

**GHID PENTRU EXECUTAREA LUCRĂRILOR
DE DRENAJ ORIZONTAL ȘI VERTICAL
INDICATIV GE 028 - 97**

1.GENERALITĂȚI

1.1 Obiectul ghidului

Ghidul prezintă tehnologia de execuție a lucrărilor de drenaj orizontal și vertical.

1.2. Domeniul de aplicare a ghidului

Ghidul se adresează specialiștilor implicați în execuția, verificarea execuției și exploatarea lucrărilor de drenaj și poate da o orientare pentru posibili beneficiari ai lucrărilor.

Scopul lucrării este de a informa pe cei interesați asupra tehnologiei de execuție și verificare a lucrărilor de drenaj realizate în teren.

2.DEFINIȚII

Lucrările care au ca scop captarea și evacuarea apelor de suprafață și subterane în exces, pentru asigurarea unui nivel maxim admis pe un teritoriu, sunt cunoscute sub denumirea de drenaje.

După modul în care se manifestă excesul de umiditate, în partea superioară a terenului sau în adâncime, drenajul se clasifică astfel:

- drenaj orizontal;
- drenaj vertical.

Drenajul orizontal se execută pe suprafețe întinse, urmărind eliminarea excesului de umiditate de la partea superioară a terenului. Acesta se realizează printr-o rețea de drenuri absorbante ce se descarcă în colectoare deschise sau închise.

Drenajul vertical interceptează, coboară și menține nivelul apelor freatice la adâncimea impusă de proiect. Drenajul vertical se realizează prin puțuri și poate fi:

- drenaj vertical cu grupuri de puțuri;
- Drenaj vertical cu șiruri de puțuri.

Drenajul vertical cu grupuri de puțuri se folosește pentru coborârea importantă a nivelului apelor freatice în zona unui obiectiv izolat, de obicei pentru facilitarea execuției în zona excavațiilor adânci.

Drenajul vertical cu șiruri de puțuri se utilizează de regulă, cu rolul de a intercepta aflusul de apă subterană către incinta îndiguită. Se amplasează în mod obișnuit în lungul digurilor de contur ale acumulărilor, a teraselor, la piciorul acestora sau în lungul zonelor depresionare din incintă.

3. PRINCIPALELE UTILAJE ȘI MATERIALE FOLOSITE LA EXECUȚIA REȚELELOR DE DRENAJ ORIZONTAL ȘI VERTICAL

3.1. Principalele utilaje folosite la execuția rețelelor de drenaj orizontal și vertical

3.1.1. Utilaje folosite la execuția rețelelor de drenaj orizontal

Mașinile folosite la execuția drenajului orizontal sunt de două tipuri:

- mașini de drenaj cu pozarea drenurilor în tranșee;
- mașini de drenaj cu pozarea tubului fără tranșee.

Mașinile de drenaj cu pozarea drenurilor în tranșee grupează toate mașinile ce au ca organ activ de lucru:

-elindă cu lanț și cupe (ETT-202 URSS) ce excavează tranșeei late de 400-650 mm

-elindă cu lanț și racleți (MSD-180 România; ETT-163 URSS; Hollandrain-GSL Olanda; Hoes RFG), pentru tranșee îngustă (150-300 mm);

-rotor cu cupe (tranșee lată) sau racleți (tranșee îngustă), (EDR-151 URSS; Barth-135 Olanda) (tabel 3.1).

Mașinile de drenaj cu pozarea tubului fără tranșee, având organul de lucru pasiv, format fie dintr-un cuțit vertical și un drenor (MD-4 URSS), fie dintr-un cuțit în V cu drenor la partea inferioară (Hollandrain;

-Delta play Olanda), ce realizează în teren o fantă și un locaș în care se pozează tubul de drenaj și filtrul (tabel 3.2).

Mașini de drenaj cu pozare în tranșee - Caracteristici tehnice

Tabelul 3.1.

Firma, tipul mașinii, țara	Organ de lucru	Putere kw (CP)	Adâncime maximă de pozare m	Lățime tranșee m	Viteza de lucru maximă ml/h	Viteza de deplasare km/h	Viteza lanț m/s	Gabarit m	Masa tone	Presiune pe sol kPa	Alte caracteristici
Hoes Gigant 3000 R.F.G.	Elimdă cu lanț și raclăți	196 (260)	2,00	0,12-0,6	2100	5,2		11,5x2,7 x2,89	15,2	31	Șenile, lățime: 550mm
Hollandrain ESL Olanda	Idem	118 (160)	1,75-2,10	0,26	1015	5	5 viteze +1 înapoi	Lățime 2,50-3,60	13,8		Șenile comandate hidrostatic, lățime: 510mm, lungime: 5400mm
Hollandrain GSS "Super" Olanda	Idem	208 (283)	2,0-3,5	2,0-3,5	1410	5,1	Idem	Idem	20,2		Idem
Haikonos 6027 R.F.G.	Idem	235 (320)	2,0-4,0	0,35	1800	4,7	5,0 maxim	lungime 12,0	25,0	29	
Eberhardt GFP 3 R.F.G.	Idem	108 (148)	1,60	0,23 0,35 0,40	1900	4,8	3,0 maxim	8,8x2,5x 2,35	10,5	19	Șenile oscilante cu distanța între ele reglabilă
ETT-2010 U.R.S.S.	Idem	118 (160)	2,0	0,27	1000	4,6	1,0-4,5	6x2,7x3,9	10,0	33	Lucrează în teren categoria I, II și III
ME-308 U.R.S.S.	Idem	118 (160)	2,0	0,35	300		1,5 și 2,5		Organ lucru: 10,9		Lucrează și în pământ înghețat la 0,5-0,7 m P _v =120 m/h
ETT-202 A U.R.S.S.	Elimdă cu lanț și 12 cupe capacitate: 23l	40,4 (55)	2,3	0,5	590	4,45	0,74 1,24	1,25x2,7	10,2	33	Lățime șenile: 533 mm, pas cupe: 950mm

Mașini de drenaj cu pozare în tranșee - Caracteristici tehnice

Tabelul 3.2.

Firma, tipul mașinii, țara	Putere kw	Adâncime maximă de pozare	Lățimea de trecere a tubului (diametrul tubului folosit)	Viteza de lucru maximă	Viteza de mers	Gabarit	Masa	Presiune pe sol	Alte caracteristici
Eurodrain ABR Franța	(CP) 132 (180)	m 1,80	mm (50-200)	ml/h 3500	km/h	m	tone	KPa 30	În față este echipată cu o roată dintață afănătoare
Dinapac- Xoes TITAN 623, R.F.G.	235 (320)	1,90	100 iar la comandă 230		6,8		26,5		Lățime șenile 800 mm
Hollanddrain GSX-STD, Olanda	148 (200)	1,60	100-160	2410	5,3	Lățime 2,60-3,70			Șenile de 610 mm lățime și 5400 mm lungime
Hollanddrain GSC Super Olanda	208 (283)	1,20	80	1400	4,43	Lățime 2,70-3,80	20,0		Pentru soluri foarte dure
Hollanddrain GSC Delta-play Olanda	220 (300)	2,00		2550	5,1		30		Organul de lucru are forma "V"
MD - 4 U.R.S.S.	118 (160)	1,80	Lățime cutit: 200 (maxim. 110)	1000 teren cat II			29,5	27	În terenuri rezistente este tractată cu tractorul MD-5 (118 kw)
MD - 12 U.R.S.S.	220 (300)	1,60	Lățime cutit: 200 (90)	1282	4,55		33,5		$P_{cx}=400$ ml/h $P_{hic}=1000$ ml/h în teren cat. I

3.1.2. Utilaje folosite la execuția rețelelor de drenaj vertical

Drenurile verticale pot fi executate manual sau mecanic.

Forajul manual se execută de regulă tubat, menținând pereții găurii de foraj cu tuburi de oțel introduse treptat pe măsura avansării forajului. Sculele de săpare și extragere a materialului săpat sunt variate cuprinzând lingura de curățat, pompa cu clapet, trepanul, etc.

Forajul mecanic se poate executa tubat sau netubat. Evacuarea detritusului se realizează continuu prin circuitul fluidului de foraj, care are și rolul de a exercita o presiune hidrostatică asupra pereților găurii și de a le menține stabilitatea.

3.2. Principalele materiale folosite la execuția rețelelor de drenaj orizontal și vertical

3.2.1. Principalele materiale folosite la execuția rețelelor de drenaj orizontal

La execuția rețelelor de drenaj orizontal se folosesc o gamă largă de materiale de construcții (ciment, oțel beton, agregate pentru betoane, confecții metalice, etc.), ponderea cea mai mare având-o însă materialele specifice acestor amenajări și anume: tuburile de drenaj și filtrele.

Tuburile de drenaj intră în construcția drenurilor absorbante și colectoare.

Tuburile ceramice de drenaj se fabrică conform STAS 1626/1980, la diametre interioare de: 50, 70, 80 și 100 mm pentru drenurile absorbante și 125, 150, 200 și 250 mm pentru drenurile colectoare.

Grosimea peretelui tuburilor variază între 8-30 mm, funcție de diametru, iar lungimea este de 330 mm pentru diametre până la 125 mm și de 500-800 mm pentru diametre mai mari de 125 mm. La exterior, tuburile pot avea formă cilindrică, poliedrică sau forme speciale.

Tuburile de drenaj flexibile din material plastic, au apărut în anul 1965, folosirea lor conducând la pozarea drenurilor prin metoda fără tranșee.

Tuburile flexibile, denumite și tuburi riflante, au peretele ondulat sub formă inelară sau elicoidală.

Tuburile riflante, produse în țară, se fabrică la diametre de: 65, 80 și 110 mm.

La execuția rețelelor de drenaj se folosesc fittinguri, cele mai utilizate fiind:

-reducțiile, ce servesc la racordarea tuburilor de drenaj, în punctele de schimbare a diametrului, la drenurile absorbante sau colectoare;

- mufele folosite la înădirea tuburilor de dren cu același diametru;
- bușoane de capăt folosite pentru opturarea drenurilor la extremitățile amonte, în vederea protejării lor împotriva colmatării;
- ramificații în T sau Y, utilizate la racordarea drenului absorbant cu drenul colector;
- cot, piesă de racordare, utilizată pentru descărcarea drenurilor absorbante în drenul colector;
- gurile de descărcare sunt piese ce se montează pe extremitățile aval ale drenurilor absorbante sau colectoare, servind la evacuarea apei în rețeaua deschisă a sistemului de drenaj.

Filtrul este un element constructiv, principal al drenurilor, necesar în majoritatea situațiilor ce impun introducerea amenajărilor de drenaj.

Se folosesc ca materiale filtrante, materiale de tip granular, naturale sau sintetice care îndeplinesc parțial sau în totalitate, următoarele funcțiuni:

- protejează tubul împotriva colmatării cu particule solide transportate de apa ce se drenează din sol;
- reduc rezistența hidraulică în zona de acces a apei în dren;
- îmbunătățesc condițiile de așezare a tuburilor în tranșeea drenantă, sporind durabilitatea tuburilor.

Materialul filtrant cel mai frecvent utilizat este balastul. În ultimul timp au început să se utilizeze țesături sau împâslituri din fibre plastice cu diferite denumiri de fabrică: netezin, madril, terasin, drenatex, filtex, etc.

Alegerea materialului filtrant se face în funcție de structura granulometrică și permeabilitatea terenului în care se execută drenajul.

3.2.2. Principalele materiale folosite la execuția rețelelor de drenaj vertical

Drenul vertical se compune din: coloana filtrantă, coloana oarbă și decantorul.

- Coloana filtrantă poate fi confecționată din materiale metalice (oțel obișnuit, oțel inoxidabil de diferite calități) sau din materiale nemetalice (mase plastice, poliesteri armați cu fibre de sticlă).
- Coloana oarbă se execută de regulă, din același material și cu același diametru cu filtrul de foraj.

Îmbinările sunt cu filet, cu cep-mufă din corp sau cu mufă suprapusă; ele trebuind să asigure o asamblare ușoară, sigură și etanșă.

- decantorul este zona oarbă de la partea inferioară a coloanei puțului, în care se depun particulele solide antrenate în puț, odată cu apa. Lungimea decantorului se stabilește în funcție de adâncimea puțului

4. TEHNOLOGIA DE EXECUȚIE A DRENAJULUI ORIZONTAL

Execuția unui sistem de drenaj orizontal implică execuția componentelor sale: drenuri colectoare, drenuri absorbante și construcții hidrotehnice.

4.1. Tehnologia de execuție a drenurilor colectoare închise.

În terenurile stabile, ce nu prezintă pericol de colmatare a drenurilor, ca și în cazurile în care suprafața utilă a amenajării prezintă importanță mare, rețeaua drenurilor absorbante se descarcă în colectoare închise-drenuri colectoare.

Tehnologia de execuție a drenurilor colectoare depinde de diametrul lor, ce poate ajunge până la 800 mm. Astfel, colectoarele cu diametrul până la 250 mm se execută din ceramică arsă și din azbociment, pentru D=250-500 mm din beton și beton armat pentru D=300-800 mm.

În toate cazurile, pozarea drenurilor colectoare se face prin metoda cu tranșee.

Tranșeea de pozare a drenurilor colectoare se execută:

- cu excavatorul cu mai multe cupe (pentru diametre mici, folosindu-se mașina de drenaj ETT 202-A);

- cu buldozerul se sapă stratul de 1 m grosime de la suprafață, iar restul cu excavatorul cu mai multe cupe când adâncimea tranșeei este cuprinsă între 2 și 3 m;

- cu excavatorul cu o cupă, pentru diametre ale colectoarelor ce depășesc 250 mm precum și în cazul în care, adâncimea de pozare depășește 2 m, tranșeea realizată are profil trapezoidal cu lățimea la fund (1):

$1 = D + 60$ cm pentru tuburi cu diametrul 300-500 mm;

$1 = D + 100$ cm pentru tuburi cu diametrul peste 500 mm;

(D - diametrul exterior al tubului folosit).

Deschiderea tranșeei începe din extremitatea aval. Excesul de apă se evacuează gravitațional pe fundul tranșeei. Dacă apa de suprafață și cea freatică pătrund intens în săpătură, execuția se face pe tronsoane, din care apa se evacuează prin pompare. În cazul excesului freatic în terenurile nisipoase se poate folosi instalația de filtre aciculare.

În terenuri pietroase, compacte, tranșeea se adâncește față de cota proiectată cu 2-3 cm, strat refăcut cu material granular (balast) patul de pozare al tuburilor.

În cazul folosirii tuburilor din beton armat, se vor lua măsuri de protecție anticorozivă a suprafeței exterioare, în următoarele cazuri:

- pozarea în soluri turboase;
- pozarea în soluri minerale cu $\text{pH} < 5$;
- apa freatică prezintă agresivitate față de beton.

Etanșarea rosturilor și a îmbinării dintre tuburile colectoare este necesară în următoarele situații:

- viteză mare a apei în colector ($> 1,5$ m/s în soluri minerale și > 1 m/s în soluri turboase), existând pericolul erodării solului înconjurător;
- la traversarea drumurilor, căilor ferate, a zonelor împădurite sau plantate cu pomi.

După pozarea drenurilor colectoare se verifică încadrarea parametrilor mășurați în limitele admise, după cum urmează:

- abaterea de la panta longitudinală, maximum $\pm 0,0005$;
- abaterile locale de la cota de fund maximum $\pm 3-5$ cm, funcție de diametrul colectorului;
- nu se admit pante inverse ale drenului colector;
- abaterea în plan, a axului colectorului, maximum 0,5 m la 1,0;
- deplasările capetelor tuburilor, maximum 1/3 din grosimea peretelui;
- trecerea de la un diametru la altul (dacă în secțiunea respectivă nu este prevăzut cămin) să se facă treptat, astfel ca, în orice secțiune, diferența diametrelor să nu depășească 25 mm.

Abaterile constatate se corectează, verificându-se din nou lucrarea.

4.2. Tehnologia execuției drenajului orizontal prin metoda tranșeei.

Deoarece în dotarea unităților constructoare din țara noastră este frecvent întâlnită mașina de drenaj cu pozarea în tranșee, tip ETT 202-A, se prezintă tehnologia pentru acest tip de mașină.

Operațiile tehnice sunt:

- 4.2.1. - lucrări pregătitoare;**
- 4.2.2. - aprovizionarea cu materiale de drenaj;**
- 4.2.3. - montarea instalației de ghidaj;**
- 4.2.4. - instalarea mașinii pentru începerea lucrului;**
- 4.2.5. - deschiderea tranșeei;**

4.2.6. - pozarea filtrului;

4.2.7. - pozarea tuburilor;

4.2.8. - controlul final al pozării;

4.2.9. - executarea racordării la colector (închis) sau a gurilor de descărcare;

4.2.10. - acoperirea drenului cu un prim strat de pământ;

4.2.11. - astuparea tranșeei.

4.2.1. Lucrări pregătitoare

Lucrările pregătitoare constau în curățirea tranșeelor, trasarea în teren a aliniamentelor de ax ale drenurilor, nivelarea terenului pe traseul drenului, dacă este cazul.

Curățirea traseelor se execută cu buldozere și defrișore executându-se tăierea tufișurilor, extragerea cioatelor, îndepărtarea pietrelor semiîngropate sau de la suprafața terenului.

Nivelarea traseelor drenurilor absorbante și colectoare se execută cu gredere sau buldozere, care trebuie să elimine microrelieful de pe fâșia de deplasare a mașinii de drenaj pe o lățime de 4 m. În cazul existenței unor denivelări cu înălțime mai mare de 15 cm și având panta longitudinală (paralelă cu axul digului mai mare de 5° C, iar cea transversală mai mare de 3° C, precizia de reglare a pantei fundului tranșeei nu poate fi asigurată fără o nivelare prealabilă a traseului.

Mărima abaterilor rezultate din microdenivelările transversale ale traseului poate fi până la + 15-20 cm. În cazul reglajului pantei cu panouri de vizare, nivelarea traseului este obligatorie în toate cazurile.

4.2.2. Aprovizionarea cu materiale de lucru

4.2.2.1. Aprovizionarea cu tuburi de drenaj.

Aprovizionarea punctelor de lucru cu tuburi din material plastic se face chiar în ziua execuției. În cazul în care pozarea lor întârzie, tuburile vor fi protejate de radiația solară directă, ce distruge rapid structura materialului și scade rezistența lor mecanică, fapt ce determină strivirea tuburilor sub sarcina umpluturii din tranșee. Protecția tuburilor în teren se face cu paie sau prelate întinse peste ele.

4.2.2.2. Aprovizionarea cu materiale filtrante.

Aprovizionarea cu material filtrant granular.

Materialele filtrante granulare de natură minerală, având volum, masă și consum mare necesită mijloace de încărcare și transport costisitoare. Manipularea fiind dificilă, nu este rațională, depozitarea materialelor pentru filtru la punctele de lucru, ci pozarea lor direct în tranșee. Pentru pozarea mecanizată a filtrului granular (pietriș, balast, zgură), se folosesc semiremorci speciale, echipate cu un buncăr din care, materialul se descarcă gravitațional cu un debit reglat, pe o bandă transportoare, instalată transversal față de axul longitudinal al remorcii. Semiremorca ce aprovizionează materialul filtrant, se deplasează paralel cu mașina de drenaj, astfel ca banda transportoare să descarce materialul în buncărul mașinii de drenaj și de aici, direct în tranșee.

În cazul filtrului prefabricat (geotextil, fibre de nucă de cocos, etc.) pe tubul de plastic, aprovizionarea nu se mai face sub formă de role, ci tubul prevăzut cu filtru se livrează înfășurat pe tamburi, așa cum rezultă din operațiunea de prefabricare.

4.2.3. Montarea instalației de ghidaj

Instalarea cablului de copiere de-a lungul axului drenului la mașina ETT 202-A, se face la o distanță „b” (Fig.4.1), de axul drenului, egală cu 1550+150 mm, astfel încât să fie asigurată rezemarea palpatorului (4) pe cablul (5).

Cablul de copiere (5) înfășurat pe tamburul unui troliu, se desfășoară pe traseul drenului începând din colector (Cd) pe taluzul căruia se ancorează cu țărushi metalici troliul portcablu (7).

Se înfig în pământ suportii (8) ai tijelor (9) pe un aliniament paralel cu axul deja pichetat al drenului (abatere în plan egală cu 1150±150 mm). Amplasamentul cablului va fi pe partea opusă descărcării pământului excavat.

4.2.4. Instalarea mașinii pentru începerea lucrului

Instalarea mașinii ETT 202-A (Fig.4.2) pentru începerea lucrului se face în două moduri:

- când începerea lucrului se face dintr-un canal deschis, mașina se dirijează pe axul marcat și semnalizat al drenului, după care, prin mers înapoi, se aduce elinda (2) deasupra canalului. Se coboară elinda și toba (9) până ce palpatorul intră în contact cu cablul de copiere, instalat la cotă moment în care se aprinde lampa semnalizatoare „Normal” a tabloului de comandă al mașinii. În această poziție, extremitatea

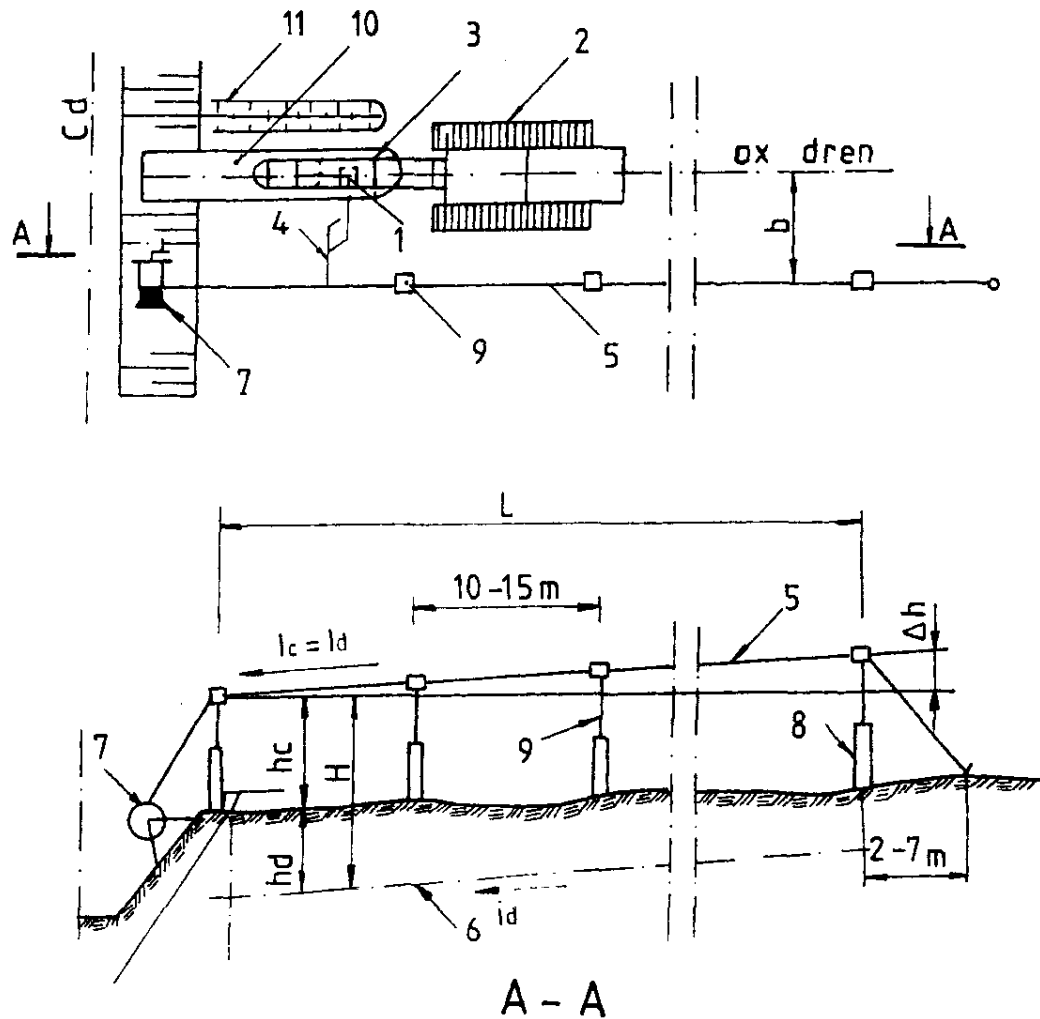


Fig. 4.1. - Ghidajul mașinilor de drenaj cu dispozitiv copiativ

- 1-traductor electro-mecanic; 2-mașina de drenaj; 3-elinda mașinii;
 4-palpator - 5-cablu de copiere la panta „ic” - 6-linia drenului la panta „id”;
 7-troliu port-cablu; 8-tije suport; 9-tijă telescopică; 10-tranșeea drenului;
 11-depozit pământ excavat

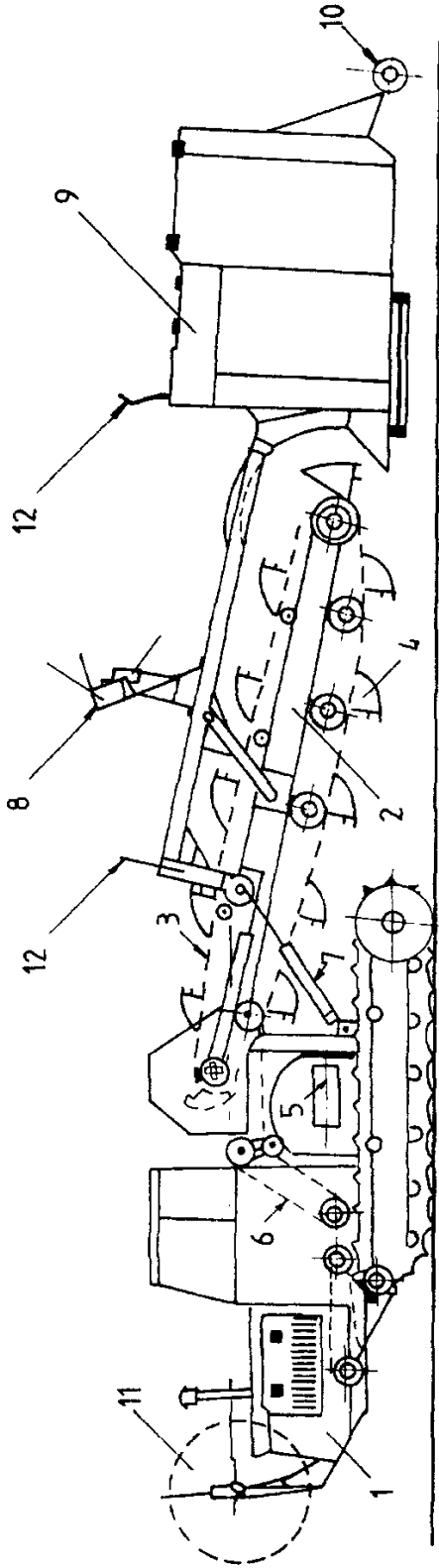


Fig. 4.2. - Mașina de drenaj ETT 202 - A cu pozare în tranșee-schema constructivă

- 1-tractorul de bază (55CP); 2-organul de lucru(elinda); 3-lanț port cupe; 4-cupe (12 buc; capacitate 23l/cupă);
- 5-bandă transportoare; 6-transmisia la elindă; 7-verine de acționare elindă;
- 8-dispozitiv electro-mecanic de ghidaj; 9-toba pentru pozarea tuburilor de drenaj; 10-rolă presare tuburi;
- 11-suport pentru role tub flexibil; 12-inelele ghidaj tub dren

inferioară a elindei se află la cota de pozare a gurii drenului și lucrul se poate începe;

- dacă se execută un dren absorbant dintr-un dren colector închis, mașina se aduce pe axul drenului, se pune în mișcare lanțul cu cupe până ce una din cupe ajunge la extremitatea inferioară a elindei, după care, aceasta se lasă în jos până la cota proiectată, poziție din care începe lucrul. Se verifică astfel și poziția cablului, dar și a tuburilor din colector, care trebuie să corespundă cotei de descărcare a drenului în acel punct.

Execuția drenurilor colectoare și absorbante se face începând din zonele aval spre cele amonte, iar drenurile absorbante se încep de la colector. Aceasta creează, posibilitatea evacuării excesului de apă ce poate apărea în tranșeea deschisă.

4.2.5. Deschiderea tranșeei

La execuția cu mașina ETT 202-A, evacuarea tranșeei și pozarea tuburilor de drenaj (ceramice sau din plastic), se realizează simultan.

Evacuarea tranșeei începe din colector. Viteza de lucru se corelează cu adâncimea de săpare și variază între 60 și 200 m/h.

La constatarea nerespectării adâncimii proiectate (după începerea excavării se verifică acest lucru topografic), se verifică în ordine: cota cablului de copiere, întinderea lanțului port-cupe și uzura dinților la cupe.

Erorile de pantă și chiar inversarea ei pot apărea din următoarele cauze:

- lipsa nivelării traseului;
- distanța mare dintre suportii cablului de copiere, care se poate remedia prin folosirea unui suport intermediar, provizoriu, instalat în fața mașinii, între suportii permanenți;
- întinderea necorespunzătoare a cablului de copiere;
- defecțiuni la instalația de ghidaj a mașinii.

4.2.6. Pozarea filtrului

4.2.6.1. Pozarea filtrului granular

Conform proiectelor, se consumă 50-75 mc material filtrant cu grosimea - deasupra generatoarei superioare a tuburilor - de:

- 5-10 cm, pentru cazul alimentării din stratul freatic;
- 25-50 cm, când alimentarea provine și din captarea scurgerii superficiale provenite din precipitații sau în cazul drenării terenurilor argiloase (filtru - înalt).

Pozarea filtrului granular se face cu ajutorul unei instalații remorcate, prevăzută cu un buncăr și banda transportoare pentru descărcare (vezi pct.4.2.2.2.).

4.2.6.2. Pozarea filtrului din materiale geosintetice (bandă din geotextil, țesătură de sticlă, etc.), se poate face în două variante tehnologice:

- prin înfășurarea elicoidală pe tubul, din material plastic, a unei benzi din material filtrant;
- pozarea unei benzi sau a două benzi din material filtrant, simultan cu pozarea tuburilor, care pot fi, în acest caz și din ceramică.

Mașina ETT 202-A este dotată cu o instalație destinată pozării mecanizate a filtrului sub formă de bandă. În acest scop, toba de pozare a mașinii este prevăzută cu locașuri pentru instalarea bobinelor cu bandă filtrantă. Aceasta permite pozarea benzii sub dren, deasupra drenului sau în ambele poziții (vezi fig.4.3.).

La începerea lucrului, banda filtrantă se fixează sub tub cu o clemă sau greutate, iar în timpul lucrului, pozarea sa este urmărită și corectată de către muncitorul instalat în toba de pozare a mașinii.

4.2.7. Pozarea tuburilor

4.2.7.1. Pozarea tuburilor de drenaj din ceramică

Pozarea tuburilor ceramice se face prin jgheabul de lansare montat în toba mașinii (Fig.4.3.).

În figura 4.4., se prezintă toba, secționată pe un plan vertical, longitudinal. Jgheabul (1) este reglabil permițând ca în funcție de dimensiunile și forma tuburilor (cilindrice, poligonale), și să asigure o pozare de calitate. Astfel, atunci când tuburile ce ies din jgheab au tendința de a intra în patul tranșeei, se slăbesc șuruburile de fixare ale jgheabului, astfel încât partea superioară se glisează în jos, iar partea inferioară (curbată) se rotește în sus. În cazul când, tuburile ies din jgheab cu capătul îndreptat în sus, se glisează partea superioară a jgheabului în sus și ca urmare, partea inferioară se rotește în sensul acelor de ceasornic, spre fundul tranșeei.

Procesul pozării tuburilor se desfășoară astfel (Fig.4.4): un muncitor aprovizionează mașina cu tuburile depozitate în stive, de-a lungul liniei drenului la intervale de 10 m, ridicându-le pe platforma tobei (1); al 2-lea muncitor alimentează jgheabul (2) cu tuburile (3), întreruperea alimentării jgheabului nu este permisă căci, tubul lansat cu întârziere pe jgheabul parțial golit, alunecă cu viteză pe jgeab, se iz-

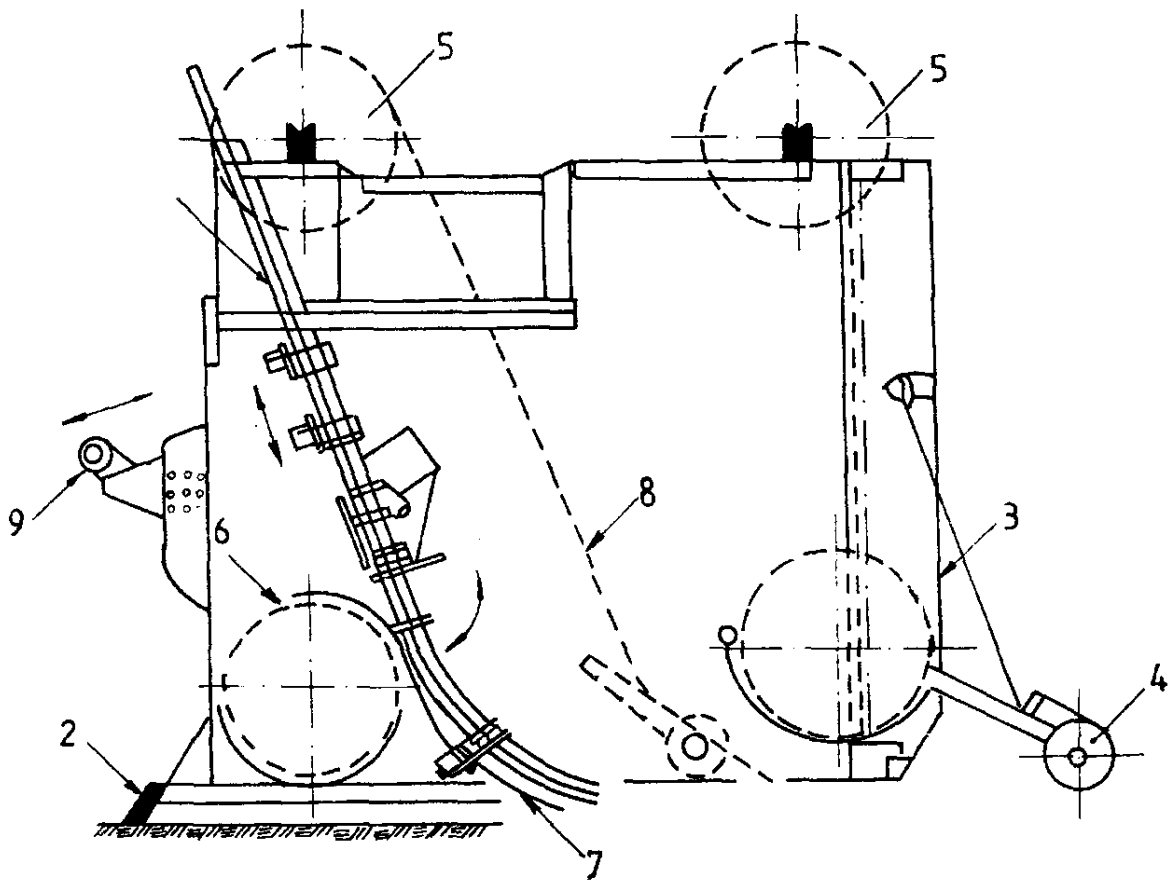


Fig.4.3 - Toba de pozare a tuburilor la mașina de drenaj ETT 202-A
(secțiune longitudinală, verticală)

- 1-jgheab tuburi; 2-cuțit tobă; 3-perete tobă; 4-rolă presare tuburi;
5-bobină cu bandă filtrantă pentru acoperirea drenului; 6-bobină cu bandă
filtrantă pentru pozarea sub dren; 7-bandă derulată sub dren;
8-bandă derulată pe dren; 9-dispozitiv pentru articularea tobei pe elindă

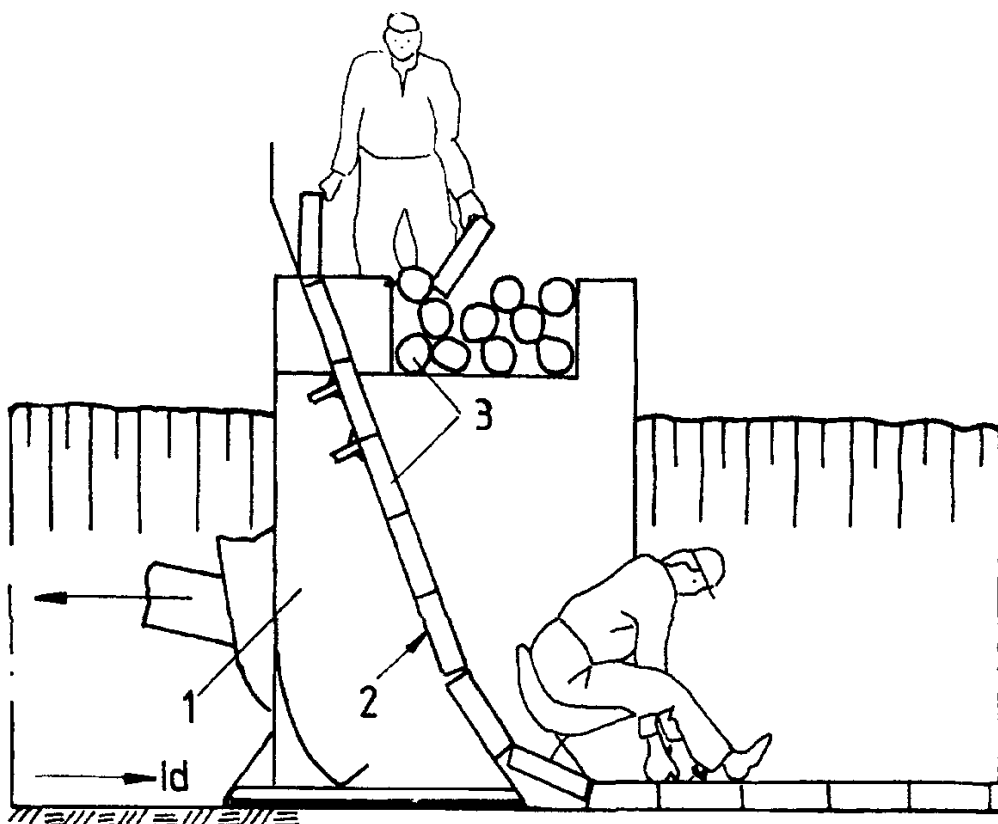


Fig.4.4. - Pozarea tuburilor de drenaj, ceramice cu mașina ETT 202-A

1-toba mașinii (secționată); 2-jgheabul pentru lansarea tuburilor;
3-tuburi de drenaj

bește de tubul aflat mai jos, ciobindu-se sau fisurându-se; al 3-lea muncitor, așezat în scaunul tobei, controlează corecta așezare a tuburilor, alinierea, mărimea rosturilor, făcând remedierile necesare.

Necesitatea opririi mașinii pentru unele remedieri, de durată mai mare, poate fi semnalizată sonor conducătorului cu ajutorul unei sonerii comandate de muncitorul din toabă.

4.2.7.2. Pozarea continuă a tuburilor din material plastic

Folosirea tuburilor din plastic, elastice și continue, a căpătat o largă răspândire datorită avantajelor oferite:

- cheltuielile de manipulare-transport scad de 4 ori;
- productivitatea la pozare a acestor tuburi este de 3 ori mai mare decât la tuburile din ceramică
- permite prefabricarea filtrului pe tuburi, asigurând o productivitate superioară construcției drenurilor;
- linia de dren fiind un tub continuu, este mai puțin afectată de tasări, deplasări și colmatări în timpul funcționării.

Pentru pozare, rola cu tubul flexibil se montează pe tamburul (11) al mașinii (Fig.4.2.), iar capătul său trece prin inelele de ghidaj (12) și se introduce în toba de pozare (9). Pe măsură ce tubul se derulează și se pozează în tranșee, pentru evitarea curbărilor sale, se fixează din loc în loc, cu material filtrant granular, descărcat cu lopata peste tub.

În cazul folosirii filtrului prefabricat (din geotextil, material organic, etc.), testarea se face cu pământ.

4.2.7.3. Controlul calității pozării tuburilor

Siguranța funcționării în exploatare și atingerea parametrilor funcționali proiectați ai rețelelor de drenaj, depind de calitatea execuției drenurilor absorbante și colectoare.

Controlul calității pozării tuburilor ceramice se efectuează pe cale vizuală (de un muncitor, care are și sarcina ridicării tuburilor pe platforma tobei de pozare). Muncitorul se deplasează în urma mașinii controlând aliniamentul tuburilor pozate și denivelările (tuburi ridicate deasupra sau coborâte sub nivelul celorlalte), ce pot apare ca urmare a corectării bruște a adâncimii organului de lucru al mașinii sau a altor cauze.

Remedierile se execută folosind unelte special concepute pentru lucrările de drenaj. (Fig.4.5.).

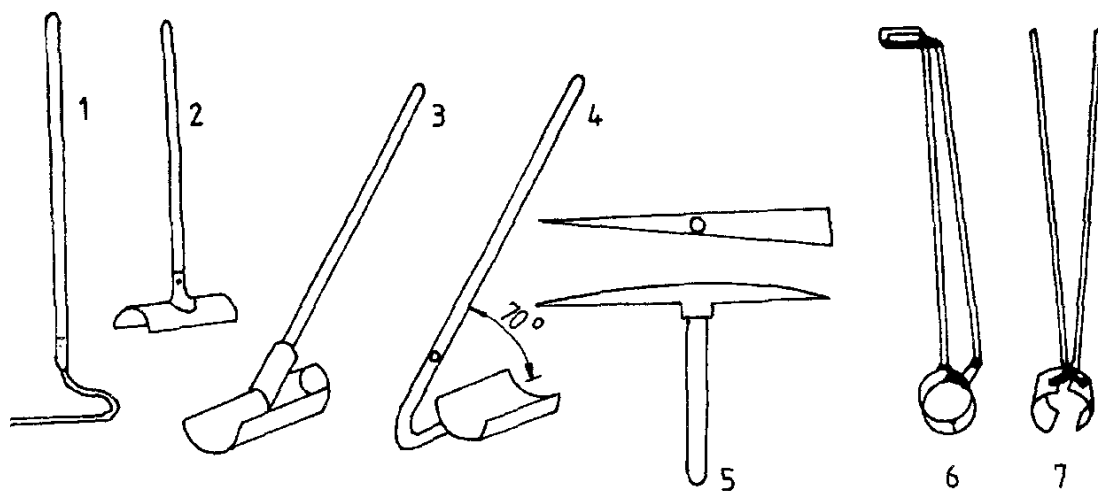


Fig.4.5. - Unelte de lucru pentru drenaj

1-cârlig de pozare; 2-rectificator de poziție;
3-4-curățitor fund tranșee; 5-ciocan de drenaj;
6-clește pentru extras tuburi; 7-clește pentru scos pământ

În condițiile tranșeelor înguste de pozare (exemplu, la mașina MSD-180), în care accesul unui muncitor nu este posibil, aceste unelte sunt indispensabile realizării remedierilor necesare unor lucrări de calitate.

Folosind rectificatorul de poziție (2), muncitorul ce merge în urma mașinii, aliniază și bate tuburile ce prezintă abateri de la poziție. Scoaterea din aliniament a unui tub, care s-a degradat la pozare, se face numai după ce mașina s-a îndepărtat din acel punct, întrucât în caz contrar, spațiul rămas liber prin extragerea tubului, se va reduce ca urmare a presiunii exercitate la tuburile din jgheabul de lansare al mașinii.

Pentru a rectifica o porțiune, prezentând tuburi ridicate deasupra nivelului general, se procedează astfel:

- folosind cleștele (6) se extrag din tranșee tuburile pe o lungime suficient de mare pentru a permite execuția corecției, fiecărui tub revenindu-i cca.20% din corecția totală;
- cu un curățător (3 sau 4) se rectifică fundul tranșeei, dacă pământul este uscat și greu de rectificat se va umezi mai întâi, porțiunea de lucru sau se va afâna cu ajutorul unui hârleț de drenaj;
- se introduc tuburile cu cârligul de pozat (1), iar ultimul tub cu cleștele;
- în cazul în care, ultimul rost este prea mare, acesta se va proteja cu spărturi de tub sau material mineral granular, ambele așezate de jur-împrejurul drenului.

În cazul unei porțiuni cu tuburi coborâte sub nivel general, rectificarea se face astfel:

- se introduce pământ sau material granular (nisip, balast, pietriș, etc.) între peretele tranșeei și tuburi;
- se ridică tuburile puțin cu cleștele și se împinge pământul (bine mărunțit) sau material granular sub ele;
- se bat ușor tuburile cu rectificatorul.

4.2.8. Controlul final al pozării

Controlul calității tranșeei se execută topografic. Mai întâi se controlează adâncimea de pozare hr. Valoarea Δ hr obținută se compară cu cea proiectată Δ hp, extrasă din proiect. Abaterea va fi: $e = \Delta hr - \Delta hp$;
se admite $e_{max} = 0,05$ m.

Abaterea în plan a tranșeei și deci a drenului de la poziția proiectată (devierea axului) poate fi cel mult $\pm 0,5$ m, iar la verificarea distanței între liniile de drenuri, abaterea maximă admisă este $\pm 1,0-1,5\%$ din L.

Abaterile unor porțiuni ale drenurilor de la axul rectiliniu poate fi de maximum $\pm 0,07$ m.

Abateri mai mari sunt permise numai la ocolirea unor obstacole, raza de racordare la linia drenului, în acest caz, trebuie să fie de minimum 2m.

Abaterile de la panta longitudinală proiectată a liniei de dren trebuie să fie de maximum $+ 0,0001$ ($0,1\text{‰}$).

Divergența între două linii de dren să fie cel mult $L/500$, în care L este lungimea drenului.

În punctele stabilite pentru control, se verifică mărimea a trei rosturi consecutive, folosind pentru aceasta un spion gradat (1) (Fig.4.6.). Rostul între tuburile ceramice trebuie să aibă:

- 1-3 mm pentru tuburile de calitate I-a;
- 3-5 mm pentru tuburile de calitate II-a.

Devierea reciprocă în plan (Fig.4.6.b.) a tuburilor de dren, măsurată cu rigla (3), nu trebuie să depășească grosimea peretelui tuburilor.

4.2.9. Executarea racordării la colector închis sau a gurilor de descărcare

La drenurile din ceramică, racordarea se realizează prin prelucrarea tubului de racord (5) (Fig.4.7.b.), care se perforază cu ajutorul ciocanului de drenaj (Fig.4.5.).

Pentru racordarea drenurilor din plastic, dar și pentru cele din ceramică, se folosesc piese prefabricate din material plastic (Fig. 4.7.a.), ce permit evitarea prelucrării tuburilor din ceramică ale drenului absorbant, operație care necesită multă îndemânare și timp.

Pentru realizarea racordării (Fig.4.7.), cotul (1) este prevăzut cu mufă în care se introduce extremitatea drenului absorbant (din plastic sau ceramică). Orificiul de intrare a apei în colectorul ceramic (4), se obține prin perforarea acestuia cu ciocanul de drenaj. În cazul colectoarelor din plastic, perforarea se realizează cu ajutorul unei mandrine metalice încălzite (tub metalic cu perete subțire și muchia extremității ascuțite), diametrul exterior fiind egal cu diametrul cotului sau tubului de racordare.

Pentru realizarea unei bune racordări, cotul (1) se introduce într-o manșetă elastică (2) ce se centrează pe colector.

În cazul excesului de umiditate, în tranșee, se recomandă ca racordarea drenurilor să se facă imediat ce mașina de drenaj a început pozarea tuburilor absorbante.

După executarea racordării, aceasta se fixează și se protejează cu spărturi de tub (la ceramică) sau cu material filtrant.

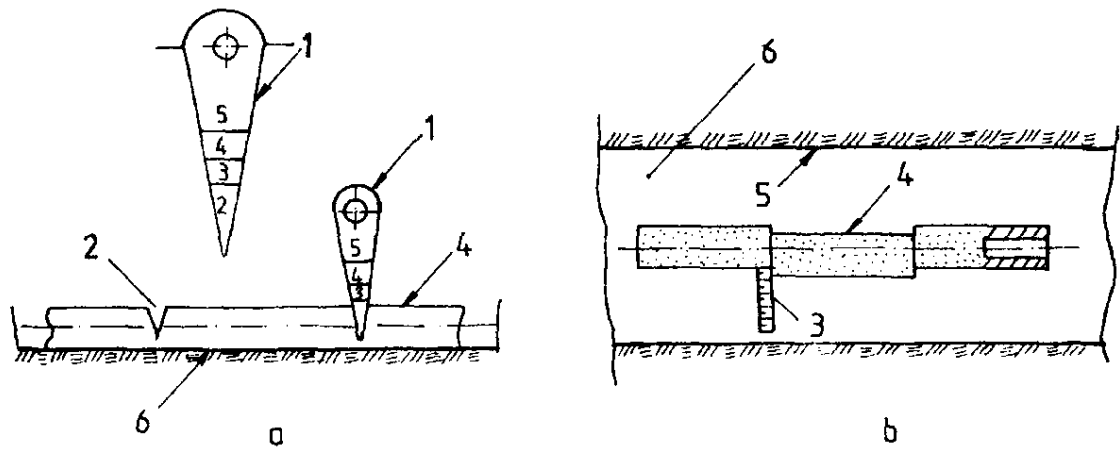


Fig.4.6. - Verificarea calității pozării drenurilor:

a - măsurarea rosturilor dintre tuburile ceramice;

b - măsurarea devierii în plan de la aliniamentul drenului

1 - spion pentru măsurarea rosturilor; 2 - rost agabaritic;

3 - riglă de măsură pentru deplasarea tuburilor; 4 - tuburi dren;

5 - perete tranșee; 6 - fund tranșee

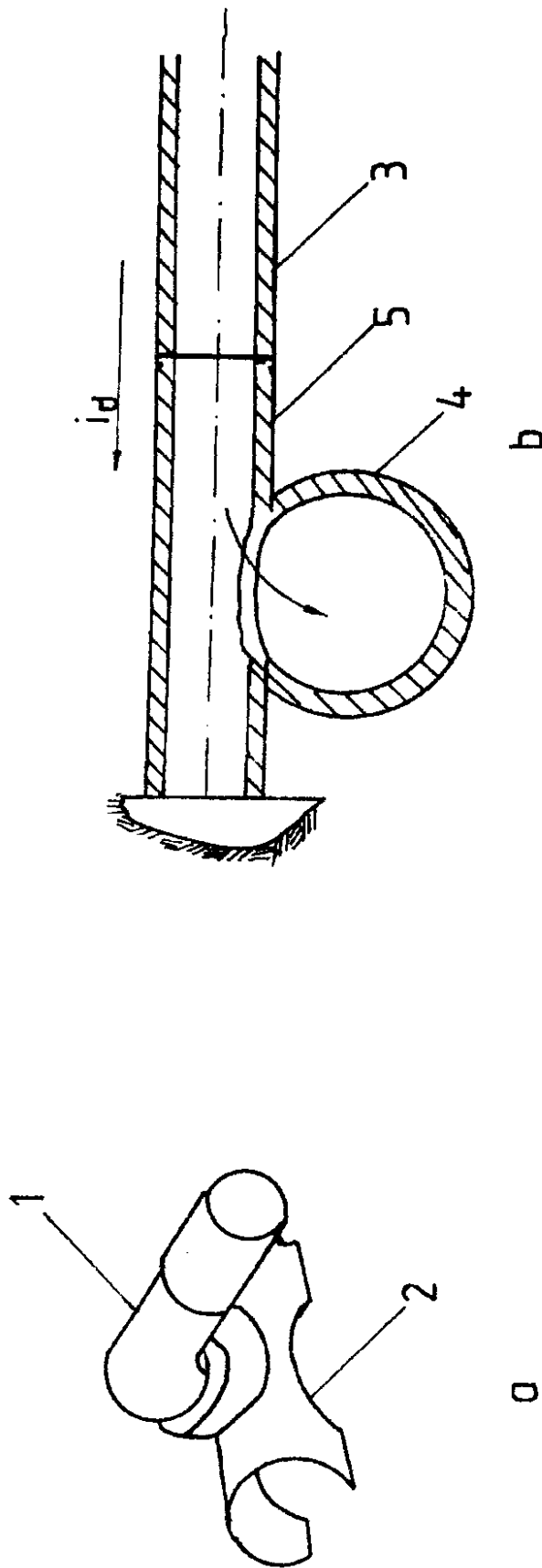


Fig.4.7. - Racordarea drenurilor absorbante pe generatoarea superioară a drenului

a - cot și manșetă elastică

b - tub ceramic perforat: 1 - cot; 2 - manșetă racord;

3 - dren absorbant din tuburi ceramice; 4 - colector;

5 - tub de racord, perforat

SC ALLPLAN PROIECT SRL - Constanta

În cazul colectoarelor de tip deschis (canale), drenurile absorbante pot fi descărcate direct prin guri de evacuare. Tot prin guri de evacuare, dar de diametru mai mare, se descarcă și drenurile colectoare.

În terenurile instabile, în care taluzurile colectoarelor deschise au tendința de degradare prin alunecări, ce au loc îndeosebi primăvara, gurile de consolidare trebuie bine consolidate, măbind astfel costul lor.

Tehnologia de execuție a gurilor de evacuare din elemente prefabricate (Fig.4.8), comportă mai multe operații:

- se verifică topografic cota gurii de descărcare, eventuala abatere corectându-se manual, întrucât în zona de început a drenului, mașina de drenaj poate da abateri la adâncimea proiectată;
- săparea în taluz a lăcașului elementului prefabricat (1), având grijă ca nivelul orificiului de intrare a tubului de racord (2), să corespundă cotei de descărcare a drenului;
- consolidarea piesei (1) în taluz cu straturi succesive (în grosime de 10 cm) de pământ compactat;
- racordarea drenului absorbant (4) la gura de evacuare cu ajutorul unei mufe (3) și al unui tronson de tub din plastic (2) cu lungimea de 4-6 m, ce se consolidează, de asemenea, cu pământ compactat. În acest fel, se evită infiltrarea apei din dren în taluz, fapt ce ar periclita stabilitatea acestuia.

Tehnologia de execuție a gurilor de evacuare consolidate (Fig. 4.9) constă din consolidarea în taluz a tubului de racord și descărcare (1) al drenului cu ajutorul unei piese (2), obținută prin tăierea, după două generatoare diametral opuse a unui tub din plastic cu diametrul de 200 mm. Piesa (2) se fixează în patul canalului pe o adâncime de cca. 35 cm, iar partea superioară se taie și se decupează pentru îmbinarea cu tubul (1).

4.2.10. Acoperirea drenului cu un strat de pământ

După pozarea filtrului, este necesară fixarea sa pentru protejarea ansamblului filtru - dren.

Aceasta se realizează prin acoperirea cu un strat de pământ de 20-30 cm grosime. Se recomandă ca acest pământ, să nu conțină bulgări mari, care pot provoca dislocarea filtrului sau chiar a tuburilor de dren.

Executarea mecanizată a acoperirii drenurilor se face cu agregate purtate de tractor. Organul de lucru al agregatului este un rotor ce primește mișcarea, printr-un arbore cardanic și un reductor, de la priza de forță a tractorului. Rotorul este prevăzut cu două perechi de discuri, fiecare pereche

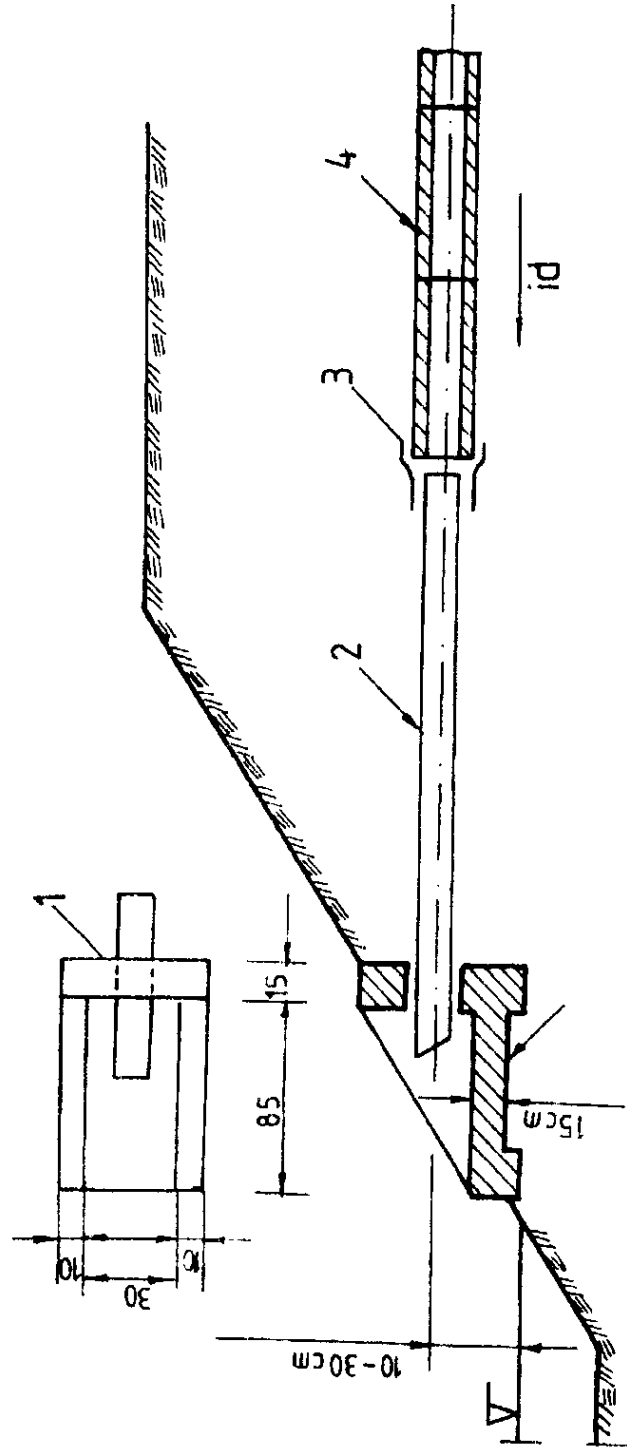


Fig 4.8 - Gură prefabricată pentru evacuarea drenurilor

- 1 - gură prefabricată din beton;
- 2 - tub racord;
- 3 - mufă pentru racord;
- 4 - dren ceramic

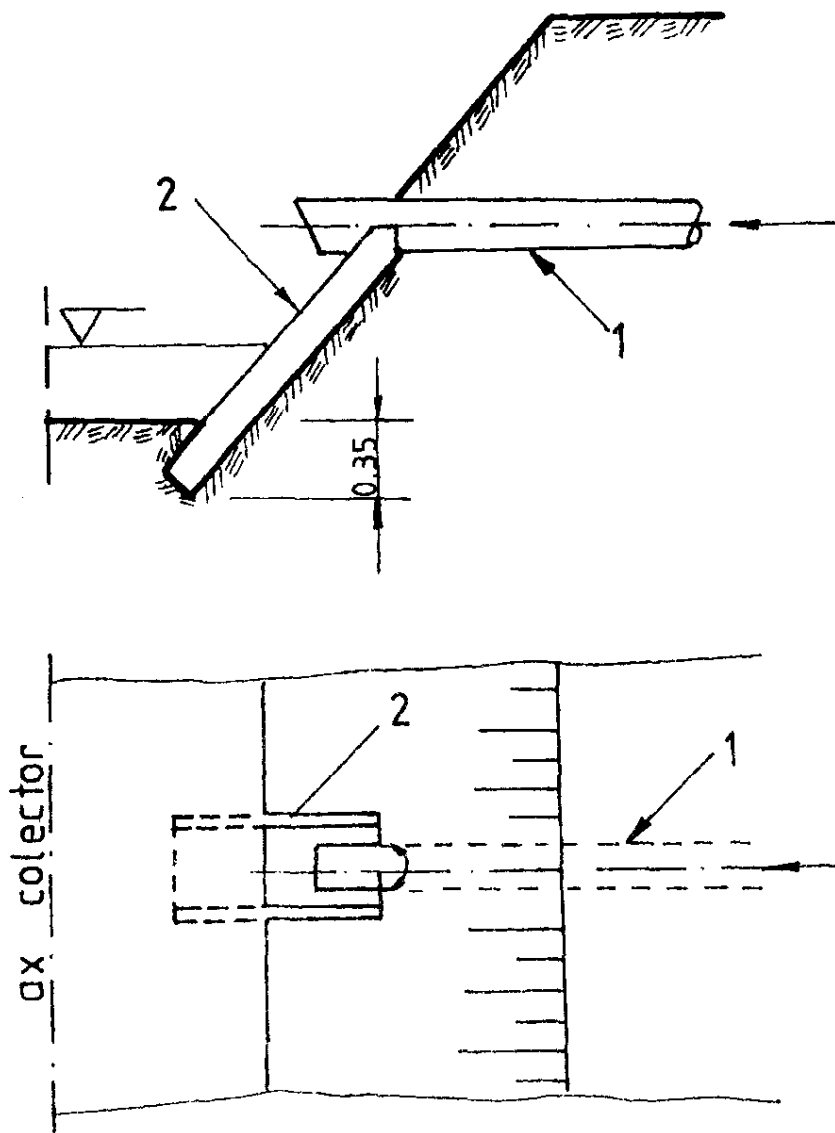


Fig4.9-Gură de evacuare consolidată :

- 1-tub de racord si descărcare ;
- 2 - piesă pentru protectia taluzului

lucrând de o parte și alta a tranșeei. Discurile au montate la periferie, dinți tăietori cu ajutorul cărora, de ambele părți ale tranșeei, se excavază prin frezare, o fâșie lată de 25 cm și adâncime de 30 cm. La deplasarea tractorului, purtător al acestui agregat, cu o viteză de 32 km/h, se realizează un strat de acoperire a drenurilor de 20 cm, la lățimea tranșeei de 0,5 m și de 30-40 cm, la lățimea tranșeei de 0,25 m.

4.2.11. Astuparea tranșeei

După efectuarea controlului final și a remedierilor, se trece la realizarea umpluturii tranșeei cu pământul excavat. Această operație se realizează cu un angledozer, printr-o cursă paralelă cu axul tranșeei. În cazul tranșeeilor înguste, umplerea cu angledozerul se face mai greu, recomandându-se folosirea unor agregate purtate, specializate, al căror organ de lucru este un snec, ce deplasează pământul în tranșee.

Pentru creșterea productivității execuției și economisirea carburanților s-au realizat mașini la care umplerea tranșeei se face simultan cu pozarea tuburilor și filtrului. În acest scop, pământul excavat trece de pe banda transportoare transversală a mașinii pe o bandă longitudinală atașată acesteia, care transportă pământul în spatele utilajului, unde se descarcă peste filtru și dren.

Pământul rămas după umplerea tranșeei se va modela pe fâșia traseului (lățimea 4m).

Nu se va compacta pământul în tranșee și nu se va depozita pământul excedent deasupra acestuia, pentru a nu înrăutăți condițiile de filtrație a apei și a permite interceptația și captarea de către umplutura permeabilă (afânată) a apei de suprafață, în exces.

4.3. Tehnologia execuției drenajului orizontal prin metoda fără tranșee

Tehnologia execuției drenajului orizontal fără tranșee, constă în introducerea tuburilor de drenaj în sol, printr-o fantă deschisă de organul de lucru pasiv al mașinii de drenaj (Fig.4.10). La pozare, se folosesc numai tuburi continue, elastice din plastic, ce se înfășoară pe tamburul (3) cu care este echipată mașina. Tubul este introdus în sol la adâncimea proiectată (4), prin toba de pozare (5), montată articulat în spatele organului de lucru (2).

Comparativ cu metoda de pozare prin tranșee, metoda fără tranșee prezintă o serie de avantaje:

- se elimină excavarea unui volum considerabil de pământ;
- pe traseul drenului, stratul arabil nu mai este distrus;

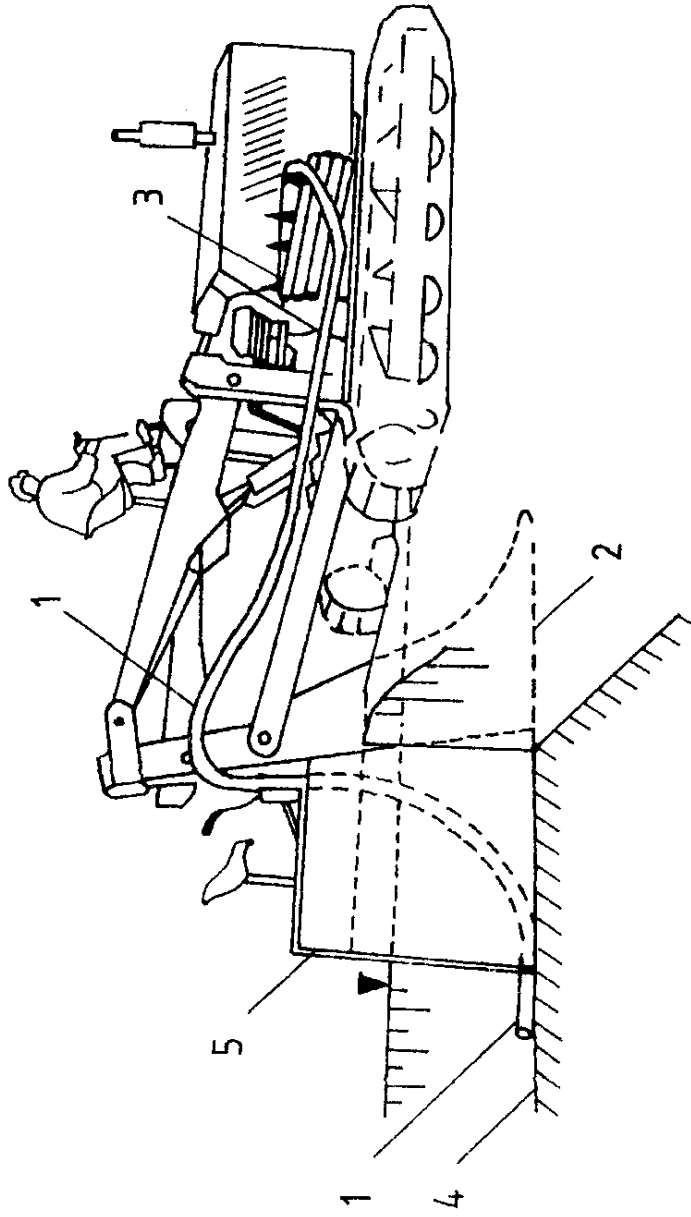


Fig.4.10- Pozarea drenurilor prin metoda fără tranșee

- 1 - tub de drenaj;
- 2 - adâncimea proiectată;
- 3 - tambur;
- 4 - adâncimea proiectată;
- 5 - toabă de pozare

- simplitatea și fiabilitatea organului de lucru;
- productivitate mărită.

Mașinile de drenaj fără tranșee, pot fi folosite în condițiile hidro-geologice dificile:

- pământuri nerezistente și mârloase, în care tranșeea nu-și menține stabilitatea;
- pământuri conținând pietre cu diametrul până la 30cm;
- terenuri turboase cu rădăcini de copaci, având diametrul maxim de 10cm;
- terenuri înghețate, până la adâncimea de 25cm cu soluri turboase și până la 15cm în soluri minerale.

Operațiile tehnologice în cazul execuției drenajului orizontal prin metoda fără tranșee, sunt:

- 4.3.1. - lucrări pregătitoare;
- 4.3.2. - aprovizionarea cu materiale;
- 4.3.3. - montarea instalației de ghidare;
- 4.3.4. - instalarea mașinii pentru începerea lucrului;
- 4.3.5. - pozarea drenurilor, scheme de lucru.

4.3.1. Lucrări pregătitoare

Pentru a evita abateri de la adâncimea și panta proiectată, se impune nivelarea traseului drenului în următoarele cazuri:

- ai existenței pe traseu a denivelărilor bruște, mai mari de +20cm;
- când panta transversală a traseului este mai mare de 3°.

Traseul se nivelează pe o lățime de 4m, prin 1-2 treceri ale unui buldozer.

În cazul lucrului în teren de categoria III, se recomandă ca lucrare pregătitoare, afânarea adâncă a traseului drenurilor. Afânarea la 1,2m adâncime, permite mărirea vitezei de lucru a mașinii cu 40%.

4.3.2. Aprovizionarea cu materiale

Spre deosebire de metoda pozării în tranșee, la care lipsa unuia dintre materialele de drenaj (tuburi, filtru), nu oprește fluxul tehnologic, permițând totuși, execuția unora dintre operații, la metoda pozării fără tranșee lipsa unui singur material, determină întreruperea lucrului. Aprovizionarea întregii game de materiale este condiția de bază a aplicării cu bune rezultate a acestei metode.

SC ALLPLAN PROIECT SRL - Constanta

Ținând seama de productivitatea ridicată a mașinilor de drenaj fără tranșee (1000-1500m linie de dren/oră), este necesar ca aprovizionarea tuburilor de drenaj să se facă pe tambure de mare capacitate (1500 - 3000m), ce se încarcă direct pe mașina de drenaj.

Alimentarea tamburului mașinii cu role de mică capacitate (150 - 200m), consumă aproximativ 30-35% din timpul tehnologic, reducând deci productivitatea.

Tehnologia pozării fără tranșee, permite și folosirea filtrelor granulare, în acest caz, în spatele tobei de pozare, montându-se un buncăr ce se alimentează din mers.

4.3.3. Montarea instalației de ghidare

Sistemul de ghidare al mașinilor cu pozare fără tranșee este unul din factorii care influențează considerabil productivitatea de exploatare.

La mașinile de drenaj cu pozare fără tranșee, laserul este singurul sistem ce asigură un ghidaj corespunzător, prin precizia și rapiditatea comenzilor de corecție a abaterilor de la adâncimea și panta proiectată de execuție a drenurilor.

Modul de ghidare:

- se instalează sursa de laser pe aliniamentul drenului, la circa 30m în urma mașinii de drenaj și se calează pe trepied;
- prin vizorul optic, laserul se orientează, apoi se reglează panta fasciculului de lumină la valoarea id de pozare a drenului;
- se coboară organul de lucru la adâncimea calculată și se reglează capul fotosensibil, astfel încât fasciculul laser de lumină să cadă pe centrul fotodiodei mediane, moment în care se aprinde lampa de semnalizare a poziției „zero“ (normal) (Fig.4.11);
- dacă organul de lucru deviază de la adâncimea și panta dată, reducând adâncimea de lucru, fasciculul va cădea pe o fotodiodă inferioară (+), semnalul ei amplificat comandă numai aprinderea lămpii de semnalizare „în jos“, pentru cazul regimului normal de comandă, urmând ca mecanicul să acționeze cilindrii hidraulici; dacă se lucrează în regim automat, semnalul este transmis mai departe electroventilelor distribuitorului hidraulic al mașinii, direct de la blocul de comandă; cilindrii hidraulici coboară organul de lucru până când fotodioda mediană revine în planul fasciculului și se aprinde lampa de semnalizare „normal“;

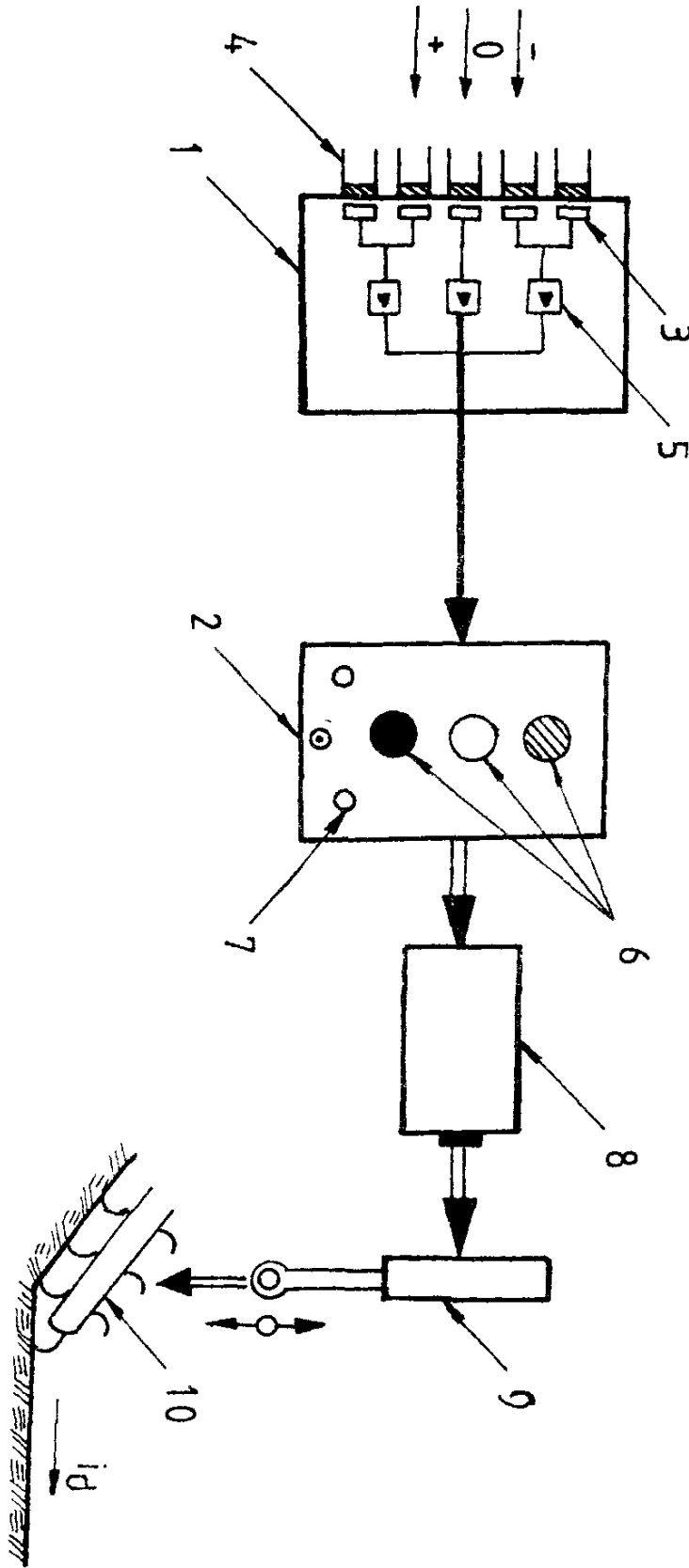


Fig. 4.11. - Schema constructivă a dispozitivului receptor al radiației laser instalat pe mașina de drenaj;

- 1-capul fotosensibil; 2-bloc de control; 3-fotodiode; 4-parasolare și ecrane filtrante; 5-semnalul fotocelular; 6-lămpi semnalizatoare; 7-comandă automată;
- 8-distribuitor hidraulic; 9-cilindru hidraulic; 10-organul de lucru al mașinii

SC ALLPLAN PROIECT SRL - Constanta

- la deviația în jos a organului de lucru, radiația cade pe una din cele două sau trei fotodiode superioare (-) sistemul reacționează în mod analog, iar corecția se aplică invers (organul de lucru este ridicat).

4.3.4. Instalarea mașinii pentru începerea lucrului

Instalarea mașinii pentru începerea pozării drenurilor absorbante se face corespunzător schemei de amenajare proiectate:

- cu descărcarea drenurilor absorbante în colectoare deschise;
- cu descărcarea drenurilor absorbante în colectoare închise.

Instalarea mașinii de drenaj cu colectoare deschise se face la gura de descărcare a drenului absorbant (Fig.4.12), prin introducerea mașinii, în marșarier, pe axul drenului, până ce organul de lucru ajunge deasupra canalului colector.

O altă soluție pentru instalarea mașinii constă în excavarea în taluzul opus a unui locaș, care să permită aducerea organului de lucru la cota de pozare. Soluția prezintă dezavantaje mari; necesită un excavator cu cupă inversă al cărui coeficient de utilizare este foarte redus, apare în plus, o operație dificil de realizat, și anume, refacerea taluzului distrus în secțiunea fiecărei guri de dren. Excavarea locașului poate fi făcută chiar în taluzul gurii drenului, dar în acest caz, trebuie verificată cota, pentru ca fundul excavației să fie la adâncimea de începere a pozării drenului.

Pentru înlăturarea dezavantajelor prezentate, se vor folosi mașini cu organe de lucru la care, dimensiunea de gabarit este micșorată, iar toba se poate rabate, în jurul articulației sale, la cuțitul vertical, ceea ce elimină necesitatea execuției locașului de amorsare pentru începerea lucrului.

Instalarea mașinii la drenajul cu colectoare închise necesită o lucrare pregătitoare pentru instalarea acesteia la cota de pozare.

Lucrarea constă din executarea în fiecare punct de racordare, dren absorbant - colector (Fig.4.13), a unei gropi de amorsare (4), cu lungimea de 5-6 m (la mașina MD-4) și lățimea 0,5m. Fundul gropii trebuie să fie cu 3-5cm mai sus decât tubul colectorului. Pentru execuția gropilor de amorsare se poate folosi, fie un excavator cu cupă inversă, fie un excavator săpător de șanțuri, eventual chiar ETT 202-A, care pozează și drenul colector, ceea ce permite o mai bună utilizare a complexului de mașini, utilizate la execuția drenajului:

- mașina cu pozare în tranșee pentru colectoarele închise;
- mașina de drenaj cu pozare fără tranșee pentru executarea drenurilor absorbante

36

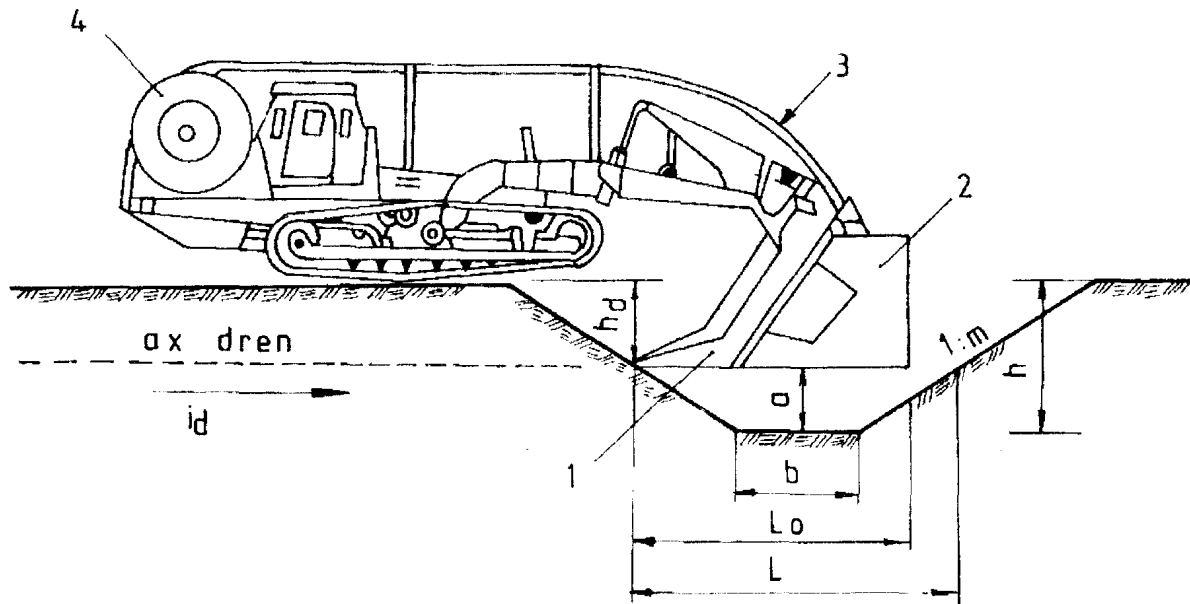


Fig.4.12 - Instalarea mașinii de drenaj cu pozare fără tranșee pentru începerea lucrului
 1-poziția organului de lucru; 2-toba de pozare; 3-tub drenaj;
 4-tambur pentru tub

37

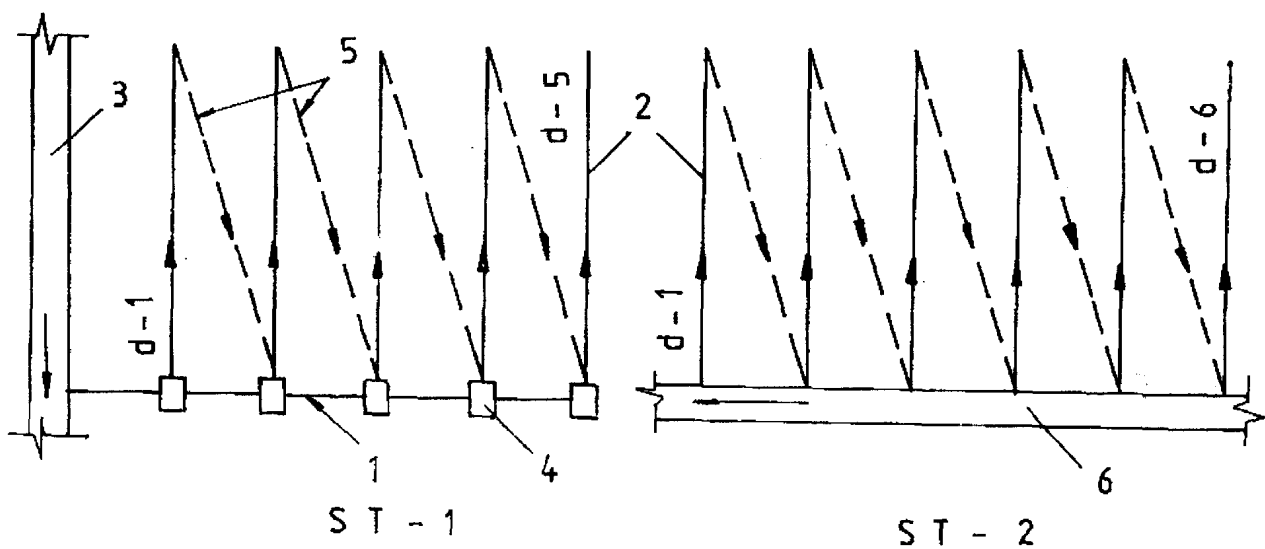


Fig.4.13 - Scheme de lucru pentru mașinile de drenaj fără tranșee
 1-dren colector (închis); 2-drenuri absorbante; 3-canal colector principal;
 4-groapă de amorsare; 5-cursa în gol a mașinii; 6-colector deschis

Pregătirea din timp a gropilor de amorsare, uneori nu este posibilă din cauza prăbușirii pereților lor (cazul pământurilor instalate la exces de umiditate).

În aceste cazuri, deschiderea gropilor de amorsare se va face înainte de introducerea mașinii de drenaj, ceea ce crează însă timp de staționare, excavatorului utilizat la deschiderea gropilor..

4.3.5. Pozarea drenurilor, scheme de lucru

Tehnologia de pozare a drenurilor absorbante cuprinde următoarele operațiuni:

- așezarea pe tamburul mașinii a rolei cu tub flexibil;
- introducerea capătului tubului prin ghidaje și, în continuare, în jgheabul de lansare al tobei;
- fixarea capătului de tub la colector cu ajutorul unei cleme;
- începerea lucrului, folosind sistemul de ghidaj cu conducere în regim automat sau manual;
- după pozarea a cca.10 m de dren, se poate desface legătura tubului pozat cu colectorul, trecându-se în continuare, la execuția racordării lui la colectorul închis sau a gurii de descărcare, în cazul colectoarelor deschise;
- cu 3-5 m înainte de extremitatea amonte a drenului, se retează tubul din plastic, se închide cu un dop extremitatea, după care, mașina își reia mersul pentru ca extremitatea drenului să ajungă la fundul fanței deschise în sol, de organul de lucru al mașinii.

În cazul ruperii tubului sau terminării lui, capetele se îmbină cu mufă de legătură sau cu o bucată de tub tăiată la o lungime de 20-30 cm.

Materialul filtrant se recomandă, la această tehnologie, să fie prefabricat pe tub.

În cazul folosirii filtrului de tip granular, acesta se încarcă în buncărul mașinii cu ajutorul unei semiremorci, prevăzută cu bandă transportoare. Deplasarea acesteia pentru alimentarea continuă a buncărului, se face paralel cu mașina de drenaj, sincronizându-se vitezele lor de deplasare.

Schemele de lucru ale mașinii de drenaj fără tranșee sunt determinate de schemele de amenajare ale rețelei proiectate.

Schema tehnologică ST-1 din figura 4.13, este aplicabilă la rețelele de drenaj cu colectoare închise, dar prezintă următoarele dezavantaje:

- necesită amenajarea de gropi de amorsare (4) la fiecare dren;
- cursele în gol (5) sunt foarte lungi, consumând 25-40% din durata procesului tehnologic.

Schema tehnologică ST-2, se aplică la sistemele de drenaj cu colectoare deschise (6), având avantajul că elimină gropile de amorsare.

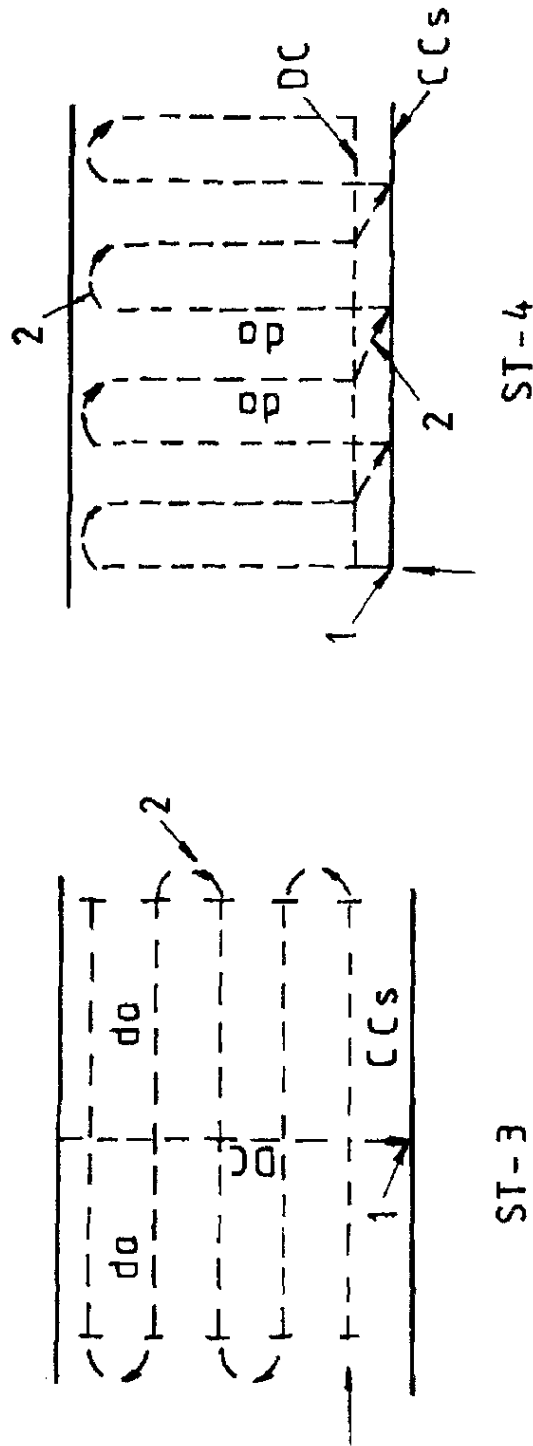


Fig.4.14- Scheme tehnologice de executie a drenurilor absorbante pentru masinile de drenaj cu pozare fără transee

1 - gura de descărcare a colectorului închis (DC); 2 - cursa în gol a masinii de drenaj; do - dren absorbant; CCs - canal colector de sector

Schema rețelei cu colectoare deschise se pretează bine la execuția sigură și permite realizarea cu ușurință a intervențiilor.

Schema tehnologică ST-3 (Fig.4.14) se recomandă pentru cazul amenajării rețelei cu drenuri colectoare închise (DC) și drenuri absorbante (da), cu descărcare bilaterală perpendiculară pe colector. La această schemă, mașina începe lucrul din extremitatea amonte a drenului absorbant, introducând treptat organul de lucru, până la adâncimea de pozare. Pentru ca atingerea adâncimii de pozare să aibă loc în punctul marcat în teren, mașina începe lucrul cu câțiva metri mai înainte de pichetul ce marchează extremitatea drenului. În momentul atingerii axului colectorului (DC), mașina se oprește, se reglează panta de ghidare, corespunzător drenului aflat în prelungire, după care, se continuă lucrul până la extremitatea amonte a celui de-al II - lea dren executat, în aceeași cursă.

Deplasarea în gol (2) se face numai până la extremitatea amonte a drenului de unde se începe o nouă cursă activă, în sens invers.

La această schemă ST-3, deși amenajarea este tot cu colectoare închise, nu mai sunt necesare gropile de amorsare, cursa activă mărită, este egală cu lungimea a două drenuri, iar cursele în gol sunt minime, rezultând astfel o productivitate ridicată.

După executarea drenurilor absorbante, se execută drenul colector (DC), folosind pentru aceasta, o mașină cu pozare în tranșee. La deschiderea tranșeei, tuburile de plastic ale absorbantelor ce traversează colectorul, vor fi tăiate de organul de lucru al mașinii, urmând ca după pozarea tuburilor colectorului, să se facă și racordarea drenurilor.

ST-3, deși prezintă avantaje importante are și unele dezavantaje:

- poate fi folosită numai la amplasamentele ce au nivel freatic în momentul execuției, coborât sub cota colectorului; în prezența apei în exces, racordarea drenurilor la colector, făcându-se dificil;

- în cazul unor erori de ghidaj ale mașinii, gurile drenurilor pentru descărcarea în colector, pot prezenta abateri de la cota proiectată.

Schema tehnologică ST-4, remediază în parte, dezavantajele schemei precedente, prin aceea că, execuția începe, din două în două drenuri, din canalul colector (CCs). Drenul colector (DC), de tip modular, este amplasat paralel cu canalul colector de sector (Ccs) în care se descarcă, prin gurile (1) amplasate la distanțe egale.

Ajunsă la extremitatea amonte a drenului, mașina trece la al II-lea dren, dar de data aceasta, lucrul începând din amonte spre aval și fără groapă de amorsare, mașina intrând treptat cu organul de lucru până la adâncimea de pozare. După ce, în extremitatea aval, mașina depă-

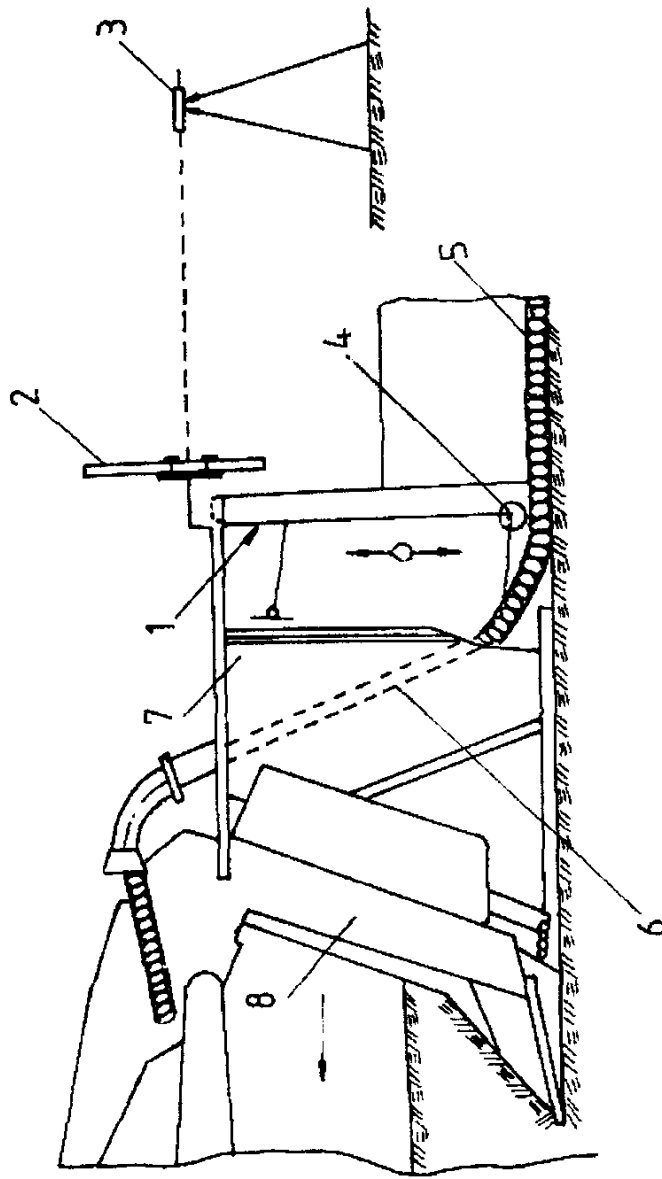


Fig.4.15- Dispozitiv pentru controlul pozării drenurilor la masinile cu pozare fără transee
1 - tijă verticală ; 2 - miră ; 3 - nivelă ; 4 - rolă palpatoare ; 5 - tub de drenaj ;
6 - jgheab ; 7 - tobo de pozare ; 8 - organul de lucru

șește colectorul, extrage organul de lucru și trece la aliniamentul drenului următor, pe care îl începe iarăși din (Ccs), fără groapă de amorsare.

Dintre cele patru scheme tehnologice, cele mai eficiente sunt în ordine ST-4 și ST-3.

4.4 Controlul de calitate

Particularitățile pozării drenurilor prin metoda fără tranșee, la care pereții fantei se apropie după trecerea organului de lucru, nu permit realizarea controlului nivelitic sau observarea vizuală după tehnologia prezentată la metoda de pozare cu tranșee.

Regularitatea pantei longitudinale a fundului fantei, realizată de organul pasiv al mașinii, depinde de sistemul de ghidare al mașinii. Cele mai bune rezultate s-au obținut cu dispozitivele cu laser.

Pentru controlul operațional al preciziei realizării adâncimii de pozare și a pantei longitudinale a drenului, se recomandă următoarea instalație și metodă (Fig.4.15).

În interiorul tobei de pozare (7) a mașinii se montează un dispozitiv palpator format dintr-o tijă verticală culisabilă (1), care are montată la partea superioară, o mică miră, (2) ce reazămă pe tubul de drenaj (5), ce iese din jgheabul (6) de lansare al tobei și ajunge pe fundul fantei tăiate în sol de organul de lucru (8) al mașinii.

Cu ajutorul unei nivele (3), instalate în urma mașinii, se citește pe mira fixată la tija (1), ce realizează pe dren, nivelul și distanța. Citirile de control se fac după ce mașina parcurge intervale de cca.10 m.

Abaterile de la panta proiectată, sunt legate de:

- prezența pe traseu, în sol, a incluziunilor de piatră, rădăcini;
- prezența denivelărilor bruște ale terenului;
- folosirea unor viteze mărite (>800 m/ha) pe traseele nenivelate;
- coborârea cuțitului, ca urmare a tasării solurilor cu capacitate portantă redusă, în timpul opririi mașinii.

La metoda fără tranșee, observarea poziției drenului și efectuarea remedierilor nu sunt posibile și, de aceea trebuie acordată toată atenția următoarelor măsuri ce contribuie la obținerea calității drenajului executat;

- desfășurarea tubului de pe tambur și introducerea pe fundul fantei, trebuie să se realizeze printr-o întindere constantă a acestuia, cu o forță de ordinul a 30-50 N;

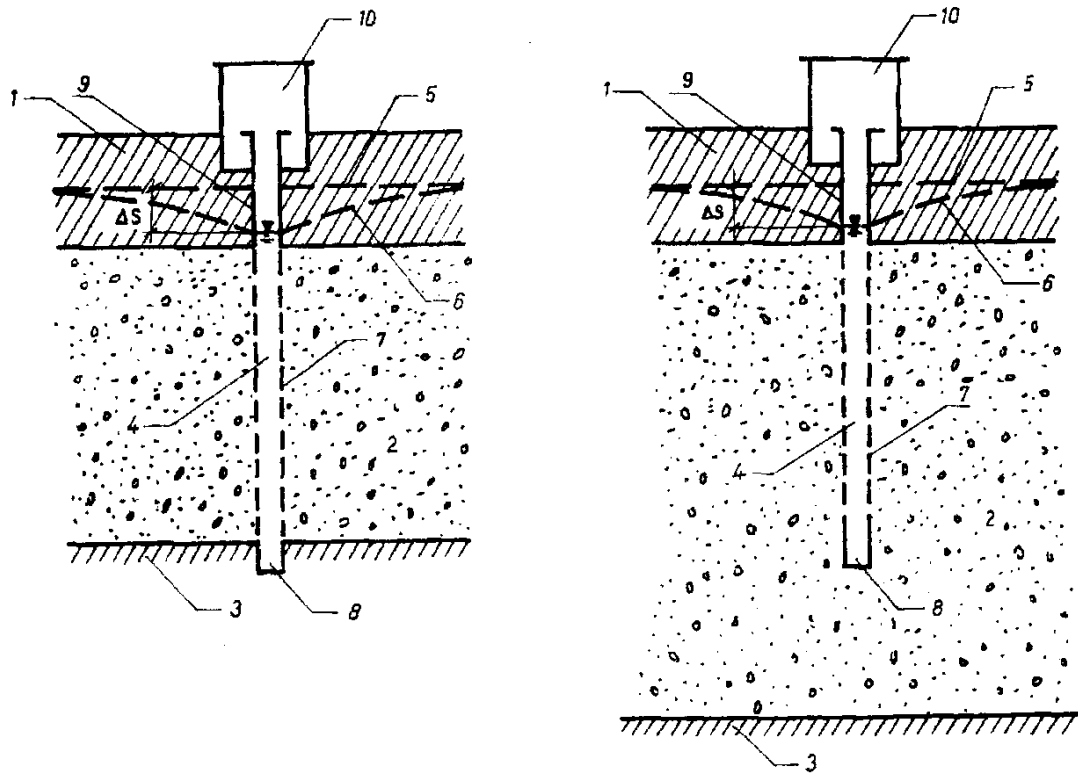


Fig.5.1 - Drenaj cu puțuri perfecte a) și imperfecte b)

1. Strat cu permeabilitate redusă ;
 2. Strat acvifer ;
 3. Roca de bază ;
 4. Puțul ;
 5. Nivelul piezometric initial ;
 6. Nivelul piezometric menținut prin drenaj ;
 7. Zona filtrantă a puțului ;
 8. Decantorul ;
 9. Zona oarbă ;
 10. Capul puțului ;
- ΔS Denivelarea apei în puț ;

- suprafața jgheabului de lansare trebuie să fie netedă, îngrijit șlefuită, fără asperități care „agață” tubul sau materialul filtrant cu care acesta este învelit;
- folosirea filtrului prefabricat pe tub, întrucât calitatea filtrului granular nu se poate verifica decât, eventual prin înregistrarea consumului de material din buncărul mașinii.

5. TEHNOLOGIA DE EXECUȚIE A DRENAJULUI VERTICAL

5.1. Caracteristici ale drenajului vertical

Drenajul vertical se realizează cu puțuri de drenaj.

Puțurile de drenaj vertical pot fi perfecte sau imperfecte; cele perfecte sunt cele care pătrund până la stratul impermeabil, pe când cele imperfecte se opresc în stratul permeabil (Fig.5.1.).

Puțurile de drenaj sunt autodeversante și cu pompare (Fig.5.2; Fig.5.3).

Puțurile autodeversante mențin nivelul apei freatice la cota fixată de proiect și evacuează debitele în mod gravitațional într-un colector prin intermediul unor racorduri sau direct în căminul comun cu colectorul.

La puțurile prin pompare, menținerea nivelului apei freatice și evacuarea debitelor se face cu ajutorul pompelor.

Puțurile forate de drenaj trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- funcționalitate normală pentru o perioadă îndelungată de exploatare;
- eficiență sporită (extragerea unor debite de exploatare cât mai mari din fiecare foraj);
- influențarea reciprocă a puțurilor forate (interferența puțurilor) pe linia de interceptie și perpendicular pe această linie, pentru a se asigura adâncimea de drenaj în spatele liniei de interceptie și în suprafață, prin pompări concomitente.

Elementele constructive ale puțurilor de drenaj sunt:

5.1.1 - gaura forată;

5.1.2 - coloana definitivă - care se introduce în gaura forată - și care se compune din decantor (piesa de fund), coloana filtrantă și coloana de prelungire a filtrului;

5.1.3 - coroana din material filtrant, care umple spațiul inelar dintre gaura forată și coloana filtrului;

5.1.4 - căminul de vizită (în unele situații);

5.1.5 - evacuarea apei din puțuri.

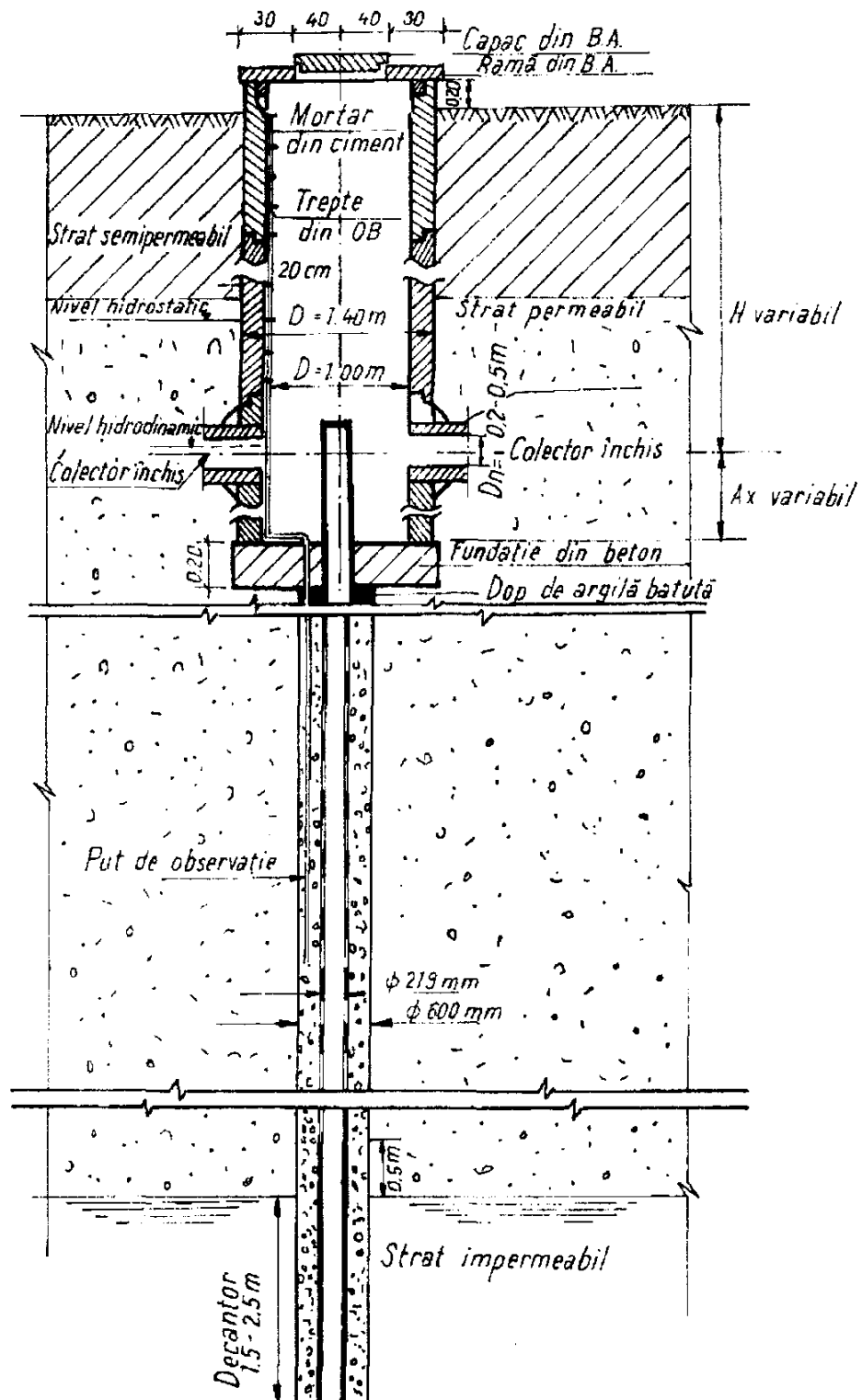


Fig.5.2- Dren vertical autodeversant cu căminul de vizită în capul drenului și descărcare în colector închis

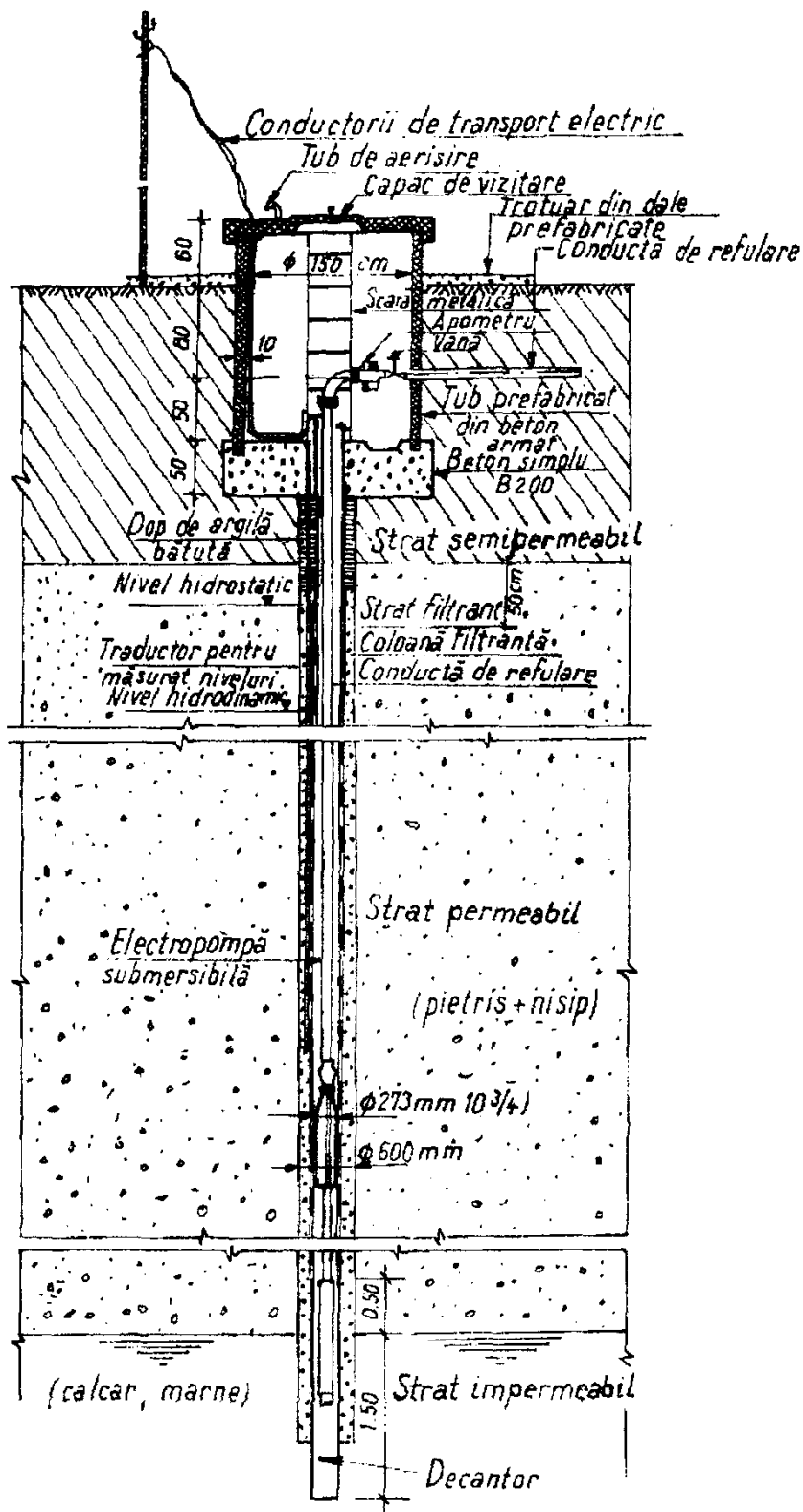
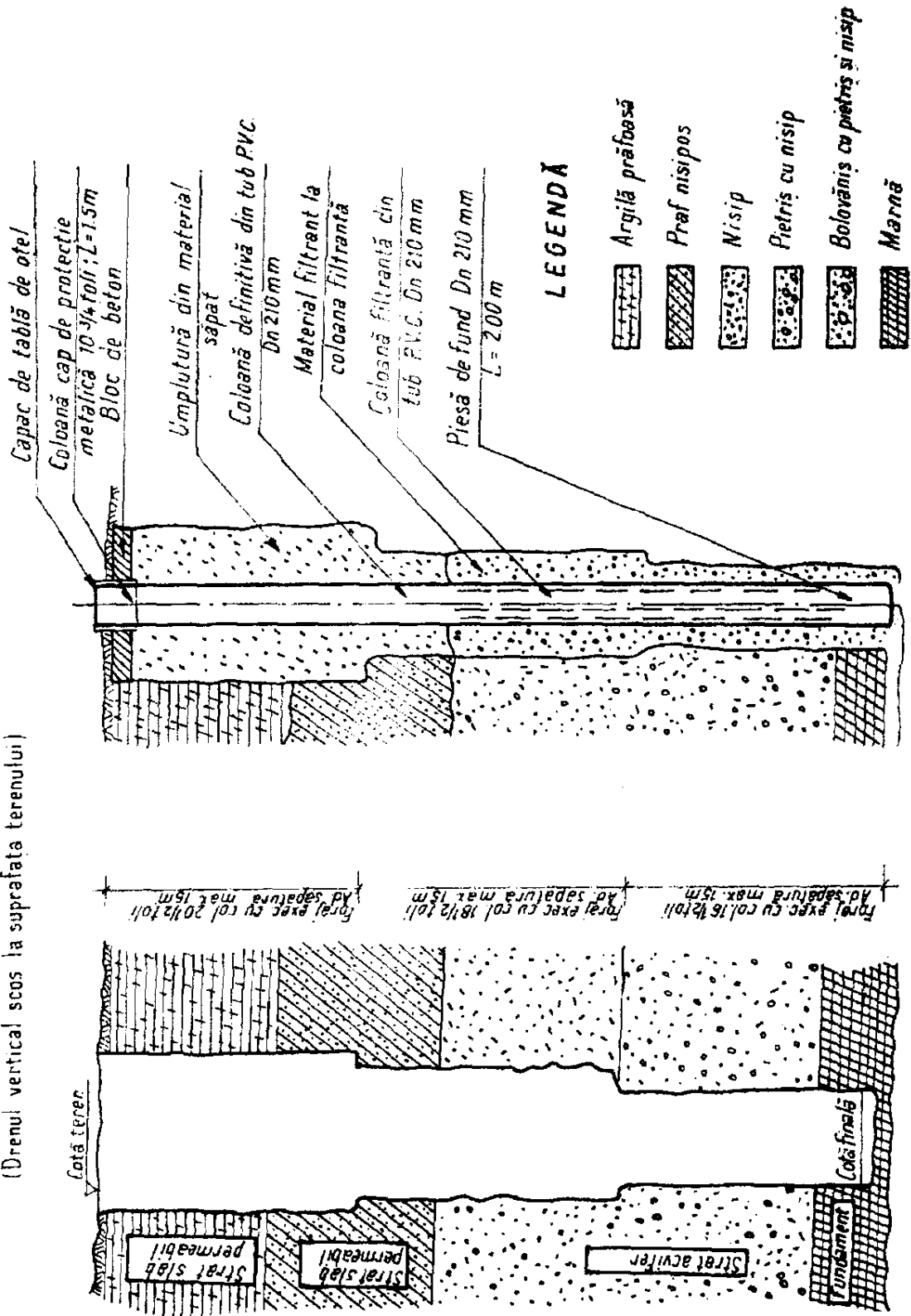


Fig.5.3 — Dren vertical cu pompare individuală

Fig.5.4 - Gaură forată în sistem uscat semimecanic
(Drenul vertical scos la suprafața terenului)



5.1. Gaura forată

Acest element se realizează prin foraj.

Pentru executarea drenajului vertical, sistemele cele mai obișnuite la noi sunt:

- forajul în sistem uscat, rotativ sau percutant acolo unde este nevoie de a se traversa roci dure;
- forajul rotativ hidraulic cu circulație directă

5.1.1.1. Executarea forajului în sistem uscat.

a.) Forajul în sistem uscat rotativ.

Dislocarea pământurilor sau rocilor traversate de foraj se face prin apăsarea axială și rotirea sculelor tăietoare (burghie și linguri de cele mai diferite forme) fără să se folosească fluidul de foraj. Pământul sau roca sfărâmată este adus la suprafață cu o serie de scule. Pereții găurii forate sunt susținuți de burlane sau coloane de lucru de diametre diferite, care se tubează telescopic (fig.5.4.).

Burlanele de foraj sunt tuburi din oțel cu lungimi de 1-4 m și diametre variabile, care se îmbină prin filetare. O coloană de lucru se introduce până la o adâncime de maxim 25 m. Pentru adâncimi mai mari sunt necesare 2 sau mai multe coloane de lucru.

Funcție de natura terenului se pot folosi mai multe coloane de lucru cu diametre din ce în ce mai mici, astfel că diametrul ultimei coloane va fi determinat în alegerea coloanei definitive a puțului.

Forajul uscat rotativ se poate împărți, după modul de acționare a instalației, în foraj manual, foraj semimecanic și foraj mecanic.

Forajul manual este acea metodă de foraj uscat în care scula tăietoare și garnitura de foraj sunt acționate manual. În acest mod se realizează foraje până la adâncimea de 20-30 m. Instalația de foraj este simplă și se compune în principal din următoarele:

- trepied de 10-12 m din lemn sau metal;
- utilaj de manevră format din granc de 3-5 t cu 2 manivele, postament, macara și geamblac, cablu, etc.;
- garnitură de foraj, formată din prăjini și foraj, scule tăietoare-bor-sape, linguri, trepane, spirale, etc (fig.5.5 și 5.6) de dimensiuni și forme diferite, scule de manevră - sarniere, suveie, elevatoare, etc., și scule de rotire formate în general din căluș de forme și mărimi diferite, precum și diverse alte scule specifice forajului.

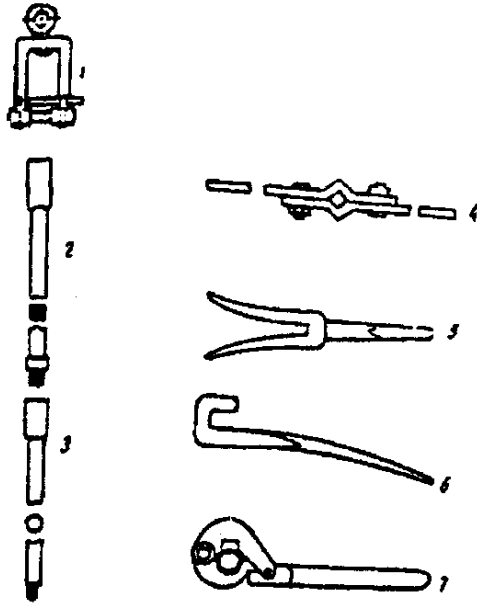


Fig. 5.5. - Scule pentru forajul uscat
1-elevator; 2-prăjină pătrată; 3-prăjină de foraj;
4-cățuș; 5-furcă; 6-cheie; 7-clește

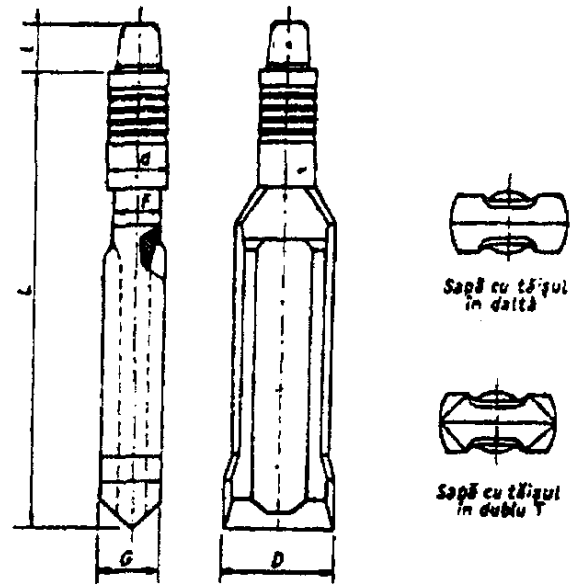


Fig. 5.8 - Sape pentru forajul percutant

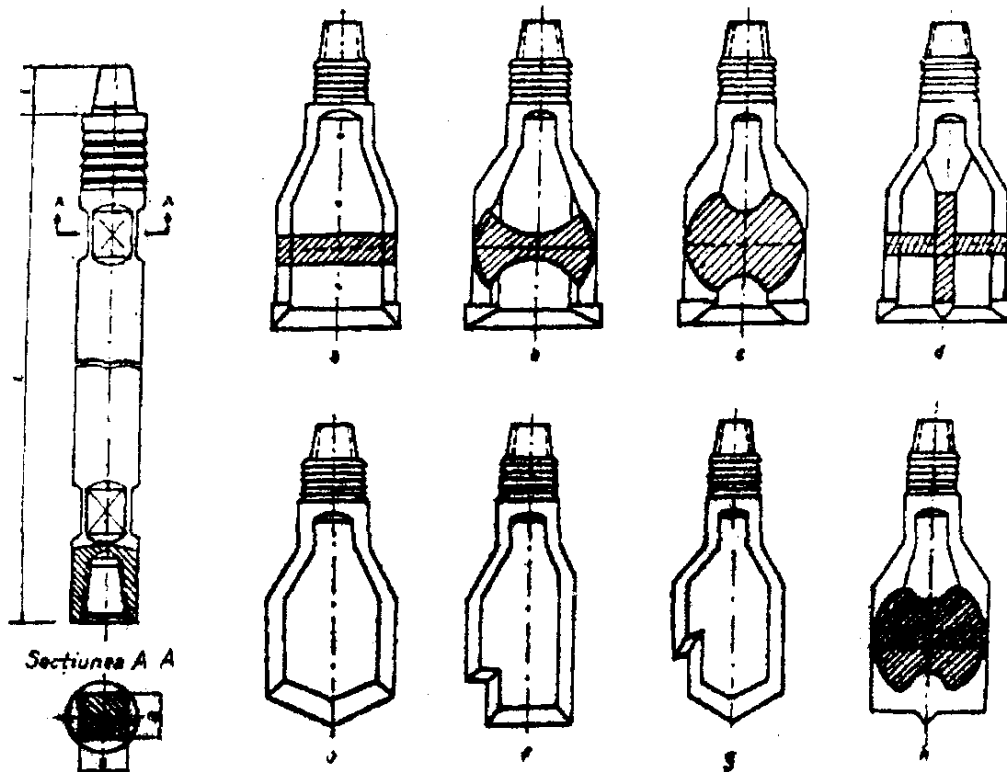


Fig. 5.9 - Prăjină grea pentru forajul grea

Fig. 5.6. - Sape pentru forajul uscat:
a - cu tăiș în daltă; b - cu tăiș în dublu T; c - sapă dreaptă de calibrare
d - cu tăiș în cruce; e - cu tăiș oblic; f - excentrică cu tăiș în daltă;
g - excentrică cu tăiș oblic; h - cu fund plat și tăiș în daltă

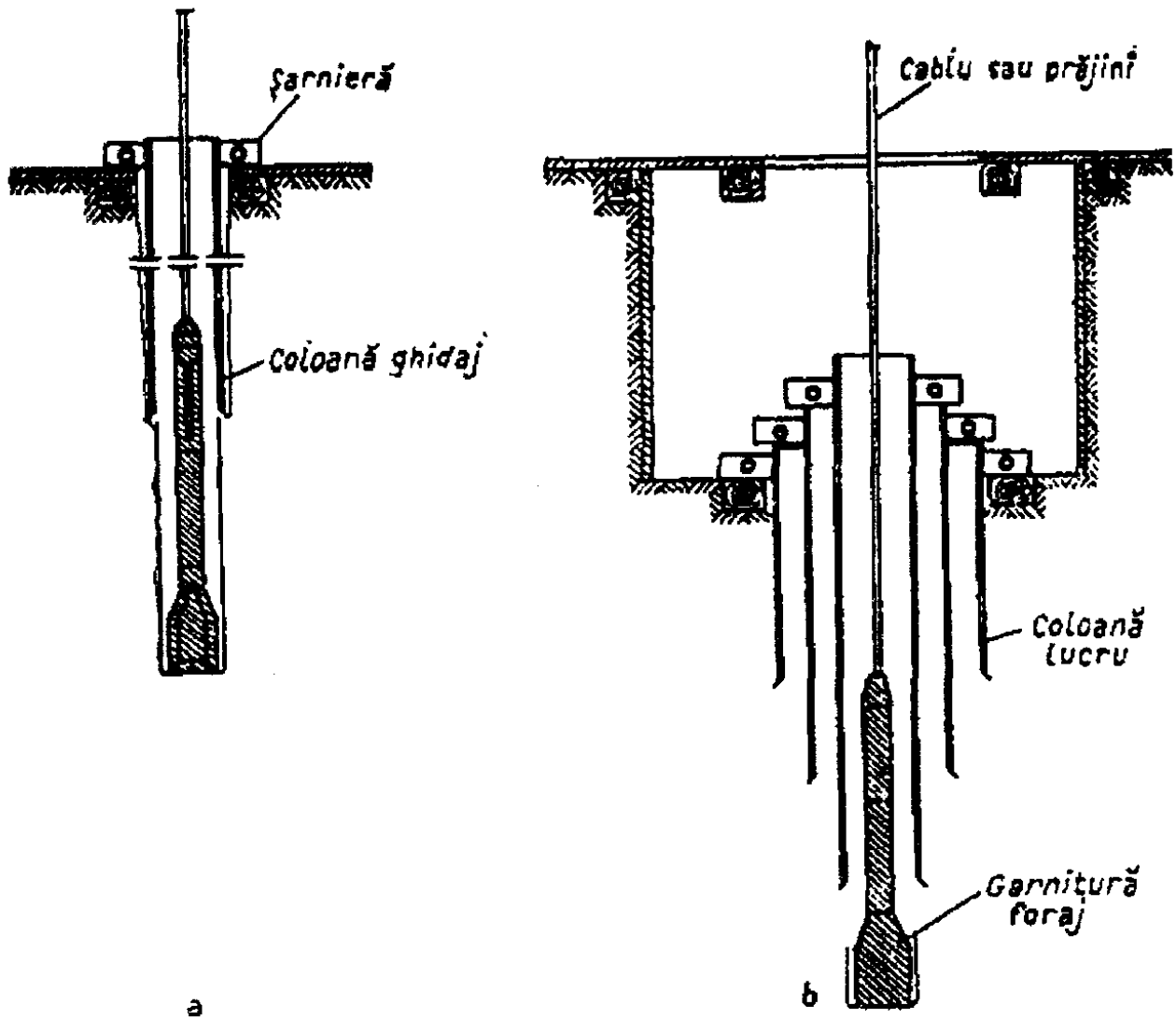


Fig. 5.7. — Amenajarea gurii puțului la forajul uscat :
a — puț ; b — beciul sondei

Toate operațiile în acest sistem, se fac manual și, de aceea, adâncimea de forare este mai mică, iar roca în care se forează trebuie să fie moale spre semitare. Se forează și în bolovani cu condiția ca aceștia să aibă dimensiuni care să intre în borsapă, sau în lingura de săpat, sau să poată fi sfărâmați cu trepanul, ținând seama că acesta e acționat manual, iar frecvența bătăilor și cursa sunt mici.

Forajul manual prezintă avantajul necolmatării stratelor acvifere și oferă posibilitatea ca fiecare strat întâlnit să fie riguros delimitat, identificat și chiar probat.

Forajul semimecanic reprezintă metoda de foraj uscat în care scula tăietoare este acționată manual, dar ridicarea și coborârea garniturii de foraj din și în gaura forată se fac cu troliu mecanic. Roca sfărâmată este adusă la suprafață, ca și la forajul manual, cu scule de construcție specială, acționate mecanic.

Pereții găurii forate sunt protejați cu coloane sau burlane de lucru, ca la forajul manual.

Instalația este compusă din:

- trepied de 10-12 m din lemn sau metal (poate fi turlă mai înaltă de 12 m, în cazul forajelor mai adânci);
- utilajul de manevră format din granic de 5 t, adaptat pentru acționare cu motor cu ardere internă sau electric, cu transmisie prin curea, postament pentru granic, macara, gemblac, cablu, etc.;
- garnitura de foraj formată din prăjini de foraj și scule tăietoare ca la forajul manual.

Forajul mecanic rotativ este mai puțin practicat. Coborârea garniturii de foraj, rotirea sculei tăietoare și ridicarea întregii garnituri se realizează mecanic. Pentru mărirea vitezei de avansare, a operativității la descărcare (rotirea făcându-se mecanic) sculele tăietoare sunt, în general, formate din borsape și snecuri cu articulație, iar garnitura de prăjini este telescopică.

Celelalte unelte sunt similare celor de la forajul semimecanic sau manual.

b.) Forajul în sistem uscat percutant sau canadian.

Este un foraj mecanic folosit în general în zone cu formațiuni semitamari sau tari. Zdrobirea rocii se face prin percuție: pereții forajului, dacă este cazul, sunt protejați cu burlane de lucru. Sculele tăietoare (Fig.5.8), garnitura de foraj (Fig.5.9) și sculele de manevră sunt diferite față de celelalte metode de foraj uscat.

Modul de organizare al forajului

La forajul uscat gura forajului trebuie echipată astfel încât să poată susține ulterior toate coloanele ce urmează să fie introduse în foraj. La punctul stabilit pentru realizarea drenajului, în funcție de adâncimea acestuia, de programul și coloanele de lucru, se execută fie un puț de 2-4 m, fie un beci cu sprijinire, de cca 2 m adâncime (Fig.5.7).

Puțul se execută în general pentru drenuri de adâncimi mici sau cu un număr de coloane de lucru limitat.

Beciul este obligatoriu atunci când se folosesc mai multe coloane de lucru.

În general, operațiile pentru realizarea drenului sunt: montarea și demontarea instalației de foraj, forajul propriu-zis cu eliminarea detritusului și tubarea coloanelor de lucru.

După execuția forajului și curățirea acestuia urmează operațiunea de definitivare care constă în echiparea puțului cu coloana definitivă (din metal sau P.V.C.) cu slituri în dreptul stratelor cu apă.

Coloana definitivă este prevăzută cu centrări (pentru o pozare corectă) iar în spațiul dintre aceasta și garnitura de foraj se introduce pietriș mărgăritar, sortat granulometric funcție de litologia stratului cu apă.

Detalii privind definitivarea și denisiparea forajului, vor fi prezentate în capitolele următoare.

5.1.1.2 Executarea forajului în sistem hidraulic

La forajul în sistem hidraulic nu se folosesc coloane de lucru, stabilirea pereților forajului fiind realizată de fluidul de foraj care asigură și eliminarea detritusului.

Forajul hidraulic poate fi cu circulație directă și cu circulație inversă.

La forajul cu circulație directă, fluidul de foraj coboară prin prăjini și se ridică prin spațiul liber.

La cel cu circulație inversă fluidul din batal intră în gaura forajului și este ridicat la suprafață prin interiorul prăjinilor.

Forajul rotativ hidraulic, are viteza de avansare mai mare față de celelalte sisteme, și este azi unul din cele mai răspândite. Principiul de lucru se bazează pe rotirea sculei de săpare (sapă sau carotieră) și apăsarea ei în teren, materialul dezagregat fiind adus la suprafață de circuitul de noroi. Rotirea sculelor se realizează de la suprafață, prin intermediul prăjinilor de foraj.

Regimul de foraj reprezintă o îmbinare corectă a celor trei parametri - apăsare, rotație și debit de noroi, pentru un tip de sapă bine ales și în funcție de caracteristicile pământurilor (roci).

Circulația fluidului în foraj se poate realiza prin trei metode:

- prin aspirația fluidului cu ajutorul unei pompe centrifuge și refularea lui în batal (forajul prin aspirație);
- prin obținerea unui vacuum puternic cu ajutorul unei pompe centrifuge cu ax orizontal de presiune mare plasată la suprafață și a unui ejector Ventus, plasat fie la baza prăjinii fie în capul hidraulic de forat (forajul de ejector);
- prin introducerea în interiorul garniturii de prăjini a aerului comprimat debitat de un compresor (forajul cu aer lift).

Execuția forajului hidraulic cu circulație inversă se poate face cu o serie de instalații de forat.

Instalația indigenă FA 12,5, montată pe o remorcă cu două osii, este utilajul de bază cu care se execută în România forajul hidraulic cu circulație inversă, cu aspirație și aer lift.

Noroiul de foraj este un sistem coloidal din apă și particole solide de argilă (humă sau trasgel).

Noroiul de foraj are rolul de a aduce la suprafață, particole de rocă forată, de a consolida pereții găurii forate prin exercitarea asupra lor a unei presiuni hidrostatice, de a menține în stare de suspensie, particole de rocă forată în timpul opririi circulației, de a unge burlanele și de a răci sculele tăietoare.

Stabilirea pereților găurii în cursul săpării se asigură prin folosirea unui perete de calitate corespunzătoare.

Se recomandă ca noroiul să aibă următoarele caracteristici:

- densitatea $1,05-1,10 \text{ g/cm}^3$ (exceptând noroaiele grele sau cele pe bază de argilă);
- vâscozitatea (determinată cu pâlnia Marsh) 35-50 s;
- filtrația mai mică de $20 \text{ cm}^3 / 30\text{min}$;
- turta sub 3 mm;
- conținutul în nisip mai mic de 3%

Caracteristicile noroiului de foraj se specifică în caietul de sarcini.

Se prepară un volum de noroi egal cu dublul volumului geometric al găurii de forat multiplicat cu 1,2 (coeficientul de gaură).

După atingerea adâncimii forajului indicată în proiect, printr-o forare fără stagnări (dacă este posibil), după identificarea stratului acvifer, după curățirea și verificarea liniarității găurii de foraj, se trece cât mai repede la introducerea coloanei definitive.

Introducerea materialului filtrant, a pietrișului, în spațiul cuprins între peretele găurii forate și coloana filtrantă se face în circuit de noroi ascendent sau descendent.

În timpul turnării pietrișului într-un flux continuu, se introduce prin pompare noroi, din ce în ce mai diluat, astfel ca sfârșitul introducerii pietrișului, să corespundă cu introducerea apei curate.

O dată cu această operație și în continuare, se realizează și decolmatarea drenului vertical.

Restul operațiunilor sunt similare cu cele de la forajul uscat.

5.1.2 Coloana definitivă

Coloana definitivă este piesa principală a puțului de drenaj și are rolul de a consolida pereții găurii de sondă, de a permite circulația apei în interiorul drenului și de a favoriza crearea unui filtru în dreptul straturilor captate.

Materialul din care se construiește, trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- să reziste la presiunea exterioară a pământului, la transport, la manipulare și la montare;
- să reziste la acțiunea de corodare a eventualelor medii agresive;
- prin perforare să i se poată da o suprafață filtrantă cât mai apropiată de porozitatea efectivă a depozitelor naturale;
- perforarea să fie cât mai apropiată de 30% din suprafața totală a filtrului;
- să permită realizarea unei geometrii adecvate a orificiilor de acces, care să excludă colmatarea fizică (prin blocarea granulelor în orificii) și să provoace pierderi minime de sarcină la traversarea orificiilor;
- să permită o regenerare a filtrului prin spălare cu jet sub presiune, cu ajutorul apei sau a substanțelor chimice (hexametafosfat);
- să aibă o durată totală de funcționare de cel puțin 20-25 ani;
- să fie ușor de procurat, transportat și montat;
- să fie ieftin.

Filtrul, tronsonul perforat în dreptul stratului acvifer, este piesa activă a coloanei definitive și în general acesta determină alegerea materialului de construcție a întregii coloane definitive.

Coloanele filtrante se pot realiza din materiale metalice și nemetalice.

5.1.2.1 Coloana definitivă metalică

Burlanele de foraj din oțel se folosesc la coloanele definitive. Din burlanele de foraj se pot confecționa filtre prin crearea de orificii circulare cu ajutorul burghiilor.

Acest tip de filtre prezintă dezavantajul că au suprafețe mici de trecere, iar prin diametrul găurilor poate pătrunde nisipul sau pot fi blocate de nisip.

La burlanele de foraj se pot realiza și filtre cu șlituri longitudinale sau transversale, confecționate prin frezare sau cu flacără oxiacetilenică.

Fantele frezate sunt late de 2-3 mm; cele realizate cu flacăra oxiacetilenică pot avea lățimea de la 25-30 mm și lungimea de 80-100 mm (Fig.5.10).

Fantele trebuie să fie puțin mai mici decât cel mai mic bob al pietrișului mărgăritar.

Burlanele de foraj au dezavantajul că, impun un consum mare de metal și sunt scumpe, dar având o rezistență mecanică mare, sunt indicate pentru forajele de mare adâncime.

Tabla neagră sau zincată poate înlocui burlanele de foraj, mai ales pentru forare la adâncimi mai mici. Este mai ieftină ca la burlanele de foraj și prin realizarea filtrelor de tip punte, poate fi folosită ca filtru la straturi cu compoziție granulometrică diferită.

Tabla neagră se folosește la filtre după o prealabilă citomare.

5.1.2.2 Coloana definitivă nemetalică

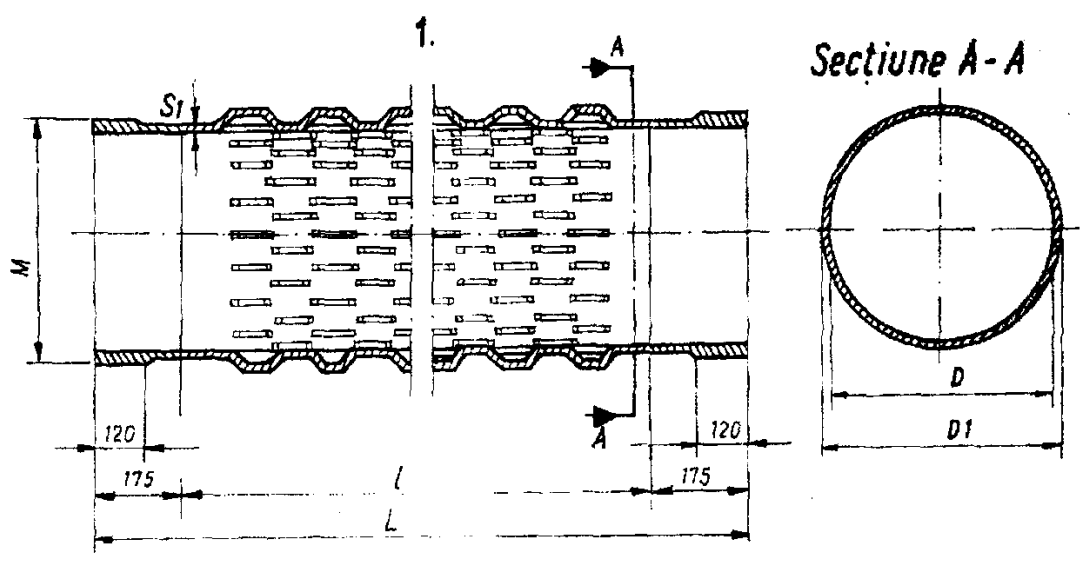
În ultimul timp, se confecționează coloane definitive din materiale nemetalice, întrucât acestea sunt mai ușor de procurat, transportat, manipulat, au un preț de cost mult mai redus decât cele metalice și nu ruginesc.

Tuburile din PVC (policlorură de vinil) sunt din ce în ce mai folosite la confecționarea coloanei definitive întrucât îndeplinesc cel mai bine condițiile de mai sus.

Pentru coloane definitive se folosesc tuburile din PVC tip mediu. Acestea se fabrică cu diametre de la 12-210 mm, cu grosimi de la 1-10 mm și cu lungimi de 4-6 m.

Prin perforare mecanică, se realizează șlituri longitudinale late de 2-3 mm și lungi de cca. 150 mm.

Tuburile din beton simplu se pot folosi ca filtre dacă sunt prevăzute cu barbacane. Acestea reduc însă debitul drenului vertical. Întrucât prezintă greutatea la montarea și ansamblare, nu se folosesc decât pe scară mică la puțuri cu adâncimi de până la 10 m.



Secțiune B-B

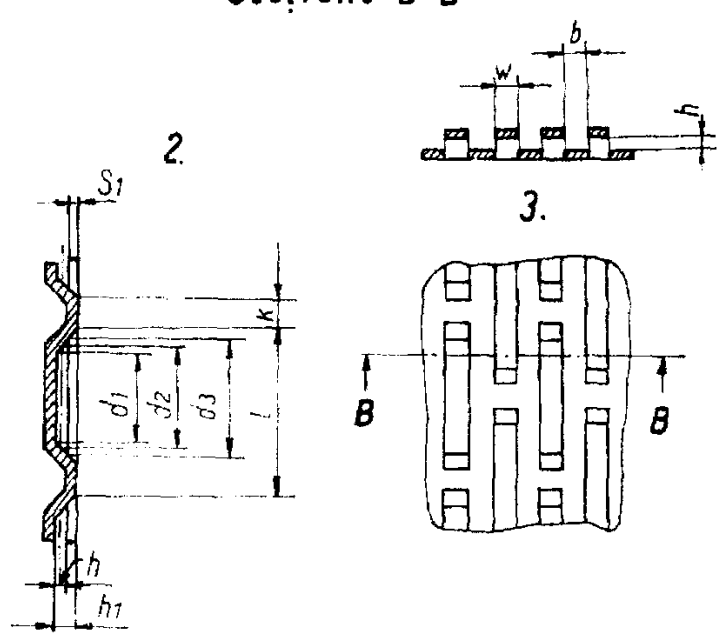


Fig.5.10 Filtru cu punți pentru puturi : 1—tubul filtrului cu fante ;
 2.—detaliu din peretele filtrului ; 3.—vedere laterală a fantelor ;

Coloanele definitive mai pot fi confecționate din lemn, din polie-ster armați cu filtre de sticlă, etc., dar aceste materiale nu pot fi folosite la lucrări cu un volum mare de execuție, întrucât se procură, se montează și se exploatează greu.

5.1.2.3. Coloana nefiltrantă intermediară și de prelungire

Coloana neperforată se execută, de regulă, din același material și cu același diametru, cu coloana filtrantă de foraj. Se confecționează în majoritatea cazurilor din oțel laminat sau din tablă.

Coloanele cele mai uzuale pentru drenaj vertical sunt burlanele de tablă neagră sau zincată cu sudură pe generatoare cu sau fără mufă și cep filetat.

În ultima vreme, având în vedere că în multe cazuri nu se reușește să se facă o protecție anticorozivă corespunzătoare, se preferă folosirea conductelor de PVC tip G (cu pereți groși). La ele se pot executa filete, mufă cep din corp sau mufă aplicată pentru îmbinare. Când se prevede numai coloana filtrantă din PVC tip G, iar coloana nefiltrantă rămâne metalică, la îmbinarea acestora se pot folosi manșoa-ne din tablă cu nituri sau șuruburi.

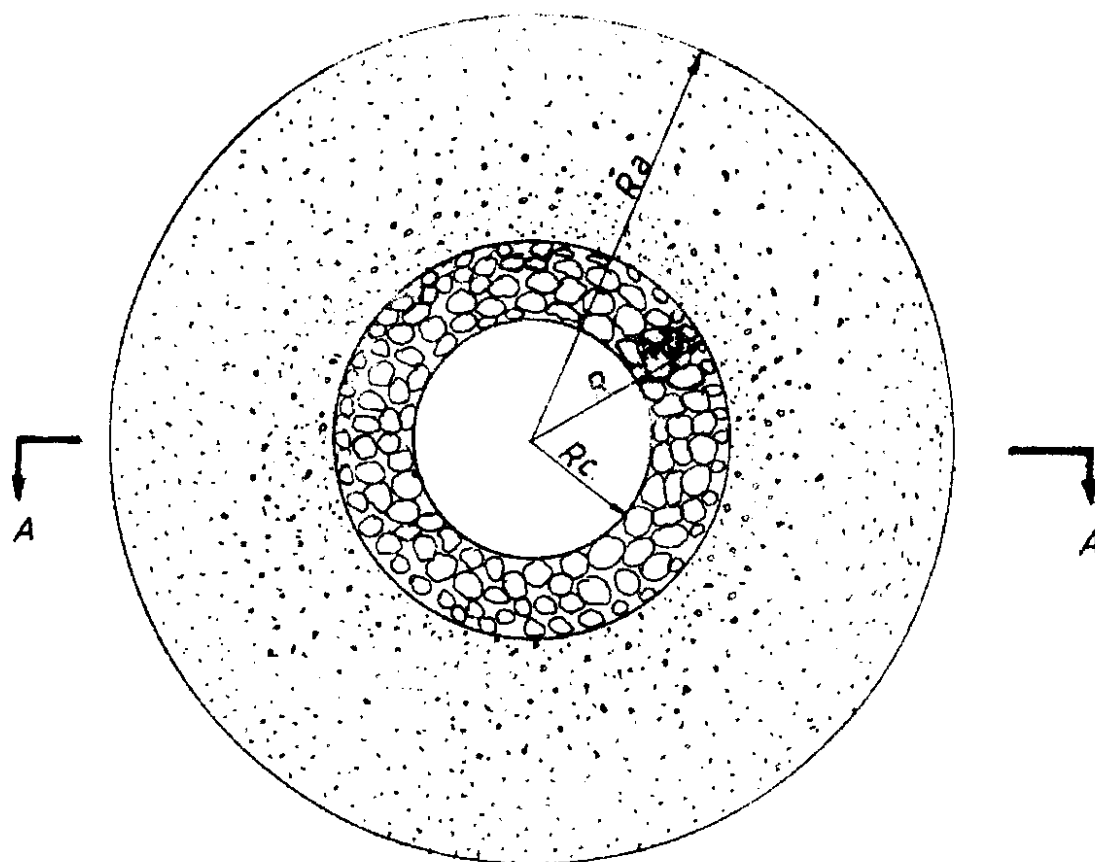
Coloanele din PVC tip G se recomandă pentru drenurile verticale cu adâncimi până la 40-50 m. Specificația acestor conducte este dată în următorul tabel:

Principalele caracteristici ale coloanelor din PVC

Diametru mm	Grosimea peretelui mm	Greutatea kg/m
125	6,0	3,34
160	7,7	5,46
200	9,6	8,49
225	10,5	10,80
280	13,4	16,60

5.1.3. Coroana din material filtrant

Funcționarea bună și de durată a unui dren depinde în mare măsură de stratul permeabil creat în jurul coloanei filtrante; de modul de așezare și de diametrele granulelor din această zonă a stratului (Fig.5.11.)



SECȚIUNEA A - A

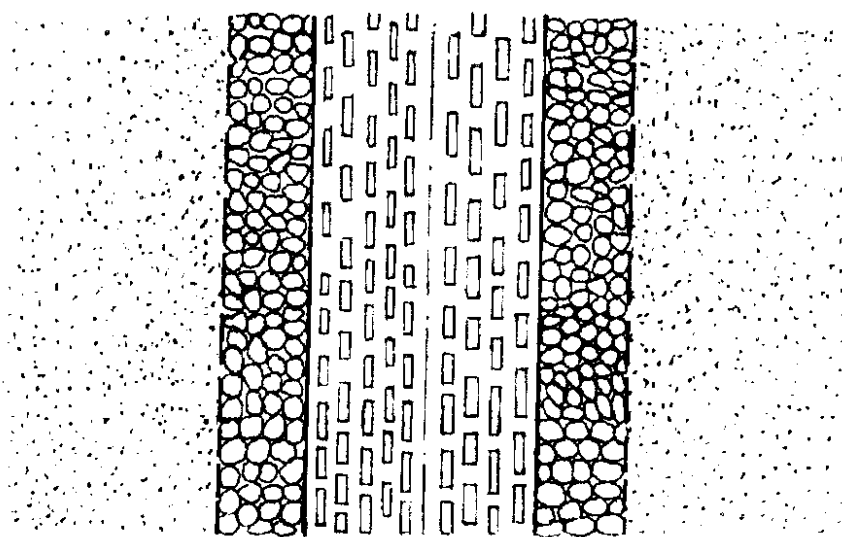


Fig.5.11- Filtru de pietriș mărgăritor

R_c raza coloanei definitive, R raza filtrului cu pietriș, R_a raza de acțiune a drenului în stratul acvifer

Această zonă constituie filtrul propriu-zis. Există două situații:

a) Când filtrul este realizat de însuși stratul acvifer ca urmare a extragerii apei, acesta este strâns legat de compoziția granulometrică a stratului, de raportul dintre particolele de nisip și pietriș.

Un filtru bun se formează în straturile cu compoziție granulometrică variată.

Filtrul are rolul de a reduce pierderile de sarcină, de a stabiliza pereții găurii forate și de a reduce înnisiparea.

Reducerea pierderilor de sarcină se realizează prin mărirea coeficientului de permeabilitate în apropierea coloanei filtrante și prin crearea posibilității de a executa fante mai mari în pereții ei.

b.) Filtrul poate fi realizat din pietriș, din pietriș legat cu lianți și din site metalice.

Filtrul din pietriș este cel mai des folosit.

Pietrișul filtrant trebuie să îndeplinească condițiile prevăzute în STAS 1712 și anume: să fie rotund și neted, să aibă 25-35 % goluri între granule, să conțină minimum 88% bioxid de siliciu (SiO_2) și un maximum de 0,5% substanțe organice și să nu aibă corpuri străine.

Când se folosește simplu, pietrișul se toarnă în spațiul inelar dintre coloana filtrantă și peretele găurii.

Alegerea sortului de pietriș filtrant se face în funcție de compoziția granulometrică a stratului.

„Cifra de trecere“ reprezintă procentul de material fin din strat pe care pietrișul îl lasă să treacă; după Truelsen acesta este de 90% pentru coeficientul de neuniformitate $U=3-5$ și de 70-80% dacă $U<3$.

Ordinea de lucru la alegerea sortului de pietriș filtrant este următoarea:

- în primul rând se stabilește coeficientul de neuniformitate (U) și stratul după curba granulometrică (Fig.5.12.);

- pe baza coeficientului se obține cifra de trecere, care nu poate fi decât 90% sau 70-80%;

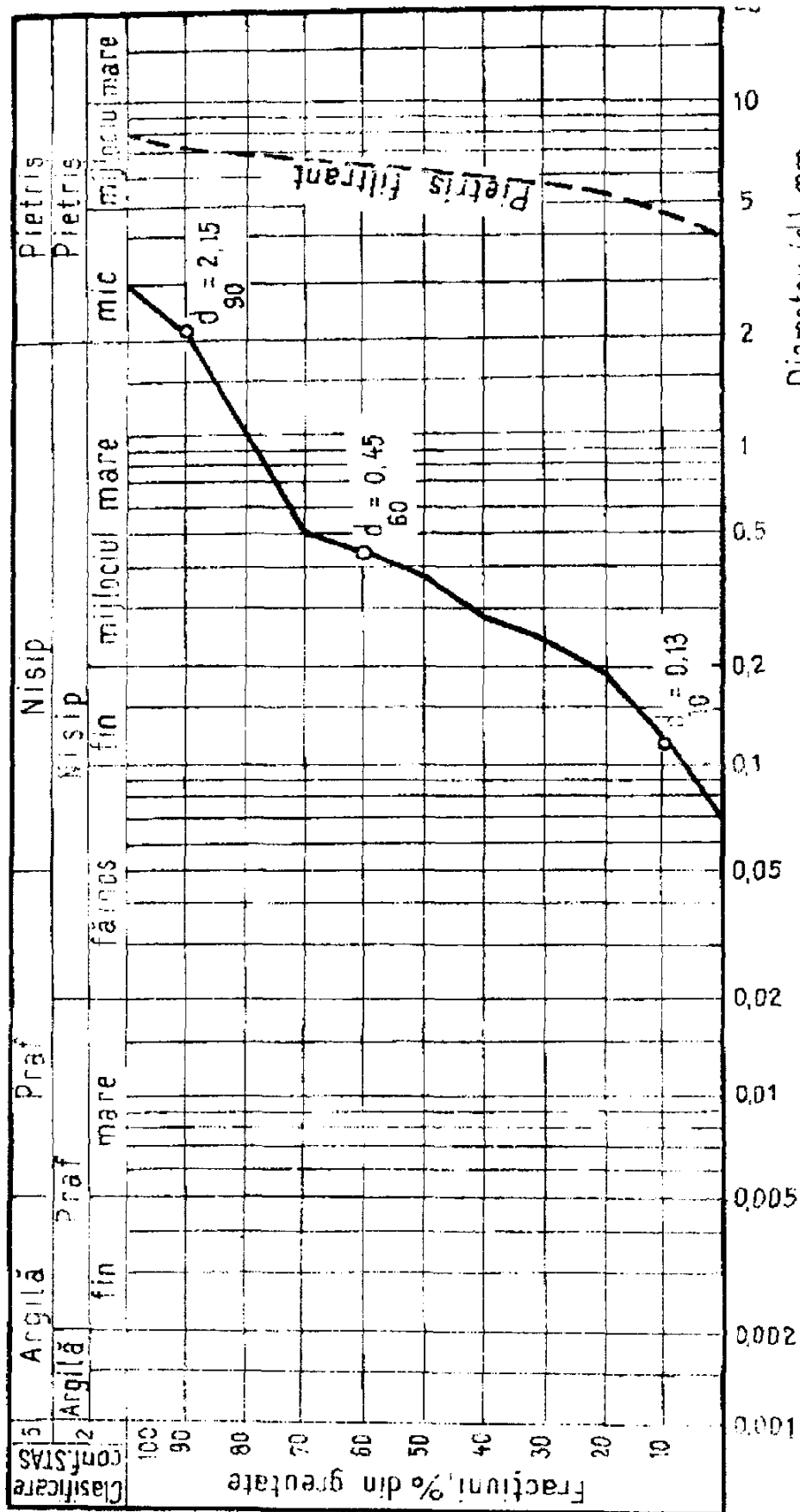
- la intersecția pe orizontală a acestui procent al cifrei de trecere cu curba granulometrică a stratului, se obține diametrul de referință al stratului;

- înmulțind acest diametru cu 4 sau 5 (factorul filtrului) se obține diametrul bobului de pietriș necesar;

- acest diametru se încadrează apoi în tipul de sort prevăzut de STAS 1712.

Introducerea materialului filtrant, în spațiul cuprins între peretele coloanei de lucru și coloana filtrantă, trebuie făcută cu grijă, în cantități mici, eventual cu o găleată, spre a se evita o segregare nefavorabilă.

Trebuie avut grijă ca pietrișul să nu cadă între coloanele de lucru. Pietrișul trebuie introdus în mod uniform în jurul coloanei filtrante.



$$\text{Neuniformitatea (U)} = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \frac{0,45}{0,13} = 3,46$$

Fig.5.12— Curba granulometrică a pietrișului pentru filtru

SC ALLPLAN PROIECT SRL - Constanta

Pentru a nu îngreuna extragerea de lucru, pietrișul se toarnă fracționat, pe adâncimi de 1-2 m, după care coloanele de lucru se extrag. Se are în grijă ca, sabotul coloanei de lucru să rămână întotdeauna cu cca. 0,5 m în pietriș, prin aceasta se evită întreruperea filtrului de pietriș, ca urmare a unei eventuale dărâmări a stratului peste coloana filtrantă.

Pietrișul se introduce până la limita superioară a stratului acvifer la puțurile scoase la suprafața terenului și până la radierul căminului, pentru cele amplasate în căminul de vizitare comun cu colectorul.

Spațiul dintre peretele găurii forate și coloana filtrantă, de deasupra pietrișului, se umple cu pământ rezultat din forarea drenului în cazul drenurilor scoase la suprafața terenului.

La aceste din urmă drenuri, coloana definitivă se protejează cu o coloană metalică de 273 mm și adâncă de 1,5 m și se acoperă cu un capac de oțel. Părțile metalice se vopsesc spre a nu rugini. Gura drenului se încastrează într-un bloc de beton simplu cu diametrul identic cu cel al forajului.

În cazul drenurilor amplasate în cămine de vizitare comune cu colectorul, coloana definitivă se încastrează în radierul de beton armat al căminului și se prelungeste până la cota nivelului hidrodinamic al stratului. De la acest nivel, apa din dren va deversa în cămin și de aici, va intra în colector. Prin aceasta, se elimină conducta de legătură dren-colector.

Drenul se amplasează lateral, în afara spațiului de prelungire a capetelor celor două diametre ale tuburilor colectoare din cămin.

Operațiile de forare sunt cele obișnuite pentru forajul uscat semi-mecanic.

După executarea găurii forate și după montarea coloanei definitive, spațiul dintre aceasta și radierul căminului se cimentează.

În vederea decolmatării stratului acvifer și a reșezării materialului filtrant din spatele coloanei definitive, se face desnisiparea forajului. Această operație determină o mai mare eficiență a drenului, prin micșorarea pierderilor de sarcină și creșterea afluxului de apă.

Operațiunea se face periodic: la darea în folosință, în timpul exploatarea și după o perioadă de stagnare în exploatarea forajului.

Desnisiparea se face cu pompa de aer comprimat Mamuth.

Instalația de aer lift se alege în funcție de diametrul coloanei filtrante, de adâncimea drenului, de nivelul hidrostatic și de debitul drenului.

Pentru realizarea desnisipării, injectorul se introduce la început la adâncimea la care numai jumătate din lungimea conductei de aer să fie în apă, iar cealaltă jumătate deasupra ei (coeficient de cufundare = 2, față de nivelul hidrostatic) și se începe pomparea.

Pe măsură ce apa se limpezește, pompa de aer se coboară mai jos până la partea inferioară a filtrului.

Pentru o mai bună desnisipare, partea inferioară a tubului de aspirație a pompei de aer comprimat este bine să intre în dreptul filtrului pe toată lungimea lui.

De asemenea, pentru același motiv, se recomandă ca din când în când, pomparea să se facă prin șocuri, adică să se micșoreze debitul pompei și apoi să se mărească brusc. Prin aceasta, nisipul din stratul acvifer se desprinde pe o rază mare.

Operația de desnisipare se consideră terminată când apa pompată este limpede.

5.1.4. Căminul de vizitare

Căminul de vizitare se amplasează la partea superioară a drenului forat.

Construcția căminului este tipizată. În Fig.5.13, se prezintă un tip de cămin folosit la diferite scheme de drenaj vertical. În toate cazurile, căminele de vizitare sunt prevăzute cu tuburi piezometrice, vane de închidere și apometre.

Căminul de vizitare se execută din prefabricate de beton simplu pentru diametrul de 1 m și din prefabricate de beton armat sau din beton turnat pe loc pentru diametre mai mari.

Diametrul căminului variază în funcție de diametrul colectoarelor între 1 și 2 m. Fundul căminului se amplasează cu cca.0,5 m sub fundul colectorului spre a se crea un spațiu pentru reținerea nisipului antrenat prin captare.

La execuția căminelor se va ține seama de STAS 2448-82.

Pentru a se evita execuția manuală a terasamentelor colectorului în zona de lângă căminul de vizitare, drenul se va foră după execuția colectorului și a căminului. În acest scop în radierul de beton armat al căminului se prevede o gaură cu diametrul coloanei de ghidaj, care va constitui capătul superior al găurii de forare a drenului.

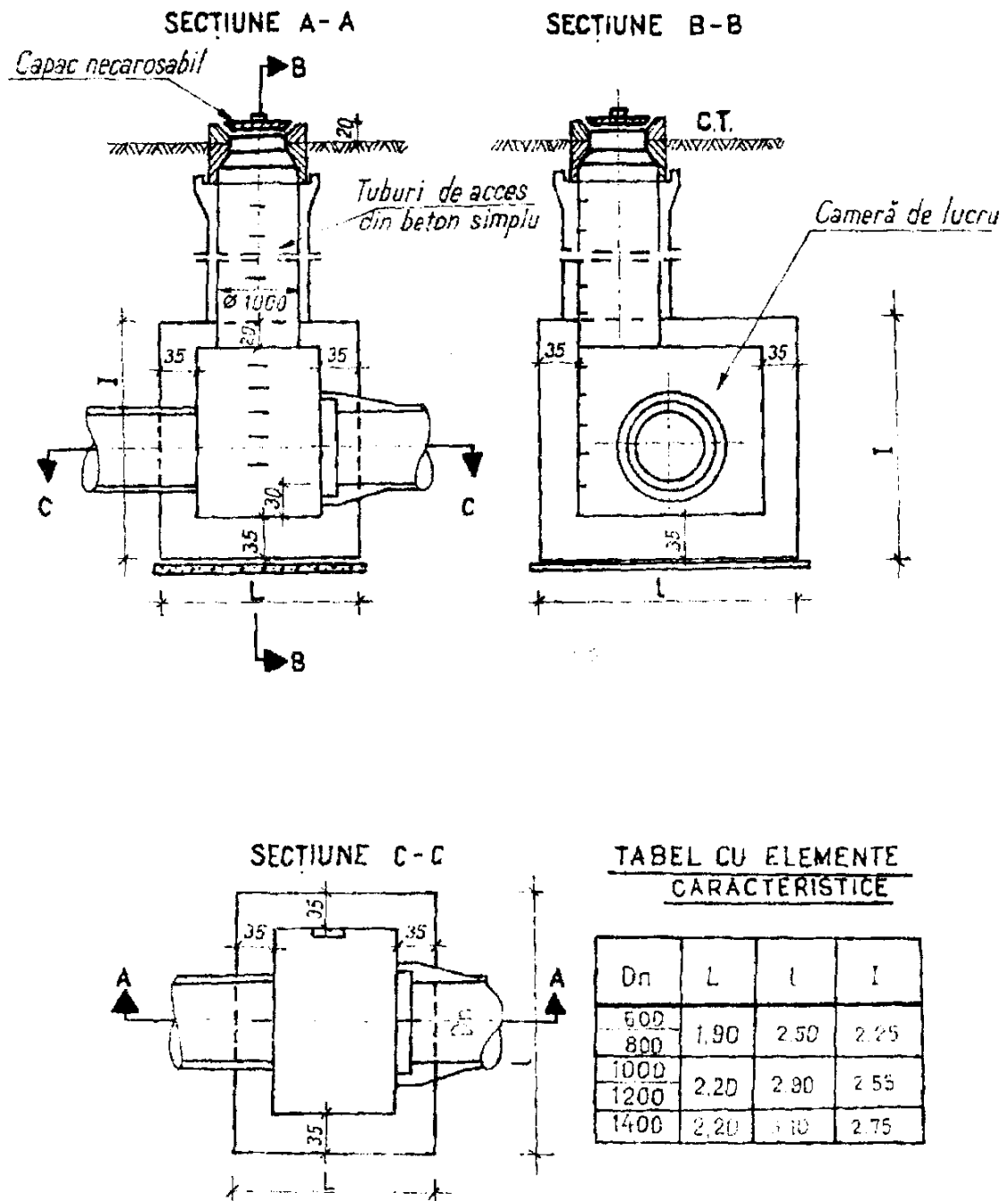


Fig.5.13 - Cămin de vizitare

5.1.5. Evacuarea apei din puțuri

După metoda de evacuare a apei din puțurile forate, se disting trei scheme de evacuare: puțuri cu pompare individuală, puțuri sifonate și puțuri autodeversante.

5.1.5.1. Evacuarea apei la puțurile cu pompare

Fiecare puț de drenaj este echipat cu câte o pompă, iar schema de evacuare în emisar este prezentată în fig.5.14.

Tipul pompelor utilizate sunt funcție de condițiile specifice ale drenului.

În mod obișnuit pompele centrifuge cu ax orizontal sau cele cu ax vertical sunt preferate pompelor cu piston sau de alt tip. Se recomandă ca și cazuri în care nivelul hidrostatic este până la 2-3 m și nivelul dinamic al puțului nu scade mai mult de 6 m, să se folosească pompe centrifuge cu ax orizontal, acestea fiind cele mai ieftine, iar cheltuielile de exploatare și întreținere fiind mai reduse.

Pompele centrifuge cu ax orizontal sunt:

- pompe monoetajate tip „Lotru-Cerna-Criș” cu debite de 3-450 mc/h la presiune de 55 m coloană de apă;
- pompe centrifuge multietajate tip „Sadu” cu debite de 5-40 mc/h și presiune de 8-180 m coloană de apă.

Pompele se montează pe o fundație de beton rezistentă care să nu trepideze, și care să fie cu 10-20 cm mai ridicată decât radierul cabinei pompei.

Pompele submersibile tip „Hebbe” pentru debite 5-40 mc/h și presiune de 15-159 m coloană de apă. Diametrul cel mai mare al pompei este de 186 mm, astfel că se poate monta la puțuri tubate cu coloane de minimum 200 mm.

De obicei sunt folosite pompele submersibile cu una sau mai multe trepte de pompare funcție de înălțimea de refulare. Sorbul pompelor se fixează de regulă numai deasupra filtrului sau între filtre, în zona cu coloană plină, iar când nu este posibil se așează sub ultimul filtru în care caz piesa de fund este mai adâncă.

În nici un caz sorbul pompei nu se amplasează în dreptul filtrului.

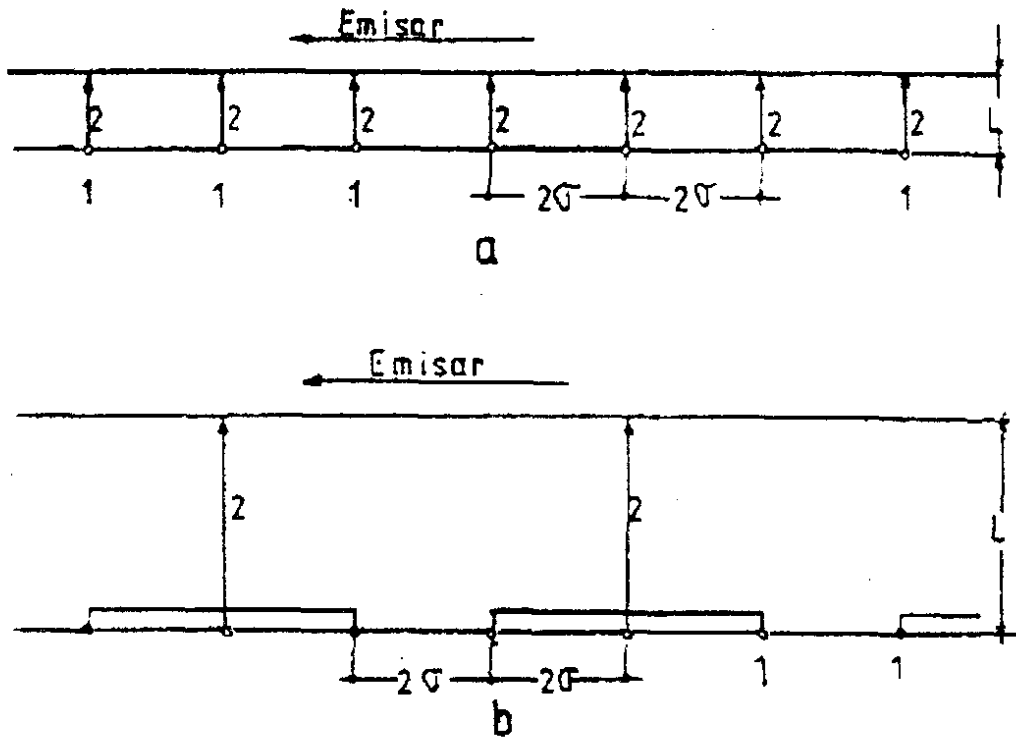


Fig. 5.14a, b — Schema puțurilor cu pompe individuale:
 a — cu conducte de refulare individuale; b — cu conducte de refulare
 colective; 1 — puțuri; 2 — conducte de refulare

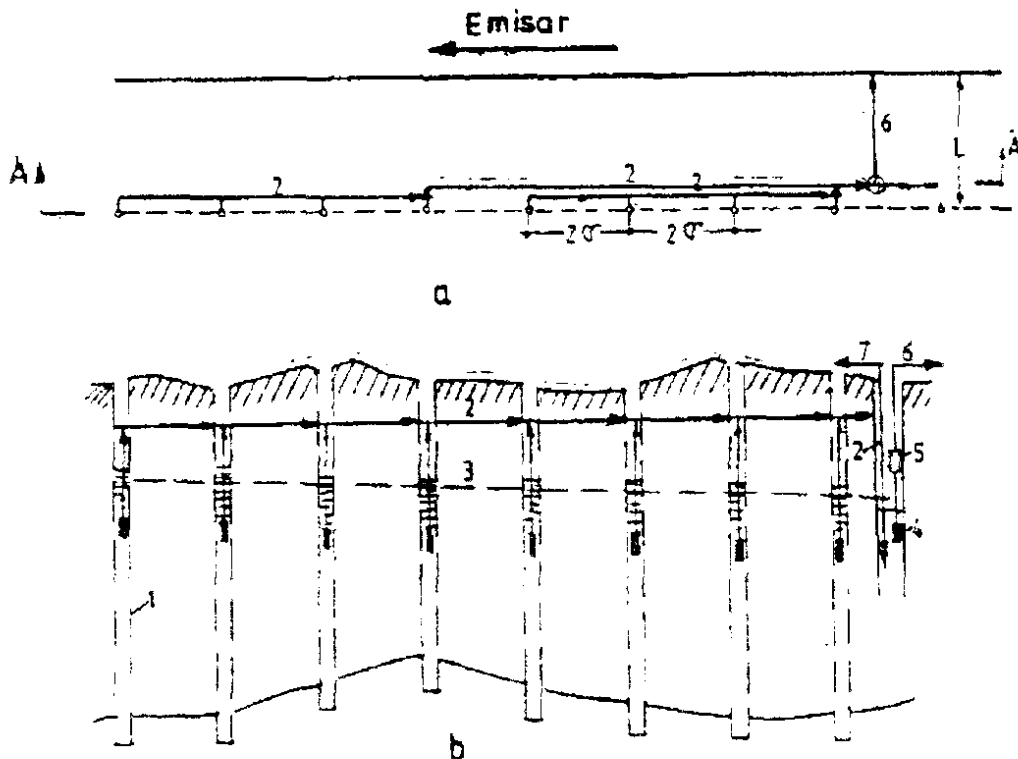


Fig. 5.15 — Schema puțurilor sifonate; a — plan; b — secțiune verticală
 A-A de-a lungul șirului de puțuri. 1 — puțuri, 2 — conducte de sifonare;
 3 — linia piezometrică din conducta de sifonare; 4 — puț colector;
 5 — stație de pompare; 6 — conducta de refulare în emisar;
 7 — conducta de legătură la pompa de vacuum

SC ALLPLAN PROIECT SRL - Constanta

5.1.5.2. Evacuarea apei la puțurile cu sifonare

Această schemă prevede grupuri de puțuri de drenaj din care apa se extrage și se evacuează prin sifonare; în puțul colector central se instalează o stație de pompare care creează vacuum în conducta de sifonare a grupului de puțuri și evacuează apa direct în emisar (Fig.5.15.).

5.1.5.3. Evacuarea apei la puțurile autodeversante

Evacuarea gravitațională a apei este prevăzută printr-un canal deschis (Fig.5.16) sau colector închis (Fig.5.17).

Particularitatea acestei scheme constă în faptul că necesită canale sau colectoare adânci la care nivelul apei să se situeze sub denivelarea maximă (sub nivelul minim) din puțurile forate. Prin scurgere liberă, apa din aceste colectoare ajunge la o stație de pompare, de unde este evacuată în emisar.

5.2. Controlul calității lucrărilor.

Verificarea drenului vertical (care are coloana tubată la zi, prevăzută cu capac cu dispozitiv de închidere cu cheie specială) se face astfel:

- înainte de predarea drenului, beneficiarul trebuie să pretindă o pompare (când drenul este prevăzut cu pompă), ori descărcarea acestuia într-un canal deschis sau cămin de vizitare, când este auto-descărcător;
- funcționarea drenului se va face cu întreruperi de o jumătate de oră. Dacă la reluarea funcționării drenului, apa curge tulbure, înseamnă că desnisiparea nu s-a făcut suficient sau că drenul are o deficiență constructivă în alegerea filtrelor;
- cantitatea de apă debitată de puțul de drenaj se va urmări de către executant și beneficiar în timpul pompărilor pentru proba de debit, consemnându-se în procesul verbal de recepție;
- constructorul va preda beneficiarului, o dată cu procesul verbal de recepție, documentațiile care completează dosarul tehnic al drenajului.

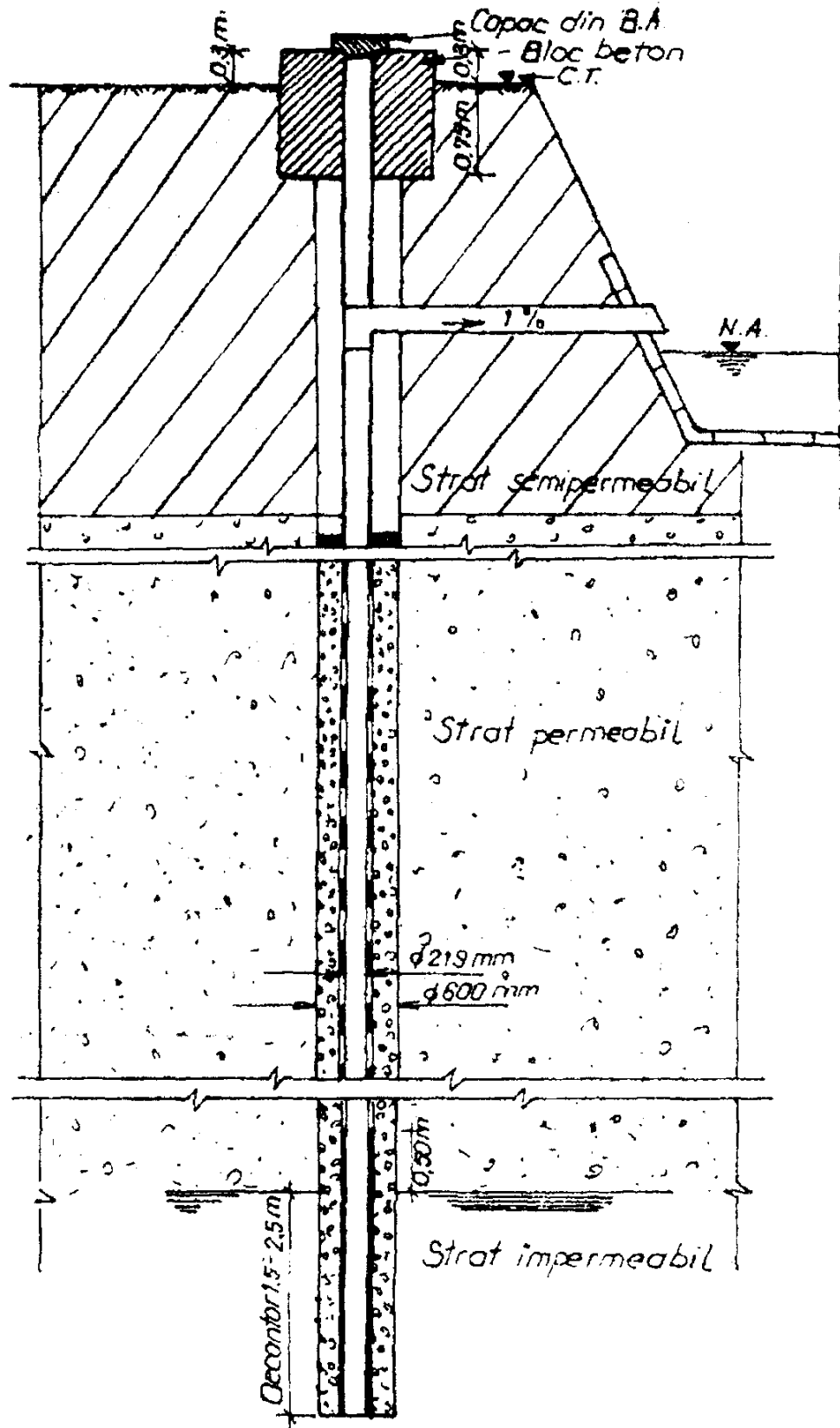


Fig. 516 — Puț autodescărcător (autodeversant) cu descărcare în canal deschis

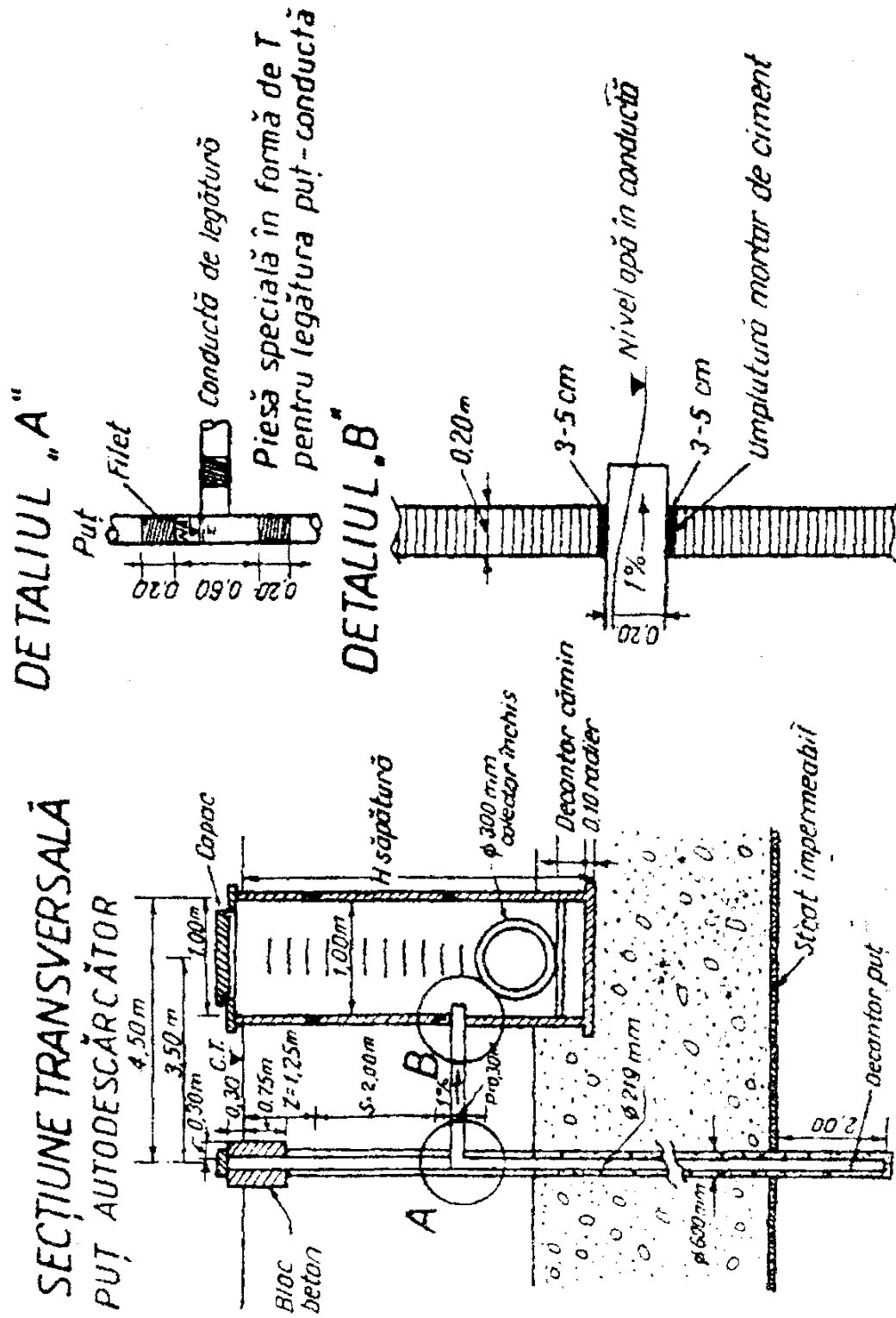


Fig. 5.17 — Pui autodeversant cu descărcare în colector închis prin conductă de legătură

5.3. Dosarul tehnic de verificare a unui puț de drenaj va cuprinde următoarele piese:

- studiul hidrogeologic preliminar și proiectul de execuție al drenajului;
- procesul verbal de amplasare al forajului;
- coloana litologică, interceptată de foraj (la forajele executate în sistem hidraulic se adaugă și diagrama carotajului electric);
- rezultatele analizelor granulometrice înscrise în curbele granulometrice ale straturilor traversate;
- coloanele de lucru folosite în execuție (adâncimea de tubare și diametrele lor), la forajul uscat sau diametrele de sapă, la forajul hidraulic;
- procesul verbal de tubare a coloanelor și filtrelor definitive. În schiță și în text, trebuie să se indice dimensiunile coloanelor tubate (diametrul și cota de tubare), materialul din care sunt confecționate, tipul de filtre, cantitatea și dimensiunile pietrișului mărgăritar, felul materialului de umplutură, zonele cimentate sau izolate și materialul folosit la izolare;
- procesul verbal cu caracteristici hidraulice ale stratului acvifer cu debitul corespunzător pentru cel puțin o denivelare (indicat pentru 3 denivelări), la pompările experimentale și numărul de ore de pompare pentru desnisipare;
- analiza fizico-chimică a apei;
- proces verbal de recepție.

6. NORME DE PROTECȚIA MUNCII ÎN EXECUȚIA DRENAJULUI

Normele de protecția muncii în execuția drenajului sunt reglementate prin Ordinul nr. 42 din 3 mai 1984, al Ministerului Agriculturii și Industriei Alimentare.

Corespunzător lucrărilor aferente execuției drenajului, unitățile constructoare sunt obligate să asigure condiții care să prevină accidente de muncă.

În acest scop sunt obligate:

- să examineze documentația tehnico-economică a lucrărilor de construcții-montaj ce le revin spre execuție și din punct de vedere al protecției muncii, să facă propuneri de îmbunătățire și dacă este cazul, să facă obiecții la documentația tehnico-economică, conform dispozițiilor în vigoare;
- să nu modifice, fără acordul prealabil al proiectantului, soluțiile tehnice din proiectele de execuție, care pot afecta rezistența, stabilitatea sau măsurile de protecție a muncii prevăzute în proiect și care, ar putea periclita siguranța în exploatare;

SC ALLPLAN PROIECT SRL - Constanta

- să ceară beneficiarului ca proiectantul să acorde asistență tehnică în scopul rezolvării problemelor de protecția muncii pentru lucrări neprevăzute sau de o mai mare dificultate, ivite la executarea lucrărilor;
- să organizeze controlul aplicării măsurilor de protecția muncii pe șantiere, să ia măsuri pentru înlăturarea deficiențelor și stabilirii răspunderilor;
- să asigure echipamentele, dispozitivele și elementele tipizate de protecție a muncii, conform normativelor în vigoare, precum și materialul corespunzător de propagandă;
- să controleze modul în care se fac pe șantier instructajele de protecție a muncii și să organizeze reinstruirea de câte ori este nevoie (cel puțin o dată la 6 luni), asigurând documentația tehnică necesară;
- să organizeze - cel puțin o dată pe an - testarea, privind cunoștințele de protecție a muncii, a cadrelor tehnice cu pregătire superioară sau medie, precum și a maiștrilor și șefilor de echipă;
- să controleze ca tot personalul muncitor din șantier să poarte echipamentul de protecție normat;
- să organizeze pe șantier un punct sanitar, iar punctele de lucru să asigure truse sanitare de prim ajutor.

Operațiile de încărcare, descărcare, transport, manipulare și depozitare se vor executa numai de muncitori instruiți special în acest scop și sub supravegherea unui conducător al formației de lucru, numit prin decizie, care veghează și îndrumă la respectarea normelor.

- Se interzice folosirea tinerilor sub 16 ani la efectuarea operațiilor manuale de încărcare, descărcare și transport.

Înainte de începerea operațiilor de încărcare sau de descărcare a mijlocului de transport, acesta va fi asigurat contra deplasării necontrolate, prin frânare pe terenuri orizontale și prin frânare și saboți de oprire pe teren în pantă.

Se interzice deplasarea vehiculelor în timpul efectuării operațiilor de încărcare sau descărcare.

Se interzice amplasarea de depozite sau stive de materiale la o distanță mai mică față de marginea unei săpături, decât cea egală cu adâncimea acesteia.

Înălțimea stivelor va fi de 1,5 ori latura mică a bazei. Această înălțime va putea fi depășită dacă se asigură măsuri speciale de rigidizare.

La execuția lucrărilor în zona LEA peste un kV, utilaje de construcții, ce pot ajunge în apropierea părților sub tensiune, vor fi astfel amplasate încât în timpul manevrelor nici o parte a acestora, a sarcinii sau a altor mijloace folosite la lucrări, să nu se apropie la distanțe, față de elementele sub tensiune, mai mici decât:

SC ALLPLAN PROIECT SRL - Constanta

- 2,5 m pentru LEA peste 35 kV;
- 4,0 m pentru LEA cu tensiuni de 35-220 kV;
- 6,0 m pentru LEA de 400 kV.

Pentru lucrul cu mașinile de drenaj (săpătoarele de șanțuri):

- se verifică zilnic starea tehnică, efectuându-se lucrările de întreținere și reparații curente;
- mecanicul de utilaj va fi informat de existența construcțiilor subterane, locurile fiind marcate cu plăci avertizoare;
- șanțurile nu se vor săpa noaptea decât dacă frontul de lucru este iluminat corespunzător, iar traseul marcat vizibil;
- mecanicul de utilaj nu va începe lucrul decât după ce va da semnalul de avertizare sonor și se va convinge că lucrătorii și-au ocupat posturile de lucru (la mașinile de drenaj);
- la defectarea mașinii se va opri motorul, se aduc toate manetele la zero, se frânează și se iau toate măsurile de asigurare. Dacă defectiunea s-a produs la dispozitivul cu cupe, acesta va fi scos din șanț și rezemat pe teren, fiind interzisă repararea sau curățirea cupelor cu dispozitivul suspendat;
- la pozarea filtrelor din fibre de sticlă (vată, împâslitură), muncitorii vor purta mănuși și ochelari de protecție.

BIBLIOGRAFIE

1. Bâra C, Dobre V, Rădulescu M, Popescu C, - Nivelarea și modelarea terenurilor agricole. Editura Ceres, București, 1977
2. Blidaru V, Pricop Gh, Wehry A, - Irigații și drenaje. Editura didactică și pedagogică, București, 1981
3. Haret C, Stanciu I, - Tehnica drenajului pe terenurile agricole. Editura Ceres, București, 1978
4. Mihăilescu St, Vlasiu Gh, - Mașini de construcții și procedee de lucru. Editura didactică și pedagogică, București, 1973
5. Mihnea I, - Tehnici de desecare-drenaj. Raport general NR.3 la „Primul simpozion național de IF”, București, 1985
6. Moraru N, Haret C, - Ghid pentru proiectarea drenajului cu puțuri, MA-DGEIFCA, București, 1988
7. Nicolau C, Kellner P, Gâzdaru A, - Executarea construcțiilor hidrotehnice pentru lucrările de IF, Editura Ceres, București, 1980
8. Nițescu E, Leu D, - Tehnologia drenajului pentru amenajările de IF, Editura Ceres, București, 1990
9. Nițescu E, Mihnea I, Cojocaru I, Grosu M, - Procedeu de formare a filtrului la drenajul orizontal - Brevet România, NR. 96735/1988
10. Selărescu M, Mihnea I, Dimache Gh, - Drenaje, Institutul de Construcții București, 1990
11. Trifu S, - Mecanizarea lucrărilor de eliminare a excesului de umiditate din sol, Editura Ceres, București, 1976
12. Wehry A, David I, Man E.T. - Probleme actuale în tehnica drenajului, Editura Facla, 1982.
13. Constantin Tudor - Îndrumător pentru executarea forajelor de apă. Ed. Ceres., București, 1986
14. Pricop Gh., Ciocârdel F., Horaziu Al. - Îndrumător pentru alimentări cu apă prin foraje. Editura Agro-Silvică, București.

CUPRINS

1. GENERALITĂȚI	5
1.1. Obiectul ghidului	5
1.2. Domeniul de aplicare al ghidului	5
2. DEFINIȚII	5
3. PRINCIPALELE UTILAJE ȘI MATERIALE FOLOSITE LA EXECUȚIA REȚELELOR DE DRENAJ ORIZONTAL ȘI VERTICAL..	6
3.1. Principalele utilaje folosite la execuția rețelelor de drenaj orizontal și vertical	6
3.1.1. Utilaje folosite la execuția rețelelor de drenaj orizontal	6
3.1.2. Utilaje folosite la execuția rețelelor de drenaj vertical	9
3.2. Principalele materiale folosite la execuția rețelelor de drenaj orizontal și vertical	9
3.2.1. Principalele materiale folosite la execuția rețelelor de drenaj orizontal	9
3.2.2. Principalele materiale folosite la execuția rețelelor de drenaj vertical.....	10
4. TEHNOLOGIA DE EXECUȚIE A DRENAJULUI ORIZONTAL	11
4.1. Tehnologia execuției drenurilor colectoare închise	11
4.2. Tehnologia execuției drenajului orizontal prin metoda tranșeei..	12
4.2.1. Lucrări pregătitoare	13
4.2.2. Aprovizionarea cu materiale de lucru	13
4.2.2.1. Aprovizionarea cu tuburi de drenaj	13
4.2.2.2. Aprovizionarea cu materiale filtrante	14
4.2.3. Montarea instalației de ghidaj.....	14
4.2.4. Instalarea mașinii pentru începerea lucrului	14
4.2.5. Deschiderea tranșeei	17
4.2.6. Pozarea filtrului	17
4.2.6.1. Pozarea filtrului granular	17
4.2.6.2. Pozarea filtrului din materiale geosintetice	18
4.2.7. Pozarea tuburilor	18

4.2.7.1. Pozarea tuburilor de drenaj din ceramică	18
4.2.7.2. Pozarea continuă a tuburilor din material plastic	21
4.2.7.3. Controlul calității pozării tuburilor	21
4.2.8. Controlul final al pozării	23
4.2.9. Executarea racordării la colector închis sau a gurilor de descărcare	24
4.2.10. Acoperirea drenului cu un strat de pământ	27
4.2.11. Astuparea tranșeei	30
4.3. Tehnologia execuției drenajului orizontal prin metoda fără tranșee	30
4.3.1. Lucrări pregătitoare	32
4.3.2. Aprovizionarea cu materiale	32
4.3.3. Montarea instalației de ghidare	33
4.3.4. Instalarea mașinii pentru începerea lucrului	35
4.3.5. Pozarea drenurilor, scheme de lucru.....	38
4.4. Controlul de calitate	42
5. TEHNOLOGIA DE EXECUȚIE A DRENAJULUI VERTICAL	44
5.1. Caracteristici ale drenajului vertical	44
5.1.1. Gaura forată	48
5.1.1.1. Executarea forajului în sistem uscat	48
5.1.1.2. Executarea forajului în sistem hidraulic	51
5.1.2. Coloana definitivă	54
5.1.2.1. Coloana definitivă metalică	55
5.1.2.2. Coloana definitivă nemetalică	55
5.1.2.3. Coloana nefiltrantă intermediară și de prelungire	57
5.1.3. Coroana din material filtrant	57
5.1.4. Căminul de vizitare	62
5.1.5. Evacuarea apei din puțuri	64
5.1.5.1. Evacuarea apei la puțurile cu pompare	64
5.1.5.2. Evacuarea apei la puțurile cu sifonare	66
5.1.5.3. Evacuarea apei la puțurile autodeversante	66
5.2. Controlul calității lucrărilor	66
6. NORME DE PROTECȚIA MUNCII ÎN EXECUȚIA DRENAJULUI	
BIBLIOGRAFIE	69