciale de drenaj, exceptând terenurile tari, pietroase sau cu multe rădăcini, când se folosesc cazrnale obişnuite, tărnăcoape şi lopeţi. În timpul săpării tranşeei de pozare, tuburile de drenaj se repartizează în lungul acesteia pentru ca între operaţia de săpare şi pozare a tuburilor să nu treacă prea mult timp, evitand surpările.

Tuburile se aşează cu ajutorul unor cangi speciale care sunt mânuite de un lucrător care stă către şanţ. Cu mâna, stând pe tranşee, se aşază, de regulă numai tuburile cu diametru mai mare. Această operatie de pozare a tuburilor de drenaj se face cu o deosebită grijă, astfel ca acestea să fie cât mai strâns lipite unul de altul, pentru a nu rămâne între ele rosturi mai mari de 1-2 mm şi să fie pe acelaşi ax, pentru a nu se înfunda. După aşezarea tuburilor, peste acestea se aşază materialele filtrante, care în condiţiile ţării noastre sunt necesare aproape în toate cazurile. Materialul filtrant, după caz, se aşterne în jurul tubului sau numai deasupra acestuia, când înălţimea lui trebuie să fie de cel puţin 30 cm. După aşezarea tuburilor şi a materialului filtrant se execută manual aşa numita operaţie de orbire, care constă în acoperirea tuburilor şi a materialului filtrant cu un strat de pământ afânat de 10-15 cm grosime. Ultima operaţie constă in astuparea şanţurilor de pozare, operaţie care se poate realiza, de asemenea, manual sau mecanic, folosind buldozerul. Execuţia manuală a drenajului orizontal are loc in cazul unor suprafeţe izolate sau în plantaţiile de pomi şi viţă de vie, hamei, existente. Pe suprafeţe întinse, în prezent, executarea drenajului se face mecanizat, într-o proporţie de peste 90% din fazele procesului tehnologic. Există maşini pentru săparea tranşeelor, pozarea tuburi lor de dren, aşezarea materialului filtrant şi astuparea tranşeelor de pozare. În funcţie de complexitatea maşinii se pot executa una sau mai multe operaţii concomitent. În execuţia drenajului pe cale mecanizată, pentru a-i asigura eficacitatea la nivelul execuţiei manuale, se impune respectarea anumitor reguli, iar ca aceste maşini să fie folosite raţional, ele trebuie să lucreze

numai pe suprafeţe mari. Executarea drenajuiui în sezonul rece şi umed reduce considerabil calitatea lucrării, de aceea lucrările de drenaj nu se vor efectua pe timp ploios sau în condiţii de sol cu apă în exces. Alegerea timpului cel mai potrivit pentru execuţia drenajului este o problemă deosebit de importantă pentru reuşita lucrărilor de calitate şi această alegere este strâns legată de sol. În condiţiile ţării noastre perioada cea mai favorabilă pentru executarea drenajului este iulie-octombrie. Executarea drenajului în condiţii favorabile de timp prezintă avantaje atât tehnice (lucrări de calitate, funcţionarea corespunzătoare a drenajului), cât şi economice (costuri mai reduse de execuţie şi lipsa cheltuielilor de refacere).

11.1.8. Racordarea drenurilor

Racordarea drenurilor absorbante cu drenurile colectoare şi a acestora între ele se face, în mod obişnuit, prin suprapunerea drenului absorbant celui colector sau a colectorului inferior celui superior, în prealabil perforându-se corespunzător locurilor de îmbinare a celor două tuburi.

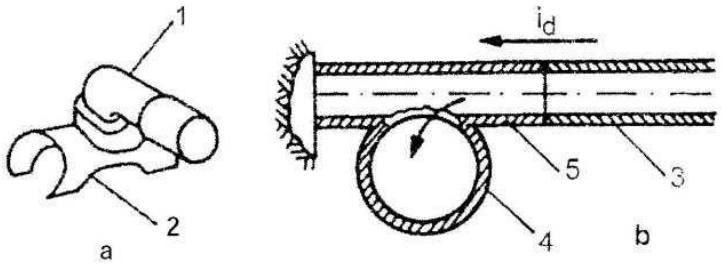


Figura 11.12. Racordarea drenurilor absorbante pe generatoarea superioară a colectorului

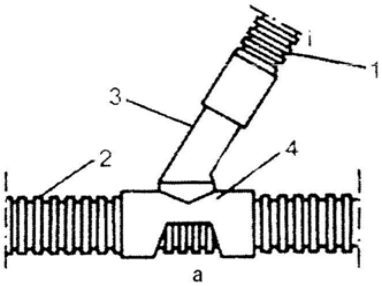


Figura 11.13. Racordarea în unghi la drenurile din plastic

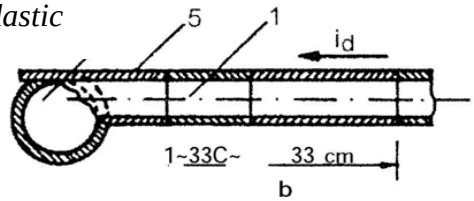


Figura 11.14. Racordarea drenurilor din ceramică

Pentru racordarea drenurilor la colectori închişi sau deschişi şi pentru trecerea de la diametre mici la diametre mari se pot folosi piese prefabricate din ceramică sau piese din material plastic, cum sunt tuburile, coturile etc.

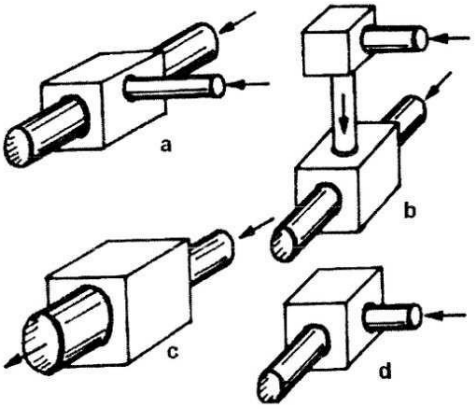


Figura 11.15. Piese prefabricate utilizate la racordarea drenurilor

Pentru a asigura o bună funcţionare a drenajului şi o durată cât mai îndelungată a acestuia, execuţia lui trebuie să se facă cu multă atenţie, corect şi îngrijit. Orice neajuns în execuţia drenajului duce la întreruperea funcţionării lui şi remedierile se face cu mari greutăţi şi cheltuieli.

11.1.9. Construcţiile şi dispozitivele speciale pe reţeaua de drenaj

Construcţiile şi dispozitivele speciale pe reţeaua de drenaj au rolul de a asigura buna funcţionare a reţelei de drenuri şi de a permite reglarea nivelului freatic în funcţie de necesităţile culturilor. Acestea sunt: gurile de evacuare, căderile, căminele de vizită sau de control şi lucrările de protecţie.

Gurile de evacuare sunt construcţii care asigură descărcarea apelor din drenurile închise, în canale deschise sau în emisari. În cazul în care malul este rezistent colectorul se termină cu un tub rezistent, cu lungimea de 3-4 m, astfel aşezat încât punctul de revărsare să fie cu cel puţin 15-20 cm deasupra nivelului mediu al apei din canalul de evacuare sau emisar şi la cel puţin 80 cm sub nivelul terenului pentru a nu fi supus îngheţului.

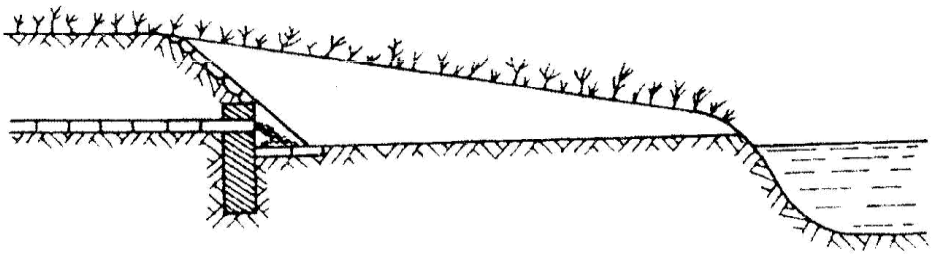


Figura 11.16. Gură de evacuare retrasă în interior

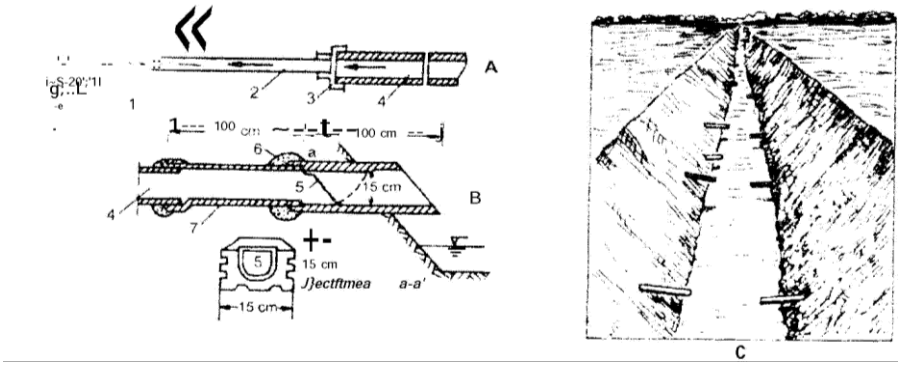


Figura 11.17 Guri de evacuare

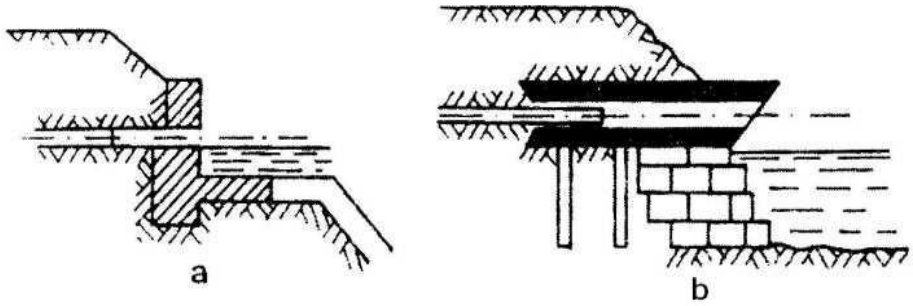


Figura 11.18. Gură de evacuare cu consolidare de mal

Gurile se execută din tuburi de beton, fontă sau azbociment. În malurile slab rezistente, acestea se consolidează printr-o construcţie durabilă executată din diferite materiale.

Tuburile gurilor de evacuare, pentru a nu permite pătrunderea în drenuri a apelor de inundaţii, a obiectelor plutitoare, şobolanilor sau a broaştelor, sunt prevăzute cu un grătar şi se termină cu un cot curbat în jos.

Căderile sunt construcţii de racordare a biefurilor, se execută în punctele de schimbare bruscă de pantă sau când terenul are o pantă mai mare decât panta drenului şi numai atunci când rolul lor nu este preluat de căminele de control. Ele se execută din tuburi aşezate vertical, de înălţimea necesară. Ori de câte ori este posibil, se recomandă combinarea într-o singură construcţie, căderile cu căminele de control.

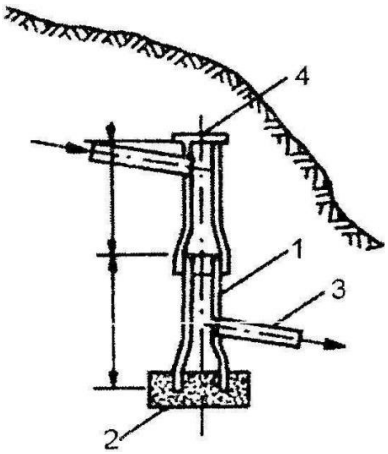


Figura 11.19. Rupere de pantă din tuburi

Căminele de vizită sau de control sunt construcţii care au rolul de a asigura urmărirea modului de funcţionare a drenajului, perrniţând depistarea tronsoanelor care nu funcţionează, decantarea materialelor în suspensie, compensarea pantei prin căderi şi reglarea nivelului apei freatice.

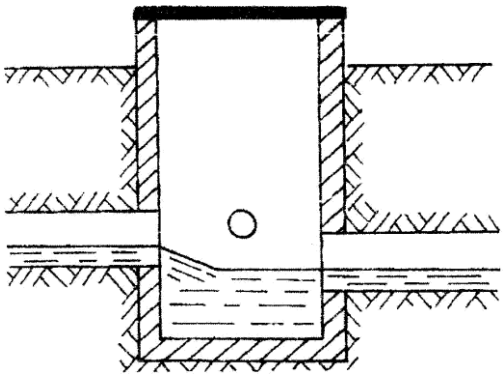


Figura 11.20. Cămin de control

În cazul reglării nivelului apei freatice, căminele de control sunt prevăzute cu perete din dulapi demontabili. Dulapii montaţi suprapuşi permit ridicarea nivelului apei în cămin la înălţimea necesară.

Căminele se execută din diferite materiale sau elemente prefabricate, având secţiunea transversală circulară sau pătrată, cu diametrul sau latura de 0,70-0,80 m. Partea inferioară a căminelor de control este cu 50- 60 crn mai jos faţă de colectoarele care pleacă din cămin. Ele se amplasează în punctele de racordare a mai multor drenuri colectoare (două sau trei), la schimbări de pantă sau direcţie, ca şi pe aliniamente (traseul drenurilor colectoare, la distanţe de 1-2 km).

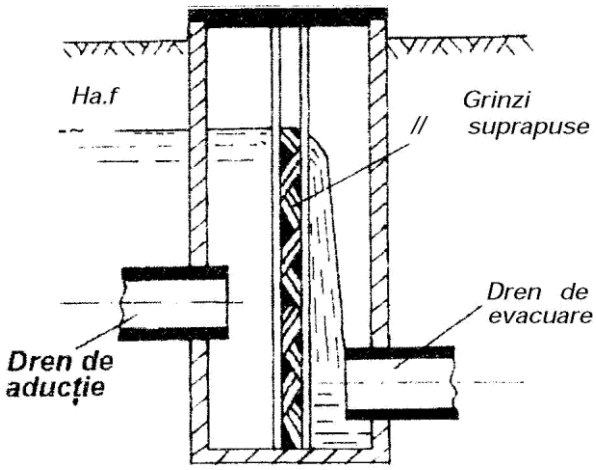


Figura 11.21. Cămin regulator de control

Lucrările de protecţie se execută la traversarea de către drenuri a drumurilor, canalelor sau pentru protecţia înfundării de către rădăcini. La traversarea drumurilor, drenurile se protejează cu un strat de pietriş de 20-30 cm, prin acoperirea cu un strat de beton sau argilă, pentru a amortiza trepidaţiile provocate de circulaţia pe drum.

În cazul subtraversării canalelor, pentru prevenirea infiltraţiilor în dren, se impermeabilizează manşoanele tuburi lor cu ciment. Protecţia împotriva rădăcinilor, când există pericolul pătrunderii acestora în drenuri, se realizează prin manşoane speciale sau cimentarea rosturilor dintre tuburile de drenaj.

11.2. DRENAJUL CÂRTIŢĂ

Drenajul cârtiţă este oportun şi eficace pe terenurile cu soluri grele, care au un conţinut de argilă de minimum 40% şi cel de nisip de cel mult 20%. Reglarea regimului hidric al solului prin drenaj cârtiţă implică terenuri puţin permeabile (k<3·10-4 crn/s), slab aerate, cu porozitate totală mai mică de 45%, porozitatea de aeraţie sub 10-15% şi cu volumul porilor mai mari de 0,3 mm diametru, reprezentând cel mult 20% din volumul total al solului (HARET şi STANCIU, 1978).

În România poate fi amenajată prin drenaj cârtiţă o suprafaţă de aproximativ 2,6 milioane hectare.

Drenajul cârtiţă este o lucrare de regularizare a regimului apei de la suprafaţa solului şi din sol care constă din executarea unor galerii prin care se elimină excesul de apă. El reprezintă o măsură eficace şi economică,mai ales pe terenurile grele, cu exces de umiditate temporar sau permanent, atât pe terenurile de şes cât şi pe terenurile situate în pantă. Galeriile drenajului cârtiţă evacuează apa în exces în mod similar cu reţeaua de drenaj orizontal, dar în plus această lucrare asigură o mai bună afânare şi aerare a solului şi subsolului, măreşte infiltraţia apei in sol, repartizând-o pe profilul acestuia. La toate acestea se mai adaugă şi costul scăzut a lucrărilor de drenaj cârtiţă, justificându-se astfel extinderea acestei metode. în ultimii ani, în diferite ţări.

Galeriile cârtiţă se realizează cu pluguri speciale de drenaj cârtiţă sau cu dispozitive de drenare care se montează la plugurile cu cadru rezistent. Un plug de drenaj cârtiţă este alcătuit din cadrul plugului şi organele de lucru. Organele de lucru sunt formate din lamă cuţit, drenor şi dilatatoare. Lama cuţit este aşezată vertical cu tăişul înainte şi poartă la partea de jos o piesă metalică numită drenor, de care se prind printr-un lanţ scurt una sau mai multe piese tronconice, numite dilatatoare, cu un diametru superior drenorului pentru a mări şi netezi galeria realizată cu acesta. Când sunt mai multe dilatatoare acestea au diametrul crescând pentru a micşora rezistenţa. iar ultimul dilatator va avea diametrul propus a se realiza galeria. Prin înaintarea tractorului lama cuţit, înfiptă în pământ şi drenorul presează asupra pământului din jur şi lasă în urmă o tăietură (fantă), un gol cilindric care reprezintă galeria, şi un sistem de fisuri care sporesc permeabilitatea pentru apă şi aer a solului.

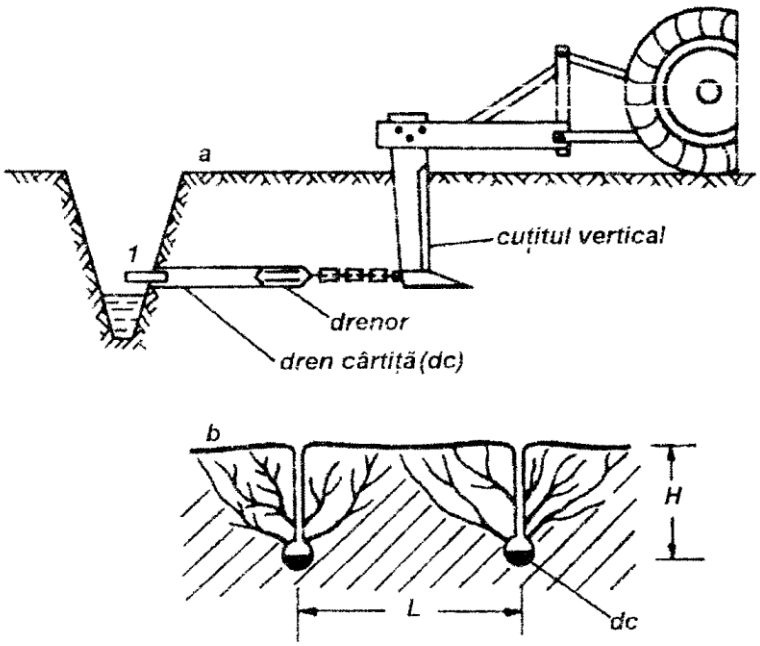


Figura 11.22. Execuţia drenajului cârtiţă (a) şi forma galeriei cu sistemul de fisuri (b); 1. Tub de material plastic

Drenajul cârtiţă (Figura 11.23) se execută pe terenuri dinainte bine nivelate, cu soluri slab permeabile (k<0,25 m/zi), slab aerate, cu valori ale porozităţii de aeraţie mai mici de 10-12% din volumul total al solului, cu o textură luto-argiloasă, cu un conţinut de argilă de cel puţin 40% şi de nisip de cel mult 20%.

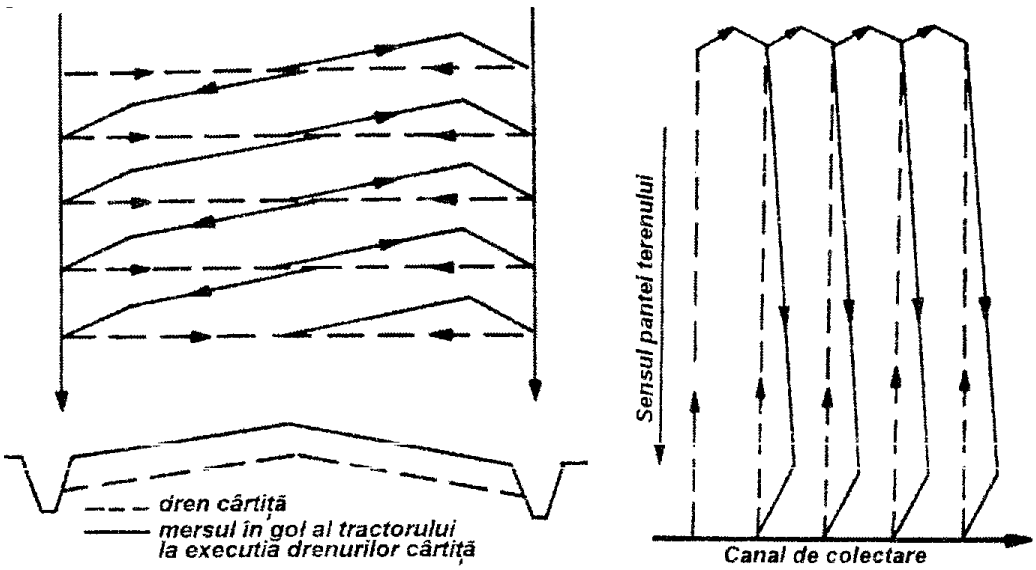


Figura 11.23. Schema drenajului cârtiţă cu descărcarea apei în canalul de colectare, pe teren nivelat

Elementele tehnice ale drenajului cârtiţă sunt: adâncimea galeriilor şi diametrul lor, distanţa dintre ele, lungimea şi panta lor; traseul galeriilor, lăţimea

fantei şi modul de evacuare a apei. Aceste elemente se stabilesc în funcţie de condiţiile naturale locale şi de posibilităţile tehnice şi economice.

Adâncimea la care se execută galeriile cârtiţă trebuie să fie suficient de mare pentru a le proteja împotriva uscăciunii, îngheţului şi tasării cu maşinile agricole. Cu cât adâncimea este mai mare, cu atât este mai bună deoarece drenul este mai bine protejat împotriva uscăciunii, îngheţului şi tasării cu maşini agricole, precum şi împotriva colmatării cu praful antrenat de deasupra, de apa drenată.

De asemenea, la o adâncime mai mare efectul drenant este mai puternic, deoarece se produc în sol fisuri şi crăpături mai profunde şi mai multe. O adâncime mai mare a drenajului cârtiţă asigură o durată de funcţionare mai îndelungată a acestuia.

Adâncimea la care se execută galeriile cârtiţă poate varia intre 0,4 m (pe soluri podzolice, pe pajişti) şi 1,0 m sau chiar 1,2 m (în zonele irigate sau amenajate pentru ameliorarea sărăturilor). Cel mai frecvent, adâncimea galeriilor este cuprinsă între 0,5-0,8 m aceasta fiind considerată adâncimea optimă a drenului cârtiţă.

Diametrul galeriilor cârtiţă se consideră optim la valori de 7 până la 10 cm în solurile minerale şi mai mare pe turbă.

Distanţa dintre drenurile cârtiţă variază între 1,0 şi 5,0 m sau chiar 10 m, frecvent fiind de 1,0-3,0 m. Această distanţă este în funcţie de natura solului, panta terenului şi mărimea debitului de evacuat.

Panta drenurilor cârtiţă poate varia în limite destul de largi, de la 0,3 pană la 5% şi chiar mai mare. Panta optimă este cuprinsă Între 1 şi 2%. Drenul cârtiţă trebuie să aibă panta continuă spre gura de evacuare.

Lipsa pantei, panta insuficientă şi contrapantele constituie cauzele distrugerii rapide a galeriilor cârtiţă.

Lungimea galeriilor cârtiţă, în funcţie de panta terenului şi distanţa între colectori (canale deschise) este de 50-200 m, dar cele mai des întâlnite lungimi sunt Între 100-150 m. Pentru lungimi de până la 100 m panta drenurilor cârtiţă trebuie să fie de 1%, iar pentru lungimi mai mari, de până la 3%.

Traseul drenurilor se stabileşte în funcţie de panta terenului. La pante mai mici de 1-2% drenurile cârtiţă se trasează pe direcţia liniei de cea mai mare pantă, iar la pante mai mari drenurile cârtiţă se trasează sub un anumit unghi faţă de linia de cea mai mare pantă, astfel ca panta acestora să fie adusă la panta optimă.

Lăţimea fantei lăsată în sol de lama cuţit a plugului cârtiţă nu trebuie să depăşească 2-2,5 m. Evacuarea apei din drenurile cârtiţă se poate face in canale deschise sau în colectori închişi tubulari.

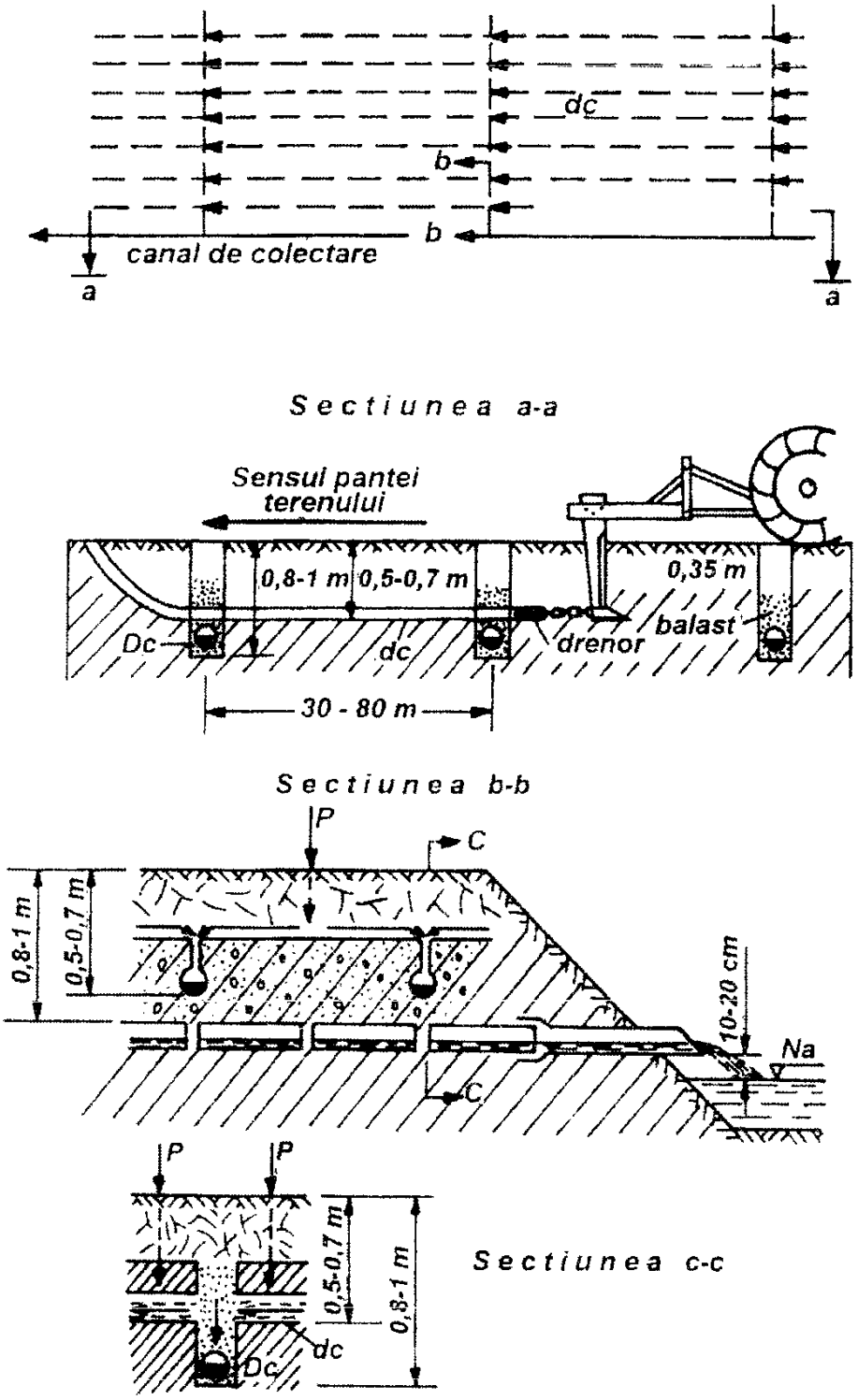


Figura 11.24. Schema drenajului cârtiţă cu descărcarea apei în colectori închişi (Dc = dren colector tubular, dc = dren cârtiţă)

Descărcarea apei în canale deschise se poate aplica numai pe terenurile cu pante mai mari de 1-2%. în acest caz, ***lungimea drenurilor*** şi respectiv ***distanţa între canalele deschise*** nu pot depăşi 150-200 m. Acest mod de evacuare a apei prezintă avantajul că nu necesită material de drenaj (tuburi, material filtrant) şi maşini pentru executarea drenajului prezintă însă şi o serie de dezavantaje.

Astfel, suprafaţa scoasă din cultură, ocupată de canalele deschise, este de 1,5 până la 2,5% din suprafaţa supusă amenajării. Gurile de descărcare ale drenurilor cârtiţă în canalele deschise pot provoca deteriorarea taluzului, erodarea lui şi infundarea gurii de evacuare a galeriei. În scopul protejării taluzului şi prevenirii înfundării gurii de ieşire a galeriei, la capătul aval al fiecărei galerii trebuie să se pozeze câte un tub din material plastic, cu diametrul egal cu al galeriilor şi cu lungimea de 50-80 cm.

Această operaţiune cere multă mână de lucru şi este totodată costisitoare şi din cauza numărului mare de drenuri şi a necesităţii refacerii lor după un număr de 2-4 ani. Efectul drenajului cârtiţă depinde Însă în mare măsură de existenţa acestor tuburi la debuşarea galeriilor in colectorul deschis.

Descărcarea apei în colectorii închişi tubulari se aplică tot mai mult în ultimii ani. Acest mod de evacuare a apei din drenurile cârtiţă are un grad de siguranţă mai mare în funcţionalitate şi permite realizarea unor lucrări de drena] orizontal în condiţii mai avantajoase, drenurile din tuburi fiind amplasate la distanţe de 2-3 ori mai mari (şi chiar mai mult, până la 150 m), decât în mod normal.

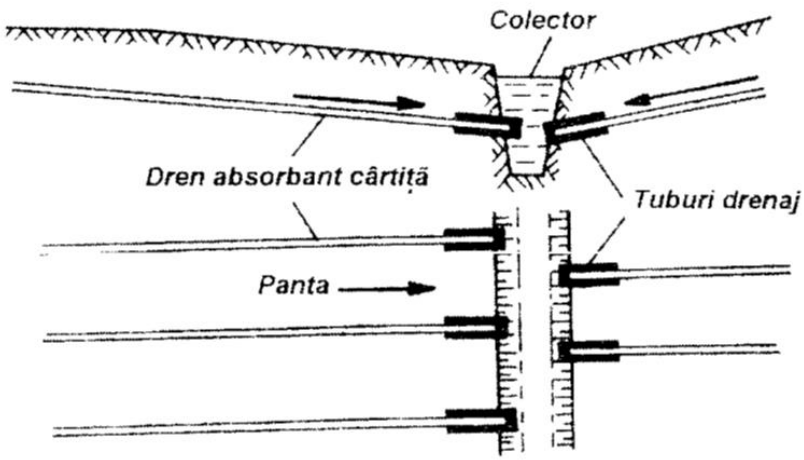


Figura 11.25. Galerii cârtiță și colectorul deschis

Se realizează astfel un drenaj încrucişat sau combinat, galeriile cârtiţă fiind trasate pe tuburi. Prin adâncimea de trasare a galeriilor cârtiţă trebuie intersectat stratul filtrant care acoperă drenul tubular.

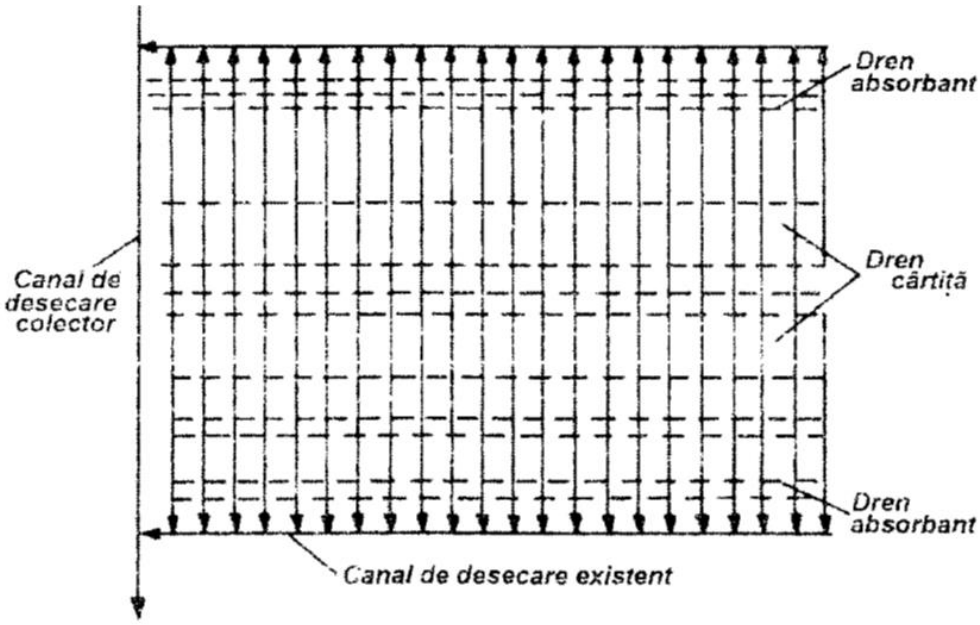


Figura 11.26. Drenajul încrucişat

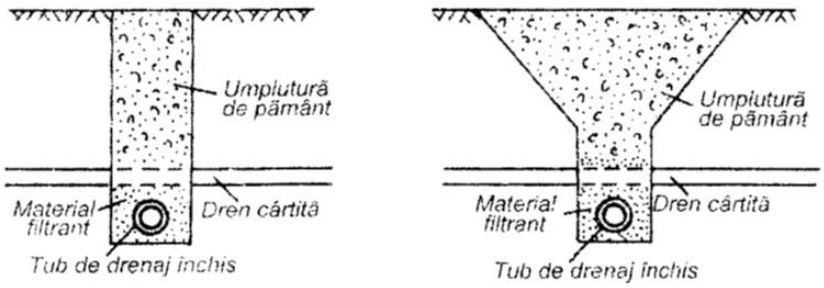


Figura 11.27. Intersectarea stratului filtrant de către galeria cârtiţă

Dată fiind durata mare a drenajului din tuburi şi relativ mică a drenajului cârtiţă, galeriile se refac periodic fără a se suprapune cu cele vechi. Durata de funcţionare a drenurilor cârtiţă este de 2-6 ani; de 2-4 ani pe terenurile arabile şi 3-6 ani pe terenurile inţelenite, în funcţie şi de natura solului. caracteristicile tehnice ale drenajului cârtiţă, precum şi de condiţiile în care a fost executat.

În execuţia galeriilor cârtiţă. pentru a le asigura continuitatea pantei şi a preveni contrapantele, plugul cârtiţă copiind terenul se impune in prealabil lucrarea de nivelare în sensul pantei.

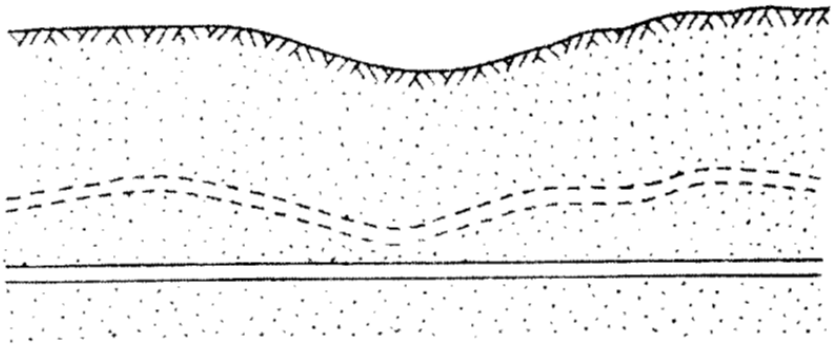


Figura 11.28. Galerii cârtiță cu pantă și contrapantă

Drenajul cârtiţă se execută când terenul este zvântat la suprafaţă, iar umiditatea solului, la adâncimea la care se formează galeria cârtiţă, este cuprinsă Între plafonul minim şi capacitatea de câmp pentru apă. Momentul executării drenajului cârtiţă cel mai potrivit este vara şi începutul toamnei. După executarea drenajului cârtiţă terenul se discuieşte sau se ară superficial, în sens transversal pe direcţia drenurilor, în scopul închiderii la suprafaţă a fantei lăsate de lama cuţit, evitând astfel pătrunderea apei cu particule de sol în galerii şi colmatarea acestora.

Drenajul cârtiţă se asociază, de regulă, cu lucrări agropedoameliorative, cum sunt amendarea calci că, fertilizarea şi sortimente de culturi care să îmbunătăţească proprietăţile fizice, chimice şi biologice ale solului.

În condiţiile ţării noastre, drenajul cârtiţă se recomandă pe terenurile din zonele climatice umedă şi subumedă. Suprafaţa interesată pentru lucrări de drenaj cârtiţă, în ţara noastră. este de peste 2,6 milioane hectare. În solurile compacte, slab aerate, drenajul cârtiţă se asociază cu afânarea adâncă a solului.

11.3. ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce înţelegi prin drenaj?

2. Ce este adâncimea de drenaj?

3. Menționați 5 materiale locale utilizate în drenajul orizontal.

4. Descrieți tuburile lise.

5. Descrieți tuburile riflate.

6. În ce scop se face acoperirea drenurilor din tuburi cu materiale filtrante?

7. Caracterizați, pe scurt, drenajul cârtiță.

8. În ce constă schema transversală de amplasare a drenurilor?

9. Cum se face racordarea drenurilor?

10. Care sunt construcțiile și dispozitivele speciale pe rețeaua de drenaj?

11.4. TESTE DE AUTOEVALUARE

1. *Ce schemă, a elementelor de regularizare (drenuri absorbante), în funcţie de panta terenului, constă în amplasarea şirurilor de drenuri absorbante aproximativ paralel cu direcţia generală a curbelor de nivel, asigurându-li-se panta necesară scurgerii gravitaţionale, iar a colectorului pe linia de cea mai mare pantă:*

a) schema longitudinală
b) schema transversală
c) schema intermediară

2. *Adâncimea de drenaj este determinată de:*

a) cultură
b) gradul de mineralizare a apei freatice
c) textura solului

3. *Tuburile de ceramică se confecționează, în mod obișnuit, cu diametre cuprinse între:*

a) 50-200 mm
b) 50-250 mm
c) 50-300 mm

4. *Tuburile lise:*

a) sunt prevăzute cu fante pentru pătrunderea apei
b) nu sunt prevăzute cu fante pentru pătrunderea apei
c) pentru îmbinarea lor au la unul din capete mufă

5. *Pentru racordarea drenurilor la colectori închiși sau deschiși se pot folosi:*

a) piese prefabricate din ceramică
b) tuburi
c) coturi

6. *Drenajul cârtiță se execută*:

a) pe terenuri dinainte bine nivelate
b) pe terenuri ce urmează a fi nivelate
c) pe soluri slab permeabile

7. *Panta optimă a drenurilor cârtiță esre cuprinsă între:*

a) 1 și 3%
b) 1 și 1,5%
c) 1 și 2%

Răspunsuri: 1. b; 2.a, b, c; 3.b; 4.a, c; 5.a, b, c; 6.a, c; 7.c.

11.5. REZUMAT

Prin drenajul subteran al terenurilor agricole se înţelege eliminarea, din zona de dezvoltare a rădăcinilor, a apei şi sărurilor în exces, dăunătoare solurilor şi culturilor agricole, eliminare care se realizează prin intermediul unei reţele de drenuri. Reţeaua de drenaj subteran, prin elementele sale de regularizare (drenuri absorbante) şi colectare-evacuare trebuie să asigure coborârea şi menţinerea nivelului apei freatice la o adâncime de la care să nu dăuneze culturilor agricole şi solului, adâncime numită normă de desecare sau adâncime de drenaj. Adâncimea de drenaj, numită şi normă de desecare sau normă de drenaj, reprezintă adâncimea la care trebuie coborât şi menţinut nivelul apei freatice faţă de nivelul terenului pentru a crea condiţii optime de dezvoltare a plantelor şi a înlătura influenţa nefavorabilă asupra solului.

Cantitatea mare de material drenant şi costul ridicat al transportului impun folosirea drenajului din materiale locale numai în zonele unde piatra se găseşte în apropiere şi se poate exploata şi transporta în condiţii avantajoase, iar lemnul rezultă din lucrările de defrişare. Tuburile din material plastic s-au introdus în tehnica drenajului, în ţara noastră, începând cu anul 1960 şi au cucerit o pondere destul de mare, datorită avantajelor pe care le prezintă. Astfel, tuburile din material plastic asigură o mai bună continuitate a şirului de drenuri datorită numărului mai redus de îmbinări, greutatea lor la aceleaşi diametre este mai mică (de 10-15 ori mai mică), deci uşurinţă în transport, permit un grad mai înalt de mecanizare In execuţie şi productivitatea fiind mai ridicată se reduce costul execuţiei. De asemenea, tuburile din material plastic nu sunt afectate de pierderi în manipulare şi nici distruse de acţiunea chimică a apei freatice mineralizate.

Acoperirea drenurilor din tuburi cu materiale filtrante se face în scopul îmbunătăţirii condiţiilor hidraulice de pătrundere a apei în dren şi cu rol protector pentru a nu se colmata tubul de dren.

Reţeaua de drenaj orizontal, prin care se realizează captarea şi îndepărtarea apei în exces şi coborârea nivelului apei freatice, este alcătuită, din punct de vedere funcţional, din drenuri absorbante şi drenuri de colectare-evacuare. Într-un sistem de drenaj, pentru captarea apei freatice, drenurile absorbante se amplasează în plan sub forma unor şiruri paralele, de regulă, echidistante, perpendiculare sau sub un anumit unghi faţă de colector. În funcţie de panta terenului, elementele de regularizare (drenuri absorbante), pot fi amplasate în trei scheme: longitudinală, transversală şi intermediară. Schema longitudinală constă în amplasarea şirurilor de drenuri absorbante paralel cu linia de cea mai mare pantă, colectoarele având un traseu aproximativ pe direcţia curbelor de nivel.

Stabilirea corectă a adâncimii de pozare a drenurilor şi a distanţei între şirurile de drenuri necesită cunoaşterea: mişcării apei din sol spre dren şi a tipului de regim de scurgere; adâncimii optime la care trebuie coborât şi menţinut nivelul apei freatice; proprietăţile pământurilor pe care se execută drenajul; debitul de evacuat; gradul de mineralizare a apei freatice şi a caracterului ei, precum şi a adâncimii de îngheţ a solului în zona respectivă.

Racordarea drenurilor absorbante cu drenurile colectoare şi a acestora între ele se face, în mod obişnuit, prin suprapunerea drenului absorbant celui colector sau a colectorului inferior celui superior, în prealabil perforându-se corespunzător locurilor de îmbinare a celor două tuburi.

Construcţiile şi dispozitivele speciale pe reţeaua de drenaj au rolul de a asigura buna funcţionare a reţelei de drenuri şi de a permite reglarea nivelului freatic în funcţie de necesităţile culturilor. Acestea sunt: gurile de evacuare, căderile, căminele de vizită sau de control şi lucrările de protecţie.

Drenajul cârtiţă este oportun şi eficace pe terenurile cu soluri grele, care au un conţinut de argilă de minimum 40% şi cel de nisip de cel mult 20%. Reglarea regimului hidric al solului prin drenaj cârtiţă implică terenuri puţin permeabile (k<3•10-4 crn/s), slab aerate, cu porozitate totală mai mică de 45%, porozitatea de aeraţie sub 10-15% şi cu volumul porilor mai mari de 0,3 mm diametru, reprezentând cel mult 20% din volumul total al solului.

Drenajul cârtiţă este o lucrare de regularizare a regimului apei de la suprafaţa solului şi din sol care constă din executarea unor galerii prin care se elimină excesul de apă. El reprezintă o măsură eficace şi economică,mai ales pe terenurile grele, cu exces de umiditate temporar sau permanent, atât pe terenurile de şes cât şi pe terenurile situate în pantă. Galeriile drenajului cârtiţă evacuează apa în exces în mod similar cu reţeaua de drenaj orizontal, dar în plus această lucrare asigură o mai bună afânare şi aerare a solului şi subsolului, măreşte infiltraţia apei in sol, repartizând-o pe profilul acestuia. La toate acestea se mai adaugă şi costul scăzut a lucrărilor de drenaj cârtiţă, justificându-se astfel extinderea acestei metode. în ultimii ani, în diferite ţări. Galeriile cârtiţă se realizează cu pluguri speciale de drenaj cârtiţă sau cu dispozitive de drenare care se montează la plugurile cu cadru rezistent.

11.6. BIBLIOGRAFIE

Bibliografie obligatorie:

1. CÎMPEANU S., I. PLEŞA şi AL. ENE, Proiectarea lucrărilor de irigaţie, desecări-drenaje şi combaterea eroziunii solului, Editura: Relal Promex, Bucureşti, 2002.
2. JINGA I., S. CÎMPEANU, NIŢU OANA ALINA, Irigaţii, desecări, combaterea eroziunii solului irigarea culturilor, Editura: Atelierul de multiplicat cursuri, 2009.

Bibliografie facultativă:

3. CERKASOV A., Ameliorația şi alimentarea cu apă în agricultură, Editura: Agrosilvica, 1954
4. MUREŞAN D., I. PLEŞA, N. ONU, P. SAVU, Z. NAGY, I. JINGA, AL. TEODOROIU, I. PĂLTINEANU, I. TOMA, I. VASILESCU, Irigaţii, desecări şi combaterea eroziunii solului, Editura: Didactică şi pedagogică, Bucureşti 1992.
5. SAVU P., D. BUCUR, S.I. JITĂREANU, Îmbunătăţiri funciare şi irigarea culturilor lucrări practice, Editura: „Ion Ionescu de la Brad” Iaşi, 2005, pag. 243-253.

UNITATE DE ÎNVĂȚARE 12: PROCESUL DE EROZIUNE

CUPRINS UNITATE DE ÎNVĂȚARE 12:

12.1. NOȚIUNI INTRODUCTIVE 334
12.2. EROZIUNEA SOLULUI ȘI FORMELE EI DE MANIFESTARE 339
12.2.1. Eroziunea în adâncime 349
12.2.2. Eroziunea eoliană 361
12.3. PRINCIPALII FACTORI CE INTERVIN ÎN PROCESUL DE EROZIUNE 368
12.4. METODE DE DETERMINARE A EROZIUNII MEDII SPECIFICE 373
12.4.1. Metode directe de cuantificare a eroziunii solului 373
12.4.2. Metode indirecte de cuantificare a eroziunii solului 375
12.5. ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE 377
12.6. TESTE DE AUTOEVALUARE 380
12.7. REZUMAT 381
12.8. BIBLIOGRAFIE 381

INTRODUCERE

Eroziunea solului este una dintre formele cele mai răspândite şi majore de degradare a solului, având un impact puternic asupra mediului înconjurător cât şi unul economic. În această parte a cursului se va prezenta procesul de eroziune a solului, formele de manifestare a eroziunii, precum și principalii factori care intervin în acest proces. De asemenea, capitolul aduce în prim plan și metodele de determinare a eroziunii medii specifice, metode directe de cuantificare a eroziunii solului, respectiv metode indirecte de cuantificare a eroziunii solului. Capitolul se încheie cu întrebări recapitulative, teste de autoevaluare, rezumat și bibliografie.

OBIECTIVELE UNITĂȚII DE ÎNVĂȚARE 12:

La sfârşitul acestui capitol vei fi capabil:

- ✓ să descrii procesul de eroziune;
- ✓ să clasifici eroziunea;
- ✓ să descrii principale forme de manifestare a eroziunii;
- ✓ să prezinți mecanismul procesului de eroziune;
- ✓ să descrii principalii factori care intervin în procesul de eroziune;
- ✓ să prezinți metodele directe și indirecte de cuantificare a eroziunii solului.

Durata medie de studiu individual – 2 ore.

12.1. NOȚIUNI INTRODUCTIVE

Solul este materialul fragil şi afânat, care acoperă într-un strat subţire mare parte a scoarţei terestre. Fără el, continentele ar fi lipsite de majoritatea faunei şi florei. Dar în zilele noastre pe tot Globul activităţile umane deteriorează această resursă vitală.

Solul este un amestec de trei componente principale. În primul rând **mineralele**, formate prin sfărâmarea rocilor de bază, roca-mamă, aflată dedesubt. În al doilea rând solul conţine **substanţe organice** (rămăşiţe putrezite de plante şi animale) care acţionează asemenea unui „liant" care leagă granulele rocilor sfărâmate. În al treilea rând, solul înglobează **organisme vii nevertebrate**, precum viermi, care transformă mineralele, bacteriile şi ciupercile care descompun substanţele organice. Solurile nu sunt solide. Aproximativ două cincimi din compoziţia lor este apă sau aer. Grosimea solului variază între câţiva centimetri şi câţiva metri, în timp ce stratul cel mai productiv, stratul superior, are o grosime de numai 25 de centimetri.

Unele plante preferă anumite tipuri de soluri. De exemplu grâul prosperă în solurile fertile argiloase, orzul preferă solurile uşoare nisipoase, în timp ce cartofii cresc cel mai bine în solurile adânci cu humă, bogate în substanţe organice.

Unele culturi se simt bine în mai multe feluri de soluri, deoarece fermierii pot modifica compoziţia solurilor prin fertilizare organică sau chimică.

Calitatea solului poate fi afectată şi de panta terenului. De pe un teren cu pantă abruptă, solul este spălat uşor, odată ce vegetaţia iniţială a fost îndepărtată, iar împreună cu aceasta sunt îndepărtate şi rădăcinile care fixau granulele de sol.

Utilizarea utilajelor agricole pe un teren cu pantă abruptă este şi ea mai dificilă. Clima este un factor major al calităţii pământului şi drept urmare, calamităţi naturale precum seceta şi inundaţiile, sau daunele provocate de vânt, ger şi grindină pot compromite culturile.

Pământul de cea mai bună calitate este de obicei plat, cu soluri adânci şi fertile, aflat în zone care nu sunt supuse catastrofelor naturale. O metodă tradiţională constă în săparea unor serii de trepte, numite terase, în josul versanţilor. Terasarea încetineşte eroziunea solului, dar reprezintă o metodă destul de costisitoare de a face agricultură. Solurile de calitate superioară sunt folosite pentru cultivarea cerealelor, deoarece aduc fermierilor cel mai mare profit. Odată

cu diminuarea calităţii solului, cresc riscurile de compromitere a recoltei şi de erodare a solului. În cele din urmă cultivarea solului devine neeconomică, iar solul trebuie destinat, fie utilizării ca păşune, fie utilizării în silvicultură. Calitatea pământului propice agriculturii, depinde de administrarea acestuia. Solurile au nevoie de sute de ani pentru a se forma, dar pot fi distruse în câţiva ani printr-o administrare defectuoasă. Cele două mari ameninţări pentru soluri sunt: **poluarea** şi **eroziunea** acestuia.

Principalele **restricții ale calității solurilor din România** sunt:

- seceta;
- exces permanent de umiditate în sol;
- eroziunea hidrică;
- eroziunea eoliană;
- conținutul excesiv de schelet;
- sărăturarea solului;
- compactarea primară a solului;
- deteriorarea structurii şi compactarea secundară a solului datorită lucrărilor necorespunzătoare (talpa plugului);
- susceptibilitatea solului la formarea crustei;
- starea agrochimică:
    - cantitatea de humus din sol;
    - aciditatea puternică şi moderată;
    - asigurarea slabă şi foarte slabă cu fosfor mobil;
    - asigurarea slabă şi foarte slabă cu potasiu mobil;
    - asigurarea slabă cu azot;
    - carențe de microelemente (zinc).
- poluarea fizico-chimică şi chimică a solului, din care:
    - poluare cu substanțe purtate de vânt;
    - poluarea cu petrol şi apă sărată;
    - distrugerea solului prin diverse excavări.
- acoperirea terenului cu deşeuri şi reziduri solide.

Indicatorii de calitate ai solului sunt cantitativi şi calitativi, prin care se face măsurarea stării de funcţionare a solului, iar după cum specifică Doran şi Parking (1996) indicatorii ideali trebuie să fie: în corelație cu procesele ecosistemului; să prezinte proprietăți şi procese fizice, chimice şi biologice ai solului; acceptabili pentru mai mulți utilizatori din diferite domenii; interpretabili; sensibili managementului şi climei; componente a unei baze de date. Cea mai gravă formă de degradare a solului este eroziunea. **Eroziunea solului** este provocată de întrebuinţarea incorectă şi nu trebuie confundată cu eroziunea naturală. Eroziunea naturală este un proces lent care nu poate fi oprit. Dar, odată cu această uzură naturală, se formează solul nou. Oamenii de ştiinţă au estimat că durata de erodare şi îndepărtare naturală a unui metru pătrat de pământ este aproximativ de 30.000 ani. Dar, administrarea incorectă a pământurilor poate să accelereze în aşa măsură acest proces, încât suprafeţe mari de teren fertil se pot degrada în câteva decenii.

În Europa, procesul de eroziune a solului afectează aproximativ 12% din suprafaţa terenurilor, fiind problema de cea mai mare anvergură studiată, dar totuşi fără a fi neglijate găsirea unor soluţii de combatere al procesului de compactare al solului (proces mai puţin vizibil) sau al procesului de salinizare (proces mai puţin răspândit).

Eroziunea solului este una dintre formele cele mai răspândite şi majore de degradare a solului, având un impact puternic asupra mediului înconjurător cât şi unul economic (Grimm et al., 2002), în sectorul agricol fiind estimată aproximativ 10% suprafaţa terenurilor efectate de eroziune la nivel global (Batjes, 1996), din care 66,58% este suprafaţă afectată de eroziunea hidrică din care 20,5% cu intensitate puternică şi excesivă, respectiv 33,42% de cea eoliană din care 4,7% cu intensitate puternică şi excesivă, conform datelor oferite de International Soil Reference Center, Vnep (1992) citat de Biali şi Popoviciu (2006). În America de Nord nu sunt semnalate suprafeţe considerabile afectate de eroziune hidrică puternică şi excesivă spre deosebire de continentul Africa, pentru care s-a raportat o suprafaţă de 102 mil. ha afectată de eroziune hidrică puternică şi excesivă, iar Asia înregistrează o suprafaţă de 242 mil. ha afectată de eroziune hidrică moderată, după Oldman (1993). În Europa formele dominante ale eroziunii sunt eroziunea hidrică (Gobin et al., 2006), ce afectează 114 mil. ha (12% din suprafaţa totală a terenurilor agricole din Europa) (prin scurgere la suprafaţă şi prin valuri) şi eroziunea eoliană, ce afectează 42 mil. ha (4% din suprafaţa totală a terenurilor

agricole din Europa) (Oldman, 1991). Pentru Europa se raportează un total de 144 mil. ha, ce reprezintă 52% din totalul solurilor degradate şi 11,1% din aria continentului din care 21 mil. ha cu eroziune hidrică slabă, 81 mil. ha cu eroziune hidrică moderată şi 12 mil. ha cu eroziune hidrică puternică şi excesivă (Oldman, 1993). Regiunile mediteraniene europene sunt afectate în principal de eroziunea prin apă, factorul determinant fiind regimul precipitaţiilor caracterizat prin ploi torenţiale şi intense, în această zonă existând condiţii de erozivitate ridicată: solurile sunt sărace şi foarte erodabile, cu susceptibiltate ridicată la formarea crustei de suprafaţă (Lesschen et al., 2007). În celelalte zone ale Europei, regimul precipitaţiilor este uniform distribuit şi cu o energie erozivă mai mică. În partea nordică şi cea nord-vestică a Europei, fiind caracterizată de un climat continental, cu precipitaţii torenţiale mai scăzute, eroziunea solului se manifestă în timp, predominante fiind întâlnite procesele de eroziune la suprafaţă, prin antrenarea unor cantităţi mari de elemente, existând pierderi de sol masive şi voluminoase (Evans şi Brazier, 2005). Terenurile din zonele din sud-estul Europei, părţi din Franţa, Republica Cehă, Marea Britanie şi Ungaria sunt efectate de eroziunea eoliană (Jones et al., 2003).

Cum apare eroziunea solului. Eroziunea solului se produce pe terenurile care au fost cultivate sau păşunate prea intens. Suprasolicitarea solului apare în condiţiile în care anumite plante sunt cultivate an de an, dar nu se face fertilizarea şi substanţele nutritive nu sunt reintroduse în sol.

Cultivarea intensă reduce fertilitatea pământului şi provoacă scăderea producţiei la hectar. Este redusă, de asemenea, coeziunea solului, scăzând astfel rezistenţă lui la eroziune. Deteriorarea păşunilor se produce dacă omul creşte prea multe animale pe o suprafaţă dată. Numărul prea mare de animale consumă vegetaţia într-un ritm mai rapid decât ritmul de regenerare naturală a acesteia, lăsând în urmă pământul gol.

Clima şi eroziunea. În anii 1970 - 1980, foametea s-a abătut în repetate rânduri asupra unei părţi a Africii, numită Sahel. Sahelul este o zonă uscată, acoperită de ierburi care se întind de la est la vest, în nordul Africii, la sud de Sahara, cel mai mare deşert din lume. În anii 1950, precipitaţiile în Sahel au fost mai intense ca de obicei, astfel s-a mărit zona acoperită de păşuni. Locuitorii savanei sudice, dens populate, au început să migreze către Sahel. Animalele lor au pustiit păşunile, iar oamenii au tăiat arborii, folosindu-i ca lemne de foc. În anii 1970 - 1980 au urmat o serie de perioade secetoase şi vegetaţia din Sahel nu s-a

mai putut regenera. Vânturile puternice au împrăştiat solul arid, provocând eroziunea eoliană dezastruoasă a solului. Animalele au murit şi oamenii au suferit de foame, deoarece întinderile acoperite odinioară de ierburi s-au transformat în deşert sterp.

Chiar cu o climă secetoasă pământul neperturbat poate susţine o vegetaţie bogată. Pădurile şi ierburile protejează împotriva eroziunii.

Prin cultivarea terenurilor plate şi tăierea pomilor de pe pante, omul expune solul eroziunii cauzate de apă şi vânt.

Cultivarea prea intensă degradează terenurile plate, destinate acum păşunatului. Cultivarea plantelor creşte ritmul de pierdere al solului.

De pe coasta dealului se spală tot mai mult pământ fertil şi păşunatul permanent accelerează procesul de eroziune.

Peisajul aproape gol este încredinţat de om oilor şi caprelor, ”cosaşii pajiştilor”, pentru curăţenie totală.

În final, tot ce rămâne în locul pământului fertil de odinioară, este deşertul, dezgolit de sol şi incapabil să susţină vreo vegetaţie.

Figura 12.1. Consecinţele eroziunii

Planuri de viitor. Tragedia din Sahel, constituie un avertisment: ***solul nu este o resursă infinită***. Fermierii trebuie să găsească metode noi, prin care să prevină efectele nedorite ale eroziunii solului. Noile tehnici, majoritatea fiind adaptări ale metodelor tradiţionale, au fost puse la punct tocmai pentru a putea cultiva plante pe terenurile în pantă şi în regiunile cu sol mai puţin fertil. Cercetarea ştiinţifică poate veni în ajutor pentru o mai raţională şi eficientă folosire a îngrăşămintelor şi insecticidelor care au un efect dăunător asupra solului. Sateliţii artificiali pot fi folosiţi în monitorizarea activităţii agricole, pentru a identifica zonele în care solurile sunt administrate defectuos.

12.2. EROZIUNEA SOLULUI ŞI FORMELE EI DE MANIFESTARE

Eroziunea solului - Definiție. Generalități - fenomenul de eroziune a solului face parte din procesele de degradare a terenului, fenomenul respectiv situându-se pe primul loc în ceea ce priveşte totalitatea proceselor de degradare a solului. Pornind de la etimologia cuvântului, prin eroziune se înţelege fenomenul complex prin care anumiţi agenţi fizici din natură, în mod deosebit apa, vântul, dar şi omul, acţionează asupra solului sau a rocilor ducând la distrugerea lor. Eroziunea este acţiunea de desprindere, transport şi depunere a particulelor de sol sau rocă, sub acţiunea factorilor subaerieni (factori exogeni). Deci, din cele trei componente: desprindere, transport şi depunere, arată că fenomenul erozional este un proces mecanic, care implică acţiunea unor forţe care să conducă, pe de o parte, la desprinderea şi transportul (depăşirea rezistenţei particulei de sol, respectiv la atenuarea forţelor respective), fie sub aspectul reducerii fenomenului respectiv şi a materializării lui, în limitele (normale), admisibile.

Clasificarea eroziunii propusă de Nedelcu (2001) este următoarea:

A. În funcţie de perioada de manifestare (geological erosion):

• eroziune geologică veche;

• eroziune geologică actuală.

B. În funcţie de natura agentului exterior:

• eroziune produsă de apă – eroziune hidrică (water erosion);

• eroziune produsă de vânt – eroziune eoliană (wind erosion);

• eroziune produsă de om – eroziune antropică (anthropogenic erosion).

C. După intensitatea proceselor de eroziune se disting:

• eroziune normală (normal erosion);

• eroziune accelerată (accelerated erosion).

D. După urmele procesului de eroziune asupra scoarţei terestre:

• eroziune de suprafaţă (sheet erosion);

• eroziune în adâncime (gully erosion).

Din punct de vedere al practicii agricole - fenomenul de eroziune trebuie conceput ca un fenomen distructiv, care conduce la deprecierea calităţilor productive ale solurilor şi în final, la degradarea completă a teritoriilor respective, ca urmare a proceselor de eroziune, a spălării orizonturilor de sol.

În funcţie de agentul provocator, fenomenele de eroziune se clasifică în:

• eroziunea prin apă;

• eroziunea prin vânt;

• eroziunea chimică;

• eroziunea mecanică;

• eroziunea biologică;

• eroziunea prin sărăturare;

• eroziunea provocată sub acţiunea gheţarilor;

• eroziunea provocată sub acţiunea valurilor.

Eroziunea, în general, ca proces natural, care s-a produs de-a lungul timpurilor şi se produce şi în zilele noastre, prezintă trei forme principale şi anume: eroziunea normală veche (geologică), eroziunea normală actuală şi eroziunea accelerată (antropică).

Eroziunea normală veche (geologică). Această eroziune s-a manifestat în erele geologice trecute, atacând rocile, modelând scoarţa pământului şi dând formele de relief caracteristice: cumpăna apelor, versanţii aferenţi, văile şi luncile, într-un cuvânt reţeaua hidrografică. Eroziunea geologică s-a manifestat mai accelerat în perioada retragerii gheţarilor carpatici, după care a urmat o perioadă umedă favorabilă dezvoltării vegetaţiei, perioadă în care eroziunea s-a manifestat cu o intensitate mai redusă. În procesul acestei eroziuni geologice se pot distinge trei faze: faza de dezagregare şi alterare, faza de transport şi faza de depunere sau acumulare. În prima fază a avut loc fărâmiţarea şi descompunerea rocilor sub acţiunea fizică şi chimică a factorilor externi, urmând ca în cea de-a doua fază materialul rezultat să fie transportat cu ajutorul apelor, gheţarilor, vântului şi gravitaţiei. În faza a treia, materialele transportate sunt depuse pe parcursul agentului transportator, în ordinea mărimii şi greutăţii particulelor. Această eroziune geologică s-a desfăşurat în perioade foarte lungi şi într-un ritm foarte lent.

Eroziunea normală actuală. În zilele noastre eroziunea naturală evoluează corespunzător mediului fizico-geografic natural şi intensitatea ei este considerată normală. Procesul se desfăşoară de regulă lent, fără a provoca modificări perceptibile în morfometria profilului de sol, decât după o perioadă îndelungată.

Eroziunea accelerată (antropică). Apariţia omului şi activitatea lui iraţională prin măsuri şi lucrări fără discernământ a întrerupt procesul natural, lent, declanşând un proces rapid de eroziune. Această eroziune care se produce cu intensitate mărită faţă de cea a eroziunii normale, intensitate amplificată de ruperea echilibrului natural prin activitatea omului a fost numită eroziune accelerată. Prin această eroziune accelerată, solul format pe roca mamă îşi pierde orizontul fertil sau chiar toate orizonturile, suferind astfel o distrugere parţială sau totală. Extinderea necontrolată a suprafeţelor arabile pe terenurile înclinate prin defrişarea pădurilor şi desţelenirea pajiştilor, a determinat ca apa provenită fie din ploile torenţiale sau din topirea zăpezilor să se scurgă pe versanţi dislocând cantităţi sporite de sol şi elemente fertilizante.

Eroziunea accelerată este o consecinţă a intervenţiei brutale, neraţională a factorului uman asupra mediului de existenţă a acestuia, materializat prin: defrişări masive, păşunat abuziv şi excesiv, luarea în cultură a terenurilor cu pante necorespunzătoare, fără a se lua măsuri de prevenire şi conservare a solului.

În situaţii specifice s-au introdus în cultură plante, ce asigură o mai slabă protecţie a solului. Acest concept de eroziune antropică implică în mod explicit şi factorul social-economic, ca element determinat în degradarea terenurilor, a solurilor, ca urmare a proceselor erozionale.

Conceptul de eroziune antropică subliniază că factorul uman poate şi trebuie să intervină în asemenea măsură încât să poată conduce la prevenirea fenomenului erozional, la atenuarea acestui flagel, în limite admisibile, tolerabile. Limitele adimisibile, tolerabile, reprezintă cantitatea de sol spălat, admisă, în aşa fel încât, fenomenul erozional să nu conducă la dispariţia proprietăţilor fundamentale ale solului respectiv, să nu degradeze gradul de fertilitate al acestuia, la degradarea însuşirilor fizice şi chimice ale mediului de sol.

Sub acest aspect, pornindu-se de la valoarea medie estimată a cantităţii de sol ce se poate forma şi rata de sol ce se poate spăla, s-a stabilit nivelul de toleranţă T. Se consideră că, în medie, pe suprafaţă de 1 ha, în decurs de un an, se pot acumula circa 10 tone de materie organică (t/ha/an). Pornindu-se de la acest nivel de referinţă, deoarece pe terenurile în pantă fenomenul erozional nu poate fi eliminat, s-a recurs la stabilirea anumitor limite ale pierderilor respective. Cantitatea medie admisibilă, exprimată în tone/hectar/an, trebuie să fie sub 6. Acest nivel T se diferenţiază de la zonă la zonă, în funcţie de grosimea stratului de acumulare cu humus, în funcţie de riscul producerii fenomenului erozional. Pentru

condiţiile ţării noastre, pierderile admisibile, se recomandă a fi între 5 - 6 tone, cu particularităţi în funcţie de zonă.

Pentru a se stabili corect, acest nivel trebuie să se recunoască în fiecare zonă fizico-geografică, în funcţie de condiţiile pedo-climatice, în funcţie de structura culturilor, de cantitatea de materie organică ce se poate acumula în sol şi coeficientul de transformare în humus. Acest coeficient se mai numeşte şi coeficient izohumic.

În funcţie de cantitatea admisibilă a pierderilor de sol, se poate recurge la stabilirea strategiilor privind alegerea structurilor de cultură şi a raportului acestora, a ponderii acestora în cadrul unui asolament a culturilor cu o foarte bună, bună sau slabă protecţie a solului.

Mecanismul procesului de eroziune hidrică

Mecanismul procesului de eroziune cuprinde următoarele faze:

- *faza de impact a picăturilor de ploaie*
- *faza de desprindere*
- *faza de transport*
- *faza de depunere*

În prima fază se sfărâmă bulgării de pământ (masa coezivă a solului) în particule separate. În faza a doua, acestea sunt îndepărtate de şuvoiul apelor curgătoare şi de vânt. În zonele cu precipitaţii abundente, picăturile de ploaie se lovesc de pământ, cu o forţă considerabilă. În mod normal plantele absorb mare parte a acestei forţe, dar dacă vegetaţia lipseşte, picăturile de ploaie zdrobesc solul dezgolit. Particulele de praf sunt ridicate în aer şi pot fi deplasate până la 1,5 metri. Forţa izbiturilor picăturilor de ploaie tasează solul formându-se o crustă compactă la suprafaţă acestuia. Crustele împiedică infiltrarea apei de ploaie în sol şi în rocile de bază. În consecinţă, cea mai mare parte a apei se va scurge pe suprafaţa pământului. Această apă, denumită de specialişti scurgere de suprafaţă, poartă granulele de sol către pârâuri şi râuri. Sedimentele rezultate umplu albiile râurilor, micşorând astfel adâncimea lor, provocând inundaţii. În cele din urmă cantităţi uriaşe de pământ fertil ajung pe fundul mărilor.

Faza de impact – este acţiunea violentă a picăturilor de ploaie ce cad asupra solului sub influenţa gravitaţiei terestre accelerată uneori şi de viteza vântului, urmările impactului fiind diferite în funcţie de starea fizică a terenului, astfel:

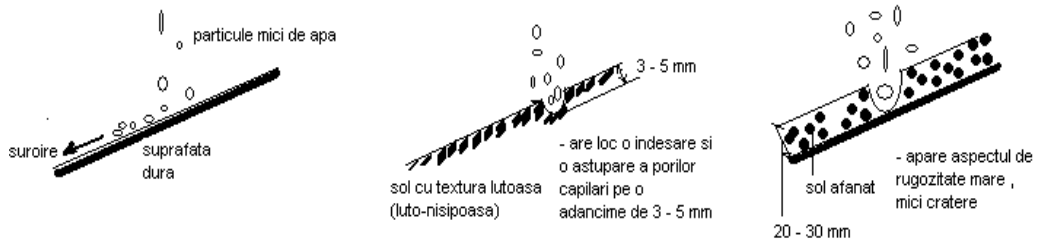


Figura 12.2. Faza de impact

Faza de desprindere (dislocare). Desprinderea particulelor sau agregatelor de sol sub acţiunea directă a picăturilor de ploaie şi a scurgerilor peliculare şi concentrate (şuroiri) accentuată de mărimea pantei, depinde şi de încărcătura energetică, caracterul ploii torenţiale (intensitatea şi durata ploii torenţiale).

$$Ec = mv^2/2 \; ; \; V^2 = C^2R\,I$$

În urma lovirii solului de picăturile de ploaie rezultă o apăsare şi o opturare a spaţiilor capilare apoi o împroşcare a particulelor de sol şi apa tulbure la diferite distanţe d = 30 – 90 cm de la locul impactului şi aterizarea acestora direct pe sol sau pe frunzele și tulpinile plantelor.

Mărimea picăturilor de ploaie este cuprinsă între 0,2 şi 5 mm, aceasta fiind influenţată de intensitatea ploii, fiind direct proporţionale (Moțoc, 1963). În general, picăturile mai mari de 5 mm se dispersează din cauza curenţilor de aer. Majoritatea ploilor excesive cu caracter torenţial au picăturile cu diametrul cuprins între 1 şi 4 mm (Dîrja, 1998 şi 2000). Viteza de cădere a picăturilor de ploaie poate să fie mult mărită de vânturile care în mod obişnuit însoţesc ploile torenţiale.

Picăturile de ploaie ating maximum de viteză când ajung la suprafaţa solului şi dispun de o energie cinetică, în momentul impactului, de aproape 1000 de ori mai mare decât aceeaşi cantitate de apă care se scurge la suprafaţa terenului sub forma unei pânze continue.

Tabel 12.1. Energia cinetică şi numărul picăturilor de ploaie la diferite intensităţi

Tipul ploii	Intensitate ($cm \cdot h^{-1}$)	Diametru median (mm)	Viteza căderii ($m \cdot sec^{-1}$)	Numărul picăturilor ($n \cdot m^{-2} sec^{-1}$)	Energia cinetică pe arie în unitate de timp ($joules \cdot m^{-2} h$)
Ceaţa	0,013	0,01	0,003	67 425 696	$5,9 \times 10^{-7}$
Negură	0,005	0,10	0,021	27 018	$1,2 \times 10^{-3}$
Burniţa	0,025	0,96	4,1	150	2,2
Ploaie uşoară	0,010	1,24	4,8	280	12
Ploaie moderată	0,38	1,60	5,7	495	62
Ploaie densă	1,5	2,05	6,7	495	$3,4 \times 10^{2}$
Ploaie f. densă	4,1	2,40	7,3	820	$3,2 \times 10^{3}$
Ploaie torenţială	10,0	2,85	7,9	1 215	$3,3 \times 10^{3}$
Ploaie torenţială	10,0	4,00	8,9	440	$4,0 \times 10^{3}$
Ploaie torenţială	10,0	6,00	9,3	130	$4,4 \times 10^{3}$

Sursa: ***www.fao.org/doccrep/t1696e/t1696e06.htm

Faza de transport. Atunci când solul în starea - tasat, afânat, cultivat- nu mai poate primi întreaga cantitate de apă din precipitaţiile respective, se depăşeşte capacitatea de infiltrare a solului. Depinde de volumul total de sol transportat care depinde de debitul scurgerilor pe versant, viteza şi grosimea stratului de apă scurs, tipul de sol şi gradientul de rezistenţă precum şi gradul de acoperire cu vegetaţie. Pericolul eroziunii creşte de la 2 – 6 ori la solurile lucrate din deal în vale.

Faza de depunere. Are loc în urma consumării energiei cinetice pe care a avut-o curentul de apă încărcat cu aluviuni sau ca urmare a opturării căilor de acces a scurgerii prin diferite obstacole, naturale sau artificiale. Cea mai mare cantitate de sol erodat o dau torenţii. Depunerea se realizează în ordinea mărimii particulelor, cele mai fine fiind păstrate în suspensie. Această ultimă fază a eroziunii poate avea în final rezultate nedorite, cum ar fi: colmatarea lacurilor de acumulare, formarea conurilor de dejecţie, reducerea secţiunilor de scurgere a unor emisari, ridicarea patului lor de scurgere şi în final inundaţii.

După cum apa acţionează asupra solului, în procesul de eroziune, sub formă de picături de ploaie sau de curenţi de apă, eroziunea hidraulică a solului se clasifică în: eroziune produsă prin picături şi eroziune produsă de scurgerea apei.

În natură, când este vorba de eroziunea datorită ploilor, este greu de făcut o distincţie precisă, din punct de vedere cantitativ, dintre eroziunea datorată picăturilor de ploaie şi eroziunea datorată scurgerii.

Eroziunea prin picături are ca efect sfărâmarea agregatelor de sol, împroşcarea picăturilor de ploaie. Această eroziune depinde de: diametrul picăturilor, unghiul de incidenţă a picăturilor faţă de suprafaţa terenului, natura solului, existenţa covorului vegetal şi nu în ultimul rând calitatea acestuia. Depinde şi de energia cinetică a picăturilor de ploaie. Modul cum are loc impactul:

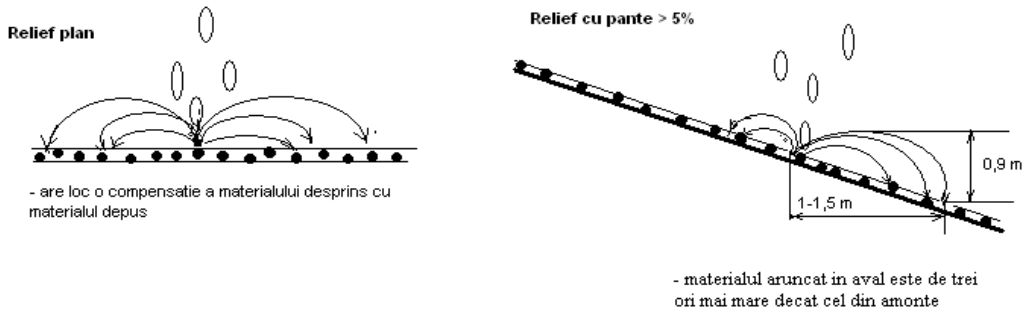


Figura 12.3. Impactul picăturilor de ploaie

Eroziunea produsă prin scurgere – are loc numai după ce ploaia a umplut porii solului, microdepresiunile existente la suprafaţa solului după care are loc scurgerea în şuroaie mici care se pot uni devenind laminare antrenând cu ele şi ce s-a depus în prima fază. Şuroaiele în timp se unesc după care se desfac în şuvoaie care antrenează tot mai multe aluviuni (sol, rocă), până la limita maximă, după care particulele antrenate încep să fie depuse în ordinea inversă a mărimii lor (în amonte particulele mai mari, în aval particulele mai mici).

Dintre particulele transportate 90% sunt transportate în suspensie, o parte prin târâre, rostogolire sau salturi. Dacă ploaia continuă, şuvoaiele se deplasează spre depresiuni în urma lor rămânând şuroiri (20 – 30 cm adâncime), din aceste şuroiri începe eroziunea în adâncime. Şuroiri – rigolă – ogaş – ravenă – torent.

Formele de manifestare ale eroziunii

Eroziunea solului poate fi declanşată de apă, caz în care vorbim de o eroziune hidrică, sau de vânt şi atunci avem de-a face cu o eroziune eoliană.

Anterior s-a descris mecanismul procesului de eroziune prin apă şi s-a văzut că solul şi relieful suferă anumite modificări sub acţiunea forţei dinamice a apei. Aceste modificări interesează atât din punct de vedere agricol, deoarece duc la modificarea fertilităţii solului şi la neuniformizarea terenului luat în cultură, cât

şi din punct de vedere al evoluţiei versanţilor. Modificările aduse de eroziunea accelerată privesc fie suprafaţa terenului, fie reţeaua hidrografică.

În cazul eroziunii hidrice deosebim două forme principale, în funcţie de suprafaţa solului afectată de acest proces. Dacă eroziunea hidrică afectează întreaga suprafaţă a solului, avem de-a face cu o eroziune de suprafaţă, iar dacă eroziunea afectează numai porţiuni ale terenului, limitate la liniile de concentrare a scurgerii vom avea o eroziune în adâncime.

Eroziunea de suprafaţă

Eroziunea de suprafaţă - este un proces erozional ce se produce sub acţiunea scurgerilor superficiale (de la suprafaţa pământului).

În urma ploilor torenţiale, scurgerile se produc sub forma unei pânze laminare, repartizată pe suprafaţa terenului. Ca urmare a acestor procese de scurgeri, odată cu şuvoaiele de apă sunt antrenate particulele de sol şi deplasate pe distanţe mai mari sau mai mici. Ca urmare a acestui proces, după un interval de timp, în funcţie de frecvenţa şi durata ploilor torenţiale care generează scurgerile de suprafaţă, în final, se conduce la spălarea totală a orizonturilor de acumulare cu humus şi în final se ajunge la roca mamă sau roca de fundare.

Eroziunea de suprafaţă se clasifică în mai multe categorii:

• eroziunea de gradul I (slabă);

• eroziunea de gradul II (moderată);

• eroziunea de gradul III (moderată către puternică);

• eroziunea de gradul IV (puternică);

• eroziunea de gradul V (foarte puternică, excesivă).

Eroziunea de suprafaţă, deşi se produce relativ uniform totuşi, ca urmare a denivelărilor de teren, a obstacolelor întâlnite pe aliniamentul de ape scurse, au loc concentrări ale apelor scurse pe suprafaţă, iar forţa distructivă, forţa de eroziune a acestor scurgeri se amplifică şi afectează strate mai profunde de sol, manifestându-se sub forma unor excavaţii de diferite profunzimi şi forme.

Formaţiunile elementare ale eroziunii de suprafaţă, sunt:

• şănţuleţe (şiroiuri), cu înălţimea (h) = 5 - 10 cm;

• rigole, cu înălţimea (h) = 10 - 25 cm.

Caracteristicile fundamentale ale eroziunii de suprafaţă sunt:

• înălţimea (h) redusă, sub 20 - 25 cm;

• sunt formaţiuni ce pot fi eliminate prin lucrări simple ale solului.

Eroziunea în adâncime

Eroziunea în adâncime se deosebeşte de eroziunea de suprafaţă prin formaţiunile pe care aceasta le dezvoltă şi care dau terenului un aspect puternic frământat. Aceasta se produce ca urmare a scurgerii concentrate, formaţiunile acesteia putând fi independente sau grefate pe reţeaua hidrografică, rezultată prin eroziunea normală geologică.

Când eroziunea ajunge într-un stadiu avansat şi se dezvoltă mai ales pe materiale friabile, solul apare brăzdat şi fragmentat de o serie de rigole, de ogaşe şi de ravene. Acestea constituie formaţiunile propriu-zise ale eroziunii în adâncime.

Rigolele – se prezintă sub forma unor şanţuri mici, izolate, cu adâncimi între 30-50 cm, cu fundul aproape paralel cu suprafaţa terenului, având secţiunea transversală în forma literei "V".

Ogaşele – reprezintă o formă mai avansată, având adâncimi între 0,5-3 m şi lăţimi de 0,5-8 m. Secţiunea transversală este adesea sub forma literei "V" sau neregulată.

Ravenele – iau naştere prin dezvoltarea ogaşelor în adâncime, lungime şi lăţime şi reprezintă forma cea mai avansată a eroziunii în adâncime. Ravenele pot ajunge la o adâncime de până la 30 m, lăţime chiar 100 m, iar lungimea variază de la câţiva zeci de metri la câţiva kilometri.

Spre deosebire de ravene care se întâlnesc în zonele deluroase, în zonele premontane şi montane, apare o formaţiune specifică acestora, numită **torent**, care afectează de regulă, suprafeţe aparţinătoare fondului silvic.

În mod obişnuit, intensitatea procesului de eroziune în adâncime se exprimă prin creşterea în lungime a formaţiunii respective, această creştere putând depăşi chiar 3 m pe an.

Alte forme de manifestare a eroziunii în general sunt: eroziunea prin valuri, eroziunea glacială sau prin gheţari, eroziunea prin irigaţie, prin galerii sau subterană, eroziunea eoliană şi chiar alunecările.

Eroziunea prin valuri acţionează asupra malurilor râurilor şi fluviilor, falezelor mărilor şi oceanelor şi asupra taluzurilor care sunt în contact permanent cu apa. Această eroziune se manifestă sub acţiunea impactului şi a acţiunii hidraulice a valurilor, prin coroziune (spargere şi măcinare de către acţiunea nisipului, pietrişului şi pietrelor aruncate de valuri împotriva falezelor), prin

rostogolire şi târâre sau prin dizolvarea în permanenţă a calcarului malurilor şi ţărmurilor.

Eroziunea glacială sau prin gheţari. De o enormă acţiune erozivă a rocilor sunt capabili şi gheţarii, care în mişcarea lor freacă şi macină în permanenţă patul de rocă pe care alunecă, încorporează bucăţi de rocă care sunt foarte uşor fracţionate şi antrenate.

Eroziunea prin irigaţie. Această eroziune se manifestă mai intens în cazul metodei de udare prin scurgere la suprafaţă (brazde şi fâşii). Pare ironic faptul că apa adusă de la distanţe mari şi administrată solului pentru a-l face mai productiv, în mod indirect să-l distrugă, dar acest proces este semnalat şi studiat de numeroşi cercetători din ţările cu tradiţie în tehnica irigaţiei.

Eroziunea prin galerii sau subterană. Declanşarea acestui proces este favorizată de existenţa în prealabil a unei perioade foarte secetoase prelungite, care provoacă formarea de crăpături, prin care pătrunde apa. Aceasta se scurge subteran, antrenând particule fine de sol şi creând adevărate galerii subterane, care în timp se pot surpa devenind ogaşe sau chiar ravene.

Eroziunea eoliană. Spre deosebire de eroziunea hidrică, produsă de apă, această eroziune după cum îi spune şi numele este produsă de vânt, care prin acţiunea sa asupra solului spulberă particulele mai fine, transportându-le la diferite distanţe. În regiunile uscate, cu terenuri plate, principalul agent de eroziune al solului este **vântul**. Solul nefixat, expus vântului, este adunat în creste şi dune. Granulele mişcate de vânt sunt sfărâmate, rezultând o pulbere fină, ridicată apoi în aer şi purtată la distanţe mari. Dunele longitudinale sunt cauzate de efectele diferiţilor curenţi de aer.

Alunecările. Această formă a deplasărilor de teren se consideră că face parte, parţial, din eroziunea solului şi se manifestă ca urmare a umectării unui strat inferior impermeabil şi alunecarea pe acesta a stratului superior ca urmare a gravitaţiei terestre.

În continuare se vor prezenta mai detaliat eroziunea în adâncime și eroziunea eoliană, urmând apoi ca, în cadrul Capitolului 13 să fie prezentat pe larg procesul de alunecare a terenurilor.

12.2.1. Eroziunea în adâncime

În decursul existenței sale suprafața Pământului a suferit și continuă să sufere modificări însemnate datorită acțiunii și interacțiunii dintre factorii endogeni și exogeni. Ridicările și lăsările scoarței terestre, produse de factorii endogeni, duc la activarea unor factori exogeni cum sunt, de exemplu, procesele de eroziune.

După estimările făcute de FAO în anul 1983, în lume, o suprafață de 5-7 milioane ha de teren este scoasă anual din cultură din cauza proceselor de degradare (eroziune, toxicitate chimică, salinizare, urbanizare etc.).

Procesul de eroziune în adâncime, prin participarea activă la formarea reliefului și pagubele produse în cazul terenurilor lucrate, a constituit o preocupare a multor specialiști, printre care, geomorfologi, hidrologi, hidroamelioratori, geografi, pedologi, agronomi și silvicultori. După Moțoc (1975), prin formațiunile eroziunii în adâncime se înțeleg "*formele de relief negative, cu aspect de șanț (de la șanțuri în miniatură până la cele foarte mari) create de scurgerea apei pe terenurile în pantă. Formațiunile eroziunii în adâncime actuale (accelerate) se dezvoltă atât pe versanții aferenți diferitelor elemente ale rețelei hidrografice normale cât și pe talvegul acestora (formațiuni secundare ale eroziunii în adâncime*)".

Eroziunea în adâncime este prezentă în marea majoritate a bazinelor hidrografice cu terenuri în pantă afectate de procese de modelare continuă a reliefului.

Cauzele majore ale eroziunii în adâncime sunt în general factorii antropici (despăduririle masive, luarea în cultură a unor terenuri cu pante mari, practicarea unei agriculturi necorespunzătoare etc.), coroborați cu cei naturali (schimbările climatice).

Pe întreg teritoriul agricol al României s-a inventariat o rețea care totalizează peste 22500 km formațiuni de eroziune în adâncime active, răspândite după cum urmează: Depresiunea Transilvaniei – 5800 km; zona dealurlor supcarpatice – 6200 km; dealurile și depresiunile vestice – 2200 km; Podișul Getic – 2100 km; zona de curbură a Carpaților și Podișul Moldovenesc – 5400 km; Dobrogea – 800 km (Figura 12.4).

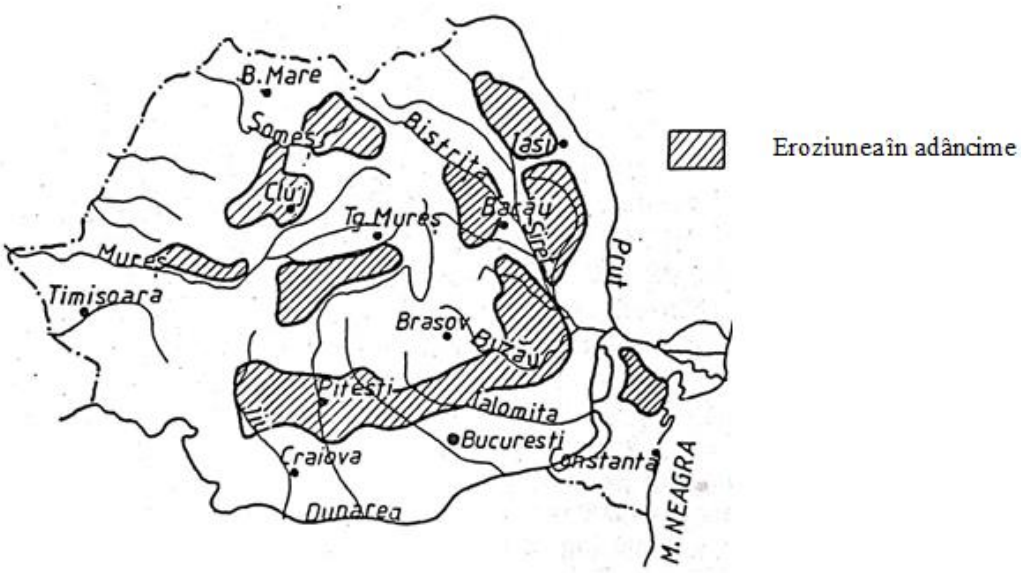


Figura 12.4. Răspândirea eroziunii în adâncime în România (după ISPIF București, 1992)

Prin dezvoltarea acestor formațiuni de eroziune pe cele trei direcții – în lungime, adâncime și lățime – 180000 de ha au fost scoase practic din circuitul agricol productiv, iar alte sute de mii de ha din jurul acestora sunt prejudiciate prin reducerea stabilității versanților umidității solurilor, prin înrăutățirea condițiilor de organizare corespuzătoare a teritoriului și exploatare agricolă, prin inundarea și împotmolirea luncilor fertile.

În județul Buzău, zonă binecunoscută ca fiind puternic afectată de procese de eroziune și alunecări de teren, a fost inventariată o rețea de eroziune în adâncime de aproximativ 1000 km, care reprezintă cca. 1000 ha de teren (după ISPIF, 1992).

Ceea ce deosebeşte formele eroziunii în adâncime de cele ale eroziunii de suprafaţă este mărimea şi mai ales caracterul lor de forme permanente. Când eroziunea ajunge într-un stadiu avansat şi se dezvoltă mai ales pe materiale friabile, solul apare brăzdat şi fragmentat de o serie de formaţiuni care dau suprafeţei terenului un aspect puternic frământat.

Formaţiunile permanente ale eroziunii accelerate în adâncime pot fi independente sau suprapuse peste reţeaua hidrografică rezultată prin eroziunea naturală stabilizată mai demult prin acţiunea vegetaţiei.

Nu trebuie să se facă o confuzie între elementele reţelei hidrografice rezultate prin eroziunea geologică şi formaţiunile eroziunii accelerate în adâncime.

Formele eroziunii accelerate în adâncime pot să fie clasificate din mai multe puncte de vedere şi anume, după formele de dezvoltare, după intensitatea proceselor de erodare, după poziţia faţă de formele vechi ale eroziunii normale sau după poziţia faţă de relief.

În funcţie de stadiul de dezvoltare al acestor forme putem distinge: rigola propriu-zisă, ogaşul şi ravena.

Rigolele

Rigolele se prezintă sub forma unor şanţuri cu adâncimi cuprinse între 30-50 cm, amplasate aproximativ pe linia de cea mai mare pantă şi cu fundul aproape paralel cu suprafaţa terenului.

În secţiune au de regulă forma literei "V" şi pot fi dispuse fie paralele între ele, fie neregulat pe versant, pe direcţii diferite.

De cele mai multe ori, rigolele nu au legătură directă cu reţeaua hidrografică, mai ales atunci când se formează în partea superioară a versanţilor.

Rigolele pot fi încă trecute cu tractorul şi arate, dar traseul lor rămâne vizibil şi după efectuarea acestei lucrări agrotehnice.

Ogaşele

Ogaşele iau naştere în urma dezvoltării rigolelor în adâncime, lungime şi lăţime. Aceste formaţiuni sunt dispuse de regulă pe linia de cea mai mare pantă, au în secţiune forma literei "V" sau o formă neregulată, linia fundului este aproape paralelă cu linia versantului şi au adâncimi cuprinse între 0,5-2 m iar lungimi de zeci sau sute de metri. Nu pot fi trecute de tractor, însă pot fi uşor nivelate cu buldozerul sau grederul.

Se consideră că ogaşele sunt rare dacă între ele există o distanţă de cel puţin 100 m, dese, la o distanţă între 50-100 m şi foarte dese dacă distanţa dintre ele este mai mică de 50 m. În funcţie de configuraţia generală a terenului se pot forma ogaşe drepte sau neramificate orientate pe linia de cea mai mare pantă, care se formează îndeosebi pe versanţi plani, la o înclinare a terenului mare (50-60%) şi ogaşe ramificate în cazul versanţilor mai frământaţi.

O mare influenţă asupra ogaşelor, în ceea ce priveşte adâncimea şi lăţimea, o are substratul litologic. În cazul rocilor argiloase sau marnoase, ogaşele au o formă mai mult lată decât adâncă pe când la rocile loessoide şi nisipoase, adâncimea depăşeşte lăţimea.

Ravenele

În literatura de specialitate apar numeroase definiţii ale ravenelor, aproape fiecare autor care s-a ocupat de acestea s-a simţit obligat să ofere şi o definiţie, de obicei însoţită de multe calificative şi indicaţii, din dorinţa de a-i da consistenţă.

Iată, spre exemplu, o astfel de definiţie dată de Societatea de Conservare a Solului din America (1982) (cit. de Maria Rădoane şi colab., 1999): "*O albie sau o vale miniaturală secţionată de scurgerea concentrată, dar prin care apa curge de obicei în timpul şi imediat după precipitaţii sau topirea zăpezii; poate fi dendritică sau rămuroasă sau poate fi liniară, mai mult lungă, îngustă şi de lăţime uniformă. Distincţia între ravenă (gully) şi rigolă (rill) se face pe baza adâncimii* (Figura 12.5). *O ravenă este suficient de adâncă încât să nu fie astupată de lucrările agricole obişnuite, în timp ce rigola este mai puţin adâncă şi poate fi astupată de lucrările agricole obişnuite…*"

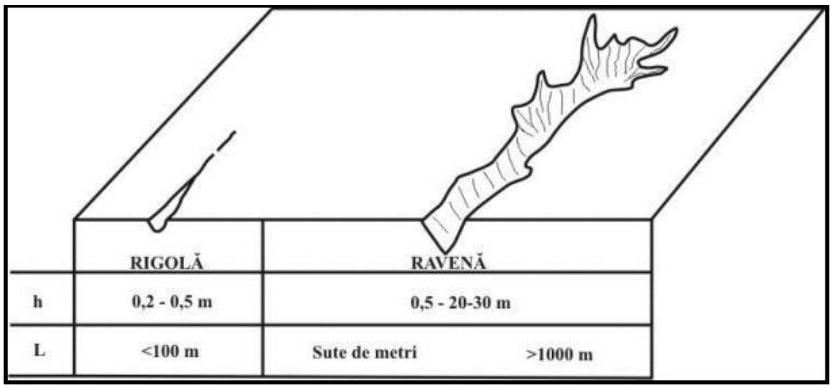


Figura 12.5. Răspândirea eroziunii în adâncime în România (după ISPIF Bucureşti, 1992)

Ravenele reprezintă de fapt forma cea mai avansată a eroziunii de adâncime, formându-se în urma dezvoltării în lungime, adâncime şi lăţime a ogaşelor.

Adâncimea ravenelor este mai mare de 2 m putând ajunge la 20-30 m, lăţimea poate atinge chiar 100 m, iar lungimea variază de la câţiva zeci de metri la câţiva kilometri.

Spre deosebire de rigolă şi ogaş, fundul ravenei nu mai are aceeaşi pantă cu cea a versantului, ci o pantă mai mică, de regulă ravena adâncindu-se în partea superioară sau dezvoltându-se în trepte, datorită alternanţei diferitelor roci. Ravenele se dezvoltă în principal în roca mamă, stratul de sol fiind depăşit, astfel că variaţia tipurilor de ravene se datorează naturii rocilor în care se dezvoltă.

Dezvoltarea în lungime a ravenei se face prin vârful sau vârfurile acesteia, înaintând spre amonte şi ajungând uneori până la cumpăna apelor, dacă nu se iau măsurile corespunzătoare (Figura 12.6). Dezvoltarea în lăţime a ravenei are loc prin surparea malurilor, iar în adâncime prin eroziunea de fund, până când se atinge un profil longitudinal relativ stabil (Figura 12.7).

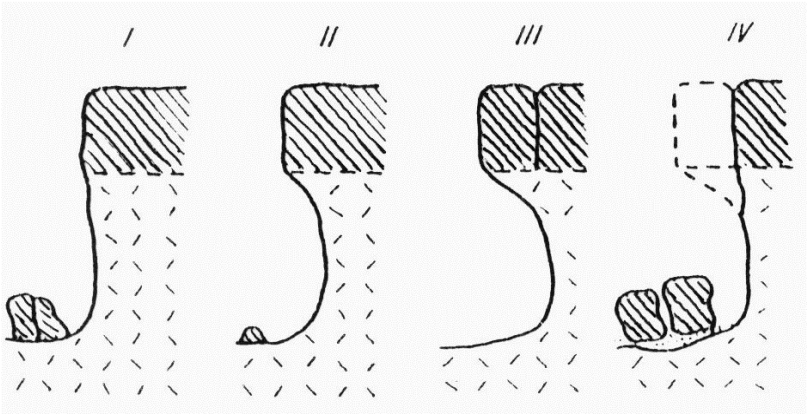


Figura 12.6. Înaintarea capului ravenei
I – II – III – IV fazele succesive

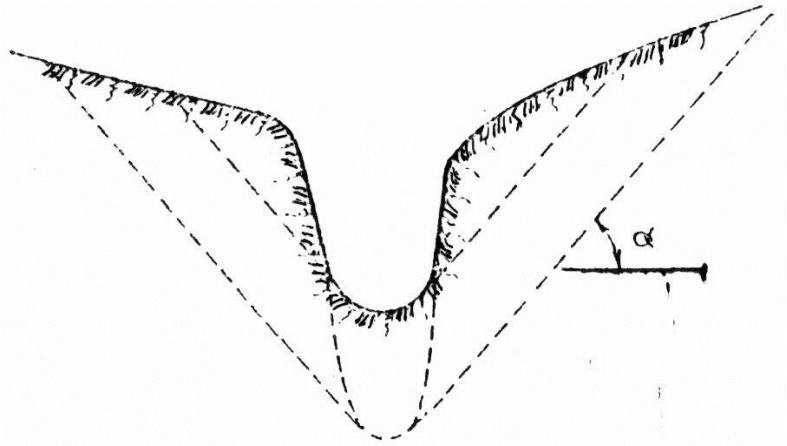


Figura 12.7. Dezvoltarea malurilor ravenei din formă de U în formă de V şi prin adâncime

În funcţie de **intensitatea procesului de eroziune**, ravenele se clasifică în trei tipuri şi anume:

- ravene cu dezvoltare înceată – acestea înaintând regresiv cu 1 m/an;
- ravene cu dezvoltare mijlocie sau medie – care înaintează cu 1-3 m/an;
- ravene cu dezvoltare puternică – înaintează cu mai mult de 3 m/an.

După **lungimea** lor, Băloiu (1965) (citat de Maria Rădoane şi colab., 1999), clasifică ravenele astfel:

- ravene scurte – cu lungimea de până la 300 m;
- ravene lungi – între 300-1000 m;
- ravene foarte lungi – de peste 1000 m.

În cea mai mare parte din cazuri, ravenele sunt ramificate; criteriul "lungime" se poate lua în considerare nu numai pentru ramura principală ci şi pentru fiecare ravenă secundară (ramificaţie).

În privinţa **adâncimii**, Moţoc şi colab. (1975) propun următoarea clasificare:

- ravene puţin adânci – 2-5 m;
- ravene adânci – 5-10 m;
- ravene foarte adânci – peste 10 m.

Pentru **mărimea suprafeţei de recepţie** la o ravenă simplă sau ramificată, propunem clasificarea adoptată de Measnicov ş.a. (1967) (citat de Moţoc şi colab., 1975):

- ravene cu bazinete mici – mai mici de 10 ha;
- ravene cu bazinete mijlocii – 10-30 ha;
- ravene cu bazinete mari – 50-100 ha;
- ravene cu bazinete foarte mari – peste 600 ha.

În funcție de **forma secțiunii transversale**, Weidelt (1976), citat de Geyik (1986) clasifică ravenele astfel (Figura 12.8):

- ravene cu secțiunea tranversală sub formă de **U** – se formează în cazul în care succesiunea stratelor intersectate au aceeași rezistență la eroziune și în special în cazul depozitelor loessoide;
- ravene cu secțiunea transversală sub formă de **V** – se formează în cazul în care stratele inferioare intersectate sunt mai rezistente la eroziune față de cele superioare (acesta este cel mai frecvent întâlnit);
- ravene cu secțiunea transversală sub formă de **trapez** – se formează în cazul în care stratele superioare intersectate prezintă aceeași rezistență la eroziune, dar substratul litologic este foarte rezistent la eroziune.

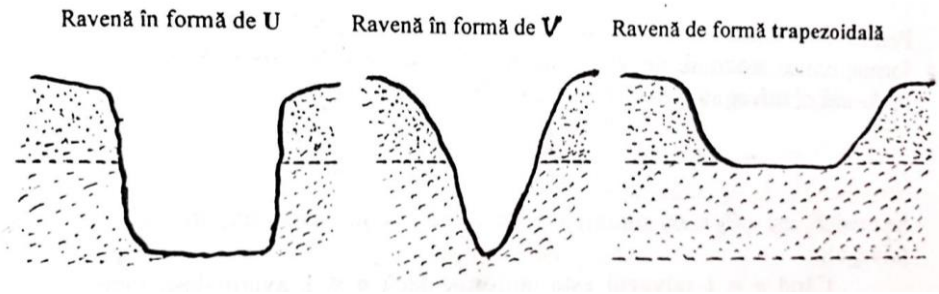


Figura 12.8. Diferite forme ale secțiunii transversale a ravenelor

După **configurația în plan**, Ireland et al. (1939) (cit. Schumm et al., 1984) clasifică ravenele în 6 grupe, astfel (Figura 12.9):

- ravene liniare – sunt lungi și înguste, au un vârf ascuțit și puține ravene secundare (tributari);
- ravene sub formă de bulb – sunt largi și spatulate la vârf, dar pot deveni liniare în partea inferioară;
- ravene dendritice – cu numeroase ramificații în zona de obârșie;
- ravene zăbrelite – au brațe și tributari care intră în ravena principală în unghi de aproximativ 90^0;
- ravene paralele – au două sau mai multe brațe paralele care se unesc în ravena principală;
- ravene compuse – sunt o combinație de două sau mai multe dintre formele de ravene menționate mai sus.

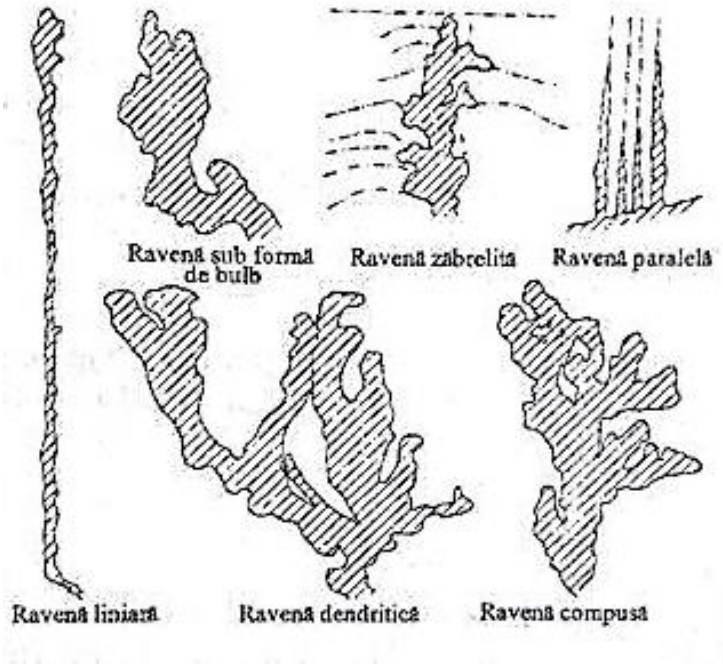


Figura 12.9. Tipologia ravenelor după configurația în plan

După **stadiul de dezvoltare** a fost propusă următoarea clasificare a ravenelor:

- ravene active în stadiul incipient;
- ravene active în stadiul evoluat;
- ravene stabilizate parţial;
- ravene stabilizate total.

Ravenele active în stadiul incipient pot constitui tranziţia ogaş-ravenă care apare când adâncimea formaţiunii depăşeşte pe cea a ogaşului şi când panta talvegului devine mai mică decât panta terenului la linia malurilor.

La *ravenele active, incipiente şi evoluate*, dezvoltarea este puternică în toate cele trei dimensiuni (lungime, adâncime şi lăţime), iar linia talvegului este neregulată, cu pante variabile şi chiar cu trepte de căderi naturale.

La *ravenele stabilizate parţial* se diferenţiază sectoare în partea inferioară cu acţiunea predominantă de transport şi sectoare în partea superioară şi pe ramificaţii cu acţiunea de săpare atenuată. Linia talvegului tinde spre profilul longitudinal format, taluzele de mal capătă valori ale pantei taluzelor naturale, iar pe fâşia de fund şi pe taluzele de mal din partea inferioară a ravenei începe să se stabilească vegetaţia.

La *ravenele stabilizate total* încetează dezvoltarea lor în toate sectoarele şi sunt înţelenite sau împădurite; în acest stadiu formaţiunea reprezintă tranziţia spre viroagă.

După locul de formare, ravenele pot fi:

- de maluri
- de pe talveguri şi
- de versant.

Ravenele de maluri au un bazin hidrografic redus (până la 2-3 ha), care numai rareori ajunge la 5 ha, au lungimi reduse de circa 20-100 m şi sunt puţin ramificate. În dezvoltarea acestor ravene un rol deosebit îl are panta malurilor şi a versanţilor alăturaţi, dar şi acumulările de zăpadă din timpul iernii care pot oferi primăvara multă apă.

Ravenele de pe talveguri se dezvoltă pe fundul văiugelor şi văilor, din cauza unei scurgeri concentrate mai puternice. Bazinele de recepţie ale acestor ravene sunt mari, iar declanşarea eroziunii se datorează unor defrişări şi desţeleniri masive în bazinele hidrografice respective, ceea ce poate duce, chiar pe

pante mici, la scurgeri superficiale foarte mari. Reţeaua pe care se scurge apa realizează o pantă mare, care se stabilizează oarecum, rămânând mai activ numai vârful prin care ravena avansează regresiv.

Ravenele de versant se formează mai ales pe versanţii concavi şi au dezvoltarea cea mai mare în partea cea mai abruptă a acestora. În porţiunile mai puţin înclinate ale acestor versanţi se formează conul de dejecţie, unde se depune cea mai mare parte a materialului erodat. Prin dezvoltarea fundului ravenelor de versant se ajunge destul de repede la nivelul văii în care debuşează, vale care constituie baza de eroziune a respectivei ravene. De obicei, ravenele de versant au o lăţime de 5-6 m şi adâncime de 2-5 m; uneori atingând adâncimi şi de 10 m. Crescând foarte repede în lungime, ravenele de versant fragmentează puternic terenurile agricole, împiedicând executarea mecanizată a lucrărilor agricole.

Extinderea şi adâncirea ravenelor se datorează scurgerii superficiale care se concentrează (Figura 12.10).

Cu toate că procesele eroziunii în adâncime se diferenţiază în funcţie de condiţiile locale, dezvoltarea ravenelor poate fi diferenţiată prin patru faze.

Faza I (copilăria) se caracterizează prin dimensiunile reduse ale formaţiei torenţiale şi prin menţinerea unui paralelism dintre panta fundului ravenei şi a versantului.

În *faza a II-a (tinereţea)*, faza de adâncire şi de dezvoltare regresivă accentuată prin vârf, dispare paralelismul dintre panta fundului formaţiei şi teren.

Faza a III-a (maturitatea) reprezintă faza cea mai activă de dezvoltare în lungime, lăţime şi adâncime.

Faza a IV-a (bătrâneţea) este caracterizată prin aspect de stabilizare şi stingere a activităţii ravenei, ceea ce se poate recunoaşte prin începerea instalării vegetaţiei pe această formaţiune sau pe o porţiune din ea. De obicei, stabilizarea începe din partea finală şi progresează lent spre amonte.

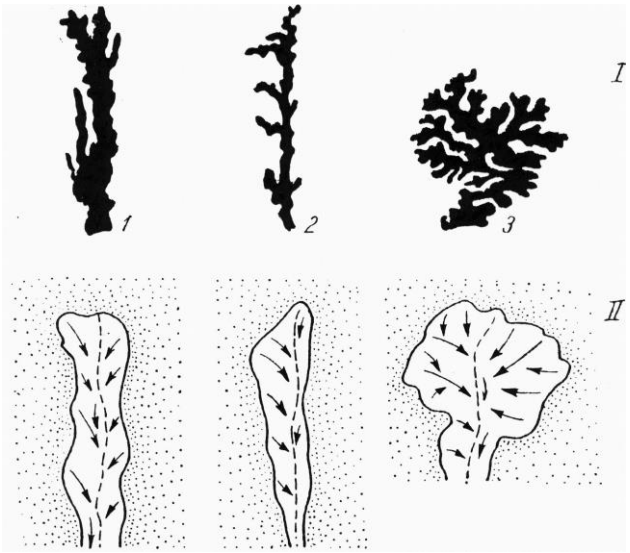


Figura 12.10. Ravene văzute de sus: I – vedere generală; II – modul cum se scurge apa

În cazul în care dezvoltarea ravenei încetează în mod natural, când malurile ajung la panta naturală a taluzului şi se stabilizează, vegetaţia punând stăpânire pe acestea, iar eroziunea de fund este neglijabilă, ravena se transformă într-o viroagă, intensificându-se totodată procesul de solificare.

Spre deosebire de ravene, care se întâlnesc în zonele deluroase, în zonele premontane şi montane apare o formaţiune specifică, acestora numită **torent**, care afectează de regulă suprafeţe aparţinătoare fondului silvic. Torentul este un curs de apă cu sau fără debit permanent şi regim hidrologic specific ce se caracterizează prin viituri mari care se produc de regulă brusc, au o durată scurtă şi un grad ridicat de încărcare cu materiale a curentului de apă (pietriş, bolovani etc.).

Reţeaua de scurgere a torentului poate fi simplă, având în componenţă numai o ravenă, văiugă, vâlcea sau o vale seacă sau poate fi ramificată, cuprinzând pe diferite sectoare mai multe forme ale eroziunii în adâncime, indiferent dacă acestea sunt rezultate ale eroziunii contemporane sau ale eroziunii vechi.

Este necesar să se facă distincţie între elementele reţelei hidrografice, formate prin eroziunea normală şi formele eroziunii accelerate în adâncime. În urma eroziunii normale se disting următoarele forme: văiuga, vâlceaua, valea seacă şi valea râului.

În general, formele de eroziune se asociază între ele şi eroziunea de suprafaţă avansează spre eroziunea în adâncime; dar se ivesc şi cazuri de trecere bruscă la formaţiuni avansate.

În bazine hidrografice mari, denumite bazine torenţiale se realizează asociaţiile cele mai complexe ale formelor de degradare a solului. Aceste asociaţii poartă numele de formaţiuni torenţiale sau organisme torenţiale.

O formaţie torenţială fie că este ogaş, ravenă sau torent, se compune din trei părţi (Figura 12.11).

1. *bazinul de recepţie* – este partea superioară a formaţiei torenţiale de pe care se colectează cea mai mare parte din apele de scurgere. În această zonă predomină procesele de eroziune în suprafaţă, iar formaţiile de eroziune sunt din ce în ce mai mici şi mai rare, cu cât înaintăm spre partea superioară a bazinului de recepţie. Totuşi, uneori ravenele adânci pot ajunge până lângă cumpăna apelor.

2. *canalul de scurgere* este situat în partea mijlocie a formaţiei torenţiale. Prin canalul de scurgere se evacuează scurgerea lichidă şi solidă colectată din bazinul de recepţie. Această parte a formaţiei torenţiale se caracterizează prin cele mai intense procese de eroziune în adâncime, combinate cu surpări şi alunecări de maluri.

3. *conul de dejecţie* este partea inferioară a formaţiei torenţiale, caracterizată prin depunerea materialelor erodate transportate de apă. Atunci când torentul debuşează într-un curs de apă permanent, care antrenează materialul transportat de formaţia torenţială, conul de dejecţie lipseşte.

Majoritatea cercetătorilor consideră panta terenului și suprafața de colectare ca fiind parametrii morfometrici de bază în formarea și evoluția formațiunilor de adâncime. Eroziunea în adâncime începe dacă suprafața de colectare generează un anumit volum al scurgerii la o anumită energie a reliefului (panta locală).

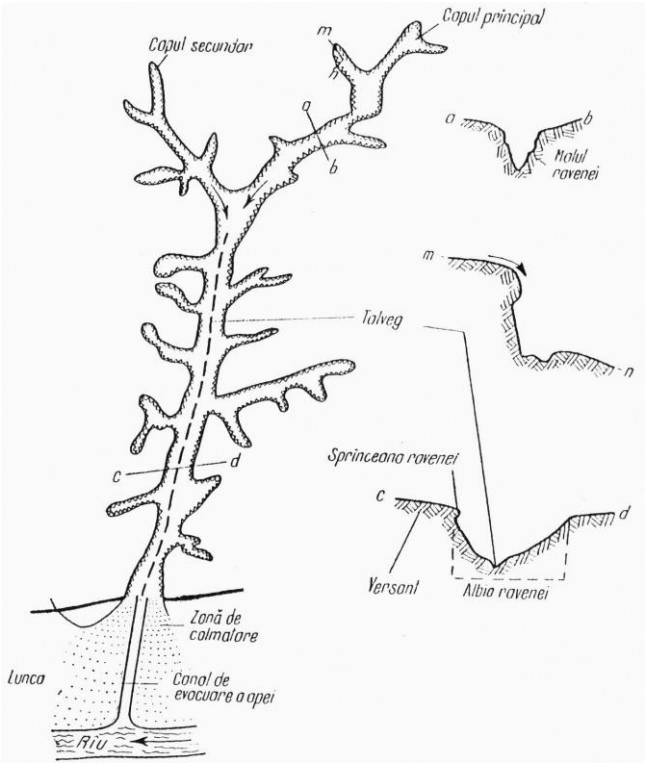


Figura 12.11. Formaţiunea torenţială – componente:
m – n; a – b; c – d – secţiuni transversale

Formarea vârfului unei ravene, prin incizia în teren produsă ca urmare a scurgerii concentrate de suprafață și avansarea regresivă a vârfului acestei formațiuni, sunt prezentate schematic în Figura 12.12.

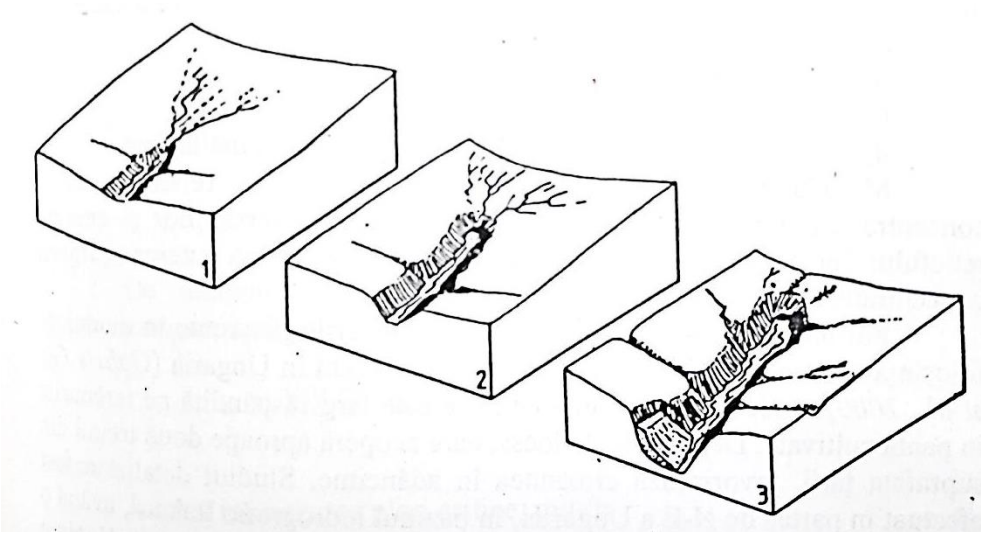


Figura 12.12. Formarea și evoluția unei ravene ca urmare a scurgerilor concentrate pe la vârf și a prăbușirilor de maluri (schiță)

12.2.2. Eroziunea eoliană

Generalităţi

În multe ţări ale lumii, acest fel de eroziune este tot aşa de importantă ca şi cea produsă de apă. Ea este mai puţin observabilă, însă efectele ei pot fi destul de dăunătoare.

Între eroziunea produsă de apă şi cea eoliană sunt următoarele deosebiri:

- eroziunea produsă de apă se manifestă de regulă într-un singur sens, şi anume, în sensul pantei, iar materialele sunt transportate în direcţia mărilor sau a altor recipienţi naturali, pe câtă vreme eroziunea eoliană, nefiind influenţată de gravitaţie aşa de mult ca cea produsă de apă, se manifestă în orice direcţie;

- eroziunea produsă de apă se dezvoltă numai pe terenurile cu relief accidentat, cu pante, pe când cea eoliană se manifestă pe orice formă de relief, dar mai cu seamă, pe şesurile întinse;

- eroziunea produsă de apă se manifestă mai intens în regiunile cu precipitaţii multe, pe când cea eoliană în regiunile secetoase;

- eroziunea produsă de apă poate fi la suprafaţă şi în adâncime, pe când cea eoliană numai la suprafaţă.

În ţara noastră, eroziunea eoliană afectează peste 345.000 ha situate în zona nisipurilor şi solurilor nisipoase de pe terasele Dunării din Oltenia, zonele din stânga Jiului, Câmpia Bărăganului, Lunca şi Delta Dunării, litoralul Mării Negre, sudul Moldovei, Câmpia Tisei în zona de la Valea lui Mihai-Carei, Câmpia Transilvaniei, luncile râurilor interioare. Din totalul acestei suprafeţe, aproximativ 150.000 ha sunt ocupate de nisipuri mobile şi semimobile (Pop L. Şi colab., 1977 – citat de Lulea C., 1997). Pe glob, suprafaţa ocupată de nisipuri reprezintă 7% din suprafaţa uscatului.

Mecanismul şi consecinţele eroziunii eoliene

Eroziunea eoliană sau eroziunea prin vânt este procesul de desprindere, transport şi depunere a particulelor solide de la suprafaţa solului în urma mişcării maselor de aer.

Eroziunea propriu-zisă a solului sau a rocii se manifestă în natură sub două forme caracteristice denumite în mod curent: deflaţie sau denudare eolică şi coraziune.

Deflaţia este procesul de spulberare a particulelor fine de sol sau rocă. Ea constă din două faze distincte: desprinderea particulelor şi transportul lor. Aceste două faze, precum şi mărimea particulelor antrenate depind direct de viteza vântului.

Dr. Juva şi I. Cablic, 1954 (citaţi de Moţoc şi Trăşculescu – 1959) arată că între viteza vântului şi diametrul particulelor există următoarea relaţie (stabilită de ing. M.A. Velikanov).

$$\frac{V^2}{g \cdot d} = \alpha + \frac{\beta}{d}$$

unde:

v – viteza vântului

g – acceleraţia gravitaţională

d – diametrul particulelor

α – coeficient cu valoarea 14

β – coeficient cu valoarea 0,006

Fenomenul de deflaţie se produce când forţa de antrenare a vântului depăşeşte forţele de rezistenţă ale particulelor, reprezentate îndeosebi prin greutatea, coeziunea, mărimea şi forma acestora.

După cercetările întreprinse de N.P.Malinkov (citat de C.Traci, 1966), la viteza de 0,5-4 m/s, vântul nu antrenează particulele de sol. La viteza de 4-7 m/s sunt antrenate particulele cu diametrul sub 0,5 mm la 7-11 m/s, particule cu diametrul de 0,5-1 mm, la 11-17 m/s, particulele de 1-2 mm şi la 17-28 m/s, particulele de 2-4 mm.

Transportul particulelor de către vânt se face fie sub formă de suspensie, la diferite înălţimi de la sol, fie prin rostogolire. Cercetările de laborator ale lui W.S.Chepil (1854) (citat de C.Traci, 1966) au arătat că majoritatea particulelor de sol (62-97%) sunt transportate sub formă de suspensie în zona de până la 1 m înălţime, prin salturi (rafale ale vântului). Aceste particule au în general diametrul între 0,05-0,5 mm. Particulele mai mari de 0,5 mm, fiind mai grele sunt transportate mai mult prin rostogolire la suprafaţa solului, aceasta depinzând însă şi de viteza vântului.

În ceea ce priveşte distanţa de transport a materialelor, aceasta depinde în mare măsură de diametrul particulei, relief, obstacole artificiale, umiditatea aerului, înălţimea de transport etc. Particulele minerale foarte fine sunt ridicate de

către vânt la înălţimi mari, de sute de metri şi chiar kilometri şi transportate pe distanţe uriaşe. Astfel, în aprilie 1960, vântul a transportat pulberi din stepele fostei Uniuni Sovietice până deasupra ţării noastre. Particulele mari şi elementele grosiere, din contră, nu pot fi transportate decât pe distanţe mici şi de către vânturi de intensitate mare (furtuni, uragane).

Coraziunea este procesul de roadere a rocilor de către aerul în mişcare încărcat cu particule solide. Acest proces urmează deflaţiei şi este în strânsă legătură cu aceasta. Coraziunea nu se poate produce fără să aibă loc în prealabil deflaţia, în timp ce deflaţia poate să se producă şi fără să fie urmate de coraziune.

Acest lucru se întâmplă, de obicei, în deşerturile nisipoase, presărate cu aflorimente formate din roci dure. Acestea sunt continuu roase (şlefuite) de firele de nisip transportate de vânt. Deoarece aerul din apropierea suprafeţei terenului este încărcat cu mai multe particule de nisip, coraziunea este mai puternică la baza aflorimentelor stâncoase, acestea luând treptat forme de ciupercă.

Sedimentarea eoliană este procesul de depunere a particulelor materiale rezultate în urma coraziunii şi îndeosebi a deflaţiei. Acest proces de depunere are loc atunci când vântul îşi micşorează viteza şi acest lucru se realizează de obicei în locurile mai adăpostite, unde viteza vântului este diminuată. Cercetările referitoare la stabilirea cantităţii de sol erodat sau spulberat de vânt sunt puţin numeroase. Chepil şi Woodruff (1954) au stabilit următoarea formulă de calcul în acest scop:

$$E = A \cdot \frac{L}{(R \cdot K)^a}$$

unde:

E – cantitatea de sol erodat pe unitatea de suprafaţă (t/ha)

A şi a – constante

L – procesul de particule cu diametrul mai mic de 0,84 mm (%), care se determină prin cernerea soklului uscat,

K – rugozitatea suprafeţei solului, reprezentată prin înălţimea denivelărilor determinate de lucrările solului

R – cantitatea de resturi vegetale existente la suprafaţa solului, care se determină prin cântărire.

Se consideră că pierderile de sol sub 0,5 t/ha sunt nesemnificative, între 0,5-12 t/ha moderate, iar când pierderile de sol depăşesc 12 t/ha, eroziunea este foarte puternică.

Formele eroziunii eoliene sunt legate în general de cele trei aspecte mari ale acestui proces, prezentate anterior: deflaţia, coraziunea şi depunerea eolică. Terenurile pe care se manifestă eroziunea eoliană pot fi denumite astfel: terenuri denudate eolic, terenuri erodate eolic şi terenuri de acumulare eoliană.

Deoarece multe din caracteristicile formaţiunilor finale ale eroziunii eoliene sunt strâns legate de caracteristicile nisipurilor, este prezentată o clasificare a nisipurilor după stabilitate. Avem astfel:

- nisipuri mobile sau zburătoare;
- nisipuri semimobile;
- nisipuri imobile sau fixe.

Nisipurile mobile sunt cele mai uşor spulberate de vânt. Acestea sunt lipsite sau foarte sărace în humus (sub 0,5% humus), conţin sub 5% material argilos şi sunt în mod practic necoezive. Sunt în general lipsite de vegetaţie, sau dacă aceasta există este foarte rară.

Nisipurile semimobile sunt ceva mai greu spulberate de vânt, şi anume de vânturile mai puternice, deoarece ele au o oarecare coeziune dată de conţinutul de 5-10% în argilă şi 0,5-1% humus, precum şi de înţelenirea lor slabă când nu sunt cultivate.

Nisipurile imobile sau fixate (în urma unor lucrări de fixare) sunt, în general, foarte greu spulberate de vânt sau nu sunt spulberate deloc. În general, ele conţin 1-1,5% humus, 10-15% material argilos şi sunt acoperite cu o vegetaţie consistentă.

După origine, nisipurile pot fi: lacuste, glaciare, marine şi fluviatile, utlimele două găsindu-se cel mai frecvent şi la noi în ţară.

De asemenea, după compoziţia mineralogică, nisipurile pot fi: cuarţifere (bogate în SiO2) şi calcaroase . În general, la noi în ţară nisipurile fluviale sunt mai mult silicioase, iar cele marine sunt în mare parte calcaroase.

Legat de principalele formaţiuni ale eroziunii eoliene care se pot forma pe aceste nisipuri amintim: muşuroaiele de nisip, valurile, movilele, dunele şi barhanele.

Muşuroaiele de nisip – se formează pe nisipuri lipsite de vegetaţie şi constituie primul stadiu în mişcarea nisipurilor mobile. Aceste muşuroaie au înălţime mică sunt nestabile (în funcţie de direcţia vântului) şi se formează în jurul tufelor de arbuşti, smocuri de iarbă etc.

Valurile de nisip se prezintă sub forma unor coame continui, cu doi versanţi, unul spre vânt şi celălalt opus acestuia, ambii cu aceeaşi înclinare a taluzului. Nu depăşesc 20 m şi de obicei sunt acoperite cu vegetaţie. Între aceste valuri rămân depresiuni în care, primăvara poate stagna apa.

Movilele de nisip au forma unor calote putând ajunge până la 10 m înălţime. Se formează pe terasa I a râurilor şi uneori pe terasele a doua şi a treia. Se întâlnesc frecvent pe terasa Dunării, nisipul lor fiind în mare parte solificat.

Dunele sunt în general, formate din nisipuri mobile sau semimobile, situate în imediata apropiere a liniei de lovire a valurilor de mal, pe o fâşie îngustă de câţiva zeci de metri, în lungul malurilor râurilor sau mărilor, având lungimi ce pot atinge sute de km. Se întâlnesc şi dune vechi, cu nisipul stabilizat şi acoperite de o vegetaţie consistentă. Dunele prezintă aproape întotdeauna un taluz uşor concav spre vârful dominant, cu o pantă de 2-15° şi un taluz mai înclinat, opus vântului, cu o pantă de 30-35°. În general, dunele nu sunt fixe, ele înaintând continuu în direcţia spre care bat vânturile dominante (Figura 12.13).

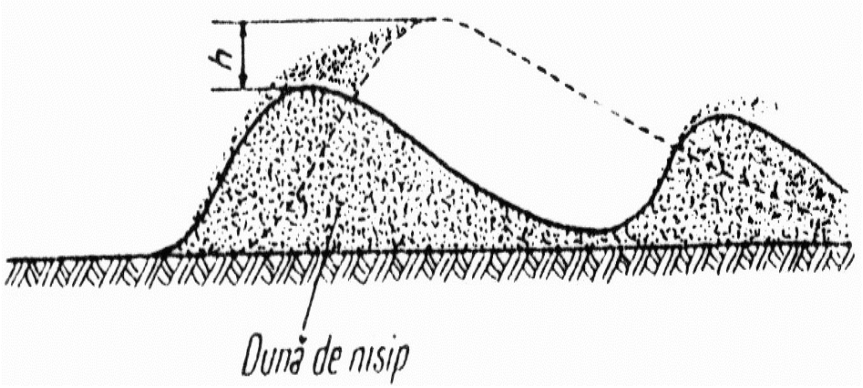


Figura 12.13. Înaintarea dunelor: linia punctată arată deplasarea dunei; h – eventuala creştere a înălţimii dunei, când aportul de nisip sporeşte

Înălţimea dunelor nu depăşeşte 20-30m, iar distanţa dintre ele 50 – 200 m (rar 400 – 500 m). În spaţiul acesta dintre dune (interdune), vegetaţia îşi găseşte condiţii bune de dezvoltare.

Barhanele de nisip au formă de potcoavă şi iau naştere atunci când vântul întâlneşte anumite obstacole. Iniţial se formează movile de nisip în faţa şi în spatele obstacolului impermeabil, care cu timpul se unesc, nisipul depus depăşind obstacolul şi mărind movila; apoi nisipul adus de vânt înaintează pe marginile movilei, dându-i formă de potcoavă.

Consecinţele eroziunii eoliene

Eroziunea eoliană produce o serie de efecte negative.

Terenurile arabile suferă foarte mult de pe urma acestui proces: solul este foarte subţiat pe unele locuri datorită deflaţiunii eoliene, iar pe alte locuri este acoperit prin depozitarea materialelor transportate de vânt, ceea ce provoacă o distrugere a structurii şi o capilaritate pronunţată care măreşte pierderea apei din sol prin eroziune.

Spulberarea nisipului, mai ales în urma semănăturilor de primăvară, are ca efect desoperirea seminţelor şi transportul lor odată cu nisipul, iar dacă a avut loc răsărirea, dezrădăcinează plantele tinere pe care le transportă în altă parte. La viteze mari ale vântului, particulele antrenate de acesta pot lovi părţile aeriene ale plantelor tinere, rănindu-le şi în final acestea se pot usca.

Există posibilitatea ca nisipul antrenat de vânt să se depună peste culturile abia răsărite care, datorită acoperirii parţiale sau totale sunt asfixiate.

Pe lângă modificarea reliefului prin apariţia acelor formaţiuni tratate anterior, în perioada vânturilor dominante cu viteze mari, se declanşează furtuni de nisip care pun în pericol căile de comunicaţii, aşezări omeneşti, obiective industriale, colmatează canale de desecare şi de irigaţie etc.

În urma unui asemenea proces de eroziune eoliană, scăpat de sub control, pe terenurile agricole se pot forma adevărate deşerturi pietroase şi nisipoase.

Factorii care determină eroziunea eoliană

Aceşti factori se pot grupa în două mari categorii, şi anume:

- factori naturali;
- factorii antropici.

Factorii naturali care determină eroziunea eoliană sunt: clima, relieful şi microrelieful, solul şi roca mamă şi vegetaţie.

Factorul climă este reprezentat de agenţii dinamici externi cei mai activi ce au cauzat apariţia şi dezvoltarea procesului de eroziune, şi anume: vântul, precipitaţiile şi temperatura.

Vântul, ca factor determinant al eroziunii eoliene, are o influenţă deosebită prin viteză, frecvenţă şi durată. Declanşarea procesului de eroziune depinde în primul rând de viteză, în sensul că pe măsură ce aceasta creşte, se declanşează spulberarea grăunciorilor de nisip şi este influenţată distanţa şi înălţimea la care sunt ridicate. De obicei, pe nisipuri şi soluri nisipoase, vânturile dominante bat cu

viteze mari, cuprinse între 4 şi 15 m/s, cu frecvenţă mare în primăvară, în lunile martie şi aprilie şi în toamnă, adică atunci când solurile sunt lipsite de vegetaţie.

Precipitaţiile scăzute şi perioadele lungi de secetă completate de temperaturi ridicate determină uscarea solurilor şi a tereburilor nisipoase, fapt care duce la slăbirea coeziunii particulelor şi deci uşurarea spulberării lor de către vânt. Din acest motiv în regiunile subdeşertice şi deşertice, cu temperaturi foarte ridicate şi precipitaţii scăzute, eroziunea eoliană se manifestă pe suprafeţe imense, acestea fiind practic pustiuri acoperite de nisipuri zburătoare.

Relieful este un factor al eroziunii eoliene prin panta terenului, expoziţia faţă de vânturile puternice, configuraţia etc. În ţara noastră, aşa cum s-a arătat, eroziunea eoliană afectează regiunile de câmpie. Există însă suprafeţe restrânse de terenuri cu soluri nisipoase care sunt afectate de eroziunea eoliană şi în regiunile cu relief frământat, spre exemplu în Podişul Moldovei (Bârlad, jud. Vaslui şi Bujoru, jud. Galaţi). Pe versanţii cu pante mai mari, expuşi direct vânturilor, eroziunea eoliană se manifestă mai puternic decât pe terenurile mai puţin înclinate. Spre deosebire de eroziunea prin apă, care se produce numai în sensul pantei, eroziunea prin vânt se produce şi în sensul invers pantei.

În regiunile de câmpie, microrelieful influenţează puternic eroziunea eoliană. Porţiunile de teren mai ridicat, reprezentând de exemplu vârfuri de dune, sunt cele mai expuse deflaţiei. Netezirea acestora măreşte însă pericolul eroziunii în general pe toată suprafaţa şi de aceea pe terenurile nivelate sau plane lucrările care măresc rugozitatea suprafeţei (brazde, biloane, rigole) contribuie la micşorarea eroziunii.

Proprietăţile solului joacă un rol foarte important în desfăşurarea procesului de eroziune eoliană, solul fiind un element asupra căruia se exercită direct influenţa distructivă a vântului. Dintre proprietăţile solului o mare importanţă prezintă textura şi structura.

Sunt supuse deflaţiei mai ales solurile care conţin peste 90% nisip, sărace în humus. Cu cât creşte conţinutul de argilă cu atât mai mult creşte coeziunea solurilor şi respectiv rezistenţa lor la eroziunea eoliană. Cel mai uşor spulberate de vânt sunt nisipurile fine lipsite de coeziune, care au fost deja mişcate de vânt dintr-un loc în altul şi au devenit astfel nisipuri mobile.

O atenţie mare trebuie să se acorde formării şi păstrării unei structuri stabile la suprafaţa solului, ştiut fiind faptul că agregatele cu diametrul mai mare de 1 mm sunt foarte greu antrenate de vânt.

În ceea ce priveşte roca mamă, în ţara noastră substratul litologic al solului este în cea mai mare parte format din roci foarte uşor erodabile (nisipuri, prundişuri, loess) şi mijlociu erodabile (marne, argile, calcare, gresii). Cu cât duritatea şi coeziunea rocilor este mai mare, cu atât creşte rezistenţa lor la coraziune. În general, sunt mai rezistente rocile cristaline, granitele, dacitele, andezitele şi chiar şisturile cristaline.

În cazul în care la suprafaţă apar roci cu rezistenţe diferite, acestea sunt erodate cu intensităţi variate, profilul terenului căpătând astfel un aspect neregulat. Vegetaţia naturală a constituit şi constituie un element care oferă o foarte bună protecţie împotriva eroziunii eoliene. Dacă vegetaţia, erbacee sau lemnoasă, este bine încheiată atenuează considerabil sau chiar anihilează viteza vântului la suprafaţa solului, iar pe de altă parte, rădăcinile plantelor măresc coeziunea şi deci rezistenţa solului la eroziune.

În cazul vegetaţiei cultivate, care necesită lucrări de mobilizare a solului, cum sunt prăşitoarele, acestea oferă o protecţie mai slabă împotriva eroziunii eoliene, iar în unele cazuri o pot chiar accelera.

În ceea ce priveşte factorul antropic, omul are o influenţă considerabilă asupra eroziunii eoliene. Influenţa omului poate fi negativă în cazul în care acesta acţionează în sensul distrugerii scutului vegetal, prin defrişări, păşunat abuziv, prin orientarea greşită a parcelelor, lipsa asolamentelor, aplicarea unei agrotehnici necorespunzătoare etc.

Omul poate avea şi o influenţă pozitivă prin acţiunile sale de combatere a eroziunii eoliene, acoperirea terenului cu vegetaţie etc.

12.3. PRINCIPALII FACTORI CE INTERVIN ÎN PROCESUL DE EROZIUNE

Factorii care influenţează eroziunea solului pot fi grupaţi în două categorii mari: **factori naturali** (factori climatici – regimul precipitaţiilor, temperatura, vânturile; factori de relief – panta, lungimea şi forma versanţilor, expoziţia etc.; factori litologici – natura rocii mame, alternarea rocilor de natură diferită etc.; factori edafici – permebilitatea, textura, structura, conţinutul de schelet etc.) şi **factori antropici** sau social-economici (Dîrja, 2000; Toiy et al., 2002; Gobin et al., 2004; Eckelmann, 2006).

Factorii ce influenţează eroziunea solului: factori cauzali, ce favorizează eroziunea solului; factori favorizanţi sau condiţionali. Aceşti factori se întrepătrund reciproc. Factorii cauzali sunt agresivitatea pluvială alături de factorul antropic care reacţionează necorespunzător. Factorii favorizanţi – relieful, solul, roca, vegetaţia.

Precipitaţiile

Precipitațiile pot fi din ploile torenţiale sau pot rezulta din topirea bruscă a zăpezilor. Nu orice ploaie şi în orice condiţii produce eroziunea solului, ploaia se caracterizează printr-o anumită mărime numită intensitatea ploii (i) care reprezintă cantitatea de apă căzută raportată la unitatea de timp ($i \geq 0,5$ mm/minut, după Berg). Histograma ploii – cu nucleu constant, cu nucleul la începutul ploii, la mijloc, la sfârşit, cu două nuclee.

Agresivitatea pluvială

Agresivitatea pluvială – reprezintă forţa cu care picăturile de ploaie acţionează asupra solului (în România Stănescu, $I_{15} = i_{15} \cdot P^{0,5}$) unde I_{15} – agresivitatea pluvială, i_{15}- nucleul ploii pe 15 minute, P – cantitatea de precipitaţii căzută pe durata ploii. Indicatorul (i_{15}) pentru fiecare ploaie însumat reprezintă indexul de ploaie anual. Energia cinetică a picăturilor de ploaie depinde de intensitatea ploii torenţiale, de durata ploii torenţiale, de mărimea picăturilor de ploaie, de viteza de cădere a acestora.

Mărimea picăturilor de ploaie

Mărimea picăturilor de ploaie depinde de înălţimea la care se află norii, intensitatea ploii, viteza vântului. Diametrul picăturilor cele mai mari sunt de d = 6 – 8 mm, cele mai frecvente sunt de 2 – 3 mm. La o creştere a diametrului picăturilor de la 1 – 5 mm, realizată la metoda infiltrometrului, eroziunea creşte de trei ori. Determinarea diametrului picăturilor s-a făcut cu ulei de ricin. Viteza picăturilor de ploaie depinde de: - mărimea, înălţimea de la care cad, viteza vântului (v = 2 – 9 m/s). În perioada de iarnă – ploile torenţiale ar fi de 1%; primăvara – 19%; vara – 70%; toamna – 10% (6% în luna septembrie). La o intensitate de 2,5 mm/minut, la o cantitate de apă căzută de 50 mm a rezultat o eroziune a solului de 240 t/ha. Apa rezultată în urma topirii zăpezilor are un debit mare producând eroziunea pe un sol îngheţat sau dacă solul este saturat cu apă.

Relieful - panta, lungimea versanţilor, forma versantului, expoziţia versanţilor

Panta

Panta versantului sau înclinarea versantului, reprezintă unghiul de înclinare a versantului faţă de orizontală (atunci când se exprimă în grade), sau diferenţa de nivel între două cote (atunci când se exprimă în procente).

Panta condiţionează viteza scurgerii şi deci capacitatea de erodare a suprafeţei terenului de către curenţii de apă. La o creştere a pantei de patru ori, viteza creşte de două ori.

În funcţie de pantă s-au determinat diferite înclinări ale versanţilor. Clasificarea făcută de Moţoc: înclinarea versantului i = 100%, i = 45° - versant foarte abrupt, > de această valoare, versantul este extrem de abrupt; i > 5% - se produce eroziunea solului.

Lungimea versantului

Cu cât versantul este mai lung cu atât eroziunea este mai mare. Se determină pe direcţia de cea mai mare pantă L – distanţa critică de neeroziune.

$$L^{0,3} = E \text{ (t/ha şi an)} / K \cdot S \cdot C \cdot CS \cdot (1,36 + 0,97 \cdot i + 0,138 \cdot i^2) \text{ (m)}$$

Forma versantului

Influenţează diferenţiat scurgerea şi, ca urmare, şi eroziunea. Dacă se secţionează versanţii cu un plan vertical pe linia de cea mai matre pantă, aceştia se pot prezenta sub următoarele forme: dreaptă, convexă, concavă şi sub formă de trepte.

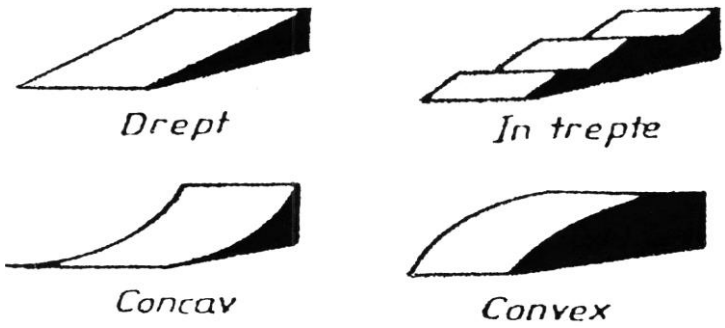


Figura 12.14. Forma versantului

Cunoaşterea formei versantului este foarte importantă, deoarece în funcţie de aceasta se stabileşte zona în care eroziunea se manifestă cel mai intens şi unde va trebui să se ia măsurile antierozionale cele mai eficace. La versanţii cu profil drept, datorită uniformităţii pe care o au, eroziunea se manifestă mai mult sau mai puţin uniform pe întreaga suprafaţă a acestora cu tendinţa de a se accentua totuşi

către baza lor. Pe versanţii de formă convexă procesul de eroziune este mai accentuat în partea din aval, adică acolo unde panta este mai mare şi destul de frecvent se întâlnesc ogaşe şi ravene. Datorită formei concave, pe aceşti versanţi, eroziunea cea mai puternică se înregistrează în partea din amonte, iar cea din aval este colmatată cu materialul erodat. Versanţii cei mai puţin afectaţi de eroziune sunt cei în trepte, întrucât viteza de scurgere a apei este diminuată datorită platformelor existente. Scurgerea şi eroziunea pe aceşti versanţi se produce asemănător celei de pe versanţii cu agroterase.

Expoziţia versantului

Versanţii cu expoziţie sudică au un aport caloric şi de luminozitate mult mai mare decât cei nordici, favorizând prin aceasta topirea bruscă a zăpezilor şi deci eroziunea. În timpul verii, aceşti versanţi se încălzesc mult mai repede şi se usucă mult mai uşor, pierzând rezerva mică de apă existentă în sol, ceea ce influenţează negativ asupra dezvoltării unei vegetaţii care să asigure o protecţie bună a solului şi de aceea aceşti versanţi sunt mai expuşi procesului de eroziune în comparaţie cu cei nordici, unde vegetaţia este mai abundentă deoarece procesul de evaporare a apei este mai lent. Astfel, pe versanţii însoriţi cu expoziţie S, S – V sau E, eroziunea este mai mare, pe aceşti versanţi solul se usucă mai repede, vegetaţia nu se dezvoltă în condiţii bune, nu constituie un scut de apărare, topirea zăpezilor mult mai bruscă precum şi fenomenul de dezgheţ (30% – 40% eroziunea mai mare decât pe versanţii umbriţi).

Solul

Solul favorizează eroziunea în mod direct prin gradul de rezistenţă şi indirect prin capacitatea de infiltraţie. Gradul de rezistenţă este în funcţie de textură, structură, densitate aparentă sau greutatea volumetrică şi conţinutul în humus. Solurile slab structurate sunt cele mai erodate, uşurinţa cu care solul se desprinde şi se erodează poartă denumirea de erodabilitate şi este influenţat în funcţie de clasele de sol. Capacitatea de infiltraţie este invers proporţională fenomenului de eroziune: infiltraţie mare – eroziune mică.

Roca

Pe rocile dure stratul de sol subţire la o ploaie torenţială este rapid spălată, faţă de cele moi la care eroziunea este puţin sesizabilă.

Vegetaţia

Vegetația este cel mai bun scut protector împotriva eroziunii solului prin reţinerea de către frunze, tulpină a picăturilor de ploaie reducând viteza de cădere

a acestora şi viteza de scurgere a apei la suprafaţa solului. Pe glob: 0,80 ha/cap de locuitor; în Europa 0,30 ha/cap de locuitor; în România 0,26 ha/cap de locuitor. Normal ar fi 0,40 – 0,42 ha/cap de locuitor. Vegetaţia ierboasă conferă o bună protecţie. Culturile – cel mai slab protector – porumb din deal în vale; cel mai bun protector – amestec de ierburi perene – leguminoase.

Factorul antropic

Condiţiile naturale – ca factori ai eroziunii solului – constituie premizele degradării solului prin eroziune, iar omul prin intervenţiile sale haotice constituie un factor carburant al acestui proces de degradare.

Activitatea distructivă a omului, uneori nebănuită, alteori cu bună ştiinţă, a constat în distrugerea pădurilor, desţelenirea terenurilor, păşunatul excesiv şi neraţional, precum şi folosirea unei agrotehnici greşite. Parcelarea terenurilor pe linia de cea mai mare pantă a impus executarea lucrărilor agrotehnice din deal în vale şi deci apariţia şi amplificarea eroziunii.

Acelaşi lucru l-au favorizat şi numeroasele drumuri trasate pe linia de cea mai mare pantă care, de regulă, s-au transformat în ogaşe sau ravene.

La amplificarea eroziunii a contribuit în mare măsură cultivarea terenurilor în mod neraţional (cultura prăşitoarelor pe terenuri cu pante mari) şi de multe ori în monocultură.

Lipsa îngrăşămintelor organice şi minerale, ca şi a celor mai simple măsuri de diminuare a scurgerilor, a favorizat distrugerea rapidă a solului prin eroziune.

Cererea în continuă creştere de cereale, determinată de creşterea populaţiei, a sporit şi sporeşte permanent solicitările la care este supus pământul şi prin aceasta se accelerează eroziunea solului. Datorită acestui proces, suprafeţele întinse de teren au devenit neproductive, fiind scoase din circuitul agricol. Eforturile depuse pentru recuperarea acestor terenuri sunt deosebite, de lungă durată şi costisitoare.

12.4. METODE DE DETERMINARE A EROZIUNII MEDII SPECIFICE

12.4.1. Metode directe de cuantificare a eroziunii solului

Metodele directe de determinare a eroziunii solului:

1. Metoda comparării profilelor de sol;
2. Metoda de măsurare cu ajutorul reperilor;
3. Metoda de măsurare cu ajutorul parcelelor de scurgere;
4. Metoda de măsurare cu ajutorul infiltrometrului.

1. Metoda comparării profilelor de sol

Metoda comparării profilelor de sol este o metodă expeditivă bazată pe măsurători ale profilelor de sol şi compararea acestora cu profilul standard.

2. Metoda reperilor amplasaţi pe terenuri degradate

Metoda reperilor amplasaţi pe terenuri degradate este bazată pe nivelmentul geometric (ca metodă de măsurare) rezultând cota exactă a terenului degradat ce va fi comparată cu cota reperului considerat ca şi cotă fixă.

3. Metoda parcelelor de scurgere

Metoda parcelelor de scurgere se foloseşte în cercetare, fiind amenajate poligoane experimentale cu mai multe parcele de scurgere.

- pluviometru – măsoară cantitatea de precipitaţii (h)
- pluviograful – determină intensitatea ploii torenţiale (i)

$$E = 10 \cdot H \cdot K \cdot r/100 \quad (m^3/ha)$$

Unde: r – turbiditatea

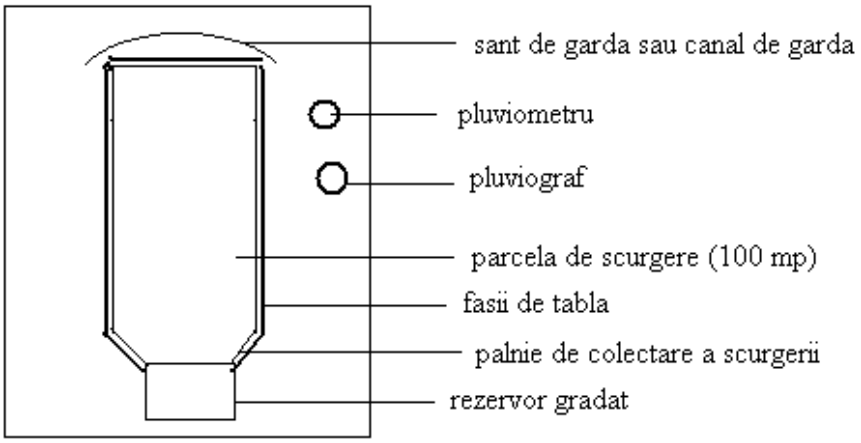


Figura 12.15. Metoda parcelelor de scurgere

4. Metoda infiltrometrului

Infiltrometrele sunt dispozitive care produc o ploaie artificială a cărei intensitate, durată şi cantitate de cădere a ploii poate fi controlată. La Braşov – cercetătorul Ciortuz s-a ocupat cu această metodă.

Clasificare:

- după suprafaţa infiltrometrului: cu suprafaţă mică < 1m^2, mijlocie între 1 - 10 m^2 şi mare > 10 m^2;
- după modul de formare a picăturilor de ploaie artificiale: infiltrometre cu fire de lână, infiltrometre cu aspersoare, infiltrometre cu site;
- după modul de alimentare: manual; cu conducte sub presiune.

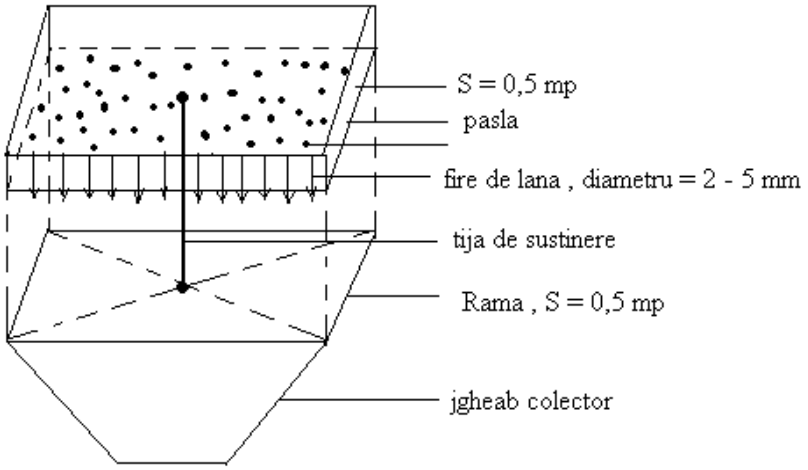


Figura 12.16. Infiltrometru

Alimentăm cuva cu apă, se formează picăturile de ploaie, scurgerea, iar în aval se determină: coeficientul de scurgere (K), turbiditatea, cantitatea de sol erodat, cantitatea de apă scursă (Was), cantitatea de apă infiltrată (Wai).

Cantitatea de sol erodată se calculează cu aceeaşi metodă:

$$E = 10 \cdot H \cdot K \cdot r/100 \quad (m^3/ha)$$

$$Was = 10 \cdot h \cdot K - 10 \cdot h \cdot K \cdot r/100 \quad (m^3/ha)$$

$$Wai = 10 \cdot h - Was$$

$$Hi = Wai/10 \ (mm)$$

12.4.2. Metode indirecte de cuantificare a eroziunii solului

Ecuaţia universală a eroziunii solului (Wichmeier) a creat o relaţie de interdependenţă. În România, academicianul Moţoc a adaptat această relaţie folosind mai multe poligoane:

$$\mathbf{E = K \cdot S \cdot C \cdot C_S \cdot L^{0,3} \cdot (1,36 + 0,97 \cdot i + 0,138 \cdot i^2)} \text{ (t/ha şi an)}$$

E – eroziunea medie specifică;

K – coeficientul de agresivitate climatică (dat pe hărţi) – indică intensitatea precipitaţiilor;

S – erodabilitatea solului sau gradul de rezistenţă a solului la eroziune (depinde de tipul de sol);

C – factor ce ia în considerare cultura de pe versantul respectiv

- cea mai defavorabilă – porumb (din deal în vale) C = 1; – pădure C = 0,001

C_s – factorul corespunzător lucrărilor hidroameliorative din zona studiată

- terenuri neamenajate $C_s = 1$; - terase $C_s = 0,15$

L – lungimea versantului pe direcţia de cea mai mare pantă (m)

– se măsoară pe planuri pentru anumite zone echivalente (TEO) – terenuri ecologic omogene

I – panta versantului

Când avem mai multe terenuri ecologic omogene

$$E = \sum E_0 S_0 / \sum S_0$$

S_0 – suprafaţa terenurilor ecologic omogene

E_0 – eroziunea specific omogenă

$$E \text{ (m}^3\text{/ha şi an)} = 1/10 \cdot E/\gamma$$

γ – greutatea volumetrică (1,6 – 1,89 g/cm^3)

Eroziunea medie specifică pentru România **E = 6 t/ha şi an**

Metoda lui Paleakov

$$\mathbf{E = W \cdot \gamma \cdot 10^{-6}} \text{ (t/ha şi an)}$$

$$W = 10 \cdot H \cdot K \text{ (volumul de apă scurs (m}^3\text{))}$$

γ – turbiditatea medie a apelor scurse date de aluviunile purtate în suspensie (g/cm^3);

H – înălţimea ploii de calcul (mm);

K – coeficientul mediu de scurgere (în funcţie de zonă);

γ – turbiditatea se determină printr-o relaţie indirectă

$$\gamma = A \cdot 10^4 \cdot I^{0,5}$$

A – coeficient de corecţie în funcţie de facorul pedologic, litologic, relief şi vegetaţie;

I – panta terenului;

$$A = a \cdot b \cdot c \cdot d$$

a – factorul pedologic; sol greu erodabil, mijlociu, uşor;

b – substratul litologic – roci dure, semidure, moi;

c – factorul de refief – versant – concav, liniar, trepte, convex;

d – factorul de vegetaţie – acoperire > 75%; 25 – 75%; < 25%.

Metoda Gaspar - Apostol

$$\mathbf{E = A \cdot (\Sigma E_0 \cdot S_0 / \Sigma S_0)} \quad (m^3/ha \text{ şi an})$$

E_0 – eroziunea medie specifică;

S_0 – suprafaţa omogenă;

A – depinde de gradul de degradare a terenului

A = 0,5 – suprafaţă mai mică de 25% degradată; A = 1 – între 25% - 50%; A = 1,5 – între 50 – 75%; A = 2 – mai mare de 75%.

Metodele prin interpretare fotogrametrică şi zboruri (din satelit) pentru areale mari de suprafaţă.

12.5. ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Definiți procesul de eroziune.

2. Enumerați patru restricții ale calității solurilor din România.

3. Clasificați eroziunea în funcție de natura agentului exterior.

4. Prezentați, pe scurt, eroziunea accelerată.

5. Enumerați fazele mecanismului procesului de eroziune hidrică.

6. Descrieți eroziunea eoliană.

7. Descrieți, la alegere, doi factori naturali care influențează eroziunea solului.

8. Cum influențează forma versantului procesul de eroziune?

9. Clasificați ravenele după stadiul de dezvoltare.

10. Descrieți ravenele de versant.

11. Care sunt metodele directe de cuantificare a eroziunii solului?

12. Ce sunt infiltrometrele?

13. Ce reprezintă factorul K în ecuația universală a eroziunii solului?

14. Precizați factorii edafici care influențează eroziunea solului.

12.6. TESTE DE AUTOEVALUARE

1. *Care din următoarele sunt restricții ale calității solurilor din România?*

a) seceta
b) sărăturarea solului
c) acoperirea terenului cu deșeuri

2. *Eroziunea, ca procesul natural care s-a produs de-a lungul timpurilor şi se produce şi în zilele noastre, prezintă formele principale:*

a) eroziunea normală veche și eroziunea accelerată
b) eroziunea normală veche și eroziunea normală actuală
c) eroziunea normală veche, eroziunea normală actuală și eroziunea accelerată

3. *Mecanismul procesului de eroziune hidrică cuprinde:*

a) două faze
b) trei faze
c) patru faze

4. *Dintre factorii care influențează eroziunea solului se numără:*

a) factorii climatici
b) factorii edafici
c) factorii de relief

5. *Versanții cei mai puțin afectați de eroziune sunt:*

a) versanții în trepte
b) versanții cu profil drept
c) versanții de formă concavă

6. *Sunt metode directe de cuantificare a eroziunii solului:*

a) metoda lui Paleakov
b) metoda Gaspar-Apostol
c) metoda comparării profilelor de sol

7. *După configurația în plan, ravenele pot fi:*

a) neliniare
b) paralele
c) compuse

8. *Eroziunea medie specifică se poate determina cu următoarea relație:*

a) $E = K \cdot S \cdot C \cdot C_S \cdot L^{0,3} \cdot (1,36 + 0,97 \cdot i + 0,138 \cdot i^2)$
b) $E = K \cdot S \cdot C \cdot C_S \cdot L^{0,3} \cdot (1,36 + 0,97 \cdot i + 0,148 \cdot i^2)$
c) $E = K \cdot S \cdot C \cdot C_S \cdot L^{0,3} \cdot (1,36 + 0,97 \cdot i + 0,158 \cdot i^2)$

Răspunsuri:1.a, b, c; 2.c; 3.c; 4.a, b, c; 5.a; 6.c; 7.b, c; 8.a.

12.7. REZUMAT

Fenomenul de eroziune a solului face parte din procesele de degradare a terenului, fenomenul respectiv situându-se pe primul loc în ceea ce priveşte totalitatea proceselor de degradare a solului. Eroziunea este acţiunea de desprindere, transport şi depunere a particulelor de sol sau rocă, sub acţiunea factorilor subaerieni (factori exogeni). În cazul eroziunii hidrice deosebim două forme principale, în funcţie de suprafaţa solului afectată de acest proces. Dacă eroziunea hidrică afectează întreaga suprafaţă a solului, avem de-a face cu o eroziune de suprafaţă, iar dacă eroziunea afectează numai porţiuni ale terenului, limitate la liniile de concentrare a scurgerii vom avea o eroziune în adâncime. Alte forme de manifestare a eroziunii în general sunt: eroziunea prin valuri, eroziunea glacială sau prin gheţari, eroziunea prin irigaţie, prin galerii sau subterană, eroziunea eoliană şi chiar alunecările.

Mecanismul procesului de eroziune cuprinde următoarele faze: faza de impact a picăturilor de ploaie, faza de desprindere, faza de transport şi faza de depunere. Factorii care influenţează eroziunea solului pot fi grupaţi în două categorii mari: factori naturali (factori climatici – regimul precipitaţiilor, temperatura, vânturile; factori de relief – panta, lungimea şi forma versanţilor, expoziţia etc.; factori litologici – natura rocii mame, alternarea rocilor de natură diferită etc.; factori edafici – permebilitatea, textura, structura, conţinutul de schelet etc.) şi factori antropici sau social-economici.

Metode directe de determinare a eroziunii solului: metoda comparării profilelor de sol, metoda de măsurare cu ajutorul reperilor, metoda de măsurare cu ajutorul parcelelor de scurgere, metoda de măsurare cu ajutorul infiltrometrului.

12.8. BIBLIOGRAFIE

Bibliografie obligatorie:

1. Notițe curs
2. DÎRJA M., 2000, Combaterea eroziunii solului, Editura Risoprint, Cluj-Napoca.

Bibliografie facultativă:

3. MUREŞAN D., I. PLEŞA, N. ONU, P. SAVU, Z. NAGY, I. JINGA, AL. TEODOROIU, I. PĂLTINEANU, I. TOMA, I. VASILESCU, 1992, Irigaţii, desecări şi combaterea eroziunii solului. Edit.didactică şi pedagogică Bucureşti.

UNITATE DE ÎNVĂȚARE 13: ALUNECĂRI DE TEREN

CUPRINS UNITATE DE ÎNVĂȚARE 13:

13.1. GENERALITĂȚI 383
13.2. FACTORII CARE DETERMINĂ ALUNECĂRILE DE TEREN 385
13.3. ELEMENTELE UNEI ALUNECĂRI DE TEREN 389
13.4. CLASIFICAREA ALUNECĂRILOR DE TEREN ŞI ELEMENTELE COMPONENTE ALE ACESTORA 391
13.5. MĂSURI ŞI LUCRĂRI PENTRU PREVENIREA ŞI COMBATEREA ALUNECĂRILOR DE TEREN 393
13.5.1. Lucrări mecanice şi hidrotehnice de prevenire şi combatere a alunecărilor de teren 395
13.5.2. Lucrări de nivelare şi modelarea terenurilor alunecătoare 399
13.5.3. Lucrări biologice de prevenire şi combatere a alunecărilor de teren 400
13.6. AMELIORAREA ŞI VALORIFICAREA TERENURILOR ALUNECĂTOARE 403
13.7. ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE 406
13.9. REZUMAT 409
13.10. BIBLIOGRAFIE 410

INTRODUCERE

În acest capitol se vor prezenta informații privind prevenirea și combaterea alunecărilor de teren. Se vor prezenta măsurile și lucrările pentru prevenirea și combaterea alunecărilor de teren. Totodată vor fi prezentate lucrările mecanice și hidrotehnice de prevenire și combatere a alunecărilor de teren, lucrările de nivelare și modelare a terenurilor alunecătoare, cât și lucrările biologice.

OBIECTIVELE UNITĂȚII DE ÎNVĂȚARE 13:

La sfârşitul acestui capitol vei fi capabil:

- ✓ să identifici terenurile predispuse la alunecare;
- ✓ să identifici metodele de ameliorare și valorificare a terenurilor alunecătoare;
- ✓ să caracterizezi factorii care determină alunecările de teren;
- ✓ să identifici elementele unei alunecări de teren;
- ✓ să detaliezi operaţiunile necesare prevenirii și combaterii alunecărilor de teren.

Durata medie de studiu individual – 2 ore.

13.1. GENERALITĂŢI

Alunecările de teren sunt denumite de unii autori pornituri (Martiniuc C., Băcăuanu V., 1961), eroziune prin alunecări, de către alţii (Moţoc M. şi colab., 1982) sau mai simplu deplasări de teren (Nicolau C. şi colab., 1970). Alunecările de teren sunt procese fizico-geologice, reprezentând un caz particular al excesului de umiditate pe versanţi, care constau în deplasarea unor porţiuni voluminoase desprinse din teren şi se produc în zonele în care stratul impermeabil argilos are pantă pronunţată spre piciorul versantului.

Terenurile predispuse la alunecare constituie mediul cel mai prielnic pentru dezvoltarea eroziunilor. Din această cauză, putem afirma că nu există alunecări de teren unde eroziunea să nu fie prezentă. Pe aceste terenuri, eroziunea are o activitate aşa de intensă, încât în timp relativ scurt, evoluează dând naştere unei formaţiuni torenţiale avansate – ravenă sau torent – care produce pagube însemnate. Măsurile luate îşi ating scopul numai dacă sunt îndreptate nu asupra efectelor, ci asupra cauzelor care duc la alunecări de terenuri şi a împrejurărilor în care acestea apar.

Alunecările de teren au în general o răspândire foarte largă pe întreg cuprinsul ţării. Răspândirea lor este strâns legată de substratul litologic. Ele se declanşează în special în formaţiile terţiare în primul rând în cele neogene şi în al doilea rând în cele paleogene. Cele mai răspândite tipuri de alunecări de teren şi surpări sunt legate de reţeaua de eroziune în adâncime. Aşadar, regiunile din ţară în care se manifestă cele mai intense procese de eroziune prin apă sunt şi regiuni în care se manifestă cele mai intense procese de deplasare a terenului, dacă formaţiunile litologice sunt cele menţionate anterior.

Din datele existente rezultă că, alunecările de teren s-au declanşat în majoritatea judeţelor ţării cu terenuri în pantă, de la care fac excepţie doar judeţele Bihor, Brăila, Constanţa, Ialomiţa, Ilfov, Teleorman şi Tulcea. Judeţele cu cele mai mari suprafeţe alunecate sunt judeţele Vaslui, Iaşi, Vâlcea, Mureş, Botoşani, Buzău, Prahova, Vrancea, Sălaj, Argeş, Cluj şi Mehedinţi.

Unităţile geomorfologice cele mai afectate de alunecări sunt Podişul Moldovenesc, Subcarpaţii Răsăriteni şi Sudici, Podişul Getic şi Podişul Transilvaniei cu bazinele hidrografice ale văilor Racova, jud.Vaslui; Jijia, jud.Botoşani şi Iaşi; Vasluieţ, jud.Vaslui şi Iaşi; Rîmna, jud.Vrancea; Berheci şi Zeletin, jud.Bacău; Câlnău, Râmnicu-Sărat şi Slănic, jud.Buzău; Cricovul Sărat,

jud.Prahova; Jiu, jud.GorjŞ Agrij şi Almaş, jud.Sălaj; Olăneşti, jud.Vâlcea; Nadaş, jud.Cluj; Comlod, jud.Mureş şi altele. Mai puţin expuse la alunecări sunt zonele situate în munţii cu roci tari şi în câmpii.

În România, aşa cum arată Teaci D. şi colab., 1979 (citat de Mureşan D. şi colab., 1992), suprafaţa ocupată de alunecările active şi stabilizate la nivelul anului 1975, era de aproximativ 800.000 ha.

Din această suprafaţă, 242.162 ha erau degradate prin alunecări active, din care 91.414 ha terenuri arabile, 72.974 ha păşuni, 24.137 ha fâneţe, 16.882 ha livezi şi 7.029 ha plantaţii de vii. Suprafaţa afectată de alunecări stabilizate, după aceeaşi autori, era de 556.551 ha din care 180.401 ha terenuri arabile, 232.456 ha păşuni şi fâneţe, iar 52.924 ha plantaţii de pomi şi viţă de vie.

Aceste suprafeţe s-au extins în anii următori, îndeosebi în primăvara anului 1981, ca urmare a perioadei de vegetaţie excesiv de ploioase a anului 1980 şi a topirii bruşte a zăpezilor abundente din iarna anului 1981.

Numai în 1970, aşa cum arată Bally J.R., Stănescu P., 1971, datorită unei perioade cu precipitaţii neobişnuit de intense, manifestate în prima jumătate a anului, suprafaţa afectată de alunecări a fost de aproximativ 20.000 ha. În urma declanşării procesului de alunecare au avut de suferit suprafeţe mari de teren agricol, au fost avariate sau distruse sute de construcţii în vetre de sat sau oraşe, s-au produs numeroase degradări de şosele şi căi ferate, au fost afectate obiective industriale sau construcţii hidrotehnice.

Pagubele pricinuite de alunecări la nivelul anului 1973, s-au evaluat la circa 2 miliarde lei, care, în ordinea volumului, se repartizează terenurilor agricole circa 76%, căilor de comunicaţie circa12%, aşezărilor omeneşti circa 9%, lucrărilor de îmbunătăţiri funciare circa 2%, cursurilor de apă 0,7% şi pădurilor circa 0,3%.

Pe judeţe, pagubele sunt direct proporţionale cu suprafeţele alunecate.

În afara consecinţelor aminitite mai trebuie subliniat faptul că terenurile deplasate sunt mai uşor supuse procesului spălării, şi în urma dezagregării, materialele sunt transportate în reţeaua hidrografică iar de aici în canale de irigaţie sau de desecare, sau, acolo unde există, în bazine de acumulare pe care le colmatează.

Ploile excepţionale torenţiale, precum şi topirea bruscă a zăpezilor care s-au înregistrat în ultima vreme la noi în ţară, au favorizat intensificarea şi extinderea proceselor de alunecări de terenuri agricole.

13.2. FACTORII CARE DETERMINĂ ALUNECĂRILE DE TEREN

Purnavel şi colab. (1987) arată că în mecanismul declanşării fenomenului de alunecare trei factori sunt determinanţi: rezistenţa la deformări a masivului, starea naturală de tensiune a masivului şi prezenţa apei în masiv.

De asemenea factorii care condiţionează apariţia şi dezvoltarea alunecărilor de teren se pot împărţi în factori naturali şi artificiali, fiecare dintre aceştia putând fi cauzali sau condiţionali.

Între factorii naturali cauzali se pot enumera: forţa de gravitaţie, apa, temperatura (prin îngheţ şi dezgheţ). Dintre factorii naturali condiţionali amintim: natura terenului, procesul de alterare şi dezintegrare, alternanţa de strate permeabile cu cele impermeabile înclinate, crăpăturile, relieful sau gradul de frământare a terenului şi vegetaţia.

Din categoria factorilor artificiali sau antropici subliniem acţiunea omului şi vibraţiile.

Forţa de gravitaţie. Aceasta este considerată cauza principală care determină declanşarea şi deplasarea maselor de pământ pe versanţi. Influenţa acestui factor natural este rezultatul greutăţii masivului iar deplasarea masei de pământ are loc în funcţie de înclinarea versantului şi de natura rocilor care determină condiţiile de stabilitate ale versantului.

Apa. Ca şi forţa de gravitaţie, apa reprezintă o cauză fundamentală a declanşării alunecărilor de teren, indiferent de provenienţă - de suprafaţă sau subterană, influenţează prin umezire, caracteristicile mecanice ale pământului.

Apa de suprafaţă, care se scurge pe versanţi influenţează stabilitatea acestora, printr-un proces de eroziune intens şi de durată ducând la apariţia ogaşelor şi ravenelor, distrugând baza de sprijin a versanţilor şi contribuind prin infiltraţie la creşterea nivelului apelor freatice. Apa de infiltraţie crează o anumită presiune hidrostatică în porii şi crăpăturile rocilor, micşorând frecarea interioară, rocile devenind instabile.

Apa subterană modifică şi ea stabilitatea terenului şi acţionează pe mai multe căi: prin modificarea greutăţii pământului datorită variaţiei de umiditate; prin variaţiile de nivel ale apei subterane care duce la o umectare diferită a straturilor, acţionând în acest caz ca un lubrifiant, transformând masivul rigid în unul labil, creând posibilitatea lunecării acestor straturi unul peste celălalt; în mişcarea ei în interior, apa subterană exercită o forţă hidrodinamică, antrenând şi

transportând în suspensie particulele fine şi determinând astfel fenomenul de sufozie mecanică; prin ridicarea nivelului apei freatice apar forţe ascensionale care contrabalansează greutatea masivului de pământ; datorită levigării poate să apară fenomenul de sufozie chimică, adică dizolvarea unor substanţe de cimentare.

Deoarece apa din masa alunecătoare reduce stabilitatea terenului prin înmuiere şi lichefiere, prin micşorarea portanţei acestuia şi a forţelor de coeziune şi frecare interioară, alunecările de teren se produc cel mai adesea, după o perioadă lungă de ploi moderate.

Temperatura. Provocând îngheţul şi dezgheţul, aceasta determină apariţia proceselor de dilatare şi contracţie, procese care duc la distrugerea legăturilor de cimentare, la degradarea structurii şi proprietăţilor fizico-mecanice ale rocilor. Influenţa îngheţului şi dezgheţului este cu atât mai mare cu cât creşte ponderea fracţiunilor granulometrice fine, rocile argiloase degradându-se într-o măsură mai mare. Deplasarea pe linia de cea mai mare pantă a terenului dilatat prin îngheţ reprezintă începutul procesului de alunecare. La dezgheţarea unui strat de la suprafaţă, primăvara are loc alunecarea acestuia pe stratul următor rămas îngheţat, astfel apa ce rezultă după dezgheţ înrăutăţeşte în continuare proprietăţile fizico-mecanice ale rocilor, reducând rezistenţa la forfecare şi favorizând alunecarea.

În perioadele secetoase, asociate cu temperaturi ridicate, apar crăpături mari în sol iar în urma ploilor torenţiale apa pătrunzând prin această reţea de fisuri, prin greutatea şi forţele nou create micşorând astfel rezistenţa masivului.

Natura terenului. Prin stratificaţie, greutate specifică, coeziune, omogenitate etc., natura terenului poate duce la declanşarea alunecărilor de teren datorită variaţiilor forţelor de coeziune şi de frecare interioară.

Ca şi constituent principal, roca prezintă însemnătate mare în producerea alunecărilor de pământ, în general şi a diverselor tipuri de alunecări în special.

Acestui factor trebuie să i se cunoască natura materialului constituient, dimensiunile, caracteristicile fizico-mecanice şi chimice existente sau lipsa straturilor de omogenitate, înclinarea şi direcţia de înclinare a straturilor, starea de degradare a rocilor.

Privitor la natura rocilor, s-a constatat că rocile puţin coezive ca nisipul, pietrişul şi cele cu coeziune mare, cum sunt **graniţele**, andezitele, bazaltele nu sunt afectate de alunecări. În schimb argilele nisipoase şi marnele, deşi au o coezivitate medie când sunt uscate, îmbibate cu apă gonflează, îşi pierd coeziunea,

devin plastice şi chiar curg. Având aceste proprietăţi, argilele şi marnele sunt definite ca roci potenţiale de alunecare.

Referitor la compoziţia granulometrică, respectiv felul şi mărimea particulelor componente ale rocilor, acestea au un rol important în stabilitatea terenurilor. Formaţiunile macrogranulare, cum sunt bolovanii, pietrele mari, pietrişul, deşi au o coeziune redusă, datorită permeabilităţii şi unghiului de frecare mare, nu oferă condiţii de alunecare. În schimb rocile microgranulare, de tipul argilelor şi marnelor, cu diametrul sub 5 microni, sub influenţa apei îşi modifică proprietăţile şi oferă condiţii pentru alunecare.

De asemenea, forma şi poziţia particulelor au rol important în starea de echilibru a terenului. Astfel, cu cât forma particulelor este mai neregulată, cu atât roca respectivă este mai stabilă, datorită unghiului de frecare interioară mai mare, spre deosebire de rocile cu granulaţie lamelară sau solzoasă de tipul marnelor şi argilelor, care sunt caracterizate prin elasticitate şi flexibilitate.

Alterarea şi dezagregarea rocilor. Procesul de alterare şi dezagregare a rocilor constituie alt factor condiţional pentru declanşarea alunecărilor de teren. În urma acestui proces au loc modificări ale proprietăţilor fizico-mecanice, cum ar fi: creşterea porozităţii şi a gradului de afânare, apariţia fisurilor, reducerea masei volumetrice, a compactităţii şi rezistenţei rocilor.

Porozitatea rocilor are rol în provocarea alunecărilor, deoarece prin înlocuirea aerului din pori cu apă se modifică volumul acestora şi afânarea rocii.

Afânarea terenului pe versanţi creează condiţii pentru înmagazinare unor cantităţi mari de apă şi în consecinţă pierderea stabilităţii terenului în anumite condiţii specifice.

Astfel solul, comparativ cu diferite roci de acoperire, prezintă cea mai mare porozitate şi deci şi posibilitatea, pe pante mari, mai ales la dezgheţuri rapide, la lunecări sub formă de brazde şi solifluxiuni.

Alternanţa stratelor permeabile cu cele impermeabile înclinate. Permeabilitatea, respectiv capacitatea pământului de a permite apei să se infiltreze, este determinantă pentru unele alunecări de teren.

Terenurile macrogranulare necimentate, de tipul pietrişurilor şi nisipurilor grosiere, sunt foarte permeabile, în timp ce terenurile microgranulare, cum sunt argilele, datorită porilor sunt greu permeabile.

În timp ce rocile permeabile absorb repede apa, dar o pierd tot aşa de repede, rocile greu permeabile o absorb încet, dar o cedează greu. Argilele,

datorită reţelei tristratificate, prin absorbţia apei îşi măresc volumul şi greutatea cu 50%. În situaţia în care straturile de argilă sunt intercalate între alte straturi de roci, îndeosebi gresii şi sunt protejate împotriva umidităţii, argilele pot fi total impermeabile. În situaţia însă în care din diferite cauze se umectează, prin gonflare se produce o secţiune de împingere şi zdruncinare a stabilităţii terenului, până la alunecări de mari proporţii.

Astfel, pe terenurile la care alternează straturi permeabile la suprafaţă cu altele impermeabile, apa provenită din precipitaţii, se infiltrează prin primele şi se stochează deasupra celor impermeabile acţionând ca un lubrifiant şi favorizând alunecarea unui strat pe celălalt.

Crăpăturile. Acestea pot fi considerate un important factor condiţional al alunecărilor de teren, prin apariţia acestora echilibrul versantului devine mai precar, se favorizează înmuierea rapidă a pământului şi a părţii superficiale a patului de alunecare prin colectarea masivă a scurgerilor din amonte iar toate aceste fenomene pot duce la declanşarea alunecării masei de pământ.

Relieful. Acest factor reprezentat de pantă, grad de frământare, expoziţie, rupturi de echilibru anterioare, poate declanşa sau activa alunecarea terenului. Relieful neuniform, formele negative ale acestuia permit acumularea şi stagnarea apei din scurgeri sau precipitaţii şi infiltrarea acesteia până la patul de alunecare.

Vegetaţia. Efectul acesteia asupra terenului cu potenţial de alunecare este diferit în funcţie de felul vegetaţiei. Referindu-se la vegetaţia lemnoasă este cunoscut faptul că pe terenurile împădurite alunecările sunt mai reduse decât pe cele agricole. Pădurea reţine o mare parte din precipitaţii în coroană, iar prin evapotranspiraţie drenează o mare parte din apă. De asemenea, prin sistemul său radicular, bogat şi puternic, pădurea armează solul privind degradările acestuia.

Totuşi vegetaţia lemnoasă poate constitui şi o suprasarcină pe versant, înlăturarea ei reducând încărcarea versantului şi eliminând forţa generată de vânt asupra copacilor. Despădurirea include deci atât cazuri care determină îmbunătăţirea cât şi înrăutăţirea stabilităţii versanţilor. De regulă, însă, pe terenurile împădurite alunecările sunt mai reduse decât pe cele agricole, care datorită faptului că se lucrează de mai multe ori pe an, deci se afânează şi sunt mai puţin protejate de culturi, sunt mai predispuse la procesele de alunecare.

Folosinţele agricole (arabil, vii, livezi, pajişti) ocupă cea mai mare suprafaţă din terenul predispus la alunecări. În cadrul acestor folosinţe agricole, păşunile şi fâneţele, dar mai ales păşunile, prezintă ponderea cea mai mare de

alunecări. Situate pe terenuri cu cele mai grele condiţii de relief, supraîncărcate cu animale, nefertilizate, neameliorate biologic şi neprotejate împotriva păşunatului abuziv, au devenit victima nr. 1 a eroziunii solului şi a alunecărilor de teren de toate formele şi de toate gradele.

Acţiunea omului. În procesele de degradare a pământului prin alunecări, factorul antropic are ca şi factori naturali un rol principal. Acţiunea omului poate declanşa alunecările de teren prin despăduriri neraţionale, defrişarea şi desţelenirea versanţilor cu pantă mare şi soluri uşoare, executarea unor lucrări hidrotehnice (baraje, terase) sau a unor drumuri, căi ferate care în multe locuri necesită tăieturi în versanţi, acestea micşorând rezistenţa şi ducând la declanşarea alunecărilor de teren.

Vibraţiile. Produse pe versanţi prin zguduituri, explozii din care cariere, traficul mijloacelor de transport grele, cutremure de pământ etc., vibraţiile pot provoca unde care prin propagare distrug echilibrul natural al versanţilor sau al taluzurilor înalte.

Alunecările de teren se pot declanşa fie sub influenţa unui singur factor, dar de cele mai multe ori, apar şi se dezvoltă datorită interacţiunii mai multor factori.

13.3. ELEMENTELE UNEI ALUNECĂRI DE TEREN

În cazul unei alunecări de teren distingem următoarele părţi componente (Figura 13.1):

- **cornişa alunecării**, râpa de desprindere sau frontul de desprindere (A), care reprezintă zona de separare a masei alunecătoare de terenul stabil din partea de sus a alunecării.
- **masa alunecătoare**, masivul sau corpul alunecării (B), care reprezintă pământul desprins şi deplasat în aval, pe o anumită distanţă şi adâncime.
- **suprafaţa de alunecare** sau patul (c), reprezintă suprafaţa pe care are loc deplasarea masei alunecătoare. Această suprafaţă de alunecare delimitează, de regulă, stratul impermeabil rămas nemişcat de partea superioară; această suprafaţă poate fi în masa rocilor de acoperire la baza acestor depozite sau chiar în rocile de bază. În multe cazuri în terenuri cu alunecări periodice se întâlnesc mai multe suprafeţe de alunecare la diferite adâncimi, mişcarea producându-se pe câte una sau pe mai multe suprafeţe simultan. Suprafaţa de alunecare poate avea un profil drept, în arc de cerc sau în formă de cicloidă.

- **baza alunecării** (D) care este intersecţia dintre suprafaţa de alunecare şi suprafaţa terenului şi poate coincide cu piciorul versantului sau în amonte sau aval de acesta. Când această bază se găseşte deasupra, mişcarea produsă este caracteristică alunecărilor cu surpări şi gradul de frământare a capului alunecător este ridicat spre deosebire de situaţia când baza alunecării este chiar la piciorul versantului şi frământarea este mai redusă. Când baza alunecării iese dincolo de piciorul versantului în aval, apare de obicei fenomenul de refulare şi se formează un val de pământ natural, uneori chiar în interiorul albiei cursului de pe lângă versantul alunecător.

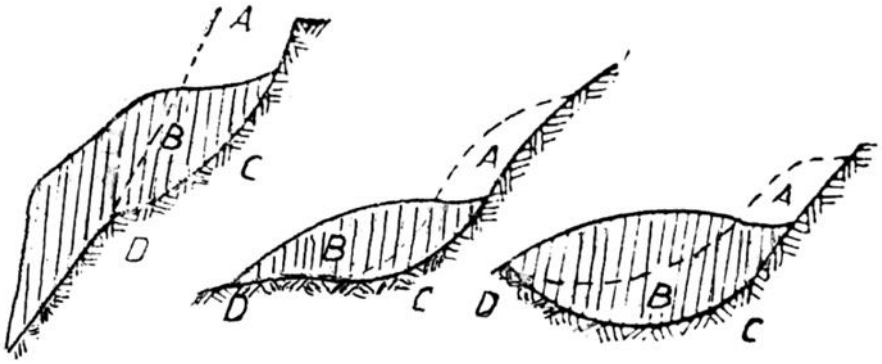


Figura 13.1. Părţile componente ale unei alunecări

În masa alunecătoare apar o serie de crăpături precum şi alte semne: umflături la baza versantului, apariţia de izvoare de coastă, dispariţia sau tulburarea apelor izvoarelor, fuga sau dispariţia rozătoarelor din zonă, zgomote subterane. Pe stratul impermeabil, dur, compact din profilul solului se formează suprafaţa de alunecare favorizată de pânza de apă ce nu se mai poate infiltra sau scurge, aceasta umectează partea inferioară a profilului prin care a trecut şi sub influenţa diferiţilor factori (gravitaţie, mişcări seismice etc) glisează spre aval până întâlneşte un obstacol natural, denivelare, teren nemişcat etc., unde formează baza alunecării. O caracteristică a alunecărilor cauzate de apă constă în aceea că pe suprafeţele lor apar frecvent numeroase bălţi, cauzate fie de ieşirea la zi a lentilelor de apă freatică sau suprafreatică, fie datorită acumulării apelor din ploi. Acestea cunoscute sub denumirea de “lacuri de glimee”, au o vegetaţie hidrofilă “de oază”, contrastând cu peisajul arid, erodat şi, în general, dezolant, din imediata vecinătate a acestora.

13.4. CLASIFICAREA ALUNECĂRILOR DE TEREN ŞI ELEMENTELE COMPONENTE ALE ACESTORA

Clasificarea alunecărilor se face după numeroase criterii dar mai ales se bazează pe criterii corespunzătoare cerinţelor de amenajare a terenurilor agricole alunecătoare.

Astfel criteriile de clasificare şi tipurile de alunecări pot fi următoarele:

1. În funcţie de starea generală a alunecărilor avem:
   - curgeri de teren
   - alunecări propriu-zise
   - alunecări cu surpări
2. După vârsta alunecărilor avem:
   - alunecări contemporane
   - alunecări vechi
   - alunecări fosile
3. După stadiul de evoluţie:
   - alunecări potenţiale
   - alunecări în curs de activare şi active
   - alunecări recente şi stabilite temporar
   - alunecări vechi stabilizate
4. În funcţie de sensul de dezvoltare putem avea:
   - alunecări delaprive (regresive, glisante – se dezvoltă dinspre piciorul versantului spre cumpănă).
   - alunecări detrusive (progresive, de împingere – se dezvoltă dinspre cumpănă spre piciorul versantului)
   - alunecări mixte
5. Formarea suprafeţei de alunecare în raport cu stratificaţia:
   - alunecări consecvente (în direcţia de înclinare a stratificaţiei)
   - alunecări insecvente (suprafaţa intersectează stratele)
   - alunecări asecvente (în terenuri fără stratificaţie)
6. După înclinarea versantului avem:
   - alunecări pe versanţi cu înclinare redusă (până la 10º)
   - alunecări pe versanţi cu înclinare medie (până la 10º - 20º) alunecări pe versanţi cu înclinare mare (peste 20º)

7. În funcţie de poziţia suprafeţei de alunecare
   - alunecări în depozitele de acoperire
   - alunecări la baza depozitelor
   - alunecări în rocile de bază
8. Adâncimea suprafeţei de alunecare
   - alunecări superficiale (până la 1 m)
   - alunecări de mică adâncime (1 – 2 m)
   - alunecări de adâncime medie (2 – 5 m)
   - alunecări adânci (5 – 10 m)
   - alunecări foarte adânci (peste 10 m)
9. În funcţie de numărul suprafeţelor de alunecare
   - alunecări simple (cu o singură suprafaţă)
   - alunecări complexe (cu 2 sau mai multe suprafeţe)
10. Gradul de frământare al terenului alunecat:
   - terenuri uşor frământate (cu rupturi şi crăpături relativ mici, cu denivelări mai mici de 0,5 m)
   - terenuri frământate (denivelări frevcente până la 2 m)
   - terenuri foarte frământate (denivelări mai mari de 2 m, cu amestecuri de orizonturi şi rocă mamă)
11. După microrelieful terenului alunecat
   - alunecări în brazde
   - alunecări lenticulare (cu movile)
   - alunecări în terase
   - alunecări în valuri
   - alunecări combinate
12. După mărimea suprafeţei terenului alunecat
   - alunecări mici (sub 1 ha)
   - alunecări medii (1 – 5 ha)
   - alunecări mari (5 – 25 ha)
   - alunecări foarte mari (peste 25 ha)
13. În funcţie de raportul între suprafaţa versantului afectat de alunecări şi cea neafectată
   - alunecări generalizate pe versant
   - alunecări grupate pe anumite sectoare ale versantului
   - alunecări izolate

14. După stabilitatea terenului avem:
   - terenuri stabile (neafectate de alunecări)
   - terenuri cu alunecări stabilizate
   - terenuri cu alunecări active şi în curs de activare
   - terenuri cu potenţial de alunecare
   - terenuri cu caracter mixt.

Cunoaşterea caracteristicilor alunecărilor pe baza criteriilor de clasificare menţionate anterior, împreună cu precizarea factorilor cauzali şi condiţionali, conduc la explicarea mecanismului de producere a alunecărilor studiate şi la stabilirea corectă a măsurilor şi lucrărilor de amenajare şi valorificare a terenurilor alunecate.

13.5. MĂSURI ŞI LUCRĂRI PENTRU PREVENIREA ŞI COMBATEREA ALUNECĂRILOR DE TEREN

S-a arătat într-unul din capitolele anterioare care sunt cauzele alunecărilor de teren. Nu se pot desprinde, în general, cauze principale sau secundare, dar pentru fiecare caz în parte, unele cauze acţionează mai intens decât altele. În acţiunea de prevenire şi combatere a alunecărilor se poate considera că unele cauze pot fi modificate, ca de exemplu umiditatea, compactitatea, regimul apelor superficiale şi freatice, vegetaţia etc., şi altele care nu pot fi modificate, cum ar fi natura rocii, textura, înclinarea straturilor, diferenţele de nivel a versantului etc.

Cele mai multe din aceste lucrări sunt foarte costisitoare, necesitând cheltuieli mari nu numai pentru executarea lor dar şi cu procurarea datelor de studii care sunt necesare proiectării, studii care cuprind:

1º Studiul regiunii, care la rândul lui cuprinde:

- studiul reliefului, mai ales înclinarea versanţilor;
- săpăturile naturale, produse prin eroziunea solului, sau artificiale (efectuarea debleelor);
- studiul geologic, îndeosebi natura petrografică a substratului geologic şi stratificaţia;
- studiul pedologic (natura solurilor şi a depozitelor eluviale şi deluviale);
- studiul hidrologic (izvoare, ape superficiale, ape subterane);
- studiul seismic (intensitatea şi frecvenţa cutremurelor, vibraţiile produse de circulaţia rutieră şi feroviară)

2º Studiul masei deplasate, care cuprinde structura şi natura masei deplasate, felul suprafeţei de desprindere şi dimensiunile şi forma masei deplasate.

3º Lucrările de cartare, respectiv de întocmire a unor hărţi de secţiuni geologice, care finalizează cercetările menţionate.

Cartarea unui teren predispus alunecărilor sau cu porniri trebuie să cuprindă:

- forma şi dimensiunile masei deplasate;
- felul suprafeţei de desprindere, cu menţionarea unghiului de înclinare a ei;
- forma treptelor create de masa alunecătoare (dacă este cazul);
- felul masei în deplasare: grohotiş, masă compactă, masă frământată, masă plastică etc.;
- bălţile de alunecare formate în microdepresiunile de pe masa în deplasare;
- izvoare de pe versanţi, puţuri şi adâncimea lor;
- repere eventuale de observaţie pentru urmărire.

În cazul în care obiectivele periclitate de alunecările de teren nu prezintă o importanţă deosebită şi dacă lucrările mai simple şi ieftine nu rezolvă problema stabilităţii terenului, se iau numai măsuri pentru folosirea economică a suprafeţei de teren ocupate de alunecări, aplicându-se de regulă împădurirea.

Măsurile luate îşi ating scopul numai dacă sunt îndreptate nu asupra efectelor, ci asupra cauzelor care duc la alunecări de terenuri şi a împrejurărilor în care acestea apar.

În acţiunea de prevenire şi combatere a deplasărilor de teren se deosebesc două mari categorii de lucrări:

- lucrări mecanice şi hidrotehnice
- lucrări biologice.

13.5.1. Lucrări mecanice şi hidrotehnice de prevenire şi combatere a alunecărilor de teren

Aceste lucrări deţin un rol foarte mare în prevenirea şi combaterea alunecărilor.

După scopul pe care aceste lucrări îl îndeplinesc menţionăm următoarele:

Lucrări de consolidare a versanţilor. Aceste lucrări se execută în cazul versanţilor cu pante mari, când terenul are o instabilitate pronunţată. Printre lucrările de acest gen se numără: gărduleţele (liniare, rombice, în solz), banchete de zidărie uscată, ziduri de sprijin (până la 2 m înălţime) din zidărie uscată, zidărie cu mortar sau beton şi ancorajele (pari de rezistenţă, piloţi din lemn sau beton armat, coloane de rezistenţă).

Lucrări de consolidare a bazei versanţilor. Se execută în cazurile când baza versanţilor a fost erodată prin reţeaua de eroziune în adâncime sau prin efectuarea debleelor. Aceste lucrări de consolidare constau în ziduri de sprijin din zidărie uscată, din zidărie cu mortar sau din beton.

Zidăria în uscat se aplică pentru înălţimi până la 2 m, este elastică şi drenantă, dar necesită un volum de piatră cu 50-100% mai mare faţă de cele cu ciment, pentru aceeaşi înălţime.

Zidurile din piatră cu mortar, beton sau beton armat sunt rezistente, pot fi mai înalte, dar fiind rigide şi impermeabile, trebuie fundate în teren stabil şi prevăzut cu drenuri din piatră şi pietriş în spate şi cu barbacane sub formă de tuburi înclinate, care să conducă apele la piciorul paramentului aval.

Contrabanchetele au acelaşi rol de reazem artificial şi se pot folosi în aceleaşi situaţii cu zidurile de sprijin, mai ales în cazul rambleelor şi debleelor instabile (diguri, baraje de pământ, şosele, căi ferate, maluri). Contrabanchetele se pot executa din pământ, anrocamente de piatră mare, căsoaie şi gabioane. Când se execută în zona cu exces de apă trebuie intercalat, între masivul alunecător şi contrabanchete, un strat drenant, iar în contrabanchetă se prevăd drenuri transversale din loc în loc pentru evacuarea apei. Contrabanchetele din arocamente, căsoaie de piatră şi gabioane sunt mai costisitoare dar mai eficace în privinţa rezistenţei şi a drenării. Contrabanchetele trebuie dimensionate ca lăţime şi înălţime în aşa fel încât să preia rezultanta forţelor care acţionează asupra masivului şi să echivaleze suprasarcina pe care o avea sprijinul natural îndepărtat.

Lucrări de drenare şi captări de izvoare. Aceste lucrări contribuie în mod hotărâtor la asigurarea stabilităţii terenurilor alunecătoare prin evacuarea apei din straturile şi pungile acvifere. Când terenurile alunecătoare sunt argiloase, acestea cedează greu apa, drenurile nu reuşesc să capteze în mod eficient apa, efectul de uscare este prea lent; circulaţia apei nu se face prin masa terenurilor argiloase ci pe anumite trasee repartizate neuniform în masivul alunecător, aceste trasee fiind cele mai potrivite amplasamente pentru drenuri şi se recunosc pe teren după izvoare, mustiri, vegetaţie, microrelief etc. în perioadele imediat următoare precipitaţiilor bogate şi de lungă durată. Cele mai potrivite drenuri sunt de piatră sub formă de tranşee drenante cu adâncimea până la stratul stabil, amplasate pe traseele de concentrare a scurgerii subterane, completate în funcţie de cerinţele tehnice şi posibilităţile economice cu drenuri în spic, amplasate tot pe trasee de concentrare a scurgerii sau cu arcade de drenuri; aceste tranşee din piatră pe lângă că sunt foarte eficace în privinţa drenării, sunt elastice şi deci pot fi deteriorate în mică măsură şi în acelaşi timp pot servi ca membrane de rezistenţă mărită care segmentează masivul instabil, mai ales când sunt completate cu arcade de drenuri. Captarea izvoarelor şi dirijarea apei în afara terenului alunecător sunt obligatorii (Figura 13.2). Folosirea drenurilor din tuburi de ceramică sau din beton este foarte riscantă pentru că, din cauza mişcării terenului pot fi foarte repede scoase din funcţiune. Se mai pot folosi însă fascine sau chiar mănunchiuri de prăjini, dar durata prea scurtă de funcţionare din cauza putrezirii şi înnămolirii lor le face ineficiente. Pentru alunecări se pot folosi tuburile din materiale plastice prevăzute în exterior cu nervuri transversale, inelare sau elicoidale de întărire, cu deschideri pentru pătrunderea apei între nervuri (Figura 13.3). Captarea izvoarelor se poate realiza prin intermediul unui dren de colectare-evacuare (Figura 13.4), care poate fi închis sau deschis, pornind de la izvor spre aval, pe traseul unui talveg natural sau, în lipsa acestuia, pe linia de cea mai mare pantă; la capătul de sus al acestui dren, adâncimea trebuie să fie până la stratul impermeabil iar în lungul traseului, drenul se impermeabilizează. În capătul de sus al drenului colector confluează două drenuri absorbante al căror traseu urmăreşte intersecţia dintre stratul acvifer şi suprafaţa terenului şi care are adâncimea până la 15-25 cm sub suprafaţa stratului impermeabil şi o pantă longitudinală de 2-5%. La confluenţa cu drenul colector se poate prevedea o cameră de captare cu dimensiunile 1x1x1 m din zidărie de piatră cu mortar de ciment sau beton, cu cota la fund mai joasă cu 20-30 cm faţă de drenurile absorbante.

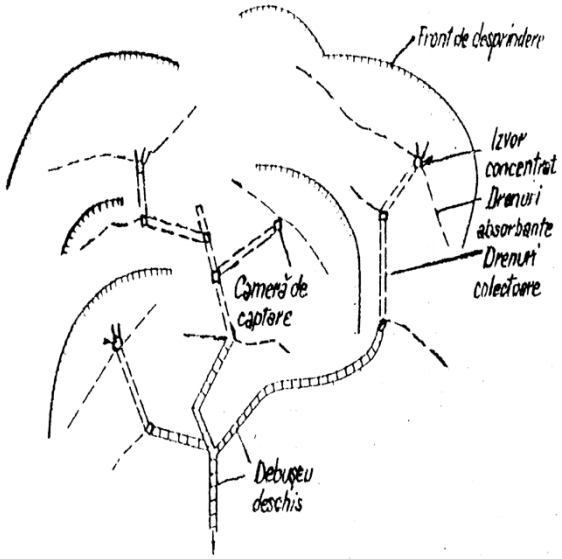


Figura 13.2. Scheme de evacuare a apelor stagnate şi de captare a izvoarelor pe terenurile cu alunecări

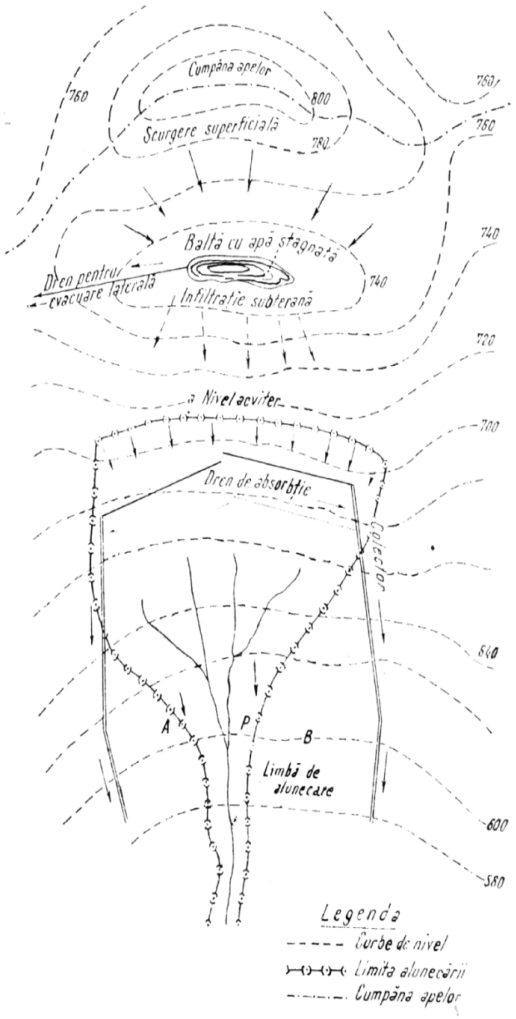


Figura 13.3. Fixarea alunecărilor de suprafaţă prin lucrări de drenaj

Lungimea drenurilor absorbante este în funcţie de lungimea frontului de izvoare, iar lăţimea lor se ia între 30-50 cm la fund, în funcţie de mărimea debitului.

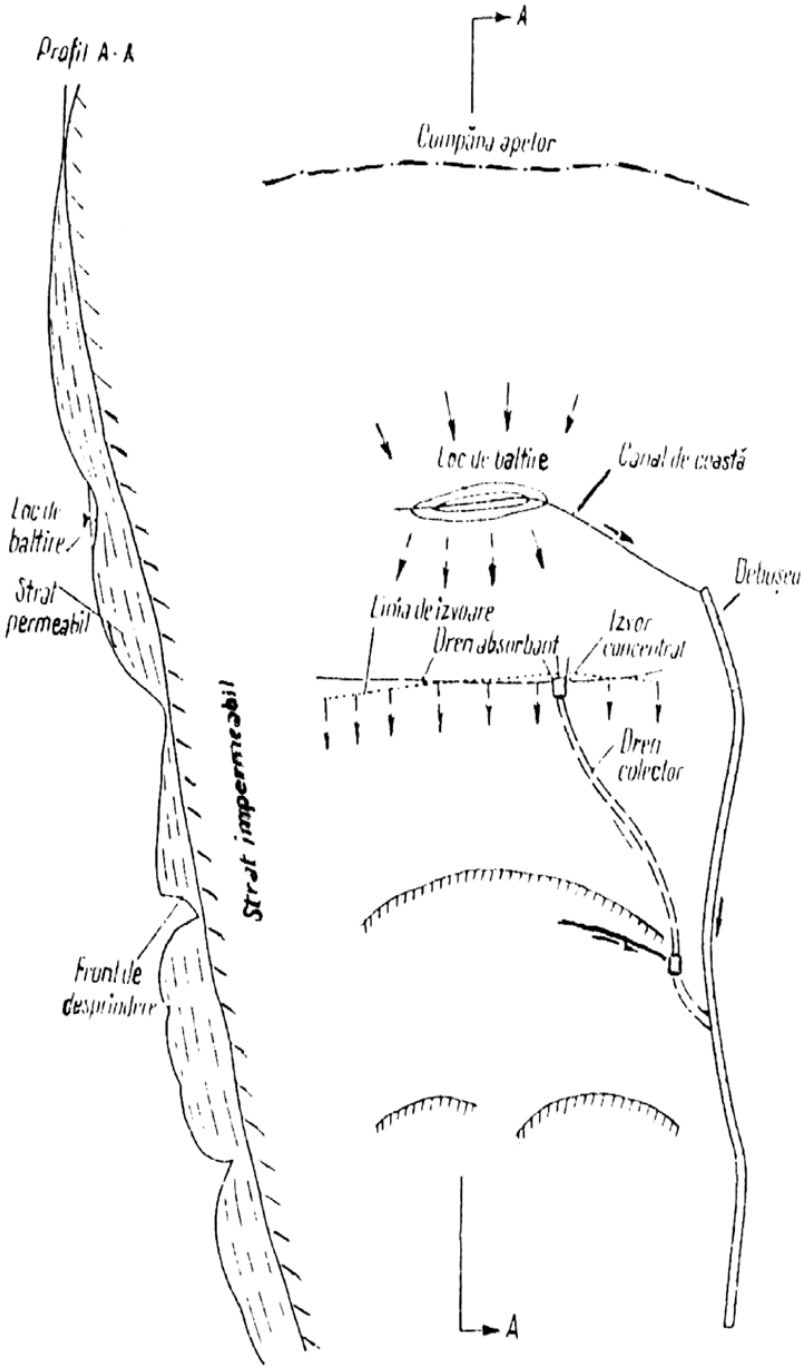


Figura 13.4. Scheme de evacuare a apelor stagnate şi de captare a izvoarelor pe terenurile cu alunecări

Valoarea debitului condus de drenul colector se stabileşte după următoarea relaţie:

$$Q = K \cdot H \cdot I \cdot L + qi \ (l / s)$$

în care:

k – coeficientul de filtraţie al stratului acvifer (cm/s)

H – grosimea stratului acvifer (m)

I – panta nivelului apei în lungul stratului acvifer (exprimate zecimal)

L – lungimea drenurilor absorbante (m)

qi – debitul izvorului sau izvoarelor captate (l /s)

De regulă ieşirea la zi a apelor subterane are loc în partea inferioară a versanţilor alunecători, de aceea captarea izvoarelor şi drenajul aplicate în această parte sunt eficace în stabilizarea terenului pentru că se creează prin eliminarea apei un masiv uscat care se comportă ca un reazem.

13.5.2. Lucrări de nivelare şi modelarea terenurilor alunecătoare

Aceste lucrări, într-un fel sau altul, trebuie aplicate pe toate terenurile cu alunecări recente, deoarece suprafaţa prea frământată a terenurilor alunecate, crăpăturile, microdepresiunile în care băltesc apele din precipitaţii şi scurgeri şi în general microrelieful prea pronunţat nu poate fi menţinut în situaţia care rezultă în urma alunecărilor recente, fiind necorespunzătoare regularizării necesare a scurgerii şi cerinţelor de ameliorare şi valorificare a terenurilor degradate prin alunecări. La aplicarea modelărilor sau nivelării este necesar să fie satisfăcute cerinţele economice prin realizarea unui volum de terasamente cât mai redus, cerinţele agrotehnice prin păstrarea la suprafaţă a orizontului fertil al solului şi prin asigurarea condiţiilor de pantă corespunzătoare mecanizării lucrărilor agricole şi cerinţele regularizării scurgerii pe versanţi prin asigurarea condiţiilor de evacuare a apelor de suprafaţă fără pericol de accelerare a procesului de eroziune. Lucrările de colectare şi evacuare a apelor de suprafaţă se pot executa, de la caz la caz, după sau înainte de nivelare sau modelare.

Aceste lucrări de nivelare şi modelare nu se realizează numai prin mişcări de terasamente ci şi prin compactarea umpluturilor, în cazul alunecărilor superficiale, cu frământări mici şi uniforme, operaţia de bază este compactarea, cerinţele de mişcare a terasamentelor fiind mai reduse. Compactarea este necesară pentru înlăturarea golurilor interioare, pentru uniformizarea şi reducerea capacităţii de infiltraţie pe întreaga suprafaţă a terenului cu alunecări, pentru

reducerea gradului de afânare care este ridicat la umpluturi şi, în general, la terenurile frământate prin alunecări.

O atenţie deosebită trebuie acordată astupării crăpăturilor adânci, cu pământ greu permeabil şi bine compactat, pentru că prin aceste crăpături apele de suprafaţă ajung foarte repede la suprafaţa de alunecare, iar apa din crăpături exercită presiuni care periclitează şi mai mult stabilitatea terenului.

13.5.3. Lucrări biologice de prevenire şi combatere a alunecărilor de teren

Un rol foarte important în prevenirea şi combaterea alunecărilor de teren îl are vegetaţia atât erbacee cât şi cea lemnoasă. Putem spune chiar că vegetaţia forestieră este mai eficientă în asemenea cazuri. Aceasta îndeplineşte următoarele funcţii mai importante în lucrările de prevenire şi combatere a alunecărilor:

- reţine o mare parte din apa de precipitaţii în coronamente şi litieră, contribuind astfel la micşorarea scurgerilor de suprafaţă şi la reducerea posibilităţilor de alimentare cu apă şi a zonelor periclitate;
- efectuează un drenaj puternic prin consumul ridicat de apă din sol pe care apoi o elimină în parte prin transpiraţie;
- măreşte coeziunea solului şi a terenului prin rădăcinile bogate ale arborilor şi arbuştilor care formează o ţesătură deasă şi continuă pe o adâncime de 0,5-1,0 m şi uneori chiar mai mult.

Vegetaţia lemnoasă (forestieră) are o eficienţă mare în combaterea alunecărilor superficiale, a multor categorii de surpări şi la fixarea grohotişurilor. În anumite situaţii rolul vegetaţiei lemnoase este redus, inexistent sau poate chiar dăunător. Astfel, în cazul alunecărilor profunde şi foarte profunde, a surpărilor de mari proporţii şi a prăbuşirilor, rolul vegetaţiei lemnoase este inexistent sau foarte redus. Ea contribuie la drenarea parţială a orizonturilor superioare pe care le explorează rădăcinile, orizonturile adânci rămânând îmbibate cu apă. Efectul negativ al vegetaţiei forestiere se manifestă prin mărirea suprasarcinii, în cazul unor arborete în vârstă, care prin greutatea lor pot să grăbească anumite procese de alunecare sau de surpare. Se cunosc numeroase cazuri de producere a fenomenelor de alunecare şi surpare cu pădure cu tot formată din arbori de vârstă relativ înaintată. Nu trebuie însă să se tragă concluzia că vegetaţia forestieră poate să aducă prejudicii mari în multe cazuri. În situaţiile în care gradul de instabilitate a terenului este mare (pe pante mari în apropierea malurilor înalte supuse surpărilor etc.) arboretele nu trebuie să fie conduse la vârste înaintate, astfel ca greutatea lor

proprie să constituie un pericol. Se pot folosi specii arbustive sau foioase de talie mare care să fie tratate în crâng cu o rotaţie a tăierilor relativ scurtă. Soluţiile tehnice referitoare la împădurirea terenurilor cu fenomene de alunecare se dau în Tabelul 13.1.

Tabel 13.1. Soluţii tehnice indicate la împădurirea terenurilor predispuse alunecărilor

Specii lemnoase	Nr. de puieţi la ha	Procedee de pregătire a terenului şi de consolidare a versanţilor pentru împădurire
		În stepă
Să; Sc; V.t; L.c.	6700	Gropi de 40/40/30 cm
Să; Sc	5000	Terase cu gărduleţe la 2-3 m din ax în ax Gărduleţe rombice Mulcier Pământ vegetal Plantaţii cu puieţi, cresute în pungi de polietilenă
		În silvostepă
Sc; Pi.n; Fr; Ju; A.t.; Mj; Sg; Lc; Sp.	6700	Gropi de 40/40/30 cm Terase late de 0,8-1,0 m, la distanţa de 3 m din ax în ax
Pi.n; Fr; Mj; Sp; L..c;	5000	Gropi de 40/40/30 cm
Sa.a; C.r; C.a	6700	Gropi de 40/40/30 cm
An.n; Pl.e; Fr; V.t; Să; At; Sg; L.c	5000	Gropi de 40/40/30 cm
An.n;Fr; V.t; Să; L.c	6700	
Sc; să; C.a	5000-6700	Plantaţii în despicătură Terase cu gărduleţe, la 2-3 m din ax în ax Gărduleţe rombice Mulcire Pământ vegetal puieţi crescuţi în pungi de polietilenă
C.a	6700	
Mj; V.t; Ca; Sp; Li	3000-5000	Vetre cu diametru de 0,5-1,0 m , cu pământ vegetal (1000 vetre/ha)

Semnificaţia simbolurilor folosite în coloana a I-a este următoarea:

Să – sălcioară

Sc – salcâm

V.t – vişin turcesc

L.c – laptele câinelui

Pi.n – pin negru

L.i – liliac

Sa.a – salcie albă

Sa.p – salcie plesnitoare

An.n – anin negru

C.r – cruşin

Fr – frasin

Ju – jugastru

A.t – arţar tătărăsc

Mj – majdrean

Sg – sânger

Sp – scumpie

C.a – carpen

Pl.e – plop euramerican

Co – corn

La sortimentul de specii s-au indicat în cele mai multe cazuri un număr relativ mare de specii. La aplicarea concretă pe teren se aleg în general 1-3 specii şi anume acelea care corespund cel mai mult situaţiei concrete de pe teren. Spre exemplu, în regiunile secetoase, aninul negru este indicat să fie folosit, în cazul suprafeţelor de alunecare, mai spre baza acestora, respectiv, acolo unde regimul de umiditate al solului este mai favorabil. În cazul terenurilor frământate, plopii euroamericani nu se vor folosi pe porţiunile unde la suprafaţa terenului apare predominant roca, ci pe acelea unde la suprafaţă s-a păsrat mai mult vechiul sol, bineînţeles dacă regimul de umiditate este favorabil şi dacă solul este uşor. Salcâmul se va utiliza cu prioritate pe terenurile cu textură nisipo-lutoasă până la lutoasă, dacă nu se manifestă exces de apă. În cele mai dificile situaţii, când folosirea altor specii este nesigură se poate folosi cătina albă.

Pădurea, când este alcătuită din anumiţi arbori (plop, salcie, tei, anin, frasin) consumă o mare cantitate de apă din sol necesară creşterii şi dezvoltării ei, eliminând astfel excesul care ar putea duce la înmuierea şi alunecarea straturilor.

Pentru prevenirea alunecărilor de suprafaţă a scurgerilor noroioase se va folosi împădurirea cu specii repede crescătoare – plop, salcie, anin, tei, vişin etc., iar ca specii tari – salcâm, frasin etc., care consumă o mare cantitate de apă şi care îşi dezvoltă rădăcinile la suprafaţă, adică tocmai în stratul de sol ce trebuie desecat de excesul de apă.

Pentru prevenirea alunecărilor de adâncime, atunci când acest fenomen nu se datorează unor cauze de natură tectonică, se foloseşte împădurirea cu specii care au o înrădăcinare profundă, care fac o bună legătură cu straturile mai adânci, situate sub eventuala suprafaţă de alunecare. Speciile care corespund acestui scop sunt în general cele care au o înrădăcinare pivotantă: stejarul, pinul, nucul. Astfel vegetaţia forestieră poate asigura în acelaşi timp atât desecarea straturilor de alunecare cât şi fixarea lor în reţeaua vie a rădăcinilor sale.

Când alunecarea se datorează unei scurgeri printre straturi provenind dintr-o baltă cu apă stagnantă aflată în părţile superioare este destul ca pe lângă plantarea suprafeţei în alunecare să se execute două lucrări simple, dar cu efecte sigure pentru scopul urmărit – scurgerea apei stagnate din baltă şi coborârea nivelului acvifer.

Cu ajutorul drenurilor se va capta pânza de apă încetând astfel înmuierea straturilor şi oprind alunecarea, iar vegetaţia instalată prin împădurire consolidează apoi definitiv terenul.

Eficacitatea metodelor biologice de combatere a alunecărilor de terenuri este cu atât mai mare cu cât folosirea se face la timp, înainte ca fenomenul de alunecare să fi ajuns prin întinderea lui un fenomen de masă, caz în care vegetaţia singură nu mai poate rezolva întotdeauna problema alunecărilor.

13.6. AMELIORAREA ŞI VALORIFICAREA TERENURILOR ALUNECĂTOARE

Utilizarea în scopuri agricole a multor categorii de terenuri alunecătoare este fie imposibilă, fie neindicată sau nerentabilă. Astfel, grohotişurile, terenurile puternic frământate şi suprafeţele de desprindere cu roca ajunsă la zi în urma proceselor de alunecare, surpare sau prăbuşire, precum şi multe depozite rezultate în urma scurgerilor noroioase nu pot, în mod practic, căpăta nicio folosinţă agricolă. Unele din aceste terenuri sunt utilizate ca păşune. Productivitatea lor este însă cu totul necorespunzătoare. Unele terenuri cu fenomene de alunecare în care alunecarea s-a produs în bloc, pe suprafeţe mai mari (peste 0,5 ha) fără sau cu

slabă frământare a masei de pământ pot fi folosite şi în scop agricol, în general pentru pomicultură. Ameliorarea şi valorificarea acestor terenuri trebuie aplicată diferenţiat în funcţie de stadiul actual şi de perspectivă a procesului de alunecare, de cerinţele de stabilizare a terenului, de natura solului şi gradul de degradare a solului prin alunecări şi de cerinţele agroeconomice.În cazul terenurilor cu alunecări vechi stabilizate şi a terenurilor cu potenţial de alunecare, ameliorarea şi valorificarea lor trebuie să se înscrie în cadrul măsurilor şi lucrărilor cu caracter preventiv pentru asigurarea stabilităţii lor în continuare.

Terenurile care au alunecat recent pun grele şi complicate probleme de ameliorare şi valorificare din cauza gradului diferit de degradare a solului prin alunecări, din cauza microreliefului foarte accidentat şi din cauza modificării condiţiilor de circulaţie a apei la suprafaţă şi în interiorul terenului. Sunt terenuri alunecate recent cu un grad mare de frământare, de răscolire, la care orizonturile sunt amestecate, inversate, întrerupte, de multe ori cu roca la zi lipsită de fertilitate. Ameliorarea şi valorificarea acestor terenuri este foarte costisitoare, fiind necesare pe lângă o nivelare cu mişcări masive de terasamente, cantităţi mari de îngrăşăminte şi numai folosirea lor prin înierbare sau împădurire. Condiţii mai bune de ameliorare şi valorificare prezintă terenurile alunecate care au numai crăpături fără modificări esenţiale în profilul solului; acestea, după astuparea crăpăturilor şi aplicarea unor măsuri uşoare de menţinere a stabilităţii pot fi ameliorate şi valorificate pentru aceleaşi folosinţe care le-au avut anterior producerii alunecării. Cele mai grele condiţii de ameliorare şi valorificare le prezintă terenurile în alunecare (cu alunecări active şi în curs de activare), la care nu se poate aplica nicio folosinţă până când nu se aplică lucrări costisitoare de stabilizare. Pentru valorificarea terenurilor care au alunecat recent şi au o stabilitate temporară, precum şi pentru terenurile cu alunecări active sau în curs de activare cele mai potrivite folosinţe sunt pajiştile şi plantaţiile silvice, care contribuie la ameliorarea solurilor şi chiar la stabilizarea acestor terenuri prin regularizarea regimului hidric şi termic şi prin consolidarea mecanică pe adâncimea de pătrundere a rădăcinilor. Folosinţele agricole intensive vor fi aplicate numai pe acele terenuri alunecătoare unde prin măsuri şi lucrări eficiente tehnic şi economic s-au asigurat stabilizarea şi nivelarea lor şi unde condiţiile pedologice sunt corespunzătoare cerinţelor folosinţelor propuse. Pentru primii 2-3 ani pajiştea va fi folosită ca fâneaţă, însămânţându-se un amestec de scurtă durată, format din 65-76% leguminoase şi 35-35% graminee, iar după aceea pajiştea va

putea fi folosită ca păşune prin însămânţarea unui amestec de lungă durată (7-10 ani), format din 8-10% leguminoase şi 90-92% graminee.

Pajiştile înfiinţate pe terenurile alunecătoare pot fi plantate cu nuc (singur sau în asociaţie cu arbuşti fructiferi), când condiţiile pedoclimatice sunt corespunzătoare. Nucul poate fi plantat şi pe terenurile foarte frământate, dar de cele mai multe ori pe astfel de terenuri vor trebui plantate specii forestiere.

Pe terenurile alunecătoare cu exces periodic de umiditate dar nesalinizate se pot planta: *Alnus glutinosa, Alnus incana, Fraxinus excelsior, Populus tremula, Populus alba* etc.

Pe terenurile frământate fără exces de umiditate luto-nisipoase sau lutoase se pot planta: *Alnus incana, Populus tremula, Robinia pseudocacia, Fraxinus excelsior, Pinus silvestris, Pinus nigra, Ligustrum vulgare*, iar când textura este argiloasă se pot folosi: *Prunus mahaleb, Pinus nigra, Fraxinus ornus, Hippophae rhamnoides, Cornus sanguinea* etc. Pe terenurile alunecătoare cu soluri moderat salinizate se plantează: *Eleagnus angustifolia* şi *Hippophae rhamnoides*.

Pe terenurile cu soluri puternic degradate prin amestecarea şi inversarea orizonturilor cu roca mamă se pot planta*: Prunus maholeb, Eleagnus angustifolia, Robinia pseudocacia* (roca mamă), *Pinus nigra, Salix fragilis* (nisipuri, loess şi marne), *Alnus incana, Cornus sanguinea* etc. (pe soluri brune sau brun gălbui amestecate cu marne argiloase sau nisipoase). Aplicarea corectă pe oricare categorie de folosinţe pentru ameliorarea şi valorificarea terenurilor alunecătoare este condiţionată de efectuarea în prealabil a studiilor pedologice şi hidrogeologice.

13.7. ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Care sunt măsurile şi lucrările pentru prevenirea şi combaterea alunecărilor de teren?

2. Enumeraţi lucrările mecanice de prevenire şi combatere a alunecărilor de teren.

3. Care sunt lucrările de modelare a terenurilor alunecătoare?

4. Caracterizaţi ameliorarea terenurilor alunecătoare.

5. Enumerați studiile necesare proiectării lucrărilor de prevenire și combatere a alunecărilor.

6. Ce cuprinde cartarea unui teren predispus alunecărilor sau cu porniri?

13.8. TESTE DE AUTOEVALUARE

1. *Zidăria în uscat se aplică pentru înălțimi:*

a) până la 1 m
b) până la 2 m
c) până la 3 m

2. *Contrabanchetele se pot executa din:*

a) pământ, anroramente de piatră mare, căsoaie și gabioane
b) pământ, căsoaie
c) pământ, căsoaie și gabioane

3. *În acțiunea de prevenire și combatere a deplasărilor de teren se au în vedere lucrările:*

a) lucrări mecanice, hidrotehnice și lucrări biologice
b) lucrări biologice
c) lucrări hidrotehnice

4. *Pe terenurile predispuse la alunecări de teren, captarea izvoarelor și dirijarea apei în afara terenului alunecător este:*

a) o lucrare obligatorie
b) o lucrare opțională
c) o lucrare improprie

5. *Drenul de colectare-evacuare utilizat la captarea izvoarelor este:*

a) închis
b) deschis
c) închis sau deschis

6. *Lucrările de nivelare și modelare a terenurilor alunecătoare, în cazul alunecărilor superficiale, presupun*:

a) mișcări de terasamente
b) mișcări de terasamente și compactare umpluturi
c) uniformizare suprafață

Răspunsuri:1.b; 2.a; 3.a; 4.a; 5.c; 6.b.

13.9. REZUMAT

În acţiunea de prevenire şi combatere a alunecărilor se poate considera că unele cauze pot fi modificate, ca de exemplu umiditatea, compactitatea, regimul apelor superficiale şi freatice, vegetaţia etc., şi altele care nu pot fi modificate, cum ar fi natura rocii, textura, înclinarea straturilor, diferenţele de nivel a versantului etc. Măsurile luate îşi ating scopul numai dacă sunt îndreptate nu asupra efectelor, ci asupra cauzelor care duc la alunecări de terenuri şi a împrejurărilor în care acestea apar.

În acţiunea de prevenire şi combatere a deplasărilor de teren se deosebesc două mari categorii de lucrări: lucrări mecanice şi hidrotehnice, lucrări biologice.

Lucrări mecanice şi hidrotehnice de prevenire şi combatere a alunecărilor de teren deţin un rol foarte mare în prevenirea şi combaterea alunecărilor. După scopul pe care aceste lucrări îl îndeplinesc menţionăm următoarele: lucrări de consolidare a versanţilor, lucrări de consolidare a bazei versanţilor şi lucrări de drenare şi captări de izvoare.

La aplicarea modelărilor sau nivelării este necesar să fie satisfăcute cerinţele economice prin realizarea unui volum de terasamente cât mai redus, cerinţele agrotehnice prin păstrarea la suprafaţă a orizontului fertil al solului şi prin asigurarea condiţiilor de pantă corespunzătoare mecanizării lucrărilor agricole şi cerinţele regularizării scurgerii pe versanţi prin asigurarea condiţiilor de evacuare a apelor de suprafaţă fără pericol de accelerare a procesului de eroziune. Lucrările de colectare şi evacuare a apelor de suprafaţă se pot executa, de la caz la caz, după sau înainte de nivelare sau modelare.

Aceste lucrări de nivelare şi modelare nu se realizează numai prin mişcări de terasamente ci şi prin compactarea umpluturilor, în cazul alunecărilor superficiale, cu frământări mici şi uniforme, operaţia de bază este compactarea, cerinţele de mişcare a terasamentelor fiind mai reduse.

Un rol foarte important în prevenirea şi combaterea alunecărilor de teren îl are vegetaţia atât erbacee cât şi cea lemnoasă. Putem spune chiar că vegetaţia forestieră este mai eficientă în asemenea cazuri.

Ameliorarea şi valorificarea acestor terenuri este foarte costisitoare, fiind necesare pe lângă o nivelare cu mişcări masive de terasamente, cantităţi mari de îngrăşăminte şi numai folosirea lor prin înierbare sau împădurire.

Folosinţele agricole intensive vor fi aplicate numai pe acele terenuri alunecătoare unde prin măsuri şi lucrări eficiente tehnic şi economic s-au asigurat stabilizarea şi nivelarea lor şi unde condiţiile pedologice sunt corespunzătoare cerinţelor folosinţelor propuse.

13.10. BIBLIOGRAFIE

Bibliografie obligatorie:

1. DÎRJA, M., 2000, Combaterea eroziunii solului, Editura Risoprint, Cluj-Napoca.
2. DÎRJA, M., 1998, Stabilirea complexului de lucrări pentru prevenirea şi combaterea eroziunii solului pe pajişti nou înfiinţate în zonele colinare. Teză de doctorat, Universitatea de Ştiinţe Agricole Cluj-Napoca.

Bibliografie facultativă:

3. JINGA I., S. CÎMPEANU, NIŢU OANA ALINA, Irigaţii, desecări, combaterea eroziunii solului irigarea culturilor, Editura: Atelierul de multiplicat cursuri, Bucureşti 2009.
4. MUREŞAN D., I. PLEŞA, N.ONU, P.SAVU, Z.NAGY, I. JINGA, AL. TEODOROIU, I. PĂLTINEANU, I. TOMA, I. VASILESCU, Irigaţii, desecări şi combaterea eroziunii solului, Editura: Didactică şi pedagogică, Bucureşti 1992.
5. SAVU P., D.BUCUR, S.I.JITĂREANU, Îmbunătăţiri funciare şi irigarea culturilor lucrări practice, Editura: „Ion Ionescu de la Brad” Iaşi, 2005, pag. 243-253.

UNITATE DE ÎNVĂȚARE 14: MĂSURI ȘI LUCRĂRI ANTIEROZIONALE

CUPRINS UNITATE DE ÎNVĂȚARE 14:

14.1. LUCRĂRI DE NIVELARE 412
14.2. LUCRĂRI ȘI MĂSURI AGROTEHNICE 414
14.3. LUCRĂRI HIDROTEHNICE PENTRU INTERCEPTAREA ȘI REȚINEREA APEI SAU DE EVACUARE A ACESTEIA 416
14.4. CANALE DE COASTĂ 418
14.5. DEBUȘEE 422
14.6. TERASE 428
14.7. LUCRĂRI ȘI MĂSURI PENTRU ÎMBUNĂTĂȚIREA COVORULUI VEGETAL 438
14.8. COMBATEREA EROZIUNII ÎN ADÂNCIME 440
14.9. ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE 456
14.10. TESTE DE AUTOEVALUARE 458
14.11. REZUMAT 459
14.12. BIBLIOGRAFIE 460

INTRODUCERE

Acest capitol prezintă principalele măsuri și lucrări antierozionale, respectiv lucrările de nivelare și terasare, lucrările și măsurile agrotehnice, lucrările de dirijare a scurgerilor de suprafață – canale de coastă, debușee. În ultima parte a capitolului sunt prezentate lucrările de combatere a eroziunii în adâncime. Capitolul se încheie cu întrebări recapitulative, teste de autoevaluare și prezentarea unei bibliografii.

OBIECTIVELE UNITĂȚII DE ÎNVĂȚARE 14:

La sfârșitul acestui capitol vei fi capabil:

- ✓ să prezinți principalele măsuri și lucrări antierozionale;
- ✓ să prezinți lucrările de combatere a eroziunii în adâncime;
- ✓ să prezinți și să clasifici canalele de coastă;
- ✓ să prezinți debușeele și rolul acestora;
- ✓ să prezinți lucrările și măsurile pentru îmbunătățirea covorului vegetal.

Durata medie de studiu individual – 2 ore.

14.1. LUCRĂRI DE NIVELARE

Prin nivelarea terenurilor arabile în pantă se urmăreşte realizarea unei pante generale mai uniforme şi continue, prin astuparea formelor negative de relief, desfiinţarea drumurilor greşit amplasate, a şiroaielor rigolelor şi ogaşelor, care constituie focare de concentrare a scurgerilor superficiale.

Uniformizarea terenurilor agricole în pantă prin nivelare, pe lângă faptul că evită concentrarea scurgerilor de suprafaţă şi atenuează procesul de eroziune, creează condiţii pentru mai uşoara lucrare a solului, asigură o eficienţă sporită a maşinilor şi utilajelor agricole şi permite o mai raţională administrare a îngrăşămintelor.

Nivelarea terenurilor în pantă reprezintă o măsură general obligatorie de pregătire, atât pentru aplicarea măsurilor şi lucrărilor agrofitoameliorative cât şi pentru aplicarea celorlalte măsuri hidrotehnice sau hidroameliorative.

Pentru a face o agricultură raţională pe terenurile în pantă se impune nivelarea acestora în vederea creării unor pante uniforme.

Prin lucrarea de nivelare se urmăresc următoarele obiective:

- reducerea eroziunii prin evitarea concentrării scurgerii de suprafaţă;
- asigurarea unor condiţii optime pentru executarea tuturor lucrărilor agricole pe direcţia curbelor de nivel;
- crearea unor condiţii pentru înmagazinarea unei cantităţi mai mari de apă în sol prin reducerea pantei şi mărirea infiltraţiei;
- suprafeţele ocupate cu denivelări (mameloane ogaşe, alunecări mai vechi stabilizate) pot fi redate în circuitul agricol.

Pe pante de 5-8%, lucrările de modelare nivelare sunt mai uşoare, au rolul de a netezi şi uniformiza pantele.

Pe pante mai mari de 8% aceste lucrări uşoare nu mai sunt suficiente, trebuind completate cu lucrări de interceptare a scurgerilor. Modelările-nivelările reprezintă 6-8% din valoarea lucrărilor de combatere a eroziunii şi apar ca fiind prevăzute în toate proiectele de amenajare antierozională.

Aceste modelări-nivelări se fac după anumite calcule şi modele matematic, trebuind să îndeplinească două condiţii:

- volumul de terasamente să fie minim;
- volumul de săpătură să fie aproximativ egal cu volumul de umplutură.

Lucrările de modelare se execută cu buldozere, gredere, screpere, nivelatoare, polidiscuri, cel mai bine toamna şi primăvara înainte de însămânţări.

Aceste lucrări se pot executa după două procedee tehnologice:

- cu decopertarea stratului fertil;
- fără decopertarea stratului fertil.

În cazul în care este necesară decopertarea solului pe adâncimi mai mari de 40 – 50 cm, pentru a afecta cât mai puţin uniformitatea fertilităţi, stratul superficial se decapează şi se depozitează separat, se continuă netezirea terenului prin mişcarea stratului următoare şi ulterior se definitivează modelarea prin împrăştierea uniformă a depozitelor cu sol fertil. La umplerea microdepresiunilor cu adâncimi mai mari de 40 – 50 cm, se recomadă să se execute tasarea pe straturi succesive, de 0,25 – 0,30 m.

Zonele de umplutură trebuie supraînsămânţate cu aproximativ 5 – 10% din înălţimea de umplutură.

Atunci când stratul fertil este destul de gros, aceste lucrări se execută fără decopertarea stratului fertil, astfel ca după modelare să nu existe pericolul pierderii acestui strat de sol.

Refacerea fertilităţii solului şi egalizarea în timp, care, în urma lucrărilor de nivelare, oricum se reduce, se asigură prin administrarea unor doze suplimentare de îngrăţăminte organice şi minerale.

Pentru desfinţarea unor creste, taluze abrupte, a unor ravene, se poate folosi şi explozibilul.

Prin utilizarea acestuia se dislocă masiv şi rapid importante volume de pământ, pregătind astfel lucrarea de nivelare.

Lucrările de modelare – nivelare se aplică la amenajarea versanţilor destinaţi plantaţiilor viti – pomicole, inclusiv cu terase, în scopul îmbunătăţirii condiţiilor de realizare şi exploatare a plantaţiei, pentru dezvoltarea uniformă a viei şi pomilor, pentru a diminua eroziunea solului. Ca şi în cazul terenurilor arabile, modificarea reliefului versantului prin modelare – nivelare se poate realiza prin două procedee: cu decopertarea stratului fertil de sol; fără decoperatrea stratului superficial (fertil de sol). Aceste lucrări se execută cu ajutorul buldozerelor, tractoarelor S – 1500 echipate cu lamă de buldozer, gredere, screpere etc. Decopertarea stratului fertil de sol se recomandă pe versanţii uniformi nedesţeleniţi şi pe suprafeţele în care orizonturile inferioare ale solului sau substratul litologic prezintă un potenţial redus de fertilitate.

Modelarea – nivelarea cu decopertarea stratului fertil pe terenurile cu pante mai mari de 10% se execută concomitent cu lucrarea de terasare.

Modelarea – nivelarea terenului fără decopertarea prealabilă a stratului vegetal se execută pe versanţii neuniformi şi pe cei cu soluri formate pe loess sau luturi loessidizate. Ca şi în cazul precedent, se recomană ca odată cu modelarea – nivelarea să se realizeze şi terasarea.

14.2. LUCRĂRI ȘI MĂSURI AGROTEHNICE

Lucrările agrotehnice sunt folosite în scopul combaterii eroziunii, cu toate că ele au un caracter temporar. Pe nisipuri şi solurile nisipoase prin aceste lucrări se urmăreşte crearea unor condiţii cât mai bune pentru creşterea şi dezvoltarea plantelor care să constituie un obstacol în calea eroziunii eoliene.

Măsurile şi lucrările agrotehnice care se aplică în acest caz se referă la: alegerea şi rotaţia culturilor, mobilizarea solului şi administrarea îngrăşămintelor.

Alegerea şi rotaţia culturilor se va face în aşa fel încât să se preteze pe asemenea terenuri şi să se asigure acoperirea terenului cu vegetaţie o perioadă cât mai lungă şi cu un grad cât mai ridicat. Se urmăreşte de asemenea îmbogăţirea nisipului în materie organică şi completarea, pe de altă parte a necesarului de furaje, toate acestea necesitând practicarea culturilor ascunse, a celor intermediare de toamnă, respectiv a celor succesive, atunci când se poate aplica irigarea.

Din cercetările efectuate la noi în ţară, îndeosebi pe nisipurile din Oltenia, precum şi din practica agriculturii pe nisipuri, a reieşit că rezultate bune dau următoarele culturi: secara, grâul, porumbul, fasolița, sorgul hibrid, ricinul, lupinul, pepenii verzi, cartoful, fasolea, tutunul etc., din cadrul culturii mari, apoi viţa de vie şi pomii fructiferi.

În cazul tuturor culturilor orientarea rândurilor se va face perpendicular pe direcţia vântului dominant astfel încât acestea să constituie obstacole în calea vântului.

Introducerea asolamentelor în care să intre culturi specifice zonei respective joacă un rol deosebit de important în prevenirea spulberării nisipului. În cadrul acestor asolamente este important să se respecte anumite condiţii, cum ar fi: rotaţia culturilor, introducerea culturilor succesive, a culturilor în fâşii şi în culise. Aşa cum s-a specificat anterior, pe nisipuri şi soluri nisipoase cea mai bună protecţie o asigură culturile de secară, grâu, orz, lucernă, rapița şi borceagul de

toamnă. După recoltarea acestor culturi, pentru a se asigura acoperirea terenului o perioadă cât mai lungă, se însămânţează culturile succesive.

Toamna, acoperirea terenului se realizează prin introducerea culturilor intermediare: secara masă verde, borceagul de toamnă, mazărea furajeră de toamnă etc., iar primăvara culturi ca porumbul, soia, pepeni verzi etc.

În plantaţiile de pomi şi viţa de vie se recomandă ca printre rânduri să se semene toamna secară în fâşii late de 1,5 m, iar primăvara după pornirea pomilor sau viţa de vie în vegetaţie să se încorporeze în sol ca îngrăşământ verde sau se poate folosi şi ca furaj verde.

În ceea ce priveşte lucrările solului, acestea se vor executa perpendicular pe direcţia vântului dominant şi într-un număr cât mai redus. Dacă nu se poate renunţa la arătură, este de dorit ca aceasta să se execute cât mai târziu toamna, cu aproximativ 2 săptămâni înainte de semănat, iar primăvara cât mai devreme, dacă este posibil chiar în timpul iernii şi fără răsturnarea brazdei (cu plugul fără cormană). Miriştea se lasă mai înaltă, aceasta constituind un obstacol în calea vântului. Grăpatul şi discuitul se vor executa numai dacă după arătură se face imediat semănatul.

Administrarea îngrăşămintelor pe nisipuri şi soluri nisipoase care are un rol mai mare decât pe celelalte tipuri de soluri. Prin aplicarea îngrăşămintelor organice sau chimice se urmăreşte obţinerea unor culturi cât mai încheiate, bine dezvoltate, care să asigure o bună protecţie solului şi totodată o creştere a conţinutului de humus prin descompunerea resturilor vegetale şi a sistemului radicular, ajungându-se astfel la o structurare a nisipurilor.

Rezultate bune s-au obţinut prin aplicarea îngrăşămintelor organice (gunoi de grajd sau îngrăşăminte verzi) încorporate când se face arătura cea mai adâncă. Gunoiul de grajd se poate administra în doze de 20-30 t/ha, fie nefermentat, fie descompus, anual, în straturi succesive, la adâncimi de 60-20 cm.

Ca îngrăşăminte verzi, pe nisipurile din sudul ţării se recomandă lupinul alb, iar în nord-vestul ţării: măzărichea de toamnă, fasoliţa, secara, mazărea furajeră şi lupinul galben (şi cel alb).

14.3. LUCRĂRI HIDROTEHNICE PENTRU INTERCEPTAREA ȘI REȚINEREA APEI SAU DE EVACUARE A ACESTEIA

Pentru asigurarea unui covor vegetal bine încheiat, pe lângă fertilizarea terenului, o importanţă deosebită pentru păşunile situate în zonele cu precipitaţii reduse o prezintă reţinerea apei pe versanţi. Problemele de evacuare a excesului de apă se pun pe suparafeţe destul de reduse şi numai în zonele cu precipitaţii abundente în cazul când acest exces dăunează dezvoltării normale a ierburilor sau provoacă eroziunea solului.

În aceste scopuri se pot executa desţeleniri pe fâşii, brăzduiri, valuri de pământ. Pe terenurile în pantă (peste 20%) care prezintă eroziuni puternice sunt recomandate **desţeleniri în fâşii**. Arăturile adânci pentru desţelenire, făcute pe curbele de nivel mai ales toamna, permit reţinerea apelor neinfiltrate de pe terenurile nedesţelenite situate în amonte. În anul următor când vegetaţia se va stabili pe fâşiile desţelenite, vor fi desţelenite celelalte fâşii. Lăţimea acestor fâşii se stabileşte în funcţie de panta versanţilor între 10 şi 30 m.

Brăzduirile sunt lucrări simple cu rol de reţinere a apei din precipitaţii executate în zonele cu deficit de umiditate. Brăzduirea constă în executarea toamna pe păşuni a unor brazde de 25 – 30 cm cu distanţa între ele de 3 – 8 m, amplasate pe direcţia curbelor de nivel. Pe traseul acestora se fac întreruperi la distanţe de 20 – 30 m, sub formă de şah, pentru a se evita ruperea acestora la concentrarea scurgerilor. Nu se recomandă brăzduirea pe terenurile nisipoase sau pe cele grele.

Valurile de pământ, sau de nivel au rol de reţinere a apei, şi se folosesc pe păşunile din zonele cu umiditate insuficientă, iar cele înclinate au rol de evacuare a surplusului de apă şi se folosesc pe suprafeţe reduse numai în zonele care prezintă exces de umiditate.

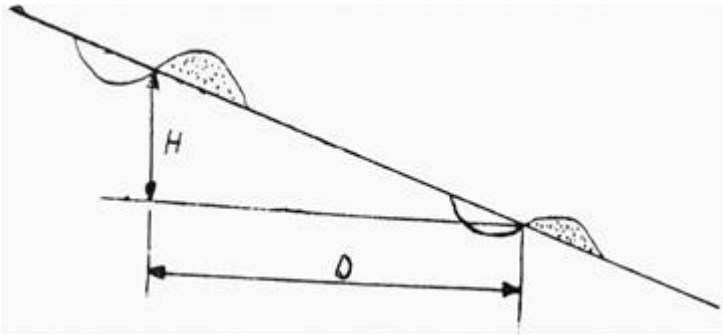


Figura 14.1. Secţiune pe versant învălurit

Aceste valuri de pământ se prezintă sub forma unor coame sau spinări orientate în lungul curbelor de nivel şi sunt prevăzut în partea din amonte cu un şanţ de reţinere sau evacuare a apelor scurse pe versanţi. Aceste valuri secţionează panta într-o serie de fâşii înguste pe care apa de scurgere nu mai ajunge la viteza şi debitul care să-i permită provocarea eroziunii fiind captată de şanţul din faţa valului.

După poziţia pe care o au faţă de curbele de nivel, valurile de pământ se clasifică în: valuri orizontale (de nivel) şi valuri înclinate.

Valurile orizontale sunt amplasate paralel cu curbele de nivel, la distanţe şi dimensiunile corespunzătoare reţinerii totale a scurgerilor pentru ca întreaga cantitate de apă să se infiltreze în sol. Aceste valuri sunt segmentate (compartimentate) din 20 în 20 m sau din 50 în 50 m cu pinteni de pământ, pentru ca în cazul ruperii valului, apa reţinută să nu se scurgă în totalitate. Aceste valuri orizontale se execută în regiuni cu precipitaţii mai mici de 550 m, pe soluri cu permeabilitate mare şi mijlocie şi sunt contraindicate pe terenurile alunecătoare sau cu pericol de alunecare.

Valurile înclinate sunt amplasate astfel încât să li se asigure o anumită pantă longitudinală, astfel ele reţinând numai parţial apa din scurgerile de suprafaţă, surplusul evacuându-l spre un debuşeu. Valurile înclinate se execută pe terenuri grele, cu permeabilitate redusă, cu exces de umiditate, în regiuni cu precipitaţii peste 550 mm anual. În funcţie de durata de funcţionare, valurile de pământ se împart în valuri temporare şi valuri permanente. Valurile temporare se execută în fiecare toamnă şi se desfiinţează primăvara. Rolul acestora este de a reţine apa provenită din topirea zăpezii, prevenind astfel eroziunea pe care ar putea-o provoca aceste ape.

Valurile permanente odată executate pot dura zeci de ani dacă sunt îngrijite şi întreţinute. Acestea se execută pe baza unor studii documentate şi cu ajutorul unor maşini speciale. Valurile de pământ, în general nu sunt indicate pe terenuri cu textură nisipoasă, terenuri frământate şi terenuri care prezintă pericol de alunecări.

Pe lângă aceste lucrări hidrotehnice menite să intercepteze, reţină sau să evacueze apa de pe versant se mai pot utiliza şi **copcile**, executate sub forma unor gropi cu ajutorul unor tăvălugi cu colţi; sau scarificarea păşunilor, la adâncimea de 30-40 cm, care contribuie de asemenea la mărirea capacităţii de infiltrare a apei în sol.

Alături de vegetaţia ierboasă au rol foarte important în lupta cu eroziunea solului îl are şi vegetaţia forestieră. Picăturile de apă în cădere sunt reţinute în proporţie de 70% de către frunzişul şi ramurile arborilor. În afară de aceasta, sistemul radicular al speciilor forestiere permite fixarea solului dându-i o stabilitate mai mare la eroziune, facilitează infiltrarea apei şi creează condiţii optime de dezvoltare a vegetaţiei ierboase, care alături de litieră, constituie un adevărat stăvilar faţă de eroziune.

În lupta împotriva eroziunii solului, speciile forestiere se folosesc pe pajişti pentru plantaţii silvice în masiv, iar în trecut se foloseau şi pentru perdele antierozionale. Plantaţiile silvice în masiv se folosesc pentru combaterea formaţiunilor eroziunii de adâncime, (ogaşelor şi ravenelor), care nu pot fi înierbate, dându-se astfel şi o utilizare raţională a acestor terenuri.

14.4. CANALE DE COASTĂ

Canalele de coastă sunt lucrări hidroamelioartive cu rol de a intercepta, menţine şi evacua dirijat surplusul de apă de pe versant direct într-un emisar natural sau prin intermediul debuşeelor, pentru a stăvili eroziunea şi a crea condiţii optime pentru dezvoltarea plantelor.

În funcţie de amplasament şi rolul funcţional (Mihaiu Gh. şi colab., 1985) canalele de coastă din plantaţiile viti-pomicole pot fi:

– canale la limita între suprafaţa terasată şi partea superioară a versantului neterasat;

– canale între plantaţia prevăzută la amenajare şi alte folosinţe;

– canalele marginale la drumurile în serpentină sau în diagonală;

– canale la schimbarea de pantă şi în zonele depresionare.

Reţeaua de canale se amplasează în dependenţă de unităţile teritoriale şi drumurile din plantaţie.

Canalele de coastă se proiectează şi se execută pe versanţi cu panta cuprinsă între 10% şi 25%.

În zonele cu alunecări active sau parţial stabilizate, pe soluri uşoare sau pe suprafeţe puternic fragmentate de formaţiunile eroziunii de adâncime, nu se vor executa canale de coastă.

După cum reţin apa de scurgere de pe versanţi, total sau numai parţial, canalele de coastă, ca şi valurile de pământ se împart în: canale de nivel sau orizontale şi canale de coastă înclinate.

Canalele de coastă orizontale sau de nivel, pentru a putea reţine întreaga cantitate de apă ce se scurge de pe versanţi, sunt amplasate paralel cu direcţia curbelor de nivel.

Aceste canale se recomandă în zonele cu precipitaţii sub 550 mm anual, pe versanţi uniformi, fără pericol de alunecare, cu permeabilitate bună, care să permită infiltrarea apei interceptate într-un timp util.

Canalele de coastă se amplasează pe pajişti şi în mod special pe versanţii din preajma obârşiilor formaţiunilor torenţiale, în scopul opririi înaintării acestora, prin reţinerea întregii cantităţi de apă scursă.

Pe terenurile viticole, canalele de nivel în bazinul de recepţie se pot amplasa fie în combinaţie cu terasele, şi anume pe la extremitatea amonte a platformei terasei, fie singure, ocupând suprafaţa corespunzătoare unui rând de vie.

Când sunt amplasate la extremităţile parcelelor de vie, este bine ca pe marginea amonte a canalului să se prevadă o bandă înierbată sau cu arbuşti.

Pe terenurile pomicole se amplasează pe intervalele dintre rânduri, la mijlocul intervalului; fiind însoţite şi în acest caz de benzi înierbate sau arbuşti, iar în cazul existenţei teraselor continui se amplasează tot pe marginea amonte a platformei terasei.

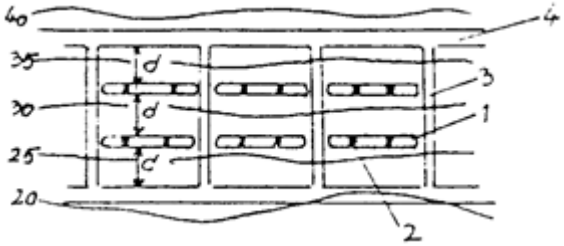


Figura 14.2. Amplasarea canalelor de nivel în parcele: 1 – canale de nivel; 2 – pinteni de separaţie; 3 – potecă; 4 – drum; d – distanţa dintre canale

La proiectarea canalelor de coastă orizontale se are în vedere volumul de apă provenit din ploi sau topirea zăpezii, pentru o asigurare a ploilor de 10%, astfel ca secţiunea lor să asigure reţinerea întregii cantităţi de apă scursă de pe suprafaţa dintre două canale, iar traseul lor să nu stânjenească executarea lucrărilor de întreţinere a plantaţiilor.

Canalele de coastă orizontale, ca şi valurile de pământ orizontale, se compartimentează cu pinteni de pământ, din 20 în 20 m, ce au rolul de a împiedica circulaţia apei reţinute de-a lungul canalului (Figura 14.2).

Secţiunea cea mai frecvent utilizată pentru canalele de coastă este secţiunea trapezoidală, prevăzută în aval cu un diguleţ de pământ, care contribuie la creşterea capacităţii de reţinere a canalului. Acest diguleţ se realizează cu pământul rezultat din săparea canalului, lăsându-se o bermă între canal şi diguleţ (Figura 14.3).

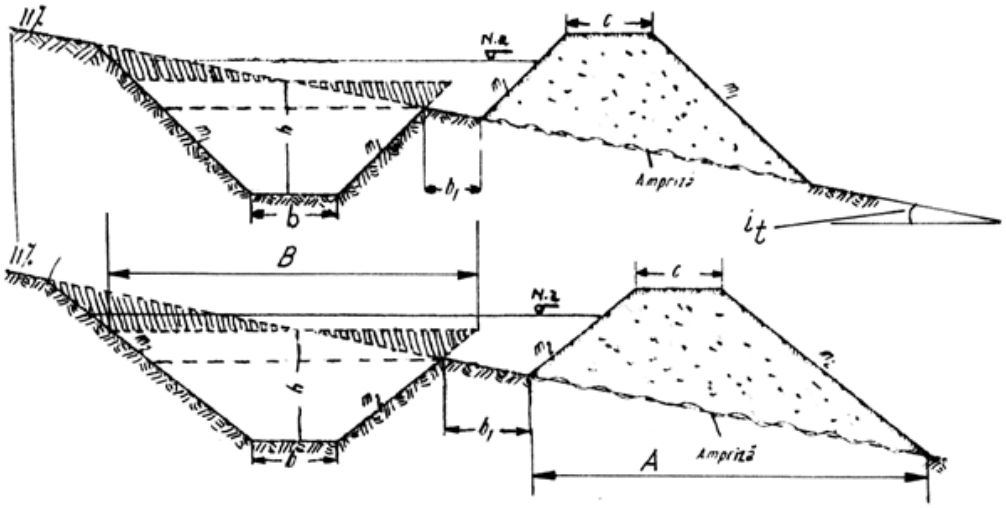


Figura 14.3. Canale de coastă cu diguleţ şi bermă
m1 = 1,00; m2 = 1,25; B = 2 mh + b; h = adâncimea de săpătură (m); b = lăţimea la fund (m); c = lăţimea la coronament (m); b1 = lăţimea bernei (m); B = deschiderea la gură a canalului, calculată pt. h (m); A = ampriza (m2 /m); S = secţiunea canalului pt. săpături (m2 /m); T = taluzări (m2 /m); În = înierbări (m2 /m); V = volumul de apă reţinut (m3 /m); it = panta terenului

La proiectarea canalelor de coastă orizontale se stabilesc următoarele elemente:

– volumul de apă reţinut de canal (Vr) pe lungimea de 1 m;

– volumul scurgerii (Vs) de pe suprafaţa de 1m^2, dintre două canale de nivel succesive;

– distanţa dintre două canale pe orizontală (d) şi pe verticală (Δh);

– numărul de canale din parcela amenajată (N);

– lungimea totală a canalelor de pe suprafaţa amenajată (L t);

– volumul de terasamente pentru construcţia canalelor (VT);

– volumul de apă reţinut (Vr), pe 1 m liniar de canal.

Pe baza experienţelor acumulate până în prezent se recomandă următoarele dimensiuni ale canalelor de nivel:

– adâncimea la fund a canalului 0,3-0,5 m;

– lăţimea bermei 0,2-0,5 m;

– înclinarea taluzurilor în funcţie de textura solului 1:1 la 1:1,5.

Pentru controlul şi conducerea apelor în exces din zonele semiumede şi umede (convenţional peste 550 mm anual) se proiectează canale înclinate pe versanţi, cu o pantă longitudinală de 1-2% (Figura 14.4).

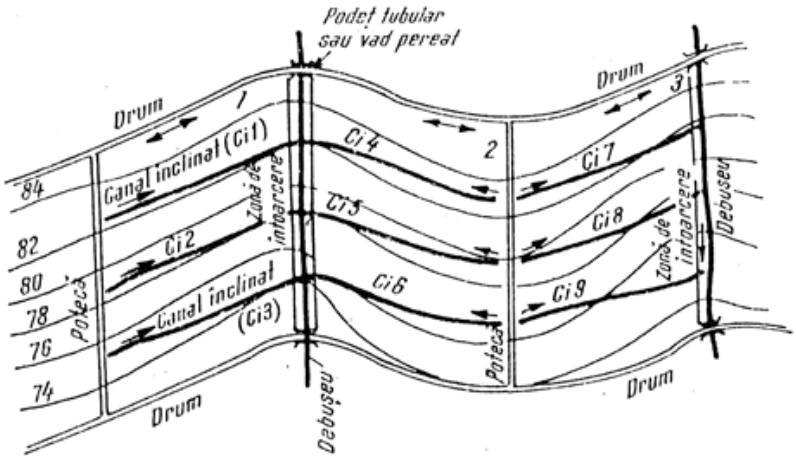


Figura 14.4. Amplasarea canalelor înclinate într-o parcelă cu relief ondulat

Deosebirea majoră faţă de canalele de nivel constă în faptul că la canalele înclinate nu mai sunt prezente diguleţele.

Dimensionarea secţiunii hidraulice de scurgere a apelor la canalele înclinate se face pe tronsoane, începând din amonte spre aval, în funcţie de pantă şi de cantitatea de apă preluată, după principiile cunoscute, pe baza relaţiei lui Chezy.

Canalele de coastă înclinate din plantaţiile viti-pomicole au, în general, secţiunea transversală trapezoidală sau triunghiulară. Secţiunea trapezoidală se adoptă, de regulă, când canalele se consolidează cu dale din beton, sau zidărie de piatră cu mortar de ciment, cazuri în care se dimensionează pentru viteze de circulaţie a apei mai mari de 2 m/s.

Când aceste canale au şi rol drenant, se proiectează cu adâncimi mai mari şi nu se consolidează.

În amontele drumurilor trasate de-a lungul curbelor de nivel ca şi la drumurile de legătură (deal-vale) se recomandă canale înclinate cu secţiunea triunghiulară, cu adâncimea 0,3-0,4 m, taluzul amonte 1/1, iar taluzul dinspre drum 1/3 – 1/1,5.

Aceste canale se execută mecanizat şi de obicei nu se consolidează mecanic.

La drumurile principale consolidate, sau pe tronsoanele cu panta în lungul drumului mai mare de 5%, canalele marginale se consolidează cu dale din beton sau cu perete de piatră.

Secţiunea trapezoidală se adoptă pentru canalele marginale ale drumurilor atunci când trebuie să evacueze debite mari de apă. În funcţie de pantă, aceste canale se consolidează prin înierbare sau mecanic.

Execuţia canalelor de coastă, atât orizontale cât şi înclinate, începe prin operaţia de trasare a axelor canalelor, în mod obişnuit din partea superioară a versantului şi cuprinde curăţirea traseului şi arătura amprizei diguleţului, săparea canalelor şi realizarea diguleţelor cu pământul rezultat din săpătură. La canalele înclinate, execuţia fiecărui canal începe de la debuşeu spre capătul amonte al canalului.

Pe terenurile cu permeabilitate pentru apă mai redusă şi în zonele cu precipitaţii abundente, pe lângă lucrarea de nivelare se impune amenajarea unei reţele de canale de coastă şi valuri de pământ înclinate, lucrări care asigură interceptarea apelor de scurgere de pe versanţi, conducerea şi evaluarea lor în debuşee. Debuşeele la rândul lor conduc apa colectată de pe versanţi în emisari naturali sau canale colectoare de evacuare.

14.5. DEBUŞEE

Debuşee pe terenurile arabile în pantă

Măsurile şi lucrările agrofitotehnice şi hidroameliorative, au drept scop să intercepteze apa ce se scurge la suprafaţă, să favorizeze infiltrarea ei surplusul să-l conducă în mod controlat într-o reţea de evacuare. Când pe versanţi nu există posibilităţi de evacuare a apei (văi naturale înierbate) se impune executarea unor canale pentru evacuarea apelor.

Debuşeele sunt canale pe versanţi, amenajate în scopul colectării şi evacuării dirijate a surplusului de apă din precipitaţii sau izvoare de coastă.

Aceste debuşee sunt executate de regulă în zonele depresionare ale versanţilor şi orientate pe linia de cea mai mare pantă.

Debuşeele joacă un rol important în regularizarea scurgerii de pe terenurile înclinate, ele constituind lucrarea de legătură între bazinul de recepţie şi cursul de apă.

Amenajarea debuşeelor pe terenurile arabile trebuie să răspundă următoarelor cerinţe:

– amplasarea în teren a debuşeelor să se facă cu mare atenţie urmărindu-se dacă este posibil microdepresiunile naturale pentru a fi necesare mişcări reduse de terasamente pentru realizarea secţiunii de scurgere;

– să nu stânjenească lucrările de organizare a teritoriului şi executarea mecanizată a lucrărilor agricole;

– să asigure pentru circulaţia apei viteze convenabile pentru a nu fi erodate sau colmatate;

– execuţia debuşeelor să respecte dimensiunile stabilite prin proiect;

– să aibă capacitatea de transport corespunzătoare scurgerii maxime, cu asigurarea de calcul, de pe suprafaţa de colectare a apelor.

Pe terenurile arabile, micile depresiuni care reprezintă debuşee naturale, nu trebuie cultivate ci consolidate prin înierbare şi folosite ca fâneaţă, având baza largă de 5-8 m, panta lor fiind maximum 5-6%.

Debuşeele cu consolidare biologică, construite artificial pe terenurile arabile au secţiunea trapezoidală sau parabolică (Figura 14.5), consolidarea pe cale biologică a secţiunii debuşeului împotriva degradării prin eroziune se realizează pe cale biologică în mod natural, prin însămânţare cu amestecuri de ierburi perene, sau prin căptuşirea cu brazde de iarbă.

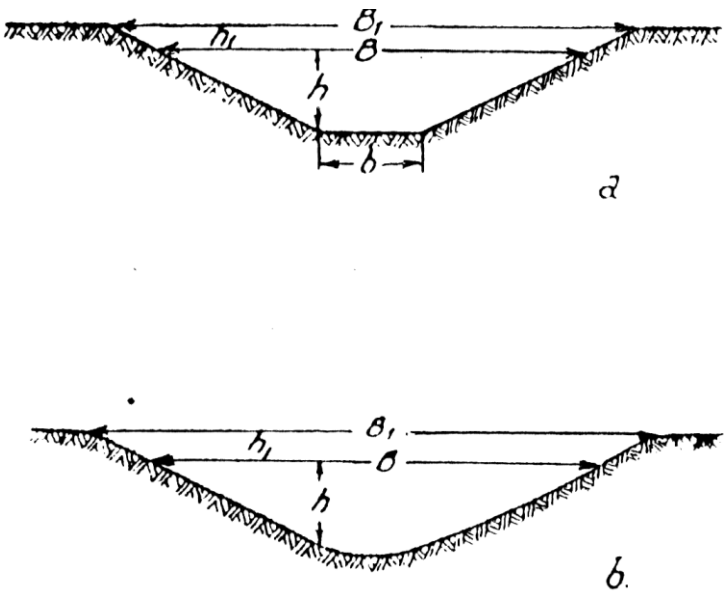


Figura 14.5. Secţiunea tranversală a debuşeelor:
a – trapezoidală
b – parabolică

Pe debuşeele înierbate, dirijarea apelor de scurgere se recomandă să se facă după un an de la însămânţare, iar în cazul consolidării cu brazde de iarbă, la cel puţin trei luni de la terminarea lucrărilor.

Problema dimensionării cât mai corecte a debuşeelor a constituit o preocupare a cercetărilor, în vederea găsirii dimensiunilor corespunzătoare a debuşeelor în funcţie de suprafaţa de colectare deservită. Dimensiunile stabilite de acad. Moţoc şi colab., 1975, pentru debuşeele înierbate din zona colinară sunt prezentate în Tabelul 14.1.

Problema dimensionării debuşeului implică aplicarea unor cerinţe ce se impun pentru buna funcţionare a acestuia şi anume:

– debuşeul să deservească o suprafaţă cât mai mare;

– viteza apei prin secţiunea debuşeului să fie cuprinsă între viteza de neeroziune şi viteza de neînămolire;

– în consolidarea secţiunii debuşeului să se aibă în vedere posibilităţile locale.

Pentru dimensionarea unui debuşeu se procedează astfel:

- se calculează debitul afluent cu relaţia:

$$Q = 0{,}167\ K\ .\ S\ .\ I$$

în care:

Q – debitul maxim cu aceiaşi asigurare cu aceea a ploii de calcul (m3/s);

K – coeficientul mediu de scurgere pe suprafaţa aferentă;

S – suprafaţa deservită de debuşeu, în ha;

I – intensitatea medie a ploii de calcul cu asigurarea de 10%, în m/min;

- se stabileşte viteza admisibilă a apei pe secţiunea debuşeului.

Tabel 14.1. Viteze limită admisibile ale apelor de scurgere pe debuşeele naturale neconsolidate

Loess	0,4 – 06
Nisip argilos uşor	0,7 – 08
Nisip argilos greu	1,0
Argile nisipoase uşoare	0,7 – 0,8
argile nisipoase mijlocii	1,10
Argile nisipoase grele	1,10 – 1,20
Argile moi	0,70
Argile normale	120 – 1,40
Argile compacte	1,50 – 1,80
Roci şistoase	1,90
Roci sedimentare	2,30
Roci dure	3,70

- se stabileşte secţiunea necesară de curgere

În situaţia debuşeelor de lungimi mari se recomandă ca dimensionarea elementelor constructive să fie făcută pe tronsoane de 200 m, ceea ce implică şi stabilirea debitelor de evacuat tot pe tronsoane de aceleaşi lungimi;

- se diminuează elementele constructive ale debuşeului b şi h în funcţie de ω.

La stabilirea lăţimii b pentru debuşeele naturale, ca elemente de referinţă se au în vedere lăţimea fundului şi, de asemenea, panta fundului depresiunii. Adâncimea apei trebuie să fie de 0,3-0,5 m, ca urmare se impun taluzuri "dulci" (m = 2, 3, 4) şi b ≈ 0,4-0,5 m. Aceste debuşee, cu lăţimi mari şi adâncimi mici, reduc dificultatea consolidării, însă măresc suprafaţa ocupată; de aceea, în afară de criteriul hidraulic pentru b şi h care trebuie analizat în mai multe variante – se are în vedere şi criteriul economic.

Verificarea vitezei apei cu ajutorul formulei lui Chézy, prin secţiunea debuşeului în funcţie de elementele constructive stabilite (b, h, m) şi soluţii de reducere a vitezei.

Debuşee în plantaţiile viti-pomicole

Debuşeele se amenajează pe versanţii cu plantaţii viti-pomicole pentru a colecta şi evacua dirijat apa ce se scurge de pe terase, canale de coastă şi eventual din reţeaua de drumuri (Figura 14.6).

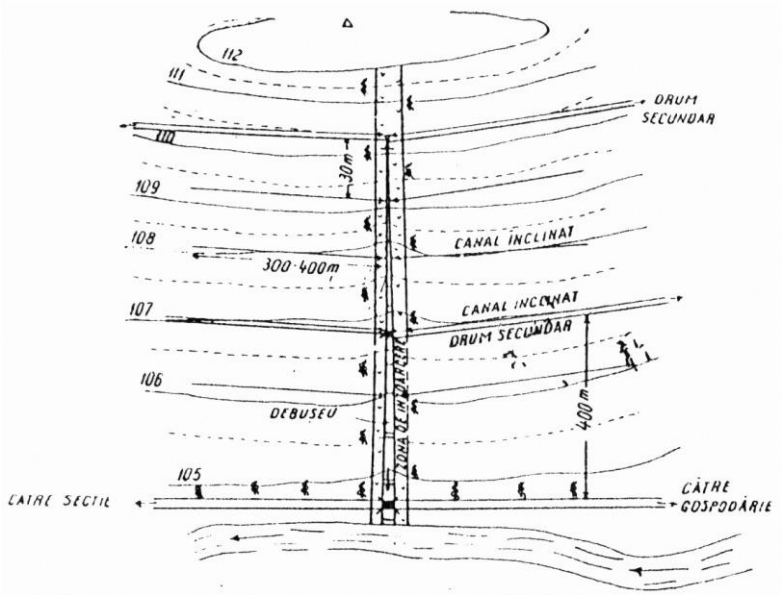


Figura 14.6. Schema amplasării debuşeelor şi a canalelor de coastă într-o plantaţie de vie

Necompletarea lucrărilor de amenajare pe terenurile viti-pomicole cu debuşee, atunci când trebuie evacuat surplusul de apă de scurgere (după ploi torenţiale sau de lungă durată), duce la deteriorarea tuturor celorlalte lucrări şi la dezvoltarea eroziunii de adâncime.

Debuşeele pot fi naturale, când se folosesc pentru evacuare depresiunile îbţelenite natural, care se găsesc pe versanţi, şi artificiale, care se consolidează biologic, mecanic sau mixt.

Debuşeele au pantă longitudinală mare, de regulă fiind trasate pe direcţia deal-vale (linia de cea mai mare pantă), de aceea se pun unele probleme în legătură cu proiectarea acestora:

– să poată transporta toată apa colectată de la cât mai multe canale şi terase înclinate;

– să nu fie erodate;

– să fie economice şi să nu împiedice executarea mecanizată a lucrărilor agricole de pe terenurile cu diferite folosinţe din bazinul hidrografic în care se execută.

Debitul de evacuare se estimează prin însumarea debitelor aduse de canale şi terase, după care se face o reducere cu 10% până la 30%, având în vedere aportul lucrărilor agrotehnice şi silvice în reţinerea scurgerii.

Prevenirea erodării debuşeului se face prin diferite feluri de consolidare, prin rugozitate artificială, căderi şi pante forţate (Figura 14.7).

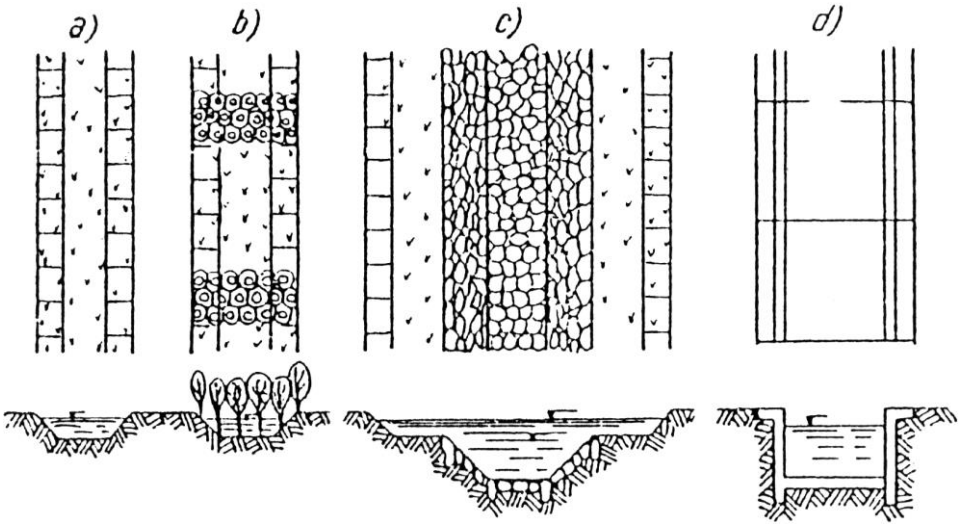


Figura 14.7. Diferite consolidări de debuşee
a – consolidare prin înierbare
b – consolidare prin înierbare şi plantaţii
c – consolidare cu pereu de piatră
d – consolidare cu beton

Când consolidarea se face prin înierbare, debuşeul trebuie să fie executat cu un an înainte de darea în folosinţă şi secţiunea de formă trapezoidală sau parabolică să aibă o lăţime cât mai mare (3-6 m) pentru realizarea unei adâncimi a apei cât mai reduse, astfel ca viteza să nu depăşească 1 m/s.

Acest tip de consolidare se poate practica pe pante de până la 10%. Înainte de însămânţare se îngraşă terenul cu gunoi bine fermentat în amestec cu îngrăşăminte chimice. Se mai poate îmbunătăţi această consolidare prin traverse din brazde de iarbă amplasate la 15-20 m între ele.

Pentru pante mai mari de 10% trebuie să se facă consolidări cu beton turnat la faţa locului, cu dale de beton, cu pavaj de piatră şi alte mijloace de consolidare ce pot fi eficace, uşor de executat din materiale locale.

Dacă terenul prezintă pantă mare, aceasta se reduce cu ajutorul căderilor care se pot executa din zidărie de piatră sau din beton sau prin pante forţate din beton.

Consolidarea mecanică a tronsoanelor canalelor cuprinse între căderi se realizează cu elemente prefabricate (dale) din beton sau pavaj de bolovani, rostuit cu mortar de ciment. Debuşeele cu consolidare mixtă sunt debuşee la care consolidarea este atât biologică cât şi mecanică.

Pe porţiunile cu pantă mică, unde viteza apei nu provoacă eroziune, consolidarea este biologică. Pe aceste tronsoane, panta debuşeului nu trebuie să fie mai mare de 10%, în cazul terenurilor cu soluri mijlocii şi de 14% în cazul terenurilor cu soluri grele.

Dacă terenul prezintă pante mari, pantele se reduc la cele proiectate cu ajutorul căderilor de piatră sau beton. Porţiunea din amonte şi aval de cădere se consolidează mecanic.

În zonele unde sunt executate terase, căderile se amplasează de regulă în dreptul taluzului terasei.

Dacă debuşeele artificiale au secţiuni care nu permit traversarea lor cu maşinile agricole trebuie să se creeze, în ambele părţi ale acestora, zone înierbate de 3-5 m, necesare pentru întoarcerea agregatelor sau maşinilor.

Dimensionarea debuşeelor a fost prezentată pe larg anterior.

Această dimensionare se face în funcţie de mărimea debitului de transport şi tipul de consolidare, verificându-se viteza de scurgere pe debuşeu cu formula clasică a lui Chézy.

Dacă lungimea debuşeului este mare, suprafaţa de colectare depăşeşte 3-4 ha, secţiunea se prevede a fi consolidată mecanic, se împarte debuşeul în tronsoane şi se dimensionează separat fiecare tronson.

Debuşeele reprezintă lucrarea de amenajare cea mai pretenţioasă, atât în ceea ce priveşte construcţia cât şi întreţinerea. Greşita dimensionare şi amplasare, execuţia necorespunzătoare şi lipsa întreţinerii debuşeelor poate determina declanşarea unui proces activ de eroziune în adâncime.

Canalele de evacuare de la debuşee se amenajează când nu se poate realiza descărcarea debuşeului direct în emisar. Aceste canale au secţiunea trapezoidală consolidată mecanic, mixt sau biologic şi se amplasează pe traseele cele mai scurte între partea finală a debuşeului şi emisar.

Pe terenurile care urmează a fi terasate pentru plantaţiile pomicole sau viticole, ogaşele şi ravenele mici se nivelează sau se pot amenaja ca debuşee.

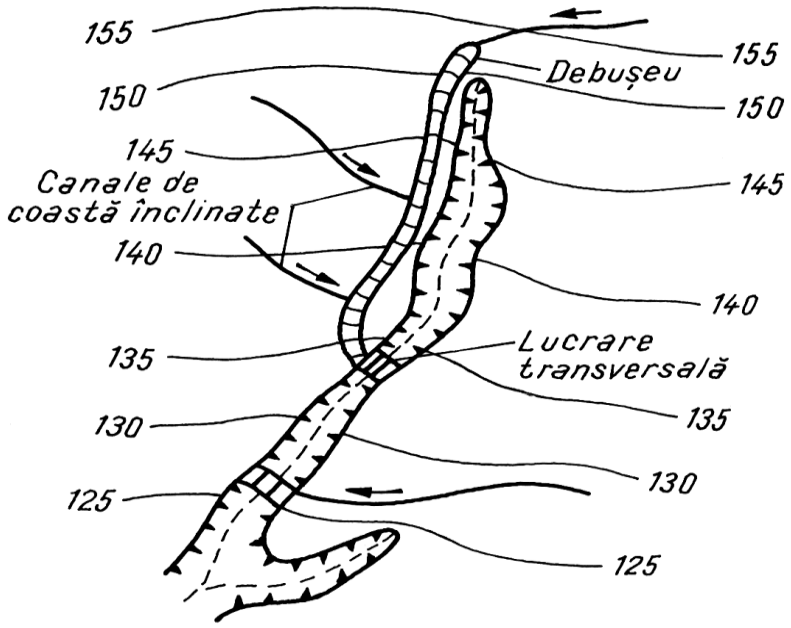


Figura 14.8. Schemă de amenajare a zonei de vârf cu lucrări de colectare şi evacuare a scurgerilor prin canale de coastă şi debuşee

14.6. TERASE

Terasarea terenurilor arabile

Terenurile arabile cu pante mai mari de 14 – 15% necesită lucrări de terasare, pentru combaterea eficace a eroziunii solului.

În România suprafaţa arabilă cu pantă mai mare de 15% este de cca. 925 mii ha, din acestea peste 50% putându-se amenaja prin terasare.

Terasele pot modifica radical raportul dintre scurgere şi infiltraţie în favoarea celei din urmă.

Aceste terase este interzis a se realiza pe terenuri cu potenţial de alunecare. Înaintea terasării propriu-zise se fac nivelări pentru a se obţine lăţimi constante ale teraselor.

Există două tipuri de terase executate pe terenurile arabile:

1. Agroterase, realizate prin arături repetate;

2. Terase banchetă, realizate cu utilaje terasiere.

Agroterasele

Agroterasarea terenurilor arabile în pantă reprezintă una din cele mai vechi măsuri de combatere a eroziunii solului.

Aceasta a apărut în mod natural în zonele de dealuri şi coline, în multe ţări ale lumii, atunci când terenul respectiv a fost lucrat pe direcţia curbelor de nivel. În România, cele mai mari suprafeţe de teren sunt în Transilvania, dar şi în Moldova şi Muntenia unde se mai găsesc şi astăzi agroterase care s-au format chiar după prima reformă agrară, făcută de Alexandru Ioan Cuza. Agroterasele au rezultat în timp prin executarea arăturii cu aruncarea brazdei spre aval, la care s-au adăugat şi depunerile scurgerilor ce au avut loc, încât s-au format în funcţie de lăţimea fiecărui lot, platforme ce au redus aproape în totalitate scurgerile.

Panta iniţială a terenului s-a redus cu valori cuprinse între 23-65% (Neamţu, 1996). Taluzurile acestor agroterase care au servit şi ca limită de hotar au crescut în înălţime de la 20-25 cm la peste 3 m, pe multe din ele dezvoltându-se o vegetaţie lemnoasă spontană. Probabil că acest lucru i-a determinat pe unii ţărani să lase asemenea terase în paragină.

Agroterasele naturale fiind dimensionate în funcţie de lăţimea loturilor respective şi nu după criteriile cunoscute, de cele mai multe ori sunt necorespunzător dimensionate. Este nevoie deci de modernizarea lor şi aducerea la parametrii corespunzător pantei.

Modernizarea agroteraselor se poate face cu ajutorul buldozelor.

După cum am amintit, agroterasarea poate avea loc şi prin lucrări agrotehnice executate pe curba de nivel, în special arătura.

Realizarea agroteraselor decurge practic astfel:

a) arătură cu răsturnarea brazdelor spre vale, prima brazdă fiind răsturnată întotdeauna pe teren nearat, constituind baza viitorului taluz al agroterasei.

Arătura se întrerupe la limita superioară a lăţimii platformei agroterasei (Figura 14.9 a).

b) arătura cu răsturnarea brazdei spre aval cu excepţia ultimei brazde ce se aruncă spre amonte (Figura 14.9 b);

c) arătura cu răsturnarea brazdei, spre aval prima brazdă fiind răsturnată pe fiecare bandă înierbată în partea din amonte a acesteia (Figura 14.9 c).

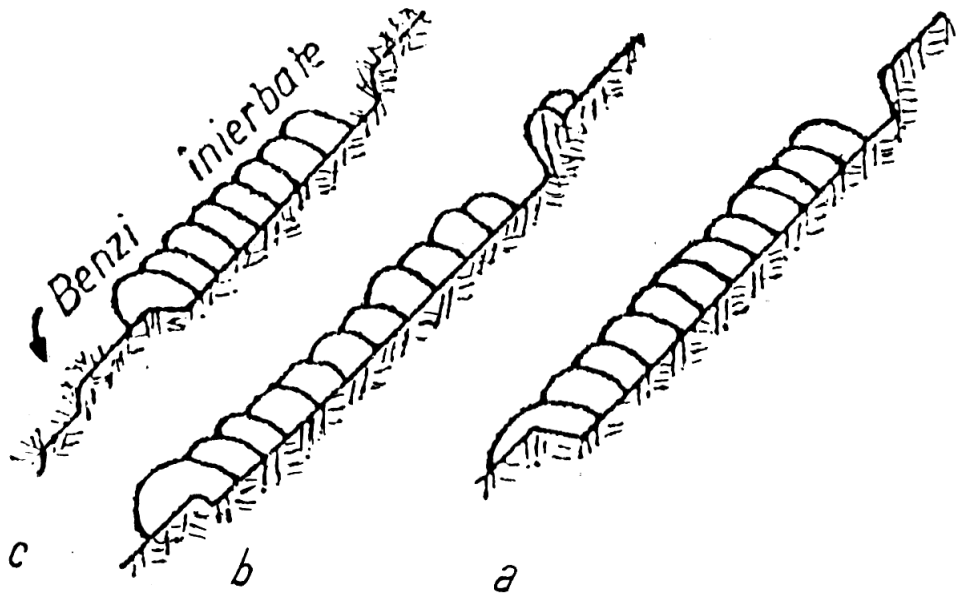


Figura 14.9. Contribuţia arăturii la formarea agroteraselor

De asemenea, agroterasele se realizează odată cu lucrările agricole, fără a stânjeni procesul de producţie, permite extinderea mecanizării lucrărilor agricole pe terenurile cu pante mari, asigurând totodată sporuri importante de producţie.

Terasele banchetă

Terasele banchetă reprezintă o formă intermediară între agroterase şi terasarea propriu-zisă concepute pentru a urgenta formarea acestora prin crearea unor platforme de 4-6 m lăţime uşor înclinate spre aval şi cu taluz înalt de 0,5-0,7 m (Figura 14.10). Primele agroterase au fost realizate la Staţiunea Perieni de acad. Moţoc M. Ele se pot executa cu oricare din utilajele terasiere (buldozere, gredere, nivelatoare) pe terenurile arabile cu pante cuprinse între 15-25%, urmărindu-se fidel curba de nivel. În Figura 14.10 se poate vedea secţiunea transversală printr-un versant terasat.

Metoda teraselor banchetă este destul de răspândită, datorită unui mare avantaj pe care îl are: scurtarea perioadei de terasare, de la 8-10 ani prin agroterasare la numai 1-2 ani. Grăbirea acestui proces este uşurat de executarea lucrărilor agricole pe curba de nivel şi în special al arăturilor făcute cu plugurile

reversibile cu răsturnarea brazdelor spre aval. Pentru România, dimensiunile optime de amplasarea teraselor banchetă pe terenurile arabile în pantă au fost stabilite de Moţoc M. şi colab. (1975).

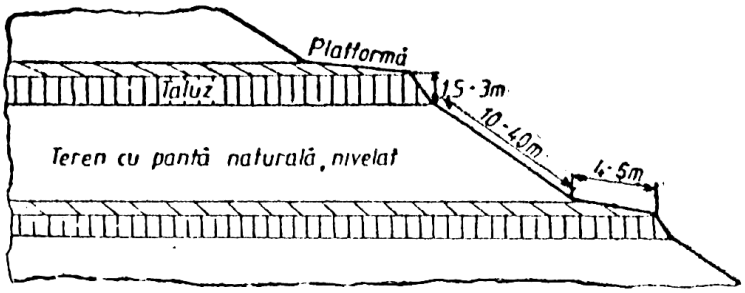


Figura 14.10. Schema de amenajare a unui versant cu terase banchetă

Tehnologia de execuţie a teraselor banchetă impune, în prealabil execuţiei lor, realizarea nivelării terenului supus amenajării.

Se materializează apoi elementele fiecărei terase (taluz, platformă terasată şi fâşie neterasată). Cu ajutorul utilajelor speciale (buldozer, greder etc.) se creează platforma terasată, la lăţimi stabilite (4-6 m) şi apoi se finisează cu grederul.

Dacă se lucrează numai cu buldozerul, pentru realizarea platformei terasate, sunt necesare mai multe treceri, obţinându-se un taluz iniţial cu înălţimi de 40-60 cm, taluz care se înierbează. Taluzurile se însămânţează cu acelaşi amestec de ierburi care se foloseşte şi la însămânţarea benzilor înierbate şi după tehnologia corespunzătoare.

Prin trecerea cu utilajul terasier din amontele platformei terasate se va urmări acoperirea şanţului creat şi realizarea unei pante uniforme între platforma terasată şi fâşia neterasată. Această netezire se poate realiza trecând odată sau de două ori peste zona respectivă cu grapa cu discuri. În timp, prin lucrarea şi cultivarea platformei terasate şi a fâşiei neterasate se va ajunge la terasarea pe întreaga lăţime a terasei, deci şi a fâşiei rămasă cu pantă naturală, pe întreaga lăţime a terasei, deci şi a fâşiei rămasă cu pantă naturală.

Terasarea terenurilor destinate plantaţiilor viti – pomicole

În antichitate, terasarea a avut drept scop principal extinderea suprafeţelor cultivate, iar ulterior s-a avut în vedere şi limitarea procesului de eroziune.

Terasarea versanţilor conduce la o serie de avantaje tehnice, organizatorice, hidrologice cum ar fi:

– prin reducerea lungimii de scurgere a apelor, se asigură un control şi un echilibru hidrologic mai favorabil pentru scurgerile de suprafaţă;

– prin reducerea înclinării naturale a terenurilor lor, se îmbunătăţeşte schema de bilanţ al apelor, prin creşterea aportului freatic,

– prin modificarea configuraţiei generale a terenurilor cu pante mari se asigură un control al apelor în exces către debuşee şi emisarii naturali;

– prin mărirea infiltraţiei apei în sol se asigură o folosire şi o repartizare mai eficientă şi uniformă a apelor din precipitaţii necesare dezvoltării plantelor;

– se valorifică terenurile cu pante foarte mari cu culturi intensive;

– se asigură posibilitatea executării mecanizate a lucrărilor agricole şi folosirea unei game variate de maşini agricole;

– facilitează administrarea mai eficientă a îngrăşămintelor;

– reduc vitezele de scurgere a apelor pe versant;

– este limitată eroziunea solului.

Pe lângă aceste avantaje oferite de terasare, semnalăm şi o serie de dezavantaje care apar în cazul terasării, şi anume:

– în primii ani de la execuţie, rambleul este o zonă vulnerabilă, datorită instabilităţii acestuia;

– condiţiile de umiditate sunt mai nefavorabile, pe măsură ce taluzul în rambleu este mai înalt;

– pe terenurile cu rezistenţă mică la eroziune, în primii ani de la execuţie, în zonele unde platformele prezintă denivelări, sunt afectate şi deteriorate taluzurile, în special cele în rambleu;

– pe terenurile predispuse la alunecare, terasele accentuează acest fenomen.

Lucrările de terasare sunt destul de complexe prin modul de concepţie, procedeele de realizare şi volumul mare de terasamente ce trebuie dislocate pe unitatea de suprafaţă. Acţiunea de terasare din ultimele trei-patru decenii, la noi, a fost legată, în special, de refacerea viticulturii, pomiculturii şi combaterea eroziunii solului.

Terasele sunt executate sub forma unor trepte din pământ care transformă traseul natural al liniei de cea mai mare pantă de pe un versant. Pentru o bună executare şi funcţionare a acestora sunt necesare şi unele lucrări pregătitoare, cum ar fi:

– defrişarea şi curăţirea terenului, atunci când pe terenul ce urmează a fi amenajat se găseşte o vegetaţie ierboasă sau lemnoasă care împiedică pichetarea şi execuţia teraselor;

– nivelarea terenului, care uşurează execuţia teraselor şi le asigură o funcţionare normală,

– execuţia unor canale de centură, pentru evacuarea sau reţinerea scurgerilor din partea amonte a terenului ce urmează a fi terasat.

Stabilirea suprafeţelor ce urmează a fi amenajate antierozional prin terasare, a tipului de terase şi a mijloacelor de execuţie, precum şi a soiurilor de viţă de vie şi a speciilor şi soiurilor de pomi ce urmează a fi plantate pe terenurile terasate, se face numai pe baza analizei corelate a factorilor naturali şi social economici din zona respectivă.

Astfel studiile: geografic, geomorfologic, climatic, hidrologic, al solului şi eroziunii, vegetaţiei, studiul condiţiilor social-economice, asigură stabilirea pe baze raţionale şi economice a suprafeţelor ce trebuie terasate, a tipului de terase ce urmează a se executa în vederea conservării solului pentru crearea condiţiilor optime de creştere şi dezvoltare a viţei de vie şi a pomilor, pe terenurile respective.

Clasificarea teraselor

Principiile de amplasare, dimensionare şi procedeele de execuţie a teraselor au fost diferenţiate de la zonă la zonă, corespunzător condiţiilor morfometrice, pedologice, de pluviometrie şi hidrologie, de vegetaţie, de mecanizare etc.

De aceea, terasele au căpătat o diversitate de forme şi denumiri şi au fost valorificate cu diverse culturi, specifice zonelor geografice.

Astfel, spre exemplu, în S.U.A., terasarea începe de la pante relativ mici (1-2%) cu respectarea strictă a unor principii tehnice şi organizatorice, iar clasificarea teraselor se face după următoarele criterii:

După funcţia pe care o îndeplinesc în stăvilirea eroziunii – sedimentării şi ridicarea producţiei avem:

a) Terase trepte sau terase bănci – realizate pe terenuri cu pante > 15%.

După înclinarea pe care o are platforma faţă de panta terenului, acest tip de terase se clasifică astfel:

– terase – trepte cu platforma orizontală;

– terase – trepte cu înclinarea platformei în sensul pantei generale a versantului;

– terase – trepte cu înclinarea platformei în sens invers pantei generale a versantului;

– terase – trepte pentru irigaţii.

b) Terase valuri sau terase creastă – ocupă în SUA terenurile cu pante cuprinse între 1-12% şi au rolul de a repartiza uniform umiditatea apei în sol, prin regularizarea scurgerilor de suprafaţă.

După dimensiunile lor, terasele valuri sunt subîmpărţite astfel:

– terase – val cu bază largă cu o ampriză până la 15 m;

– terase – val cu bază îngustă cu o ampriză între 3-4 m;

c) Terase val cu platforma orizontală sau înclinată, reprezintă o combinaţie între terasele trepte şi terasele valuri.

d) Terase canal sau terase de infiltraţie – care se subîmpart astfel:

– pentru colectarea sau drenarea apelor de suprafaţă;

– pentru colectarea şi drenarea apelor subterane;

– pentru drenarea apelor din zonele depresionare cu ajutorul unor tuburi ceramice.

Terasele nu urmează nişte norme şi scheme şablon dinainte stabilite astfel, în România, acestea au constituit o preocupare pentru specialişti începând din anul 1949.

Clasificarea teraselor în România se face după următoarele criterii:

1) După înclinarea platformei:

A) Faţă de panta versantului avem:

a) terase cu platformă orizontală;

b) terase cu platformă înclinată în sensul pantei versantului;

c) terase cu platformă înclinată în sens invers pantei terenului.

B) Faţă de axul longitudinal al terasei avem:

a) fără înclinare

b) cu înclinare – acestea la rândul lor se subîmpart în:

- terase cu înclinare continuă care poate fi:

- unilaterală

- bilaterală.

- terase cu înclinare pe tronsoane:

- unilaterală,

- bilaterală.

2) După felul taluzelor:

A) În funcţie de înălţimea taluzelor avem:

a)terase cu înălţime constantă;

b) terase cu înălţime variabilă;

c) terase cu înălţime mixtă.

B) După tipul de consolidare a taluzelor avem:

a) terase cu taluze consolidate prin înierbate;

b) terase cu taluze consolidate cu brazde de iarbă;

c) terase cu taluze consolidate prin împletitură de nuiele şi cu brazde de iarbă;

d) terase cu taluze consolidate cu zidărie uscată de piatră;

e) terase cu taluze consolidate mixt.

3) După forma şi înălţimea platformei:

A) Terase cu platformă continuă care, la rândul lor, pot fi:

a) terase cu platformă continuă uniformă;

b) terase cu platformă continuă combinată;

c) terase cu platformă continuă variabilă.

B) Terase cu platformă individuală în cadrul cărora găsim:

a) terase cu platformă individuală dreptunghiulară;

b) terase cu platformă individuală pătrată;

c) terase cu platformă individuală circulară;

d) terase cu platformă individuală parabolică.

C) În funcţie de lăţimea platformei avem:

a) terase cu lăţimea platformei constantă;

b) terase cu lăţimea platformei variabilă.

4) În funcţie de maşinile şi utilajele folosite în executarea teraselor avem:

A) Terase realizate în timp cu maşini agricole şi anume:

a) cu polidiscuri;

b) cu pluguri obişnuite sau reversibile;

c) cu pluguri cu cormana prelungită sau terasoare;

d) cu pluguri cu subsoliere;

e) cu pluguri rotative;

B) Terase realizate odată cu desfundarea terenului – acestea executându-se cu pluguri balansiere de desfundat.

C) Terase realizate în săpătură-umplutură cu utilaje terasiere:

a) cu freze;

b) cu nivelatoare;

c) cu gredere şi eleveting gredere;

d) cu buldozere;

e) cu screpere.

5) După folosinţa pentru care se execută, avem:

A) Terase pentru terenuri arabile;

B) Terase pentru terenuri viticole;

C) Terase pentru terenuri pomicole;

D) Terase pentru terenuri propuse la împădurire.

În cadrul teraselor, elementele constructive cele mai importante sunt: lăţimea platformei, taluzul, înălţimea taluzului, înălţimea terasei şi lăţimea terasei.

Platforma terasei este suprafaţa cultivată şi are întotdeauna panta mai mică decât panta terenului. Taluzul terasei are întotdeauna înclinarea mai mare decât înclinarea versantului, iar înălţimea terasei reprezintă diferenţa de nivel între cota amonte a platformei şi cota aval a bazei taluzului.

Terasarea reprezintă o lucrare de amenajare radicală a versanţilor, creează posibilităţi de valorificare intensivă a acestora, cu efecte favorabile de atenuare a scurgerilor şi eroziunii.

Principii de dimensionare a teraselor se referă în principal la rezolvarea următoarelor condiţii:

– folosirea tuturor schimbărilor de pantă, obstacolelor şi formelor naturale ale terenului, care pot ajuta la amplasarea şi asigurarea unui paralelism între terase;

– realizarea cu volume de terasamente cât mai reduse, înălţimi mici de taluze, suprafaţa cultivabilă de platforme cât mai mare şi lucrări de artă puţine;

– distanţa dintre terase să fie astfel stabilită încât să corespundă cu capacitatea de reţinere sau de evacuare a platformelor, canalelor şi şanţurilor aferente terasării, iar secţiunile lor să fie capabile de a capta sau a conduce apele care se scurg din zonele limitrofe şi la asigurările de calcul impuse;

– elementele constructive şi dimensiunile rezultate din calcule trebuie să corespundă cu distanţele de plantare ale principalelor plante folosite pe terase (viţă de vie, pomi şi arbuşti fructiferi etc.) şi cu gabaritul maşinilor agricole;

– taluzele şi platformele trebuie să aibă înclinări, înălţimi şi respectiv dimensiuni care să limiteze erodarea lor, să le asigure stabilitatea şi să excludă pericolul de alunecare;

– să fie asigurat un control al scurgerilor de suprafaţă;

– să se evite schimbările bruşte de aliniamente şi curburile mici, incomode pentru mecanizare, întârzie scurgerile şi provoacă sedimentări masive;

– cu ajutorul unor racordări minime dintre terase să se realizeze un acces comod al maşinilor agricole şi de transport;

– în vederea consolidării taluzelor să se folosească metode biologice sau materiale locale, cu un volum minim pentru întreţinere şi exploatare;

– eroziunea care se produce între două lucrări trebuie să fie sub limita tolerabilă şi să nu diminueze fertilitatea solului.

În cazul terasării terenurilor din zonele subumede şi umede este necesar rezolvarea următoarelor probleme:

– stabilirea amplasamentului debuşeelor naturale sau artificiale şi a punctelor principale pentru preluarea şi evacuarea dirijată a apelor în exces;

– evitarea suprafeţelor predispuse fenomenului de alunecare sau cu alunecări recente sau stabilizate;

– netezirea şi modelarea microdepresiunilor şi asigurarea unei uniformizări a pantelor propuse pentru terasare;

– captarea şi amenajarea zonelor cu izvoare care apar la zi;

– amenajarea şi consolidarea ogaşelor şi ravenelor care nu pot fi modelate, prin lucrări hidrotehnice şi vegetative;

– lungimea critică a pantei trebuie să fie egală cu distanţa între două lucrări care au rolul de a controla scurgerea şi eroziunea;

– ploaia eficace care determină volumele şi debitele de apă, se caracterizează printr-o cantitate $H > 10$ mm şi respectiv o intensitate $i > 0,4 – 0,5$ mm/min.

14.7. LUCRĂRI ŞI MĂSURI PENTRU ÎMBUNĂTĂȚIREA COVORULUI VEGETAL

În mod natural, mai devreme sau mai târziu, aspectul covorului vegetal pe păşuni se degradează dacă nu se intervine cu măsuri de îngrijire şi de înlăturare a speciilor nevaloroase.

În scopul evitării degradării covorului vegetal şi a îmbunătăţirii acestuia se pot executa o serie de lucrări şi măsuri din care cele mai importante sunt: distrugerea muşuroaielor, curăţirea de arbuşti, pietre şi combaterea buruienilor nevaloroase, fertilizări, supraînsămânţări şi reînsămânţări etc.

Muşuroaiele de origine animală sunt formate de cârtiţe, furnici şi mistreţi, iar cele de origine vegetală se formează pe tufele dense ale unor graminee şi rogozuri, pe cioate sau buturugi rămase în sol după defrişare pe care se depune material erodat în amonte.

Distrugerea muşuroaielor se poate face manual, când avem o suprafaţă mică de ameliorat, sau mecanizat în cazul suprafeţelor mari, folosind maşini terasiere speciale (gredere, buldozere) sau cu ajutorul grapelor obişnuite cu colţi, a maşinilor speciale cum ar fi rindeaua de pajişti tip IIEP Sibiu. Lucrarea de distrugere a muşuroaielor se poate executa în orice anotimp al anului, chiar şi iarna când pământul nu este prea înghețat sau umed.

Pentru menţinerea unui covor vegetal bine încheiat este necesar ca pajiştile să fie curăţite de resturile vegetale aduse de apele ce se scurg pe versanţi, de mărăcinişuri, pietre, buturugi şi cioate rămase în urma defrişărilor. Această curăţire se poate face manual sau mecanizat cu echipamentul de strâns arboret şi cioate (ESAC – 3,6) purtat în faţa tractorului SM-300.

Defrişarea vegetaţiei lemnoase se face avându-se în vedere în primul rând panta terenului.

Pe terenurile cu pante până la 18%, defrişarea se execută fără restricţii, distrugându-se în totalitate toţi arbuştii. Pot fi menţinuţi arbori solitari sau chiar pâlcuri de arbori care pot constitui zonă de refugiu pentru animale în caz de intemperii. În cazul terenurilor cu panta mai mare de 18%, defrişarea se execută în benzi late de 40-120 m pe direcţia curbelor de nivel, alternând cu benzi antierozionale nedefrişate cu lăţimea de 5-25 m.

Dacă suprafaţa de păşune are un grad mare de acoperire cu arboret, după lucrarea de scoatere şi adunare a cioatelor terenul se prezintă ca o lucrare de arat şi

frezat. În acest caz, pentru prevenirea declanşării procesului de eroziune nu se recomandă defrişarea decât pe terenuri cu panta până la 36%.

Fluxul tehnologic, după cum arată Stănilă T. şi colab., 1984; citat de Lulea C., 1992, pentru executarea lucrărilor de defrişat arboret este următorul: tăiat arbuşti cu ETA-3; strâns materialul tăiat cu ESAC-3,6; scos cioate şi rădăcini cu EEC-1,2 strâns cioate şi eventual pietre cu ESAC-3,6.

Arboretul cu diametrul tulpinii de până la 4 cm se poate distruge cu maşina de curăţat pajişti (MCP-2) purtată în spate pe tractorul U-650, pe pante până la 25% sau pe tractorul SM-800 la pante de până la 51%, maşină care concomitent cu tăierea arboretului execută şi distrugerea muşuroaielor.

Se exclude de la defrişare vegetaţia lemnoasă existentă pe pajiştile cu pante mai mari de 58%, cea din jurul ogaşelor şi ravenelor, cea de pe ternurile supuse alunecărilor, precum şi speciile declarate "monumente ale naturii" (Pinus cembra, Larix decidua ssp. carpatica, Taxus bacata etc.)

Vegetaţia lemnoasă poate fi distrusă şi pe cale chimică prin folosirea arboricidelor în vederea distrugerii lăstarilor tineri care apar din coletele şi rădăcinile rămase în sol după defrişare.

Supraînsămânţarea şi reînsămânţarea păşunilor se aplică după caz în funcţie de cantitate şi calitatea ierburilor valoroase de pe păşune. Suprafeţele de păşuni foarte degradate, cu un grad mare de acoperire cu muşuroaie (peste 40%) se recomandă să fie desţelenite şi reînsămânţate cu amestecuri de ierburi corespunzătoare zonei respective.

Reînsămânţarea se face prin desţelenirea pajiştii naturale cu brazde foarte înguste şi răsturnate la 180°, lucrarea executându-se spre sfârşitul verii şi începutul toamnei, pe direcţia curbelor de nivel.

Pe păşunile situate pe versanţi cu pante mari sau care prezintă pericol de alunecare se recomandă ca desţelenirea să se execute în benzi cu o lăţime de 20-60 m care alternează cu alte benzi nedesţelenite. După însămânţarea primelor benzi, cu amestecuri de ierburi perene corespunzător zonei şi formarea unui sistem radicular purternic, se desţelenesc şi următoarele şi se însămânţează cu acelaşi amestec.

În urma experienţelor şi cercetărilor efectuate pe terenuri amenajate ca pajişti artificiale din Podişul Transilvaniei, cele mai eficiente amestecuri de ierburi perene, graminee şi leguminoase, în ceea ce priveşte combaterea eroziunii solului pe astfel de categorii de folosinţă (Dîrja M., 1998) sunt:

– amestec simplu 1, format din: Bromus inermis 50% + Onibrychis viciifolia 50%;

– amestec simplu 2 format din: Bromus inermis 50% + Medicago sativa 50%;

– amestec complex 1: Dactylis glomerata 23,3% + Onobrychis viciifolia 30% + Bromus inermis 50% + Lolium perenne 23,3%;

– amestec complex 2 format din: Medicago sativa 30% + Dactylis glomerata 23,3% + Bromus inermis 23,3% + Lolium perenne 23,3%.

Aceste variante de amestecuri au oferit cea mai bună protecţie împotriva eroziunii solului, după cum se poate observa şi din figura 53, faţă de celelalte variante experimentale, respectiv borceag de primăvară şi mei furajer. Eroziunea produsă pe terenurile ocupate de aceste amestecuri se situează mult sub eroziunea admisibilă de 6 t/ha pe an.

În primii ani, pajiştea reînsămânţată se va folosi ca fâneaţă pentru formarea unui covor vegetal bine încheiat.

Supraînsămânţarea se execută pe păşunile pe care numai o parte din ierburile valoroase au dispărut sau pe păşunile unde au fost distruse muşuroaiele.

După însămânţare se va face o grăpare puternică cu grapa obişnuită în lungul şi în curmezişul terenului. Însămânţarea se recomandă să se facă primăvara foarte devreme şi să fie urmată de tăvălugit.

Covorul vegetal obţinut se menţine bine încheiat, se fertilizează corespunzător şi se păşunează raţional.

14.8. COMBATEREA EROZIUNII ÎN ADÂNCIME

Complexul de lucrări utilizat în combaterea eroziunii solului în adâncime urmăreşte fie reintegrarea în circuitul agricol sau silvic a terenurilor ocupate de către formaţiunile eroziunii în adâncime, fie amenajarea acestora în scopul stingerii fenomenului de eroziune.

Pentru stabilirea pe baze ştiinţifice şi în condiţii economice a lucrărilor de combatere a eroziunii în adâncime, trebuie ca înainte de întocmirea schemelor de amenajare să se cunoască cauzele principale de formare şi dezvoltare al formaţiunilor eroziunii în adâncime (concentrări de scurgeri de pe suprafeţe mari de teren, rezistenţa redusă la eroziune a solului, distrugerea vegetaţiei, exploatarea necorespunzătoare a terenurilor agricole, amplasarea necorespunzătoare a drumurilor etc.), dimensiunile acestora, folosinţa terenului, pagubele produse

agriculturii, centrelor populate, căilor de comunicaţie şi lucrărilor de gospodărirea apelor.

Altfel se va pune problema combaterii eroziunii în cazul în care ravenele sau torenţii pun în pericol centre populate, căi de comunicaţii, lucrări de gospodărirea apelor şi când afectează terenuri agricole, cu fertilitate ridicată ocupate de culturi valoroase, când formaţiunile se găsesc în plină activitate, existând pericolul cuprinderii de suprafeţe tot mai mari şi astfel când acestea se întâlnesc pe terenuri slab productive sau neproductive, care nu pot fi luate în cultură sau sunt pe cale de a se stinge.

În primul caz se vor aplica lucrări în complex, chiar dacă acestea necesită investiţii mai mari, pentru a stăvili într-un timp cât mai scurt fenomenele de eroziune, pentru a apăra diferite obiective şi a reda agriculturii terenurile respective.

În cel de-al doilea caz se vor prevedea lucrări mai simple, mai puţin costisitoare, folosindu-se în special metodele biologice de combatere (împăduriri, înierbări), prin care se asigură stânjenirea dezvoltării eroziunii în adâncime şi îmbunătăţirea regimului hidrologic.

În funcţie de cauzele care au provocat dezvoltarea formaţiunilor eroziunii în adâncime, de stadiul de evoluţie şi mărimea formaţiunilor, precum şi în raport cu părţile componente ale acestora, lucrările de combatere se pot grupa în:

– lucrări de desfiinţare a rigolelor, ogaşelor şi ravenelor mici şi de introducere în cultură a suprafeţelor ocupate de acestea;

– lucrări pentru regularizarea scurgerii în bazinul de recepţie;

– lucrări de amenajare a reţelei de scurgere;

– lucrări pentru evacuarea apelor în zona de depunere.

Lucrări de desfiinţare a rigolelor, ogaşelor şi ravenelor mici şi de introducere în cultură a suprafeţelor ocupate de acestea

Ca formaţiuni ale eroziunii în adâncime mai puţin evoluate, rigolele pot fi desfiinţate fie prin lucrări agrotehnice tipice pe terenurile în pantă, fie prin nivelare, lucrare ce se execută cu unele maşini terasiere, după care se finisează cu ajutorul nivelatoarelor.

În cazul ogaşelor şi ravenelor mici, cu adâncimea mai mică de 4-5 m, acestea se vor acoperi cu pământ din zona limitrofă, în acest fel, pe de o parte se

redă circuitului agricol suprafaţa ocupată de aceste formaţiuni, iar pe de altă parte se asigură condiţii optime pentru executarea mecanizată a lucrărilor agricole.

Lucrarea se execută cu ajutorul buldozerelor, autogrederelor şi screperelor, adoptând schema de lucru condiţiilor de pantă, poziţiei şi dimensiunilor formei de eroziune în adâncime. Dacă panta terenului este mai mică de 20-25% şi ogaşul, orientat pe linia de cea mai mare pantă, are lungimea de până la 80-100 m, se poate adopta schema lucru "în suveică", împingând pământul perpendicular pe ogaş, dintr-o parte sau din ambele părţi. Lăţimea zonei de lucru este de aproximativ 10 m, pentru adâncimi ale ogaşului mai mici de 1 m şi de circa 20 m, în cazul adâncimilor mai mari de 1 m. În cazul în care ogaşul are o lungime mai mare de 80-100 m se recomandă ca înainte de umplerea cu pământ să se amenajeze praguri de pământ bine bătătorit, la distanţa de 40-50 m, asociate cu garduri de nuiele, aceste amenajări conferind umpluturii o mai bună stabilitate.

Dacă panta terenului depăşeşte 20-25%, iar ogaşul prezintă adâncimi de 0,80-1,0 m, buldozerul se va deplasa din amonte spre aval, cu forma puţin înclinată depăşind malul cu 15-20 cm la prima trecere, iar la următoarele treceri distanţele se măresc faţă de marginea ogaşului.

Cu cât adâncimea ogaşului este mai mare cu atât mai mult este necesară tasarea pământului de umplutură cu ajutorul tractorului, pe straturi succesive cu grosimi de 30-40 cm. La sfârşit este necesară o supraînălţare cu 5-10% din înălţimea stratului de umplutură, precum şi finisarea lucrării cu nivelatorul.

Suprafaţa de pe care se decapează pământul, pentru umplerea ogaşului este dependentă de mărimea secţiunii acestuia, avându-se în vedere ca, în funcţie de dezvoltarea profilului de sol, grosimea stratului de pământ mobilizat din orizontul superficial, să se încadreze în limitele 0,10-0,20 m, iar distanţele de transport pentru buldozer să nu depăşească 30-40 m. În cazul în care este necesară decaparea pământului pe adâncimi mai mari se va decapa mai întâi stratul fertil de la suprafaţă, care se va depozita în apropiere, urmând ca după astuparea formaţiunii, pământul fertil să fie împrăştiat uniform pe întreaga suprafaţă lucrată.

După încheierea executării acestor lucrări de desfiinţare a ogaşelor este necesară o fertilizare suplimentară a solului din zona mobilizată cu doze mai mari cu 30% faţă de restul suprafeţei (Budiu V., Mureşan D., 1996).

Umplerea cu pământ a ogaşelor şi ravenelor mici se poate face în tot cursul anului, exceptând perioadele cu îngheţ şi cele cu ploi mari.

Pe terenurile care urmează a fi terasate pentru plantaţiile pomicole sau viticole, ogaşele şi ravenele mici se nivelează sau se pot amenaja ca debuşee. Formaţiunile eroziunii de adâncime, care prezintă exces de umiditate, se vor nivela numai după realizarea drenajului pe talveg (piatră sau fascine) şi captarea izvoarelor de la vârf şi din maluri.

După Mihaiu Gh. (1985) (citat de Budiu V. şi Mureşan D., 1996), etapele de realizare a umplerii ravenelor trebuie proiectate după următoarea schemă:

– lucrări tehnice pregătitoare (înlăturarea rădăcinilor, cioatelor şi pietrelor);

– amenajarea deasupra vârfului ravenei a unor construcţii sau dispersarea apei (canale de coastă, terase etc.);

– executarea drenajului pe fundul ravenei pentru deschiderea orizontului acvifer;

– umplerea parţială sau totală a ravenei, păstrând stratul fertil de sol;

– ameliorarea radicală a stratului de sol, prin însămânţare şi aplicarea îngrăşămintelor minerale şi organice;

– înierbarea zonei ameliorate şi a construcţiilor hidrotehnice de pământ, în primii 2-3 ani.

Dacă ravenele nu pot fi desfiinţate se aplică lucrări antierozionale, în reţeaua de scurgere a acestora, cu scopul de a opri dezvoltarea acestor forme ale eroziunii în adâncime, de a realiza starea de echilibru relativ, caracterizat printr-un transport redus de aluviuni şi de a asigura evacuarea dirijată a debitelor maxime în emisarul natural.

Aceste cerinţe pot fi satisfăcute prin lucrări ce se aplică în bazinul de recepţie, în reţeaua de scurgere şi în zona de depunere a ravenei sau a formaţiunii torenţiale.

Lucrări pentru regularizarea scurgerii în bazinul de recepţie

La stabilirea dimensiunilor de execuţie ale lucrărilor mecanice, a numărului lor şi a distanţei de amplasare, trebuie să se ţină seama de mărimea suprafeţei de colectare a apei. Această suprafaţă poate avea de la câteva hectare la câteva zeci de hectare, în funcţie de locul unde s-a format ogaşul sau ravena respectivă. În vederea eliminării cauzelor care au condus la dezvoltarea formaţiunilor eroziunii în adâncime este necesar ca în primul rând să se aplice lucrări de regularizare a scurgerilor, respectiv de combatere a eroziunii, în bazinul

de recepţie al acestor formaţiuni. Aceste lucrări sunt specifice diferitelor categorii de folosinţă, deosebindu-se lucrări agrofitotehnice antierozionale, lucrări hidrotehnice, precum şi lucrări silvice. Lucrările antierozionale care se execută în bazinul de recepţie pentru ca apa să nu ajungă în ravene sau ogaşe sunt şanţurile cu diguleţ, construite în porţiunea de teren de lângă vârful formaţiunii. Primul rând de şanţuri se execută la cel puţin 10-15 m distanţă de vârful formaţiunii, deoarece apa reţinută în şanţuri înmoaie pământul, iar în cazul în care ar fi prea aproape de vârful ravenei ar putea provoca surpări. Şanţurile se execută pe tronsoane de 10-20 m întrerupte pe o distanţă de 1-2 m. Pământul scos din şanţuri este folosit pentru construirea diguleţelor care se execută la distanţa de 0,2-0,3 m de la marginea şanţului. Atât şanţurile cât şi diguleţele au lăţimea la fund de 0,30-0,50 m, adâncimea de 0,50-0,70 m şi înclinarea taluzelor de 1:1 sau 1:1,20. Între rândurile succesive de şanţuri cu diguleţele, în funcţie de panta terenului se lasă o distanţă de 10-20 m.

Lucrările silvice din bazinele de recepţie constau în împăduriri sub formă de perdele antierozionale, benzi de arbuşti sau împădurire în masiv. În bazinul de recepţie pot fi amplasate perdele de protecţie pe cumpăna apelor, perdele absorbante şi perdele în jurul ravenelor.

În funcţie de lăţimea cumpenei apelor, perdelele de cumpănă se amplasează diferit, şi anume: în cazul în care cumpăna este îngustă, perdelele se amplasează pe toată lungimea şi lăţimea acesteia; respectiv la trecerea de la platou la versant, în cazul în care cumpăna este lată.

Perdelele de protecţie absorbante se amplasează începând de la perdelele de cumpănă şi până la ravenă, acestea având rol de regularizare a scurgerilor de suprafaţă din această zonă. Lăţimea perdelelor de protecţie absorbante este cuprinsă între 10-15 m şi sunt orientate pe direcţia curbelor de nivel. Distanţa dintre ele este în mod obişnuit de 200-300 m, până la 500-600 m, în funcţie de pantă, rezistenţa solului la eroziune şi volumul scurgerilor.

Lucrări de amenajare a vârfului ravenelor

Este de remarcat faptul că dezvoltarea ravenelor în lungime se realizează dinspre aval spre amonte, deci regresiv, şi se încheie de obicei în apropierea liniei de cumpănă a apelor.

Când aceste formaţiuni sunt foarte active, capul lor principal (cel mai avansat) şi capetele secundare se prezintă sub forma unor cascade, care pot avea până la câţiva metri înălţime.

Lucrările din zona de vârf a ravenelor au rolul de a consolida vârful ravenei şi de a opri astfel dezvoltarea în lungime a acesteia.

Pentru zonele în care această parte terminală este stabilizată natural se aplică măsuri corespunzătoare menţinerii stabilităţii şi valorificării suprafeţei zonei. În cazul în care capul este evident printr-o cascadă, el trebuie totdeauna consolidat, iniţial mecanic şi apoi cu vegetaţie. Consolidarea mecanică se poate face prin una din următoarele amenajări: amenajarea în planuri înclinate, amenajarea în trepte, amenajarea căderii de la vârful ravenei prin intermediul unui baraj, amenajarea în tuburi forţate.

Lucrări de amenajare a reţelei de scurgere

Aceste lucrări se execută pentru stabilizarea şi consolidarea malurilor şi fundului ravenei sau văii torenţiale, precum şi pentru atenuarea debitului solid. Lucrările pot fi de terasamente, biologice şi mecanice. Aplicarea lor trebuie făcută diferenţiat de la un sector de reţea torenţială la altul. Prima operaţie care trebuie efectuată după prelucrarea şi interpretarea datelor de studii este împărţirea reţelei torenţiale pe sectoare diferenţiate, după caracteristici şi cerinţe de amenajare.

– După caracteristicile morfologice, sectoarele pot fi sub formă de ogaşe, ravene, viroage, văiugi, albii de râuri mici.

– După acţiunea predominantă a curentului în albie, pot fi sectoare de săpare, de transport şi de depunere.

– După caracteristicile viiturilor, pot fi sectoare cu debite mari (peste 15 m^3/s), sectoare cu debite medii (5-15 m^3/s) şi mici, cu curent predominant limpede sau de apă cu piatră sau noroios.

– După stadiul de evoluţie, pot fi sectoare foarte active (cu instabilitate mare pe verticală, cu variaţii mari cantitative şi calitative ale debitului solid), sectoare stabile (stabilizate natural sau artificial) şi sectoare intermediare (cu variaţii mici ale talvegului şi cu malurile instabile).

– După cerinţele de amenajare, sunt sectoare care necesită consolidarea talvegului sau sprijinirea malurilor sau atenuarea debitului solid.

– După importanţa economică şi socială, sunt sectoare de mare importanţă (care străbat sau periclitează centre populate, căi de comunicaţie modernizate,

întreprinderi industriale sau lucrări mari de gospodărirea apelor), de importanţă medie (plantaţii viti-pomicole, culturi de câmp) şi mică (păşuni, fâneţe, păduri).

Pe sectoarele stabilizate care nu interesează nici un obiectiv în privinţa pagubelor, se vor aplica numai măsurile de menţinere a stabilităţii.

Pe celelalte sectoare, în funcţie de caracteristici şi importanţă se pot aplica, justificat din punct de vedere tehnic şi economic, lucrări de consolidare a talvegului sau sprijinirea malurilor, de atenuarea debitului solid sau combinate.

Lucrări de amenajare a malurilor ravenelor

Amenajarea malurilor ravenelor se realizează concomitent cu lucrările de consolidare a fundului albiei, constând din înierbări, brazde de ţelină, gărduleţe, împăduriri, îmbrăcăminţi, contrabanchete, ziduri de sprijin, gabioane, căsoaie etc.

Consolidarea prin înierbare se aplică pe sectoarele ce se pot astupa şi în porţiunile unde ravena are o albie largă, fără debit permanent, cu taluzuri relativ stabilizate, având panta apropiată de cea a taluzului natural iar terenurile limitrofe au folosinţe agricole. În cazul în care malurile ravenei sunt abrupte, se face taluzarea acestora, pământul rezultat depunându-se pe fundul ravenei unde se compactează.

După taluzare, suprafaţa amenajată se acoperă cu un strat de sol fertil, de aproximativ 6-8 cm grosime şi se însămânţează. Consolidarea prin înierbare cu un amestec de ierburi constă în executarea unor şănţuleţe pe direcţia curbelor de nivel, adânci de 2-3 cm, în care se seamănă seminţele din care este alcătuit amestecul. Semănatul se recomandă să se facă primăvara devreme, iar plantele din amestec să aibă o înrădăcinare profundă.

În cazul în care ravenele au o adâncime mai mare se poate recurge la un alt procedeu şi anume la consolidarea cu brazde. Lucrarea constă în aşezarea unor brazde înierbate, cu o lungime de 30-40 cm, lăţime 20-30 cm şi cu o grosime de 6 cm, fie pe toată suprafaţa taluzurilor ravenei, fie sub formă de romb cu latura de 1-2 m. Brazdele se vor fixa, în ambele cazuri cu ajutorul unor ţăruşi din lemn bătuţi până la suprafaţa solului de la brazda înierbată.

O altă metodă o constituie consolidarea malurilor ravenei prin plantaţii silvice, această metodă având o largă aplicabilitate deoarece lucrarea este puţin costisitoare.

Plantaţiile pe maluri pot avea lăţimi de 10-15 m, în funcţie de starea de degradare a terenului. Rândurile dinspre ravenă vor fi formate din specii care

drajonează puternic (alun, cătină albă, vişin, sălcioară etc.), cele din mijloc, din specii principale însoţitoare de arbuşti (stejar, paltin, vişin, salcâm, ulm, lemn câinesc, jugastru etc.), iar rândurile exterioare dinspre culturile agricole sau păşuni, din arbuşti cu ghimpi (păducel, porumbar, măceş etc.).

Consolidarea cu gărduleţe de nuiele este recomandată pe taluzurile ravenelor de pe solurile uşoare care au mult schelet, unde eroziunea în adâncime a acţionat foarte mult încât taluzurile au o pantă abruptă.

Aceste gărduleţe constau din împletituri de nuiele în jurul unor pari bătuţi în pământ, cu o înălţime la suprafaţă de 20-40 cm, cu o distanţă între ei de 40-60 cm. Împletitura de nuiele începe de sub nivelul solului cu aproximativ 20-25 cm, în funcţie de şănţuleţele în care au fost bătuţi parii.

Nuielele din împletitură este recomandat să fie din salcie, plop sau răchită, cu un diametru de 1-3 cm grosime, cu o lungime de 2-3 m şi să fie în stare verde.

Gărduleţele se execută la o distanţă de 1,5 m între ele şi pot avea o lungime de 3-5 m, după care se întrerup pe o porţiune de 2-3 m sau pot fi continui.

Este recomandat de asemenea ca aceste gărduleţe să se execute primăvara sau toamna, pe direcţia curbelor de nivel.

În cazurile în care ravenele periclitează obiectivele social-economice importante, asigurarea condiţiilor de consolidare şi stabilitate ale malurilor se realizează prin îmbrăcăminţi din zidărie de piatră, din dale de beton, prin contrabanchete din anrocamente, ziduri de sprijin, gabioane etc.

Îmbrăcămintile se aplică dacă panta taluzului de mal este apropiată de cea a taluzului natural, talvegul este stabilizat, taluzul are înălţimea mai mică de 3-4 m şi eroziunea de mal este foarte puternică. În cazul în care înălţimea taluzului de mal depăşeşte 3-4 m şi albia este mai largă de 8-10 m, consolidarea malurilor se realizează prin contrabanchete (Băloiu V., 1980, citat de Mureşan D. şi colab., 1992). În cazul taluzurilor abrupte şi cu talveg stabilizat, pentru prevenirea surpărilor de mal se recomandă executarea zidurilor de sprijin şi a gabioanelor.

Lucrări de consolidare a fundului ravenelor

Aceste lucrări au ca scop stoparea adâncirii albiei, lucrare care poartă denumirea tehnică de stingerea ravenei sau a torentului. Mai rar se urmăreşte lichidarea formaţiunii, când se are în vedere umplerea ei până la nivelul terenului limitrof acesteia. În general se urmăreşte ca formaţiunile torenţiale să fie stinse, adică consolidate în starea în care se găsesc în prezent.

Consolidarea fundului ogaşelor şi ravenelor se realizează prin plantaţii silvice şi lucrări transversale de construcţii. Plantaţiile silvice pot fi aplicate singure şi în combinaţie cu lucrările transversale.

Plantaţiile se pot face în mai multe moduri, şi anume:

– În despicătură. Acest tip de plantaţii se folosesc pe roci afânate (loessuri, nisipuri, luturi), precum şi pe unele terenuri cu procese de surpare. Plantarea se face într-o despicătură executată cu cazmaua; după introducerea puietului pământul revenind la loc. Rezultate bune pot fi obţinute la plantarea salcâmului, aninului alb, sălcioarei şi cătinei prin acest procedeu. Plantarea se face la distanţa de 0,75/1 m.

– În gropi. Pentru plantat se execută gropi cu dimensiunile de 40 x 40 x 30 cm în care se plantează puieţii, fără altă pregătire a terenului. Rezultate bune cu această metodă se obţin numai pe versanţii cu înclinare moderată. Distanţa de plantare este de 1/1 m.

– Plantarea pe teren pregătit în terase înguste. Aceasta se efectuează pe terase late de 0,40 m, terasele pot fi sprijinite cu gard de nuiele sau cu zid de piatră. În zonele secetoase se fac terase de 0,60-0,70 m cu contrapantă care se desfundă la 0,30-0,35 m. Pe terasă, puieţii se plantează în gropi de 40 x 40 x 30 cm sau 30 x 30 x 30 cm, la distanţa de 0,75-1,0 m.

– Cu pământ de împrumut. Pe malurile ravenelor cu soluri foarte sărace se foloseşte procedeul plantării cu pământ de împrumut.

– Cu puieţi crescuţi în pungi şi ghivece. În zonele secetoase, pentru a micşora pierderile la plantare, se folosesc puieţi care au fost crescuţi în pungi sau în ghivece din materiale diferite. În acest mod, puieţii crescuţi în săculeţi sau ghivece au la plantare rădăcinile intacte, dezvoltate în mediul iniţial cu compoziţie bine aleasă. Aceste ghivece sunt uşoare, perfect manevrabile şi pot fi stivite, plantate în pământ se distrug progresiv, fiind astfel uşor traversate de către rădăcini.

În urma procedeelor de împădurire a malurilor şi a fundurilor de ravene se realizează o prindere de aproximativ 50%, ceea ce face necesară intervenţia unor lucrări succesive de completare (Measnicov, 1975).

Rezultatele bune se obţin când se folosesc în plantaţii specii iubitoare de apă ca: răchita, plopul, arinul, frasinul etc., iar în cazul ravenelor mai uscate: măceşul, păducelul, sălcioara, salcâmul ulmul etc.

Proiectarea şi execuţia lucrărilor transversale de construcţii pe ravene este raţională numai dacă plantaţiile silvice singure nu reuşesc să rezolve problema consolidării fundului, în scopul limitării adâncimii prin eroziune a albiei.

Aceste lucrări transversale sunt reprezentate de construcţii hidrotehnice de forma unor praguri sau baraje dispuse perpendicular pe firul formaţiunilor eroziunii în adâncime. Rolul acestor construcţii este de a disipa energia cinetică a curentului de viitură, de a favoriza depunerea aluviunilor, determinând astfe pentru fundul albiei un profil longitudinal în trepte, cu panta medie la valoarea pantei de proiectare (panta de compensaţie).

Fiind lucrări costisitoare, aceste construcţii hidrotehnice transversale se aplică numai pe baza unui studiu tehnico-economic bine documentat.

În funcţie de înălţime, lucrările transversale se pot grupa în:

– traverse îngropate – de înălţime 0 m;

– praguri – cu înălţimea mai mică de 2 m;

– baraje – cu înălţimea mai mare de 2 m.

După materialele din care sunt executate avem lucrări tranversale din: lemn, lemn cu piatră, pământ, piatră, beton simplu şi beton armat.

1. Lucrări transversale din lemn – acestea includ: garnisajele, fascinajele şi cleionajele.

Lucrările din lemn se folosesc acolo unde există material lemnos la faţa locului şi unde condiţiile naturale permit dezvoltarea vegetaţiei lemnoase pe fundul ravenei. Fiind lucrări uşoare, acestea se recomandă pe ogaşe şi ravene mici sau în treimea superioară a ravenelor mari, cu debite reduse şi care nu transportă materiale cu dimensiuni mai mari decât ale pietrişurilor.

a) Garnisajele – sunt cele mai simple lucrări din lemn care presupun căptuşirea fundului albiei cu o saltea de crengi sau nuiele, în grosime de 40-50 cm. Garnisajele se execută din unul sau două straturi, aşezate longitudinal pe fundul ravenei, cu vârful crengilor sau nuielelor orientate spre partea amonte.

Aceste saltele se fixează pe fundul albiei cu prăjini transversale şi pari bătuţi în pământ cel puţin 1 m (Figura 14.11).

Aceste lucrări au rolul de a reduce viteza apei şi de a favoriza depunerea aluviunilor, înălţând şi consolidând fundul ravenei.

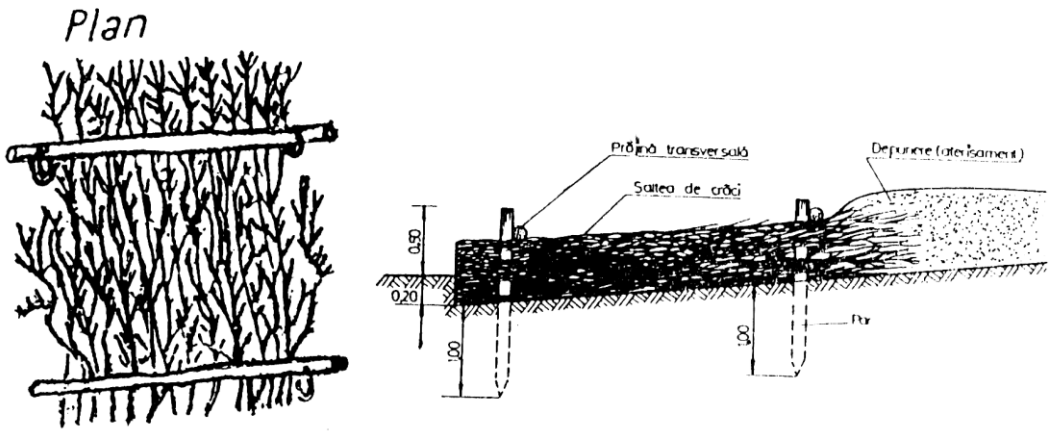


Figura 14.11. Garnisaj

b) *Fascinajele* sunt lucrări transversale executate din una sau două fascine suprapuse, fascinele fiind suluri de nuiele sau crengi, cu diametrul de 15-30 cm şi lungime de 4-12 m. Aceste suluri sunt legate cu sârmă galvanizată sau neagră, la intervale de 30-50 cm. Uneori se confecţionează şi fascine lestate, adică în interiorul sulurilor se introduce piatră spartă sau bolovani, aceste fascine lestate având diametrul de 0,6 – 1,0 m.

Fascinele se fixează pe fundul ravenei cu pari groşi de 8-12 cm, cu cârlig sau între două rânduri de pari bătuţi în pământ 1,0-1,5 m, la intervale de 0,8-1,0 m. Înălţimea fascinajului este de 0,4-0,5 m, fascina de jos îngropându-se în pământ 0,15-0,20 m. Fascinele se încastrează în maluri pe adâncimea de aproximativ 1 m. Pentru protejarea lucrării împotriva subminării de către curentul de apă, în partea aval a fascinajului se execută un radier din una sau două fascine alăturate, aşezate transversal sau acest radier mai poate fi executat şi dintr-o saltea de fascine aşezate în lungul albiei.

c) *Cleionajele* – sunt lucrări transversale din lemn formate din pari împletiţi cu nuiele. Parii se împletesc cu nuiele, începând cu aproximativ 20 cm sub nivelul solului. Între ei, parii se prind cu o traversă sau alt par numit longrină. De obicei, 2-3 pari din mijloc se bat cu 10-15 cm mai jos, formând astfel în mijlocul cleionajului un adversar pentru scurgerea apei.

Ca şi în cazul fascinajului, cleionajul este prevăzut în partea amonte cu un aterisament (pământ şi pietriş), iar în aval cu un radier, obişnuit de forma unei podele de bârne amplasate longitudinal pe o lungime egală de cel puţin 2-2,5 ori înălţimea cleionajului. Lipsa radierului poate provoca o subminare a cleionajului.

Pe lângă aceste lucrări transversale din lemn respectiv garnisaje, fascinaje şi cleionaje se mai utilizează şi praguri din buşteni sau praguri din scânduri.

Pragurile din buşteni sunt lucrări de 0,3-0,50 m înălţime şi se execută dintr-o suprapropunere de buşteni prinşi între pari bătuţi în albie.

Praguri din scânduri. Acestea se execută din pari de stejar sau salcâm fasonaţi şi au spre amonte scânduri din acelaşi lemn care se închid cât mai bine.

Rosturile rămase se astupă cu cânepă tratată hidrofug. Radierul este şi el din scândură, tot bine încheiate. Lucrarea are o înălţime de 1,00-1,80 m. În mijlocul pragului se face o deschidere trapezoidală denumită deversor.

2. *Lucrări transversale din lemn cu piatră*. Acestea se execută sub forma unor cutii (căsoaie) din bârne sau buşteni, umplute cu piatră şi având o înălţime de până la 2-3 m.

În mijlocul părţii superioare, căsoaiele sunt prevăzute cu un deversor trapezoidal, iar în avalul pragului se construieşte radierul, obişnuit de forma unei podele de bârne amplasate longitudinal.

Ca la orice lucrare transversală fundaţia la aceste praguri este de 0,8-1,0 m adâncime şi are aripile încastrate în mal.

3. *Lucrări transversale din pământ*. Aceste lucrări se execută sub forma unor baraje din pământ cu descărcător central şi sunt corespunzătoare ravenelor cu bazinul de recepţie mai mic de 500 ha, cu adâncimea de peste 4 m şi lăţimea cât mai mare. Pentru aplicarea acestor lucrări din pământ, ravena nu trebuie să aibă debit permanent, să fie cu malurile simetrice, cu lăţimea la fund de cel puţin 5 m (pentru a se putea construi disipatorul de energie), să aibă deschiderea la cota malurilor mai mare de 8-10 m, iar pământul din maluri şi cel din fundaţie să satisfacă cerinţele de fundare şi încastrare a barajului şi să poată fi folosit ca material de construcţie.

4. *Lucrări transversale din piatră*. Se construiesc pe ravene, de înălţimea pragurilor sau a barajelor, folosind zidăria uscată de piatră (zidărie uscată simplă şi zidărie învelită în plasă de sârmă) sau zidărie de piatră cu mortar de ciment.

a) *Pragurile din zidărie uscată de piatră* se execută acolo unde piatra se găseşte la îndemână şi în cantitate suficientă pe firul ravenei. Înălţimea maximă a acestor lucrări este de 1,5-2,0 m, iar pentru fundaţie se execută o săpătură pe o adâncime de 0,50-0,90 m. Piatra folosită trebuie să aibă dimensiuni de 25-30 cm, iar între ele nu trebuie să rămână rosturi continue.

La pragurile din piatră, deversorul rezultă din înclinarea pe care o au acestea dinspre aripi spre centru, iar radierul este format în trepte tot din piatră, cu numărul treptelor în funcţie de pantă.

Pragurile din zidărie uscată rezistă forţei hidrostatice numai datorită greutăţii proprii şi frecării care există între pietre.

b) *Zidăriile învelite în plasă de sârmă (gabioanele)* constau fie din cutii mari din plasă de sârmă umplute cu pietre şi care se zidesc ca şi cărămizile, fie dintr-o îngrămădire de pietre învelite în plasă de sârmă.

Dimensiunile cutiilor pot fi de 100 x 40 x 40 cm sau de 200 x 100 x 100 cm, şi se confecţionează cu capac demontabil pentru a putea fi umplute cu pietre, de regulă din albia ravenei. Cutiile de sârmă se aşează într-un şanţ săpat transversal pe firul ravenei, adânc de cel puţin 0,5 m şi prelungit în maluri cu cel puţin 1,5-2,0 m, după care aceste cutii se umplu cu piatră apoi se coase capacul cu sârmă şi începe clădirea gabionului. Aceste construcţii pot atinge înălţimi de până la 5-8 m.

Pot fi făcute fie dintr-un singur gabion sau din mai multe gabioane. Construcţiile dintr-un singur gabion se aşează în albii instabile şi se execută prin învelirea pietrelor cu plasă de sârmă. Acest gabionaj se modelează odată cu terenul albiei şi, la nevoie, peste el se aşează un alt gabion. Construcţia formată din mai multe gabioane se execută prin clădirea cutiilor din plasă de sârmă umplute cu piatră, aşezate ca şi cărămizile.

Radierul acestor gabionaje se execută şi el din gabioane aşezate longitudinal. Ca şi celelalte construcţii şi gabionajul este prevăzut cu un deversor acesta obţinându-se prin aşezarea mai jos a gabionului din mijloc. Gabionajele sunt lucrări foarte rezistente, elastice, uşor de executat şi au dat rezultate bune în ţara noastră.

c) *Zidăria de piatră cu mortar de ciment*. Se foloseşte în execuţia traverselor îngropate, pragurilor, barajelor şi îndeosebi în construcţia fundaţiilor lucrărilor transversale grele, a parametrului amonte al corpului acestor lucrări, a jilipurilor barajelor precum şi la căptuşelile de maluri.

Traversele îngropate au rolul de consolidare a fundului ravenei şi se amplasează, de regulă, imediat în aval de lucrările transversale mari, pentru a le feri de subminări, precum şi pe sectoarele de săpare active, a căror secţiune nu trebuie micşorată.

Barajele de piatră cimentată fac parte din categoria lucrărilor cu greutate, cu fundaţie evazată, din plăci plane verticale pe contraforţi, lucrări filtrante, lucrări din prefabricate etc.

Un astfel de baraj cuprinde: fundaţia, corpul barajului şi disipatorul de energie (Figura 14.12).

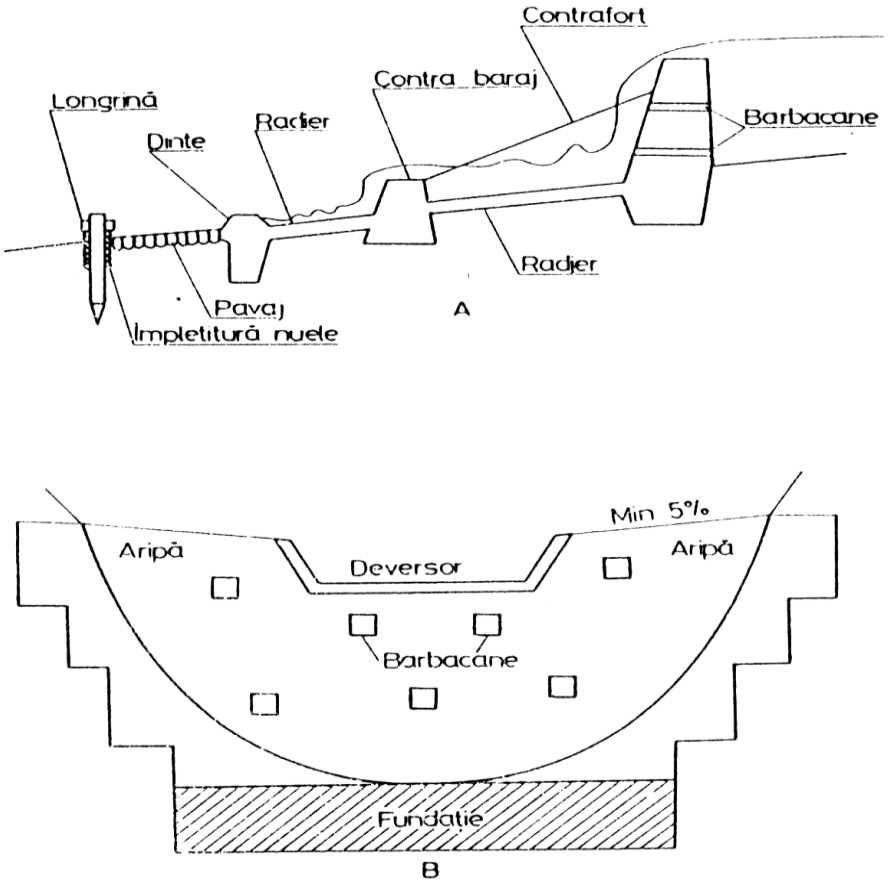


Figura 14.12. Baraj de zidărie
A – secţiune transversală
B – vedere din aval

În corpul barajului se practică nişte deschideri numite barbacane, la fiecare 1-1,5 înălţime şi la 1,5-2 m distanţă una de alta, având rolul de a lăsa să treacă apa prin ele, micşorând astfel presiunea care se exercită asupra barajului de către aluviunile amestecate cu apă. Înălţimea barajului depăşeşte 2 m mergând chiar până la 8 m, iar fundaţia amenajată trebuie să aibă adâncimea cel puţin egală cu jumătate din înălţimea barajului. Grosimea peretelui vertical se ia egală cu o treime din înălţime, iar încastrarea minimă în maluri este de 2 m.

În partea amonte a barajului se aşează balast din pietre mari peste care se va depune materialul purtat şi rostogolit de apă, formând un aterisament care cu timpul va umple în întregime amontele barajului.

În partea aval a barajului se execută un radier, respectiv disipatorul de energie.

4. Lucrări transversale din beton simplu şi beton armat

Sunt cele mai rezistente lucrări de combatere a eroziunii în adâncime, se folosesc pe ravene şi torenţi, se construiesc de obicei în treimea inferioară şi mijlocie a ravenei (unde forţa curentului de apă este mare) şi constau de regulă din baraje.

Ca şi în cazul barajelor din piatră cimentată, barajele din beton au următoarele părţi componente: fundaţia, corpul barajului şi disipatorul de energie. Corpul barajului este compus la rândul său din: partea centrală, deversor şi aripi, iar disipatorul de energie este format din radier, contrabaraj şi pereţii laterali.

Aceste baraje se pot clasifica în funcţie de înălţimea lor în:

- baraje mici – cu o înălţime până la 10 m;
- baraje mijlocii – 10-30 m înălţime;
- baraje mari – de la 30 m înălţime.

Pentru executarea lor se cer studii şi calcule speciale; de asemenea construcţia lor trebuie făcută cu atenţie şi de către specialişti şi muncitori calificaţi.

Au dezavantajul că sunt foarte costisitoare, de aceea se folosesc numai atunci când nu se pot folosi lucrări mai simple.

Toate principiile de bază cunoscute de la celelalte baraje sunt valabile şi la acest tip de baraje.

La noi în ţară au fost executate astfel de baraje de beton, beton armat şi piatră pe Valea Meilor (în podgoria Dealul-Mare), pe ravenele Văii Carasu (Constanţa), la Păuliş, Miniş (Arad), Odobeşti (Focşani), Aldeni (Buzău) etc.

Lucrări pentru fixarea aluviunilor cu ajutorul vegetaţiei

Scurgerile apelor torenţiale barate în urma împăduririlor din bazinul de recepţie, construirii lucrărilor transversale din albii, se domolesc. În spatele lucrărilor transversale, apele depun aluviunile antrenate din amonte.

Prin aceste depuneri aluvionare care au loc în fiecare an, fundul albiei se ridică şi ca urmare, malurile în prăbuşire, râpele şi terenurile în alunecare, se stabilizează. Este nevoie ca aceste aluviuni să fie fixate prin împădurire, chiar dacă apele nu au încetat să depună aluviuni.

Împădurirea imediată a acestor terenuri oferă multe avantaje tehnico-economice: panta după care se depun aluviunile creşte întrucât scurgerile ulterioare împăduririi nu mai sunt scurgeri libere, iar fiecare puiet sau lăstar

constituie un obstacol în calea apelor. De asemenea, aterisamentele se lungesc în amonte, prin sporirea aluviunilor reţinute, se sporeşte corespunzător eficienţa lucrărilor transversale construite, prin fixarea aluviunilor cu plantaţii, scurgerile ulterioare nu le mai pot antrena, scurgerile se centrează pe firul albiei şi astfel decastrarea lucrărilor transversale nu mai este posibilă.

Lucrări pentru evacuarea apelor în zona de depunere

Amenajările din zona de evacuare a apelor de viitură se aplică după ce au intrat în funcţie lucrările executate pe reţeaua torenţială. Aceste lucrări de evacuare a viiturilor în zona de depunere completează amenajările executate pe reţeaua torenţială şi au rolul de a dirija scurgerile de pe ravenă într-un emisar natural, pe un traseu scurt şi stabil, în scopul protejării obiectivelor social-economice din aval împotriva inundaţiilor sau colmatării.

Obişnuit, evacuarea apelor de viitură se face prin albia naturală care traversează zona de depuneri (conul de dejecţie) şi confluează cu emisarul.

Reprofilarea albiei naturale se va executa etajat, cu partea inferioară corespunzătoare debitelor mici şi mijlocii, de formă parabolică sau trapezoidală. Albia reprofilată se consolidează biologic, mecanic sau mixt (biologic şi mecanic) în funcţie de caracteristicile hidrologice ale torentului şi de importanţa obiectivelor social-economice din zona de depunere.

Suprafeţele de teren din zona naturală de depunere a aluviunilor şi evacuare a apelor de viitură se valorifică prin folosinţe agricole, iar în cazul depunerilor grosiere, improprii culturilor agricole, prin plantaţii silvice.

14.9. ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce se urmărește prin nivelarea terenurilor arabile în pantă?

2. Ce sunt debușeele?

3. Descrieți, pe scurt, cleionajele.

4. Ce sunt brăzduirile?

5. Clasificați canalele de coastă în funcţie de amplasament şi rolul funcţional din plantaţiile viti-pomicole.

6. Enumerați trei cerințe care se cer pentru amenajarea debușeelor pe terenurile arabile.

7. Care sunt lucrările transversale din piatră realizate pentru combaterea eroziunii în adâncime?

8. Ce sunt fascinajele?

9. Ce probleme ridică proiectarea debușeelor?

10. Ce elemente se stabilesc la proiectarea canalelor de coastă orizontale?

14.10. TESTE DE AUTOEVALUARE

1. Canalele de coastă sunt lucrări hidroameliorative care se proiectează și se execută pe versanți cu panta cuprinsă între:

a) 10-25%
b) 10-15%
c) 10-20%

2. La proiectarea canalelor de coastă orizontale sunt stabilite următoarele elemente:

a) volumul de terasamente pentru construcția canalelor
b) volumul de apă reținut de canal, pe lungimea de 1 m
c) numărul de canale din parcela amenajată

3. Canalele de evacuare de la debușee se amenajează atunci când:

a) se poate realiza descărcarea debușeului direct în emisar
b) nu se poate realiza descărcarea debușeului direct în emisar
c) nu se poate realiza descărcarea canalelor în debușee

4. Lucrările de terasare sunt destul de complexe prin:

a) volumul mare de terasamente ce trebuie dislocate pe unitatea de suprafață
b) procedeele de realizare
c) modul de concepție

5. Garnisajele, fascinajele și cleionajele sunt:

a) lucrări transversale din piatră
b) lucrări transversale din lemn
c) lucrări tranversale din pământ

6. Zidăria de piatră cu mortar de ciment se folosește în execuția:

a) pragurilor
b) barajelor
c) construcția fundațiilor lucrărilor transversale grele

Răspunsuri:1.a; 2.a, b, c; 3.b; 4.a, b, c; 5.b; 6.a, b, c.

14.11. REZUMAT

Prin nivelarea terenurilor arabile în pantă se urmăreşte realizarea unei pante generale mai uniforme şi continue, prin astuparea formelor negative de relief, desfiinţarea drumurilor greşit amplasate, a şiroaielor rigolelor şi ogaşelor, care constituie focare de concentrare a scurgerilor superficiale. Lucrările agrotehnice sunt folosite în scopul combaterii eroziunii, cu toate că ele au un caracter temporar. Pe nisipuri şi solurile nisipoase prin aceste lucrări se urmăreşte crearea unor condiţii cât mai bune pentru creşterea şi dezvoltarea plantelor care să constituie un obstacol în calea eroziunii eoliene. Măsurile şi lucrările agrotehnice care se aplică în acest caz se referă la: alegerea şi rotaţia culturilor, mobilizarea solului şi administrarea îngrăşămintelor.

Pentru asigurarea unui covor vegetal bine încheiat, pe lângă fertilizarea terenului, o importanţă deosebită pentru păşunile situate în zonele cu precipitaţii reduse o prezintă reţinerea apei pe versanţi. Problemele de evacuare a excesului de apă se pun pe suparafeţe destul de reduse şi numai în zonele cu precipitaţii abundente în cazul când acest exces dăunează dezvoltării normale a ierburilor sau provoacă eroziunea solului. În aceste scopuri se pot executa desţeleniri pe fâşii, brăzduiri, valuri de pământ.

Canalele de coastă sunt lucrări hidroamelioartive cu rol de a intercepta, menţine şi evacua dirijat surplusul de apă de pe versant direct într-un emisar natural sau prin intermediul debuşeelor, pentru a stăvili eroziunea şi a crea condiţii optime pentru dezvoltarea plantelor.

Măsurile şi lucrările agrofitotehnice şi hidroameliorative, au drept scop să intercepteze apa ce se scurge la suprafaţă, să favorizeze infiltrarea ei surplusul să-l conducă în mod controlat într-o reţea de evacuare. Când pe versanţi nu există posibilităţi de evacuare a apei (văi naturale înierbate) se impune executarea unor canale pentru evacuarea apelor. Debuşeele sunt canale pe versanţi, amenajate în scopul colectării şi evacuării dirijate a surplusului de apă din precipitaţii sau izvoare de coastă. Aceste debuşee sunt executate de regulă în zonele depresionare ale versanţilor şi orientate pe linia de cea mai mare pantă. Debuşeele joacă un rol important în regularizarea scurgerii de pe terenurile înclinate, ele constituind lucrarea de legătură între bazinul de recepţie şi cursul de apă.

Terenurile arabile cu pante mai mari de 14 – 15% necesită lucrări de terasare, pentru combaterea eficace a eroziunii solului.

În mod natural, mai devreme sau mai târziu, aspectul covorului vegetal pe păşuni se degradează dacă nu se intervine cu măsuri de îngrijire şi de înlăturare a speciilor nevaloroase. În scopul evitării degradării covorului vegetal şi a îmbunătăţirii acestuia se pot executa o serie de lucrări şi măsuri din care cele mai importante sunt: distrugerea muşuroaielor, curăţirea de arbuşti, pietre şi combaterea buruienilor nevaloroase, fertilizări, supraînsămânţări şi reînsămânţări etc.

Complexul de lucrări utilizat în combaterea eroziunii solului în adâncime urmăreşte fie reintegrarea în circuitul agricol sau silvic a terenurilor ocupate de către formaţiunile eroziunii în adâncime, fie amenajarea acestora în scopul

stingerii fenomenului de eroziune. În funcţie de cauzele care au provocat dezvoltarea formaţiunilor eroziunii în adâncime, de stadiul de evoluţie şi mărimea formaţiunilor, precum şi în raport cu părţile componente ale acestora, lucrările de combatere se pot grupa în: lucrări de desfiinţare a rigolelor, ogaşelor şi ravenelor mici şi de introducere în cultură a suprafeţelor ocupate de acestea; lucrări pentru regularizarea scurgerii în bazinul de recepţie; lucrări de amenajare a reţelei de scurgere; lucrări pentru evacuarea apelor în zona de depunere.

14.12. BIBLIOGRAFIE

Bibliografie obligatorie:

1. DÎRJA, M., 2000, Combaterea eroziunii solului, Editura Risoprint, Cluj-Napoca.
2. DÎRJA, M., 1998, Stabilirea complexului de lucrări pentru prevenirea şi combaterea eroziunii solului pe pajişti nou înfiinţate în zonele colinare. Teză de doctorat, Universitatea de Ştiinţe Agricole Cluj-Napoca

Bibliografie facultativă:

3. JINGA I., S. CÎMPEANU, NIȚU OANA ALINA, Irigaţii, desecări, combaterea eroziunii solului irigarea culturilor, Editura: Atelierul de multiplicat cursuri, Bucureşti 2009.
4. MUREŞAN D., I. PLEŞA, N.ONU, P.SAVU, Z.NAGY, I. JINGA, AL. TEODOROIU, I. PĂLTINEANU, I. TOMA, I. VASILESCU, Irigaţii, desecări şi combaterea eroziunii solului, Editura: Didactică şi pedagogică, Bucureşti 1992.