

Lei 6,05

STAN VLAD

DUMITRU PLEȘOIANU

● XI ●

XI

# DRUMURI FORESTIERE

Manual pentru licee cu profil de silvicultură  
și exploatare forestiere, clasa a XI-a, și școli profesionale

● DRUMURI FORESTIERE

EDITURA DIDACTICĂ ȘI PEDAGOGICĂ, BUCUREȘTI - 1982







Ing. STAN VLAD  
prof. gr. I

Ing. DUMITRU PLEȘOIANU

**XI**

# DRUMURI FORESTIERE

Manual pentru licee cu profil de silvicultură  
și exploatare forestiere, meseria mecanizator  
la exploatare forestiere, clasa a XI-a  
și școli profesionale



EDITURA DIDACTICĂ ȘI PEDAGOGICĂ, BUCUREȘTI – 1982

Reeditare a ediției 1980, elaborată pe baza programei școlare aprobate de Ministerul Educației și Învățămîntului cu nr. 3448/1979.

Participarea autorilor :

ing. STAN VLAD : cap. 1—9

ing. DUMITRU PLEȘOIANU : cap. 10

Referenți : prof. dr. ing. ROSTISLAV BEREZIUC

ing. ADRIAN POPESCU, prof. gr. I

ing. VICTOR BELDIE

Redactor : ing. CONSTANTIN CIOBANU

Tehnoredactor : ELENA OPRIȘEANU

Coperta : grafician N. SÎRBU

## CAPITOLUL 1

# OBIECTUL ȘI SCOPUL STUDIERII DRUMURILOR FORESTIERE

## 1. DEFINIȚIA TRANSPORTURILOR FORESTIERE. TERMINOLOGIE

Transporturile îndeplinesc un important rol social și economic, deoarece asigură circulația bunurilor și a oamenilor în procesul producției, al repartiției și al schimburilor materiale și spirituale.

Prin transporturi forestiere se înțelege deplasarea în spațiu a materialului lemnos, sau a altor produse ale pădurii, de la locul de producție la locul de industrializare sau la centrele de consum. Această deplasare se poate realiza pe diferite căi, cele mai răspândite în țara noastră fiind drumurile forestiere. Drumul este o fișie îngustă și lungă de teren, special amenajată, destinată circulației vehiculelor, autovehiculelor și pietonilor. Drumurile construite după normele tehnice rutiere poartă denumirea de *drumuri auto*.

*Șoseaua* este un drum amenajat în mod special pentru satisfacerea circulației moderne, în afara localităților.

*Străzile* sînt drumuri amenajate în interiorul localităților urbane.

*Autostrăzile* sînt drumuri special amenajate, destinate exclusiv circulației autovehiculelor, cu o mare capacitate de circulație, prevăzute cu intersecții denivelate și avînd căi de circulație într-un singur sens cu mai multe benzi, separate printr-o zonă verde de celălalt sens.

*Infrastructura drumului* este partea care susține suprastructura și cuprinde totalitatea lucrărilor menite să învingă dificultățile impuse de relief (săpături, umpluturi, poduri, viaducte, lucrări de apărare și de consolidare).



*Suprastructura* este partea superioară a drumului și cuprinde totalitatea lucrărilor ce se execută peste infrastructura drumului, cuprinzând sistemul rutier și amenajarea acostamentelor.

*Partea carosabilă* este suprafața din platforma drumului special amenajată destinată circulației vehiculelor.

*Sistemul rutier* este totalitatea straturilor ce alcătuiesc corpul șoselei (ansamblul de straturi care servesc la construcția părții carosabile).

*Axa drumului* este locul geometric al punctelor care trec prin mijlocul lății platformei. Ea este generată de intersecția unui plan vertical care trece prin mijlocul lății drumului cu fața superioară a platformei.

*Traseul drumului* este intersecția aceluiași plan care definește și axa drumului cu suprafața terenului natural.

*Profilul longitudinal* este proiecția desfășurată a axei și a traseului drumului pe un plan vertical.

*Profilul transversal* reprezintă o secțiune verticală normală pe axa drumului într-un punct oarecare al traseului.

*Planul de situație* al unui drum reprezintă proiecția drumului pe un plan orizontal. Planul de situație al drumului este format din porțiuni drepte și porțiuni curbe.

*Debleul* este săpătura ce se execută în terenul natural pentru construirea platformei drumului.

*Rambleul* este umplutura de pământ sau din alte materiale, pietroase, așezate pe suprafața terenului natural, având forme regulate, și executată după anumite reguli constructive, destinată să susțină suprastructura drumului.

*Taluzurile* sînt suprafețe înclinate ce mărginesc corpul drumului și iau naștere din săpături sau umpluturi.

*Pistele* sînt căi special amenajate pe lângă un drum și servesc pentru circulația bicicletelor, motocicletelor, vehiculelor cu tracțiune animală.

## 2. CLASIFICAREA CĂILOR DE TRANSPORT

La baza realizării transporturilor stau două elemente fundamentale: *calea de transport*, care reprezintă suportul pe care se face transportul (elementul purtător material — drum, cale ferată etc.), și *mijlocul de transport*, adică vehiculul care efectuează transportul. Căile de transport forestiere mai poartă numele și de instalații de transport.

După felul vehiculului folosit și al mediului în care se desfășoară, transporturile sînt: terestre (drumuri, căi ferate, conducte, monoraiuri) pe apă (maritime și fluviale) și aeriene.

După interesele pe care le satisfac, transporturile sînt generale, care deservește interesele întregii economii naționale, și speciale, care sînt destinate transportului unui anumit produs (agricol, minier, forestier, petrolier), transporturi pentru care sînt destinate și drumurile respective. Din categoria drumurilor pentru transporturi speciale fac parte, deci, și drumurile forestiere, destinate să asigure transportul produselor pădurii.

## 3. CLASIFICAREA DRUMURILOR FORESTIERE

Drumurile forestiere se pot clasifica după mai multe criterii.

*După relief* se disting:

— drumuri de șes, care se construiesc la o altitudine de pînă la 150 m;

— drumuri de deal, între 150 și 300 m altitudine;

— drumuri de munte, care se construiesc la o altitudine de peste 300 m.

Drumurile de deal și de munte pot fi:

— de vale, al căror traseu urmează firul unei văi. În zonele din aval drumul are aliniamente lungi, razele curbilor mari și declivități mici, în amonte razele și aliniamentele se micșorează, iar declivitățile cresc;

— drumuri de coastă (de versant), al căror traseu se desfășoară pe unul din versanți. Elementele tehnice constructive ale drumului sînt determinate în mare măsură de panta versantului;

— drumuri de culme, care se dezvoltă pe linia despărțitoare dintre doi versanți, sau în apropierea liniei de separare a scurgerii apelor.

*După importanță și funcționalitate* se deosebesc:

— drumuri de categoria I, magistrale, care servesc grupe de unități de producție și pe care se transportă cantități mai mari de 50 000 t/an;

— drumuri de categoria a II-a, principale, care servesc unități de producție și pe care se transportă între 50 000 și 5 000 t/an;



— drumuri de categoria a III-a, secundare, care servesc în mod obișnuit bazinetele din cadrul unităților de producție și pe care se transportă sub 5 000 t/an.

*După modul de exploatare există :*

— drumuri permanente, pe care transporturile se fac în tot timpul anului ;

— drumuri sezoniere, pe care transporturile se fac numai în anumite perioade ale anului : pe îngheț sau când terenul este uscat.

*După numărul benzilor de circulație drumurile forestiere pot fi :*

— cu două benzi de circulație, pentru transportul unor însemnate cantități de material lemnos, de peste 50 000 t/an ;

— cu o singură bandă de circulație, care se folosesc pentru un trafic mediu de sub 50 000 t/an.

*După modul de amenajare a părții carosabile se construiesc :*

— drumuri cu îmbrăcămînți moderne ;

— drumuri împietruite ;

— drumuri de pămînt.

#### 4. CARACTERISTICILE TRANSPORTULUI FORESTIER

Datorită specificului sezonier al exploatărilor forestiere, transporturilor forestiere le sînt proprii anumite caracteristici, și anume :

— se efectuează în cea mai mare măsură în regiuni de deal și de munte, al căror relief condiționează caracteristicile tehnice ale drumurilor ;

— au caracter colector, determinat de răspîndirea materialului lemnos pe suprafețe întinse ;

— au caracter definitiv, întrucît ele deserveșc pădurea atît pentru tăierile de regenerare cît și pentru lucrările de îngrijire a arboretelor, care se execută ciclic ;

— folosesc incomplet capacitatea mijloacelor de transport, deoarece materialul lemnos este transportat de la pădure spre centrele de sortare și preindustrializare sau combinatele de prelucrare a lemnului, iar în sens invers capacitatea mijloacelor de transport este folosită ocazional și incomplet ;

— au uneori caracter periodic, ca și exploatările forestiere, impunînd deplasarea rapidă a materialului lemnos din parchetele exploatare spre a-l cruța de degradări (crăpare, atacuri de ciuperci și insecte etc.).

#### 5. DEZVOLTAREA ȘI IMPORTANȚA CONSTRUCȚIEI DE DRUMURI FORESTIERE

Evoluția și progresul societății nu se pot realiza fără căi de transport. În spațiu și în timp, viața nu se poate concepe static ; oamenii, bunurile materiale, progresul tehnic și cultural, întreaga viață înseamnă mișcare, evoluție. „Drumul este viața“ spuneau romanii. Ei dispuneau de aproape 100 000 km de drumuri magistrale, ale căror urme se văd și astăzi.

Căile de comunicație permit dezvoltarea tuturor sectoarelor de muncă, ele mijlocind transportul de bunuri materiale și de oameni, exploatarea rațională a bogățiilor naționale, industrializarea armonioasă a tuturor regiunilor țării, schimbul de mărfuri, asigurarea bunăstării materiale și spirituale a oamenilor.

În condițiile actuale importanța transporturilor capătă un rol deosebit prin efectuarea transporturilor în mod rapid și regulat, la termenele și locurile fixate, cu cheltuieli cît mai reduse, în condiții optime de siguranță și de confort.

Pe plan internațional, transporturile au misiunea de a asigura legăturile de colaborare și ajutor reciproc, economic, politic, comercial, tehnico-științific, între popoarele lumii, ele condiționînd progresul mondial în toate domeniile.

Pentru gospodărirea rațională și valorificarea complexă a tuturor produselor pădurii este necesară o rețea de transporturi corespunzătoare.

În fondul forestier al țării noastre există în prezent o rețea de peste 26 000 km drumuri forestiere, la care se adaugă o serie de drumuri publice ce trec prin pădure, precum și o rețea redusă de căi ferate forestiere.

Drumurile auto forestiere s-au impus datorită considerentelor de ordin tehnic și economic : asigură un grad mare de accesibilitate în pădure, ceea ce permite o valorificare complexă și variată a produselor rezultate din pădure ; contribuie la reducerea consumurilor de material lemnos și a costurilor de producție în lucrările de exploatare a lemnului ; înlesnesc lucrările de gospodărire a arboretelor ; favorizează dezvoltarea turismului etc.

Dinamica de construcție a instalațiilor de transport, începînd cu anul 1951, arată că volumul lucrărilor de construcții de drumuri fores-



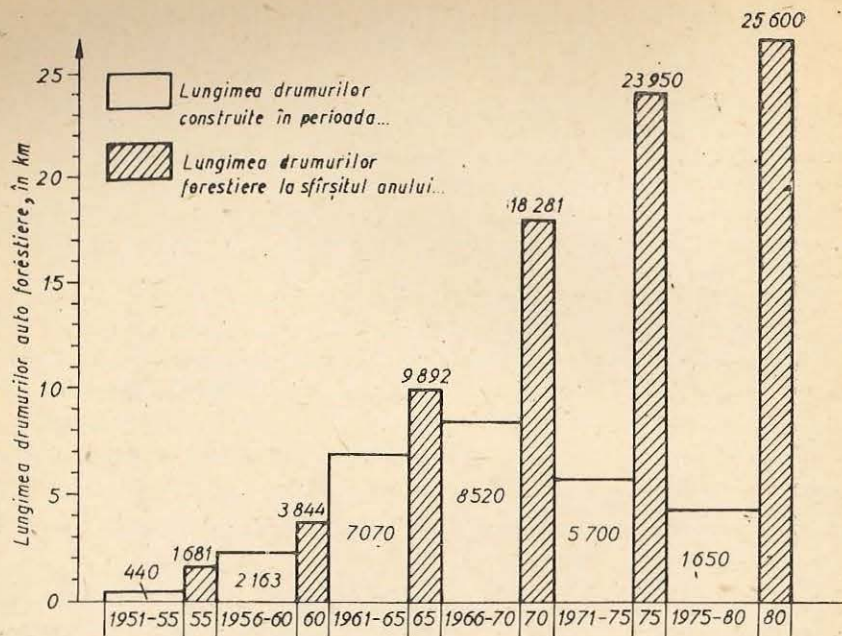


Fig. 1.1. Evoluția construcției de drumuri forestiere în perioada 1951—1980.

tere a crescut continuu în funcție de nevoile de exploatare a pădurii (fig. 1.1). În continuare se va realiza la nivelul întregului fond forestier amenajarea unei rețele de drumuri forestiere de desime optimă, și se vor moderniza drumurile forestiere existente.

#### VERIFICAREA CUNOȘTINȚELOR

1. Prezentați elementele care determină un drum.
2. Cum se clasifică căile de transport?
3. Indicați caracteristicile transportului forestier.
4. Explicați importanța drumurilor auto forestiere pentru gospodărirea rațională a pădurii.

## CAPITOLUL 2

### DOTAREA PĂDURILOR CU DRUMURI

#### 1. PRINCIPII GENERALE

Principiile generale care stau la baza dotării pădurii cu drumuri constau în: studierea în ansamblu a instalațiilor de transport, pe grupe de unități de producție, pentru a realiza o concepție unitară în dotarea și repartizarea judicioasă a drumurilor pe întreaga suprafață păduroasă, pentru a permite ca operațiile de colectare și transport să se execute cât mai economic și la timp; la proiectarea, construirea și modernizarea drumurilor forestiere se va ține seama de funcția pe care o au în transportul produselor pădurii, precum și de structura traficului de perspectivă, de utilizarea rațională a terenului forestier și de necesitatea desfășurării circulației în condiții de siguranță; drumurile forestiere se vor proiecta numai pe baza studiilor de eficiență economică, care vor cuprinde analize comparative ale transportului auto cu cel pe calea ferată sau cu funicularul.

Modernizarea drumurilor forestiere cuprinde ansamblul lucrărilor de transformare a drumurilor existente, pentru ca acestea să îndeplinească noile condiții cerute de circulație. Modernizarea cuprinde două categorii de lucrări:

— sistematizarea elementelor geometrice ale drumului, corespunzător vitezei de proiectare și intensității circulației;

— executarea unor sisteme rutiere corespunzătoare traficului.

Factorii care condiționează modul de dezvoltare și de construcție a rețelei de drumuri forestiere se pot grupa în factori fizico-geografici și factori de ordin forestier.

*Factorii fizico-geografici* oglindesc condițiile naturale în care urmează să se dezvolte rețeaua de drumuri, și anume:

— relieful regiunii, care determină direcțiile naturale de scurgere a materialului lemnos și limitează uneori modul de desfășurare și dezvoltare a rețelei;



-- structura geologică și hidrologică a terenului, care influențează atât modul de amplasare cât și modul de construcție a drumurilor. Structura geologică influențează îndeosebi stabilitatea terasamentelor, modul de execuție precum și existența unor materiale de construcție locale, necesare pentru execuția infrastructurii și a suprastructurii;

-- climatul și caracteristicile hidrologice ale regiunii prezintă importanță mai ales pentru a se preveni sau evita înzăpezirea drumului sau inundațiile. Condițiile climatice influențează alegerea variantelor de drum, deoarece vânturile dominante spulberă zăpada, producând înzăpeziri, sau pot produce doborîrea arborilor. Precipitațiile anuale determină volumul și amplasarea lucrărilor de scurgere a apelor.

*Factorii de ordin forestier* care determină amplasarea rețelelor de drumuri sînt :

- forma și dimensiunile suprafeței păduroase ;
- volumul masei lemnoase ce urmează să fie exploatată ;
- traficul rezultat din cantitatea de masă lemnoasă ce se va transporta anual pe drum ;
- tehnologia de colectare, care influențează rețeaua de transport prin caracteristicile tehnice ale instalației de colectare și modul în care aceasta face joncțiunea cu drumurile forestiere.

## 2. ROLUL DRUMURILOR FORESTIERE

Cea mai convenabilă rețea de transport pentru gospodărirea internă a pădurii este cea de drumuri forestiere, deoarece : asigură desfășurarea activității în pădure cu continuitate, se adaptează mai bine la teren, asigură accesibilitatea pădurii chiar în condiții complexe de relief, are o folosire universală față de alte instalații specifice transportului lemnului, asigură o valorificare mai completă a masei lemnoase (produse principale, secundare și accidentale), inclusiv a lemnului de dimensiuni mai mici, permite transportul lemnului în arbori cu coroană sau părți din arbore, contribuie la creșterea indicelui de valorificare a masei lemnoase și la reducerea pierderilor de exploatare, oferă posibilitatea introducerii unor mijloace de transport de mare capacitate, permite transportul lemnului la timp în cazul unor calamități (doborîturi de vînt, atacuri de insecte, incendii).

Drumurile forestiere influențează indirect gospodărirea rațională a pădurilor prin :

- reducerea distanței de colectare a lemnului, și astfel contribuie substanțial la diminuarea prejudiciilor ce se aduc solului și semințișurilor instalate ;

-- realizarea posibilităților de aplicare corectă a tăierilor de regenerare și de îngrijire a arboretelor, fapt care duce la creșterea calității viitoarelor arborete, cât și la asigurarea cu succes a funcției de protecție a pădurilor ;

-- asigurarea condițiilor pentru desfășurarea continuă a activității în pădure ;

-- intensificarea creșterii valorii fiecărui produs accesoriu al pădurii (fructe de pădure, ciuperci etc.) și dezvoltarea economiei vînatului ;

-- extinderea aplicării unor tratamente superioare, care sînt necesare nu numai pentru nevoia de a produce lemn, dar și pentru a se asigura protecția necesară apelor și solului, precum și aspectul îngrijit al pădurii ;

-- creșterea condițiilor atât pentru satisfacerea cerințelor economiei forestiere cât și ale altor sectoare economice ;

-- punerea în valoare a potențialului hidroenergetic și hidroameliorativ din zonele montane ;

-- asigurarea prestațiilor pentru explorări geologice, miniere, petroliere, cariere de piatră, balastiere ;

-- legarea unor așezări izolate cu centrele administrative ;

-- dezvoltarea turismului în zona păduroasă a munților ;

-- adaptarea mai bună la teren, asigurîndu-se astfel accesibilitatea și în condiții dificile de relief ;

-- înlesnirea intervențiilor operative în cazul calamităților (doborîturilor de vînt, atacuri de insecte, incendii).

Datorită acestor aspecte, drumurile forestiere constituie un factor de bază al dezvoltării vieții social-economice în zonele împădurite.

## 3. STUDIUL REȚELELOR DE DRUMURI FORESTIERE

Prin *rețea de drumuri* se înțelege totalitatea drumurilor situate pe un anumit teritoriu. Indicatorii care definesc structura rețelei de drumuri forestiere sînt : distanța medie de colectare, desimea drumurilor și gradul de accesibilitate a masivului păduros.

Rețeaua de drumuri forestiere trebuie amplasată astfel încît drumurile forestiere să fie cât mai uniform repartizate pe toată suprafața păduroasă. Instalațiile de colectare condiționează construcția de drumuri atât prin structura lor cât și prin distanța de colectare.

*Distanța medie de colectare* reprezintă distanța de la locul considerat ca centru de greutate al suprafeței ce se recoltează pînă la drumul auto. Din punct de vedere economic, este rentabil ca distanța de colectare să fie cât mai scurtă deoarece costul mediu pe metru cub și kilometru



în cazul colectării este de 20—30 ori mai mare față de transportul pe drumuri forestiere.

Desimea rețelelor de drumuri forestiere reprezintă un indicator care arată lungimea drumurilor forestiere ce revine la hectarul de pădure (metri de drum pentru un hectar de pădure). Acest indicator se poate exprima și sub forma distanței medii dintre două drumuri vecine.

Valoarea optimă a indicelui de desime  $D$  a drumurilor forestiere la hectarul de pădure se exprimă cu formula

$$D = \sqrt{\frac{KVC}{a+i}}$$

în care:  $K$  este un coeficient variabil în funcție de condițiile de teren, avînd valori cuprinse între 0,3 și 0,9. Cu cît valoarea sa crește, cu atît terenul este mai frămîntat;

$V$  — volumul de masă lemnoasă ce se extrage anual de pe un hectar de pădure, în  $m^3$ ;

$C$  — cheltuielile pentru colectarea unui  $m^3$  de masă lemnoasă pe distanța de 1 m, în lei/ $m^3 \cdot m$ ;

$a$  — amortismentul anual al investiției, raportat la lungimea rețelei de drumuri, în lei/m;

$i$  — cheltuielile anuale de întreținere a drumurilor, raportate la lungimea rețelei, în lei/m.

Prin grad de accesibilitate al unei păduri se înțelege procentul de suprafață devenit accesibil instalațiilor de colectare prevăzute a se folosi în condițiile unei anumite dezvoltări a rețelei de transport.

Accesibilitatea masivului păduros depinde de forma reliefului. În pădurile de cîmpie amplasarea drumurilor se face mai ușor, deoarece terenul este neted și fără frămîntări sau denivelări mari; în aceste situații traseele trebuie dezvoltate de-a lungul liniilor amenajistice.

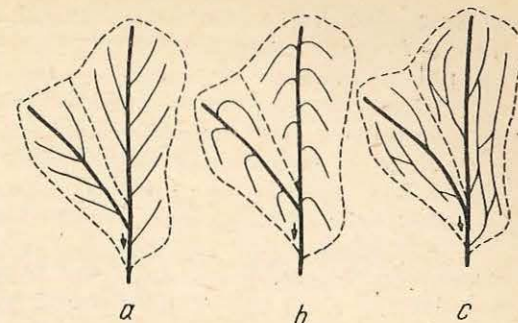
În pădurile de deal și de munte rezolvarea accesibilității pădurii este mai dificilă. Amplasarea uniformă a rețelei de drumuri este greu de realizat (fig. 2.1); din această cauză la deal și la munte, unde masa lemnoasă se găsește pe versanți, se pot adopta următoarele soluții:

— trasee de vale, care urmăresc sistemul hidrografic și alcătuiesc de regulă rețeaua de bază; se pot amplasa pe terase, în albia majoră sau la baza versantului, în profil mixt. Traseele de vale pot deveni parțial de coastă, în cazul cînd evită traversarea unor cascade sau terenuri necorespunzătoare;

— trasee de coastă, care se desfășoară pe versanți și se întîlnesc de obicei la drumurile care trec dintr-un bazin hidrologic în altul;

Fig. 2.1. Scheme pentru rețelele de drumuri forestiere în regiunile de deal înalt și munte:

$a$  — în bazine cu văi largi și declivități mici, cu ramificațiile racordate în sensul transportului;  $b$  — în bazine cu văi laterale cu declivități mari, cu ramificațiile secundare în sens invers direcției transportului;  $c$  — idem, cu drumuri secundare paralele, cu pantă mică, legate între ele și cu drumul principal.



— trasee de culme, care se desfășoară de-a lungul culmilor și sînt indicate cînd se dezvoltă prin pădure sau cînd slujesc și altor interese.

Pentru a se stabili relații optime de trasare a drumurilor forestiere în aceste regiuni, în țara noastră se aplică metoda analizei comparative a unui număr de variante posibile. Dintre diferitele variante tehnic posibile, se alege varianta care corespunde cel mai bine sub aspect economic.

La studiul variantelor se iau în considerație pentru confruntare o serie de indici tehnici, care sînt în legătură cu: lungimea traseului, cu declivitățile respective, mărimea razelor de racordare, volumul și specificul lucrărilor de execuție; o serie de indici economici, care se referă la: cheltuielile de producție specifice fiecărei variante, valoarea cheltuielilor de exploatare, întreținere, costul transportului, economii realizate la transportul materialului lemnos.

Toate variantele puse în discuție trebuie să îndeplinească condițiile de siguranță a circulației.

Traseele drumurilor forestiere trebuie să satisfacă următoarele cerințe:

- să atingă punctele în care gravitează masa lemnoasă;
- să permită o circulație sigură și economică, în ritmul cerut de exploatarea forestieră;
- să asigure reducerea cheltuielilor de transport;
- să permită realizarea unor drumuri corespunzătoare din punct de vedere tehnic și durabile, cu cheltuieli de investiție cît mai mici;
- să evite terenurile agricole și cele care necesită exproprierea sau transferări;
- să asigure racordări corespunzătoare la rețeaua de transport existentă, să deservească în condiții corespunzătoare suprafața păduroasă străbătută, să treacă prin locuri favorabile încărcării materialelor



lemnoase exploatare, să se poată dezvolta în funcție de nevoile exploa-  
tărilor și să pătrundă cât mai adânc în interiorul pădurii, pentru a reduce  
distanțele de colectare a materialului lemnos.

Pentru realizarea unor drumuri forestiere bune și eficiente economic  
este necesar ca prin proiectare să se urmărească :

— alegerea traseului drumului să se facă pe terenuri sănătoase  
și puțin frământate, pe versanți cu o bună expoziție la soare și vânt,  
care necesită un volum redus de lucrări de apărare și consolidare ;

— adaptarea la teren a traseelor, în scopul reducerii volumului de  
terasamente executate manual, care lungesc termenul de execuție a  
drumului ;

— în regiunile de munte se vor evita traseele care traversează gro-  
hotișuri și sînt supuse acțiunii torenților, avalanșelor, viiturilor mari  
de apă etc. ;

— traversarea cursurilor de apă să se facă pe acolo unde valea este  
mai strîmtă și albia bine consolidată ;

— adoptarea unor trasee cu raze de racordare mari și cu declivi-  
tăți mici.

Traseele drumurilor forestiere trebuie să urmărească, pe cît este  
posibil, asigurarea acceselor la monumentele naturii și la locurile pito-  
rești, fără cheltuieli suplimentare de construcție.

În legătură cu gradul de accesibilitate al pădurii se pot trage urmă-  
toarele concluzii :

— drumurile auto în pădure nu constituie un scop, ci un mijloc  
pentru a realiza, în principal, cele mai mici cheltuieli generate de miș-  
carea materialelor lemnoase (colectare și transport) ;

— alegerea soluției optime trebuie să rezulte din analiza comparativă  
a mai multor variante de trasee, studiate din punct de vedere tehnic  
și economic.

#### VERIFICAREA CUNOȘTINTELOR

1. Indicați principiile generale care stau la baza dotării pădurilor cu drumuri.
2. Cum influențează drumurile forestiere gospodărirea rațională a pădurii ?
3. Cum se poate exprima indicele de densitate a drumurilor forestiere ?
4. Ce soluții se aleg pentru trasarea drumurilor forestiere în regiunile de deal și  
de munte ?
5. Menționați cerințele pe care trebuie să le satisfacă un drum forestier.
6. Ce elemente se urmăresc cînd se proiectează drumurile forestiere ?

#### CAPITOLUL 3

### ELEMENTE GEOMETRICE ȘI CONSTRUCTIVE ALE DRUMURILOR ÎN PLAN

#### 1. DRUMUL ÎN PLAN ORIZONTAL

*Planul de situație* al unui drum reprezintă proiecția drumului pe un  
plan orizontal.

Prin *trasarea drumului* se înțelege stabilirea mărimii și a succesiunii  
aliniamentelor, a curbilor de racordare și a tuturor elementelor care  
definesc drumul în plan, în funcție de punctele obligate, de condițiile  
naturale de teren și de corelația cu celelalte căi de comunicație exis-  
tente și cele care se vor mai construi.

Toate amenajările care se execută pentru construcția drumului se  
fac pe o fișie de teren care poartă denumirea de *zona drumului*.

Pentru executarea drumului sînt necesare : lucrări de pămînt (săpă-  
turi, umpluturi), lucrări de artă și lucrări de apărare și consolidare.  
Totalitatea acestor lucrări, menite să învingă dificultățile impuse de  
relief, formează *infrastructura drumului*. Pentru a învinge rezistențele  
întîmpinate de autovehiculele în mers, partea superioară a drumului  
trebuie să fie amenajată în mod special. Totalitatea lucrărilor ce se  
execută peste infrastructura drumului în scopul asigurării portanței  
și micșorării rezistențelor la înaintare formează *suprastructura drumului*.

În plan orizontal, un drum este format dintr-o succesiune de drepte  
și curbe. Porțiunile rectilinii se numesc *aliniamente* și sînt racordate  
între ele prin *curbe*.

Construcția drumului numai în aliniament este simplă și avanta-  
joasă, însă aliniamentele se adaptează greu în terenurile accidentate  
și prezintă inconveniente la circulația autovehiculelor. Lungimea ma-  
ximă a aliniamentelor este limitată :

$$L_{max} = 20 V,$$

în care  $V$  este viteza de proiectare, în km/h.



Alte elemente ale drumului în plan orizontal sînt:

- axa drumului;
- traseul drumului;
- lungimea drumului, care este dată de proiecția axei drumului pe un plan orizontal.

## 2. RACORDAREA ALINIAMENTELOR

Poligonul de bază al unui drum este format din aliniamente ce se întretaie sub diverse unghiuri, în raport cu condițiile terenului. Frîngerile poligonului de bază se racordează prin curbe, care au rolul de a asigura trecerea lină a autovehiculelor de la o direcție de deplasare la alta, și de a preveni, astfel, ieșirea autovehiculului de pe platforma drumului.

Prin *racordarea aliniamentelor* se înțelege introducerea unei curbe tangente la cele două aliniamente. Aliniamentele și curbele reprezintă elementele geometrice ale drumului în plan orizontal.

Racordările care se execută în interiorul frîngerii se numesc *racordări interioare*, iar cele care se fac în exteriorul frîngerii se numesc *racordări exterioare*. Racordarea exterioară se mai numește *bucă* sau *serpentină*. Racordarea exterioară se folosește în terenuri accidentate, cînd aliniamentele se întretaie sub unghiuri ascuțite, mai mici de  $40^\circ$ , și nu este posibilă racordarea interioară deoarece ar conduce la creșterea declivității peste limita admisă.

După poziția centrului curbelor față de traseu și de sensul de parcurgere, curbele de racordare pot fi: *curbe de dreapta* și *curbe de stînga*.

După modul în care se succed, se deosebesc curbe de același sens și curbe de sens contrar. Între curbele de sens contrar trebuie lăsate *aliniamente de redresare*. Mărimea minimă a aliniamentului de redresare pentru ca cele două curbe să se poată amenaja fiecare ca o curbă independentă este  $L = 1,4 V$ , în care  $L$  este lungimea aliniamentului, în metri, iar  $V$  — viteza, în km/h.

Introducerea curbelor micșorează vizibilitatea, iar stabilitatea și siguranța circulației sînt mai mici, deoarece în curbe apare acțiunea forței centrifuge, care tinde să producă derapajul sau chiar răsturnarea autovehiculului.

Pentru parcurgerea curbelor în condiții de siguranță și de confort se iau o serie de măsuri constructive:

- introducerea curbelor de tranziție (curbe cu raze progresive) între aliniament și curba circulară, care fac ca acțiunea forței centrifuge să apară treptat;
- supralărgirea părții carosabile, pentru a se permite înscrierea autovehiculelor mai ușor în curbă;
- supraînălțarea drumului, pentru evitarea derapajului;
- micșorarea declivităților în profil longitudinal în sectoarele în curbă;
- asigurarea vizibilității.

## 3. ELEMENTELE PRINCIPALE ALE CURBELOR CIRCULARE

La o curbă de racordare în arc de cerc se disting următoarele elemente principale (fig. 3.1):

- punctele principale ale curbei; o curbă circulară are trei puncte principale: punctul de intrare în curbă  $T_i$ , de trecere de la aliniament la curbă, punctul de ieșire din curbă  $T_e$ , de trecere de la curbă la aliniament, și mijlocul curbei  $M$  aflat la jumătatea curbei;

- unghiul dintre aliniamente, care se notează cu  $\beta$ , și este suplimentar unghiului la centru  $\alpha$ . Se determină prin măsurători directe pe teren sau pe hartă;
- raza de racordare  $R$  este raza cercului din care face parte arcul de cerc cu care se execută racordarea. Mărimea razei se stabilește în funcție de condițiile tehnice ale drumului, de mărimea unghiului  $\beta$ , de configurația terenului și de viteza de proiectare;

- tangenta  $T$  este porțiunea cuprinsă între virful de unghi  $V$  și punctele de intrare sau de ieșire din curbă. O curbă are două tangente egale ( $T_iV$  și  $T_eV$ ).

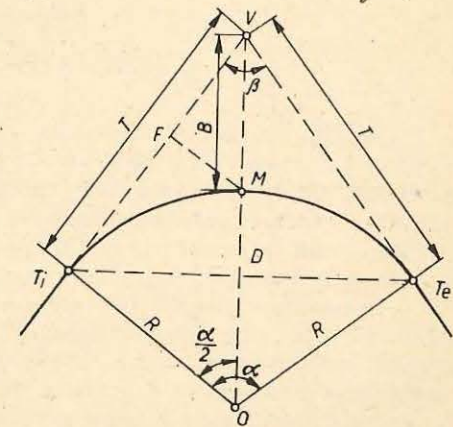


Fig. 3.1. Elementele unei curbe circulare.



Tangenta se calculează cu relația

$$T = R \operatorname{ctg} \frac{\beta}{2} = R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2};$$

— bisectoarea  $B$  reprezintă distanța dintre vârful de unghi  $V$  și mijlocul curbei:

$$B = VO - MO = R \left( \operatorname{cosec} \frac{\beta}{2} - 1 \right) = R \left( \sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right);$$

— lungimea curbei este cuprinsă între punctul de intrare în curbă  $T_i$  și punctul de ieșire din curbă  $T_e$  și se determină cu relația

$$L = \frac{\pi R \alpha}{180^\circ}.$$

În afară de elementele principale ale curbei ( $\beta$ ,  $R$ ,  $T$ ,  $B$ ,  $L$ ) la o curbă circulară se mai deosebesc:

— lungimea corzii:  $T_i T_e = 2R \sin \frac{\alpha}{2} = 2R \cos \frac{\beta}{2};$

— coordonatele mijlocului curbei:

● abscisa:  $T_i F = T_i D = R \cos \frac{\beta}{2} = R' \sin \frac{\alpha}{2}.$

● ordonata:  $FM = MD = R \left( 1 - \sin \frac{\beta}{2} \right) = R \left( 1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right).$

#### 4. PICHETAREA CURBELOR

Pichetarea curbelor reprezintă operația de marcarea pe teren, cu țărushi, a punctelor principale ale curbei și a altor puncte intermediare, rezultatul fiind materializarea curbei. La executarea pichetării sînt necesare instrumente topografice adecvate și tabele de trasare a curbelor.

Pichetarea (marcarea prin țărushi) a unei racordări circulare necesită următoarele operații:

— măsurarea directă pe teren a unghiului  $\beta$  cu ajutorul tahimetrului sau citirea pe un plan topografic cu ajutorul raportorului (această metodă nefiind precisă, se folosește numai în calcule preliminare). Unghiul se măsoară cu o precizie de  $2''$  sau  $1'$  (corespunzător preciziei datelor din tabelele de trasare a curbelor);

— aflarea poziției punctelor de intrare și ieșire din curbă  $T_i$  și  $T_e$  se face măsurînd din vârful aliniamentului mărimea tangentei  $T$ ;

— determinarea poziției mijlocului curbei  $M$ , numit și punct de bisectoare, se face prin măsurarea din vârful aliniamentelor pe bisectoarea unghiului a mărimei  $VM$  sau determinînd coordonatele rectangulare ale acestui punct (abscisa  $T_i F$  și ordonata  $FM$ ).

**Pichetarea punctelor intermediare.** Pentru trasarea unor curbe circulare a căror mărime depășește 20–30 m, cele trei puncte principale ale curbei nu sînt suficiente. De aceea, este necesar ca între aceste puncte să se intercaleze alte puncte, intermediare, astfel ca distanța între pichetii succesivi să fie egală cu cel mult  $1/10$  din raza curbei dar să nu depășească 50 m. Cele mai frecvente metode pentru trasarea curbelor sînt: metodele coordonatelor vectarulare pe tangentă și metoda coordonatelor polare.

**Metoda coordonatelor rectangulare pe tangentă.** Se folosește în terenuri plane, avînd drept axe de coordonate una din tangentele  $T$  și raza de racordare, originea axelor fiind în punctele de intrare sau de ieșire din curbă.

Se poate lucra luîndu-se abscise egale pe tangentă sau luîndu-se arce egale pe curba circulară.

— Procedul prin abscise egale (fig. 3.2). Pentru o curbă de rază  $R$  se iau valori egale ale lui  $x$ ; cu ajutorul relației  $y = R - \sqrt{R^2 - x^2}$  se poate calcula ordonata  $y$ . Pentru simplificare, cu ajutorul tabelelor de trasare a curbelor, care dau valoarea lui  $y$  în funcție de rază și de diferite valori constante date lui  $x$ , se obțin punctele intermediare

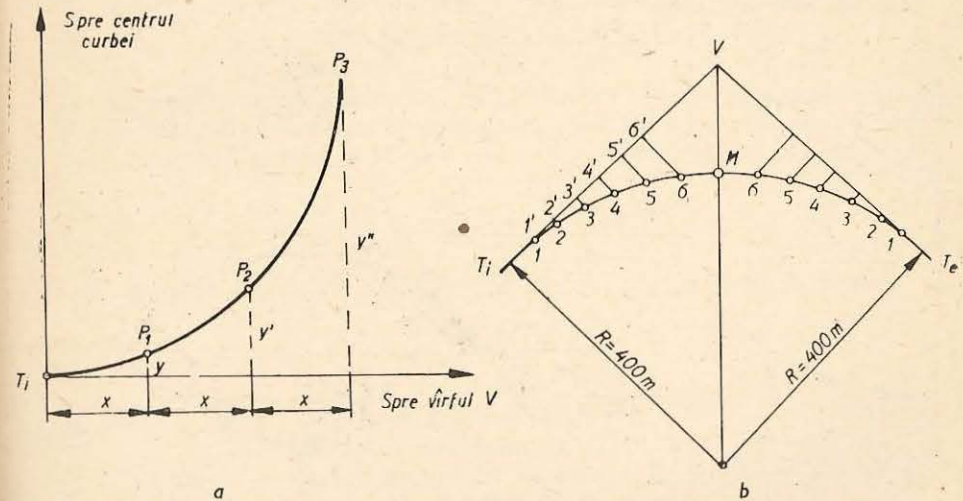


Fig. 3.2. Pichetarea curbei prin abscise egale (a). Exemplu de trasare în detaliu (b).



pe curbă. În practică se iau valori constante pentru  $x$  și apoi, din aceste puncte, se ridică perpendiculare cu valorile lui  $y$  citite din tabele.

— Procedeu prin arce egale prezintă avantajul că punctele intermediare se găsesc la distanțe egale între ele (fig. 3.3).

Cu ajutorul relațiilor matematice  $x_i = R \sin \delta_i$  și  $y_i = R(1 - \cos \delta_i)$  se obțin coordonatele fiecărui punct intermediar, în care  $\delta_i$  are valoarea de la  $\delta$  la  $n\delta$ .

În tabelele de trasare a curbelor sint date mărimile lui  $x$  și  $y$  pentru punctele echidistante pe curbe circulare, pentru raze cuprinse între 15 și 2 000 m.

Metoda coordonatelor polare se aplică în terenuri accidentate, cu vizibilitate redusă (fig. 3.4). Metoda se bazează pe proporționalitatea dintre mărimea unghiurilor la centrul  $\gamma$  și a arcelor de pe curba de rază  $R$ .

Se știe că dacă  $\gamma$  este unghiul la centru corespunzător arcului  $a$ , unghiul periferic  $\delta$  este egal cu  $\gamma/2$ .

În tabela de trasare a curbelor se dau mărimile unghiurilor periferice  $\delta$  ce trebuie înscrise succesiv în aparatul topografic instalat în punctul  $A$  sau  $C$ , spre a determina, cu ajutorul lor, pe arc de cerc de rază  $R$ , puncte situate la distanțe  $a$  egale între ele.

Pichetarea pe teren a punctelor intermediare ale curbei circulare de rază  $R$  se face în felul următor:

— se măsoară unghiul dintre aliniamente  $\beta$ ;

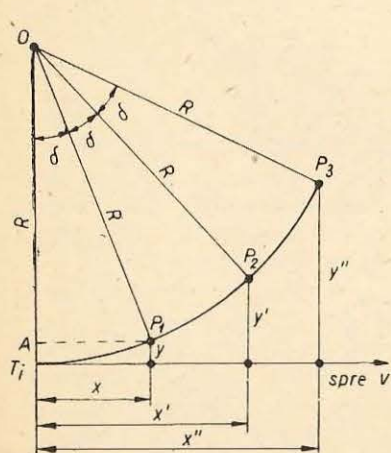


Fig. 3.3. Pichetarea curbei prin arce egale.

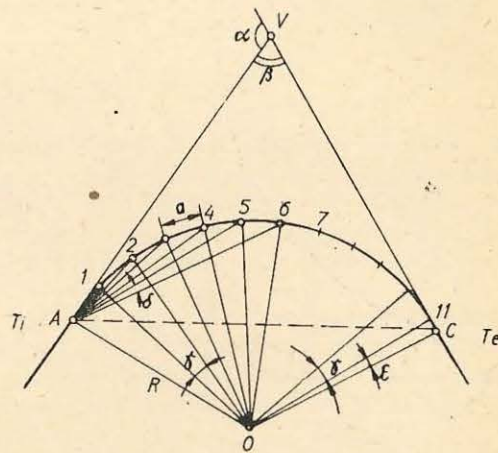


Fig. 3.4. Pichetarea punctelor intermediare în coordonate polare.

— se calculează mărimea tangentelor și se determină punctele de intrare  $T_i$  și de ieșire  $T_e$  din curbă;

— se calculează lungimea curbei și se alege distanța dintre punctele intermediare  $a$ . În practică se iau următoarele valori uzuale pentru arc  $a$ :

— pentru  $R < 100$  m,  $a = 5$  m;

— pentru  $100 < R < 1\,000$  m,  $a = 10$  m;

— pentru  $R > 1\,000$  m,  $a = 20$  m.

— cu ajutorul tabelor se determină valoarea unghiului periferic  $\delta$  corespunzător razei  $R$  și a arcului de cerc;

— se așază aparatul topografic (tahimetru sau teodolit) în punctul de tangentă  $T_i$  și cu zerourile în coincidență se vizează punctul  $V$ ;

— se introduce în aparat unghiul  $\delta$  corespunzător arcului de cerc  $a$ , determinându-se direcția primului punct intermediar 1. Se măsoară cu ruleta distanța  $a$  (arc de cerc) și cu centrul în punctul  $T_i$  se trasează un arc de cerc cu raza  $a$ . Punctul de intersecție a acestui arc cu direcția trasată sub unghiul  $\delta$  este primul punct intermediar căutat;

— în continuare, se introduce în aparat unghiul  $2\delta$  (considerând aceeași origine a citirilor) și se determină direcția punctului intermediar 2. Cu centrul în punctul 1 se descrie un arc de cerc de rază  $a$ . Locul în care acest arc intersectează a doua direcție de vizare este punctul intermediar 2. Operația se continuă pînă la mijlocul curbei, cealaltă jumătate pichetându-se din punctul de tangentă  $T_e$ .

## 5. CURBE DE TRANZIȚIE

În mișcarea curbilinie, în afara forțelor care acționează asupra vehiculelor în aliniament, apare forța centrifugă, care are sensul orientat spre exteriorul curbei. Mărimea acestei forțe este dată de relația

$$F_c = \frac{mv^2}{R} = \frac{Gv^2}{gR} \quad [\text{daN}],$$

sau, dacă se transformă viteza din m/s în km/h, formula devine

$$F_c = \frac{GV^2}{13gR},$$

în care:  $F_c$  este forța centrifugă, în daN;

$G$  — greutatea autovehiculului, în daN;

$v$  — viteza, în m/s ( $V$  — viteza, în km/h);

$g$  — accelerația gravitației, în m/s<sup>2</sup>;

$R$  — raza curbei, în m.



Din relația anterioară rezultă că mărimea forței centrifuge  $F_c$  depinde de greutatea autovehiculului, de viteză, care este o mărime variabilă, de accelerația gravitației, care are valoare constantă, și de raza curbei. Cu cât viteza este mai mare și raza este mai mică, valoarea forței centrifuge crește. În punctul de tangență  $T_i$ , raza curbei fiind  $R$  (față de  $\infty$  în aliniament), odată cu intrarea autovehiculului în curba circulară, apare brusc forța centrifugă, care periclitează stabilitatea autovehiculului, avînd tendința să producă deraparea sau chiar răsturnarea acestuia.

Pentru ca forța centrifugă să acționeze treptat asupra autovehiculului, între aliniament și curba circulară se poate introduce o curbă de tranziție. Curbele de tranziție au raza variabilă. În cazul curbelor de tranziție, raza se notează cu  $\rho$ . În punctul de tangență cu aliniamentul, raza  $\rho$  este infinită, iar curbura și forța centrifugă sînt nule; de-a lungul curbei de tranziție, raza descrește treptat de la  $\rho = \infty$  la  $\rho = R$  și se menține constantă pe lungimea curbei circulare.

Corespunzător variației curburii  $1/\rho$ , forța centrifugă apare și dispare treptat, menținîndu-se constantă pe lungimea curbei circulare, dispărînd de asemenea treptat la ieșirea autovehiculului din curba de tranziție. Prin introducerea curbelor de tranziție se realizează siguranță și confort sporit în circulația autovehiculelor.

Lungimea curbelor de tranziție trebuie astfel aleasă încît să asigure trecerea din aliniament în curba circulară în mod treptat, lin și fără șocuri. Se aplică relația

$$L = \frac{V^3}{47RJ},$$

în care:  $L$  este lungimea arcului curbei de tranziție, în m;

$R$  — raza virajului, în m;

$V$  — viteza, în km/h;

$J$  — creșterea accelerației transversale, care are valori cuprinse între 0,3 și 0,7 m/s<sup>2</sup>.

La drumurile forestiere, datorită vitezei de proiectare mici, curbele de tranziție se folosesc numai la drumurile de categoria I magistrale (pentru viteze de peste 40 km/h).

Curba de tranziție trebuie să fie tangentă la aliniament și la curba circulară (fig. 3.5).

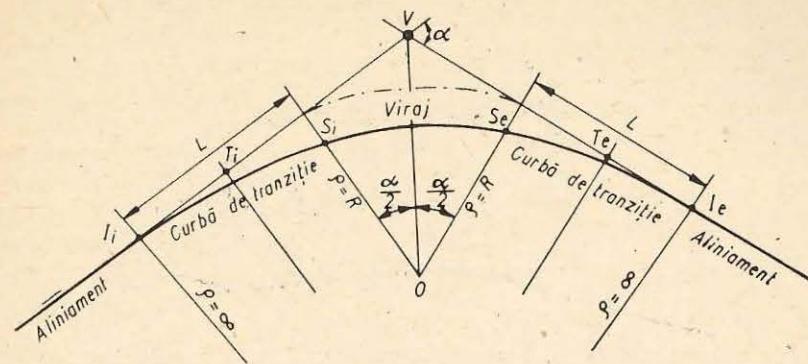
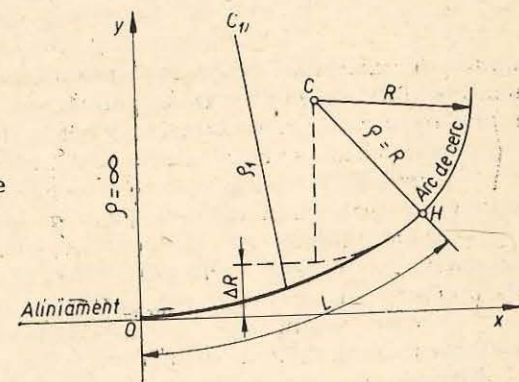


Fig. 3.5. Racordarea cu curbă de tranziție (progresivă).

Fig. 3.6. Racordarea cu arc de clotoidă.



Pentru a putea intercala curba de tranziție între aliniament și arc de cerc, trebuie realizată deplasarea curbei arc de cerc spre interiorul curbei cu o distanță  $\Delta R$  numită strămutarea virajului. Valorile uzuale ale lui  $\Delta R$  sînt cuprinse între 0,15 și 2 m (fig. 3.6).

La drumurile forestiere se folosește de obicei drept curbă de tranziție arc de cerc cu rază dublă. Se mai pot folosi clotoida și lemniscata.

## 6. SERPENTINE

În regiunile de deal și de munte, pentru a se micșora declivitatea, este necesar să se facă racordări exterioare care, prin lungirea traseului, reduc declivitățile. Racordările exterioare se numesc serpentine, tur-



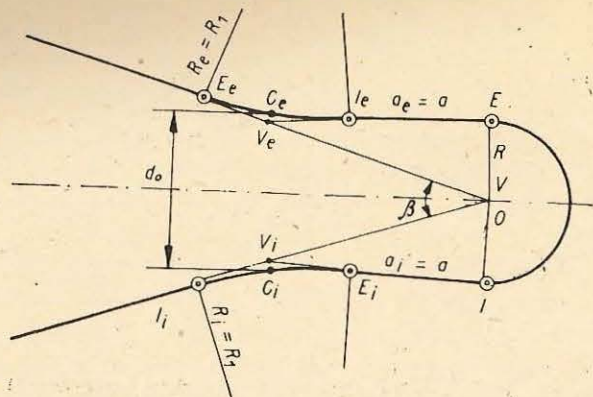


Fig. 3.7. Elemente serpentinei.

nante sau racordări în buclă. Serpentinele se folosesc în terenuri accidentate, cînd unghiul  $\beta$  dintre aliniamente este sub  $40^\circ$  și traseul drumului nu permite racordarea interioară, deoarece s-ar mări declivitatea.

O serpentină este alcătuită din următoarele elemente (fig. 3.7):

— curba principală, care este o curbă circulară de rază  $R$ , avînd centrul în vîrfurile aliniamentelor sau pe bisectoarea unghiului;

— două aliniamente de redresare care fac legătura între curba principală și curbele auxiliare; cînd se introduc curbe de tranziție, aliniamentele de redresare pot lipsi;

— curbele auxiliare, care fac legătura între aliniamentele de redresare și aliniamentele drumului.

Elementele geometrice care definesc o serpentină sînt:

— unghiul interior celor două aliniamente  $\beta$ , care se măsoară pe teren sau pe un plan;

— raza  $R$  a curbei principale, care se alege în funcție de condițiile topografice ale traseului;

— razele  $R_i$  și  $R_e$  ale curbelor auxiliare;

— lungimea aliniamentelor de redresare.

**Clasificarea serpentinei.** În funcție de poziția curbelor auxiliare, se disting două categorii de serpentine (fig. 3.8):

— serpentine de categoria I, care au curbele auxiliare de același sens. Ele pot fi simetrice, cînd razele curbelor auxiliare sînt egale ( $R_i = R_e$ ) și aliniamentele de redresare sînt egale ( $a_i = a_e$ ), sau asimetrice, cînd nu se îndeplinește una din aceste condiții; centrul curbei principale se găsește în vîrfurile de unghi  $V$  sau pe bisectoarea acestuia;

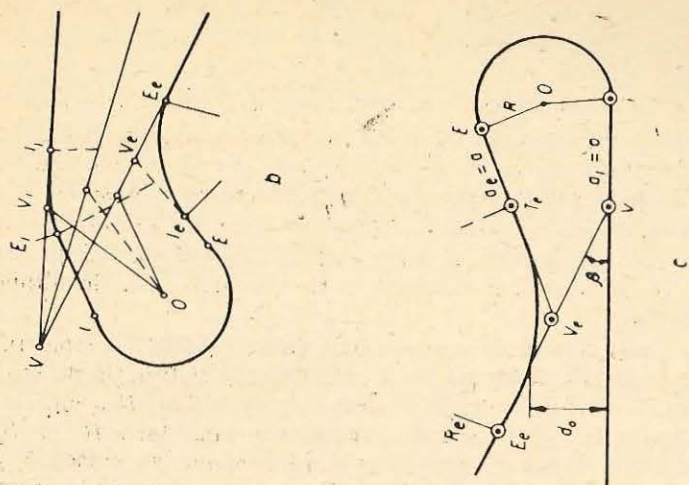
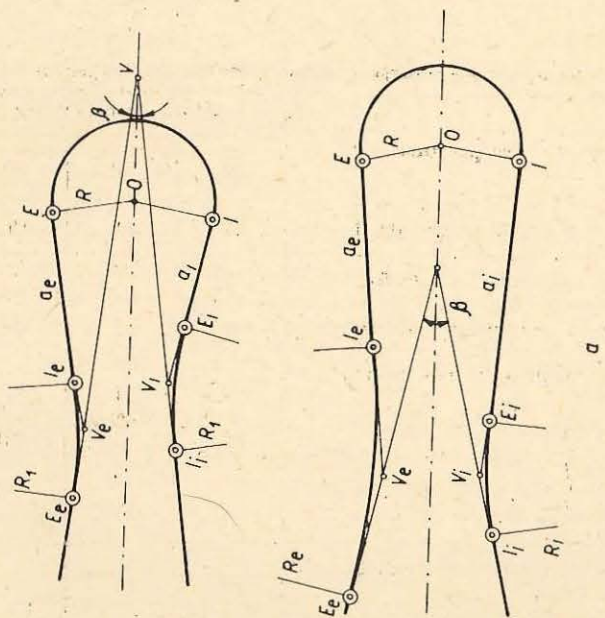


Fig. 3.8. Serpentine :  
a — de gradul I; b — de gradul II; c — semiserpentină.





— serpentine de categoria a II-a, care au curbele auxiliare de sens contrar și centrul curbei principale nu se mai găsește pe bisectoarea unghiului dintre aliniamente.

Dacă o curbă auxiliară lipsește, racordarea se numește semiserpentină.

**Amplasarea serpentinelor.** Pentru trasarea unei serpentine este necesară cunoașterea unor anumite elemente, dintre care unele se aleg în funcție de configurația terenului, iar altele se calculează.

Elementele necesare calculului analitic sînt: unghiul de vîrf  $\beta$ , raza  $R$  a curbei principale, poziția centrului  $O$  al curbei principale, razele  $R_i$  și  $R_e$  ale curbelor auxiliare și lungimile  $a_i$  și  $a_e$  ale aliniamentelor de redresare.

Trasarea prealabilă a serpentinei este indicat să se facă pe un plan prevăzut cu curbe de nivel, pe care se stabilesc, în funcție de mărimea aliniamentelor și vîrfurile de unghi  $V$ : raza de racordare  $R$  a curbei principale, aliniamentele de redresare, razele de racordare  $R_i$  și  $R_e$  ale curbelor auxiliare. După ce se trasează serpentina, se măsoară grafic distanța dintre mijloacele curbelor auxiliare  $d_0$ . La drumurile forestiere, această distanță este de minimum 25—30 m.

În funcție de viteza de proiectare, elementele geometrice necesare amenajării serpentinelor sînt cele arătate în tabela 3.1.

TABELA 3.1

Elementele geometrice necesare amenajării serpentinelor

Elementele serpentinei	Viteza de proiectare, în km/h			
	50	40	25	20, 15 și 10
Raza minimă a curbei principale, în m	25	20	15	10
Panta transversală, maximă, în %	6	6	6	6
Raza minimă a curbei auxiliare, în m	100	70	50	35
Declivitatea maximă în axa curbei principale, în %	3,5	4 excepțional 5	4 excepțional 5	4 excepțional 6
Lungimea minimă a aliniamentului dintre curbele de sens contrar, în m	50	35	20	15
Viteza de circulație maximă pe curba principală, în km/h	25	25	15	10

Declivitățile excepționale din axa curbelor principale se admit numai în condiții foarte dificile de teren și în cazuri bine justificate din punct de vedere tehnic și economic.

## 7. VIZIBILITATEA DRUMULUI. ÎNCRUCIȘĂRI CU DRUMURI ȘI CĂI FERATE. PUNCTE DE CAPĂT. STAȚII PENTRU ÎNCRUCIȘAREA AUTOVEHICULELOR

Pentru ca circulația autovehiculelor să se desfășoare în condiții de siguranță și confort, este necesar să se asigure vizibilitatea în punctele cele mai dificile (curbe, intersecții, racordări verticale).

Prin *vizibilitate* sau *distanță de vizibilitate* se înțelege distanța minimă, exprimată în metri, pînă la care conducătorul autovehiculului trebuie să vadă drumul din fața sa.

Stabilirea distanței de vizibilitate se face în funcție de distanța de frînare, căreia i se adaugă un spațiu de siguranță.

a. **Distanța totală de frînare (spațiul de frînare)** este distanța parcursă de un autovehicul din momentul în care conducătorul acestuia sesizează necesitatea de a frîna și pînă în momentul opririi. Această distanță variază în raport cu următorii factori: capacitatea de reacție a conducătorului, starea tehnică a autovehiculului (calitatea frînelor, starea cauciucurilor, repartizarea greutății pe roți etc.), construcția drumului (orizontal, în rampă, în pantă), starea îmbrăcămînții drumului (aderența) și viteza autovehiculului.

Distanța de frînare se compune din două părți: distanța parcursă de autovehicul în timpul de reacție și distanța de frînare propriu-zisă.

Timpul de reacție este timpul trecut din momentul în care conducătorul autovehiculului sesizează necesitatea de a opri și ia hotărîrea de a frîna, pînă în momentul în care începe să acționeze frîna.

Experiența a demonstrat că timpul necesar reacției este de ordinul 0,5—1,5 secunde; în medie se ia 1 secundă.

Distanța parcursă de autovehicul în timpul de reacție se numește *distanță de reacție*. Această distanță se poate calcula înmulțind numărul de zeci de kilometri indicat de vitezometrul autovehiculului cu 3. De exemplu, la 30 km/h:  $3 \times 3 = 9$  m; la 55 km/h:  $5,5 \times 3 = 16,5$  m.

Distanța de frînare propriu-zisă reprezintă distanța parcursă de autovehicul din momentul în care conducătorul a apăsătorul a apăsătorul pe pedala de frînă pînă la oprirea autovehiculului.



b. **Calculul distanței totale de frinare (spațiul de frinare) S.** Distanța totală de frinare se poate calcula prin mai multe metode. Pentru viteze mici (10–40 km/h) se folosește formula

$$S = \frac{V}{2},$$

în care :  $S$  este spațiul total de frinare, în m ;  
 $V$  — viteza, în km/h.

De exemplu, pentru viteza de 40 km/h,  $S = \frac{40}{2} = 20$  m.

Pentru viteze mari, de peste 50 km/h, se aplică relația

$$S = \left(\frac{V}{10}\right)^2.$$

De exemplu, pentru viteza de 100 km/h,  $S = \left(\frac{100}{10}\right)^2 = \frac{10\,000}{100} = 100$  m.

c. **Vizibilitatea.** Normativul pentru proiectarea drumurilor prevede, în funcție de viteza de proiectare, distanțele de vizibilitate arătate în tabela 3.2.

TABELA 3.2

Distanța de vizibilitate în funcție de viteza de proiectare

Viteza, în km/h	50	40	25	20	15	10
Distanța de vizibilitate, în m	90	70	40	30	20	15

Vizibilitatea drumului trebuie asigurată pentru ca autovehiculul să evite ciocnirea cu alt autovehicul care vine pe aceeași bandă de circulație din sens opus, sau cu un obstacol care se găsește pe drum (fig. 3.9).

Arcul de curbă  $AB$  reprezintă drumul pe care circulă autovehiculul. Lungimea acestui arc este egală cu distanța de vizibilitate  $d_v$ , situată la 1,50 m față de marginea interioară a părții carosabile.

Coarda arcului reprezintă raza vizuală care limitează vizibilitatea; terenul cuprins între coardă și arc

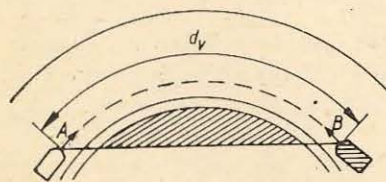


Fig. 3.9. Distanța de vizibilitate și raza vizuală în curbă.

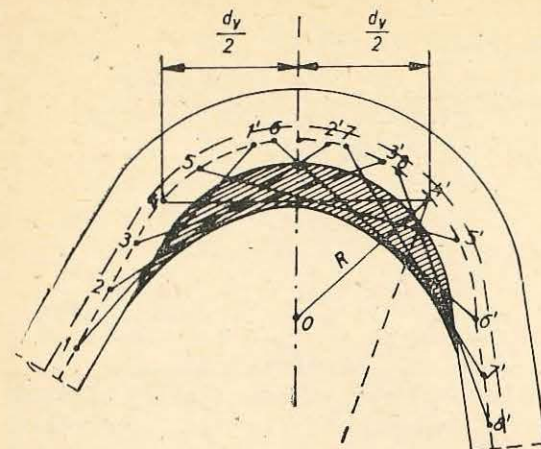


Fig. 3.10. Studiul vizibilității în curbă.

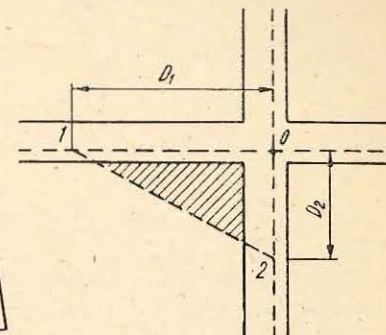


Fig. 3.11. Vizibilitatea la intersecții.

reprezintă *cîmpul de vizibilitate*, care trebuie amenajat corespunzător și eliberat de orice obstacol (arbori, construcții, terasamente). Vizibilitatea trebuie asigurată pe lungimea întregii curbe. Pentru aceasta, curba se raportează grafic la scara 1 : 200 și se trasează mai multe raze vizuale, ale căror poziții succesive creează cîmpul de vizibilitate (fig. 3.10).

În cîmpul de vizibilitate terenul trebuie degajat de orice obstacol care ar depăși înălțimea de 1 m, ochiul conducătorului auto fiind considerat la înălțimea de 1,20 m de la suprafața drumului.

Noaptea, vizibilitatea fiind mai redusă, pe partea exterioră a curbei se instalează parapete sau borne de ghidare, sau pe arbori se montează materiale reflectorizante, care măresc siguranța circulației.

**Vizibilitatea în intersecții.** Cîmpul de vizibilitate în intersecții se dimensionează în funcție de viteza de proiectare adoptată și se eliberează de obstacole pentru a permite autovehiculelor să se oprească la locul de încrucișare în condiții de siguranță a circulației (fig. 3.11).

Punctele limită în care trebuie să se vadă cei doi conducători auto trebuie să se găsească la distanțele de frinare corespunzătoare vitezelor de proiectare față de punctul  $O$ .

Intersecțiile drumului forestier cu un drum public sau cu o cale ferată se proiectează sub un unghi apropiat de 90°, unghiul minim de traversare admis fiind de 45°; în mod excepțional se pot adopta și unghiuri de pînă la 30°.



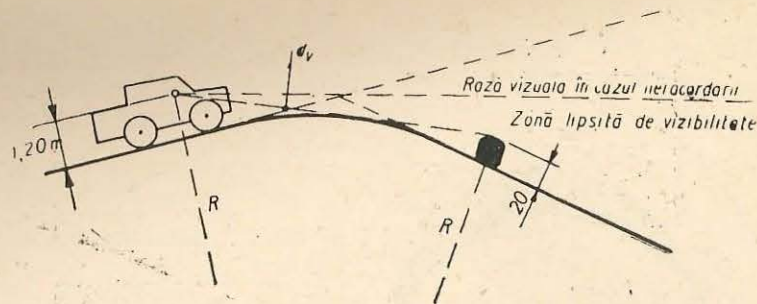


Fig. 3.12. Vizibilitatea în profil longitudinal.

Vizibilitatea în profil longitudinal. Punctele de schimbare a declivității liniei roșii apar sub forma unor frângeri concave și convexe, care trebuie racordate.

La racordarea verticală convexă apare pericolul tamponării cu un alt vehicul care vine din sens opus pe aceeași bandă sau cu un obstacol care se găsește pe drum. Asigurarea condițiilor de vizibilitate se realizează prin racordarea declivităților.

Distanța de vizibilitate  $d_v$  este dată de mărimea unei raze vizuale ce unește înălțimea ochiului conducătorului auto, considerată 1,20 m, cu un obstacol de 0,20 m înălțime ce se găsește pe drum. Dacă autovehiculului și obstacolului li se dau diferite poziții, respectându-se distanța de vizibilitate  $d_v$ , se obține curba de racordare a celor două declivități (fig. 3.12).

d. **Punctele de capăt** ale drumurilor forestiere sînt: *punctul inițial*, care se racordează la un drum public sau face legătura cu un centru de preindustrializare a materialului lemnos, sau cu o cale ferată, și *punctul final*, care se găsește în interiorul pădurii și care trebuie amenajat special, pentru a permite încărcarea materialelor lemnoase și întoarcerea autovehiculelor.

Locul în care drumul forestier face legătura cu un alt drum sau cu o instalație de transport poartă denumirea de *punct de joncțiune*.

Joncțiunea drumului cu un drum public se face prin racordare, în funcție de sensul de circulație pe drumul public. Cînd circulația se face în ambele sensuri, racordarea se recomandă să se facă cu un unghi apropiat de  $90^\circ$ ; dacă circulația se face într-un singur sens, racordarea se va face sub un unghi mai mare de  $90^\circ$  (fig. 3.13).

Amenajarea punctului final al drumului se va face în funcție de condițiile de teren, printr-o buclă sau printr-o stație de întoarcere. Declivitatea drumului în stația de întoarcere va fi de maximum 4%, excepțional pînă la 8%.

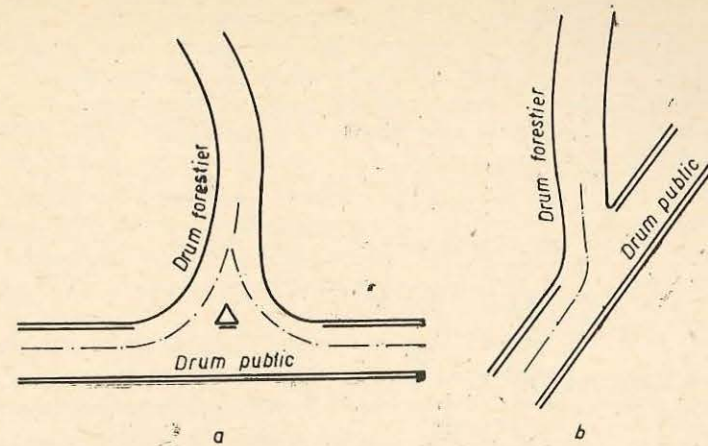


Fig. 3.13. Joncțiunea drumului forestier cu un drum public :  
a — transport în ambele direcții ale drumului public ; b — transport într-o singură direcție.

e. **Stații de încrucișare.** La drumurile forestiere cu o singură bandă de circulație, pentru a se permite depășirea și încrucișarea autovehiculelor, se amenajează stații de încrucișare. Acestea au lungimea de minimum 15 m și se amenajează la distanțe potrivite, în așa fel încît să se vadă de la o stație la alta ; de regulă, se amenajează în curbe.

## 8. EXECUTAREA PLANULUI DE SITUAȚIE

Pe hîrtie milimetrică se fixează mai întîi orientarea primului aliniament, apoi se măsoară și se raportează la scara respectivă, sub unghiurile corespunzătoare, succesiv, distanța dintre picheții care reprezintă vîrfurile de unghi. Prin unirea punctelor rezultate se obține linia poligonală formată numai din aliniamente, numită *poligon de bază* (fig. 3.14).

Din tabela elementelor planului de situație se ia mărimea fiecărei tangente și din vîrfurile aliniamentelor se marchează mărimea tangentelor, obținîndu-se punctele de intrare și de ieșire din curbă. Din vîrfurile de unghi, pe direcția bisectoarei, se determină poziția mijlocului curbei.

Pentru curbele cu raze mici, trasarea curbelor se poate executa în felul următor : din punctele  $T_i$  și  $T_e$  se duc perpendiculare spre interiorul aliniamentelor ; din intersecția acestor perpendiculare va rezulta centrul











cînd linia roșie coboară. Punctele în care linia proiectului își schimbă înclinarea (se frînge) se numesc *puncte de schimbare a declivității*. Schimbarea declivității poate fi convexă sau concavă.

Distanța dintre două puncte consecutive de schimbare a declivității liniei proiectului se numește *pas de proiectare*.

## 2. RACORDAREA DECLIVITĂȚILOR

Pentru a se asigura o circulație comodă și vizibilitate, trecerea de la o declivitate la alta nu se face brusc, prin frînturi convexe sau concave, ci prin curbe circulare sau de tranziție, care asigură continuitatea traseului în profil longitudinal.

Racordarea declivităților liniei proiectului poartă denumirea de *racordare verticală*. La drumurile forestiere, racordările verticale sînt obligatorii cînd diferența algebrică a declivităților adiacente depășește: 4% la drumurile cu viteza de proiectare de 40 sau 25 km/h și 5% la drumurile cu viteza de proiectare de 20 sau 15 km/h.

a. **Racordările verticale convexe** (fig. 4.2) urmăresc asigurarea condițiilor de vizibilitate și trecerea fără șoc a autovehiculelor de pe un panou pe celălalt. Vizibilitatea este determinată de razele vizuale

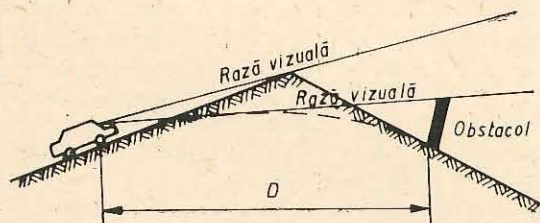
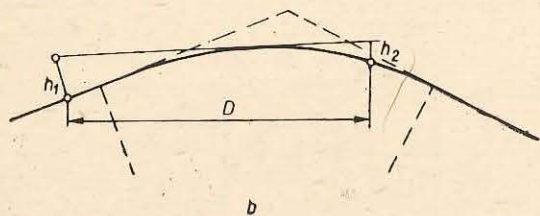


Fig. 4.2. Racordare convexă: a — vizibilitatea în ipoteza neracordării în plan vertical a declivității; b — vizibilitatea în cazul racordării în plan vertical.



tangente la suprafața drumului. În funcție de acestea, se determină razele minime de racordare.

În cazul racordărilor convexe, pot exista următoarele cazuri:

- vehiculul și obstacolul se găsesc pe curba de racordare verticală;
- vehiculul se găsește în afara curbei de racordare iar obstacolul pe curba de racordare;
- vehiculul și obstacolul se găsesc în afara curbei de racordare.

Avînd în vedere distanțele de vizibilitate mici în cazul drumurilor forestiere, relația de calcul utilizată mai frecvent este aceea în care autovehiculul și obstacolul se găsesc pe curba verticală, a cărei lungime este mai mare decît distanța de vizibilitate  $L \geq d_v$ , în care  $L$  este lungimea curbei verticale, iar  $d_v$  — distanța de vizibilitate.

Normele de proiectare recomandă ca arcul de racordare să fie determinat de linia care unește înălțimea ochiului conducătorului de vehicul, considerată  $h_1 = 1,20$  m deasupra șoselei, și un obstacol de înălțime  $h_2 = 0,2$  m (fig. 4.2, b).

În general, racordarea se face cu un arc de cerc a cărui rază  $R$  se poate determina din considerente de ordin geometric.

Admițînd cazul cel mai defavorabil, cînd vehiculul și obstacolul se găsesc pe arcul de cerc, pentru valorile uzuale:  $h_1 = 1,20$  m și  $h_2 = 0,20$  m raza de racordare se determină cu relația

$$R_{min} = \frac{d_v}{4,37}.$$

Dacă obstacolul este chiar la suprafața drumului ( $h_2 = 0$ ) atunci raza de racordare minimă se calculează cu relația

$$R_{min} = \frac{d_v^2}{2h_1} = \frac{d_v^2}{2,40} \text{ (pentru } h_1 = 1,20 \text{ m).}$$

b. **Racordările verticale concave.** În cazul racordărilor concave, problema vizibilității se pune pentru circulația în timpul nopții. Distanța de iluminare produsă de farurile autovehiculelor trebuie să fie mai mare decît distanța de vizibilitate.

Racordările concave se realizează prin curbe circulare, ținîndu-se seama și de forța centrifugă care apare în timpul mișcării autovehiculului și produce solicitarea excesivă a arcurilor, dînd naștere la șocuri la intrarea și la ieșirea din curbă.

Pentru asigurarea condițiilor de confort, accelerația centrifugă nu trebuie să depășească  $0,5 \text{ m/s}^2$ . Valoarea razei minime admise  $R_{min} = 0,1538 V^2$  ( $V$  este viteza de proiectare, în km/h).



Prevederile normativului pentru construcția drumurilor forestiere stabilesc valorile minime ale razelor curbilor pentru racordări verticale, astfel :

— pentru racordări convexe :

$$R_{min} = \frac{d_v^2}{2(h_1 + h_2 + 2\sqrt{h_1 \cdot h_2})};$$

— pentru racordări concave :

$$R_{min} = \frac{V^2}{13a_c},$$

în care :  $d_v$  este distanța de vizibilitate, în m ;  
 $h_1$  — înălțimea ochiului conducătorului autovehiculului (1,20 m) ;  
 $h_2$  — înălțimea obstacolului (0,20 m) ;  
 $a_c$  — accelerația centrifugă (0,5 m/s<sup>2</sup>) ;  
 $V$  — viteza de proiectare, în km/h.

### 3. CRITERII PENTRU STABILIREA LINIEI PROIECTULUI

Pe lângă condițiile de circulație (siguranță, viteză, confort, declivități, pas de proiectare) proiectarea liniei roșii este subordonată și altor condiții : topografice, geotehnice, hidrologice ale regiunii respective. Trasarea liniei roșii trebuie să se facă concomitent cu studiul traseului în plan orizontal și profil transversal, podurile, podețele, pasajele de nivel constituind puncte de cotă obligatorie.

Pe lângă respectarea prescripțiilor tehnice, care se referă la : alegerea declivităților maxime și justa lor succesiune în aliniament și curbă, razele curbilor de racordare în plan vertical, lungimea panourilor de declivitate mare, pasul de proiectare minim, mai trebuie avute în vedere o serie de principii generale care conduc la soluțiile cele mai bune din punct de vedere tehnic și economic :

1) Declivitățile să fie mici și pe porțiuni cât mai lungi ; astfel se îmbunătățește exploatarea drumului și scade costul transporturilor.

Declivitățile mari conduc la scurtarea traseului, reduc mișcările de terasamente, deci reduc costul, prezintă însă mare dezavantaj pentru exploatarea drumului, mai ales pe umezeală și îngheț, deoarece solicită forța de tracțiune mare, scad viteza de circulație și capacitatea de

transport a drumului, reduc greutatea utilă transportată și uzează mijlocul de tracțiune.

Prin normativul departamental privind proiectarea drumurilor forestiere, apărut în anul 1979, declivitățile maxime admise pentru drumurile forestiere sînt limitate la valorile indicate în tabela 4.1.

TABELA 4.1

Declivitățile drumului în funcție de viteza de proiectare

Elemente geometrice	Viteza de proiectare, în km/h					
	50	40	25	20	15	10
Rampa maximă în sensul transportului în plin, în %	7	7	8	9	9	9
Rampa maximă în sensul transportului în gol, în %	8	9	10	11	12	12
Pasul de proiectare minim, în m	100	80	50	40	30	20
Raza minimă de racordare convexă, în m	1 300	1 000	300	200	150	100
Raza minimă de racordare concavă, în m	700	400	200	150	80	80

Avînd în vedere perspectivele dezvoltării transporturilor forestiere și prin dotarea cu autovehicule de mare capacitate, se va evita adoptarea declivităților maxime, care apar ca un baraj pentru autovehicule, limitînd sarcina utilă pentru întreaga distanță pe care se desfășoară transportul.

2) În curbe, datorită apariției forței centrifuge, valorile declivităților se vor reduce în funcție de raza curbei, așa cum se indică în tabela 4.2.

TABELA 4.2

Reducerea declivităților în curbe

Raza curbei, în m	50	45—40	35—30	25—20	15—10
Reducerea declivităților longitudinale maxime admise, în %	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0



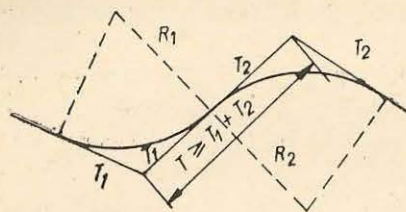


Fig. 4.3. Pasul de proiectare minim în cazul racordărilor verticale.

3) În afară de limitarea declivităților, trebuie avută în vedere succesiunea lor din punct de vedere al circulației :

- se vor evita declivitățile alter-nante (dinți de ferăstrău) ;
- se va evita frîngerea frecventă a liniei roșii prin mărirea pasului de proiectare. (Valorile minime ale pasului de proiectare sînt arătate în tabela 4.1.)

4) În cazul racordărilor verticale pasul de proiectare trebuie să fie cel puțin egal cu suma tangențelor celor două curbe alăturate  $T \geq T_1 + T_2$  (fig. 4.3).

5) Pentru scurgerea apelor, linia roșie nu se va trasa în palier, ci cu o declivitate minimă de 0,3—0,4%. Pentru porțiunile de debleu este obligatoriu a se construi șanțuri, fundul șanțului fiind paralel cu linia roșie, avînd o declivitate minimă de 0,5%.

În regiunile de șes scurgerea apelor se asigură prin proiectarea drumului într-un mic rambleu, mai ales cînd traseul natural are panta dirijată transversal drumului.

6) Pe poduri linia roșie poate avea declivități ca și în restul traseului. La podețele mai mari, la care se aplică un beton de ciment pe partea carosabilă, este necesar ca panta transversală să fie 1,5—2,5%, iar cea longitudinală 0,5—6%.

La podurile cu podină de lemn declivitatea longitudinală admisă este de 2%.

Distanța minimă dintre capătul unei racordări verticale și intrarea pe pod este de 10 m.

Cota liniei roșii pe pod  $H$  (fig. 4.4) rezultă din relația

$$H = N.A.E. + h_t + h_c,$$

în care :  $N.A.E.$  este nivelul apelor extraordinare :

- $h_t$  — înălțimea liberă sub pod ;
- $h_c$  — înălțimea de construcție a suprastructurii.

În dreptul podurilor linia roșie trebuie să aibă un caracter de continuitate, evitîndu-se podurile în formă de spinare de măgar. La podețele tubulare se va asigura o umplutură de cel puțin 50 cm deasupra tubului. În zonele inundabile, înălțimea rambleurilor, măsurată la marginea platformei drumului, trebuie să fie cu cel puțin 50 cm deasupra nivelului apelor maxime.

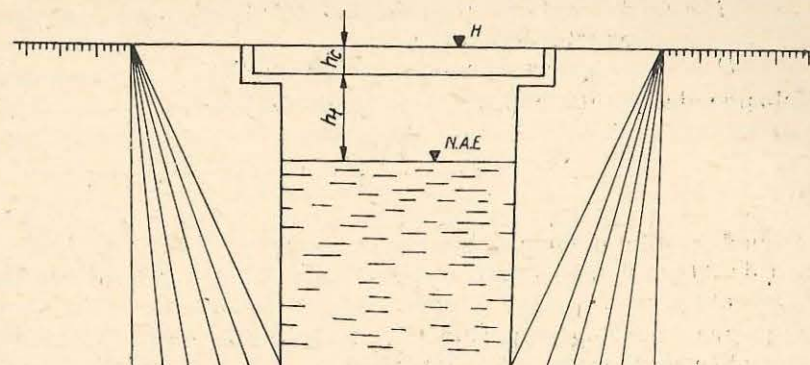


Fig. 4.4. Cota liniei roșii pe pod.

Din punct de vedere economic, linia roșie se recomandă să fie cît mai apropiată de linia terenului și paralelă cu ea. Concepția nouă în proiectarea drumurilor forestiere recomandă soluții cît mai economice, valoarea investiției să se reducă prin mecanizarea lucrărilor, dar în același timp drumul să fie avantajos în exploatare și întreținere.

#### 4. EXECUTAREA PROFILULUI LONGITUDINAL

Profilul longitudinal se redactează la scara 1 : 1 000 pentru lungimi și 1 : 100 pentru înălțimi, fiind reprezentat într-un sistem de axe rectangulare.

Pe axa absciselor se înscriu distanțele între picheți, iar în dreptul fiecărui pichet se ridică ordonate care reprezintă cotele terenului, luate în raport cu un plan de comparație apropiat. Prin unirea acestor puncte se obține linia terenului.

Prin corectarea liniei terenului cu un contur poligonal, după principiile enunțate, se obține linia proiectului (linia roșie).

Pe profilul longitudinal declivitatea se notează la începutul și sfîrșitul fiecărui panou de proiectare, pe o linie paralelă cu linia roșie. Deasupra liniei se scrie valoarea declivității, în procente, iar dedesubt — lungimea panoului de proiectare, în metri.

Declivitatea  $i$  pentru fiecare panou se calculează cu relația

$$i = \frac{H}{D},$$



în care :  $H$  este diferența de nivel dintre cotele liniei roșii din cele două puncte de capăt ;

$D$  — lungimea panoului, pe orizontală.

Valoarea declivității exprimată în procente este

$$p\% = \frac{100H}{D}.$$

Desenul profilului longitudinal se execută pe o coală de hîrtie cu lățimea de 297 mm și cu lungimea egală cu aceea a traseului, redusă la scara folosită pentru lungimi, după care se copiază în calc.

La partea din stînga a profilului în lung se lasă un spațiu de 8 cm pentru indicatorul profilului longitudinal.

La distanța de 10 cm de la marginea de jos a benzii de hîrtie se trage o linie paralelă, reprezentînd planul de comparație (axa absciselor).

Sub planul de comparație se trag mai multe linii paralele unde se înscriu date tehnice referitoare la proiect, în următoarea ordine :

— *natura terenului* — lățimea benzii de 0,5 cm ; în această rubrică se înscrie categoria terenului (slab, mijlociu, tare, foarte tare, stîncos etc.) ;

— *planul de situație* — lățimea benzii de 2 cm ; aici se reprezintă drumul în plan orizontal, în linie dreaptă, sînt marcate lucrările de artă, alte elemente ale drumului (poduri, podețe, ziduri de sprijin, stații de în crucișare etc.) ;

— *cotele proiectului* — lățimea benzii 1,5 cm ; în punctele intermediare ale panoului se calculează cu relația

$$C_{pn} = C_{p1} \pm d_{1-n} \cdot i,$$

în care :  $C_{pn}$  este cota proiectului în punctul  $n$  ;

$C_{p1}$  — cota proiectului în punctul de început al panoului respectiv ;

$d_{1-n}$  — distanța dintre cele două puncte ;

$i$  — declivitatea panoului, care poate fi pozitivă sau negativă și se exprimă sub forma tangentei trigonometrice ( $5\% = 0,05$ ) ;

— *cotele de lucru* (adîncimea debleului sau înălțimea rambleurului) din dreptul fiecărui pichet rezultă din diferența algebrică dintre cota proiectului și cota terenului. Se înscriu deasupra sau dedesubtul liniei roșii, după cum sînt pozitive sau negative ;

— *declivități* — lățimea benzii 0,5 cm ; se înscriu aici declivitățile liniei roșii și distanțele pe care se aplică (pasul de proiectare) ;

— *cotele terenului* — lățimea benzii de 1,5 cm ; se iau din caietul de nivelment, în cazul cînd s-au făcut măsurători pe teren, sau se calculează pe planuri prevăzute cu curbe de nivel și se scriu pe verticală în dreptul pichetilor ;

— *distanța între picheți* — lățimea benzii de 0,5 cm ; se ia din măsurătorile de pe teren sau se calculează pe harta topografică prevăzută cu curbe de nivel ;

— *hectometrajul* — lățimea benzii de 1,5 cm ; se înscriu pe verticală, în dreptul fiecărui pichet, distanțele cumulate pe hectometru ;

— *aliniamente și curbe* — lățimea benzii de 2,5 cm ; prin linia orizontală la mijlocul benzii se trasează cu linie continuă mărimea aliniamentelor pînă la punctele de intrare și ieșire din curbă. Curbele sînt reprezentate prin linie poligonală (jumătate dreptunghi), în așa fel ca semnul curbei să se afle sub linia aliniamentelor pentru curbele spre stînga și deasupra pentru curbele spre dreapta, în sensul de mers. În dreptul curbelor se înscriu valorile numerice ale elementelor curbei :

$C1, C2, C3, Cn$  reprezintă numerotarea curbelor ;

$\beta$  — unghiul interior dintre aliniamente ;

$T$  — tangenta ;

$B$  — bîsectoarea (distanța de la mijlocul curbei la vîrfurile aliniamentelor) ;

$L$  — lungimea curbei de racordare.

#### VERIFICAREA CUNOȘTINTELOR

1. Indicați elementele care determină profilul longitudinal al drumului.
2. Cum se calculează declivitățile unui drum ?
3. Ce criterii stau la baza trasării liniei roșii ?
4. Executați profilul longitudinal al unui drum pentru care ați întocmit și planul de situație. Cotele terenului se vor calcula de pe planuri prevăzute cu curbe de nivel sau din măsurători topografice pe teren.



## CAPITOLUL 5

# ELEMENTE GEOMETRICE ȘI CONSTRUCTIVE ALE DRUMURILOR ÎN PROFIL TRANSVERSAL

### 1. ELEMENTELE PROFILULUI TRANSVERSAL

Profilul transversal al unui drum reprezintă o secțiune transversală prin corpul drumului, executată după un plan perpendicular pe axa sa longitudinală în aliniament și pe direcția razei în curbe. În profilul transversal se pot studia elementele principale ale drumului. Ca tipuri caracteristice, profilele transversale (fig. 5.1) se clasifică în :

— *profile transversale de rambleu* (umplutură), care rezultă când linia proiectului este deasupra liniei terenului. Se întâlnesc în cazul traseelor de vale sau când se traversează zone depresionare. Rămbleele înalte se pot înlocui cu viaducte, când aceasta rezultă dintr-un calcul tehnico-economic ;

— *profile transversale de debleu* (săpătură), care rezultă când linia proiectului este dedesubtul liniei terenului. Sînt frecvente la traseele care traversează culmile sau care se desfășoară pe culme ;

— *profile transversale mixte* (săpătură și umplutură), care rezultă când platforma intersectează linia terenului natural.

Profilul transversal care cuprinde detaliile constructive privitoare la alcătuirea unui drum se numește *profil transversal tip*.

Elementele caracteristice ale profilelor transversale (fig. 5.2) sînt următoarele :

a. **Platforma drumului** cuprinde partea carosabilă și cele două acostamente. Lățimea platformei depinde de numărul benzilor de circulație și de lățimea unei benzi.

**Banda de circulație** reprezintă fișia de drum care permite circulația vehiculelor într-un anumit sens. Drumurile forestiere se construiesc cu una sau cu două benzi de circulație (fig. 5.3). La drumurile cu o singură bandă de circulație se prevăd stații de încrucișare.

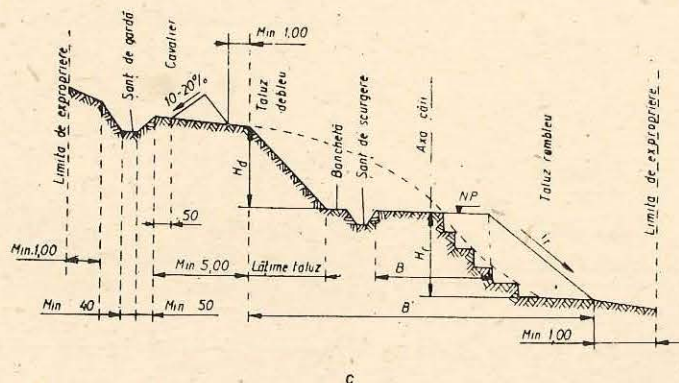
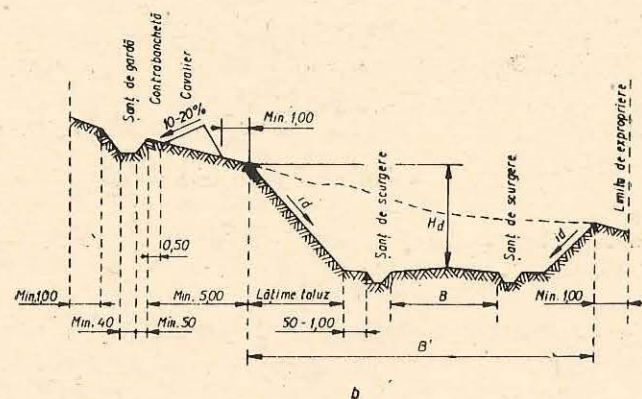
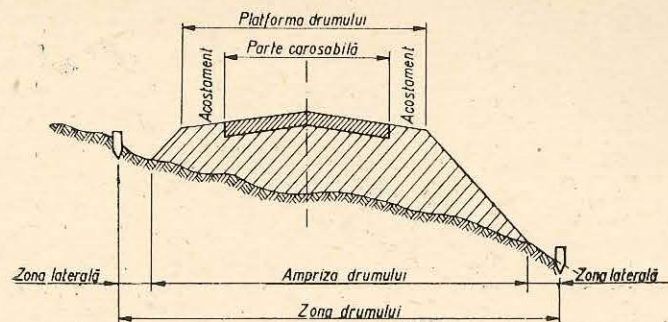


Fig. 5.1. Profile transversale :  
a — rambleu ; b — debleu ; c — mixt.



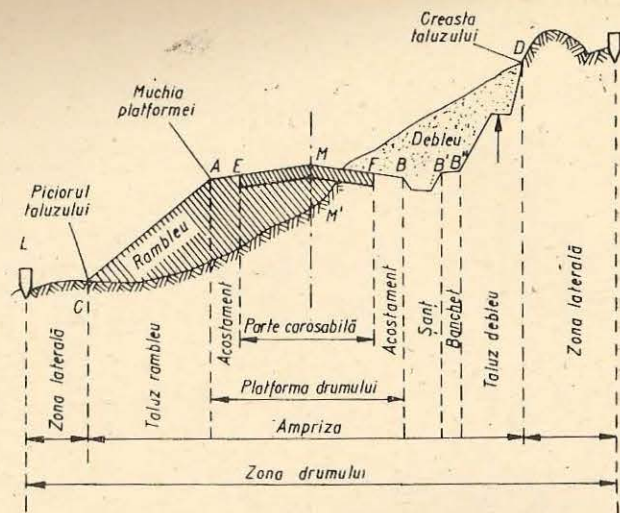


Fig. 5.2. Elementele profilului transversal.

Lățimea unei benzi (fig. 5.3, a) se stabilește cu relația

$$b = e + 2c_1.$$

Pentru drumurile cu două benzi de circulație (fig. 5.3, b), lățimea platformei se calculează cu relația

$$b = 2l_g + c_2 + 2\left(c_1 - \frac{l_g - e}{2}\right)$$

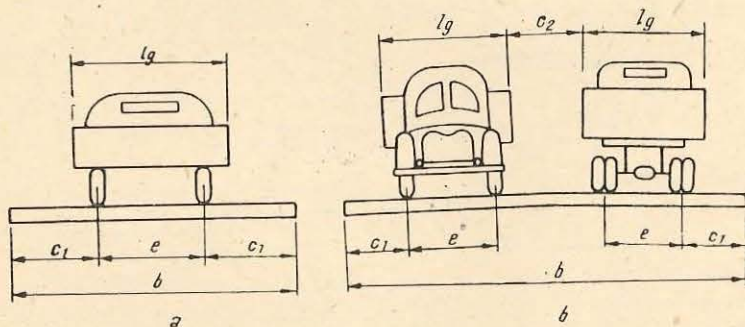


Fig. 5.3. Lățimea părții carosabile :  
a — cu o bandă de circulație ; b — cu două benzi de circulație.

în care :  $l_g$  este lățimea de gabarit a unui autovehicul (2,25—2,75 m pentru autocamioane) ;

$c_2$  — spațiu de siguranță între autovehiculele care se întalnesc sau se depășesc ;

$c_1$  — spații de siguranță pînă la marginea părții carosabile ;

$e$  — ecartamentul autovehiculului.

Valorile  $c_1$  și  $c_2$  depind de viteza de proiectare ; pentru drumurile forestiere se adoptă următoarele valori :

$$c_1 = 0,40 \dots 0,60 \text{ m} ; c_2 = 1,00 \dots 2,00 \text{ m}.$$

Lățimea platformei drumului este de 3,00 m pentru drumurile cu o bandă de circulație, de 2,75 m pentru drumurile colectoare și de 5,50—6,00 m pentru drumurile cu două benzi de circulație și pentru drumurile cu o bandă de circulație în dreptul stațiilor de încrucișare.

Lățimea drumului în curbe se mărește cu valoarea supralărgirilor.

Forma părții carosabile este convexă pentru a permite scurgerea apelor de pe platforma drumului. Această formă poartă denumirea de *bombament*.

Bombamentul poate fi :

— curb, sub forma unui arc de cerc sau de parabolă (fig. 5.4, a) în cazul drumurilor împietruite sau cu pavaje de piatră ;

— cu două versante plane, neracordate sau racordate pe treimea sau cincimea mijlocie (fig 5.4, b și c) în cazul drumurilor cu îmbrăcămînți moderne ;

— un versant plan, sub formă de streășină (fig. 5.4, d), în curbe convertite sau supraînălțate.

Bombamentul exprimă raportul dintre săgeata măsurată în axa căii și lățimea părții carosabile :

$$B = \frac{f}{b},$$

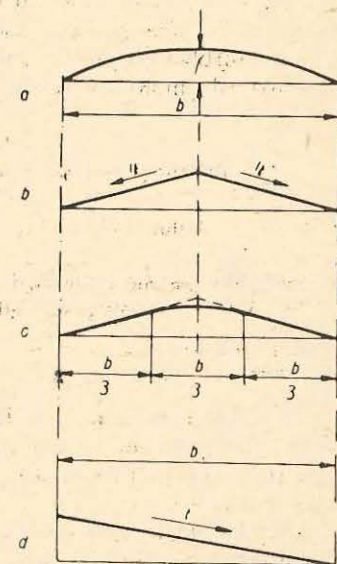


Fig. 5.4. Bombamentul părții carosabile.



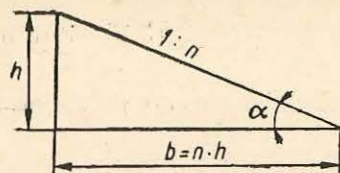


Fig. 5.5. Calculul înclinării taluzului.

în care :  $B$  este bombamentul ;  
 $f$  — săgeata ;  
 $b$  — lățimea părții carosabile.

Pantele transversale depind de felul îmbrăcăminții și de declivitatea longitudinală a drumului.

b. **Taluzurile** sînt caracterizate prin înclinare, care este dată de tangenta trigonometrică a unghiului pe care îl formează linia de cea mai mare pantă cu orizontala (fig. 5.5) :

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{b} = \frac{h}{nh} = \frac{1}{n},$$

în care :  $\alpha$  este unghiul de înclinare a taluzului ;  
 $h$  — înălțimea taluzului ;  
 $b$  — lățimea taluzului redusă la orizont ;  
 $n$  — tangenta trigonometrică a unghiului taluzului cu orizontala.

Înclinarea taluzurilor la drumuri depinde de înălțimea rambleului, respectiv de adîncimea debleului, de natura terenului, precum și de modul de construcție a taluzului.

La ramblee taluzurile vor avea înclinarea de 1 : 1,5 pentru materialele și înălțimile maxime indicate în tabela 5.1.

TABELA 5.1

Înălțimea maximă a taluzurilor cu înclinarea 1 : 1,5 la ramblee

Felul materialului	Înălțimea maximă a taluzului pe verticală, în m
Argile prăfoase sau argile nisipoase	6
Nisipuri argiloase sau praf argilos	7
Nisipuri	8
Pietrișuri sau balasturi	10

În cazul rambleelor cu înălțimi cuprinse între 10 și 12 m, înclinarea taluzurilor este de 1 : 1,5 în partea superioară a rambleului, pe înălțimile indicate în tabela 5.1, și 1 : 1,75 pe restul înălțimii, pînă la baza rambleului.

La rambleele mai înalte de 12 m și la cele amplasate pe coaste cu pante transversale mai mari de 1 : 1,5 sau în condiții hidrologice defavorabile, înclinarea taluzurilor se va stabili pe baza unor calcule de stabilitate.

Dacă materialul din care se execută taluzul este pietriș mare, cu dimensiuni de peste 25 mm, sau care conține fragmente de stîncă mai mult de 25 %, taluzul se va construi cu înclinarea de 1 : 1,25.

În cazul rambleelor din piatră, taluzurile pot avea înclinări de 1 : 1, în funcție de mărimea, forma și modul de așezare a pietrei folosite.

În albiile majore ale râurilor, înclinarea taluzurilor rambleelor inundabile nu trebuie să depășească 1 : 2 pe înălțimea inundabilă, fiind necesar a se lua măsuri speciale de consolidare a taluzurilor.

În debleu, înclinările taluzurilor pentru adîncimi de pînă la 12 m, în funcție de natura terenului, sînt arătate în tabela 5.2.

TABELA 5.2

Înclinarea taluzurilor în debleuri de pînă la 12 m adîncime

Natura terenului	Înclinarea taluzurilor
Pămînturi argiloase, argilo-nisipoase sau prăfoase	1 : 1,5
Pămînturi pietroase sau marne	1 : 1...1 : 0,5
Loess, roci stîncoase nealterabile	1 : 0,1

În debleurile mai adînci de 12 m sau amplasate în condiții hidrologice defavorabile, înclinarea taluzurilor se va stabili prin calcul.

Înclinările taluzurilor în debleuri care interceptează straturi de pămînturi diferite pot fi frînte, după natura materialului (fig. 5.6, a). La trecerea de la un strat la altul se recomandă să se amenajeze banchete de siguranță.

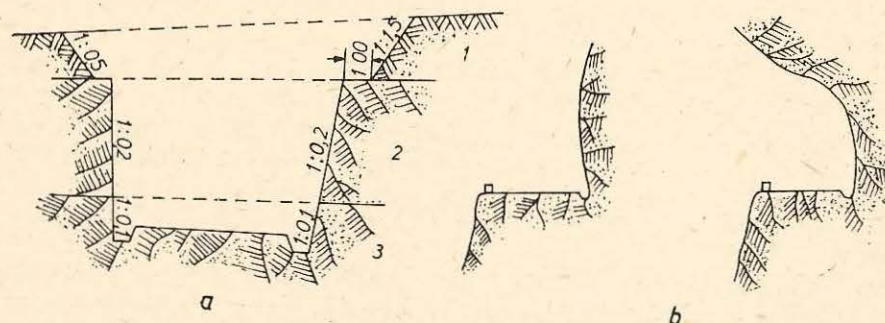


Fig. 5.6. Înclinarea taluzurilor :  
a — în pămînturi diferite ; b — în stînci masive.



c. **Acostamentele** sînt fișii laterale ale platformei drumului, cuprinse între marginea părții carosabile și marginea platformei. Acostamentele servesc la :

- încadrarea părții carosabile, împiedicînd deplasarea laterală a materialelor din corpul drumului ;
- scurgerea apelor de pe partea carosabilă ; în acest sens, panta lor transversală este mai mare de regulă cu 1 % față de cea a părții carosabile ;
- circulația pietonilor și staționarea autovehiculelor ;
- lărgirea în viitor a părții carosabile ;
- amplasarea lucrărilor anexe ale drumului (borne, parapete, table indicatoare).

Lățimea acostamentelor variază între 0,5 și 3 m, în funcție de viteza de proiectare, importanța drumului, condițiile locale de construcție. Pentru drumurile forestiere, cînd acostamentele servesc numai pentru încadrarea părții carosabile, lățimea lor este de 0,35—0,75 m.

Acostamentele se consolidează prin înierbare sau prin pavare cu materiale pietroase.

d. **Șanțurile pentru scurgerea apelor** se execută în porțiunile de debleu și în cele în care se acumulează ape ce trebuie îndepărtate.

Șanțurile pot avea secțiunea transversală în formă trapezoidală sau triunghiulară. Dimensiunile șanțurilor se stabilesc în funcție de cantitatea de apă ce trebuie evacuată. Fundul șanțului trebuie să fie cu 0,15—0,25 m sub nivelul patului drumului.

Pentru drumurile forestiere, șanțurile trapezoidale au lățimea la fund de 0,4—0,5 m, iar adîncimea în funcție de cantitatea de apă ce trebuie evacuată, astfel ca între muchia șanțului și suprafața apei să rămîină circa 0,15 m.

Înclinarea taluzurilor șanțurilor spre partea carosabilă este egală cu cea a taluzului de rambleu ( $1 : m$ ), iar a taluzului exterior cu cea a taluzului de debleu ( $1 : n$ ) (fig. 5.7, a).

La șanțurile triunghiulare, taluzul interior are înclinarea de  $1 : 2$ — $1 : 3$ , iar cel dinspre versant  $1 : 1$ — $1 : 1,5$  (fig. 5.7, b).

Panta longitudinală a șanțurilor urmărește în general declivitatea drumurilor, iar în cazul drumului în palier ea trebuie să fie de 0,5% pentru a asigura scurgerea apelor. Cînd această pantă nu se poate realiza, ea poate fi redusă la 0,25% în terenul natural și chiar la 0,1% în cazul șanțului pavat.

e. **Rigolele** sînt fișii cu profil albiat sau trapezoidal de adîncime mică, situate de-a lungul drumurilor sau al străzilor, executate la marginea platformei, pentru a înlesni colectarea și îndepărtarea apelor de pe suprafețe relativ mici (fig. 5.8).

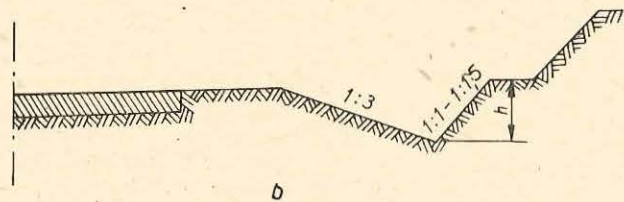
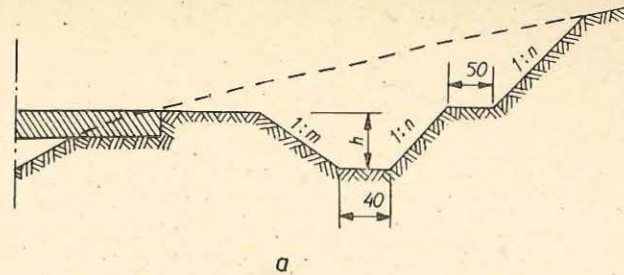


Fig. 5.7. Șanțuri :  
a — trapezoidal ; b — triunghiular.

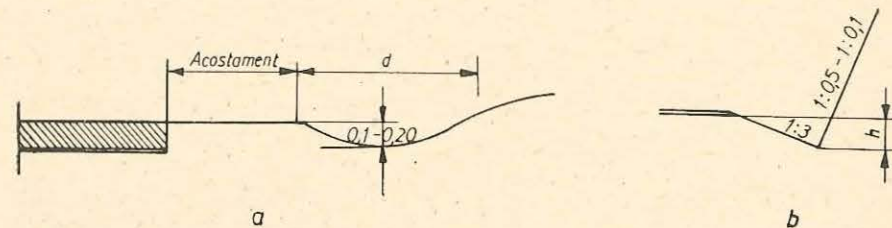


Fig. 5.8. Rigole :  
a — în formă albiată ; b — trapezoidală.

f. **Banchetele** se amenajează între șanț și taluz, iar bermele pe taluz și au înclinarea de 1—2% spre șanț. Au rolul de a reține pămîntul dislocat de pe taluz. Lățimea banchetelor variază între 0,20 și 0,50 m. În terenurile stîncioase nu se prevăd banchete.

g. **Zona drumului** este fișia de teren care aparține administrației drumurilor și care cuprinde ampriza și cele două zone laterale situate de ambele părți ale amprizei.

h. **Gabaritul de liberă trecere** reprezintă conturul poligonal în profil transversal în care trebuie să se încadreze dimensiunile maxime ale autovehiculelor, asigurînd un spațiu liber pentru trecerea lor nestin-



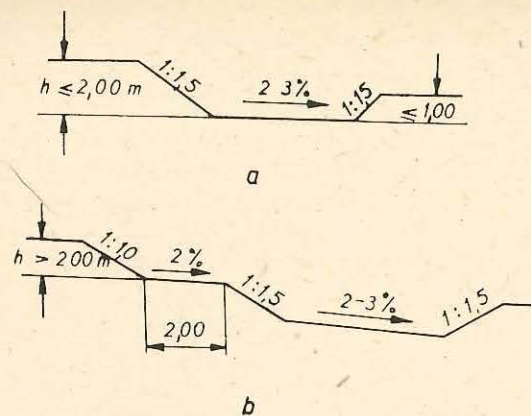


Fig. 5.9. Gropi de împrumut :  
a - tip șanț; b - cu banchetă.

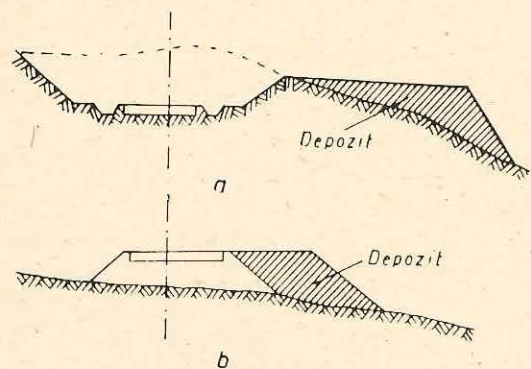


Fig. 5.10. Depozite de pământ :  
a - în afara amprizei; b - în stații de încrucișare.

formă regulată, sînt puțin adinci (sub 1 m) și se amplasează în așa fel ca apa să nu se infiltreze în rambleu (fig. 5.9).

Depozitele sînt locuri în care se transportă excedentul de debleu, adesea lărgindu-se platforma drumului în afara amprizei, constituind locuri pentru depozitarea materialului de construcție a drumului sau de parcare a autovehiculelor (fig. 5.10).

Dacă depozitele se amenajează în amonte de creasta taluzului de debleu poartă denumirea de *cavaliere*. La drumurile cu o singură bandă de circulație se recomandă ca depozitarea pămîntului să se facă în stațiile de încrucișare, mărindu-se astfel lungimea lor.

gherită. Înălțimea gabariturii este de 5 m iar spațiul de siguranță de o parte și de alta a părții carosabile este de 0,5 m. În interiorul gabariturii nu trebuie să intre nici un element de construcție accesoriu al drumului (borne, stîlpi, table indicatoare etc.).

## 2. GROPI DE ÎMPRUMUT ȘI DEPOZITE

La executarea infrastructurii drumurilor, terasamentele se compensează total sau parțial (pămîntul rezultat din săpătură se transportă în umplutură). Cînd terasamentele nu se compensează, rezultă că este excedent de rambleu, care se asigură din camere de împrumut, sau excedent de debleu, care trebuie transportat în depozite.

Gropile de împrumut sînt săpături executate în lungul drumului, din care se extrage pămîntul necesar executării rambleelor. Ele au

## 3. AMENAJAREA PROFILULUI TRANSVERSAL ÎN CURBE

Circulația în curbe, din cauza apariției forței centrifuge, se face mai greu decît în aliniament. Este necesar ca la proiectarea drumului în curbă să se țină seama de normativul departamental privind proiectarea drumurilor forestiere pentru circulația autovehiculelor, care prevede;

- evitarea introducerii unor curbe nejustificate de relieful terenului;
- racordarea curbilor să se facă cu raze cît mai mari;
- lungimea minimă a unei curbe între punctele de tangență să fie egală cu spațiul parcurs de autovehicul în 5 s;
- curbele apropiate de același sens să fie înlocuite printr-o singură racordare;

- între curbele de sens contrar să se intercaleze aliniamente de redresare, care trebuie să aibă lungimea minimă  $L_{min} = 1,4 V$ , unde  $V$  este viteza de proiectare, în km/h;

- pentru o mai ușoară înscriere a autovehiculului în curbe este necesară supralărgirea drumului;

- convertirea profilului transversal;
- supraînălțarea profilului transversal.

a. **Definirea și calculul razelor caracteristice.** La deplasarea autovehiculelor prin curbă circulară apare acțiunea forței centrifuge, care tinde să producă derapajul. Pentru combaterea derapajului trebuie determinate razele minime și condițiile de amenajare a curbilor, astfel ca circulația autovehiculelor să se facă în condiții de siguranță și confort pentru viteza de proiectare dată.

Forțele care acționează asupra autovehiculului în curbă sînt: forța centrifugă  $F_c$  și greutatea autovehiculului  $P$  (fig. 5.11). Aceste forțe se descompun după două direcții: paralelă cu calea și normală pe cale.

Derapajul este provocat de componenta forței centrifuge paralelă cu calea  $F_c \cos \alpha$ . Derapajului i se opun forțele:  $P \sin \alpha$ , componenta greutății autovehiculului paralelă cu calea, și forța de frecare dată de componentele care acționează perpendicular pe cale ( $P \cos \alpha$ , componenta greutății, și  $F_c \sin \alpha$ , componenta forței centrifuge).

Condiția de stabilitate este

$F_c \cos \alpha \leq P \sin \alpha + f(P \cos \alpha + F_c \sin \alpha)$ ,  
în care  $f$  este coeficientul de frecare transversală, care are valori maxime de 0,4—0,6.

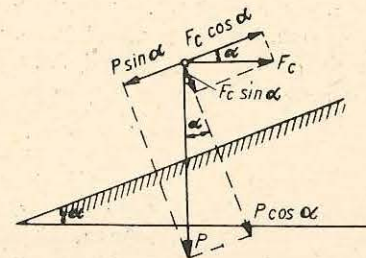


Fig. 5.11. Forțele care apar la deplasarea în curbă.



În calculele pentru combaterea derapajului, pentru  $f$  se adoptă o valoare mai mică (0,1–0,2), care să asigure un grad mai mare de siguranță și de confort.

În condiția de stabilitate, unghiul  $\alpha$  fiind mic se poate aproxima :

$$\cos \alpha = 1 \text{ și } \sin \alpha = \operatorname{tg} \alpha = i_t \text{ (încalinarea transversală).}$$

În acest caz relația de stabilitate devine

$$F_c \leq P i_t + f(P + F_c i_t).$$

Termenul  $f F_c i_t$  se poate neglija, avind valori mici; și relația devine

$$F_c \leq P(f + i_t).$$

Înlocuind valoarea lui  $F_c$  cu  $\frac{P v^2}{g R}$  [daN] rezultă

$$\frac{P v^2}{g R} \leq P(f + i_t),$$

în care :  $P$  este greutatea autovehiculului, în daN ;

$g$  — accelerația gravitației, în  $\text{m/s}^2$  ;

$v$  — viteza vehiculului, în  $\text{m/s}$  ;

$R$  — raza curbei, în  $\text{m}$ .

Din această relație se deduce că raza de racordare este

$$R \geq \frac{v^2}{g(f + i_t)} \text{ sau } R \geq \frac{V^2}{127(f + i_t)},$$

$V$  fiind viteza de proiectare, în  $\text{km/h}$ .

Ținând seama de elementele care intră în calcul, se poate afirma că raza de racordare este condiționată de viteza de proiectare, de frecarea dintre pneu și îmbrăcămintă și de înclinarea transversală a drumului.

Cu ajutorul acestei relații se poate face o clasificare a razelor și a curbelor de racordare în funcție de amenajările constructive din profilul transversal : raze recomandabile, raze curente și raze minime.

**Razele recomandabile**  $R_r$  sînt acelea care asigură circulația autovehiculelor cu viteza de proiectare respectivă, în condiții de siguranță și confort, profilul transversal în curbă păstrîndu-se sub formă de acoperiș, ca în aliniament. Vehiculele pot circula bine atît pe deverul pozitiv cît și pe deverul negativ (fig. 5.12). Mărimea razei recomandabile este

$$R_r = \frac{V^2}{127(f - i_t)},$$

în care :  $R_r$  este raza recomandabilă, în  $\text{m}$  ;

$V$  — viteza, în  $\text{km/h}$  ;

$i_t$  — înclinarea transversală (cu valoarea 0,03) ;

$f$  — coeficient de frecare (cu valoarea 0,1).

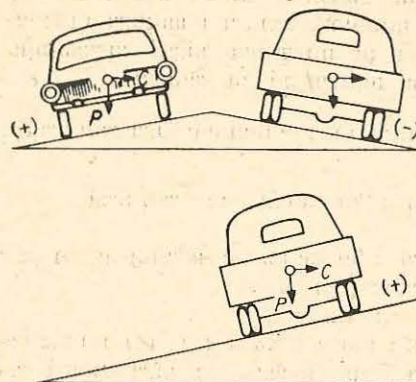


Fig. 5.12. Deverul negativ și deverul pozitiv.

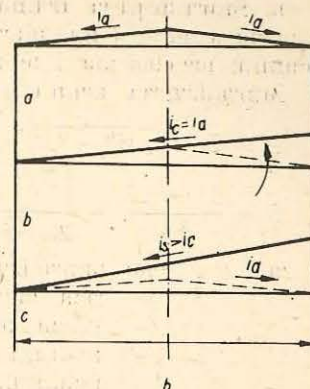


Fig. 5.13. Convertirea și supraînălțarea profilului transversal :

$a$  — profil cu două pante ;  
 $b$  — profil convertit ;  $c$  — profil supraînălțat.

**Razele curente**  $R_c$  sînt acelea care asigură circulația autovehiculelor cu viteza de proiectare dacă profilul transversal în curbă se aduce de la forma de acoperiș cu două pante din aliniament (fig. 5.13,  $a$ ) la acoperiș cu o singură pantă transversală (fig. 5.13,  $b$ ).

Valoarea razei curente este

$$R_c = \frac{V^2}{127(f + i_t)},$$

în care  $f$  și  $i_t$  au aceleași valori ca și în cazul razei recomandabile.

**Raza minimă**  $R_m$  este aceea care asigură circulația autovehiculelor cu viteza de proiectare, în condiții de siguranță și confort, numai dacă profilul transversal se supraînălță (fig. 5.13,  $c$ ).

Mărimea razelor caracteristice, în funcție de viteza de proiectare, este dată în tabela 5.3.

TABELA 5.3

Mărimea razelor caracteristice în funcție de viteza de proiectare

Raze caracteristice	Viteza de proiectare, în $\text{km/h}$					
	50	40	25	20	15	10
Raza recomandabilă, în $\text{m}$	340	200	80	50	30	30
Raza curentă, în $\text{m}$	170	100	40	25	15	15
Raza minimă, în $\text{m}$	85	50	20	15	10	10



b. **Supralărgirea drumului în curbă.** Lăţimea platformei drumului în curbă se adoptă mai mare decât în aliniament, pentru a asigura autovehiculului aceleaşi spaţii de siguranţă faţă de marginea părţii carosabile. Supralărgirea drumului în curbă se determină cu relaţiile :

$$S = R - \sqrt{R^2 - L^2} + \frac{V}{20\sqrt{R}} \text{ (pentru autovehiculele fără remorcă);}$$

$$S = \frac{L^2 + L_1^2}{2R} + \frac{V}{20\sqrt{R}} \text{ (pentru autovehiculele cu remorcă),}$$

în care :  $S$  este supralărgirea necesară unei benzi de circulaţie, în m ;  
 $R$  — raza curbei de racordare, în m ;  
 $V$  — viteza de proiectare, în km/h ;  
 $L$  — distanţa dintre osia din spate şi bara din faţă a autovehiculului, considerată 7 m în cazul în care există remorcă şi 4,88 în cazul fără remorcă ;  
 $L_1$  — distanţa între scaunul rotitor şi osia remorcii : 5 şi respectiv 9 m.

Normativul pentru proiectarea drumurilor forestiere în cazul transportului lemnului cu autotrolii prevede, în funcţie de viteza de proiectare, mărimea remorcii şi de raza curbei, supralărgirile arătate în tabela 5.4.

Supralărgirea nu se dă în dauna acostamentelor ; ea are valoare constantă pe toată lungimea curbei circulare, care îşi păstrează lăţimea cerută din aliniament. Trecerea de la lăţimea din aliniament la lăţimea supralărgită din curbă se face în mod progresiv, înainte de tangenta de intrare, respectiv de ieşire din curbă, pe o lungime de 10—15 m sau pe lungimea curbei de tranziţie sau a aliniamentului de redresare.

La drumurile cu o singură bandă de circulaţie supralărgirea se dă către partea interioară a curbei, cînd nu este posibil să se împartă în două : jumătate pentru partea interioară şi jumătate la partea exterioră.

În mod excepţional, cînd nu este posibil din cauza terenului accidentat, supralărgirea se dă şi numai spre exteriorul curbei. La drumurile cu două benzi de circulaţie supralărgirea se dă simetric : jumătate la partea interioară şi jumătate la partea exterioră.

c. **Convertirea şi supraînălţarea drumului în curbă.** Convertirea şi supraînălţarea profilului transversal are drept scop micşorarea efectului forţei centrifuge şi prevenirea derapajului (v. fig. 5.13).

Prin convertire se înţelege transformarea profilului transversal de la forma cu două pante din aliniament la profilul din curbă cu o singură pantă, îndreptată spre interiorul curbei. În acest caz, înclinarea din curbă este egală cu înclinarea din aliniament ( $i_c = i_a$ ).

În cazul convertirii, racordarea în spaţiu se face prin rotirea jumătăţii exterioare a platformei drumului în jurul axei drumului, pînă la realizarea unei pante unice, egale cu panta transversală din aliniament.

TABELA 5.4

Supralărgirea drumurilor forestiere

Raza curbei m	Viteza de proiectare şi tipul autovehiculului											
	50 şi 40 km/h		25 km/h		20 km/h		15 şi 10 km/h		Fără remorcă		Remor- că mo- no- axă 9 m	
	Fără remorcă	Remor- că mo- no- axă 9 m	Fără remorcă	Remor- că mo- no- axă 6 m	Fără remorcă	Remor- că mo- no- axă 6 m	Fără remorcă	Remor- că mo- no- axă 9 m	Fără remorcă	Remor- că mo- no- axă 6 m	Fără remorcă	Remor- că mo- no- axă 9 m
10	0,78	0,88	1,55	1,77	1,99	2,25	3,10	3,10	3,75	3,23	3,10	5,48
15	0,67	0,76	1,25	1,44	1,49	1,71	1,92	1,92	2,84	2,18	1,92	3,68
20	0,53	0,59	1,06	1,23	1,20	1,39	1,44	1,44	2,30	1,66	1,44	2,79
25	0,39	0,43	0,82	0,95	1,01	1,18	1,15	1,15	1,93	1,34	1,34	2,25
30	0,29	0,32	0,68	0,78	0,78	0,91	0,97	0,97	1,47	1,14	1,14	1,89
40	0,27	0,29	0,57	0,66	0,64	0,76	0,74	0,74	1,19	0,87	0,87	1,43
50	0,23	0,25	0,45	0,51	0,54	0,63	0,61	0,61	1,00	0,71	0,71	1,16
60	0,20	0,22	0,37	0,42	0,42	0,48	0,46	0,46	0,76	0,60	0,60	0,97
80	0,18	0,20	0,32	0,36	0,35	0,40	0,38	0,38	0,62	0,46	0,46	0,74
100	0,15	0,17	0,27	0,30	0,30	0,34	0,33	0,33	0,53	0,38	0,38	0,60
120	0,12	0,14	0,22	0,26	0,25	0,28	0,28	0,28	0,43	0,32	0,32	0,51
150	0,10	0,11	0,20	0,24	0,21	0,24	0,24	0,24	0,36	0,26	0,26	0,41
180	0,08	0,09	0,18	0,21	0,20	0,22	0,20	0,20	0,33	0,23	0,23	0,35
200	0,07	0,08	0,16	0,20	0,18	0,21	0,18	0,18	0,27	0,20	0,20	0,31
250	0,05	0,06	0,12	0,17	0,16	0,18	0,16	0,16	0,23	0,17	0,17	0,26
300	0,04	0,05	0,10	0,15	0,14	0,16	0,14	0,14	0,23	0,14	0,14	0,21



Valoarea supraînălțării căii în curbă

Raza curbei, în m	Panta transversală unică, în %, în funcție de viteza de proiectare					
	50 km/h	40 km/h	25 km/h	20 km/h	15 km/h	10 km/h
10	—	—	—	—	4,5	4,0
15	—	—	—	5,5	3,0	3,0
20	—	—	6,0	4,5	—	—
25	—	—	5,0	3,0	—	—
30	—	—	4,0	—	—	—
40	—	—	3,0	—	—	—
50	—	6,0	—	—	—	—
60	—	5,0	—	—	—	—
80	6,0	4,0	—	—	—	—
100	5,5	3,0	—	—	—	—
120	4,0	—	—	—	—	—
140	3,5	—	—	—	—	—
170	3,0	—	—	—	—	—

Curbele succesive se clasifică în două categorii : de același sens și de sens contrar.

Curbele succesive de același sens trebuie în general evitate prin : mărirea aliniamentului la peste 1,4 V, înlocuirea celor două curbe printr-una singură, înlocuirea aliniamentului intermediar cu un arc de tranziție.

Dacă evitarea nu este posibilă, amenajarea în spațiu a curbelor se realizează astfel :

— dacă lungimea aliniamentelor dintre cele două curbe este mai mică de 1,4 V, supraînălțările celor două curbe se unesc printr-o pantă continuă (fig. 5.14, a) ;

— dacă lungimea aliniamentului între cele două curbe este cuprinsă între V și 1,4 V, se execută supraînălțarea fiecărei curbe până la profilul convertit, care rămâne apoi constant între cele două curbe (fig. 5.14, b).

Curbele succesive de sens contrar (ale căror centre de racordare sînt situate de o parte și de alta a drumului) trebuie evitate prin mărirea aliniamentului la o lungime egală sau mai mare ca 1,4 V. Dacă nu este

Lungimea pe care se face convertirea este egală cu lungimea curbei de tranziție. În cazul drumurilor forestiere, cînd nu se folosesc curbe de tranziție, convertirea începe cu 10—15 m înaintea punctelor de intrare și ieșire din curbă. Convertirea profilului transversal în curbă se face numai pentru curbele cu raze mai mici decît raza recomandabilă.

Supraînălțarea căii în curbă înseamnă trecerea de la profilul convertit la un profil cu pantă unică mai mare ; în acest caz  $i_s > i_c$ .

Valoarea pantei transversale unice (profil supraînălțat) se calculează cu relația

$$i_s = 0,262 \frac{V^2}{R},$$

în care :  $i_s$  este panta transversală a drumului supraînălțat ;

V — viteza de proiectare, în km/h ;

R — raza curbei, în m.

În cazul supraînălțării, se consideră că 2/3 din forța centrifugă este preluată de forța de frecare dintre roată și îmbrăcăminte, iar restul de 1/3 este preluată de supraînălțare. Modificarea formei profilului transversal din aliniament la forma cu o singură pantă supraînălțată se realizează progresiv, pe lungimile curbilor de tranziție, și se păstrează pe toată lungimea curbilor circulare. Modificarea se face în două etape. Întîi profilul transversal se convertește, apoi se supraînălță. Supraînălțarea se realizează prin rotirea profilului convertit în jurul marginii interioare a părții carosabile nesupralărgite.

Valorile pantelor transversale la curbele supraînălțate, în funcție de viteza de proiectare, sînt arătate în tabela 5.5. Calculul pantelor și al razelor sînt determinate în condiții de confort și siguranță a circulației, admițîndu-se că frecarea dintre roată și cale contribuie la combaterea derapajului de trei ori mai mult decît supraînălțarea.

Acostamentele drumului în curbele supraînălțate, atît cel interior cît și cel exterior, au aceeași pantă ca și platforma drumului. În cazul convertirii și supraînălțării, crește declivitatea longitudinală a drumului. Această creștere a declivității nu trebuie să depășească 1,5% pentru viteze mai mari de 40 km/h. Valoarea totală a declivității în curbă trebuie să nu depășească declivitatea maximă admisă în funcție de raza de racordare și de viteza de proiectare.

d. Amenajarea curbilor succesive. Curbele succesive sînt curbele apropiate care nu pot fi amenajate separat, ci luate împreună. Conform STAS 863/1-77, curbile succesive sînt curbile la care aliniamentul măsurat între punctele de tangență ale curbilor circulare de rază R are lungimea mai mică de 1,4 V (V — viteza de proiectare, în km/h, iar lungimea rezultă în metri).



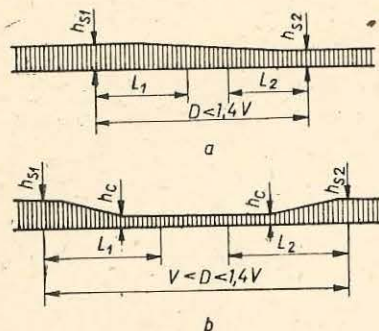


Fig. 5.14. Amenajarea curbilor succesive de același sens.

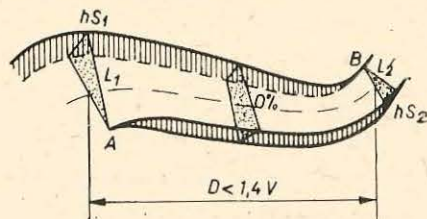


Fig. 5.15. Racordarea supraînălțărilor în curbe de sens contrar în cazul  $D < 1,4 V$ .

posibilă mărirea aliniamentului, el se va înlocui prin adoptarea unor arce de tranziție a căror origine să fie comună.

Cînd nu se poate evita aliniamentul intermediar mai mic decît  $1,4 V$ , amenajarea în spațiu a curbilor de sens contrar se realizează prin racordarea celor două supraînălțări totale  $h_{S1}$  și  $h_{S2}$  și a marginilor corespunzătoare ( $A$  și  $B$ ), astfel ca pantele celor două margini ale părții carosabile să varieze liniar pe toată lungimea de racordare (fig. 5.15).

#### VERIFICAREA CUNOȘTINȚELOR

1. Precizați elementele care determină profilul transversal și ce rol îndeplinesc acestea.
2. Ce este profilul transversal tip?
3. Ce este supralărgirea, convertirea și supraînălțarea profilului transversal?
4. Cum se amenajează profilul transversal în curbă?

## CAPITOLUL 6

### STUDIUL TRASEULUI UNUI DRUM FORESTIER

#### 1. PRINCIPII GENERALE DE ALEGERE A TRASEULUI

Prin trasarea unui drum se înțelege fixarea traseului său pe teren. Prin noțiunea de trasare se înțelege și reprezentarea pe un plan de situație a axei drumului.

Principalii factori de care depinde alegerea traseelor de drumuri forestiere sînt condițiile naturale și condițiile economice.

Condițiile naturale au un rol hotărîtor în fixarea traseului pe hartă și pe teren. Aceste condiții se referă la: relieful regiunii (configurația topografică a traseului), condițiile hidrologice, caracteristicile geotehnice ale pămînturilor din zona în care se amplasează drumul, particularitățile climatice ale regiunii.

Condițiile naturale trebuie corelate cu condițiile economice, care să conducă la ieftinirea costului transporturilor, în așa fel ca drumul proiectat să îndeplinească condițiile:

- să atingă toate punctele în care gravitează masa lemnoasă;
- să permită, în ritmul cerut de exploatarea pădurii, o circulație sigură și economică;
- să reducă cheltuielile de transport prin asigurarea unei viteze de proiectare maximale în condițiile oferite de teren;
- să permită reducerea cheltuielilor de construcție.

a. **Relieful regiunii.** Configurația terenului influențează în cea mai mare măsură traseul unui drum. Ea se caracterizează prin distanțele și diferențele de nivel dintre diferite puncte ale zonei studiate și prin mărimea și variația înclinărilor terenului natural.

Din punct de vedere al traseului drumului, relieful poate fi:

- ușor, cu variații de cotă și pante foarte mici, cu undulații bine conturate, văi largi și puțin adînci;



— mijlociu (dealuri joase), ondulate, cu văi conturate și diferențe de cote sensibile, cu pante de la 10% la 20% ;

— greu (dealuri înalte și munți), accidentat, cu văi înguste și dese, cu forme aspre, cu pante cuprinse între 20% și 100% ;

— relief foarte greu (în defileu), teren accidentat, cu versanți abrupti, văi multe și adânci, cu pante mai mari de 100% .

Traseul trebuie să fie cât mai scurt și cât mai apropiat de linia călăuză (linia dreaptă care unește punctele obligate ale traseului), să aibă curbe puține și raze de racordare cât mai mari, să se înscrie, pe cât posibil, după formele terenului, pentru a evita debleurile adânci, rambleele înalte și lucrările de artă costisitoare.

**b. Condițiile hidrogeologice** privesc regimul apelor de suprafață și subterane. Prin studiul acestor condiții se stabilesc :

— debitele apelor de suprafață pe care le urmărește sau le traversează drumul, precum și bazinele lor de colectare (mărimea acestora, natura pământului, vegetația) ;

— nivelul apelor extraordinare sau catastrofale provocate de riuri ;

— înălțimea și mărimea valurilor, pentru drumurile amplasate în albiile majore ale râurilor.

Toate aceste elemente servesc pentru amplasarea podurilor și podețelor (deschiderea acestora, cotele liniei roșii în dreptul lucrărilor de artă, poziția traseului pe versanți, cotele de execuție în profil longitudinal, lucrări de apărare și de consolidare).

Apele subterane se fac simțite prin fenomenul de înmuiere a patului drumului, slăbirea portanței și deformarea îmbrăcăminții. Zonele cu ape subterane, cu nivel ridicat, se vor evita sau se vor lua măsuri de combatere a influenței acestora prin colectarea și îndepărtarea lor prin drenuri, terasamente ridicate, straturi anticapilare.

În cazul studiilor hidrologice, o atenție deosebită trebuie acordată torenților, viroagelor și depresiunilor. Se vor evita conurile de dejecție ale torenților, acestea fiind în permanentă schimbare, materialele rezultate din descompunerea rocilor fiind strinse în bazinul de colectare, transportate prin cursul mijlociu și depuse în conul de dejecție. Este indicat ca drumul să traverseze torenții prin cursul mijlociu, cu poduri și podețe corespunzătoare.

**c. Condițiile geologice și geotehnice** se referă la structura geologică a terenului, care condiționează stabilitatea rocilor de pe amplasament sau din vecinătatea drumului, posibilitatea executării infrastructurii drumului (terasamente, lucrări de artă), precum și la existența sau lipsa materialelor de construcție locale.

Prin studiul geologic se analizează natura rocilor, stratigrafia regiunii, procesele fizico-geologice și stabilitatea terenului. Se vor evita terenurile

mlăștinoase, mocirloase, turboase, grohotișurile active sau în curs de stingere, versanții susceptibili de alunecări.

**d. Clima regiunii** influențează traseul prin cantitatea de precipitații anuale, apă, zăpadă, durata, intensitatea și frecvența lor. Variațiile de temperatură din timpul anului, temperaturile maxime și minime, mediile lunare influențează asupra liniei roșii, care trebuie proiectată, chiar în regiunile neaccidentate, într-un ușor rambleu.

Regimul zăpezilor (durata, grosimea stratului, frecvența ninsorilor), perioada și intensitatea viscozelor sint elemente care determină, de asemenea, înălțimea de așezare a liniei roșii.

În concluzie, la proiectarea traseului unui drum forestier, pe baza studiului condițiilor naturale, trebuie să se urmărească realizarea următoarelor cerințe :

— traseele să fie cât mai scurte, fără declivități pronunțate, cu raze de racordare mari ;

— evitarea terenurilor umede, cu posibilități reduse de scurgere a apelor superficiale, și a terenurilor cu apă subterană la nivel ridicat ;

— evitarea terenurilor alunecătoare, mlăștinoase, umezite în exces și a terenurilor de origine organică, mocirloase, turboase ;

— evitarea lucrărilor de artă costisitoare prin amplasarea rațională a podurilor, a podețelor, a lucrărilor de apărare și consolidare ;

— evitarea expropriierilor și a scoaterii terenurilor din circuitul agricol ;

— rezolvarea atentă a intersecțiilor cu alte căi de comunicație, stabilirea judicioasă a punctelor obligate ;

— utilizarea materialelor locale și a mîinii de lucru calificate și necalificate din zonă, a mijloacelor de transport și a căilor de comunicație existente.

## 2. STUDIUL TRASEELOR PE HARTĂ ȘI PE TEREN

Studiul pe hartă se face prin examinarea generală a hărților și a planurilor cu curbe de nivel, care are drept scop orientarea proiectantului în stabilirea punctelor obligate.

De obicei, drumurile forestiere se construiesc în regiuni accidentate, în care traseul are aliniamente scurte și curbe cu raze mici. Drumul trebuie să se înscrie în formele de relief în condițiile de declivități și raze de racordare prevăzute prin normative.

**a. Clasificarea traseelor în raport cu formele de relief.** În raport cu formele de relief se deosebesc următoarele cazuri principale de ampla-



sare a drumurilor forestiere : de vale, de coastă, de culme și de trecere dintr-un bazin în altul.

*Traseele de vale* își desfășoară traseul de-a lungul unei văi și pot fi amplasate : în albia majoră sau pe o terasă superioară.

Drumurile amplasate în albia majoră sînt avantajoase din punct de vedere al trasării, deoarece relieful este mai așezat, mai puțin sinuos, are pante transversale mici ; prezintă dezavantajul că necesită lucrări costisitoare de sprijinire a taluzurilor dinspre apă și sînt supuse pericolului izvoarelor naturale, care se pot infiltra în terasamente, conurilor de dejecție sau inundării, în cazul apelor extraordinare.

Drumurile amplasate pe o terasă superioară văii nu sînt supuse pericolului inundării, au pante transversale reduse, au lucrări de consolidare mai puțin costisitoare. O atenție deosebită trebuie acordată însă terenurilor alunecătoare, mai frecvente din cauza izvoarelor care ies la baza acestor terase.

Drumurile pe vale se pot dezvolta pe un singur mal sau, alternativ, pe ambele maluri.

Traversarea de pe un mal pe celălalt este impusă de poziția punctelor obligate, de terenul necorespunzător din punct de vedere topometric și geotehnic, de expunerea mai bună la soare și vînt, de evitarea lucrărilor de consolidare prea costisitoare. Văile trebuie traversate perpendicular pe direcția firului, în locul unde albia este mai îngustă și în linie dreaptă.

Drumurile pe vale prezintă următoarele avantaje :

- declivitatea drumului este în funcție de mersul văii, apropiată de panta longitudinală a acesteia ;
- în zona din aval valea este mai largă, traseul are declivități mici, se pot admite raze de racordare mari ;
- văile pun la dispoziția constructorului materiale de construcție (pietriș, nisip).

Traseele pe firul văilor prezintă și următoarele dezavantaje :

- din cauza sinuozităților văii se impune frîngerea frecventă a aliniamentelor ; spre obîrșie valea se îngustează, declivitățile cresc, razele de racordare se micșorează ;
- traversarea afluenților văii se face în apropiere de vărsare, unde aceștia au lățimi mari ;
- lucrări de terasamente costisitoare, nivelul terasamentelor trebuind să fie deasupra nivelului apelor maxime cu 0,5—1 m.

*Traseele de coastă* leagă două sau mai multe puncte obligate de pe același versant. Dacă diferența de nivel între punctele obligate este mică, traseul se desfășoară apropiat de linia călăuză. Profilul caracteristic al traseelor de coastă este profilul mixt. Poziția cea mai avantajoasă a axei drumului se stabilește pe baza studierii mai multor variante.

*Traseele de culme* urmăresc, de obicei, culmile (crestele) sau platourile ce despart bazine alăturate, ocolind piscurile și obîrșiile văilor. Mai pot apărea sub forma unor tronsoane la drumurile de trecere dintr-un bazin în altul sau la drumurile forestiere de importanță turistică.

*Traseul de trecere dintr-un bazin în altul* leagă rețeaua de colectare din interiorul unui masiv păduros, amplasat pe coasta unui bazin, cu un drum existent ce se află în alt bazin, dincolo de culmea despărțitoare.

Acest tip de traseu se dezvoltă la început ca un drum de coastă, traversează culmea despărțitoare de regulă prin șaua cea mai joasă și se continuă iar ca un drum de coastă.

**b. Metode de trasare.** La proiectarea drumurilor forestiere se urmăresc trei criterii principale :

— declivitățile traseului să nu depășească declivitatea maximă admisă ;

— mărimea aliniamentelor și curbelor, precum și modul de succesiune a acestora ;

— lucrările de pămînt și de artă să fie minimale.

Pe harta prevăzută cu curbe de nivel se trasează axa zero (axa căii a cărei cotă de lucru este nulă).

1) *Studiul traseului pe hartă.* Studiul traseului pe hartă are ca scop stabilirea elementelor geometrice ale traseului în conformitate cu forma terenului.

Studiul traseelor se efectuează pe hărți topografice care reprezintă relieful prin curbe de nivel. Pentru regiuni de șes se folosesc hărți la scara 1 : 25 000—1 : 100 000, iar pentru regiuni accidentale, 1 : 5 000—1 : 25 000.

Studiul pe hartă urmărește :

— stabilirea punctelor obligate ale traseului (punctul inițial al drumului, punctul final, depozitele primare) ;

— cunoașterea în ansamblu a regiunii, precum și a elementelor mai importante ale acesteia, relieful, cursurile de apă, căile de transport existente ;

— stabilirea punctelor dificile ale traseului, care trebuie evitate, cum sînt : rîpele adinci, mlaștinile, conurile de dejecție ale torenților, terenurile fugitive etc.

Scopul final al studiului pe hartă este stabilirea mai multor variante ale traseului care, confruntate cu terenul, după un studiu economic, trebuie să conducă la varianta optimă.

În cazul terenurilor plane, studiul pe hartă urmărește evitarea obstacolelor și obținerea unui traseu cu un terasament minim.

În regiunile de deal și de munte studiul traseelor pe hartă trebuie să țină seama de modul de succesiune a văilor și culmilor, cu versanți



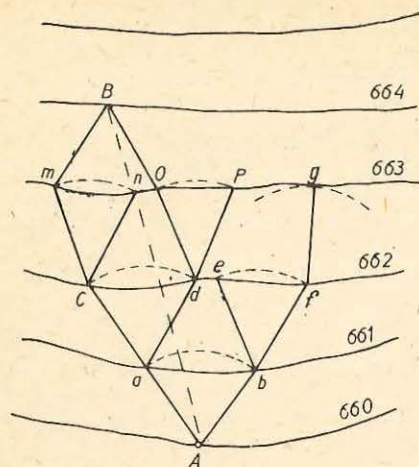


Fig. 6.1. Procedeeul de trasare a axei zero.

nici în săpătură, nici în umplutură, avînd în profil longitudinal cote de lucru nule. Axa unui asemenea traseu se numește axa zero sau linia zero, iar metoda aleasă se numește „metoda axei zero“.

Exemplu : Se consideră un plan cu curbe de nivel (fig. 6.1) pe care există punctele obligate A și B. Se presupune că se dă declivitatea 5% care trebuie menținută constantă pe traseul AB. Pentru aceasta trebuie să se găsească o distanță  $l$  între două curbe de nivel succesive care are declivitatea 5%. Această distanță se stabilește cu relația

$$l = 100 \frac{e}{i},$$

în care :  $e$  este echidistanța planului cu curbe de nivel, în m ;  
 $i$  — panta, exprimată în procente.

Această distanță  $l$  se sporește cu 10% pentru a se compensa mărirea pantei prin scurtarea traseului cu ocazia trasării aliniamentelor (poligonului de bază).

Deci, practic, relația de calcul a distanței dintre două curbe de nivel este

$$l = 110 \frac{e}{i}.$$

Odată stabilită această distanță, se introduce între vîrfurile unui compas (la scara planului), apoi avînd centrul în punctul A se inter-

mai mult sau mai puțin înclinați, care condiționează panta admisibilă a drumului. În acest caz, trasarea pe hartă urmărește :

— lungimea traseului să fie cît mai redusă, traseul ales să fie cît mai aproape de linia călăuză (linia călăuză reprezintă linia dreaptă care unește punctele obligate) ;

— declivitățile să nu depășească declivitatea maximă admisă pentru viteza de proiectare luată pentru drumul respectiv ;

— terasamentele și lucrările de artă să fie cît mai mici.

Stabilirea traseului care să țină seama de aceste condiții constă în găsirea unui traseu cu declivitate continuă și constantă care să nu fie

sectează următoarea curbă de nivel în punctele  $a$  și  $b$ . Din fiecare din aceste puncte, ca noi centre, cu aceeași distanță în compas, se intersectează curba următoare, obținîndu-se punctele  $c, d, e, f$  și așa mai departe, pînă se ajunge în punctul B.

Unind aceste puncte de pe curbele de nivel, se obțin mai multe variante ale axei zero. Pe plan, fiecare variantă se trasează în culori diferite. Se alege varianta care este mai aproape de linia călăuză AB.

2) *Studiul traseului pe teren.* După studierea pe hartă se trece la studierea pe teren, comparînd variantele de pe hartă cu terenul. Studiarea pe teren comportă următoarele lucrări :

— recunoașterea terenului ;

— culegerea datelor topografice necesare executării proiectului.

*Recunoașterea terenului.* Cu această ocazie se parcurg pe teren variantele studiate pe hartă, se fac notări pe hartă cu amănuntele care apar în plus pe teren.

Se execută schițe separate pentru zonele care ridică probleme deosebite (chei, terenuri alunecătoare, torenți, zone mlăștinoase). La traseele de coastă, la recunoașterea terenului se execută un nivelment sumar al traseului cu ajutorul unei nivele. Pe teren se stabilesc punctele obligate ale traseului, se verifică declivitățile, se culeg date privitoare la condițiile climatice și geologice ale regiunii, se notează natura și valoarea terenurilor ce urmează să fie exploatate.

*Culegerea datelor topografice necesare executării drumului.* Datele necesare executării proiectului unui drum se culeg prin măsurători topografice pentru executarea planului de situație, a profilului longitudinal, a profilelor transversale și a planșelor de detaliu pentru poduri, podețe, lucrări de apărare și de consolidare.

Cînd trasarea a fost precedată de studiul traseului pe hartă, lucrările de teren constau în stabilirea vîrfurilor poligonului de bază, prin identificarea hărții cu terenul, definitivarea poziției lor și efectuarea măsurătorilor topografice în vederea racordării aliniamentelor, pichetării și hectometrării traseului pentru elaborarea pieselor desenate.

Dacă lucrările de teren se desfășoară fără un studiu pe hartă, stabilirea traseului se face prin trasare directă, orientată numai prin recunoașteri ale traseului.

Alegerea vîrfurilor poligonului de bază trebuie făcută cît mai bine, pentru ca traseul să se înscrie în teren fără mișcări mari de terasamente.

*Racordarea aliniamentelor.* Cu tahimetrul așezat în vîrfurile poligonului de bază se determină unghiul interior  $\beta$ . Se fixează razele de racordare și cu ajutorul tabelelor de trasare a curbelor se determină celelalte elemente ale curbei (tangenta, bisectoarea, lungimea curbei, puncte intermediare pe curbă) care se materializează pe teren prin picheti.



În terenurile foarte frământate se stabilește o linie poligonală, determinându-se numai unghiurile orizontale, traseul definitiv stabilindu-se la raportare.

*Pichetarea traseului* cuprinde două operații distincte: pichetarea aliniamentelor și pichetarea curbilor.

Operatorul topometru se așază cu teodolitul în primul vîrf al poligonului de bază și vizează înapoi jalonul care marchează începutul traseului. Pe această direcție se plantează picheții, acolo unde terenul are schimbări de pantă în sens longitudinal și transversal. Vizînd înainte, spre al doilea vîrf al poligonului de bază, se pichetează aliniamentul următor.

Din vîrfurile aliniamentelor se măsoară lungimea tangentelor și se plantează picheții la punctele de intrare și ieșire din curbă. Se măsoară lungimea bisectoarei și se plantează un pichet în mijlocul curbei. Apoi, printr-una din metodele studiate și cu ajutorul tabelelor se fixează punctele intermediare pe curbă.

Materializarea pe teren se face prin doi țărushi, unul bătut pe axa drumului, pînă la nivelul terenului, și altul martor, pe o direcție perpendiculară pe axă, pe care se scrie poziția hectometrică sau numărul țărushului respectiv. Distanța dintre picheți se măsoară direct, cu panglica, sau indirect, cu ajutorul busolei tahimetrice.

*Nivelmentul longitudinal* urmărește să determine cotele terenului în dreptul tuturor picheților de pe axa drumului. Operația trebuie făcută cu multă precizie.

Principiul este următorul: dintr-un punct situat în afara traseului, cu ajutorul unei nivele, se fac citiri pe stadia care se așază succesiv în punctele pichetate. Cînd nu se vede stadia (distanța este prea mare) se mută aparatul în alt loc și se fac citiri pe stadia așezată în picheții următori, avînd grijă ca ultimul pichet să fie citit din nou.

Dacă la cota primului pichet (care poate fi luată ulterior sau se face legătura cu cote de puncte cunoscute) se adaugă citirea de pe stadii, se găsește cota planului de viză. Scăzînd din cota planului de viză citirile succesive făcute pe stadii se găsesc cotele terenului în punctele pichetate. Pentru a se evita greșelile, se lucrează cu stadii duble.

*Nivelmentul transversal* se face pentru determinarea volumului de terasamente și pentru stabilirea lucrărilor de apărare și consolidare.

Cotele relative ale terenului în profil transversal se măsoară în toate punctele pichetate pe teren. Se folosește o lată de 2—4 m, prevăzută cu o nivelă așezată la mijloc, iar cu ajutorul unei rigle gradate se măsoară cotele. Profilele transversale se ridică normal pe axă, după o perpendiculară pe traseul în aliniament și după rază în dreptul picheților aflați în curbă. Distanța la care se măsoară cotele profilelor transversale este de 15—20 m de o parte și de alta a axei drumului.

Pentru executarea nivelmentului se așază lata cu un capăt pe țărushul de pe traseu și se orizontalizează cu ajutorul bulei de aer. Apoi, cu ajutorul unei rigle gradate, se măsoară diferențele de nivel între lată și teren, acolo unde acesta își schimbă panta, notîndu-se și distanța punctului față de precedentul, în proiecție orizontală.

Măsurătorile se execută pentru fiecare parte a traseului și se trec într-un carnet de teren. Precizia nivelmentului transversal este inferioară nivelmentului longitudinal, deoarece eventualele erori rămîn localizate în profilul respectiv.

Nivelmentul transversal se poate executa și cu un aparat de nivel.

*Culegerea datelor pentru poduri și podețe* constă în notarea datelor privind nivelul apelor extraordinare, stabilirea aproximativă a deschiderii podului, studiul geotehnic al terenului în care se amplasează podurile și podețele, ridicarea topografică a zonei podurilor, în vederea determinării elementelor calculului hidraulic.

#### VERIFICAREA CUNOȘTIINTELOR

1. Prezența principalii factori naturali care influențează alegerea traseelor drumurilor forestiere.
2. Ce condiții trebuie să îndeplinească traseul unui drum forestier?
3. Care sînt traseele utilizate în construcția drumurilor forestiere?
4. Ce se urmărește prin studiul traseului pe hartă?
5. Culegeți datele topografice necesare pentru executarea planului de situație, a profilului longitudinal și a profilelor transversale pentru un traseu de circa 500 m și întocmiți planșele respective.



## CALCULUL VOLUMULUI TERASAMENTELOR ȘI STUDIUL MIȘCĂRII PĂMÎNTULUI

### 1. CALCULUL SUPRAFETELOR ELEMENTELOR PROFILELOR TRANSVERSALE

În cazul drumurilor forestiere, terasamentele intervin cu o pondere destul de importantă, ajungînd la 15—25% din costul total al investiției. Pentru a corespunde scopului, terasamentele trebuie să fie stabile, durabile, ușor de întreținut, să fie economice prin costurile de execuție și întreținere.

Suprafețele ce se calculează în vederea stabilirii volumelor de lucrări sînt: suprafața amprizei ocupate; suprafața taluzurilor de rambleu și debleu; suprafețele profilelor transversale.

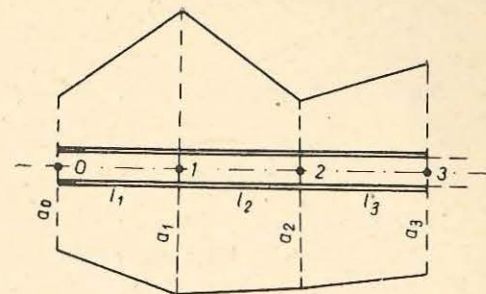
a. **Calculul suprafeței amprizei** se efectuează în scopul cunoașterii suprafeței ocupate în plan de drum, pentru evaluarea lucrărilor pregătitoare, a eventualelor transferuri de teren sau pentru scoaterea acestora din circuitul agricol.

Suprafața amprizei depinde de cota de lucru a profilelor transversale, de înclinarea taluzurilor și de lățimea platformei. Pentru determinarea lățimii amprizei în cazul drumurilor forestiere se aplică *metoda grafică*. Aceasta constă în măsurarea lățimii amprizei direct pe planșa profilelor transversale. Este o metodă rapidă, suficient de precisă și sigură, care se poate aplica în cazul terenurilor frămîntate.

Cunoscînd lățimea amprizei ( $a_0, a_1, a_2, \dots$ ) (fig. 7.1) în dreptul fiecărui pichet și distanța dintre picheti ( $l_1, l_2, l_3, \dots$ ), suprafața amprizei se determină cu relația

$$A = \frac{a_0 + a_1}{2} l_1 + \frac{a_1 + a_2}{2} l_2 + \frac{a_2 + a_3}{2} l_3 + \frac{a_3 + a_4}{2} l_4 + \dots$$

Fig. 7.1. Calculul suprafeței amprizei.



sau, luînd media distanțelor dintre profile

$$A = a_0 \frac{l_1}{2} + a_1 \frac{l_1 + l_2}{2} + a_2 \frac{l_2 + l_3}{2} + a_3 \frac{l_3 + l_4}{2} + \dots$$

Media distanțelor dintre profile poartă denumirea de lungime aplicabilă sau distanță aplicabilă  $\left(\frac{l_1}{2}, \frac{l_1 + l_2}{2}, \frac{l_2 + l_3}{2}, \dots\right)$ .

b. **Calculul suprafeței taluzurilor** constă în determinarea grafică sau analitică a lungimii taluzului ( $DC, D_1C_1, D_2C_2, MN$  etc.) din fiecare pichet (fig. 7.2) și apoi în calcularea din aproape în aproape a suprafețelor ce au ca baze lungimile taluzurilor, iar ca înălțime, distanța dintre profilele transversale:

$$S_D = \frac{DC + D_1C_1}{2} l_1 + \frac{D_1C_1 + D_2C_2}{2} l_2 + \frac{D_2C_2}{2} l_3 + \dots$$

$$S_R = \frac{MN + M_1N_1}{2} l_1 + \frac{M_1N_1 + M_2N_2}{2} l_2 + \frac{M_2N_2 + M_3N_3}{2} l_3 + \dots$$

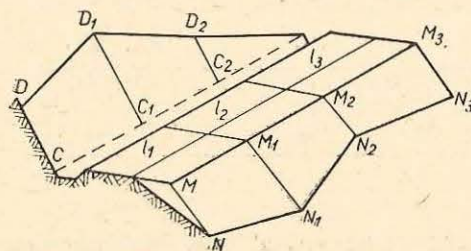


Fig. 7.2. Calculul suprafeței taluzurilor.



în care :  $S_D$  reprezintă suprafața taluzului de debleu ;  
 $S_R$  — suprafața taluzului de rambleu ;  
 $l_1, l_2 \dots$  — distanțele dintre profilele transversale.  
 Dacă se folosesc lungimile aplicabile, relația devine

$$S_D = DC \frac{l_1}{2} + D_1 C_1 \frac{l_1 + l_2}{2} + D_2 C_2 \frac{l_2 + l_3}{2} + \dots$$

Pentru rambleu relația este analoagă.

Deci, calculul suprafeței taluzurilor constă din însumarea produselor dintre lungimea taluzului din fiecare pichet cu lungimea sa aplicabilă.

c. **Calculul suprafeței profilelor transversale.** Determinarea suprafeței profilelor transversale se poate efectua prin mai multe metode : prin metoda exactă și prin metode expeditiv.

1) *Metoda exactă* constă în împărțirea suprafeței profilului transversal în figuri geometrice (trapeze și triunghiuri) la care se poate calcula ușor suprafața (fig. 7.3). Se calculează separat suprafața rambleului și suprafața debleului. Suprafața șanțului, de obicei constantă se calculează separat, adăugându-se la suprafața debleului. Se exemplifică determinarea suprafeței rambleului :

$$S_R = \frac{h_1}{2} d_{0-1} + \frac{h_1 + h_2}{2} d_{1-2} + \frac{h_2 + h_3}{2} d_{2-3} + \frac{h_3}{2} d_{3-4} + \dots$$

în care  $h_1, h_2, h_3$  reprezintă cotele de lucru ;

$d_{0-1}, d_{1-2}, d_{2-3}, d_{3-4}$  — distanțele între pichetii profilului transversal.

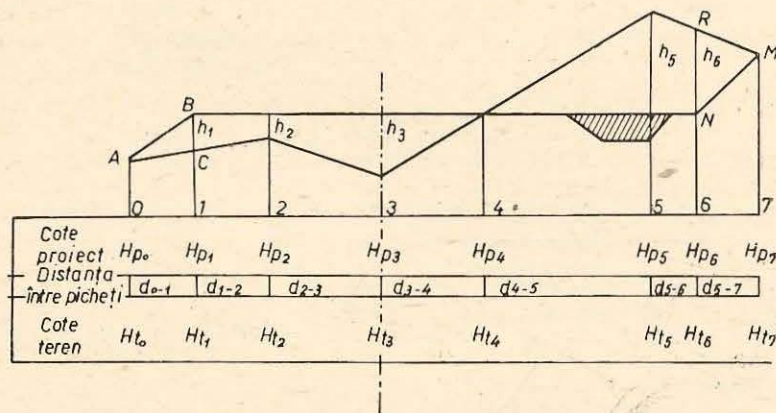


Fig. 7.3. Calculul suprafeței profilului transversal după metoda exactă.

2) *Metodele expeditiv* conduc la rezultate rapide și se bazează pe calcule simple. Dintre metodele expeditiv, cele mai aplicate sînt : metoda grafică, metoda mecanică, metoda prin integrare și metoda tabelor numerice, a abacelor sau nomogramelor.

*Metoda grafică* constă în transformarea profilului transversal în figuri geometrice ale căror suprafețe se pot determina ușor. Dacă se dă un semiprofil de rambleu  $ABCD$ , se înlocuiește cu un triunghi dreptunghic  $ABE$  (fig. 7.4). Punctul  $E$  se găsește pe prelungirea axei  $AD$  și se obține ducînd din punctul  $C$  o paralelă la dreapta  $BD$ . Aria  $ABCD$  este egală cu aria triunghiului  $ABE$  deoarece ambele arii conțin triunghiul  $ABD$ , iar triunghiurile  $BDE$  și  $BDC$  sînt egale, avînd baza comună și înălțimi egale, cuprinse între aceleași paralele.

Suprafața semiprofilului este dată de relația

$$S = \frac{1}{2} bH.$$

*Metoda mecanică.* Suprafața se măsoară cu ajutorul planimetrului, folosindu-se de regulă planimetre polare. Planimetrarea suprafețelor se face de cel puțin două ori și, dacă apar diferențe mai mari decît toleranța, se face și a treia planimetrare.

*Metoda prin integrare* (denumită și metoda țacului sau a distanțierului) constă în desenarea profilului transversal la scara 1 : 100 pe hîrtie de calc și suprapunerea acesteia pe hîrtie milimetrică. Prin însumarea ordonatelor (cotelor de lucru) din centimetru în centimetru, cu ajutorul unui distanțier din trusa de compas, se obține suprafața profilului transversal direct în  $m^2$ , care este egală cu numărul centimetrilor cuprinși între vîrfurile distanțierului (fig. 7.5). Suprafețele triunghiulare de la marginile profilului transversal se aproximează vizual. Este metoda cea mai aplicată.

*Metoda tabelor numerice.* Suprafața profilului transversal se poate citi direct din table, în funcție de lățimea platformei, de cota de lucru,

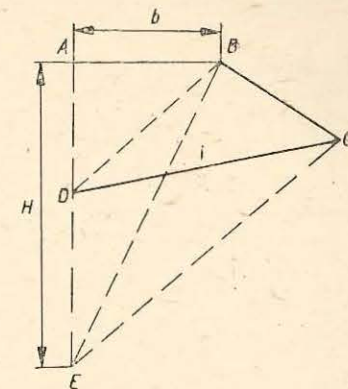


Fig. 7.4. Echivalarea suprafeței semiprofilului cu un triunghi dreptunghic.



Suprafața profilelor transversale

Panta transversală i, în %	h = - 0,25							h = - 0,50						
	Total	Debleu		Rambleu	T <sub>i</sub>	L	d	Total	Debleu		Rambleu	T <sub>i</sub>	L	d
		meca-nizat	ma-nual						meca-nizat	ma-nual				
0	1,1	1,0	0,1	—	—	4,0	—	2,3	2,1	0,2	—	—	4,0	—
5	1,3	1,2	0,1	—	—	7,0	5,0	2,3	2,1	0,2	—	—	4,0	10,0
10	1,1	1,0	0,1	—	—	4,3	2,5	2,8	5,2	0,3	—	—	7,0	5,0
15	1,2	1,1	0,1	—	—	3,7	1,6	2,6	2,3	0,3	—	—	5,4	3,4
20	1,4	1,1	0,3	0,1	—	3,2	1,2	2,6	2,3	0,4	—	—	4,5	2,5
25	1,5	1,2	0,3	0,2	—	3,0	1,0	2,7	2,2	0,6	—	—	4,0	2,0
30	1,7	1,3	0,4	0,4	—	2,9	0,7	2,9	2,1	0,7	0,1	—	3,7	1,6
35	2,0	1,4	0,6	0,6	—	2,7	0,7	3,2	2,3	0,9	0,1	—	3,4	1,4
40	2,3	1,6	0,7	0,9	0,2	2,6	0,6	3,4	2,3	1,1	0,3	—	3,2	1,2
45	2,6	1,6	1,0	1,5	0,2	2,5	0,6	3,9	2,5	1,4	0,5	0,2	3,1	1,1
50	3,1	1,7	1,4	2,3	0,3	2,5	0,5	5,2	2,7	2,5	1,9	0,3	2,9	0,9
55	3,8	2,0	1,8	3,6	0,5	2,5	0,5	5,2	2,7	2,5	1,9	0,3	2,9	0,9
60								6,0	2,8	3,2	4,0	0,6	2,8	0,8

panta transversală a terenului, de înclinarea taluzurilor. Metoda se poate aplica când panta transversală a terenului este uniformă.

Metoda tabelor numerice conduce la o tipizare a muncii de proiectare, care elimină desenarea profilelor transversale de execuție, contribuind la creșterea productivității muncii. În mod obișnuit, tablele se calculează în funcție de următoarele elemente: panta transversală a terenului (din 5 în 5%), lățimea platformei din 0,5 în 0,5 m, înclinarea taluzurilor de debleu și de rambleu și cota roșie a axei drumului, din 0,25 în 0,25 m (tabela 7.1).

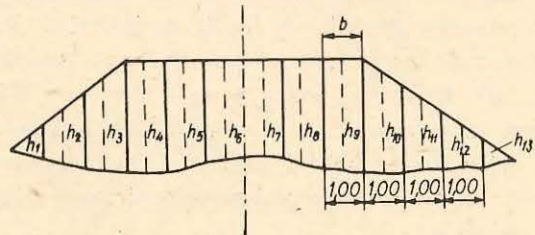


Fig. 7.5. Determinarea suprafețelor prin metoda țacului.

tip 4,00 m lățime

Panta transversală i, în %	h = - 0,75							h = - 1,00							Panta transversală i, în %
	Total	Debleu		Rambleu	T <sub>i</sub>	L	d	Total	Debleu		Rambleu	T <sub>i</sub>	L	d	
		meca-nizat	ma-nual						meca-nizat	ma-nual					
3,6	3,2	0,4	—	—	4,0	—	5,0	4,3	0,7	—	—	4,0	—	0	
3,6	3,2	0,4	—	—	4,0	10,0	5,0	4,3	0,7	—	—	4,0	20,0	5	
3,7	3,2	0,5	—	—	4,0	7,5	5,1	4,3	0,8	—	—	4,0	10,0	10	
4,4	3,9	0,5	—	—	7,0	5,0	5,2	4,3	0,9	—	—	4,0	6,5	15	
4,1	3,5	0,6	—	—	5,6	3,7	6,1	5,2	0,9	—	—	7,0	5,0	20	
4,1	3,4	0,7	—	—	5,0	3,0	6,0	4,8	1,2	—	—	6,0	4,0	25	
4,2	3,2	1,0	—	—	4,4	2,5	6,0	4,4	1,6	—	—	5,2	3,3	30	
4,5	3,3	1,2	—	—	4,1	2,1	6,4	4,5	1,9	—	—	4,9	2,8	35	
5,0	3,3	1,7	—	—	3,8	1,8	6,8	4,5	2,3	—	—	4,5	2,5	40	
5,6	3,4	2,2	0,1	—	3,7	1,7	7,2	4,5	2,7	—	—	4,2	2,2	45	
7,1	3,7	3,4	0,6	—	3,4	1,4	9,1	4,6	4,5	—	—	3,8	1,8	50	
7,1	3,7	3,4	0,6	—	3,4	1,4	9,1	4,6	4,5	—	—	3,8	1,8	55	
7,9	3,7	4,2	1,8	0,4	3,2	1,2	10,2	4,8	5,4	—	—	3,7	16,0	60	

## 2. CALCULUL VOLUMULUI TERASAMENTELOR

Determinarea volumului cuprins între profilele transversale se face din aproape în aproape, calculându-se pe rând volumele cuprinse între profilele transversale consecutive.

Volumul cuprins între două profile transversale consecutive poartă denumirea de *volumul interprofilului*. Calculul volumelor se face separat pentru debleu și separat pentru rambleu. În cazul debleurilor, când se execută săpături mecanizat și manual, fiecare se evidențiază separat.

Interprofilul poate să fie omogen, când este numai de debleu sau de rambleu, sau neomogen (parțial în săpătură și parțial în umplutură).

Metodele pentru calculul volumelor sînt: metoda exactă și metode expeditiv.

a. **Metoda exactă** constă în împărțirea volumului interprofilului prin plane verticale paralele cu axa drumului, duse prin muchiile platformei și picioarele taluzurilor, rezultînd corpuri geometrice (paralelipipedice, piramidale) care au ca suprafețe de bază trapezele sau triunghiurile din profilele transversale, iar ca înălțime, distanța dintre profile (fig. 7.6)



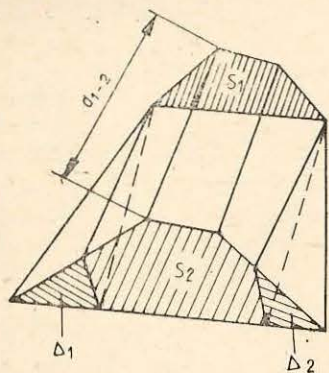


Fig. 7.6. Calculul volumului terasamentelor prin metoda exactă.

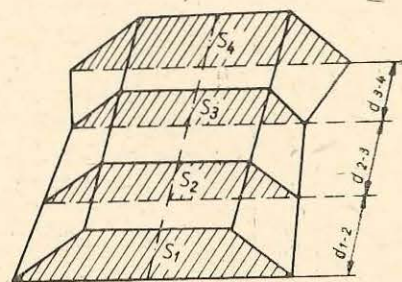


Fig. 7.7. Calculul volumelor terasamentelor prin metoda mediei ariilor.

Volumul interprofilului este egal cu suma volumelor parțiale ale corpurilor geometrice elementare ce compun interprofilul :

$$V = \frac{S_1 + S_2 - (\Delta_1 + \Delta_2)}{2} d_{1-2} + \frac{\Delta_1 + \Delta_2}{3} d_{1-2}.$$

**b. Metode expeditive.** Cele mai aplicate metode expeditive în calculele de proiectare sînt : metoda mediei ariilor și metoda lungimii (distanței) aplicabile.

*Metoda mediei ariilor.* Volumul cuprins între două profile transversale este egal cu produsul dintre media ariilor care mărginesc interprofilul și distanța dintre profile (fig. 7.7) :

$$V_{1-2} = \frac{S_1 + S_2}{2} d_{1-2}.$$

Volumul tuturor interprofilelor este

$$V = \frac{S_1 + S_2}{2} d_{1-2} + \frac{S_2 + S_3}{2} d_{2-3} + \dots + \frac{S_{n-1} + S_n}{2} d_{(n-1)-n}.$$

În practică pot să apară mai multe cazuri de succesiune a profilelor transversale.

**Cazul I.** Interprofilul este mărginit la ambele capete de profile de același fel. În acest caz se aplică relația pentru calculul volumului interprofilelor arătată mai sus.

**Cazul II.** Interprofilul este mărginit la un capăt de profil de debleu, iar la celălalt capăt de profil de rambleu (fig. 7.8). În acest caz trebuie determinată distanța pînă la punctul de pasaj, după cum urmează : pe o linie de referință se ia distanța  $AB$  între picheti, la scară, iar în dreptul pichetilor se ridică ordinate care reprezintă, la o scară oarecare, suprafețele profilelor transversale. În mod convențional, suprafețele de debleu se figurează deasupra liniei de referință, iar cele de rambleu dedesubt. Prin unirea ordonatelor celor două profile  $A'$  și  $B'$  se obține pe linia de referință punctul de pasaj  $P$ .

Volumul de terasamente în acest caz va fi :

$$V_D = \frac{S_d}{2} d_{A-P}; \quad V_R = \frac{S_r}{2} d_{B-P}.$$

Desigur că la volumul săpăturii se va adăuga și volumul șanțului, calculat separat.

**Cazul III.** Interprofilul este mărginit la un capăt de un profil de debleu sau rambleu, iar la celălalt capăt, de un profil mixt. Adoptînd reprezentarea schematică din figura 7.9, se admite că săpătura variază

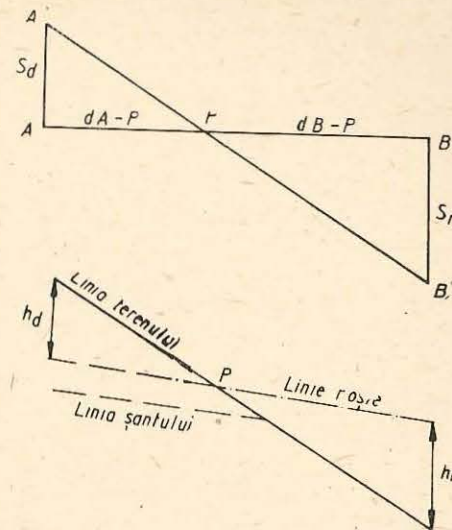


Fig. 7.8. Aplicarea metodei mediei ariilor în cazul trecerii din debleu în rambleu.

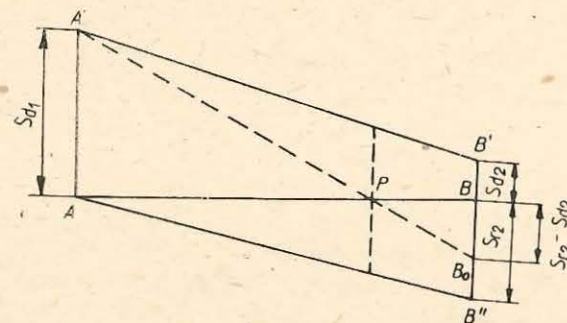


Fig. 7.9. Aplicarea metodei mediei ariilor în cazul trecerii din debleu în profil mixt.



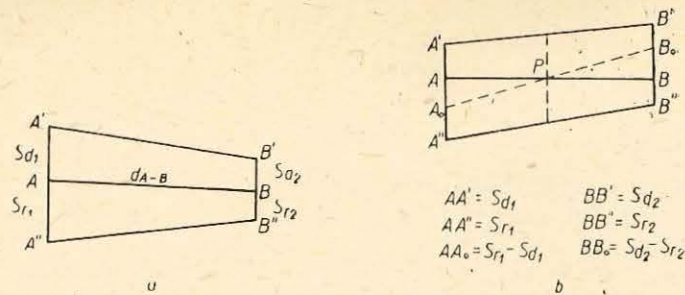


Fig. 7.10. Aplicarea metodei mediei ariilor în cazul unei succesiuni de profile mixte.

după dreapta  $A'B'$ , iar umplutura după  $AB''$ . În acest caz volumul este egal cu

$$V_D = \frac{Sd_1 + Sd_2}{2} d_{A-B},$$

$$V_R = \frac{Sr_2}{2} d_{A-B}.$$

Poziția punctului  $P$ , în care suprafețele de debleu sînt egale cu cele de rambleu, rezultă din asemănarea triunghiurilor  $AA'P$  și  $BB_0P$ , de unde rezultă că  $BB_0 = Sr_2 - Sd_2$ .

*Cazul IV.* Interprofilul este mărginit la ambele capete de profile mixte (fig. 7.10). În acest caz se admite că săpătura variază după dreapta  $A'B'$ , iar umplutura după dreapta  $A''B''$  și se aplică relațiile de bază ale metodei :

$$V_D = \frac{Sd_1 + Sd_2}{2} d_{A-B}; \quad V_R = \frac{Sr_1 + Sr_2}{2} d_{A-B}.$$

*Metoda lungimii aplicabile (distanței aplicabile)* are ca bază de calcul metoda mediei ariilor, volumul rezultînd din aplicarea relației

$$V = S_1 \frac{d_{1-2}}{2} + S_2 \frac{d_{1-2} + d_{2-3}}{2} + S_3 \frac{d_{2-3} + d_{3-4}}{2} + \dots + S_n \frac{d_{(n-1)-n}}{2}.$$

Lungimea aplicabilă este semisuma distanțelor de la un profil transversal la cele două profile adiacente (fig. 7.11). Deci, volumul prin metoda distanței aplicabile este egal cu suprafața fiecărui profil transversal înmulțită cu lungimea aplicabilă.

Fig. 7.11. Principiul lungimii aplicabile.

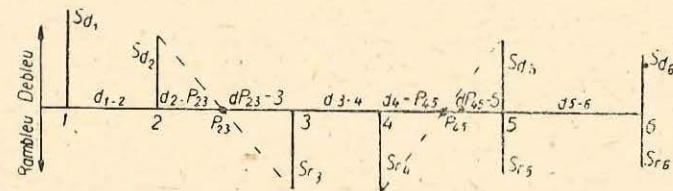
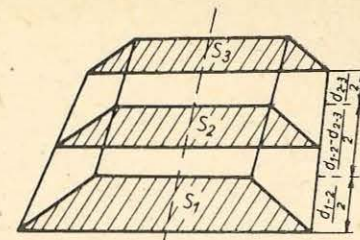


Fig. 7.12. Calculul volumelor prin metoda lungimilor aplicabile.

Cînd se trece de la debleu la rambleu, în punctul de pasaj se consideră un profil transversal de suprafață zero, care anulează volumul de terasamente corespunzător lungimii sale aplicabile. Este metoda cea mai folosită în practică; în acest caz volumul de debleu și rambleu este (fig. 7.12) :

$$V_D = Sd_1 \frac{d_{1-2}}{2} + Sd_2 \frac{d_{1-2} + d_{2-P23}}{2} + Sd_5 \frac{d_{P45-5} + d_{5-6}}{2} + Sd_6 \frac{d_{5-6}}{2};$$

$$V_R = Sr_3 \frac{d_{P23-3} + d_{3-4}}{2} + Sr_4 \frac{d_{3-4} + d_{4-P45}}{2} + Sr_5 \frac{d_{P45-5} + d_{5-6}}{2} + Sr_6 \frac{d_{5-6}}{2}.$$

În tabela 7.2. este redat un exemplu de calcul al volumelor de terasamente prin metoda lungimii aplicabile.

### 3. MIȘCAREA PĂMÎNTULUI

Studiul mișcării terasamentelor se referă la folosirea cît mai judicioasă a terasamentelor de debleu prin compensarea lor în rambleu. Compensarea terasamentelor se poate face :

— transversal, în cazul profilelor mixte, folosindu-se mijloace de transport (roabă, buldozer, autogreder, excavator) ;



Calculul terasamentelor prin metoda distanțelor aplicabile

Nr. profilului	Poziția hecto-metrică	Distanța între profile m	Distanța aplicabilă m	Suprafețe m <sup>2</sup>		Volume m <sup>3</sup>		Compensarea în același profil m <sup>3</sup>	Prisos		Taluzuri				Amprize		
				Debleu	Rambleu	Debleu	Rambleu		Debleu m <sup>3</sup>	Rambleu m <sup>3</sup>	Debleu m	Rambleu m	Debleu m <sup>3</sup>	Rambleu m <sup>3</sup>	Debleu m	Rambleu m	Debleu m <sup>3</sup>
1	0 + 0,00	19,70	9,85	—	7,25	—	71	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	0 + 19,70	13,85	16,77	—	1,35	—	23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	0 + 33,55	16,20	15,03	3,20	0,80	48	—	36	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	0 + 49,75	22,35	19,27	7,55	6,15	145	119	26	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	0 + 72,10	12,05	17,20	3,00	—	52	—	52	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P	0 + 84,15	9,05	10,55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	0 + 93,20	12,10	10,58	—	2,25	—	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	1 + 05,30	17,30	14,70	0,70	5,40	10	79	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	1 + 22,60		8,65	5,35	4,60	46	40	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—

— longitudinal, folosindu-se de regulă, ca mijloc de transport, roabe, buldozere, autogredere, autobasculante.

Compensarea se execută după ce se face un calcul economic comparativ, privind transportul debleului în rambleu, sau în depozit și executarea rambleului din gropi de împrumut. Se folosește varianta care răspunde cel mai bine din punct de vedere tehnic și economic.

La drumurile forestiere, studiul mișcării terasamentelor se face direct pe tabela mișcării pământului, care cuprinde (tabela 7.3):

— în coloanele 1—16, calculul volumului de terasamente prin metoda distanței aplicabile;

— în coloanele 17—21, compensarea transversală în cadrul aceluiași interprofil;

— coloanele 22—27, excedentele de terasamente pentru compensarea longitudinală;

— coloanele 28—36, cantitatea de terasamente care se transportă în ramblee sau depozite;

— coloanele 37—56, transportul maselor de pământ la diverse distanțe.

Mișcarea longitudinală a terasamentelor se indică prin săgeți care pornesc din profilul cu excedent de debleu și se termină în profilul cu excedent (necesar) de rambleu.

#### VERIFICAREA CUNOȘTIȘTELOR

1. Cum se determină suprafața profilului transversal prin metoda țacului?
2. Cum se calculează volumul de terasamente prin metoda lungimii aplicabile? Aplicați metoda la traseul pentru care ați cules date topografice.
3. Studiați mișcarea terasamentelor după tabelă pentru tronsonul de drum trasat.



## LUCRĂRI DE ARTĂ, DE APĂRARE ȘI DE CONSOLIDARE FOLOSITE LA CONSTRUCȚIA DRUMURILOR FORESTIERE

### 1. GENERALITĂȚI

Podurile, podețele, viaductele și pasajele denivelate sînt cunoscute sub denumirea de lucrări de artă și ele fac parte integrantă din construcția drumului.

Podurile și podețele sînt construcții care au drept scop menținerea în condiții de siguranță a continuității unui drum sau unei căi ferate peste un curs de apă. Prin *podețe* se înțeleg podurile mai mici, cu deschiderea sau suma deschiderilor sub 10 m la drumuri și sub 5 m la căile ferate.

Pasajele denivelate sînt intersecțiile la nivele diferite cu o altă cale terestră de comunicație.

Viaductul este un pod care traversează o vale adîncă, în scopul înlocuirii unui terasament.

a. **Clasificarea podurilor** se face după mai multe criterii :

1) *după durata de funcționare* :

— poduri definitive, executate din zidărie de piatră, beton armat sau precomprimat, metal, și sînt destinate a fi folosite pentru o durată mare de funcționare ;

— poduri provizorii, executate în general din lemn, folosite la drumurile provizorii, cu durată limitată de funcționare (4—7 ani) ;

— poduri semidefinitive, au infrastructura definitivă, iar suprastructura provizorie ;

— poduri semipermanente, au o durată de folosire mai mare ca podurile provizorii, de regulă cît rezistă materialul din care sînt construite.

2) *după materiale* :

— poduri din lemn, alcătuite integral din lemn, sau numai suprastructura, iar infrastructura din beton sau zidărie de piatră ;

— poduri masive, care au suprastructura și infrastructura din beton, beton armat sau precomprimat ;

— poduri metalice, cu suprastructura din metal, iar infrastructura din alt material (zidărie de piatră, beton armat sau precomprimat).

b. **Elementele care definesc un pod** sînt (fig. 8.1) :

*Suprastructura*, partea de construcție care susține calea pe pod și se limitează la nivelul aparatelor de reazem. Ea preia sarcinile transmise

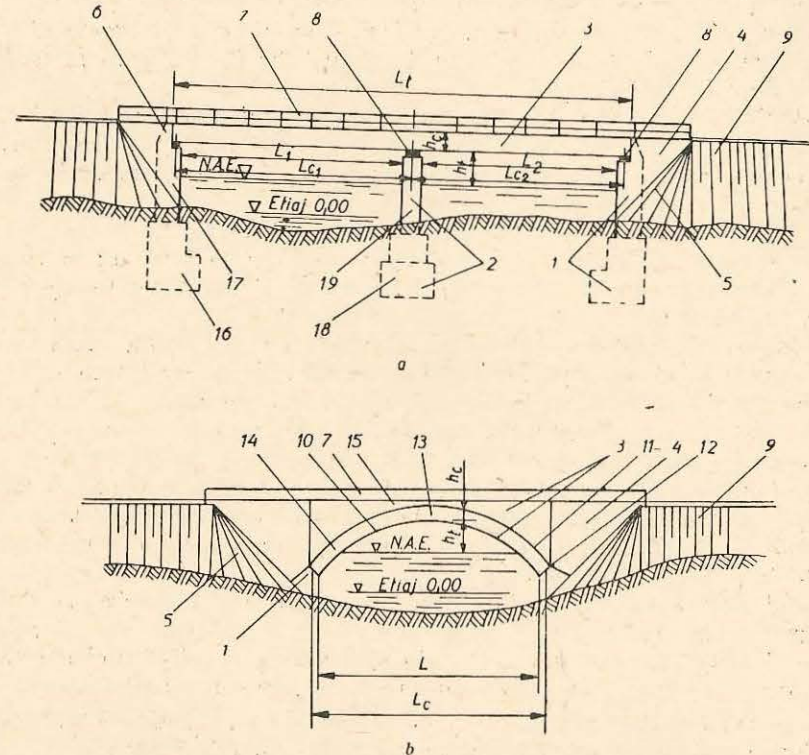


Fig. 8.1. Dispoziția generală a unui pod :

a — pod cu grinzi ; b — pod boltit : 1 — culee ; 2 — pilă ; 3 — suprastructură ; 4 — zid întors ; 5 — sferă de con ; 6 — zid de gardă ; 7 — parapet ; 8 — aparat de reazem ; 9 — rambleul drumului ; 10 — intrados ; 11 — extrados ; 12 — nașterea bolții (reazem) ; 13 — cheia bolții ; 14 — bolta ; 15 — timpan ; 16 — fundația culeii ; 17 — elevația culeii ; 18 — fundația pilei ; 19 — elevația pilei .



de la vehicule și oameni. Suprastructura este formată dintr-o parte de rezistență, de diferite tipuri, și calea propriu-zisă, alcătuită din parte carosabilă și trotuare cu parapete.

*Infrastructura*, formată din construcții așezate pe maluri, la capetele podului, și unele intermediare, și are drept scop transmiterea sarcinilor de la suprastructură la terenul de fundare. Picioarele de la extremele podului se numesc *culee*, iar cele intermediare se numesc *pile*, când se construiesc din beton sau materiale pietroase, sau *palei* când se execută din lemn.

*Aparatele de reazem* sînt dispozitive pe care se sprijină suprastructura, o fixează de infrastructură și asigură posibilitatea de dilatare, contracție și rotire a suprastructurii (la anumite tipuri și construcții de poduri).

*Construcțiile de racordare a podului cu drumul* pot fi formate din ziduri întoarse și sferturi de con sau din aripi. Ele fac legătura între pod și rambleul drumului.

*Lucrările pentru apărări de maluri sau de regularizare a cursurilor de ape în dreptul podurilor* sînt construcții din piatră sau beton care apără malurile de eroziuni și nu permit infiltrarea apei în terasamentele de la capetele podului.

#### c. Principalele elemente de calcul ale podurilor sînt:

— deschiderea podului  $L_c$ , distanța pe orizontală între axele aparatelor de reazem sau între centrele de greutate ale suprafețelor de reazem (v. fig. 8.1);

— lumina podului  $L$ , distanța măsurată pe orizontală între fețele interioare a două picioare consecutive. În funcție de nivelul considerat, lumina poate fi: la etiaj, la nivelul apelor extraordinare, la cuzineți;

— lungimea tablierului  $L_t$ , distanța pe orizontală măsurată între fețele interioare ale zidurilor de gardă;

— înălțimea de construcție  $h_c$ , distanța măsurată pe verticală între nivelul inferior și cel superior al părții de rezistență a suprastructurii. La podurile boltite, înălțimea de construcție se măsoară la jumătatea deschiderii, în dreptul *cheii*;

— deșeușul podului reprezintă cantitatea de apă care se poate scurge pe sub pod;

— debitul extraordinar este debitul scurs în cazul viiturilor extraordinare (inundații, ploi repezi cu cantitate mare de precipitații);

— etiajul este o mărime convențională și este media aritmetică a nivelurilor celor mai scăzute ape pe timp de mai mulți ani;

— nivelul apelor extraordinare (N.A.E.) este nivelul maxim atins de ape în cazul debitului extraordinar;

— înălțimea de liberă trecere sub pod  $h_t$  este spațiul liber dintre nivelul apelor extraordinare și nivelul inferior al suprastructurii podului.

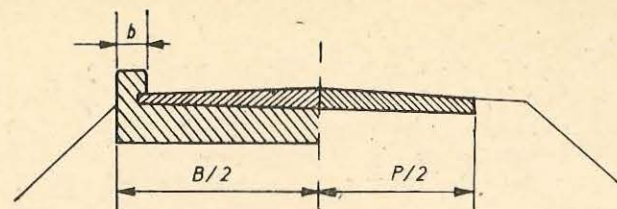


Fig. 8.2. Stabilirea gabaritului la podețe în aliniament.

d. **Gabaritul de liberă trecere** reprezintă secțiunea transversală liberă ca înălțime și lățime, care permite circulația nestînjinită a auto-vehiculelor încărcate.

Gabaritul podețelor se stabilește în funcție de lățimea drumului. La drumurile cu platforme  $P \geq 4$  m, pentru podețele situate în aliniament, gabaritul  $B$  este egal cu platforma drumului  $P$ .

Pentru drumurile a căror platformă este cuprinsă între 3,5 și 4 m, gabaritul podețului  $B = P + 2b$ , unde  $b$  este lățimea unei borduri (fig. 8.2). În cazul podețelor situate în curbă, gabaritul este egal cu cel din aliniament, la care se adaugă supralărgirea, precum și săgeata formată de tablier în cazul în care podețul nu se construiește curb.

## 2. TIPURI CONSTRUCTIVE DE PODEȚE

a. **Podețe tubulare circulare.** Un podeț tubular circular este alcătuit din: *tub*, care se execută din elemente prefabricate asamblate între ele, *fundație*, care asigură stabilitate și rezistență podețului, și *elementele de racordare* cu terasamentele, care se execută în amonte sau în aval de podeț (fig. 8.3).

Podețele tubulare se pot amplasa pe orice teren de fundație, reduc consumul de oțel și lemn, se montează simplu și repede. Diametrul tuburilor variază între 60 și 150 cm.

Lucrările care se execută pentru montarea unui podeț tubular sînt:

— trasarea fundației;

— săparea fundației, asigurîndu-se prin nivelul tălpii acesteia o umplutură de cel puțin 50 de cm deasupra tubului;

— executarea umpluturii din balast în grosime medie de 50 cm, peste care se așază un strat nivelator de 8–10 cm de beton;

— lansarea tuburilor cu ajutorul automacaralei sau al troliului, cu pantă minimă de asigurare a scurgerii apei;

— asamblarea tuburilor în vederea obținerii lungimii necesare;



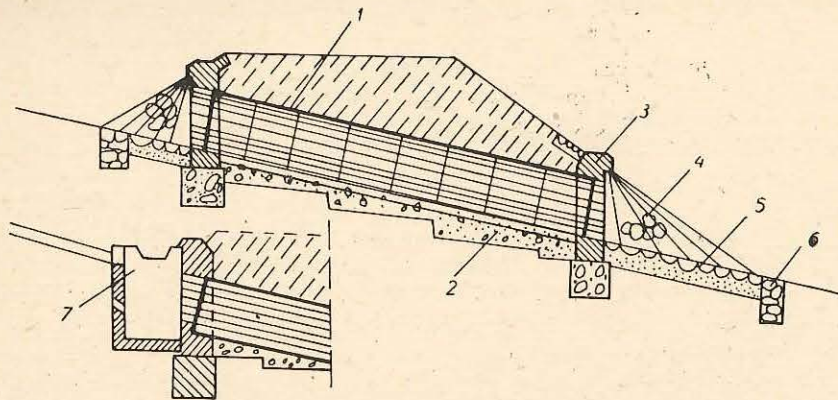


Fig. 8.3. Dispoziția generală a unui podeț tubular :

1 — tub ; 2 — fundație pe strat de balast ; 3 — portal ; 4 — sfert de con ; 5 — pereu ; 6 — pinten pentru împiedicarea infiltrării apei sub fundație ; 7 — cameră de cădere.

— executarea camerelor de cădere, din beton simplu sau zidărie de piatră cu mortar de ciment ;

— executarea în amonte și aval a unor pinteți pentru a împiedica infiltrarea apei sub tub ;

— protejarea taluzului la intrarea și ieșirea tubului din corpul terasamentului.

**b. Podețe ovoidale.** Se construiesc pentru lumini cuprinse între 1,5 și 4 m și înălțimi mari de ramblee. Un podeț ovoidal (fig. 8.4) este format

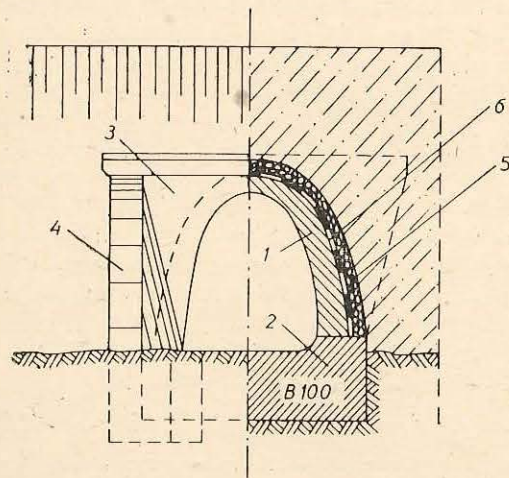


Fig. 8.4. Podeț ovoidal :

1 — boltă ; 2 — fundație ; 3 — timpan ; 4 — aripă ; 5 — dren ; 6 — hidroizolație.

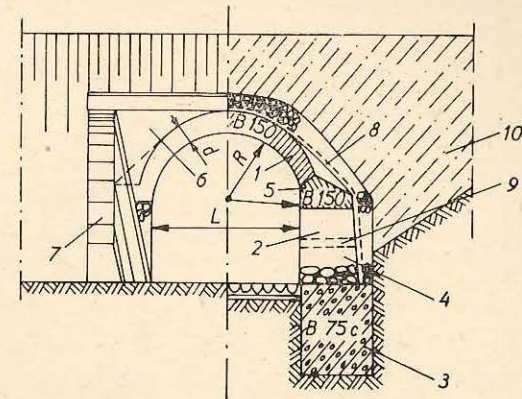


Fig. 8.5. Podeț boltit cu bolta în plin centru :

1 — boltă ; 2 — culee ; 3 — fundație ; 4 — elevație ; 5 — nașterea boltii (cuzinet) ; 6 — timpan ; 7 — aripă ; 8 — izolație hidrofugă ; 9 — barbacană ; 10 — umplutura drumului.

din : boltă, care are formă de ovoid și se execută din beton simplu monolit sau din elemente prefabricate, fundația boltii, timpanele, elementele constructive din beton care susțin pământul din rambleu și elementele de racordare cu terasamentele (aripile podului). Bolta este izolată hidrofug, în spatele ei aflându-se un dren din bolovani sau piatră brută.

**c. Podețe boltite.** Se construiesc pentru toată gama de lumini cuprinsă între 2 și 8 m și sînt tipizate în funcție de lumina podului. Elementele componente ale unui podeț boltit (fig. 8.5) sînt : boltă, care se adoptă în funcție de lumina podețului, culeele, care au elevațiile din zidărie de piatră sau beton, timpanele, executate din beton, elementele de racordare cu terasamentele drumului și eventualele amenajări care se fac în amonte sau în aval de podeț.

**d. Podețe dalate.** Un podeț dalat se compune din *infrastructură*, formată din culei (picioarele extreme ale podețului), pile (picioarele intermediare necesare în cazul podețelor cu lungime mai mare) și din elemente de racordare a podețului cu terasamentul (ziduri întoarse și sferturi de con, aripi), și din *suprastructură*, formată dintr-o placă de beton armat, eventual cu trotuare (fig. 8.6).

Din punct de vedere constructiv, se disting următoarele elemente ale podețelor dalate :

— fundația pilei și culeilor, care se încastrează în terenul impermeabil cel puțin 50 cm ;

— elevația pilei sau a culeilor (partea din infrastructură cuprinsă între fundație și cuzineți), care se construiește cu fruct (inclinare) de 5 : 1 — 20 : 1 ; culeile și pilele se execută din zidărie de piatră sau din beton de ciment. Cuzineții și zidurile de gardă se execută din beton armat. Suprafețele exterioare ale culeilor din zidărie se rostuiesc cu mortar de ciment, iar cele din beton se tencuiesc ;



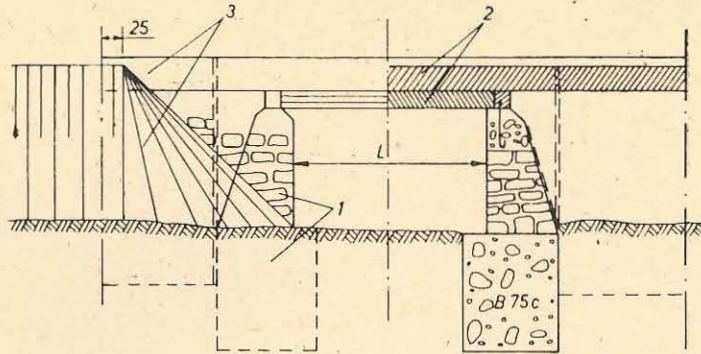


Fig. 8.6. Dispoziția generală a unui podeț dalat cu infrastructură din zidărie de piatră:  
1 — culee ; 2 — dală și îmbrăcămintă ; 3 — zid întors și sfert de con.

— cuzineții, care susțin tablierul și repartizează infrastructurii sarcinile primite de la suprastructură ;

— zidurile de gardă pentru apărarea cuzineților de pământul din terasamente ;

— aripile, care susțin pământul terasamentelor la racordarea cu podețul ;

— tablierul executat din beton armat monolit sau din elemente prefabricate (dale, chesoane, grinzi) monolitizate prin armături și betonare ;

— zidurile întoarse fac corp comun cu culeile dacă nu există pericol de tasare neuniformă. În caz contrar, se execută independente ;

— sferturile de con se execută percate sau nepercate și se protejează cu anrocamente ;

— aripile se construiesc când amplasarea podețului în teren impune condiții speciale (terasamente înalte, oblicitate pronunțată, corectări de albie). Se execută din beton sau zidărie cu mortar ;

— camerele de cădere sau de pază au rolul de a dirija apa sub podeț pentru asigurarea unei scurgeri normale. Se execută din beton sau zidărie de piatră cu mortar de ciment.

**e. Domeniile de folosire a diverselor tipuri de podețe.** La drumurile forestiere, avînd în vedere traficul redus și lățimea îngustă a platformei, se folosesc de regulă podețele tubulare, ovoidale, boltite și dalate.

Tipul de podeț care urmează să fie utilizat se stabilește pe baza calculului tehnico-economic, care ține seama de : lungimea podețului, natura terenului de fundare, înălțimea disponibilă de construcție, necesitatea unui ritm rapid de execuție, consumul de materiale și folosirea cu precădere a materialelor locale.

O analiză comparativă atît din punct de vedere tehnic cît și economic (cost, consumuri de materiale, grad de industrializare) permite alegerea tipului optim de podeț.

### 3. LUCRĂRI DE APĂRARE ȘI CONSOLIDARE A TERASAMENTELOR

Lucrările de apărare și consolidare a terasamentelor au drept scop asigurarea stabilității drumului prin protejarea sa împotriva acțiunii distructive a unor factori naturali (ploi, zăpadă, vînt, îngheț, dezgheț, uscăciune, ape curgătoare etc.) și a apelor subterane. Ponderea lor reprezintă în medie 12—20% din costul total al investiției. Valoarea ridicată a lucrărilor de apărare și consolidare se datorește în special faptului că aceste lucrări consumă multă manoperă.

Principalele lucrări de apărare și consolidare au ca scop :

— colectarea și evacuarea apelor de suprafață ;

— colectarea și evacuarea apelor subterane ;

— consolidarea și protejarea taluzurilor ;

— sprijinirea terasamentelor.

**a. Colectarea și evacuarea apelor de suprafață** se realizează prin șanțuri, rigole și șanțuri de gardă.

**Șanțuri și rigole.** Dimensionarea șanțurilor și a rigolelor se face în funcție de volumul de apă colectată. Debitul de calcul al apelor de ploaie se obține cu relația

$$Q_{max} = S \cdot I \cdot F,$$

în care :  $S$  este suprafața bazinului aferent tronsonului de șanț, de pe care se vor evacua apele, în ha ;

$I$  — intensitatea de calcul a ploii, în l/s·ha ;

$F$  — coeficient de scurgere.

Dimensiunile șanțurilor se stabilesc pe tronsoane, în funcție de debitul maxim  $Q_{max}$  care se scurge în șanț, rezultat din bazin și din debitul de tranzit.

Capacitatea de scurgere a șanțului se determină cu relația

$$Q = A \cdot C \sqrt{R \cdot I} \text{ [m}^3\text{/s]},$$



în care :  $A$  este aria secțiunii transversale udate, în  $m^2$  ;

$R$  — raza hidraulică a secțiunii udate, dată de relația  $R = \frac{A}{P}$

( $P$  este perimetrul secțiunii udate, în  $m$ ) ;

$I$  — panta longitudinală a șanțului, în fracțiuni zecimale ;

$C$  — coeficient determinat experimental, care ține seama de rugozitatea pereților șanțului și se calculează cu formula

$$C = \frac{87}{1 + \frac{b}{\sqrt{R}}}$$

$b$  fiind un coeficient de rugozitate (tab. 8.1).

TABELA 8.1

Valorile coeficientului de rugozitate

Modul de executare a șanțului	$b$
Pereți foarte netezi (scinduri geluite, tencuieli de ciment sclivisite etc.)	0,06
Pereți netezi (scinduri brute, zidărie de piatră cioplită etc.)	0,16
Zidărie cu suprafață rugoasă (piatră brută, betoane)	0,46
Zidărie brută (piatră cioplită, bolovani)	0,80
Pereți din pământ bine întreținuți, cu puțină iarbă	1,30
Albii de pământ rău întreținuți, cu pietre, iarbă etc.	1,75

Șanțurile au secțiune trapezoidală sau triunghiulară. Ele se prevăd în mod obligatoriu la drumul în debleu, în punctele de pasaj și la rambleele mici, unde apa ar putea pătrunde în terasamente. Forma șanțurilor se stabilește de la caz la caz, în funcție de relief, de debitul și viteza apei, de natura terenului, de mijloacele de execuție, de condițiile de circulație.

În regiunile de munte, în terenurile stîncoase, unde apele se scurg repede, se pot amenaja șanțuri tăiate direct în stîncă.

Apele din șanțuri trebuie evacuate în depresiuni sau în cursuri de apă, punctele de evacuare stabilindu-se la distanțe de cel mult 300 m pentru șanțurile trapezoidale și de 150—200 m pentru șanțurile triunghiulare. Evacuarea se realizează prin șanțuri de evacuare.

Șanțurile de gardă se execută în general în zonele laterale ale drumului, în afara debleurilor, pentru a împiedica scurgerea apelor de pe versanți în șanțurile laterale ale drumului. Ele se construiesc și pentru protejerea rambleelor, cînd acestea se execută pe terenuri sensibil înclinate transversal (fig. 8.7).

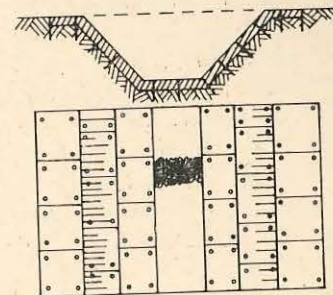
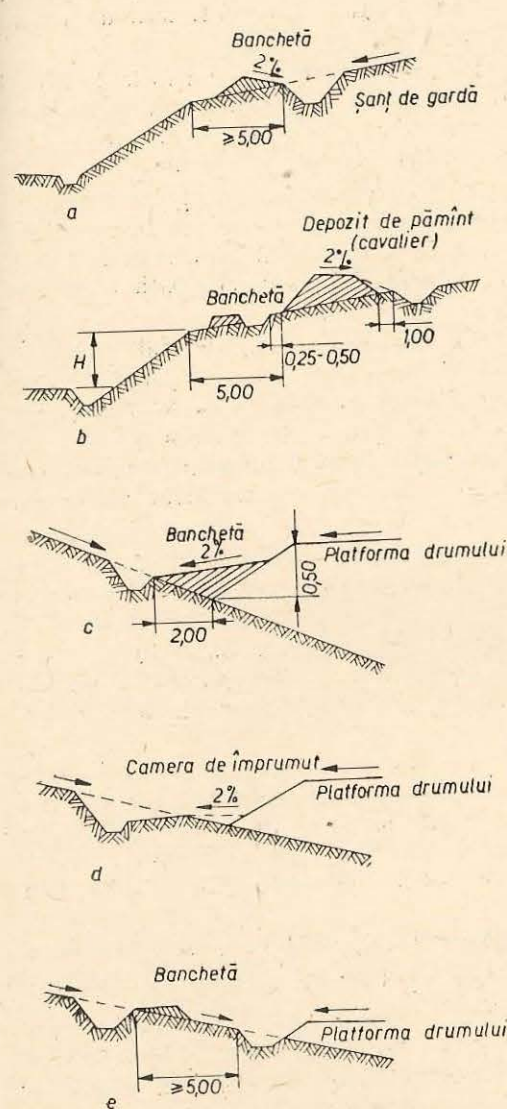


Fig. 8.8. Protejerea șanțurilor cu brazde.

Fig. 8.7. Șanțuri de gardă :  
a și b — în debleuri; c, d și e — la ramblee.



Dimensiunile șanțurilor de gardă sînt la fel ca cele ale șanțurilor laterale. Taluzurile au înclinarea de 1 : 1 sau 1 : 1,5, în funcție de natura terenului.

Șanțurile de evacuare servesc la colectarea apei din șanțurile drumului și la îndepărtarea ei în afara terasamentelor, spre depresiuni, poduri sau podețe, pentru devierea unor cursuri de apă și pentru evacuarea apelor din depresiunile pe care le traversează traseul drumului.

Se subliniază în mod deosebit că în exploatarea întregului sistem de colectare și evacuare a apelor de suprafață, acesta trebuie să fie menținut în perfectă stare de funcționare, prin curățirea și repararea la timp, deoarece numai în acest fel se asigură protejarea eficientă a terasamentelor.

**Protejarea șanțurilor contra eroziunii.** Panta longitudinală a șanțurilor laterale urmărește de regulă declivitatea drumului. Cînd declivitatea depășește valorile admise de natura terenului și apa ar putea produce eroziunea șanțurilor, se iau măsuri pentru protejarea lor.

Procedeele folosite pentru consolidarea șanțurilor sînt : brăzduirea, pereerea sau căptușirea fundului și a pereților cu un strat de beton, amenajări speciale (cascade, canale de fugă).

**Brăzduirea** constă în acoperirea pereților și a fundului șanțului cu brazde înierbate (fig. 8.8). Procedeele se aplică în cazul șanțurilor cu declivitatea de 1—3%.

Cînd în șanț se infiltrează apă din terenul înconjurător fundul șanțului nu se mai brăzduiește, ci se acoperă cu pietriș sau piatră spartă, iar în pereți se lasă goluri în brăzduire, pentru a se permite pătrunderea apei din terenul respectiv.

**Pereerea** constă în căptușirea fundului șanțului și a pereților laterali fie cu un pereu uscat din bolovani, rostuit cu mortar de ciment sau cu un pereu așezat într-un strat de mortar de ciment (fig. 8.9), fie cu beton, turnat pe loc sau din dale prefabricate, de asemenea rostuite cu mortar din ciment. Pereerea se execută cînd panta longitudinală este cuprinsă între 3 și 6%.

**Amenajări speciale.** Dacă panta șanțului depășește 6%, se recomandă amenajări speciale (praguri, cascade, camere de amortizare, pinteni, canale de fugă), care au drept scop să micșoreze panta longitudinală a șanțului, să micșoreze viteza apei și să amortizeze șocul produs de căderea apei. La drumurile forestiere se folosesc cascadele în trepte și amenajări mai simple, numite pante consolidate.

**b. Colectarea și evacuarea apelor subterane.** Apele care se găsesc și care se deplasează în straturile de sub nivelul terenului natural se numesc

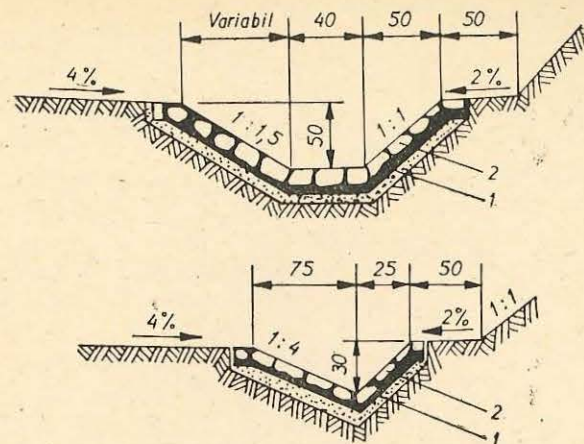


Fig. 8.9. Protejarea șanțurilor și a rigolelor prin pereere :

1 — strat de mortar ; 2 — bolovani de riu.

ape subterane, iar stratul de roci în care se află și circulă apa subterană se numește strat acvifer.

Cantitatea acestor ape, nivelul lor, sînt în legătură cu regimul ploilor și al zăpezilor din regiunea respectivă. Apele libere, care se găsesc în straturile de la suprafața terenului sînt cunoscute sub denumirea de ape freatice.

Pentru colectarea, interceptarea și evacuarea apelor subterane libere se folosesc instalații speciale care poartă denumirea de *drenuri*.

1) **Clasificarea drenurilor.** Drenurile sînt instalații de colectare și evacuare permanentă a apelor care pătrund, care se scurg sau care stagnează în pămînt și a căror prezență periclitează stabilitatea terasamentelor.

Drenurile se clasifică după mai multe criterii :

**După poziția față de axa drumului :** drenuri transversale (normale pe axa drumurilor), drenuri oblice, drenuri longitudinale (paralele cu axa căii).

**După poziția în sistemul de drenare :** drenuri izolate, grupuri de drenuri nelegate între ele, complex de amenajări de drenaj numit rețea de drenuri (fig. 8.10).



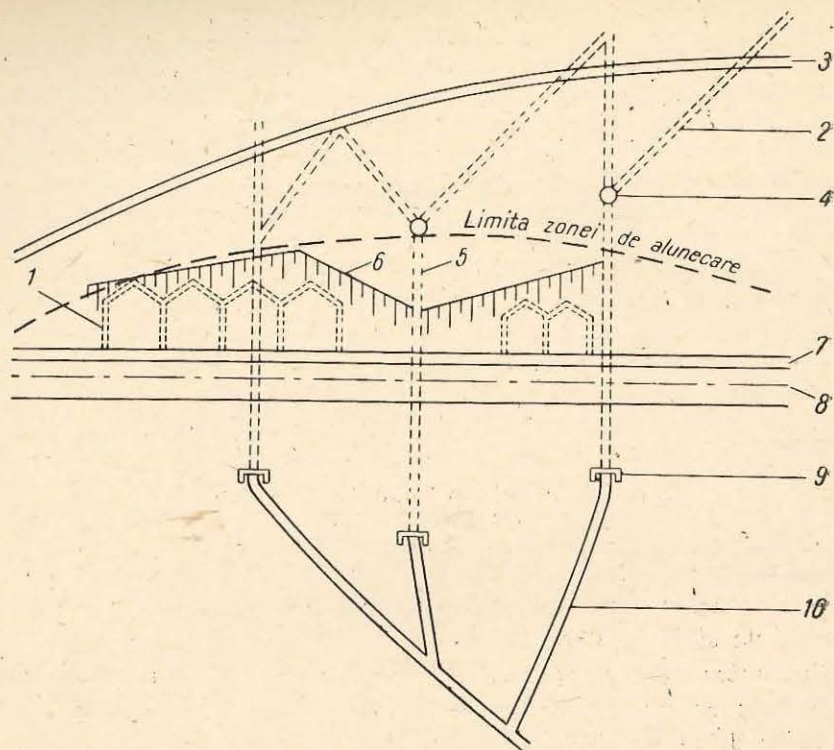


Fig. 8.10. Rețea de drenuri de captare și de interceptie :

1 — dren de taluz ; 2 — drenuri de interceptie ; 3 și 10 — rigole pavate ; 4 — puț de vizitare ; 5 — dren de captare ; 6 — taluz însămintat și plantat ; 7 — șanțul drumului ; 8 — platforma drumului ; 9 — gura drenului.

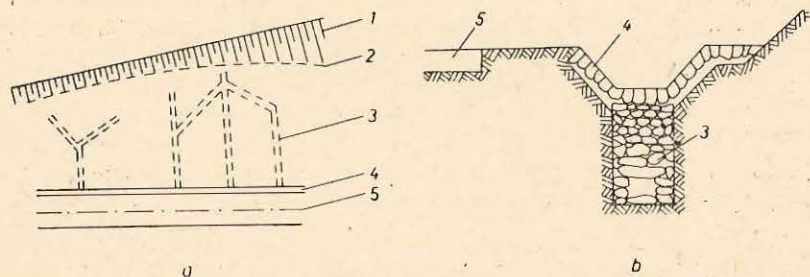


Fig. 8.11. Dren de taluz (a) și de pereu (b) :

1 — taluz natural ; 2 — linie de infiltrație ; 3 — drenuri ; 4 — șanțul drumului ; 5 — platforma drumului.

După modul de execuție și amplasare a drenurilor :

- drenuri de taluz (fig. 8.11, a), folosite în cazul alunecărilor superficiale, cu ajutorul lor captându-se apa din taluzuri ;
- drenuri-pereu (fig. 8.11, b), așezate la baza taluzului, avînd rolul de a feri terasamentele de sub patul drumului de infiltrarea apei ;
- drenuri de captare, cu scopul de a colecta apa subterană din masele de pămînt instabile. Adîncimea drenului trebuie să depășească nivelul suprafeței de alunecare, baza sa încadrîndu-se în terenul impermeabil ;

- drenuri de interceptie, cu rolul de a intercepta apa subterană, care are tendința să ajungă în terasamentul drumului, și a o dirija în afara platformei ;

- drenuri de asanare a platformei și a corpului drumului, cu rolul de a coborî nivelul apelor subterane din platformă ;

- drenuri din spatele zidurilor de sprijin, cu rolul de a capta apa din masa de pămînt care se găsește în spatele zidului, pentru a evita creșterea presiunii asupra acestuia.

După modul constructiv :

- drenuri deschise, sub formă de șanțuri și rigole, uneori umplute cu material drenant (fig. 8.12, a, b și c) ;

- închise (izolate de pătrunderea apei de suprafață — fig. 8.12, d) ;

- de construcție specială (filtrante, clasice, ecranate) ;

- drenuri verticale, pentru colectarea apei din jur, evacuarea apei din ele făcîndu-se prin straturi drenante de mare adîncime ; aceste drenuri se mai numesc și puțuri absorbante (fig. 8.12, e) ;

- filtre aciculare (tuburi metalice sau din beton, găurite, cu diametre de maximum 30 cm), avînd rolul de a colecta apa în puțuri sau în drenuri principale.

2) *Părțile componente ale unui dren.* Toate șanțurile deschise care ajung în stratul acvifer pot îndeplini funcția de dren. Eficiența lor este însă asigurată numai cînd nivelul apelor subterane este foarte ridicat și pereții șanțului permit infiltrarea apei.

Pentru ca un dren deschis să poată colecta apa, fundul șanțului trebuie să fie sub nivelul stratului acvifer. Pentru a nu se produce degradarea drenului de apa care curge prin el, fundul și pereții șanțului se căptușesc cu argilă. Drenurile deschise, în afară de apa subterană, colectează și apele de la suprafață.

Întreținerea acestor drenuri este grea, iarna îngheață și se degradează, de aceea drenurile deschise se folosesc pe scară restrînsă.

Drenurile închise se folosesc numai pentru colectarea apelor subterane.



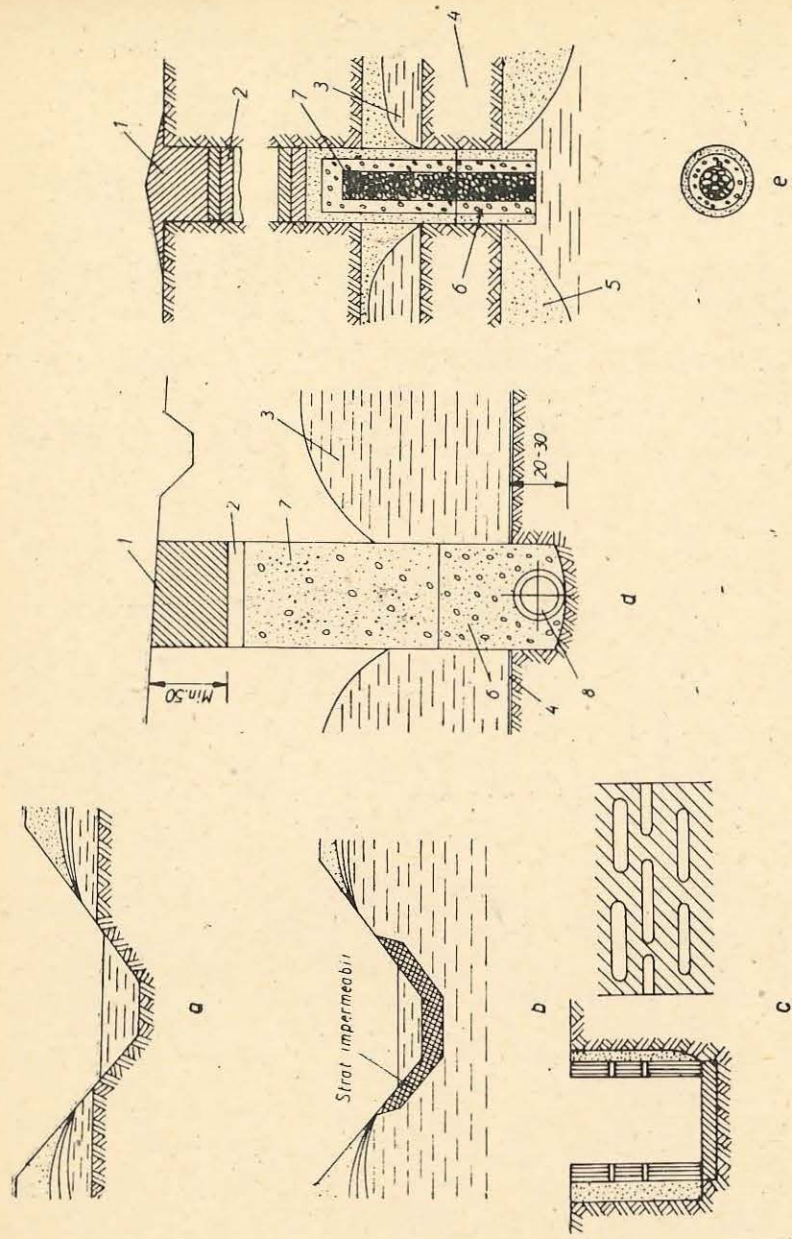
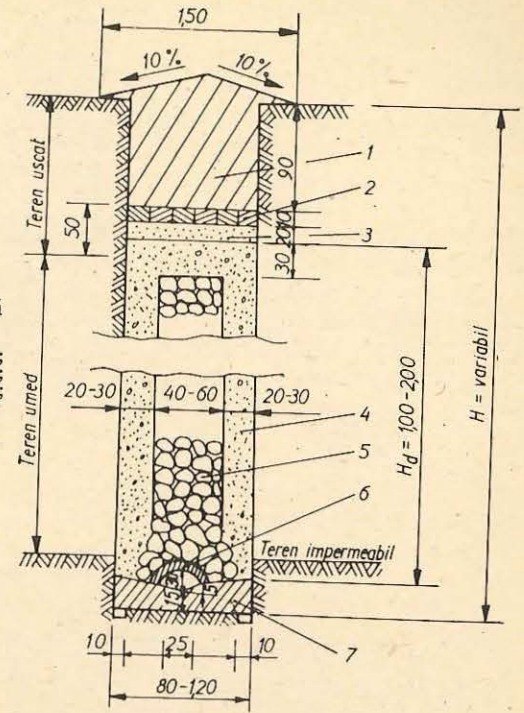


Fig. 8.12. Tipuri de drenuri :

a - șanț de drenaj; b - șanț de drenaj impermeabil; c - rigolă drenantă; d - dren închis; e - dren vertical (put absorbant); f - dop de argilă; 2 - brazde; 3 - străt impermeabil; 4 - străt impermeabil; 5 - străt permeabil; 6 și 7 - umplutură drenantă; 8 - tub colector.

Fig. 8.13. Secțiune transversală printr-un dren :

1 - dop de argilă; 2 - brazde; 3, 4 și 5 - umplutură drenantă; 6 - element semicilindric perforat; 7 - radiatorul drenului.



Un dren închis este alcătuit din următoarele părți principale (fig. 8.13): tranșeea, umplutura drenantă care captează apele și dispozitive de colectare și evacuare a apelor.

*Tranșeea* este săpătura de pământ executată în stratul acvifer, cu secțiune dreptunghiulară, în care se introduc celelalte elemente ale drenului. Lățimea tranșeei este de 0,7-1 m, în funcție de adâncimea drenului.

Dacă adâncimea tranșeei ajunge la stratul impermeabil și se încastrează în el pe o adâncime de 0,3-0,5 m, drenul poate colecta apa de pe întreaga înălțime a stratului acvifer și se numește dren perfect. Dacă adâncimea tranșeei se oprește în stratul permeabil, drenul poartă denumirea de dren imperfect, plutitor sau suspendat.

La suprafață, tranșeea se acoperă cu un străt de argilă gros de 50 cm, care nu permite pătrunderea apelor de suprafață în dren.

*Umplutura drenantă* reprezintă materialul permeabil ce se introduce în tranșee, care dă posibilitatea apei să pătrundă în dren (nisip,



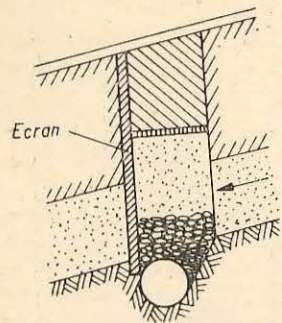


Fig. 8.14. Dren cu ecran.

pietriș, piatră spartă, piatră brută, bolovani de râu, zgură). Pentru ca să se evite colmatarea drenului cu particule aduse de apele ce pătrund în dren, între umplutura drenantă și pereții tranșeei se pun unul sau două straturi de nisip care joacă rol de filtru invers.

Dacă drenul trebuie să intercepteze un strat acvifer, se prevede cu un perete lateral de protecție numit *ecran*, care împiedică trecerea apelor dincolo de dren (fig. 8.14). Ecranul se execută din argilă grasă, de 30—50 cm grosime, bine bătută cu maiul.

*Dispozitive de colectare și evacuare a apelor.* Pentru colectarea și evacuarea apelor de pe fundul tranșeei se folosesc mai multe mijloace :

— umpluturi din materiale pietroase permeabile, care trebuie să asigure scurgerea întregului debit de apă colectată (drenuri fără tub) (fig. 8.15, a) ;

— tuburi (din zidărie de piatră — fig. 8.15, b, din beton, din material ceramic sau din azbociment) ;

— galerii de piatră, beton sau lemn.

Dintre drenurile închise, cele mai folosite sînt drenurile cu tuburi. Tuburile de drenaj din beton au diametrul interior de 400—600 mm și lungimea de 400—1 000 mm, iar cele din azbociment au diametrele pînă la 1 000 mm.

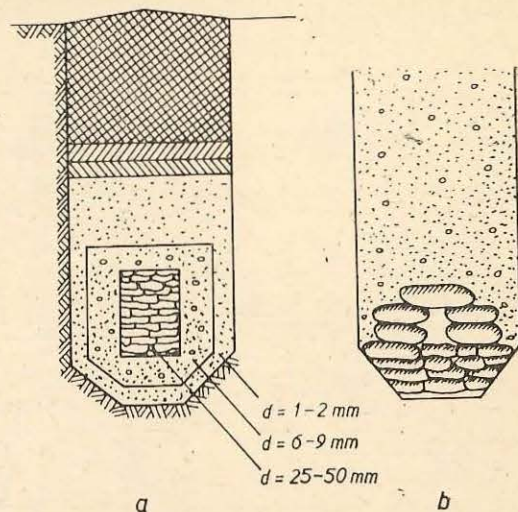


Fig. 8.15. Drenuri:

a — din umplutură cu materiale pietroase ;  
b — din zidărie de piatră.

În porțiunea în care se colectează apa, tubul este prevăzut cu găuri (fante) sau cu rosturi (fig. 8.16). Porțiunea de tub destinată numai pentru evacuarea apelor nu trebuie să aibă goluri, pentru a se evita infiltrarea apei din tub în pămînt.

În unele cazuri, tuburile nu au găuri, iar intrarea apei se face prin rosturile de la îmbinări (fig. 8.17).

Pentru a asigura scurgerea apelor, drenurile trebuie să aibă o declivitate minimă de 0,5%.

Tuburile se așază pe un strat de nisip de 10—15 cm, iar dacă drunul se încastrează în pămînt argilos, la contactul cu argila se face o rigolă de beton, pentru a se evita spălarea și antrenarea argilei.

Pentru vizitarea și curățirea drenurilor, la distanțe de 50—70 m, sau la schimbări de direcție, se fac puțuri de vizitare (cămine) din cărămidă, piatră sau beton. Puțurile de vizitare mai pot servi la colectarea apelor din mai multe drenuri convergente, la ventilarea și aerisirea drenurilor.

Curățirea drenurilor se face pe tronsoane, între două puțuri de vizitare, cu mijloace mecanice, cu apă sub presiune sau cu aer comprimat.

Pe porțiunile cuprinse între capetele din amonte ale drenurilor și primele cămine de vizitare, aerisirea și ventilarea se asigură prin puțuri de aerisire. Puțurile de aerisire sînt formate din tuburi de beton cu diametrul de 30 cm, montate deasupra rigolelor drenului orizontal, în poziție verticală, ridicîndu-se cu aproximativ 1 m peste nivelul terenului înconjurător. Tubul se protejează la suprafață cu zidărie de piatră brută sub formă de trunchi de con.

Ieșirea la suprafață a drenurilor se face într-o depresiune. Spre capetele de ieșire, acolo unde drenul nu mai colectează apa, sistemul de scurgere trebuie făcut impermeabil și așezat sub adîncimea de îngheț.

Protecția împotriva înghețului se poate face cu un val de pămînt sau cu materiale termoizolatoare.

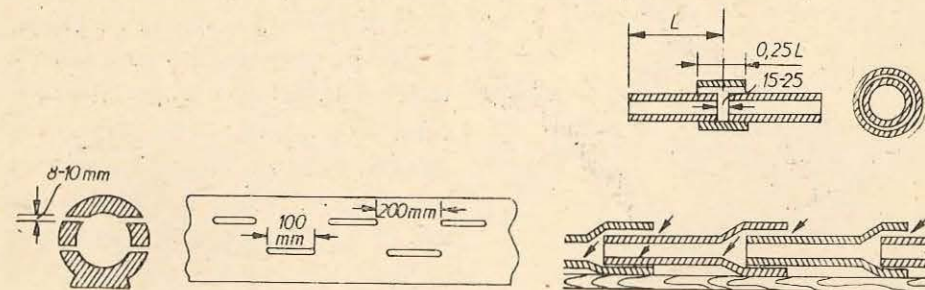


Fig. 8.16. Tub de dren cu fante.

Fig. 8.17. Așezarea tuburilor de dren cu rosturi între capete.



La ieșirea la suprafață drenul este prevăzut cu o pantă mai mare, pentru mărirea vitezei de curgere, pentru ca apa să-și păstreze căldura inițială și să ferească gura drenului de îngheț.

Ieșirea se face de regulă cu un tub prin care apa se scurge într-un șanț. Se recomandă ca tubul să fie așezat cu 50 cm deasupra șanțului, iar acesta să fie consolidat cu pereu și să aibă pantă suficient de mare pentru o scurgere cât mai bună a apelor.

*Umplutura de închidere a drenului.* Pentru ca apele de suprafață să nu pătrundă în corpul drenului, este necesar ca acesta să fie închis în partea de sus cu un strat de argilă de cel puțin 0,50 m. Pentru ca argila să nu pătrundă în stratul drenant, se interpune un strat izolator executat din brazde întoarse.

c. **Consolidarea și protejarea taluzurilor.** Construcțiile de pământ sînt supuse acțiunilor agenților atmosferici, taluzurile terasamentelor fiind supuse degradării din acțiunea de îngheț-dezghet, precum și datorită șiroirii apelor din precipitații, care antrenează particule de pe suprafața lor, formînd șanțuri de șiroire.

Pentru preîntîmpinarea degradărilor, pentru atenuarea factorilor agresori, se execută lucrări de protecție și consolidare, care se pot realiza prin mai multe metode.

*Însămînțarea simplă* sau cu adaos de pământ vegetal se utilizează la taluzuri cînd nu există posibilitatea de însămînțare naturală. Se folosește pentru taluzuri cu înălțimi mai mici de 5 m. Peste suprafața taluzului se așterne un strat de pământ vegetal în grosime de 10–15 cm și se însămînțează iarba (fig. 8.18).

Dacă înălțimea taluzului este mai mare de 5 m se execută o consolidare combinată: la partea superioară se însămînțează iarba, iar la partea inferioară se adoptă o soluție mai rezistentă, de exemplu benzi de brazde și gărdulețe.

*Brăzduirea* se execută cu brazde scoase din ampriza drumului sau din terenuri învecinate. Suprafața taluzului se afinează, se acoperă cu un strat de pământ vegetal și apoi cu brazde de dimensiunile 25 × 25 cm, sau 25 × 40 cm. Dacă suprafața de protejat este mai mare, se fac brăzduiri în formă de ochiuri cu latura pătrată sau sub formă de dreptunghi

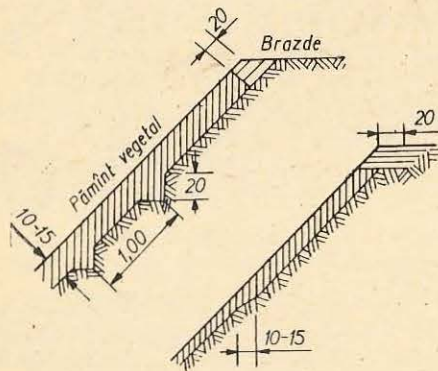
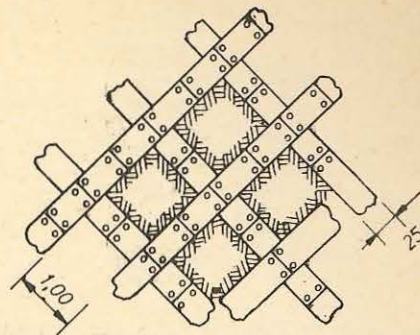


Fig. 8.18. Consolidarea taluzurilor prin însămînțare.

Fig. 8.19. Consolidarea taluzurilor cu benzi de brazde și însămînțare.



cu dimensiunile 1 × 1,5 m, iar în interiorul ochiurilor se însămînțează iarba (fig. 8.19). Dacă înclinarea taluzurilor este mai mare de 1 : 2, brazdele se fixează cu țărushi. Brăzduirea se face pe timp umed, de preferință primăvara sau toamna.

*Gărdulețe* (cleionaje) se folosesc în regiunile cu ploi abundente; se execută din nuiele, cu înălțimea de 15–20 cm, formînd ochiuri pătrate cu latura de 1–1,5 m (fig. 8.20). Spațiul interior se însămînțează sau se brăzduiește. Țărushiile cleionajelor se execută din ramuri de răchită și salcie.

Protejarea taluzurilor prin însămînțări, brăzduiri și gărdulețe se va face numai în cazuri bine justificate, cînd nu se pot executa direct plantații.

*Plantațiile* se folosesc pentru consolidarea taluzurilor în zonele inundabile, cînd drumurile sînt amplasate în albia majoră a râurilor. Plantațiile se fac cu butași, în rînduri dispuse la 0,5 m, pe o înălțime de

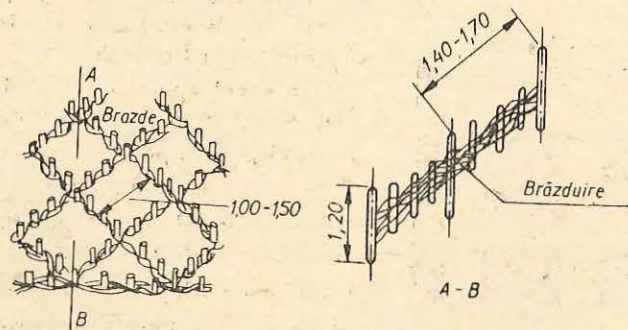


Fig. 8.20. Cleionaje.



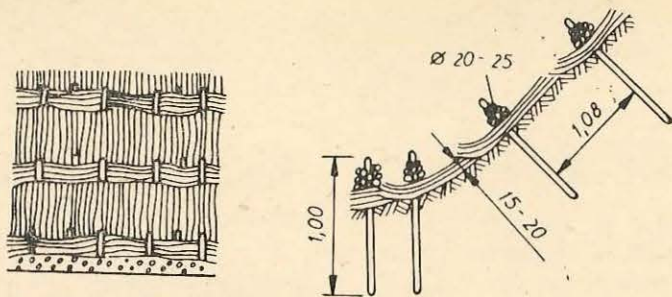


Fig. 8.21. Protejarea taluzurilor cu nuiele și fascine.

1,5 m de la baza rambleului, folosindu-se specii forestiere la a căror alegere se ține seama de condițiile locale, de rolul pe care îl au în consolidarea drumului și de utilitatea economică a speciilor.

*Apărările cu fascine* (în suluri sau saltele) se folosesc în cazul taluzurilor expuse eroziunii de către apă. Se folosesc două sisteme: sistemul de acoperire a taluzului cu straturi de nuiele, în grosime de 15–20 cm, prin prăjini așezate orizontal, sau prin protejarea cu suluri de fascine de 20–25 cm, făcute din nuiele de alun sau salcie cu lungimea de 1,5–2,5 m, cu diametrul la capătul subțire de 1 cm, iar la capătul gros de 2–3 cm. Sulurile se leagă cu nuiele de răchită sau sîrmă zincată și se fixează pe taluz cu țărushi (fig. 8.21).

*Acoperirea cu pereuri de piatră* se folosește cînd taluzurile sînt amplasate pe malul apelor, expuse loviturilor valurilor și ghețurilor și numai în cazul taluzurilor a căror înclinare nu depășește 1 : 3. Înălțimea de pereere trebuie să fie cu 50 cm deasupra nivelului apelor maxime.

Pereurile se execută din piatră brută cu dimensiunile de 10–15 cm, așezate pe o fundație.

În cazul apelor cu viteză mare, pereul se sprijină pe anrocamente. Dacă piatra lipsește, pereerea se poate face cu dale de beton cu grosimea de 12–13 cm și latura de 50 cm. Se pot folosi și alte elemente prefabricate din beton, care formează cuiburi, în interiorul cărora se execută o umplutură din bolovani (fig. 8.22).

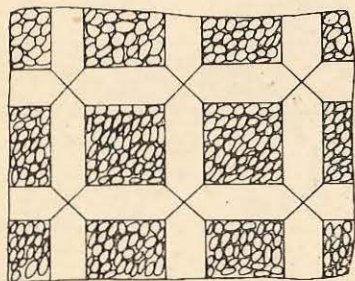


Fig. 8.22. Pereu din elemente prefabricate și bolovani.

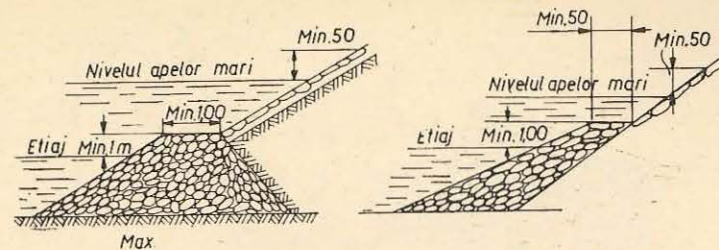


Fig. 8.23. Protejarea taluzurilor cu anrocamente.

*Protejarea cu anrocamente.* Anrocamentele sînt lucrări folosite contra eroziunii taluzurilor aflate de-a lungul cursurilor de apă. Ele se construiesc acolo unde cursul apei este paralel cu traseul și albia este largă, iar nivelul de creștere al apelor este mic. Se pot folosi și acolo unde apa își schimbă sensul de curgere, bătînd direct în mal. Anrocamentele constau din blocuri mari de piatră (150–1 000 kg) așezate la piciorul rambleului (fig. 8.23).

Cînd terenul de bază este afuiabil, anrocamentele se așază pe saltele de fascine.

*Protejarea cu gabioane.* Gabioanele sînt cutii din plasă de sîrmă zincată, umplute cu piatră. Cadrul gabionului se confecționează în formă paralelipedică din oțel-beton cu diametrul de 6–10 mm. Lungimea cutiilor variază între 2 și 6 m, înălțimea între 0,5 și 2 m, lățimea fiind tot de 0,5–2 m. Cutia, cu capacul deschis, se așază pe locul unde trebuie protejat taluzul, apoi se umple cu blocuri de piatră, golurile dintre blocuri umplîndu-se cu piatră mai măruntă. Gabioanele se așază suprapus, cu retrageri pentru formarea taluzului (fig. 8.24).

Gabioanele se folosesc la protejarea terasamentelor în cazul cursurilor de apă cu scurgerea intermitentă, unde nu se pot folosi fascine din cauză că sînt supuse uscării.

Gabioanele se folosesc și pentru corectarea cursurilor de apă și regularizarea albiei rîurilor, amplasîndu-se în așa fel față de direcția de scurgere a apei încît să asigure efectul de colmatare.

Lucrările de consolidare și protejare a taluzurilor rambleelor și debleurilor asigură stabilitatea acestora și împiedică erodarea și distrugerea lor. Aplicarea mijloacelor de protejare trebuie făcută cu discernămint, în funcție de natura terenului, de caracterul precipitațiilor și de posibilitatea de a le realiza cu materiale locale.

d. **Sprijinirea terasamentelor.** Pentru a împiedica alunecările de rambleu în cazul așezărilor pe terenuri cu înclinare transversală mare,



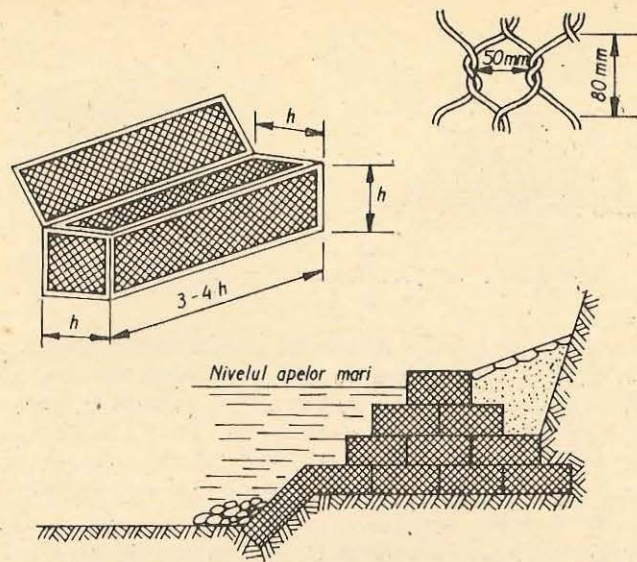


Fig. 8.24. Protejarea taluzurilor cu gabioane.

sau pentru sprijinirea taluzurilor de rambleu și debleu se folosesc: ziduri de sprijin combinate cu consolidări vegetale pe taluzuri, deasupra zidurilor, contrabanchete, căsoaie și piloți din beton armat sau lemn.

*Zidurile de sprijin* pot fi executate din zidărie de piatră uscată sau cu mortar de ciment, ziduri din beton simplu sau armat sau din elemente prefabricate din beton. După rolul pe care îl îndeplinesc se împart în (fig. 8.25):

— ziduri de sprijin (de rezistență), care servesc la sprijinirea taluzurilor expuse alunecărilor, surpărilor sau acțiunii apelor curgătoare. Se folosesc ca apărări la apă în cazul albiilor înguste, când există condiții bune de fundare:

— ziduri de căptușire (de protecție), care servesc la protejarea taluzurilor de debleu împotriva degradărilor. Se execută în mod obișnuit din zidărie de piatră brută (uscată, cu mortar de ciment sau mixtă) sau din beton (simplu, armat, monolit sau prefabricat).

Zidurile de căptușire se execută cu fruct (înclinare) de 10 : 1 până la 3 : 1 și au grosimea de 0,40 m la coronament și de  $0,40 + \frac{h}{13}$  m la bază.

Dimensiunile zidurilor de rezistență se stabilesc prin calcule, în funcție de împingerea pământului la care sînt supuse.

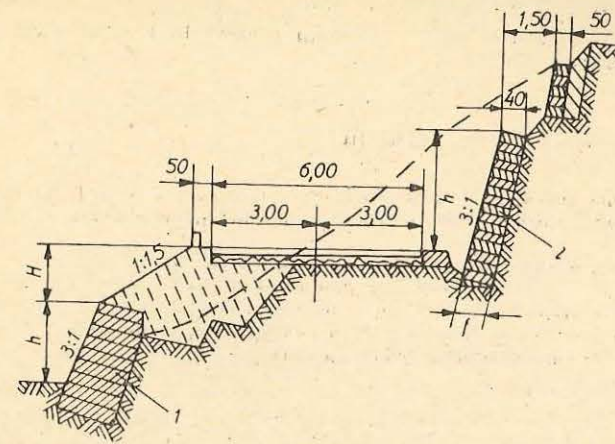


Fig. 8.25. Zid de rezistență (1) și zid de căptușire (2).

Fiind lucrări costisitoare, care consumă multă manoperă și măresc durata de execuție a drumului, se vor prevedea numai în cazuri bine justificate din punct de vedere tehnic și economic.

*Contrabanchetele.* Se folosesc la sprijinirea rambleurilor din regiunile lipsite de piatră. Se execută din materiale locale, cu înclinarea de 2—4% spre aval, pentru a asigura scurgerea apelor (fig. 8.26).

*Căsoaiele* (duble sau simple) se utilizează la sprijinirea taluzurilor de rambleu și de debleu. Când se folosesc la protejare împotriva acțiunii apelor curgătoare se așază pe saltele de fascine. Pentru evitarea consumului de material lemnos, căsoaiele se vor prevedea numai în cazuri bine justificate tehnic și economic, sau se vor folosi căsoaie din grinzi prefabricate din beton armat.

*Piloții de susținere* servesc la consolidarea masivelor de pământ și se execută din lemn impregnat sau din beton armat (fig. 8.27). Nu-

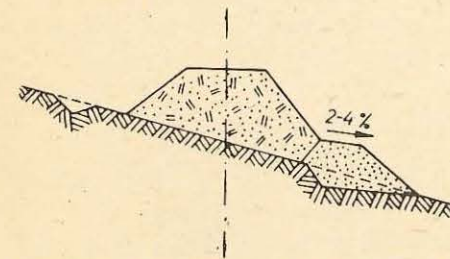


Fig. 8.26. Contrabanchetă de sprijin a rambleului.

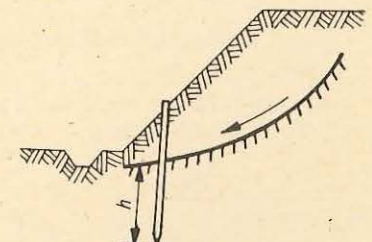


Fig. 8.27. Sprijinirea terasamentului cu piloți.



mărul, secțiunea și adâncimea de batere a piloților în stratul stabil se determină prin calcule, astfel încît să reziste la forțele date de împingerea pămîntului.

#### VERIFICAREA CUNOȘTINȚELOR

1. Definiți principalele elemente constructive care alcătuiesc un pod.
2. Prezentați principalele lucrări ce se execută pentru montarea unui podeț tubular.
3. Prin ce mijloace se pot colecta apele de suprafață?
4. Cum se realizează colectarea apelor subterane?
5. Ce sînt drenurile și care sînt elementele componente ale unui dren?
6. Ce dispozitive se folosesc pentru evacuarea apei din dren?
7. Care sînt principalele mijloace folosite pentru protejarea taluzurilor?

#### CAPITOLUL 9

### NOȚIUNI PRIVIND EXECUȚIA TERASAMENTELOR

Terasamentele (lucrările de pămînt) au rolul de a susține suprastructura drumului. Ele constau din săpături, umpluturi și mișcări de pămînt pentru realizarea profilelor de debleu, rambleu și mixt, conform prevederilor proiectului de execuție. La construcția drumurilor forestiere lucrările de pămînt reprezintă o pondere însemnată din costul total al lucrărilor. Costurile ridicate la execuția terasamentelor se datoresc în cea mai mare parte execuției manuale, parțiale sau totale, a unor lucrări, și anume: curățirea terenului, scoaterea cioatelor, îndepărtarea blocurilor de pe versanți și a arborilor căzuți în ampriza drumului, asanarea zonelor mocirloase, săparea și evacuarea pămîntului de pe taluzuri, execuția șanțurilor etc.

Executarea terasamentelor prin tehnologiile noi de lucru prevede ca majoritatea operațiilor să se execute mecanizat, fapt care conduce la reducerea duratei de execuție, mărirea productivității muncii și reducerea costului. Metodele de lucru aplicate depind de condițiile de teren, de utilajele folosite și de forța de lucru. La drumurile forestiere executarea terasamentelor se face cu buldozerul, care este utilajul de bază, și cu autogrederul și excavatorul, folosindu-se și mijloace de transport adecvate.

Cînd terenul este stîncos pentru derocările în stîncă (săpături) se folosesc substanțe explozive.

Tehnologiile aplicate la executarea terasamentelor au în vedere următoarele principii:

— folosirea unui singur utilaj în etapa I, care să execute lucrările pregătitoare și de terasamente propriu-zise, fără a fi nevoie să se introducă și alte tipuri de utilaje;

— executarea completă a terasamentelor în profil transversal (săparea platformei, a taluzurilor, a șanțurilor și realizarea bombamentului) pe tronsoane scurte, pentru evacuarea rapidă a apei din precipitații, evitîndu-se infiltrarea apei în corpul terasamentului;



— compactarea terasamentelor cu utilaje specifice în etapa a II-a, imediat înainte de executarea suprastructurii, evitându-se astfel aducerea de două ori pe șantier a utilajelor pentru compactare ;

— terasamentele ce urmează a se realiza în profile mixte și alter-nante de deblee și ramblee, cu volume uniform repartizate, se vor exe-cuta cu buldozerul, iar terasamentele în terenurile ușoare, mijlocii și tari cu panta transversală de pînă la 20% se vor executa cu autogrederul. În cazul săpăturilor și umpluturilor cu volum concentrat se vor folosi excavatorul și mijloacele de transport.

Terasamentele trebuie să fie stabile, ușor de întreținut, durabile și cît mai ieftine. Modul de comportare a sistemului rutier precum și via-bilitatea acestuia depind de calitatea terasamentelor.

Stabilitatea și rezistența terasamentelor se asigură prin :

- calitatea bună a terenului de fundare ;
- executarea terasamentelor din pămînturi corespunzătoare ;
- evacuarea apelor subterane pentru a se împiedica spălarea pămîntului din terasamente ;
- proiectarea și executarea platformei drumului deasupra nivelului apelor subterane sau peste nivelul apelor care au durată de stagnare mare ;
- protejarea de infiltrații a terasamentelor prin executarea de suprastructuri impermeabile ;
- compactarea corespunzătoare a terasamentelor.

La executarea terasamentelor se disting trei categorii de lucrări : lucrări pregătitoare, lucrări de bază și lucrări de finisare.

## 1. LUCRĂRI PREGĂTITOARE

Înainte de începerea execuției terasamentelor este necesar să se efectueze o serie de lucrări care au ca scop pregătirea zonei drumului în vederea realizării terasamentelor propriu-zise. Din categoria lucrărilor pregătitoare fac parte : restabilirea traseului în plan și în profil longitudinal ; curățirea terenului din zona drumului de arbori, cioate și tufişuri ; îndepărtarea stratului de pămînt vegetal de pe ampriza drumului ; asanarea zonei drumului ; profilarea traseului și piche-tarea lucrărilor de artă ; pregătirea amprizei drumului.

a. **Restabilirea traseului în plan și în profil longitudinal.** Înainte de a se începe execuția terasamentelor, este necesar ca proiectantul drumului să facă o recunoaștere a traseului și să restabilească toate reperele care determină axa și elementele viitorului drum.

Pe baza planului de situație și a profilului longitudinal se stabilesc picheții care marchează aliniamentele, vîrfurile de unghi și punctele

necesare trasării curbelor. Se verifică reperele de nivelment și se plan-tează reperele suplimentare, dacă sînt necesare execuției. Orice nepotrivire sau omisiuni găsite în proiect se semnalează pe loc, iar la nevoie se ridică profile suplimentare. Cu această ocazie se execută amplasarea definitivă a șanțurilor, a canalelor de scurgere, a zidurilor de sprijin, a drenurilor, a gropilor de împrumut.

Reperele trebuie să poarte inscripția menționată în profilul longi-tudinal și planul de situație și identificarea lor să se poată face ușor cu ajutorul martorilor plasați în locuri accesibile și ușor de găsit.

b. **Curățirea terenului din zona drumului de arbori, cioate și tufişuri.** Terenul pe care se execută terasamentele, gropile de împrumut, șanțurile de gardă și alte construcții se curăță în prealabil de arbori și tufişuri.

Deoarece pădurea contribuie la apărarea terasamentelor de înzăpe-ziri, arborii și tufişurile se vor îndepărta numai de pe ampriză ; arborii din imediata apropiere a amprizei, cărora prin săpare li se slăbește înrădăcinarea, creîndu-se posibilitatea doborîturilor de vînt, se vor îndepărta. De asemenea, se vor extrage arborii putregăioși, care prin cădere amenință platforma drumului.

Defrișarea tufişurilor se face manual, cînd consistența acestora este mare și lucrarea nu se poate executa mecanizat.

Curățirea terenului de cioate se face în întregime în porțiunile de debleu și în cazul rambleelor cu înălțimea sub 1 m.

În porțiunile de rambleu cu înălțimea cuprinsă între 1 și 2,5 m cioatele se retează de la suprafața pămîntului, rădăcinile rămînd în pămînt pentru fixarea solului. În rambleele de peste 2,5 m cioatele pot rămîne în pămînt, fiind tăiate la înălțimea egală cu 1/3 din diametru.

Cioatele cu diametrul sub 30 cm la rășinoase și sub 20 cm la foioase se scot cu buldozerul. Cioatele cu diametre mai mari se scot cu aju-torul explozivilor. Pentru aceasta se sapă sub cioată o gaură oblică cu diametrul de 6—7 cm cu ajutorul unei rîngi, astfel încît capătul găurii să ajungă sub mijlocul buturugii, la o adîncime de  $(1,5 \dots 2)D$  ( $D$  fiind diametrul buturugii). Gaura se încarcă cu exploziv care se aprinde cu fitil și capsă pirotehnică. Cantitatea de exploziv depinde de diametrul buturugii, de specia arborelui, de natura și starea pămîntului.

c. **Îndepărtarea stratului de pămînt vegetal de pe suprafața amprizei drumului.** Datorită conținutului ridicat în particule fine și de materii organice, pămîntul vegetal este foarte compresibil, nu corespunde nici ca teren de fundație și nici ca material pentru execuția rambleelor ; este foarte indicat însă pentru îmbrăcarea taluzurilor în vederea însă-mîntării sau brazduirii. Dacă terenul este înierbat, brazdele de iarbă se extrag și se depozitează în afara amprizei, se acoperă cu rogojini și pe-riodic se udă, pentru a nu se usca iarba.



Brazdele au formă dreptunghiulară, cu dimensiunile în plan de  $25 \times 40$  sau  $25 \times 25$  cm și grosimea de 6–10 cm.

d. **Asanarea zonei drumului.** Terenul pe care se execută drumul este supus acțiunii precipitațiilor atmosferice și a apelor subterane.

Este foarte important ca înaintea începerii lucrărilor să se execute șanțuri de desecare și drenuri. Pe terenurile pe care se execută ramblee, terenul de fundare trebuie asanat prin metode adecvate caracteristicilor pământului.

Din punct de vedere al umidității, terenurile de fundare pentru ramblee pot fi: uscate, umede și mocirloase. Pământul este considerat umed dacă în anumite perioade ale anului este saturat cu apă. Pământul este mocirlos dacă în permanență este saturat cu apă.

Terenurile mocirloase se asanează prin șanțuri colectoare care evacuează apa ce stagnează. Trebuie acordată atenție deosebită apei care se scurge pe versanți și ajunge pe taluzuri, producând degradarea acestora și a terasamentelor. Apa provenită din precipitațiile atmosferice, care are tendința să se scurgă pe versanți, se îndepărtează cu șanțuri de gardă.

e. **Profilarea traseului și pichetarea lucrărilor de artă.** După ce terenul a fost defrișat și curățat de stratul de pământ vegetal, se retracează axa drumului prin țărushi puternici, bătuți pînă la nivelul terenului, în dreptul profilelor transversale caracteristice. Prin șabloane se materializează ampriza drumului, inclusiv înclinarea taluzurilor. Profilarea traseului reprezintă însemnarea pe teren a pichetilor care determină poziția platformei și a taluzurilor. Profilarea prin șabloane se face rar în cazul drumurilor forestiere, deoarece lucrările se execută cu buldozerul, iar șabloanele sînt distruse sau sfărîmate. Profilarea se face prin marcarea punctelor de reper cu vopsea, țărushi, stîlpi și tăblițe, astfel ca să se redea buldozeristului imaginea în spațiu a viitorului drum.

În cazul profilelor mixte se marchează (fig. 9.1): piciorul taluzului de rambleu  $R_1$ , muchia superioară a taluzului de debleu  $R_2$ , punctul de cotă zero  $R_{3a}$ , reperul de pe versant  $R_{3b}$ , nivelul liniei de cotă zero transmis la același nivel pe arbori  $R_{3c}$ , nivelul ochilor buldozeristului față de linia de cotă zero  $R_4$ .

În timpul execuției lucrărilor pregătitoare, țărushii care marchează cota zero  $R_{3a}$  pot dispărea; înainte de începerea acestor lucrări se vor bate țărushi martori pe versant  $R_{3b}$ , în afara amprizei, perpendicular pe direcția axei drumului, cu indicarea distanței pînă la țărushul de cotă zero.

Nivelul liniei de cotă zero se va transmite pe arborii aflați în afara amprizei  $R_{3c}$ , prin marcarea cu vopsea galbenă sau roșie. În cazul în

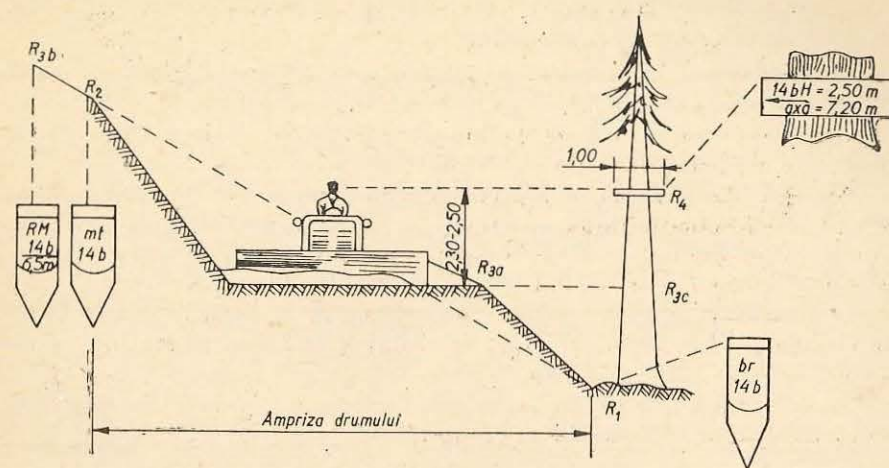


Fig. 9.1. Profilarea traseului.

care nu sînt arbori, acest marcaj se va face pe stîlpi din lemn bătuți în afara amprizei. Pentru buldozeriștii tineri, cu mai puțină experiență, se va face și un marcaj la nivelul ochiului  $R_4$ , cu o șipcă pe care se va scrie numărul pichetului și distanța pînă la axa drumului.

În terenurile plane sau cu înclinarea transversală redusă, se vor marca, înainte de începerea execuției, numai limitele amprizei drumului și cota zero, care se va transmite și în afara amprizei.

f. **Pregătirea amprizei drumului.** Înainte de începerea terasamentelor se face pregătirea amprizei drumului. Dacă înclinarea terenului natural este cuprinsă între 1 : 5 și 1 : 3, se vor executa trepte de înfrățire cu înclinare de 2% în sensul versantului și cu lățimea de circa 1 m.

Dacă înclinarea este mai mare de 1 : 3, se vor lua măsuri de consolidare a terasamentelor prin lucrări de sprijinire. Și în acest caz se vor executa trepte de înfrățire. Treptele de înfrățire se execută manual sau mecanizat, cu ajutorul buldozerului.

Se îndepărtează blocurile de stîncă prin rănguire sau prin împingere cu lama buldozerului sau, în cazul blocurilor mari, cu ajutorul explozivilor.

## 2. LUCRĂRI DE BAZĂ

După terminarea lucrărilor pregătitoare se trece la executarea lucrărilor de bază, adică a lucrărilor de pământ, care constau în:

— săparea pământului din debleuri, gropi de împrumut sau șanțuri;



- încărcarea, transportul și nivelarea pământului în ramblee;
- compactarea terasamentelor.

Terasamentele se execută aproape în întregime mecanizat. Executarea terasamentelor trebuie să formeze un proces tehnologic continuu, care se realizează cu o serie de utilaje dependente între ele din punct de vedere al operațiilor și al productivității.

Utilajul de bază la execuția terasamentelor este buldozerul; în funcție de productivitatea acestuia, se dotează șantierele cu celelalte utilaje (autogredere, excavatoare, compactoare). Gruparea utilajelor trebuie să se facă ținând seama de următoarele cerințe:

- operațiile dintr-un proces tehnologic să se desfășoare în lanț, fără timpi morți, respectiv când un utilaj a terminat operațiile, utilajul următor să intre în lucru;
- toate utilajele să fie solicitate uniform, la productivitatea stabilită pe șantier în condiții reale de lucru.

### 3. LUCRĂRI DE FINISARE

Din grupa lucrărilor de finisare a terasamentelor fac parte operațiile necesare pentru aducerea platformei, a taluzurilor și a construcțiilor de evacuare a apelor de suprafață într-o stare bună de funcționare și la o prezentare estetică corespunzătoare.

Din gropile de împrumut se va evacua apa care stagnează, iar fundul acestora se va nivela și se va însămînța cu iarbă sau se vor planta arbori. Toate suprafețele care au servit la organizarea provizorie a șantierului (drumuri de șantier, variante) trebuie scarificate, materialul pietros adunat și îndepărtat și apoi nivelate și plantate cu arbuști sau arbori adecvați.

Se va curăți toată zona drumului de resturi de materiale și de tușiuri care umbresc drumul. Acostamentele și taluzurile trebuie să aibă pantele prevăzute în proiect pentru a permite scurgerea apelor. Plantarea taluzurilor rambleelor cu arbori și arbuști adecvați contribuie la asigurarea stabilității acestora și la prezentarea estetică a drumului.

#### VERIFICAREA CUNOȘTINTELOR

1. Indicați principiile care stau la baza execuției terasamentelor.
2. Prezentați lucrările pregătitoare pentru execuția terasamentelor.
3. Care sînt lucrările de bază și cele de finisare la execuția terasamentelor?

## UTILAJE PENTRU CONSTRUCȚIA DRUMURILOR FORESTIERE

### A. MECANIZAREA LUCRĂRILOR PENTRU CONSTRUCȚIA DRUMURILOR FORESTIERE

#### 1. NOȚIUNI GENERALE PRIVIND PROCESUL DE MECANIZARE

Execuția drumurilor forestiere necesită un volum mare de lucrări, a căror realizare cantitativă și calitativă este posibilă numai prin folosirea unor utilaje de construcții corespunzătoare ca performanțe tehnologice.

Lucrările principale ce se realizează cu utilajele de construcții pe șantierele de execuție a drumurilor forestiere sînt dislocarea (săparea, derocarea), prelucrarea, încărcarea, deplasarea, amplasarea, compactarea și consolidarea diferitelor materiale specifice, cum sînt pămînturile, agregatele minerale (nisip, pietriș, piatră etc.), lianții, betoanele și altele.

#### 2. CLASIFICAREA UTILAJELOR PENTRU CONSTRUCȚIA DRUMURILOR FORESTIERE

Prin utilaje de construcții se înțeleg mașinile, instalațiile și uneltele folosite pentru execuția lucrărilor de construcții (cu diferite destinații: sociale, industriale, culturale, sportive, hidrotehnice, rutiere etc.).

După natura lucrărilor executate utilajele de construcții folosite la execuția drumurilor forestiere pot fi grupate astfel: utilaje pentru pregătirea terenului, utilaje pentru săparea, nivelarea și deplasarea pămînturilor, utilaje pentru încărcat, utilaje pentru derocări, utilaje pentru compactare, utilaje pentru pregătirea agregatelor, utilaje pentru prepararea și turnarea betoanelor de ciment și utilaje pentru executarea suprastructurii drumurilor asfaltate.

Principalele părți componente ale unui utilaj de construcții pot fi grupate astfel: sistemele de acționare, sistemele (mecanismele, organele)



de transmisie, sistemele de comandă, sistemele de frinare și blocare, organele de rezistență (cadru, carcasă, șasiu), echipamentele de lucru, dispozitivele și instalațiile anexe, organele de asamblare, sisteme și organe diverse (sistemul de direcție, dispozitivul de remorcare etc.).

#### VERIFICAREA CUNOȘTINTELOR

1. Care sînt lucrările principale ce se efectuează mecanizat la execuția drumurilor forestiere și cu ce categorie de utilaje de construcții se pot realiza ?
2. Indicați principalele părți ale unui utilaj de construcții.

### B. UTILAJE PENTRU PREGĂTIREA TERENULUI ȘI PENTRU SĂPAREA, NIVELAREA ȘI DEPLASAREA PĂMÎNTULUI

Utilajul de bază folosit la pregătirea terenului, la săparea și deplasarea pămîntului este buldozerul. În afară de acesta, pentru săparea, nivelarea și deplasarea pămîntului se folosesc autogredere și excavatoare.

Buldozerul este format dintr-un tractor cu șenile sau cu roți cu pneuri, pe care este montat permanent un echipament de buldozer (fig. 10.1). Buldozerul este prevăzut uneori și cu echipament secundar de scarificare 5, montat în partea din urmă a tractorului.

Echipamentul de buldozer este format dintr-o lamă de oțel rigidă 1, prevăzută cu cuțitele 2, pentru săparea pămîntului, un cadru de susținere 3 și cilindrii hidraulici 4 pentru acționarea lamei în poziție de lucru sau de repaus.

După sistemul de acționare folosit la manevrarea echipamentului, buldozerul pot fi cu acționare mecanică sau cu acționare hidraulică.

Lucrările de execuție a construcțiilor forestiere la care pot fi folosite buldozerul sînt :

- lucrări pentru pregătirea terenului : curățirea de tufișuri, doborîrea arborilor cu dimensiuni mijlocii, scoaterea cioatelor și a bolovanilor, îndepărtarea stratului de pămînt vegetal și a vegetației erbacee ;
- lucrări de săpare a pămîntului, însoțită de deplasarea sa laterală (săpături în debleu sau în profil mixt, săparea sau profilarea șanțurilor și a taluzurilor) sau împingerea lui frontală (pe distanțe de sub 100 m) ;

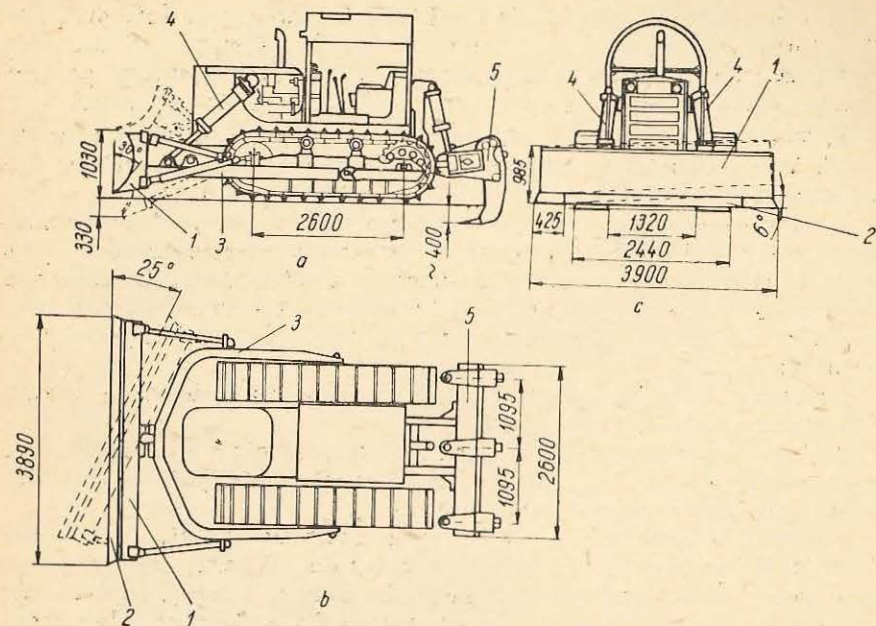


Fig. 10.1. Tractorul pe șenile S-1500-LS prevăzut cu echipamente de buldozer și de scarificare :  
a — vedere laterală ; b — vedere în plan ; c — vedere din față.

— lucrări de astupare a șanțurilor, precum și de nivelare grosieră a terenurilor ;

— lucrări în cariere și balastiere : decopertare, mobilizarea (strîngerea) în grămezi a agregatelor (nisip, balast, pietriș, piatră spartă) ;

— lucrări de întreținere a drumurilor : îndepărtarea zăpezii, nivelarea materialelor, scarificarea terenurilor tari sau a îmbrăcăminților de drumuri degradate (în cazurile buldozerelor prevăzute și cu echipament de scarificare).

Volumul cel mai mare de lucrări efectuate cu buldozere pe șantierul de construcții forestiere, cu randament maxim, sînt săpăturile în profil mixt.

În terenuri tari și foarte tari, săparea cu buldozerul este înlesnită de scarificarea prealabilă a pămîntului.

Majoritatea buldozerelor care se folosesc în țara noastră sînt de fabricație românească. Cel mai utilizat este echipamentul de buldozer



montat pe tractorul cu șenile de tip S-1500-LS, produs de Întreprinderea „Tractorul” din Brașov, în colaborare cu alte întreprinderi din țară. Se folosesc de asemenea și echipamente de buldozer instalate pe tractoarele S-650, S-1300 și S-1800, produse de aceleași întreprinderi.

a. **Tractorul S-1500-LS** este acționat de un motor Diesel de tip D-105 A în patru timpi, cu antecameră și supraalimentare cu aer prin turbosuflantă, care dezvoltă 110 kW la 1 200 rot/min.

Pornirea motorului Diesel se realizează cu ajutorul unui motor auxiliar de 17 kW, în patru timpi, cu carburator și electroaprindere, care poate fi pornit cu ajutorul unui demaror electric sau prin manivelă. Între motorul auxiliar și cel principal este intercalat un reductor cu două trepte de transmisie, pentru pornirea pe timp cald sau friguros, și cu ambreiaj.

Tractorul S-1500-LS se deplasează cu cinci trepte de viteze înainte și cu patru trepte de viteze înapoi.

*Sistemul de transmisie* a mișcării este format din: ambreiajul principal, cuplajul cardanic, cutia de viteze, puntea din spate, ambreiajele de direcție și transmisia finală (fig. 10.2).

Ambreiajul principal 1 este de tipul facultativ cuplat, cu fricțiune cu două discuri montate în volantul motorului. Pentru asigurarea unei bune răciri, ambreiajul lucrează în mediu hidraulic (ulei), în care scop discurile inelare de fricțiune sînt executate din pulberi metalice sintetizate (în loc de ferodou), iar suprafețele pe care freacă, din fontă. Pentru realizarea unei răciri bune, uleiul din carterul ambreiajului este antrenat permanent în mișcare de o pompă cu roți dințate.

Pentru cuplarea ușoară a vitezelor necesară oprirea din mișcare, imediat după debreiere, a arborelui principal al cutiei de viteze, antrenat de ambreiaj. În acest scop, ambreiajul este prevăzut cu o frînă cu saboți, acționată automat în momentul în care se comandă debreierea prin manetele și pîrghiile respective.

Cuplajul cardanic dublu 3, cu cruci cardanice, realizează transmisia între ambreiajul principal și cutia de viteze.

Cutia de viteze este mecanică, cu trei arbori, fără priză directă, cu cinci trepte de viteză pentru mers înainte și patru pentru mers înapoi, și cu acționarea secundară a pompei hidraulice 8 a comenzii ambreiajelor laterale și a pompei 9 a instalației hidraulice din spate.

Cutia de viteze este constituită din arborele principal 4, arborele secundar 5, arborele intermediar 6, axul 7, roțile dințate conducătoare  $A_1, A_2, A_3, C_2, C_3, C_4, C_5$  și roțile dințate conduse  $B, C_1, D_1, D_2, D_3, D_4, D_5$ . Prin angrenarea succesivă comandată a roților conducătoare și a celor conduse se obțin treptele de viteze de deplasare înainte sau înapoi (de exemplu, treapta I de deplasare înainte se realizează

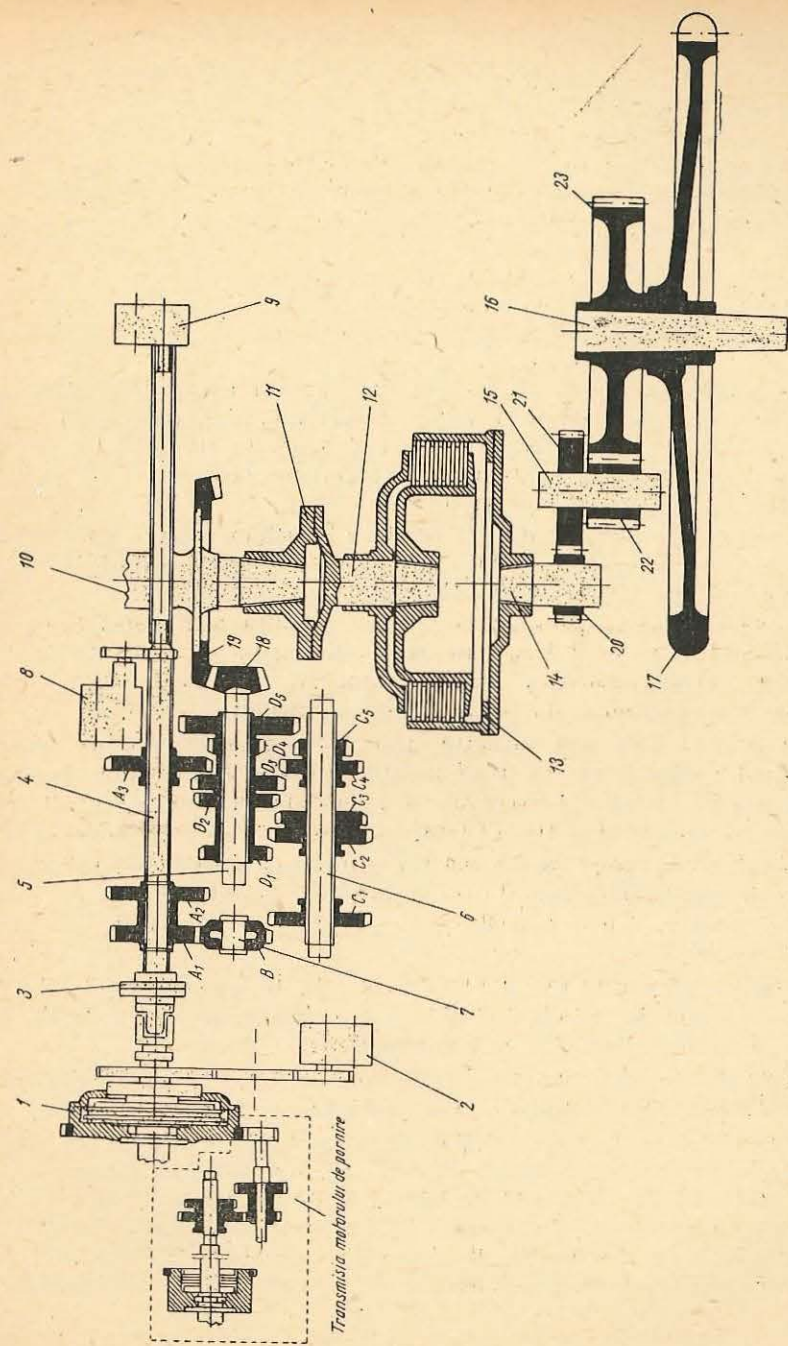


Fig. 10.2. Schema cinematică a tractorului pe șenile S-1500-LS



prin intermediul roților dințate  $A_1-B-C_1-C_5-D_5$ , iar treapta a IV-a de deplasare înapoi, prin roțile dințate  $A_2-C_1-C_2-D_1$ ).

Deoarece solicitările între organele transmisiei au valori ridicate, ungerea lagărelor și a roților dințate din cutia de viteze precum și a angrenajului conic din carterul transmisiei intermediare se efectuează sub presiune și prin stropire cu ajutorul unei pompe duble 2 cu roți dințate.

Comanda schimbării vitezelor se execută mecanic, cu ajutorul a două manete, din care una cuplează mersul înainte sau înapoi, iar alta cuplează una din treptele de viteze, fiind prevăzută cu dispozitive de blocare în fiecare viteză.

Puntea din spate este constituită din carcasa transmisiei intermediare și carcasa ambreiajelor laterale, în care sînt montate grupul conic de roți dințate cu dantură dreaptă 18-19, arborele 10 cu flanșa coroaiei conice 19, cuplajele 11, arborii ambreiajelor laterale 12 și ambreiajele laterale de direcție și frinare 13.

Ambreiajele de direcție sînt de tipul cu fricțiune, uscate, permanent cuplate, cu discuri multiple inelare, din pulberi metalice sinterizate și cu frîne cu bandă pe tamburele de antrenare.

Decuplarea ambreiajelor de direcție se execută prin doi cilindri de forță, comandați de două distribuitoare cu manete și acționați de pompa hidraulică 8; generatorul și motorul hidraulic fac corp comun. Frinarea se comandă mecanic, prin pedale și pîrghii.

Transmisia finală este formată dintr-un reductor cu două trepte constituit din arborii 14, 15 și 16 și roțile dințate cilindrice cu dantură dreaptă 20, 21, 22 și 23. Arborele 16, antrenat de roata dințată 23, transmite mișcarea de rotație la roata motoare 17 cu care este solidarizat.

Sistemul de deplasare este constituit din două cărucioare, pivotante în spate pe semiaxe fixe de carterul transmisiei intermediare. Lonjeroanele cadrului reazemă elastic pe cărucioare, prin intermediul unor perne de cauciuc.

Fiecare cărucior este prevăzut cu șase role de reazem, două role de susținere, o roată de întindere și ghidaj și un dispozitiv hidraulic de întindere cu arcuri elicoidale și amortizor.

Șenilele sînt formate din cîte 39 elemente de lanț, constituite din zale, bușe, bolțuri și tălpi (papuci), cu articulații nedemontabile.

Echipamentele de lucru și utilajele de schimb sînt acționate hidraulic, prin cilindri de forță alimentați de două generatoare hidraulice. Generatorul hidraulic din față este de tipul pompă cu palete și distribuitor cu sertar și alimentează doi cilindri de forță laterali, fiind acționat de la mecanismul de distribuție al motorului principal. Generatorul hidraulic din spate este de tipul pompă cu roți dințate și distribuitor cu

sertar și alimentează doi cilindri de forță laterali, fiind acționat de arborele principal al cutiei de viteze, prin intermediul unui manșon canelat.

Echipamentul divers al tractorului S-1500-LS este format din dispozitivele de remorcare din spate și din față, instalația electrică de pornire și semnalizare, cabina de rezistență și protecție și aparatele de control. Motorul tractorului este prevăzut cu un contor de ture, care indică numărul mediu de ore de funcționare. După necesitate, tractorul poate fi prevăzut cu priză de putere.

Masa tractorului S-1500-LS este de 15 400 kg, a echipamentului de buldozer este de 2 530 kg, iar a echipamentului scarificator de 2 900 kg.

b. Echipamentul de buldozer montat pe tractorul S-1500-LS (fig. 10.3) este format din lama 1 (dotată cu cuțitele centrale 6 și laterale 7), cadrul 2, tendoanele inferior 3 și superior 4 și placa-pivot 5. Pe cadrul 2 sînt prevăzute suporturile 8 care permit schimbarea orientării în plan orizontal a lamei față de direcția de înaintare a tractorului. Ridicarea și coborîrea lamei se face cu ajutorul a doi cilindri hidraulici 9.

Pentru efectuarea diferitelor lucrări de săpare și transport al pămîntului, lama de buldozer poate să ocupe mai multe poziții față de axa longitudinală a tractorului și față de planul de reazem al șenilelor.

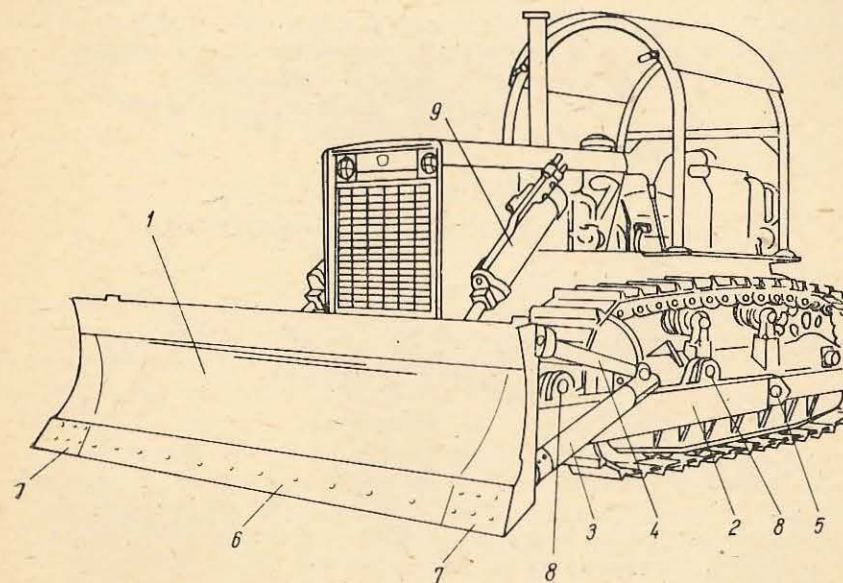


Fig. 10.3. Echipamentul de buldozer al tractorului pe șenile S-1500-LS.



Din punctul de vedere al poziției lamei (în afara pozițiilor de ridicare și coborîre pe care le execută lama datorită sistemului de acționare hidraulic), buldozerele pot fi clasificate astfel:

— buldozere cu lamă fixă, la care lama are o singură poziție de lucru, perpendiculară pe axa longitudinală a tractorului;

— buldozere cu lama orientabilă în plan orizontal, sub un unghi de  $60-65^\circ$  față de axa longitudinală a tractorului, spre dreapta sau spre stînga (v. fig. 10.1, b). Aceste buldozere se mai numesc *angledozere*;

— buldozere universale, la care lama poate fi orientată atît față de axa longitudinală a tractorului, în pozițiile de angledozer, cît și înclinată cu un unghi de  $5-10^\circ$  într-un plan perpendicular pe planul de reazem al șenilelor buldozerului (v. fig. 10.1, c). Aceste buldozere mai poartă și denumirea de *tildozere*; la unele buldozere se poate regla și unghiul de tăiere al lamei (v. fig. 10.1, a).

Schimbarea poziției lamei se realizează manual, în timpul staționării buldozerului, prin modificarea montajului elementelor de legătură dintre lamă și cadrul său de susținere.

c. **Exploatarea buldozerelelor** este influențată de următorii factori: puterea motorului, dimensiunile lamei, posibilitățile de manevrare și orientare rapidă a lamei, vitezele de lucru și de revenire în gol (determinate de forța de tracțiune și de vitezele de deplasare a tractorului), distanța de transport prin împingere a pămîntului, natura terenului și existența obstacolelor, declivitățile terenului, starea tehnică a mașinii și pregătirea profesională a conducătorului.

## C. TEHNOLOGIA DE EXECUȚIE A TERASAMENTELOR CU BULDOZERUL

### 1. LUCRĂRI PREGĂTITOARE PENTRU EXECUȚIA DRUMURILOR FORESTIERE

a. **Doborîrea arborilor izolați** existenți pe traseul de execuție a drumurilor (care nu au fost doborîți la defrișarea amprizei cu ajutorul ferăstraielor mecanice) se poate executa cu ajutorul buldozerului, prin două metode, în funcție de diametrul arborelui.

Arborii cu diametrul sub 30 cm pot fi doborîți așa cum este arătat în figura 10.4. În prima fază (fig. 10.4, a) cu lama buldozerului ridicată

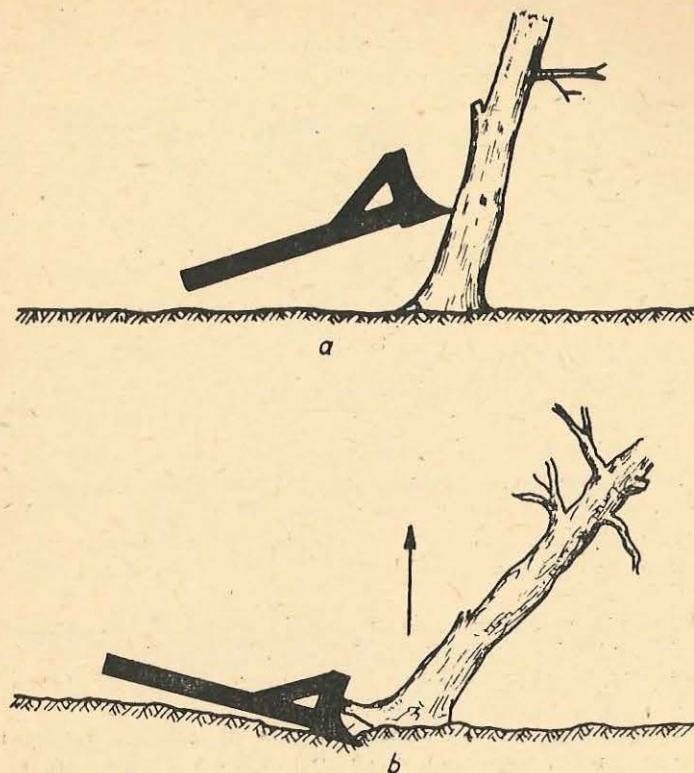


Fig. 10.4. Schema de doborîre a arborilor, cu buldozerul:  
a — faza I; b — faza a II-a.

la maximum, se împinge frontal în tulpina arborelui pînă ce acesta este dezrădăcinat și înclinat. În faza a doua (fig. 10.4, b) se coboară lama buldozerului și se execută simultan tăierea rădăcinilor și împingerea arborelui pînă la doborîre, ridicîndu-se progresiv lama. Ambele faze se execută prin împingere progresivă, în treapta întii de viteze, fără șocuri, care pot determina degradarea utilajului sau ruperea tulpinii arborelui.

Arborii cu diametrul mai mare de 30 cm pot fi doborîți așa cum se arată în figura 10.5: se sapă pămîntul în jurul arborelui pe o adîncime de 50 cm, pe laturile 2 și 3, operație în care vor fi tăiate și rădăcinile întîlnite (fig. 10.5, d). Pămîntul rezultat din săpare trebuie împins



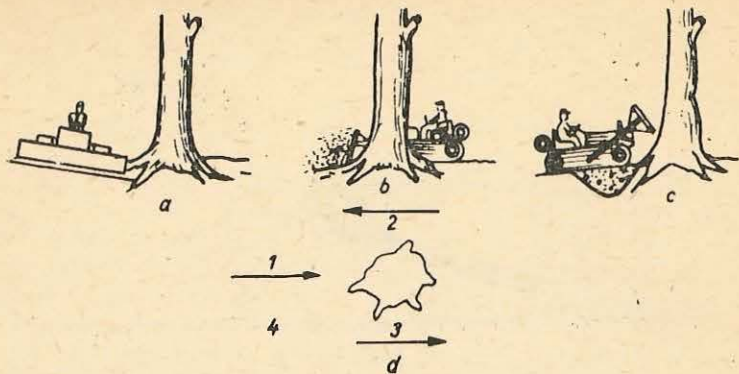


Fig. 10.5. Schema de doborire cu buldozerul a arborilor groși.

În zona 4, formînd o rampă pe care va urca buldozerul pentru a împinge din direcția 1 în tulpina arborelui, cu lama ridicată la maximum.

b. **Îndepărtarea tufișurilor** (defrișarea) se execută prin tăierea acestora cu ajutorul lamei buldozerului, menținută la nivelul solului, utilajul deplasîndu-se în prima treaptă de viteză. În același fel pot fi îndepărtați și arbuștii de pe traseu.

c. **Dislocarea și îndepărtarea stratului vegetal și a vegetației erbacee** se face cu lama coborîtă sub nivelul solului și orientată în poziție de angledozer. Deplasarea se poate executa în treptele I-III de viteze, în funcție de rezistența stratului dislocat.

d. **Scoaterea cioatelor** se execută direct pentru cele provenite de la arborii cu diametru mic, sau după dislocarea lor cu exploziv, pentru cele de dimensiuni mari și înrădăcinate puternic. Cioatele trebuie scoase așa cum este arătat în figura 10.6, prin dislocarea cioatei prin împingere (faza I) și tăierea rădăcinilor și smulgerea cioatelor cu ajutorul lamei buldozerului (faza a II-a).

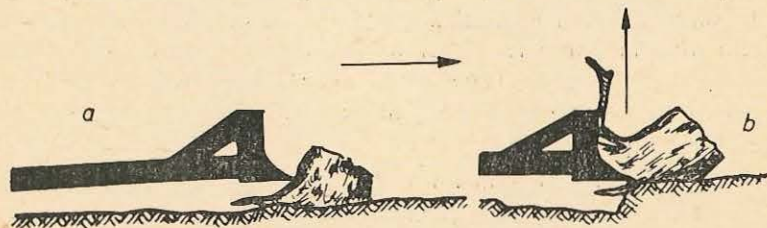


Fig. 10.6. Schema de scoatere a cioatelor cu buldozerul:  
a — faza I; b — faza a II-a.

e. **Scarificarea** terenurilor foarte tari este necesară acolo unde rezistența solului la săpare nu permite săparea directă cu lama buldozerului.

Utilizarea scarificatorului montat pe buldozerul S-1500-LS se admite numai în mersul înainte și în aliniament, fiind necesar ca la mersul înapoi sau în curbe dinții să fie ridicați deasupra nivelului solului. Scarificatorul lucrează normal cu trei dinți drepecți sau cu trei dinți scormonitori, iar în terenuri ușoare se pot instala doi dinți suplimentari; în terenuri foarte tari se lucrează cu un singur dinte montat în suportul central.

Viteza de deplasare se alege în funcție de rezistența la dislocare a terenului, iar adîncimea de înfigere a dinților este determinată de rezistența terenului și de necesitățile tehnologice.

f. **Îndepărtarea bolovanilor** care nu sînt fixați în teren se execută prin împingerea lor frontală cu ajutorul lamei. Cei fixați se dislocă în prealabil cu explozivi.

## 2. EXECUTAREA TERASAMENTELOR CU BULDOZERUL

Buldozerul este principalul utilaj folosit la executarea lucrărilor de săpare și deplasare a pămîntului în scopul realizării terasamentelor drumurilor forestiere. Cu ajutorul buldozerului se realizează lucrări principale de săpare prin metodele de lucru transversală, longitudinală și în trepte.

a. **Metoda de lucru transversală** se folosește atît la executarea debleurilor cît și a rambleelor, buldozerul deplasîndu-se pentru săpare perpendicular pe axa drumului.

*Debleurile* pot fi executate prin săpare transversală numai cînd linia de pantă a terenului perpendiculară pe axa drumului nu depășește înclinarea de 20°. Cursa de săpare a buldozerului se efectuează prin coborîrea pe versant pînă la linia care unește punctele de cotă zero (fig. 10.7), operația continuîndu-se pînă ce panta ajunge la 20°, înclinare peste care deplasarea buldozerului devine periculoasă.

Muchia platformei poate să coincidă cu cota zero sau poate

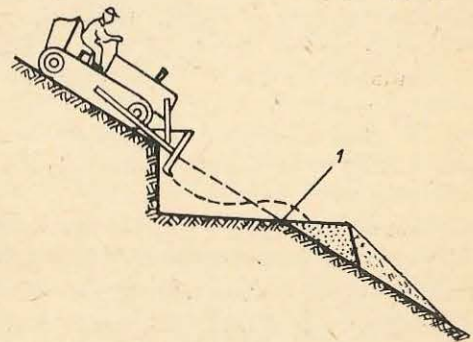


Fig. 10.7. Schema executării debleurilor sau a profilelor mixte cu ajutorul buldozerului care coboară pe linia de cea mai mare pantă:  
1 — punct de cotă zero.



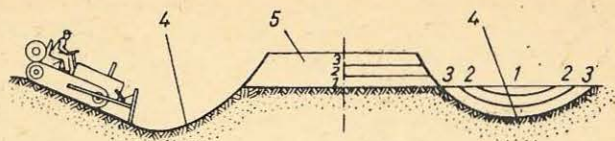


Fig. 10.8. Schema de execuție a rambleelor cu ajutorul buldozerului lucrând după metoda transversală (cu gropi de împrumut).

fi exterioră acesteia (v. fig. 10.7), caz în care săpătura se execută în profil mixt.

Rambleele cu înălțime maximă de 2 m se realizează prin metoda transversală, prin săparea și transportul pământului cu ajutorul buldozerului din gropi de împrumut unilaterale sau bilaterale (fig. 10.8).

Pământul săpat din gropile laterale 4 este transportat în corpul terasamentului 5 prin dislocarea și deplasarea succesivă a straturilor de pământ 1, 2 și 3. După realizarea profilului terasamentului, se efectuează cu buldozerul deplasări longitudinale pe platformă, cu lama coborâtă la nivelul planului de deplasare a șenilelor, realizându-se astfel nivelarea și o primă compactare a pământului de umplură.

b. **Metoda de lucru longitudinală**, fiind cea mai eficientă, trebuie aplicată în toate cazurile în care condițiile de teren permit astfel de lucrări.

Debleurile care au o cotă de execuție redusă (max. 1,5 m) și la care muchia platformei corespunde cu punctele de cotă zero, iar materialul rezultat din săpare poate fi depus pe coasta din aval, se execută așa cum este arătat în figura 10.9. Dacă buldozerul are lamă orientabilă se deplasează paralel cu axa drumului, efectuând curse cu lungime maximă posibilă, iar dacă are lamă fixă, săparea se execută sub un unghi de  $30^\circ$  și pe lungimi de maximum 30 m. Săparea se începe de la muchia platformei de cotă zero, pământul dislocat fiind depus în aval, pe linia de cea mai mare pantă.

Săparea în profil mixt asigură un randament maxim la execuția terasamentelor, deoarece distanța de transport prin împingere și volumul de pământ care trebuie săpat sînt minime; pământul dislocat din taluzul de debleu este depus pe taluzul de rambleu, contribuind astfel la realizarea în secțiune transversală a platformei drumului (fig. 10.10).

Pentru execuția drumului în profil mixt, la începutul traseului se realizează inițial cu buldozerul o suprafață de teren orizontală amplasată la cotele și nivelul definitive ale platformei drumului și cu o lățime care

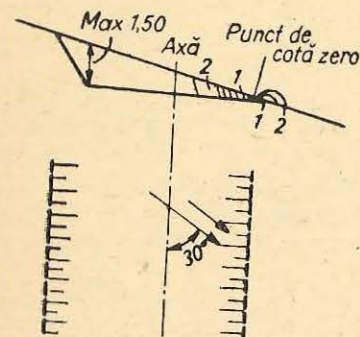


Fig. 10.9. Schema de execuție a debleurilor cu buldozerul prin metoda longitudinală: 1 și 2 — succesiunea fazelor de lucru.

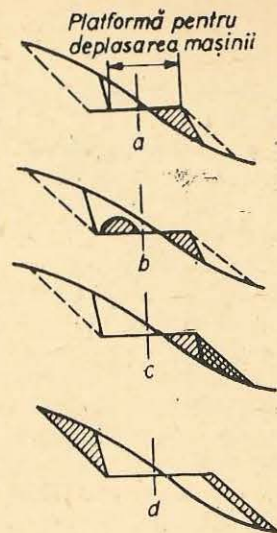


Fig. 10.10. Schema executării cu buldozerul a săpăturilor în profil mixt.

să permită deplasarea utilajului (2,5–3 m). Pornind de pe această suprafață de plecare spre amonte, buldozerul trebuie să aibă lama orientată ca angledozer, astfel ca pământul dislocat să fie dirijat pe taluzul de rambleu (fig. 10.10, a); în această fază volumul de pământ săpat este relativ mic.

Pe platforma astfel realizată în timpul deplasării în rampă, buldozerul, cu lama orientată în partea opusă, se deplasează spre aval (cursa în pantă), executînd o săpătură cu volum mare, deoarece puterea disponibilă a motorului este utilizată în principal pentru procesul de săpare și nu pentru cel de deplasare.

În aceste două treceri se realizează platforma brută (îngustă la trecerea în rampă și largită la deplasarea în pantă), cu taluz de circa 4 : 1; la aceste deplasări se urmărește să se realizeze și săparea pentru taluzare, iar dacă nu se poate realiza această operație, se execută săpături ulterioare în trepte (fig. 10.10, b).

Taluzul poate fi executat manual, cu autogrederul sau cu o lamă specială, înclinată, atașată la echipamentul buldozerului, iar pământul



dislocat rezultat din taluzare este deplasat lateral cu buldozerul, ulterior (fig. 10.10, c).

Finisarea platformei drumului se execută prin lucrări suplimentare de săpare și umplutură la cotele definitive, efectuându-se și corectarea curbilor de racordare, precum și supralărgirile necesare (fig. 10.10, d).

c. **Metoda de săpare în trepte** (fig. 10.11) se aplică la săparea debleurilor a căror cotă de execuție depășește 2 m, iar panta transversală a terenului este mai mare de 30%. Săparea cu buldozerul se desfășoară paralel cu axa drumului, în 2–5 faze:

— în faza I se execută cu buldozerul o cale de acces cu lungimea de 30–80 m și lățimea de 3 m, cu aproximativ 2,5 m sub cota crestei taluzului de debleu al terenului; pământul care rezultă din această operație este împins cu buldozerul pînă la taluzul natural, pe care se va rostogoli după linia de cea mai mare pantă; lățimea treptei va fi mai mare cu 0,5 m decît lățimea trenului de rulare al buldozerului, pentru siguranța deplasării;

— în faza a II-a se sapă transversal față de axa drumului pentru realizarea taluzului necesar. Pământul rezultat din săpare nu trebuie îndepărtat imediat, deoarece este utilizat ca rampă de urcare a buldozerului, în scopul executării taluzării; după realizarea taluzului, pământul este înlăturat prin împingere, întocmai ca în prima fază;

— în faza a III-a se continuă procesul de săpare pentru executarea deplasării pământului de pe treptele următoare, după aceeași tehnologie ca în faza a II-a, pînă se ajunge la cota platformei drumului, realizându-se în paralel și taluzul. Pentru finisarea taluzului, buldozerul se urcă pe taluz cu lama ridicată și coboară cu lama rezemată pe pământ;

— în faza a IV-a se nivelează platforma și se execută săparea șanțurilor. Nivelarea se realizează cu lama buldozerului coborîtă la nivelul planului de rezemare pe pământ a șenilelor și orientată înclinat față de

direcția de deplasare, în scopul deplasării pământului în surplus și a repartizării lui uniforme. Șanțul se realizează cu colțul lamei înclinate transversal, cu un dinte de scarificator sau cu o lamă profilată în trapez sau triunghi, atașată la lama de buldozer în acest scop; profilul definitiv al șanțului se realizează prin mai multe treceri succesive (realizându-se progresiv: mobiliza-

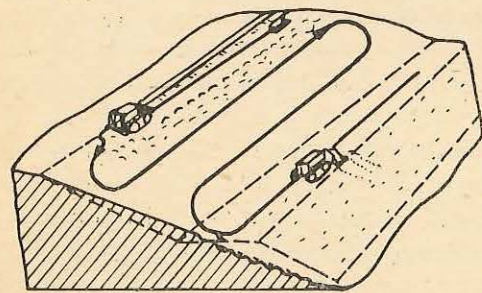


Fig. 10.11. Schema de desfășurare a săpăturilor în debleu adînc executate cu buldozerul.

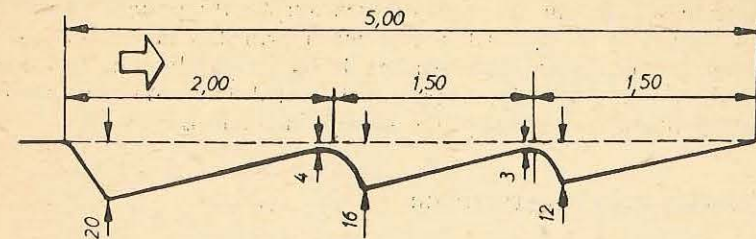


Fig. 10.12. Schema executării cu buldozerul a săpăturilor în formă de pieptene.

rea pământului, profilarea și finisarea șanțului), iar în final pământul rezultat este împins cu lama buldozerului pe taluzul de rambleu;

— în faza a V-a se execută profilarea bombamentului platformei cu înclinări transversale de circa 6%, prin deplasarea buldozerului cu lama înclinată în plan vertical (tildozer).

Pentru săparea în terenuri neafinate, în scopul sporirii productivității și pentru a nu suprasolicita motorul, săpătura cu buldozerul se execută în pieptene (fig. 10.12) pe lungimi de 5 m, prin înfigerea și retragerea succesivă a lamei.

### 3. ALTE LUCRĂRI EXECUTATE CU BULDOZERUL

*Așternerea în rambleu* a pământului rezultat din executarea unui debleu se face în straturi succesive (fig. 10.13).

*Repartizarea pământului și a agregatelor* transportate și descărcate cu autobasculante se execută cu lama buldozerului orientată în unghi față de direcția de deplasare și ridicată la nivelul la care trebuie să rămână în strat materialele repartizate.

*În cariere și balastiere* buldozerul se utilizează la împingerea și mobilizarea materialelor din zonele de exploatare în depozite.

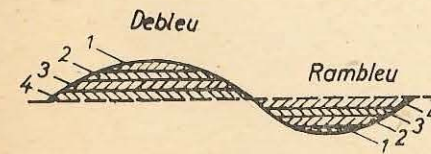


Fig. 10.13. Schema de realizare a umpluturii în rambleu cu pământ rezultat din debleu.



*Umplerea săpăturilor în care au fost amplasate podețe tubulare cu pământul depus pe marginea lor se execută prin deplasarea buldozerului transversal pe lungimea săpăturii, cu lama perpendiculară pe direcția de înaintare, sau prin deplasarea buldozerului paralel cu săpătura, cu lama orientată înclinat față de direcția de înaintare.*

#### VERIFICAREA CUNOȘTINȚELOR

1. Indicați posibilitățile de punere în funcțiune a motorului Diesel al buldozerului S-1500-LS, vara și iarna.
2. Întocmiți lanțurile cinematice ale roților dințate din cutia de viteze a buldozerului S-1500-LS pentru toate treptele de viteze, la deplasările înainte și înapoi.
3. Cum se realizează diferitele poziții de ridicare-coborire și de orientare unghiulară a lamei de săpare a buldozerului S-1500-LS?
4. Care sînt manevrele care se execută cu buldozerul în operațiile ce se efectuează pentru pregătirea terenului?
5. Faceți o comparație asupra tehnologiei de lucru cu buldozerul la executarea terasamentelor prin metoda transversală și cea longitudinală.
6. Indicați manevrele care se execută cu buldozerul la realizarea taluzurilor, șanțurilor, la repartizarea materialelor și la umplerea săpăturilor în care s-au amplasat podețe tubulare.

#### CUPRINS

<b>Cap. 1.</b>	<b>Obiectul și scopul studierii drumurilor forestiere</b>	3
	1. Definiția transporturilor forestiere. Terminologie	3
	2. Clasificarea căilor de transport	4
	3. Clasificarea drumurilor forestiere	5
	4. Caracteristicile transportului forestier	6
	5. Dezvoltarea și importanța construcției de drumuri forestiere	7
<b>Cap. 2.</b>	<b>Dotarea pădurilor cu drumuri</b>	9
	1. Principii generale	9
	2. Rolul drumurilor forestiere	10
	3. Studiul rețelelor de drumuri forestiere	11
<b>Cap. 3.</b>	<b>Elemente geometrice și constructive ale drumurilor în plan</b>	15
	1. Drumul în plan orizontal	15
	2. Racordarea aliniamentelor	16
	3. Elementele principale ale curbilor circulare	17
	4. Pichetarea curbilor	18
	5. Curbe de tranziție	21
	6. Serpentine	23
	7. Vizibilitatea drumului. Încrucișări cu drumuri și căi ferate. Puncte de capăt. Stații pentru încrucișarea autovehiculelor	27
	8. Executarea planului de situație	31
<b>Cap. 4.</b>	<b>Elemente geometrice și constructive ale drumurilor în profil longitudinal</b>	34
	1. Elementele profilului longitudinal	34
	2. Racordarea declivităților	36
	3. Criterii pentru stabilirea liniei proiectului	38
	4. Executarea profilului longitudinal	41
<b>Cap. 5.</b>	<b>Elemente geometrice și constructive ale drumurilor în profil transversal</b>	44
	1. Elementele profilului transversal	44
	2. Gropi de imprumut și depozite	52
	3. Amenajarea profilului transversal în curbe	53



Cap. 6.	Studiul traseului unui drum forestier . . . . .	61
1.	Principii generale de alegere a traseului . . . . .	61
2.	Studiul traseelor pe hartă și pe teren . . . . .	63
Cap. 7.	Calculul volumului terasamentelor și studiul mișcării pământului . . . . .	70
1.	Calculul suprafețelor elementelor profilelor transversale . . . . .	70
2.	Calculul volumului terasamentelor . . . . .	75
3.	Mișcarea pământului . . . . .	79
Cap. 8.	Lucrări de artă, de apărare și de consolidare folosite la construcția drumurilor forestiere . . . . .	82
1.	Generalități . . . . .	82
2.	Tipuri constructive de podețe . . . . .	85
3.	Lucrări de apărare și consolidare a terasamentelor . . . . .	89
Cap. 9.	Noțiuni privind execuția terasamentelor . . . . .	107
1.	Lucrări pregătitoare . . . . .	108
2.	Lucrări de bază . . . . .	111
3.	Lucrări de finisare . . . . .	112
Cap. 10.	Utilaje pentru construcția drumurilor forestiere . . . . .	113
A.	Mecanizarea lucrărilor pentru construcția drumurilor forestiere . . . . .	113
1.	Noțiuni generale privind procesul de mecanizare . . . . .	113
2.	Clasificarea utilajelor pentru construcția drumurilor forestiere . . . . .	113
B.	Utilaje pentru pregătirea terenului și pentru săparea, nivelarea și deplasarea pământului . . . . .	114
C.	Tehnologia de execuție a terasamentelor cu buldozerul . . . . .	120
1.	Lucrări pregătitoare pentru execuția drumurilor forestiere . . . . .	120
2.	Executarea terasamentelor cu buldozerul . . . . .	123
3.	Alte lucrări executate cu buldozerul . . . . .	127

1984 1000 4 1082





*Coli de tipar 8,250. Planșe 1.  
B.T. 12.03.1982. Format 16/61×86.  
Apărut 1982.*

---

*I. P. „Oltenia“ Craiova  
Str. M. Viteazul, nr. 4  
Republica Socialistă România  
Plan 16696 4/1982*

