1. GENERALITĂȚI

1.1. Terminologie

1.1.1. Drumurile forestiere sunt drumuri, de utilitate privată, destinate satisfacerii cerințelor proprii de transport rutier în activitatea forestieră, în scopul gospodăririi fondului forestier şi transportului materialului lemnos, fiind încadrate, ca drumuri de exploatare, la grupa construcţii pentru transporturi.

1.1.2. Drumul forestier este o cale forestieră de transport permanentă, din care fac parte: podurile, podețele, lucrările de apărare şi consolidare, staţiile de încrucişare şi de întoarcere, indicatoarele de semnalizare, lucrările pentru siguranţa circulaţiei, precum şi orice alte construcţii sau amenajări destinate apărării incluse în proiectul drumului forestier.

1.1.3. Dotarea masivelor păduroase cu drumuri forestiere facilitează recoltarea şi colectarea lemnului, asigură gestionarea durabilă a pădurilor, precum şi transportul economic al produselor forestiere principale, secundare şi accesorii, în vederea valorificării acestora.

1.2. Obiectul normativului. Domeniul de aplicare

1.2.1. Prezentul „Normativ privind proiectarea drumurilor forestiere" are ca obiect:

a) revizuirea „Normativului departamental PD 67/80 privind proiectarea drumurilor forestiere pentru circulaţia autovehiculelor – ediţia 1999";
b) armonizarea normelor de proiectare pentru drumurile forestiere cu prevederile din actele normative în vigoare, cu aplicabilitate şi la acest domeniu de activitate;
c) stabilirea unor principii generale de proiectare în condiţii de eficienţă tehnică şi economică;
d) introducerea unui limbaj tehnic comun pentru toţi cei implicaţi în acest domeniu de activitate;
e) precizarea condiţiilor specifice şi comune acestui gen de lucrări ce trebuie respectate.

1.2.2. Normativul se aplică la proiectarea drumurilor forestiere destinate circulaţiei autovehiculelor pe pneuri, care urmează să se construiască în regiunile păduroase pentru deservirea transporturilor forestiere în pădure şi de la pădure la depozitele finale (puncte de

tranzitare, prelucrare ori consum) precum şi la proiectarea lucrărilor de intervenţii la drumurile forestiere existente (refaceri, reabilitări, modernizări).

1.2.3. Drumurile de tras cu atelaje sau tractoare nu fac obiectul acestui normativ, întrucât acestea sunt căi forestiere de transport provizorii, destinate colectării lemnului pe distanţă mică.

1.3. Documentaţia tehnico – economică

1.3.1. Proiectele pentru dotarea pădurilor cu drumuri forestiere vor ţine seama de prevederile din studiile de amenajare a pădurilor cu privire la amplasarea şi etapizarea tăierilor şi se vor elabora în conformitate cu prevederile din prezentul normativ precum şi din actele normative privind proiectarea şi calitatea în construcţii şi cele din reglementările obligatorii elaborate de autoritatea naţională care coordonează tehnic şi metodologic întreaga reţea de drumuri (publice şi private).

1.3.2. În cadrul proiectelor drumurilor forestiere se va face o descriere a situaţiei existente a reţelei de drumuri forestiere din zonă şi o prezentare a soluţiilor alternative de dezvoltare a acestora în continuare, stabilindu-se şi justificându-se totodată varinata optimă. Soluţia adoptată trebuie să satisfacă cerinţa dotării pădurilor cu drumuri forestiere, corespunzătoare componenţei, intensităţii şi caracteristicilor traficului rutier forestier, cu parte carosabilă consolidată prin adoptarea unor sisteme rutiere a căror portanţă să corespundă solicitărilor provocate de transportul lemnului cu autovehicule de mare tonaj, efectuat, de regulă, în condiţii de exploatare cu umiditate ridicată.

1.3.3. În proiectele drumurilor forestire, la capitolul „Situaţia ocupărilor definitive de teren” se va face următoarea **menţiune**: „Mărimea suprafeţei ocupate de drumul forestier este dată de suprafaţa amprizei iar vegetaţia arborescentă şi arbustivă, de pe taluzurile drumului forestier nu reprezintă pădure, aceasta constituind consolidarea biologică necesară stabilităţii taluzurilor”. În situaţia în care drumul forestier respectiv este prevăzut şi cu construcţii aferente întreţinerii drumului, la menţiunea respectivă se va adăuga şi „în zona cu construcţii aferente întreţinerii drumului ampriza se consideră extinsă până la limitele zonelor laterale, care includ şi terenurile necesare aferente”.

2. CLASIFICAREA DRUMURILOR FORESTIERE

2.1. Criterii de clasificare

2.1.1. Criteriile de clasificare a drumurilor forestiere sunt determinate de amplasarea lor şi suprafeţele păduroase pe care le deservesc, acestea fiind următoarele:

a) după relieful regiunii în care sunt amplasate;

b) după amplasare pe teren;

c) după importanţă şi funcţionalitate.

2.2. Clasificare

2.2.1. Drumurile forestiere, conform criteriilor, se clasifică după cum urmează:

a) *După relieful regiunii* în care sunt amplasate:

- drumuri forestiere de şes, în regiunile de câmpie până la 150 m altitudine;
- drumuri forestiere de deal, între 150 m şi 300 m altitudine;
- drumuri forestiere de munte, la altitudini mai mari de 300 m.

b) *După amplasare pe teren*:

- drumuri forestiere de vale, când se dezvoltă în lungul unei văi, la baza unuia dintre versanţi;
- drumuri forestiere de coastă, când traseul se desfăşoară pe versant;
- drumuri forestiere de culme, care se desfăşoară în apropierea liniei sau pe linia de cumpănă a apelor;
- drumuri forestiere de trecere dintr-un bazin în altul, care escaladează versantul şi traversează culmea despărţitoare printr-o şa.;

c) *După importanță şi funcționalitate:*

- drumuri forestiere de categoria I-a, numite şi drumuri magistrale, care deservesc grupe de unităţi de producţie (masive păduroase cu suprafaţa de peste 10000 ha) şi pe care se transportă cantităţi de material lemnos mai mari de 50000 t/an;
- drumuri forestiere de categoria II-a, numite principale, care servesc, obişnuit, unităţi de producţie (masive păduroase cu suprafaţa de peste 1000 ha) şi pe care se transportă 5000 - 50000 t/an;
- drumuri forestiere de categoria a III-a, drumuri secundare, care servesc, în mod obişnuit, bazinetele din cadrul unităţilor de producţie (suprafeţe sub 1000 ha) şi pe care se transportă sub 5000 t/an.

2.2.2. Prin corelarea criteriilor de clasificare enumerate se stabilesc tipurile de drumuri forestiere, redate în tabelul 2.1.

2.2.3. Vocabularul rutier forestier include şi termenii: *drumuri forestiere de versant etajate* şi *drumuri forestiere de centură*, cu următoarele semnificaţii:

- **drumuri forestiere de versant etajate** - se desfăşoară aproximativ după curba de nivel, la diferite altitudini, fragmentând versantul în mai multe zone de colectare;
- **drumuri forestiere de centură –** se desfăşoară în interiorul pădurii şi urmăresc liziera sub forma unui drum de coastă.

Aceşti termeni pot fi folosiţi atunci când sunt necesare unele precizări suplimentare privind dezvoltarea traseelor în teren.

Tabelul 2.1.

Categorii de drumuri forestiere

Categoria Tipul de drum forestier	Suprafaţa păduroasă deservită (ha)	Trafic anual (t)	Viteza de proiectare (km/h)	Lăţimi			Raza minimă (m)	Declivităţi maxime Rampa maximă la:		Distanţa de vizibilitate (m)	Grad de asigurare la viituri (%)	Sistem rutier recomandat
				Platformă (m)	Parte carosabilă (m)	Acostament (m)		transport în plin (%)	transport în gol (%)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
I. Magistral	peste 10000	peste 50000	50 40 25	7,00	5,50	0,75	85 55 20	7 7 8	10 10 11 (12)	100 70 40	1	îmbrăcăminţi moderne, macadam asfaltic, macadam protejat, macadam
II. Principal	între 1000 şi 10000	între 5000 şi 50000	40 25 20	5,00	4,00	0,50	55 20 15	7 8 8	10 11 (12) 11 (12)	70 40 30	2	macadam, împietruiri simple în două straturi
III. Secundar	sub 1000	sub 5000	20 15 10	3,50	2,75	0,375	15 15 (14) 15 (13)	8 9 9	11 (12) 12 (13) 12 (13)	30 25 20	3	împietruiri simple în 1-2 straturi
Nota: Pentru drumurile forestiere pe care circulă vehicule speciale, lăţimea platformei, raza minimă, sistemele rutiere şi clasele de încărcare corespunzătoare pentru calculul elementelor de rezistenţă a lucrărilor de artă, se dimensionează în conformitate cu prevederile O.G. nr. 43/1997 şi STAS 2900/89 pe baza caracteristicilor autovehiculelor.												

3. CARACTERISTICI TEHNICE ALE DRUMURILOR FORESTIERE

3.1. Încadrarea drumurilor forestiere în categorii funcţionale

3.1.1. Drumurile forestiere se încadrează diferenţiat ca elemente geometrice şi constructive, potrivit categoriilor funcţionale stabilite în tabelul 2.1., în funcţie de importanţa lor economică determinată de: suprafaţa păduroasă deservită, masa lemnoasă ce gravitează la ele, durata exploatărilor, traficul mediu anual şi respectiv, viteza de proiectare necesară asigurării unei exploatări ritmice.

3.2. Elemente geometrice ale drumurilor forestiere

3.2.1. Viteza de proiectare, care serveşte la determinarea elementelor geometrice şi constructive ale drumurilor, este o valoare directivă şi se stabileşte în funcţie de configuraţia terenului şi de traficul mediu. Ea reprezintă viteza maximă ce trebuie asigurată autocamioanelor fără remorcă în sectoarele cele mai dificile ale drumului, în deplină siguranţă a circulaţiei, în ipoteza că starea îmbrăcăminţii este bună şi condiţiile atmosferice favorabile.

3.2.2. Vitezele de proiectare şi caracteristicile tehnice prescrise pentru diferitele categorii şi tipuri de drumuri forestiere nu sunt limitative; în cadrul indicatorilor economici admişi trebuie adoptate viteze de proiectare cât mai mari şi elemente geometrice şi constructive cât mai largi pentru întregul traseu sau pentru anumite tronsoane, ori de câte ori nu se majorează prin aceasta valorile de investiţie.

3.2.3. Vitezele de proiectare, pe categorii de drumuri forestiere, indicate în tabelul 2.1., reprezintă valorile minime ce se adoptă în cazul drumurilor forestiere amplasate în zone de relief accidentat, pentru evitarea unor lucrări grele şi costisitoare.

3.2.4. În cazul drumurilor forestiere ce se pot înscrie la teren fără lucrări suplimentare care să majoreze valoarea de investiţie sau când procesul tehnologic o impune, se pot alege viteze de proiectare mai mari decât cele indicate în tabel, justificându-se tehnico-economic, cu respectarea prevederilor legislaţiei în vigoare.

3.2.5. Elementele geometrice prescrise prin prezentul normativ asigură circulaţia autovehiculelor capabile să se înscrie în raza minimă de 15 m, excepţional 13...14 m la viteze

de proiectare mici. În profil longitudinal se pot adopta declivităţi de până la 9% pentru sensul de transport în plin şi până la 12% (excepţional 13%) pentru sensul de transport în gol. Prin respectarea acestora se asigură accesul autovehiculelor de transport pe întreaga reţea de drumuri forestiere (până la punctul final al ultimei ramificaţii).

4. EXTINDEREA REȚELELOR DE DRUMURI FORESTIERE

4.1. Principii privind extinderea rețelelor de drumuri forestiere

4.1.1. Condiţiile pe care trebuie să le îndeplinească o rețea de drumuri forestiere sunt:

a) să constituie un sistem unitar, judicios alcătuit, care să evite sporirea inutilă a distanţei de transport;

b) să aibă o capacitate de transport corespunzătoare traficului prevăzut;

c) să fie cât mai uniform repartizată pe întreaga suprafață păduroasă şi să aibă un indice de desime la care să se realizeze cel mai redus cost pentru colectare-transport;

d) să fie amplasată în strânsă legătură cu rețeaua de drumuri publice, pentru ca transportul lemnului să se facă fără transbordări;

e) să asigure punerea în valoare, în primul rând, a arboretelor din care se recoltează produse principale şi produse secundare;

f) să fie alcătuită din tipuri de drumuri care să permită transportul tuturor sortimentelor de material lemnos;

g) să poată fi folosită, atunci când este cazul, şi de alte sectoare de activitate, uşurând prin aceasta dezvoltarea generală a economiei naţionale;

h) să ţină seama de progresul realizat în proiectarea şi execuţia instalaţiilor de transport forestier.

4.1.2. Fiecare drum forestier va purta un nume. Denumirea aleasă va indica, de preferință, poziţia sa geografică şi poziţia sa în cadrul rețelei de transport. Spre exemplu:

- **Drum forestier Valea Largă - axial** (L =...), atunci când se desfăşoară ca traseu axial în lungul văii;
- **Drum forestier Valea Largă – prelungire** (L =...), atunci când este amplasat în prelungirea drumului forestier cu traseu axial în lungul văii având o categorie mai mică;
- **Drum forestier Valea Largă – ramificaţie la Hm ...** (L =...);
- **Drum forestier Pietrosul – versant sud** (L =...).

4.2. Indicii de structură ai rețelelor de drumuri forestiere. Desimea optimă

4.2.1. Structura unei rețele de drumuri forestiere se exprimă printr-o serie de indici, ce urmăresc să ilustreze, cât mai fidel, gradul şi modul de deschidere al unui masiv forestier, precum şi calitatea deschiderii. Din categoria indicilor de structură fac parte:

- distanţa medie de colectare (metri);
- desimea rețelei (m/ha);
- intervalul dintre drumuri (metri sau hectometri);
- lungimea specifică a rețelei de drumuri (m/ha);
- accesibilitatea (%);
- proporţia de participare a diferitelor categorii de drumuri în alcătuirea rețelei.

4.2.2. Definirea indicilor de structură:

a. Distanța medie de colectare este, de fapt, distanţa medie de apropiat, a cărei mărime este condiţionată şi, la rândul său, influenţează gradul de dezvoltare al rețelei de drumuri. Distanţa de adunat nu influenţează şi nu este influenţată de rețeaua permanentă de transport. Stabilirea distanţei medii de apropiat, pe care o asigură o rețea de drumuri, se poate face, mai exact, luându-se în considerare fiecare unitate amenajistică şi determinându-se, pe hartă, lungimile parcursurilor de apropiat şi făcându-se media lor ponderată. În cazul unui calcul mai expeditiv se măsoară distanţa dintre centrul de greutate al fiecărei unităţi amenajistice şi drum, iar lungimii rezultate i se aplică o serie de coeficienţi ce corecţie (de declivitate, de oblicitate, de sinuozitate). Conform cercetărilor întreprinse la noi în ţară, corecţia apropiatului este de 1,3...1,7 în cazul colectării cu tractoarele şi 1,1...1,3 în cazul colectării cu funiculare; după alte surse de informaţie, corecţia apropiatului, în cazul tractoarelor este cuprinsă între 1,3 (teren plan) şi 1,5 (teren accidentat) şi este de 1,05...1,10, în cazul funicularelor.

b. Desimea rețelei de drumuri forestiere redă gradul de intensitate al dotării pădurii cu drumuri şi se exprimă fie sub forma intervalului dintre drumuri (în metri sau în hectometri), fie, cel mai frecvent, sub forma raportului dintre lungimea drumurilor şi suprafaţa păduroasă (în m/ha). Primul mod de exprimare este mai sugestiv în cazul pădurilor de şes, unde rețelele de drumuri au forme geometrizate, iar cel de-al doilea mod de exprimare este general.

Se recomandă ca în calculul desimii să se introducă numai drumurile din interiorul pădurii, respectiv drumurile forestiere, precum şi drumurile publice sau drumurile de exploatare, ale altor sectoare de activitate, la care se colectează masă lemnoasă. Drumurile din interiorul pădurii (altele decât cele forestiere), la care nu este permisă colectarea

lemnului, nu pot fi luate în considerare la ilustrarea deschiderii unei păduri. De asemenea, nu se iau în considerare, la stabilirea desimii, drumurile forestiere de legătură, amplasate în afara pădurii şi care au doar menirea de a asigura joncţiunea reţelei forestiere cu reţeaua publică de transport; includerea lor în calcule ar altera relaţia matematică de legătura dintre indicele de desime şi distanţa medie de colectare.

Relaţia de legătură dintre cei doi indici cantitativi, distanţa medie de colectare (d) şi desimea reţelei (D) se exprimă prin:

$$D = k \frac{10000}{d} \text{ [m/ha]} , \qquad (4.1)$$

relaţie stabilită pe model geometrizat şi căreia i se aplică un coeficient de corecţie (k) numit *coeficient de colectare* sau *factor de apropiat*. Acesta corectează premisele avute în vedere pe modelul geometrizat şi care nu sunt conforme cu realitatea din teren şi anume că apropiatul se desfăşoară în palier, perpendicular pe drum şi în linie dreaptă (de aici corecţiile de declivitate, oblicitate şi sinuozitate), iar drumurile au trasee rectilinii (de aici corecţia de desfăşurare a drumurilor).

Mărimile coeficientului de colectare (k) sunt:

k = 0,3...0,4 – pentru păduri de câmpie amplasate pe terenuri plane sau puţin ondulate;

k = 0,5 – pentru păduri de câmpie, în cazuri excepţionale, când , de exemplu, trebuie ocolite terenuri mlăştinoase;

k = 0,5...0,6 – pentru păduri amplasate pe dealuri joase;

k = 0,6...0,7 – pentru păduri amplasate pe dealuri înalte;

k = 0,7...0,9 – pentru păduri de munte amplasate pe terenuri cu pante, brăzdate de văi adânci;

$k \geq 1$ – pentru păduri de munte amplasate pe terenuri cu pante foarte mari, de peste 45^0 (în asemenea situaţii însă construirea de drumuri forestiere, chiar şi a celor axiale, este practic neindicată atât economic cât şi sub aspectul conservării pădurii).

În studiile care se vor face, indicele de desime se va determina pentru drumurile forestiere din interiorul pădurii, inclusiv celelalte categorii de drumuri (publice, de exploatare) la care se colectează masă lemnoasă.

c. Lungimea specifică a reţelei de drumuri forestiere este definită prin raportul dintre lungimea totală a reţelei de drumuri forestiere, inclusiv drumurile de legătură din afara pădurii şi mărimea suprafeţei deservite (în m/ha).

Utilitatea acestui indicator se justifică prin aceea că exprimă mai fidel efortul financiar care grevează hectarul de pădure, în condiţiile dotării acestuia cu o reţea de drumuri.

d. Accesibilitatea, spre deosebire de indicii precedenţi, este un indice calitativ şi arată, în % sau sub forma unui coeficient, proporţia de suprafaţă păduroasă deschisă de reţeaua de drumuri de transport (drumuri la care se colectează masă lemnoasă) şi care este valabil numai pentru o anumită distanţă maximă (eventual medie) de colectare (de apropiat).

Indicele de accesibilitate, în procente, se calculează cu relaţia:

$$A = \frac{S_d}{S_t}\ [\%]\ , \qquad (4.2.)$$

unde:

S_d – suprafaţa deschisă;

S_t – suprafaţa totală,

luându-se în considerare, la aprecierea suprafeţei deschise, o distanţă limită de 750 m, lungime care corespunde distanţelor economice de apropiat ale tractoarelor folosite în colectarea lemnului, precum şi a funicularelor de distanţă medie.

e. Proporţia de participare a diferitelor categorii de drumuri în ansamblul reţelei de transport se exprimă sub forma raportului 1: m : n şi poate să se refere la lungimea de drumuri principale (m) şi drumuri secundare (n) care revin la 1 km de drum magistral sau la lungimea ramificaţiilor (m) şi lungimea căilor de colectare (n) ce revin la kilometrul de drum axial.

f. Desimea optimă a reţelei de drumuri forestiere este un indice economic orientativ şi reprezintă acea desime la care se realizează cel mai scăzut cost în activitatea de colectare - transport. Este un indicator care se deduce din relaţiile de costuri dintre colectare şi transport, în baza relaţiei:

$$D_{optim} = 100 \cdot \sqrt{\frac{kmc}{a+i}}\ [\text{m/ha}]\ , \qquad (4.3)$$

în care ***k*** este coeficientul de colectare adoptat în funcţie de teren; ***m*** – volumul de masa lemnoasă ce se extrage anual de pe hectarul de pădure, în m^3/ha; ***c*** – cheltuielile variabile pentru apropiatul unui m^3 de masă lemnoasă pe distanţa de un metru, în lei/m^3·m; ***a*** – amortismentul anual al investiţiei, raportat la lungimea reţelei de drumuri, în lei/m; ***i*** – costul mediu al lucrărilor de întreţinere raportat la un metru de drum, în lei/m.

5. AUTOVEHICULE FOLOSITE ÎN TRANSPORTUL LEMNULUI

5.1. Traficul rutier forestier

5.1.1. Traficul rutier forestier, comparativ cu cel de pe drumurile publice, prezintă următoarele particularităţi:

- se desfăşoară atât pe reţeaua de drumuri forestiere, de regulă împietruite, cât şi pe reţeaua de drumuri publice, împietruite sau cu îmbrăcăminţi moderne;
- reclamă folosirea unor mijloace de transport diversificate, corespunzătoare produselor forestiere, şi care trebuie să se încadreze în prescripţiile generale valabile pentru drumurile publice;
- are o intensitate foarte scăzută, ceea ce face ca drumurile forestiere să fie preponderent drumuri cu o singură bandă de circulaţie;
- implică un sens de transport „în plin" şi un sens de transport „în gol";
- presupune viteze de proiectare scăzute (10...25 km/h, rareori 40...50 km/h).

În cazul drumurilor forestiere care deservesc şi alte sectoare economice, traficul rutier prezintă, în plus, următoarele particularităţi:

- include în componenţă şi alte tipuri de autovehicule decât cele pentru transportul lemnului, inclusiv autovehicule pentru transport pasageri;
- solicită drumuri cu două benzi de circulaţie şi îmbrăcăminţi moderne;
- transportul „în plin" se desfăşoară în ambele sensuri;
- viteza de proiectare este de minimum 25 km/h.

5.1.2. Traficul rutier forestier se distinge prin: componenţă, intensitate, viteză de circulaţie şi caracteristicile constructive ale autovehiculelor.

a. Componenţa traficului rutier forestier constă în principal din: autocamioane echipate cu scaune şi racoanţe, autocamioane echipate cu containere, autotrenuri cu semiremorcă pentru buşteni, autotrenuri cu remorcă pentru lemn despicat, autotrenuri cu semiremorcă universală echipate cu containere şi autoplatforme, autovehicule care servesc la transportul produselor de carieră şi de balastieră, precum şi cele folosite în administrarea pădurilor.

b. Intensitatea traficului rutier forestier sau intensitatea de circulaţie reprezintă numărul de tone sau vehicule unitate ce trec printr-o secţiune de drum, în ambele sensuri, în 24 de ore. De asemenea, intensitatea de circulaţie se poate exprima şi prin număr de vehicule

fizice, de diferite tipuri, care trec în 24 de ore sau chiar într-o perioadă precizată. Intensitatea, inclusiv componenţa traficului, se stabilesc prin recensăminte de circulaţie. În cazul drumurilor de interes pur forestier, intensitatea traficului se poate stabili orientativ şi în funcţie de volumul de masă lemnoasă exploatată anual în pădurile din bazinele deschise prin drumul forestier şi durata perioadei de transport.

c. Viteza de circulaţie se exprimă în km/h, deosebindu-se o viteză medie tehnică şi o viteză comercială.

Viteza medie tehnică reprezintă raportul dintre lungimea parcursului şi timpul în care a fost realizat, inclusiv aşteptările.

Viteza comercială reprezintă raportul dintre lungimea parcursului efectuat şi timpul de lucru, inclusiv staţionările pentru încărcare – descărcare şi alimentarea cu combustibil.

d. Caracteristicile constructive ale autovehiculelor utilizate în proiectarea drumurilor sunt masa vehiculelor şi modul ei de repartizare pe osii, dimensiunile de gabarit şi caracteristicile rezultate din contactul dintre roată şi drum. Masa, repartiţia acesteia pe osii şi dimensiunile de gabarit vor respecta reglementările oficiale, pentru vehiculele care circulă pe drumuri împietruite şi pot circula şi pe drumuri publice.

În ceea ce priveşte caracteristicile contactului dintre roată şi drum, acestea sunt exprimate prin caracteristica ***p·D*** (produsul dintre presiunea unitară la nivelul părţii carosabile, în MPa şi diametrul cercului echivalent de contact, în mm).

În cazul autovehiculelor etalon caracteristica $p \cdot D$ este:

- 170 pentru vehiculul etalon A13;
- 213,75 pentru osia standard 115;
- 155...160 la autotrenuri forestiere neîncărcate;
- 205...220 la autotrenuri forestiere încărcate.

Caracteristicile $p \cdot D$ menţionate se vor folosi la transpunerea autovehiculelor fizice în vehicule etalon, în vederea stabilirii traficului de calcul pentru dimensionarea sistemelor rutiere.

5.2. Caracteristicile constructive ale autovehiculelor folosite în transportul lemnului

5.2.1. ***Dimensiunile maxime de gabarit***, pentru vehiculele care circulă pe drumuri împietruite şi pot circula şi pe drumuri publice, conform actelor normative care reglementează regimul drumurilor la data elaborării prezentului normativ, sunt:

lungimea ..... 12,00 m pentru autocamion fără remorcă;

16,50 m pentru autocamion cu semiremorcă (legătură prin şa) inclusiv încărcătura;

18,75 m pentru tren rutier (autocamion cu două remorci);

lăţimea ..... 2,55 m;

înălţimea ..... 4,00 m.

Toate autovehiculele sau ansamblurile de vehicule trebuie să aibă posibilitatea de a întoarce într-o coroană circulară cu o rază exterioară de 12,50 m şi o rază interioară de 5,30 m.

5.2.2. ***Masa maximă admisă pe osii*** este:

7,5 tone pe osia simplă nemotoare a autovehiculului;

12,0 tone pe osia dublă a autovehiculului;

11,0 tone pe osia dublă tandem a remorcilor şi semiremorcilor (dacă distanţa dintre ele -d- este mai mică de 1 m);

14,0 tone pe osia dublă dacă $1,3 < d < 1,8$;

15,0 tone pe osia dublă dacă $1,0 < d < 1,8$;

16,5 tone pe osia triplă (tridem) a remorcilor şi semiremorcilor dacă $d \leq 1,3$;

18,0 tone pe osia triplă dacă $1,3 < d \leq 1,4$;

8,0 tone pe osia simplă motoare;

10,0 tone pe osia dublă motoare dacă $d < 1$;

13,0 tone pe osia dublă motoare, dacă $1,0 < d < 1,3$;

15,0 tone pe osia dublă motoare dacă $1,3 \leq d < 1,8$.

5.2.3. ***Masa maximă totală admisă*** este de 38 de tone pentru autocamioanele cu remorci.

În ceea ce priveşte **contactul dintre roată şi drum**, acesta, în cazul roţilor pneumatice, este limitat la o presiune admisă, pe urma de contact, de 0,6...0,7 MPa.

Pentru autovehiculele care depăşesc limitele menţionate este necesară o autorizaţie specială pentru a circula pe drumuri publice.

5.3. Stabilirea vehiculului director

5.3.1. Proiectarea unui drum forestier presupune stabilirea unui **autovehicul director**, în funcţie de care se efectuează calculele de tracţiune, se determină elementele geometrice ale drumului şi se dimensionează sistemele rutiere. Acesta trebuie să fie reprezentativ pentru componenţa traficului respectiv, deci, în cazul drumurilor forestiere, un autotren de mare tonaj.

Ţinând seama de faptul că, în prezent, pe drumurile forestiere circulă diferite tipuri de autotrenuri, este necesar ca autovehiculul director să fie stabilit în concordanţă cu scopul urmărit. Ca urmare, se va considera drept **autovehicul director**:

- autotrenul ATF-25 pentru stabilirea elementelor geometrice în plan orizontal şi în profil transversal (datorită înscrierii sale mai dificile în curbe);
- autotrenul 26.410 DF pentru stabilirea rampelor maxime (ca fiind autotren indigen de ultimă generaţie, cu putere mai mică faţă de cele de provenienţă străină);
- autotrenul RENAULT KERAX pentru dimensionarea sistemelor rutiere (ca fiind mai solicitant sub aspectul portanţei).

Aceste tipuri de autotrenuri au fost luate în considerare la data elaborării prezentului normativ pe baza unei documentări privind componenţa traficului efectuat pe drumurile forestiere.

În cazul autovehiculelor de provenienţă străină pot apare neconcordanţe cu prescripţiile existente, atât sub raportul dimensiunilor de gabarit cât şi al maselor şi repartizării acestora pe osii.

Întrucât asemenea situaţii nu pot fi prevăzute devine posibilă obligaţia limitării accesului acestora pe drumul forestier proiectat.

În concluzie, în proiectul drumului forestier se va face o menţiune privind limita greutăţii pe osie pentru ca aceasta să fie cunoscută de către administratorul drumului forestier proiectat.

6. ELEMENTE DE BAZĂ PENTRU STUDIUL ŞI ALEGEREA TRASEULUI

6.1. Alegerea traseului

6.1.1. Principalii factori care determină alegerea traseului sunt:

- amplasarea masei lemnoase, volumul şi sortimentele ce se vor transporta anual şi interesele de gospodărire a pădurii;
- condiţiile tehnice naturale: relieful, structura geologică şi caracteristicile geotehnice ale terenurilor străbătute, particularităţile climatice şi condiţiile hidrotehnice ale regiunii etc.;
- condiţiile economice: costurile de construcţie, întreţinere şi exploatare raportate la interesele forestiere şi generale;
- posibilităţile de mecanizare a lucrărilor de construcţie;
- durata de execuţie;
- interese de ordin social, turistic şi strategic.

6.1.2. Traseul drumului forestier va urmări punctele de concentrare ale materialului lemnos (platformele primare), punctele favorabile pentru racordarea drumului proiectat cu drumurile publice sau forestiere existente, cele pentru traversarea râurilor, cele pentru amplasarea staţiilor sau a buclelor de întoarcere etc. Dacă unele dintre aceste puncte, şi anume acelea care trebuie neapărat atinse de traseu, numite **puncte obligate**, se unesc între ele, din aproape în aproape, prin linii drepte, se obţine **linia călăuză a traseului.**

6.1.3. Traseul va fi cât mai scurt, adică cât mai aproape de linia călăuză, deoarece cheltuielile de construcţie, exploatare şi întreţinere sunt proporţionale cu lungimea.

6.1.4. Pentru a spori siguranţa şi comoditatea circulaţiei şi a reduce cheltuielile de energie ale autovehiculelor, numărul de curbe va fi cât mai mic, iar cele necesare se vor proiecta, pe măsura posibilităţilor, cu raze cât mai mari; în cazul în care este necesară dezvoltarea traseului în serpentine, acestea se vor amplasa la distanţe cât mai mari între ele, astfel încât versanţii să fie uniform deschişi şi totodată, să se evite lucrările deosebit de costisitoare reclamate de execuţia serpentinelor apropiate, când apar volume însemnate de lucrări de sprijinire şi consolidare.

6.1.5. Se vor evita rampele pierdute, deoarece sporesc consumul de energie, atât la deplasarea într-un sens, cât şi la deplasarea în sens invers. Astfel, pentru transportul de la punctul A la punctul E (fig.6.1), porţiunile BC şi DE sunt numite **rampe pierdute**, deoarece diferenţele de nivel ΔH_1 şi ΔH_2 sunt urcate sau coborâte în plus faţă de diferenţa de nivel ΔH dintre punctele extreme.

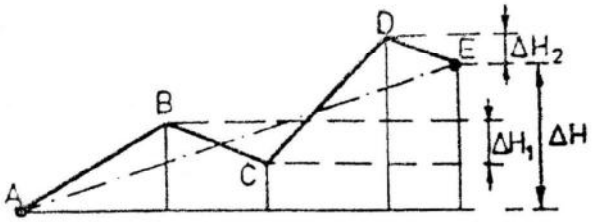


Fig .6.1- Rampe pierdute

De asemenea, rampele pierdute, ca şi porţiunile desfăşurate în palier, conduc cel mai frecvent la o lungime mai mare a traseului. Totuşi, în unele situaţii (fig.6.2) şi anume când traversarea unor văi sau viroage adânci nu se poate realiza direct (varianta a), datorită volumelor mari de lucrări terasiere şi de artă, atunci traseul se conduce sub forma unor pante şi rampe (varianta b) cât mai apropiate de valorile maxime admise.

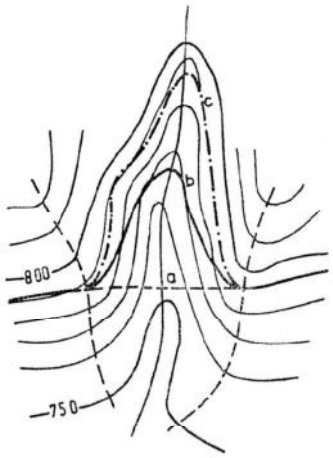


Fig. 6.2 – Traversarea văilor sau viroagelor adânci:

a – traversarea directă a văii; b – traversarea văii prin coborârea până în firul ei şi urcarea de aici până în muchie; c – traversarea văii prin conducerea traseului aproximativ pe curba de nivel

Dezvoltarea traseului pe curba de nivel (varianta c) conduce la o alungire a drumului, mai mare sau mai mică, în raport cu configuraţia terenului.

6.1.6. Se vor evita rampele izolate cu declivităţi excepţionale, care, iarna, în condiţiile în care drumul devine alunecos, limitează accesul vehiculelor pe restul traseului sau care limitează, pentru întreg traseul, încărcătura vehiculelor.

6.1.7. Se vor evita terenurile alunecătoare, mlăştinoase sau umede, întrucât scumpesc lucrările de execuţie şi periclitează stabilitatea drumului.

6.1.8. În regiunile de munte se vor evita, pe cât posibil, culoarele pe care se formează avalanşe de pietre sau zăpadă. Dacă acestea nu pot fi ocolite se vor lua măsuri speciale de protejare a drumului.

6.1.9. În locurile supuse înzăpezirilor, prin viscolire, traseul va fi condus astfel încât să formeze un unghi de maximum 30^0 cu direcţia vântului dominant. O măsură de prevenire a înzăpezirilor este şi aceea de a se evita aşezarea drumului în tranşee sau de a realiza, acolo unde panta terenului permite (sub 10…15%), rambleuri de 0,3…0,6 m.

6.1.10. Se vor evita grohotişurile active, în special în cazul pantelor abrupte, deoarece, fiind instabile, pot aluneca sub influenţa vibraţiilor produse de circulaţie. Eventual drumul trebuie trasat pe la partea superioară a versantului, unde influenţa grohotişurilor este mai puţin periculoasă.

6.1.11. Traversarea torenţilor se va face în dreptul cursului lor mijlociu sau se va încerca ocolirea prin trecerea drumului pe malul opus al văii principale. Traversarea conului de dejecţie, chiar cu luarea unor măsuri speciale de apărare a terasamentelor, este riscantă şi neeconomică.

Terenurile degradate şi formaţiunile torenţiale de mică importanţă, din zona de amplasare a drumurilor forestiere, se studiază, concomitent cu acestea, dacă afectează stabilitatea terasamentelor şi se amenajează prin proiectul drumului forestier.

6.1.12. Regiunile carstice vor fi ocolite; dacă acest lucru conduce la o alungire neraţională a traseului sau la nedeschiderea unor suprafeţe păduroase, atunci trebuie luate măsuri pentru a preveni accesul apelor spre rocile solubile din subsol.

6.1.13. Traseul se va amplasa astfel încât volumul de săpături şi umpluturi să fie cât mai mic şi să se realizeze printr-o mişcare a terasamentelor cât mai ieftină; se vor prefera acele variante care permit mecanizarea lucrărilor de execuţie.

6.1.14. În terenurile cu subsol format din straturi înclinate se va alege, pentru traseu, acel versant al văilor care nu este expus la alunecări de straturi. Astfel, în situaţia prezentată în figura 6.3., este preferabilă amplasarea drumului pe malul stâng (poziţia a), deoarece oferă o poziţie mai stabilă şi permite reducerea volumului de săpătură printr-o înclinare mai puternică a taluzului dinspre coastă.

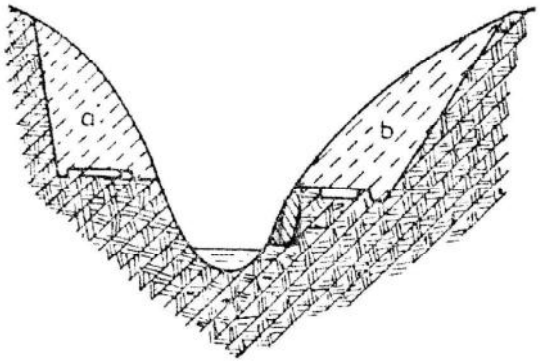


Fig. 6.3 - Alegerea versantului în cazul terenului cu subsol format din straturi înclinate

6.1.15. Traseul se va adapta cât mai bine la teren, pentru a evita lucrările de artă şi consolidare costisitoare. Traversarea cursurilor de apă se va face cât mai aproape de normală, în locurile unde valea este mai îngustă şi albia de scurgere bine fixată, iar în regiunea de confluenţă a două cursuri se va prefera amplasarea traseului în amonte de punctul de confluenţă.

6.1.16. Se va evita amplasarea traseului pe terenurile care necesită a fi expropriate pentru a nu se mări valoarea de investiţie a drumului forestier.

6.1.17. Traseul se va conduce astfel încât să facă accesibile monumentele naturii şi locurile cu un peisaj deosebit de frumos, în condiţiile în care acestea nu sunt afectate şi dacă prin aceasta nu se măreşte valoarea de investiţie, urmărindu-se totodată încadrarea drumului în aspectul natural al peisajului, sporindu-se astfel efectul vizual.

6.1.18. Se vor studia, dacă este posibil, mai multe variante de traseu, varianta cea mai avantajoasă stabilindu-se în baza unor calcule tehnico-economice.

6.2. Principii de trasare în diferite condiţii de relief

6.2.1. În funcţie de relief, traseele pot fi: de şes, de vale, de culme, de versant (pe curba de nivel sau ascensionale) şi de trecere dintr-un bazin în alt bazin.

6.2.2. Traseul de şes se desfăşoară, pe cea mai mare parte a sa, pe direcţia liniei călăuză, (ocolind doar obstacolele), nefiind necesare dezvoltări în serpentine în vederea învingerii declivităţilor. Lucrările de trasare urmăresc, îndeosebi, evitarea judicioasă a obstacolelor de contur şi obţinerea unui traseu cu un volum minim de terasamente.

6.2.3. Se vor evita terenurile turboase şi mlăştinoase. Dacă nu este posibilă evitarea, drumul se va proiecta în rambleu, folosindu-se pământuri rezistente la apă (nisipuri grăunţoase, pietrişuri, piatră spartă).

În cazul mlaştinilor, umplute pe întreaga lor adâncime cu turbă, rambleul se aşează pe suprafaţa terenului, care sub greutatea acestuia se comprimă până se ajunge la o situaţie de echilibru; rambleul va primi un spor de înălţime, care să compenseze tasările ulterioare.

În cazul mlaştinilor la care stratul superior de turbă este aşezat pe formaţii semilichide sau care au un înveliş plutitor, rambleul se aşează pe terenul sănătos de pe fundul mlaştinii, urmând ca la execuţie să se adopte tehnici de lucru specifice (tăierea de brazde în turbă şi scufundarea treptată a rambleului, concomitent cu refularea laterală a formaţiunilor lichide; înlăturarea artificială a turbei cu ajutorul draglinelor sau a excavatoarelor greifer; refularea în părţi a turbei prin explozii provocate sub rambleu etc.).

Lucrările se execută în perioada cea mai secetoasă a anului.

6.2.4. Se vor evita aliniamentele lungi, de peste 4-5 km, care, din cauza monotoniei, obosesc conducătorii vehiculelor şi dau naştere la accidente; aliniamentele lungi pot fi menţinute numai dacă linia roşie prezintă variaţii în profil longitudinal.

6.2.5. Traseul de vale (fig. 6.4) va fi orientat în lungul cursurilor de apă şi se va amplasa, pe toată lungimea sa sau pe anumite porţiuni din lungimea sa, astfel:

- în albia majoră a râurilor, asigurându-se amplasarea platformei drumului la 1,5 m deasupra nivelului apelor extraordinare;

- pe terasele superioare din lungul văii (dacă există asemenea terase);

- pe unul din versanţii laterali.

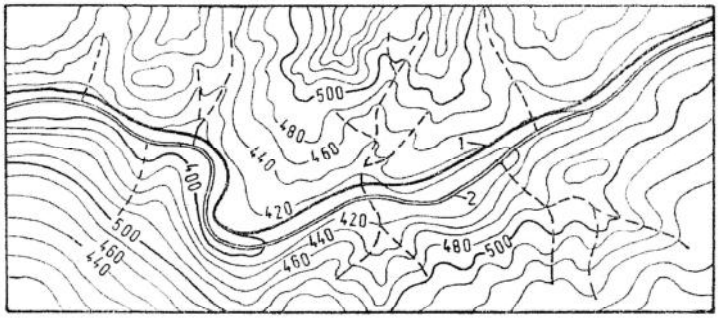


Fig. 6.4 – Traseul de vale: 1- drum forestier ; 2 –firul văii

Pe cât posibil se va evita traversarea văii, pentru a se elimina podurile şi podeţele, care scumpesc costul lucrărilor.

6.2.6. În cazul drumurilor forestiere de vale, problema principală este alegerea versantului pe care se va conduce traseul.

6.2.7. Dacă ambii versanţi sunt împăduriţi până jos, atunci alegerea traseului va ţine seama de:

- dispoziţia punctelor obligate faţă de firul văii;
- înclinarea transversală a versanţilor, preferând versantul cu înclinarea mai dulce;
- numărul şi caracterul afluenţilor evitându-se conurile de dejecţie;
- condiţiile geologice şi geotehnice, prioritate având versantul cu stratificaţie mai stabilă şi care necesită mai puţine consolidări sau apărări; de asemenea, se vor prefera versanţii stâncoşi faţă de terenurile cu capacitate portantă slabă;
- condiţiile climatice, preferându-se versantul însorit, cu expoziţie sudică sau estică.

6.2.8. Când numai unul din versanţi este împădurit, traseul se va conduce la piciorul acestui versant, celălalt folosindu-se numai pentru evitarea unor dificultăţi de construcţie deosebit de mari.

6.2.9. La traseele de vale se va acorda atenţie nivelului platformei drumului în raport cu nivelul apei. Din acest punct de vedere, pentru a servi la fel de bine ambii versanţi, drumul trebuie coborât cât mai aproape de firul văii, la limită, el putând fi amplasat cu 1,0 - 1,5 m deasupra nivelului apelor extraordinare, luându-se şi măsuri de consolidare şi protejare a taluzului expus acţiunii apelor (fig. 6.5).

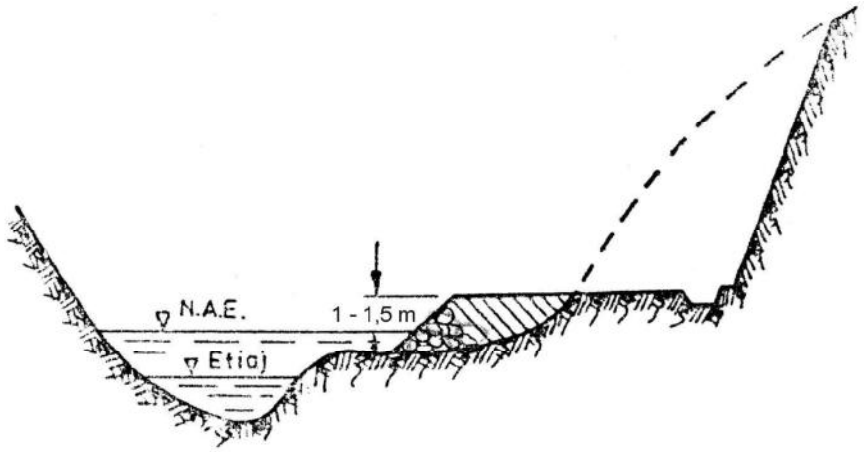


Fig. 6.5 - Amplasarea platformei drumului în raport cu nivelul apelor extraordinare

6.2.10. În condiţii de execuţie grele, când versanţii sunt în apropierea firului văii şi au pante foarte mari (fig.6.6), iar condiţiile de exploatare ale drumului devin incerte (poziţia a), drumul se va ridica pe versant, urmând a se dezvolta în zona unde panta versanţilor este mai mică (poziţia b).

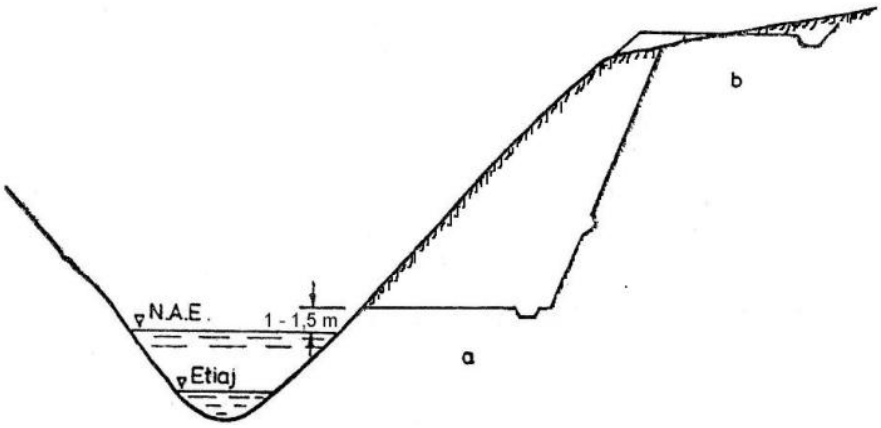


Fig. 6.6 - Ridicarea drumurilor de vale pe versant pentru evitarea pantelor mari din apropierea firului văii

6.2.11. Atunci când înălțimea la care se situează drumul pe versant nu mai permite încărcarea directă în autovehicule a lemnului colectat de pe versantul opus, fără alte mişcări, între drum şi punctele de concentrare ale materialului lemnos, se vor executa scurte ramificații, numite **mustăți** (fig.6.7).

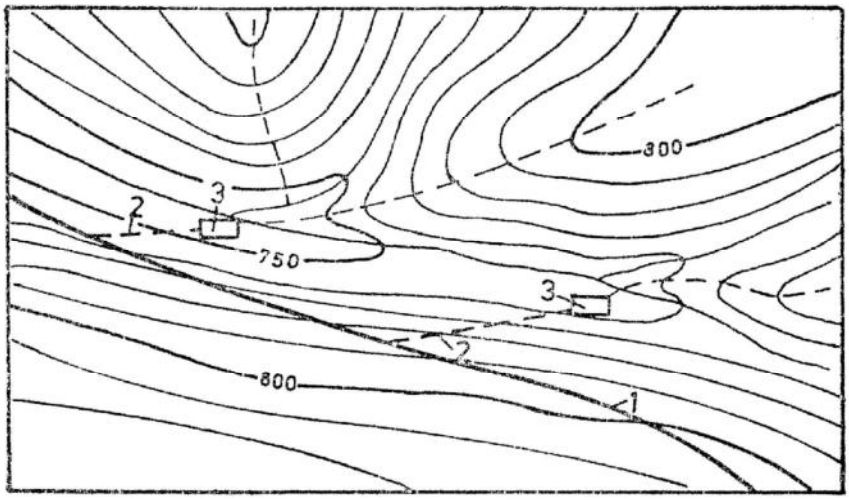


Fig. 6.7 - Asigurarea accesibilității cu mijloace auto a punctelor de concentrare ale masei lemnoase, în cazul în care drumul se îndepărtează de firul văii: 1 – drum; 2 – ramificații (mustăți); 3 – puncte de concentrare ale masei lemnoase

6.2.12. La alegerea traseului se va ține seama de eventualele lucrări hidrotehnice din zonă. În această privință se vor lua în considerare lucrările de construcție a hidrocentralelor, în cadrul cărora barajele şi lacurile de acumulare crează obstacole de nivel şi de contur, care trebuie învinse prin dezvoltări corespunzătoare. De aceea, pe hărțile şi planurile cu curbe de nivel se figurează, înainte de începerea studiului, nivelul barajului şi nivelul maxim al apelor din bazinele artificiale ce se vor crea (fig.6.8).

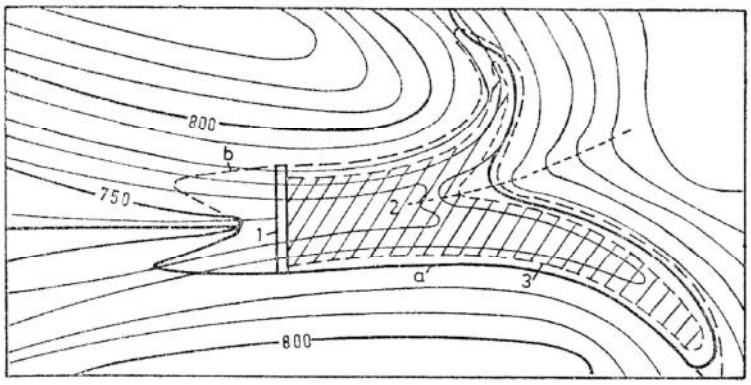


Fig. 6.8 – Dezvoltarea traseului drumului în cazul lucrărilor hidrotehnice :

a – dezvoltarea traseului pe acelaşi versant; b – dezvoltarea traseului pe versantul opus;

1 – baraj ; 2 – lacul de acumulare ; 3 –conturul lacului de acumulare

6.2.13. Traseul de culme (fig.6.9) se va dezvolta pe linia sau în apropierea liniei de cumpănă a apelor, ocolind vârfurile mai pronunţate. El se caracterizează prin declivităţi reduse, pe porţiunile desfăşurate pe platouri sau câmpuri, şi prin dese schimbări de rampe şi pante, pe porţiunile care ocolesc vârfurile. Pentru ca ocolirea vârfurilor să se facă pe o distanţă cât mai scurtă, se adoptă, de regulă, declivităţi maxime, corespunzătoare sensului de transport, în gol şi, respectiv, în plin.

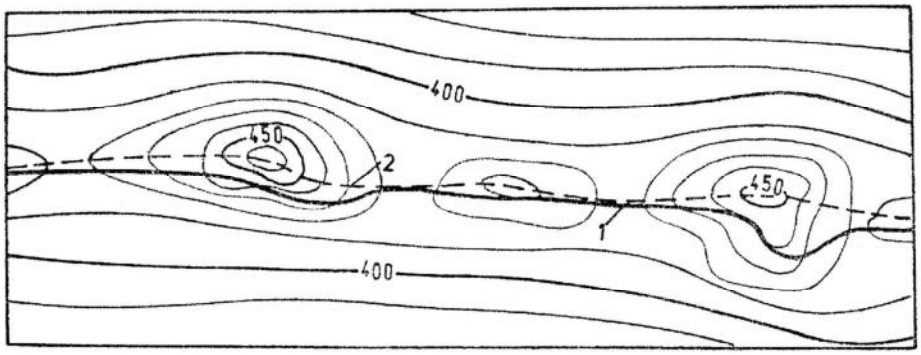


Fig. 6.9 - Traseul de culme

1 - traseul drumului; 2 - culmea geomorfologică

O problemă deosebită este şi alegerea versantului pe care se face ocolirea vârfului; în acest sens, se vor prefera versanţii stabili, fără fenomene de alunecare, versanţii împăduriţi, versanţii cu înclinare transversală mai mică.

6.2.14. Traseul de versant se va desfăşura fie aproximativ după curba de nivel, când se urmăreşte fragmentarea unui versant împădurit, în vederea deschiderii cât mai uniforme a pădurii, fie ascensional, pentru a se asigura accesibilitatea unei suprafeţe păduroase ce nu coboară până la fundul văii, sau a se face legătura între două drumuri etajate.

6.2.15. Când traseul se va desfăşura aproximativ pe curba de nivel se va urmări obţinerea unui traseu cât mai scurt, cu volum minim de lucrări terasiere şi de artă (fig.6.10), acordându-se o atenţie deosebită traversării văilor sau viroagelor.

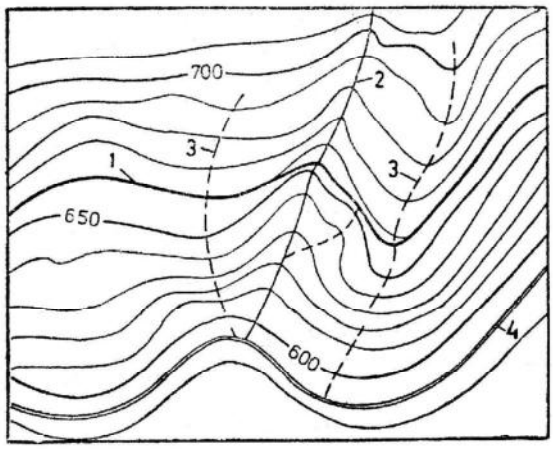


Fig. 6.10 – Traseu de versant, dezvoltat aproximativ pe curba de nivel :

1 – drum; 2 – viroagă ; 3 – muchii ; 4 - vale

6.2.16. La traseele de versant ascensionale, ce leagă între ele două puncte obligate de cote diferite, sunt posibile mai multe soluţii, criteriul principal fiind declivitatea. Astfel, dacă panta terenului pe direcţia liniei călăuză este mai mică decât declivitatea maximă admisă pentru categoria drumului respectiv, traseul se va desfăşura în lungul liniei călăuză, cu mici abateri impuse de necesitatea evitării unor obstacole locale (fig.6.11,a), iar dacă panta liniei călăuză este superioară declivităţii maxime admise, traseul se va desfăşura în serpentine (fig.6.11,b).

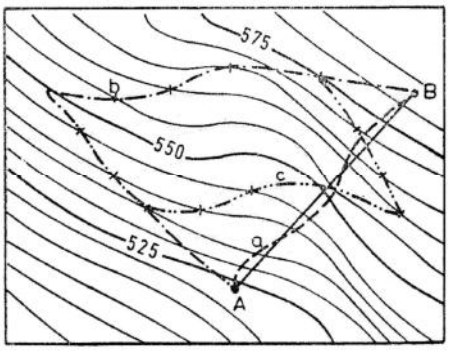


Fig. 6.11 – Traseu de versant, ascensional :

a – în lungul liniei călăuză ; b şi c –dezvoltări

în serpentine (axa zero)

Se recomandă ca serpentinele să nu fie prea apropiate între ele (fig.6.11,c) întrucât conduc la distanţe de colectare foarte diferite, respectiv la o deschidere inegală a masivului păduros.

Atunci când cele două puncte obligate se găsesc pe versanţii opuşi ai aceleiaşi văi, traseul se va dezvolta fie pe direcţia liniei călăuză (fig. fig.6.12. a), fie prin traversarea văii pe la obârşie (fig. fig.6.12.b) sau prin alt loc favorabil (fig. fig.6.12. c şi d). Traversarea printr-un loc favorabil se va situa în amonte de linia călăuză (poziţia c) şi nu în aval (poziţia d).

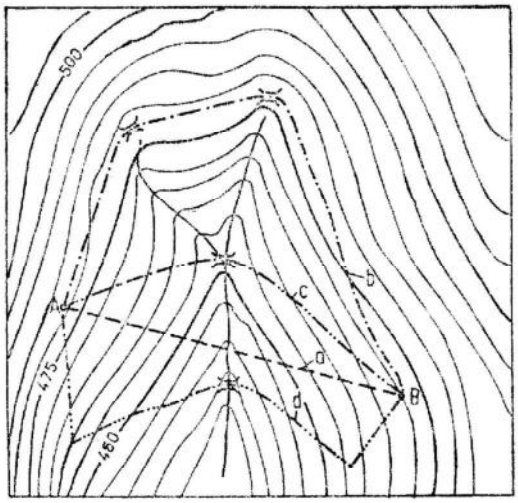


Fig. 6.12 – Traseul unui drum între două puncte obligate,
aflate pe versanţi opuşi ai aceleiaşi văi:
a – traversarea văii pe direcţia liniei călăuză;
b – traversarea văii pe la obârşie ;
c şi d – traversarea văii printr-un loc favorabil

6.2.17. Traseul de trecere dintr-un bazin în alt bazin realizează deschiderea unei suprafeţe păduroase dintr-un bazin, legându-se la un drum existent aflat într-un alt bazin, dincolo de culmea despărţitoare (fig.6.13). Acest traseu se dezvoltă la început ca un traseu de versant, traversează culmea despărţitoare, după care continuă iar ca drum de versant. În consecinţă, la studiul unui asemenea traseu, se va urmări găsirea celui mai potrivit loc pentru traversarea culmii, precum şi a celor mai potrivite variante care să lege punctele obligate (A,B) cu punctul de trecere.

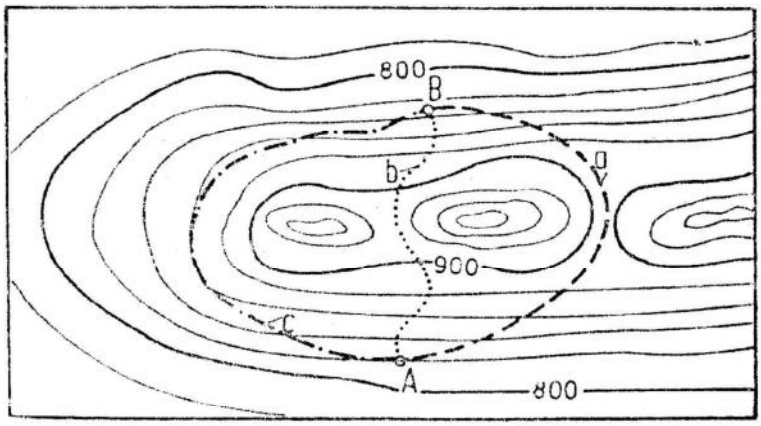


Fig. 6.13 – Traseu de trecere dintr-un bazin în alt bazin :
a – prin şaua cea mai joasă ; b – prin şaua cea mai apropiată ;
c – cu ocolirea culmii

6.2.18. Traversarea culmii se va face prin şaua cea mai joasă (fig.6.13. a), dacă acest lucru nu conduce la o alungire prea mare a traseului, în caz contrar traversarea se va face printr-un punct de cotă mai înaltă, dar mai aproape de linia călăuză (fig.6.13. b). Pentru ca traseul să fie cât mai scurt, la trasare să vor adopta declivităţi cât mai apropiate de valorile maxime admise de normativ.

6.2.19. Dacă traversarea culmii prezintă dificultăţi şi este costisitoare se va studia şi posibilitatea ocolirii culmii (fig.6.13. c).

7. GEOMETRIA DRUMURILOR FORESTIERE

7.1. Generalităţi.

7.1.1. Proiectarea drumurilor forestiere se face, pe de o parte, în concordanţă cu particularităţile geomorfologice, geotehnice, hidrologice, climatice şi de gospodărire forestieră a regiunii, iar pe de altă parte cu respectarea **elementelor geometrice** impuse de necesitatea asigurării unei circulaţii a autovehiculelor în condiţii de siguranţă, confort şi de economicitate.

7.1.2. Elementele geometrice ale drumului forestier sunt cele comune tuturor drumurilor:

- în plan orizontal: aliniamentele şi curbele;
- în profil longitudinal: declivităţile, racordările verticale, pasul de proiectare şi odihnele;
- în profil transversal: lăţimile elementelor componente ale drumului, pantele transversale (deverurile), supralărgirile în curbe, înclinările taluzurilor.

7.1.3. Elementele geometrice, prin mărimea, forma şi succesiunea lor, trebuie să asigure:

- desfăşurarea circulaţiei în concordanţă cu componenţa şi intensitatea traficului, precum şi o deplasare lină, fără şocuri, a autovehiculelor;

- omogenitatea traseului, pentru păstrarea aceleiaşi viteze de circulaţie pe sectoare cât mai lungi, precum şi trecerea treptată la viteze inferioare sau superioare;

- sesizarea din timp a eventualelor obstacole pentru evitarea pericolului de accidente, respectiv menţinerea vizibilităţii în tot lungul drumului şi, în special, la intersecţiile cu alte drumuri şi căi de comunicaţii;

- perceperea permanentă a desfăşurării în continuare a traseului;

- încadrarea cât mai bună a traseului în relieful şi peisajul regiunii.

7.1.4. Geometria drumurilor forestiere se va adapta cerinţelor circulaţiei autovehiculelor care transportă material lemnos, respectiv autotrenurilor forestiere de mare tonaj.

7.1.5. Formele şi limitele dimensionale ale elementelor geometrice, prevăzute în normativ sunt prescrise în funcţie de **viteza de proiectare** a drumului.

7.1.6. Viteza de proiectare este o valoare directivă, care serveşte la determinarea elementelor geometrice şi reprezintă, în cazul drumurilor forestiere, viteza maximă cu care pot circula autocamioanele fără remorcă în sectoarele cele mai dificile ale drumului, în condiţii de deplină siguranţă, în ipoteza că starea îmbrăcămintii este bună şi condiţiile atmosferice sunt favorabile.

7.1.7. Vitezele de proiectare ale drumurilor forestiere se adoptă în funcţie de categoria drumului, intensitatea traficului anual şi configuraţia terenului (a se vedea tabelul 2.1).

7.1.8. Vitezele de proiectare prescrise în tabelul 2.1., se adoptă la drumurile forestiere amplasate în zone cu relief accidentat, pentru evitarea unor lucrări terasiere voluminoase sau/şi a unor lucrări costisitoare de apărare-consolidare.

În condiţii de relief relativ uşoare, unde drumurile se pot înscrie fără lucrări suplimentare, care să majoreze valoarea de investiţie, se vor adopta vitezele de proiectare mai mari, din cadrul fiecărei categorii de drum forestier, astfel încât să se obţină elemente geometrice şi constructive cât mai largi pentru întregul traseu al drumului sau pentru tronsoane de lungimi semnificative.

7.2. Elemente geometrice în plan orizontal

7.2.1. Traseul drumului este o linie în spaţiu care, în plan orizontal, apare ca o succesiune de aliniamente şi curbe, ca elemente de traseu ce trebuie îmbinate cât mai judicios între ele, astfel încât circulaţia autovehiculelor să fie fluentă şi să se desfăşoare în condiţii de siguranţă şi confort.

7.2.2. În cazul drumurilor forestiere, curbele, care racordează aliniamentele între ele, sunt arce de cerc (fig.7.1.).

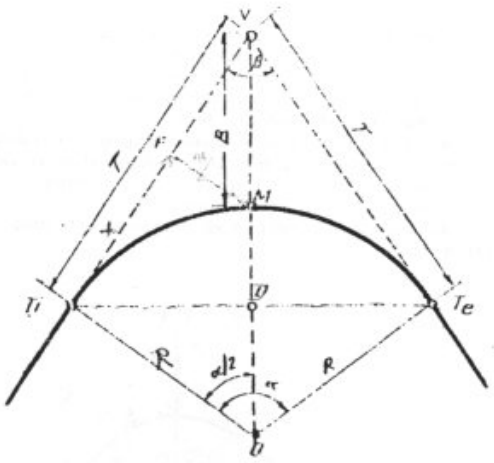


Fig. 7.1. Elementele curbelor circulare: β – unghi de vârf; α – unghi la centru; R- raze; T – tangenta; B – bisectoarea; arc T_iMT_e – lungimea curbei; Ti,Te – coarda principală; $T_iF = T_iD$ – abscisa mijlocului curbei; FM = MD – ordonata mijlocului curbei

7.2.3. Introducerea la racordări (de la aliniament la curba circulară) a curbelor progresive (arce de clotoidă), ca elemente de tranziţie ce asigură trecerea lină a autovehiculului de pe aliniament (unde nu acţionează forţa centrifugă) pe curba arc de cerc (unde apariţia forţei centrifuge este bruscă) se va adopta numai în cazul drumurilor forestiere cu viteze de proiectare egale sau mai mari de 40 km/h şi, în special, la drumurile forestiere care deservesc şi interesele altor sectoare, economice sau sociale, şi au perspectiva de a fi transformate în drumuri publice (fig.7.2).

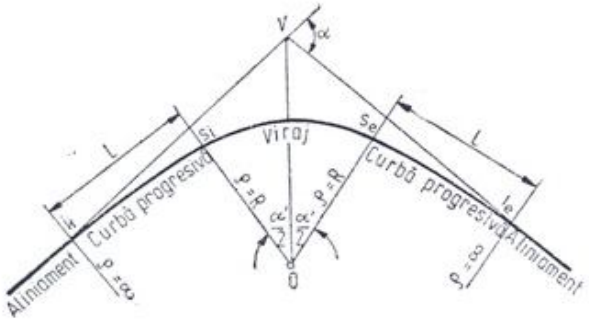


Fig. 7.2. Introducerea curbelor progresive

La cererea beneficiarului de proiect, curbele progresive pot fi introduse, ca elemente de tranziţie, şi de la viteza de proiectare de 25 km/h.

7.2.4. Aliniamentul reprezintă porţiunea de traseu în linie dreaptă. Atunci când leagă între ele două curbe circulare aliniamentul trebuie să permită şi redresarea autovehiculelor, fiind numit **aliniament de redresare.**

Din aceste motive lungimea aliniamentelor trebuie limitată superior şi inferior.

7.2.5. Lungimea maximă a aliniamentelor, conform cerinţelor de siguranţă ale circulaţiei şi celor estetice, precum şi a rezultatelor unor determinări psiho-tehnice cu privire la instalarea şi efectele monotoniei, va fi limitată la:

$$L_{max} = 20\ V\ [m]\ , \qquad (7.1)$$

relaţie în care V este viteza de proiectare în km/h, iar rezultatul se obţine direct în metri şi corespunde unei durate de parcurs de 72 secunde.

7.2.6. Dacă profilul longitudinal al drumului sau peisajul înconjurător prezintă variaţii care evită monotonia, lungimea maximă a aliniamentelor poate fi sporită la 2…4 km, în funcţie de viteza de proiectare.

7.2.7. Lungimea minimă a aliniamentelor dintre curbele circulare de acelaşi sens va fi de 1,4 V, ceea ce corespunde distanţei parcurse de autovehicul în 5 secunde. În cazul curbelor circulare de sens contrar se va păstra un aliniament de redresare în lungime de cel puţin 2 V, excepţional 1,4 V, dar nu mai scurt decât lungimea autotrenului forestier încărcat cu buşteni (sortimente lungi).

Prin respectarea lungimilor minime prescrise se asigură posibilitatea introducerii în viitor a curbelor de tranziţie, se obţine spaţiul necesar amenajării rampelor de racordare a profilului cu pantă unică din curbă la profilul cu două pante din aliniament şi se evită măsurile constructive necesare pentru amenajarea unor curbe apropiate (curbe succesive).

Ca recomandare, se vor respecta, pentru aliniamente, lungimile redate în tabelul 7.1.

Tabelul 7.1.

Lungimile aliniamentelor, în metri

Nr. crt.	Specificaţii	Viteza de proiectare (km/h)					
		50	40	25	20	15	10
1	Lungimea maximă a aliniamentelor	1000	800	500	400	300	200
2	Lungimea minimă a aliniamentelor dintre curbele de acelaşi sens	70	60	35	30	20	15
3	Lungimea minimă a aliniamentelor dintre curbele de sens contrar	100	80	50	40	30	20
4	Lungimea minimă a aliniamentelor iniţiale, în cazul introducerii curbelor de tranziţie	70	60	40	-	-	-

7.2.8. Curba arc de cerc reprezintă cazul general de racordare a aliniamentelor drumurilor forestiere

7.2.9. Curba circulară se caracterizează geometric prin lungime şi rază şi se utilizează la racordarea aliniamentelor, fie ca element singular, fie, atunci când se solicită, în asociere cu arce de curbe progresive când serveşte drept viraj (a se vedea figura 7.2).

7.2.10. Racordarea a două aliniamente printr-o succesiune de curbe arc de cerc va fi evitată; în cazuri extreme se poate adopta o succesiune de curbe circulare de acelaşi sens, dar dispuse astfel încât razele lor să se succeadă în ordine normală, crescândă sau descrescândă.

7.2.11. Lungimea minimă a curbei arc de cerc, atunci când este folosită ca element singular de racordare, este de 1,4 V metri, respectiv lungimea parcursă de autovehicul în 5 secunde.

Când arcul de cerc serveşte drept viraj, în centrul unei racordări cu arce progresive, atunci lungimea sa minimă va corespunde spaţiului parcurs de autovehicul într-o secundă, respectiv 0,2778 V metri.

7.2.12. Raza minimă de racordare în cazul curbelor arc de cerc, dedusă din condiţia înscrierii geometrice a autotrenurilor forestiere, este de 15 m, excepţional 13 m (a se vedea tabelul 2.1.), pentru a se evita deplasarea roţilor semiremorcii prin lunecare, în loc de rulare.

7.2.13. Razele caracteristice ale curbelor arc de cerc se deduc din condiţia de prevenire a derapajului, în baza relaţiei forţelor:

$$R = \frac{V^2}{127(f \pm i_t)} \text{ [m]}, \qquad (7.2)$$

în care: R este raza caracteristică, în metri; V – viteza de proiectare, în km/h; f – coeficientul de frecare mobilizată pentru combaterea derapajului; i_t – înclinarea transversală a părţii carosabile (dever pozitiv sau negativ).

7.2.14. Pentru calculul razei recomandabile se ia în considerare deverul negativ, întrucât profilul transversal al părţii carosabile îşi păstrează forma cu două pante din aliniament, iar pentru calculul razelor curentă şi/sau minimă se ia în considerare deverul pozitiv, profilul transversal fiind convertit, respectiv supraînălţat.

Pentru coeficientul de frecare **f** şi înclinarea transversală $\mathbf{i_t}$ (relaţia7.2.) se adoptă în calcule următoarele valori:

f = 0.10…0,12 şi i_t = 0,04 în cazul razei recomandabile şi/sau a razei curente (cu respectarea semnului algebric corespunzător)

f = 0.20 şi i_t = 0,06 în cazul razei minime (dever pozitiv).

7.2.15. Razele caracteristice ale drumurilor forestiere, în funcţie de viteza de proiectare sunt redate în tabelul 7.2.

Tabelul 7.2.

Razele caracteristice ale drumurilor forestiere (în metri)

Raza caracteristică	Viteza de proiectare (km/h)					
	50	40	25	20	15	10
- recomandabilă	330	210	80	50	30	30
- curentă	165	105	40	25	20	20
- minimă	85	55	20	20	15(14)	15(13)

În cazul vitezelor de proiectare mici (15…10 km/h), raza minimă este limitată de condiţia înscrierii geometrice a autovehiculelor în curbă; pentru celelalte viteze de proiectare primează condiţia de prevenire a derapajului.

7.2.16. În cazul drumurilor forestiere de interes turistic, pe care traficul de pasageri are o pondere ridicată, se vor respecta razele caracteristice din tabelul 7.3.

Tabelul 7.3.

Razele caracteristice pentru drumuri forestiere de interes turistic (în metri)

Raza caracteristică	Viteza de proiectare (km/h)					
	50	40	25	20	15	10
- recomandabilă	450	280	110	70	40	25
- curentă	190	120	50	30	25	20
- minimă	95	60	30	25	20	20

7.2.17. În cazul modernizării drumurilor forestiere, unde viteza de proiectare este de minimum 25 km/h, razele caracteristice vor respecta prevederile din STAS 863-85.

7.2.18. În situaţia în care nu se majorează efortul de investiţie, la proiectarea racordărilor prin curbe arc de cerc se va urmări:

- utilizarea unor raze cât mai mari;

- adoptarea unor curbe cu o lungime mai mare de 1,4 V;

- înlocuirea curbelor apropiate, de acelaşi sens, printr-o singură curbă sau printr-o succesiune de curbe cu raze dispuse într-o ordine normală, crescândă sau descrescândă.

7.2.19. Curba progresivă se va folosi numai în condiţiile prevăzute de normativ şi are menirea de a preveni apariţia (sau dispariţia) bruscă a forţei centrifuge la trecerea autovehiculului de pe aliniament pe curba arc de cerc (sau invers).

7.2.20. Introducerea curbelor progresive la drumuri forestiere este justificată doar la vitezele de proiectare de 50 - 40 şi/sau 25 km/h şi numai atunci când razele arcelor de cerc,

sunt mai mici decât raza curentă; arcele de cerc a căror rază este mai mare decât raza curentă, se racordează direct cu aliniamentele.

7.2.21. Racordarea aliniamentelor prin curbe progresive se va realiza, după caz, fie păstrându-se un arc de cerc (viraj) în centrul racordării (fig.7.3 a), fie fără viraj în centru, cele două curbe progresive racordându-se direct una la alta (fig.7.3 b); racordările pot fi simetrice sau asimetrice (fig.7.3 c).

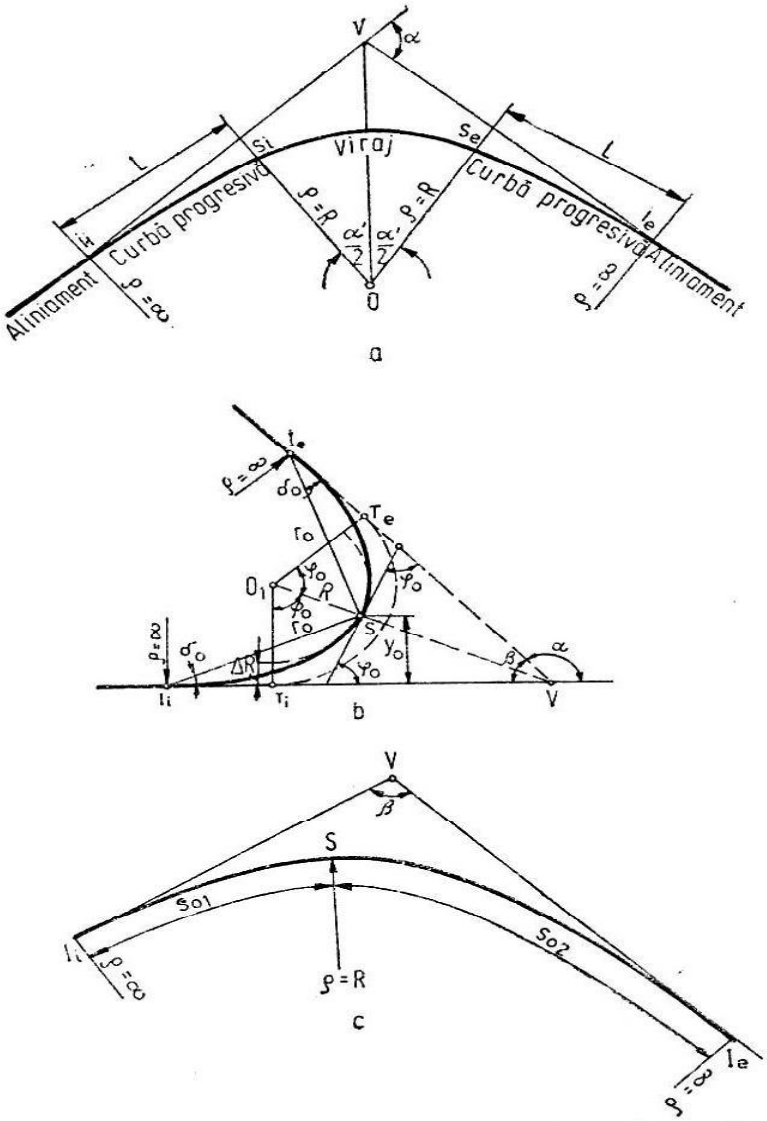


Fig. 7.3 – Racordarea aliniamentelor prin curbe progresive:
a) racordare simetrică cu viraj în centru;
b) racordare simetrică cu două arce de curbă progresivă, fără viraj;
c) racordare asimetrică

7.2.22. Drept curbă progresivă se va folosi clotoida**,** care corespunde cel mai bine traiectoriei descrise de autovehicul şi se caracterizează prin aceea că produsul dintre raza de curbură (R), care scade progresiv în lungul clotoidei, şi lungimea arcului corespunzător (L), considerat de la origine, este constant:

$$A^2 = R \cdot L \text{ [m]} , \qquad (7.3)$$

unde *A* este modulul clotoidei şi semnifică o lungime.

7.2.23. Lungimea minimă a arcului de clotoidă, care racordează arcul de cerc cu aliniamentul se stabileşte după criteriul limitării în timp a acceleraţiei normale, conform relaţiei:

$$L_{\min} = \frac{V^3}{47R \cdot j} \text{ [m]} , \qquad (7.4)$$

în care: *V* este viteza de proiectare în km/h; *f* – creşterea acceleraţiei normale (maximum 0,5 m/s^3); *R* – raza curbei arc de cerc, în metri.

Lungimile minim admise sunt redate în tabelul 7.4.

Tabelul 7.4.

Lungimile minime ale arcelor de clotoidă pentru racordarea arcelor de cerc cu aliniamentele (în metri)

Raza curbei arc de cerc (m)	Viteza de proiectare (km/h)		
	50	40	25
20	-	-	34
30	-	-	22
40	-	-	17
50	-	55	-
60	-	45	-
70	-	39	-
80	67	34	-
90	59	30	-
100	53	28	-
110	49	25	-
120	45	-	-
130	41	-	-
140	38	-	-
150	36	-	-
160	34	-	-
170	32	-	-

Pentru fiecare viteză de proiectare s-a luat în considerare intervalul dintre razele minimă şi curentă.

7.2.24. Lungimea minimă a arcului de clotoidă ($L`_{min}$), care racordează între ele două curbe circulare de acelaşi sens, dar de raze diferite, va fi de:

$$L`_{min} = \frac{L(R_2 - R_1)}{R_2} \text{ [m]} , \qquad (7.5)$$

unde: L este lungimea teoretică în cazul racordării curbei de rază mai mare la aliniament, stabilită conform relaţiei (7.4); R_1 – raza mai mică; R_2 – raza mai mare, toate în metri.

7.2.25. Proiectarea şi trasarea clotoidei se face folosind tabele de trasare specifice, care redau direct elementele unor clotoide tip (adoptate în funcţie de viteza de proiectare) sau conţin elementele **clotoidei de bază** (A = 1), în care caz datele liniare extrase din tabele trebuie multiplicate cu **raportul de omotetie** A_1/A, în care A_1 este modulul clotoidei reale, iar A este modulul clotoidei de bază (respectiv 1).

7.2.26. Tabelele de trasare, după caz, precizează următoarele elemente care definesc arcul de clotoidă pentru un punct oarecare P (fig.7.4.):

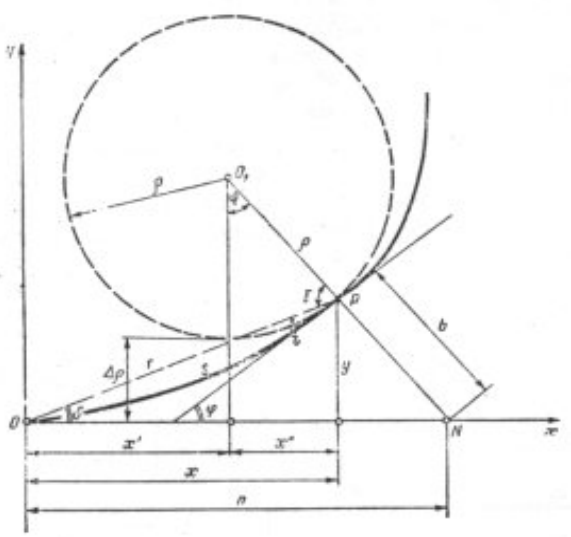


Fig. 7.4. Elementele clotoidei

x şi y – coordonatele rectangulare ale punctului considerat;

r şi δ – coordonatele polare ale punctului considerat (raza polară şi unghiul polar);

ρ – raza de curbură în punctul considerat; în punctul iniţial unde clotoida se racordează la aliniament $\rho = \infty$, iar în punctul final, unde clotoida se racordează la arcul de cerc $\rho = R$, respectiv corespunde arcului de cerc;

Δ_ρ – deplasarea virajului spre interior;

x' - abscisa centrului de curbură;

x'' – diferenţa dintre abscisa punctului considerat şi abscisa centrului de curbură (x-x'');

s – lungimea arcului de clotoidă OP (în punctul final $s_0 = L$);

b – normala (PN);

n – abscisa piciorului normalei;

φ – variabila independentă, respectiv unghiul dintre cele două tangente (una dusă în punctul de origine O şi numită tangentă lungă, iar cealaltă dusă în punctul considerat P şi numită tangentă scurtă);

γ – unghiul dintre raza polară şi raza de curbură;

τ – unghiul dintre raza polară şi tangenta scurtă.

În punctul final, unde clotoida se racordează la arcul de cerc, elementelor clotoidei li se atribuie indicele zero (x_0, y_0, ρ_0, s_0 etc.).

7.2.27. Intrarea în tabelele de trasare se face prin oricare element cunoscut (sau impus) pentru punctul final al clotoidei. În mod obişnuit, intrarea în tabele se face prin intermediul variabilei auxiliare:

$$t = \sqrt{\varphi}\ , \qquad (7.6)$$

în care variabila independentă φ se exprimă în radiani, fiind dată de relaţia:

$$\varphi = \frac{L}{2R}\ , \qquad (7.7)$$

unde: L este lungimea arcului de clotoidă, iar R – raza curbei arc de cerc, ambele considerate în punctul final al clotoidei.

7.2.28. Serpentina este o porţiune de traseu rezultată în urma unei racordări exterioare, fiind reprezentată de o succesiune bine determinată de aliniamente şi curbe folosită în situaţiile în care nu este posibilă o racordare interioară şi presupune realizarea unor curbe având unghiul la centru de cel puţin180^0. Serpentinele se folosesc în zonele de munte sau de deal, în terenuri cu pante mari şi unde aliniamentele poligonului de bază se intersectează sub unghiuri mici (de obicei sub 40^0), iar adoptarea unor racordări interioare ar conduce la sporirea declivităţii peste valorile admise (fig.7.5).

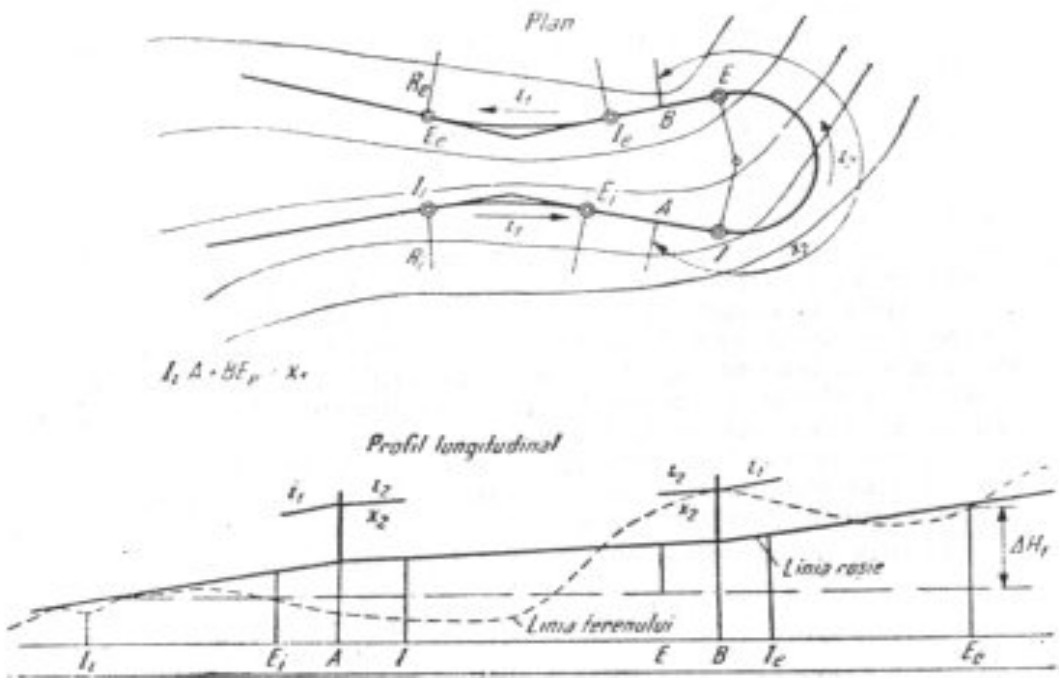


Fig. 7.5. Serpentina în plan şi în profil longitudinal

7.2.29. Serpentina este alcătuită dintr-o curbă principală (C), al cărei unghi la centru este mai mare de 180^0, două curbe auxiliare (C_i şi C_e) şi două aliniamente intermediare (a_i şi a_e).

7.2.30. Serpentinele pot fi de gradul I sau de gradul II; cele de gradul I pot fi simetrice şi asimetrice.

7.2.31. Serpentinele de gradul I (fig.7.6. a) sunt cele la care curbele auxiliare sunt de acelaşi sens, iar centrul curbei principale se află în vârful de unghi *V* sau deplasat, spre interior sau spre exterior, pe bisectoarea unghiului de vârf. Ele sunt simetrice dacă $R_i = R_e$ şi $a_i = a_e$, sau asimetrice**.**

7.2.32. Serpentinele de gradul II (fig.7.6. b) sunt cele la care curbele auxiliare sunt curbe de sens contrar, iar centrul curbei principale este deplasat lateral faţă de bisectoarea unghiului de vârf iniţial (*V*), pentru o mai bună adaptare la relieful terenului.

7.2.33. În situaţia când, datorită condiţiilor de teren, una din curbele auxiliare lipseşte, racordarea poartă numele de **semiserpentină** (fig.7.6. c).

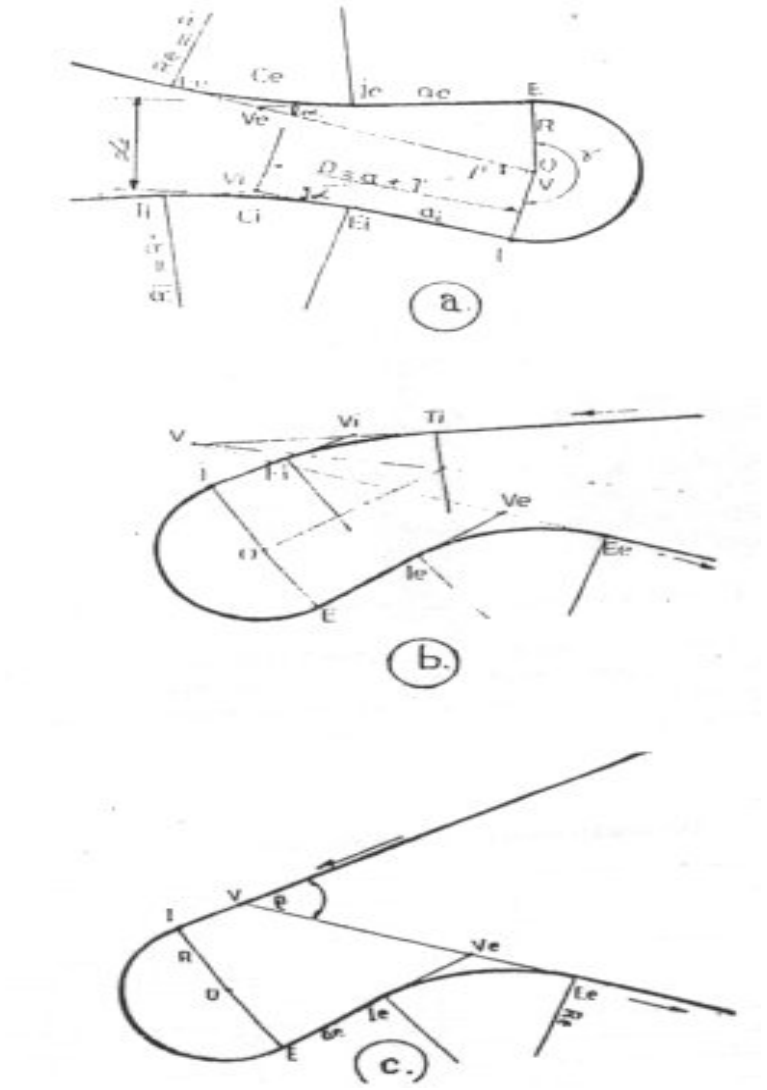


Fig. 7.6. Elementele geometrice ale serpentinelor: a) serpentină de gradul I, simetrică; b) serpentină de gradul II, asimetrică; c) semiserpentină.

7.2.34. Construirea unei serpentine presupune cunoaşterea anumitor elemente, dintre care unele se adoptă, în funcţie de configuraţia terenului şi de condiţiile tehnice pe care trebuie să le îndeplinească drumul (elemente preliminare), iar celelalte se determină prin calcul analitic.

7.2.35. Serpentina stabilită se verifică din următoarele puncte de vedere:

- declivitatea liniei roşii;
- mărimea distanţei (d_0) dintre mijloacele curbelor auxiliare;
- lungimea aliniamentelor intermediare;

- volumul lucrărilor de terasamente care trebuie să corespundă sub raportul cerinţelor geometrice, constructive şi economice.

7.2.36. Elementele geometrice limită, ce trebuie respectate la proiectarea serpentinelor, sunt înscrise în tabelul 7.5.

Tabelul 7.5

Elementele serpentinei

Nr. crt.	Elementele Serpentinei	Viteza de proiectare (km/h)				
		50	40	25	20	15 şi 10
1	Raza minimă a curbei principale, m	20	20	15	15	15(14,59
2	Panta transversală maximă, %	6	6	6	6	6
3	Raza minimă a curbei auxiliare, m	100	70	50	40	35
4	Declivitatea maximă în axul curbei principale, %	3,5	4(5)	4(5)	4(6)	4(6)
5	Lungimea minimă a aliniamentelor dintre curbele de sens contrar, m	50	35	20	20	15
6	Viteza de circulaţie maximă pe curba principală, km/h	25	25	15	10	10
7	Distanţa minimă dintre două serpentine succesive, m	100(70)	80(60)	50(35)	40(30)	30
Notă: Valorile din paranteză se admit numai în condiţii de teren deosebit de dificile şi în cazuri bine justificate din punct de vedere tehnic şi economic.						

7.2.37. În zona de amplasare a serpentinei, poligonul de bază se va trasa corespunzător unor declivităţi mai reduse (fig.7.7).

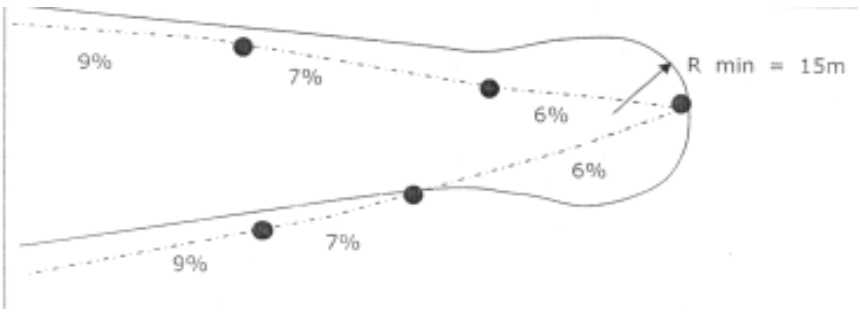
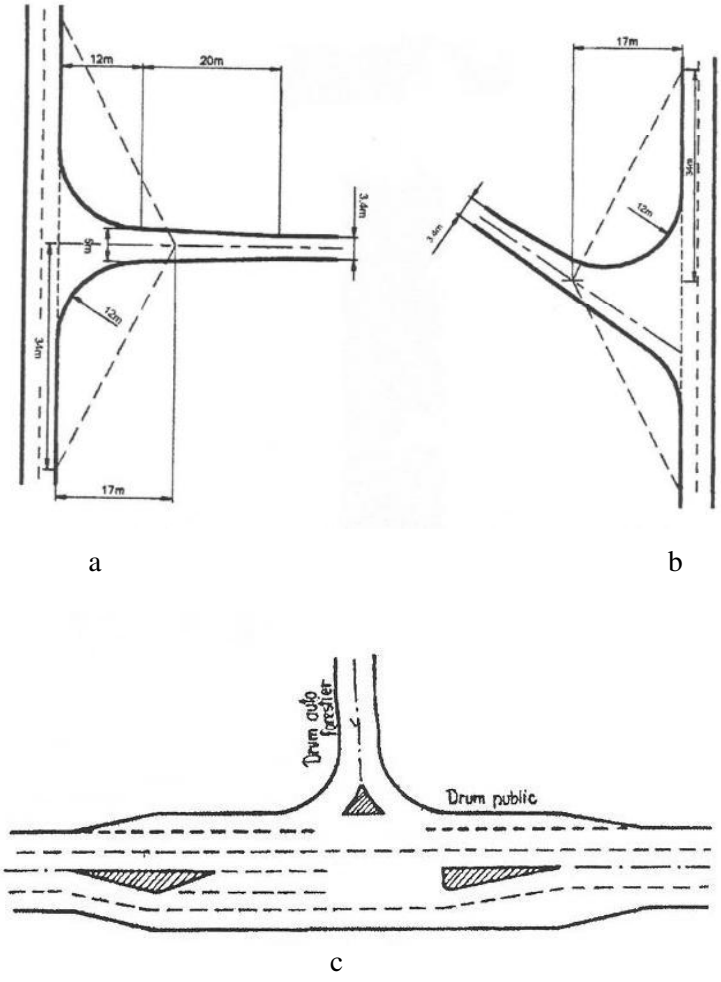


Fig. 7.7 Declivităţile poligonului de bază în zona de amplasare a serpentinei

7.2.38. Punctele de capăt şi de racordare ale drumurilor forestiere se amenajează. În punctul iniţial al drumului forestier (Hm 0+00) se va amenaja desprinderea drumului dintr-un drum existent, public sau forestier (fig.7.8), iar în punctul final, din interiorul pădurii se vor

asigura condiţiile necesare întoarcerii autovehiculului, eventual, dacă este cazul, şi de încărcare a acestuia.



a b

c

Fig. 7.8 – Racordarea drumului forestier la un drum public sau forestier
a) racordarea în T a unui drum forestier cu alt drum forestier;
b) racordarea oblică a două drumuri forestiere;
c) joncţiunea drumului forestier cu un drum public

7.2.39. Drumurile forestiere care fac trecerea dintr-un bazin în altul se racordează la ambele capete la reţeaua rutieră de transport.

7.2.40. În situaţia în care drumul forestier reprezintă o prelungire a unui drum existent, trecerea de la elementele geometrice ale drumului existent la cele ale noului drum se va face treptat pe sectoare de 10 – 15 m.

7.2.41. Când drumul forestier proiectat constituie o ramificaţie desprinsă dintr-un drum existent, se va proiecta racordarea celor două drumuri, urmărindu-se ca unghiul de racordare

să fie cât mai aproape de 90^0. Dacă transportul lemnului se face într-un singur sens, unghiul de racordare poate fi mai mare de 90^0.

7.2.42. Racordarea la un drum existent se face cu acordul celui care administrează drumul existent şi este condiţionată de posibilitatea drumului existent de a prelua un trafic suplimentar, alcătuit din vehicule folosite în transportul lemnului. În cazul racordării la un drum public, amenajarea racordării se realizează conform prevederilor SR-10144-4-1995.

7.2.43. În zona de platformă comună se adoptă obligatoriu cota şi declivitatea drumului existent şi se asigură scurgerea apelor, precum şi condiţiile necesare de vizibilitate.

7.2.44. În punctul final (din pădure) al drumului forestier se vor proiecta, în funcţie de condiţiile de relief, staţii de întoarcere, sub formă de platformă sau buclă (fig.7.9).

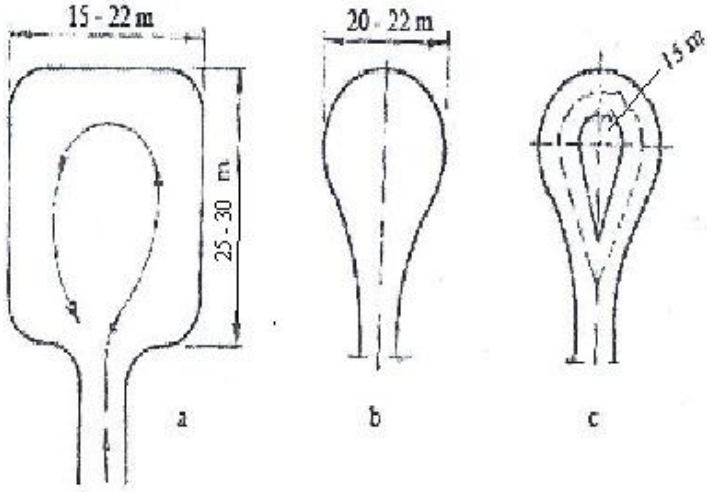


Fig. 7.9 – Staţii de întoarcere: a), b) – platforme de întoarcere; c) buclă de întoarcere

7.2.45. Platformele de întoarcere pot avea forme diferite (dreptunghiulare cu colţuri rotunjite, ovoidale) şi pot fi amplasate simetric sau asimetric faţă de axa drumului, în funcţie de relief, urmărindu-se ca lucrările terasiere să fie cât mai reduse, iar drumul stabil. Lăţimea platformei va fi de 15…22 m, lungimea 25…30 m, iar declivitatea nu va depăşi 8 %. Racordarea platformei la partea carosabilă a drumului se face triunghiular, pe distanţe de 10 m sau prin arce de cerc.

7.2.46. Buclele de întoarcere a căror turnantă revine la locul de plecare, vor avea elemente geometrice minime, corespunzătoare unei viteze de proiectare de 10 km/h.

7.2.47. Încrucişările drumului forestier cu alte drumuri sau cu căi ferate vor fi evitate deoarece creează dificultăţi ambelor căi de transport. Când evitarea nu este posibilă, intersectarea se va face cât mai normal, unghiul minim admis fiind de 45^0 (excepţional 30^0, cu justificare). În zona intersecţiei se amenajează pasaje de nivel.

7.2.48. Înainte şi după pasajul de nivel, drumul forestier va fi în aliniament pe o distanţă de minimum 20 m, iar vizibilitatea se va asigura prin îndepărtarea obstacolelor. Dacă nu este posibil se recurge la indicatoare de circulaţie care să oblige autovehiculele să se asigure înainte de intrarea în intersecţie (fig.7.10).

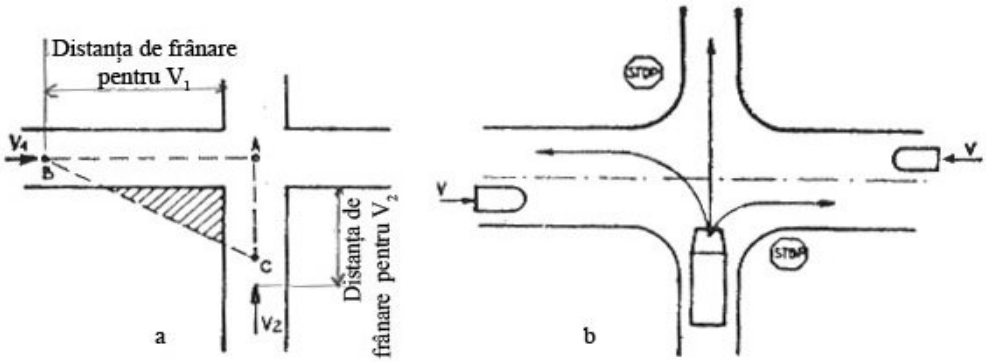


Fig. 7.10 – Vizibilitatea la intersecţii: a) prin îndepărtarea obstacolelor; b) prin folosirea indicatoarelor pentru circulaţia rutieră

7.2.49. Intersecţiile de nivel cu căile ferate se proiectează, de preferinţă, în locuri unde vizibilitatea este asigurată, atât pe drum cât şi pe calea ferată, şi se prevăd cu instalaţii specifice de semnalizare conform STAS 1244/1 – 96. Locul de intersecţie se stabileşte de comun acord şi cu avizul forului tutelar al căii ferate.

7.2.50. Nu se proiectează pasaje de nivel pe lungimea schimbătoarelor de cale ale liniilor de cale ferată din reţeaua CFR sau ale liniilor de cale ferată industriale.

7.2.51. Distanţa de vizibilitate condiţionează siguranţa circulaţiei şi trebuie asigurată în tot lungul drumului, în special în porţiunile mai dificile din acest punct de vedere, cum sunt curbele, încrucişările cu alte drumuri şi frângerile conexe din profil longitudinal.

7.2.52. Distanţa minimă de vizibilitate se determină pentru condiţiile circulaţiei diurne, transportul lemnului făcându-se ziua, şi se stabileşte, indiferent de numărul benzilor de circulaţie, după schema opririi a două vehicule ce înaintează unul spre altul (tabelul 7.6).

Tabelul 7.6

Distanţele minime de vizibilitate

Viteza de proiectare, km/h	50	40	25	20	15	10
Distanţa minimă de vizibilitate, metri	100	70	40	30	25	20

7.2.53. Distanţele minime de vizibilitate, din tabelul 7.6., s-au determinat după relaţia de utilitate practică:

$$D = 0{,}555V + 0{,}025V^2 + 10 \ \text{[m]} , \qquad (7.8)$$

în care *V* este viteza de proiectare în km/h, iar rezultatul se obţine în metri.

7.2.54. Distanţele minime prescrise sunt acoperitoare şi pentru manevra de ocolire a unui obstacol fix (staţionar).

7.2.55. În cazul drumurilor forestiere de interes turistic, cu două benzi de circulaţie şi trafic intens şi variat, se va asigura la fiecare 2 km, un sector de depăşire, cu vizibilitate asigurată, în lungime de 300 - 400 m, semnalizat corespunzător, care să permită depăşirea unui alt vehicul, care circulă în acelaşi sens, dar cu viteză redusă.

7.3. Elementele geometrice în profil longitudinal

7.3.1. Profilul longitudinal reprezintă proiecţia desfăşurată pe un plan vertical a intersecţiei dintre suprafaţa generată de verticalele axei drumului cu suprafaţa terenului natural (**linia neagră, linia terenului**), respectiv cu suprafaţa platformei drumului (**linia roşie, linia proiectului**).

7.3.2. Aşezarea liniei roşii pe un profil longitudinal se va face în concordanţă cu cerinţele geometrice ale desfăşurării drumului în profil longitudinal, astfel încât circulaţia să aibă condiţii de siguranţă, confort şi economicitate, precum şi conform cu particularităţile geomorfologice, geotehnice, hidrologice, climatice etc. ale regiunii, astfel încât volumul lucrărilor terasiere şi al celor de apărare – consolidare să fie cât mai redus. Traversările peste pâraie vor fi cât mai economice, iar nivelul platformei drumului se va proiecta, pentru siguranţă, cu cel puţin 1,5 m deasupra nivelului apelor extraordinare.

7.3.3. Studiul liniei roşii se va face în corelaţie cu studiul traseului în plan orizontal şi în profil transversal, toate fiind indisolubil legate între ele.

7.3.4. Pe profilul longitudinal se va deosebi un sens de transport „în gol”, spre pădure, cu autovehicule neîncărcate, şi un sens de transport „în plin”, cu autovehicule încărcate. La

drumurile forestiere ce servesc şi alte sectoare ale economiei naţionale sau au importanţă social - turistică, se consideră că transportul „în plin" se desfăşoară în ambele sensuri.

7.3.5. Elementele geometrice ale drumului în profil longitudinal sunt: declivităţile, pasul de proiectare şi curbele verticale pentru racordarea declivităţilor.

7.3.6. La proiectarea liniei roşii se va ţine seama de recomandările generale privind aşezarea acesteia pe profilul longitudinal şi se vor respecta cotele obligate, precum şi elementele geometrice limită prescrise prin normativ.

7.3.7. Aşezarea liniei roşii determină **cotele de lucru** (cotele de execuţie), respectiv diferenţele, măsurate pe verticală, dintre cotele liniei roşii şi cotele liniei negre, care pot fi pozitive sau negative, după cum axul drumului forestier se află în rambleu sau debleu. Acestea vor fi cât mai mici (ca valoare absolută), pentru ca volumul lucrărilor terasiere să fie cât mai redus.

7.3.8. Schimbările de declivitate, în vederea adaptării liniei roşii la teren, se vor face în dreptul picheţilor în care s-au ridicat profile transversale.

7.3.9. Se vor evita schimbările de declivitate în porţiunile curbe ale drumului, pentru a nu interveni suprapunerea efectului curbelor din plan vertical peste efectul curbelor din plan orizontal.

7.3.10. În terenurile deschise, plane, cu pantă transversală sub 10%, linia roşie va urmări, pe cât posibil, suprafaţa terenului natural, rămânând cu 0,30...0,60 m deasupra lui (rambleu mic). Aceeaşi recomandare este valabilă şi pentru sectoarele de drum expuse pericolului înzăpezirilor.

7.3.11. În terenurile cu pantă transversală cuprinsă între 10% şi 30% se va urmări compensarea, pe acelaşi profil, a terasamentelor, aşezând linia roşie cu 15...20 cm deasupra liniei negre (liniei terenului natural).

7.3.12. În sectoarele unde înclinarea transversală a terenului depăşeşte 30% linia roşie se va aşeza astfel încât platforma drumului să rezulte circa 2/3 în debleu (în viu), iar, în cazul versanţilor abrupţi, în întregime în debleu.

7.3.13. În terenurile frământate linia roşie se va conduce astfel încât să înlăture neregularităţile prea dese de relief, obţinând astfel o succesiune de debleuri şi rambleuri, ale căror volume să se echilibreze, realizând, pe cât posibil, o compensare longitudinală a terasamentelor, fără gropi de împrumut şi depozite.

7.3.14. La drumurile de vale, desfăşurate în albia majoră a cursurilor de apă, cota platformei se va stabili cu cel puţin 1,50 m deasupra nivelului apelor extraordinare.

7.3.15. La drumurile de culme, linia roşie se va trasa, pe cât posibil, astfel încât să se elimine execuţia şanţurilor.

7.3.16. Şanţurile vor avea o pantă minimă de 2% (excepţional 0,5%, dar nu în debleu) pentru a se asigura scurgerea apelor.

7.3.17. Cota obligată pe pod sau podeţ se va justifica printr-un calcul hidraulic.

7.3.18. După precizarea, în fiecare pichet, a limitelor de poziţionare a liniei roşii, în concordanţă cu terenul, aşezarea acesteia se va stabili prin iteraţii (variante de aşezare), efectuate cu ajutorul calculatorului electronic, stabilindu-se varianta optimă.

7.3.19. Declivităţile drumurilor forestiere şi modul lor de succesiune se vor examina atât în sensul transportului „în plin", cât şi în sensul transportului „în gol".

7.3.20. La aşezarea liniei roşii se vor respecta **rampa maximă admisă, panta minimă, pasul minim de proiectare şi lungimea maximă a panourilor cu declivitate mare**.

7.3.21. Declivităţile limită admise şi pasul minim de proiectare sunt redate în tabelul 7.7., în funcţie de viteza de proiectare.

Tabelul 7.7.

Declivităţi limită admise (în %) şi pasul de proiectare (în metri)

Specificaţii	Viteza de proiectare, km/h					
	50	40	25	20	15	10
Rampa maximă admisă la transport „în plin", în %	7	7	8	8	9	9
Rampa maximă admisă la sensul de transport „în gol", în %:						
- în mod curent	10	10	11	11	12	12
- în mod excepţional	-	-	12	12	13	13
Panta minimă, în %	2	2	2	2	2	2
Pasul minim de proiectare, în metri	70	60	50	40	30	25
Distanţa de vizibilitate, în metri	100	70	40	30	25	20

7.3.22. Rampele maxime prescrise în tabelul 7.7. sunt valabile pentru aliniament şi curbe de rază mare, urmând ca în curbele cu raze mai mici de 50 m să fie reduse cu 1...3 unităţi procentuale (tabelul 7.8).

Tabelul 7.8

Reducerea declivităţilor maxime admise în curbele cu R ≤ 50 m

Raza curbei (metri)	50	45...40	35...30	25...20	15...13
Reducerea declivităţii maxime admise (în unităţi procentuale)	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0

7.3.23. Declivităţile excepţionale se vor folosi numai pe sectoare de drum cu grad mare de dificultate şi pe lungimi cât mai reduse (1,5 ori pasul de proiectare).

7.3.24. Se vor evita declivităţile izolate mari şi rampele pierdute, dacă prin aceasta nu se majorează valoarea de investiţie.

7.3.25. Pasul de proiectare minim se va adopta numai în cazuri excepţionale, precum şi al declivităţilor prelungite mai mari de 6%. În rest se va urmări adoptarea unui pas de proiectare cât mai mare. În cazul racordărilor verticale, pasul de proiectare trebuie să fie cel puţin egal cu suma tangentelor curbelor verticale respective.

7.3.26. Pe sectoarele de drum cu rampe prelungite a căror medie ponderată este mai mare sau egală cu 5%, după fiecare diferenţă de nivel de 60...80 metri se vor introduce panouri de odihnă de minimum 50 m lungime (măsurate între punctele de tangenţă ale racordărilor verticale) pe care declivităţile nu vor depăşi 2 % (fig.7.11).

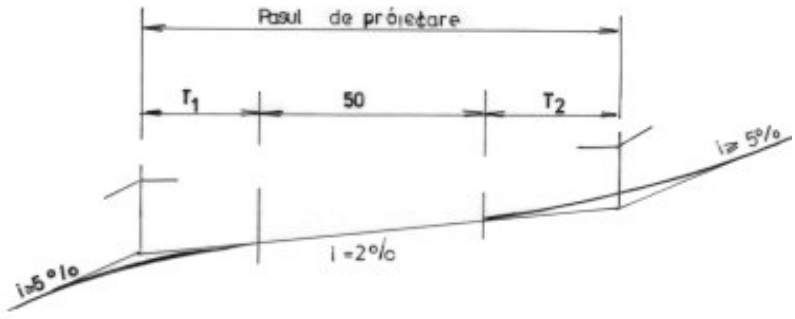


Fig. 7.11 Panou de odihnă

7.3.27. Atunci când intercalarea panourilor cu declivităţi mici nu este posibilă, se vor amenaja, la fiecare 500 m a sectorului cu rampă peste 5% (medie ponderată), **platforme laterale de odihnă**, care să permită staţionarea autovehiculului. Platformele laterale vor avea

lungimea de cel puţin 20 m, înclinarea longitudinală de 2 - 4% şi se vor racorda la calea curentă pe distanţe cât mai scurte, fără a se depăşi înclinarea longitudinală maximă admisă.

7.3.28. Curbele verticale sunt curbe circulare în plan vertical care racordează între ele declivităţile alăturate a căror diferenţă algebrică depăşeşte o anumită limită.

7.3.29. Racordarea declivităţilor, în plan vertical, este obligatorie atunci când diferenţa algebrică dintre cele două declivităţi alăturate este mai mare de:

4% la viteze de proiectare de 50 – 40 – 25 km/h;

5% la viteze de proiectare de 20 – 15 – 10 km/h.

7.3.30. În funcţie de forma frângerii liniei roşii în profil longitudinal, racordarea declivităţilor poate fi convexă sau concavă.

7.3.31. Racordările convexe sunt impuse de satisfacerea condiţiilor de vizibilitate, ceea ce asigură şi trecerea lină, fără şoc, a autovehiculului de pe un panou pe altul. Se vor proiecta cu raze cât mai mari, admise de configuraţia profilului longitudinal. Raza minimă, determinată din condiţia de vizibilitate (fig.7.12), este dată de relaţia:

$$R_{\min} = \frac{d_v^2}{2\left(h_1 + h_2 + 2\sqrt{h_1 \cdot h_2}\right)} \quad [\text{m}] , \qquad (7.9)$$

în care:

d_v este distanţa de vizibilitate, în m;

h_1 – înălţimea ochiului conducătorului autovehiculului (1,20 m);

h_2 – înălţimea obstacolului (0,20 m).

În condiţiile în care trebuie asigurată chiar vizibilitatea la nivelul părţii carosabile, $h_2 = 0$.

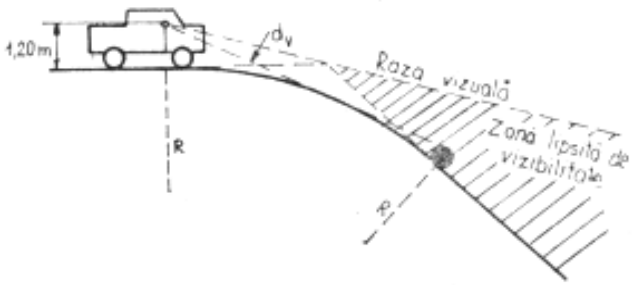


Fig. 7.12. Vizibilitatea în profil longitudinal

7.3.32. Racordările verticale concave urmăresc realizarea vizibilităţii în timpul nopţii, când este asigurată de lumina proiectată de faruri, şi a confortului circulaţiei. Raza minimă se determină din condiţia de limitare a acceleraţiei normale a forţei centrifuge, în vederea prevenirii suprasolicitării excesive a arcurilor autovehiculelor, şi este dată de relaţia:

$$R_{\min} = \frac{V^2}{13a_n} = 0{,}26V^2 \quad [\text{m}], \qquad (7.10)$$

în care:

V este viteza de proiectare, în km/h;

a_n – acceleraţia maximă admisă a forţei centrifuge (0,3 m/s^2).

7.3.33. Elementele geometrice limită, în profil longitudinal, care trebuie respectate în cazul drumurilor forestiere, se prezintă în tabelul 7.9., în funcţie de viteza de proiectare.

Tabelul 7.9.

Elementele geometrice limită în profil longitudinal în cazul drumurilor forestiere

Elemente geometrice	U.M.	Viteza de proiectare, km/h					
		50	40	25	20	15	10
Rampa maximă în sensul transportului „în plin”	%	7	7	8	8	9	9
Rampa maximă în sensul transportului „în gol”	%	10	10	11(12)	11(12)	12(13)	12(13)
Panta minimă	%	2	2	2	2	2	2
Pasul de proiectare minim	m	70	60	50	40	30	20
Distanţa de vizibilitate	m	100	70	40	30	25	20
Raza minimă a racordărilor convexe (h_1 = 1,20 m; h_2 = 0,20 m)	m	2100	1000	350	200	150	100
Raza minimă a racordărilor concave	m	650	400	200	100	60	60
Notă: Valorile înscrise în paranteză sunt pentru cazuri excepţionale şi adoptarea lor trebuie justificată.							

7.4. Elementele geometrice în profil transversal

7.4.1. Profilele transversale din lungul drumurilor forestiere pot fi de rambleu, de debleu sau mixte şi trebuie să redea formele şi dimensiunile elementelor constructive ale drumului (fig. 7.13).

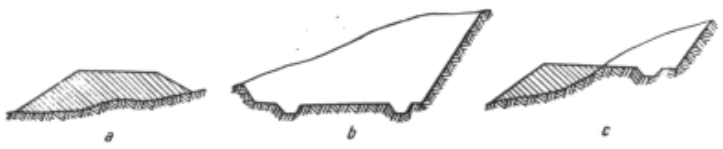


Fig. 7.13 Tipuri de profile transversale: a – rambleu; b – debleu; c – mixt.

7.4.2. Elementele constructive ale drumului ce se evidenţiază în profil transversal sunt: platforma, partea carosabilă, acostamentele, taluzurile, şanţurile şi rigolele pentru scurgerea apelor şi banchetele iar dimensiunile şi înclinările acestora reprezintă elementele geometrice ale drumului în profil transversal (fig.7.14).

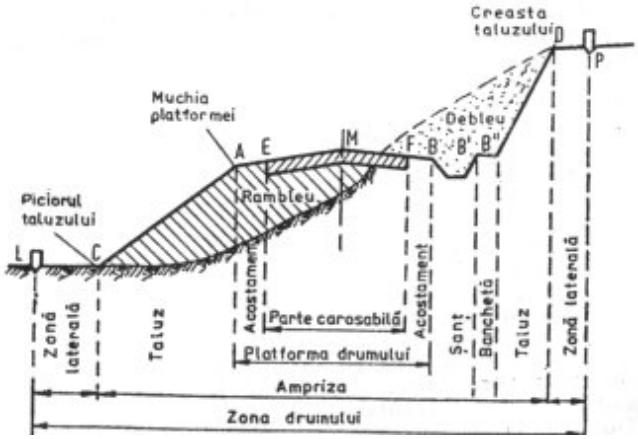


Fig. 7.14 Elementele profilului transversal

7.4.3. Acolo unde este cazul, se figurează (în secţiune) pe profilul transversal şi lucrările de artă sau cele de sprijinire.

7.4.4. Lăţimile platformei, părţii carosabile şi a acostamentelor sunt menţionate, în funcţie de categoria drumului în tabelul 2.1 (a se vedea tabelul din capitolul 2).

7.4.5. Platforma drumului este constituită din partea carosabilă sau calea, pe care se desfăşoară circulaţia autovehiculelor, şi cele două acostamente care o încadrează.

7.4.6. Lăţimea părţii carosabile se determină în funcţie de capacitatea de circulaţie, căreia trebuie să-i corespundă drumul respectiv, şi lăţimea fâşiei de rulare a autotrenurilor forestiere. În cazul drumurilor forestiere, numai drumurile magistrale (eventual şi acelea care servesc şi activitatea altor sectoare economice) se construiesc cu două benzi de circulaţie; celelalte categorii de drumuri au o singură bandă de circulaţie, prevăzându-se, din loc în loc (la distanţe de 300 - 400 m), staţii de încrucişare.

7.4.7. Lăţimea platformei de 3,50 m, prevăzută pentru drumurile secundare se va adopta numai până la declivităţi de 9%. Pe sectoarele de drum cu declivităţi mai mari de 9% se acordă platformei un spor de lăţime de 0,50 m, din care 0,25 m revine părţii carosabile, pentru siguranţa circulaţiei.

7.4.8. Calculul lăţimii părţii carosabile se bazează pe lăţimea fâşiei de rulare a autotrenurilor (fig.7.15).

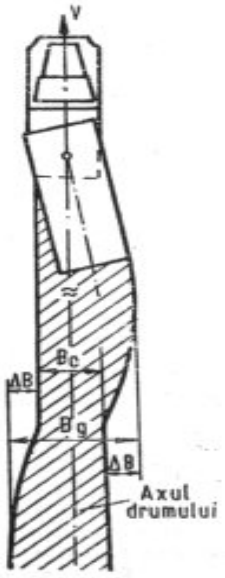


Fig. 7.15 Lăţimea fâşiei de rulare

Astfel, lăţimea părţii carosabile, în aliniament, a drumurilor cu o singură bandă de circulaţie (fig.7.16 a) se determină cu relaţia:

$$b = e_0 + 2\Delta B + 2m \text{ [m]} , \qquad (7.11)$$

iar a drumurilor cu două benzi de circulaţie (fig.7.16 b) cu relaţia:

$$b = B_0 + e_0 + 4\Delta B + 2m + c \text{ [m]} , \qquad (7.12)$$

în care:

b este lăţimea părţii carosabile (în metri);

B_0 – lăţimea de gabarit a autovehiculului;

e_0 – lăţimea dintre marginile extreme ale urmei pneurilor autovehiculului în repaus;

ΔB – depăşirea pe o singură parte a lăţimii de gabarit de către autovehiculul în mişcare, datorită elasticităţii laterale a pneurilor, presiunii diferite din pneuri, denivelărilor părţii carosabile, vântului lateral etc. (0,15 m);

m – distanţa minimă admisă de la roată la marginea părţii carosabile (0,15 m);

c – distanţa minimă admisă dintre caroseriile a două autovehicule (0,20 m).

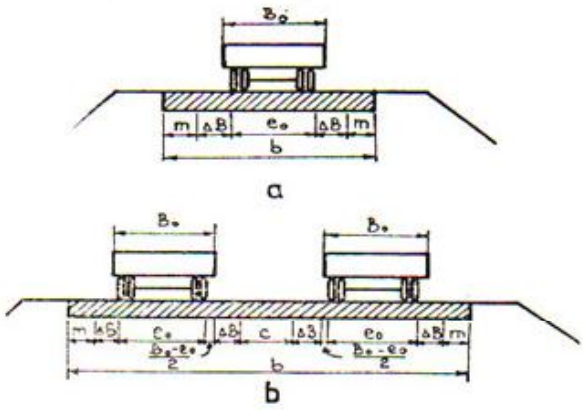


Fig. 7.16 Lățimea părții carosabile: a – drum cu o singură bandă de circulație; b – drum cu două benzi de circulație

7.4.9. În curbe, lățimile din aliniament a părții carosabile se majorează cu supralărgirile corespunzătoare, astfel că lățimea părții carosabile devine:

$$b_c = b + s + q, \text{ [m]}, \qquad (7.13)$$

unde *s* este mărimea supralărgirii, iar *q* – corectivul de viteză.

7.4.10. Mărimile supralărgirilor şi ale corectivul de viteză, precum şi modul lor de aplicare se prezintă în capitolul „Amenajarea curbelor” din normativ.

7.4.11. Stațiile de încrucişare, ce se prevăd numai la drumuri forestiere cu o singură bandă de circulație, au lățimea părții carosabile de 5,70 m şi lungimea minimă de 20 m, excepțional 15 m, şi se distanțează între ele în limitele vizibilității, fără a se depăşi 300 – 400 m; se amplasează, de preferință lateral, pe partea dreaptă a sensului de transport „în gol”, acceptându-se, în condiții de teren dificile, şi amplasarea bilaterală sau pe partea stângă. Racordarea stației la calea curentă se realizează pe lungimi de 10 m (fig.7.17). În cazul amplasării stației de încrucişare în curbă, lățimea acesteia sporeşte cu supralărgirea curbei respective.

Stațiile de întoarcere, prevăzute în punctul final al drumurilor forestiere, vor avea dimensiunile precizate la art. 7.2.45.

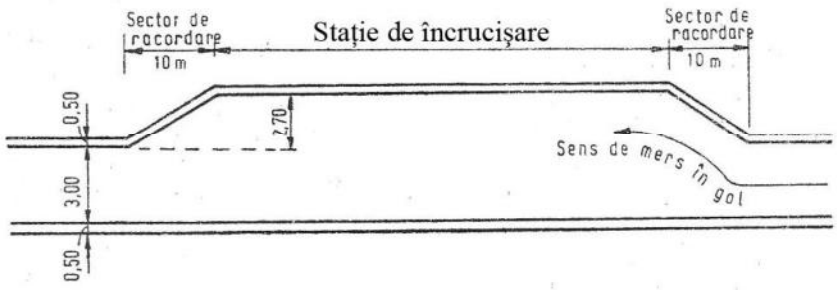


Fig. 7.17 Staţia de încrucişare

7.4.12. Pentru a spori frecvenţa locurilor de încrucişare, eventual chiar pentru a facilita întoarcerea autovehiculelor, evitându-se deplasarea acestora până la platforma finală, se vor amenaja, acolo unde terenul permite, scurte ramificaţii laterale de 20 m lungime, cu lăţimea platformei de 3,5...4 m, având axul perpendicular pe axul drumului proiectat şi o declivitate de 4...5%, racordate la platforma drumului proiectat, unde autovehiculele ar putea efectua manevre de întoarcere şi/sau staţiona pentru încrucişări. Se recomandă ca asemenea ramificaţii să fie amenajate la fiecare 2 km.

7.4.13. Acostamentele drumurilor forestiere se execută din pământ, servesc la încadrarea sistemului rutier prin care se consolidează partea carosabilă şi au o lăţime de 0,375...0,750 m, în funcţie de categoria drumului (a se vedea tabelul 2.1).

7.4.14. La toate categoriile de drumuri forestiere, parapetele şi stâlpii de dirijare se vor amplasa în afara acostamentelor, pe fâşii suplimentare (fig.7.18).

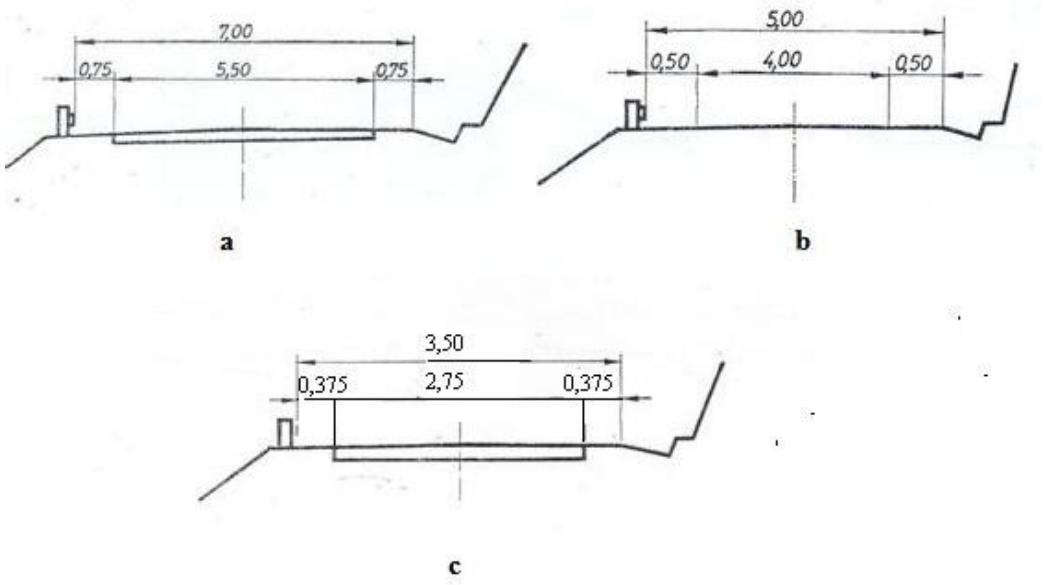


Fig. 7.18 Amplasarea parapeților şi a stâlpilor de dirijare: a – drum magistral; b – drum principal; c – drum secundar.

7.4.15. În terenurile stâncoase şi abrupte, acostamentul dinspre versant poate fi folosit şi ca taluz pentru rigolele de scurgere a apelor, în care caz i se dă o înclinare de cel mult 1/3.

7.4.16. Dacă se consideră necesar, acostamentele se consolidează cu materiale pietroase locale.

7.4.17. În cazul în care consolidarea părții carosabile se extinde pe toată lățimea platformei (cazul împietruirilor reduse, neîncastrate), fâşiile marginale, rezervate acostamentelor, se consolidează la fel ca şi partea carosabilă, astfel că practic acostamentele lipsesc.

7.4.18. Forma părții carosabile în profil transversal (fig.7.19.) poate fi:

- cu două versante plane (îmbrăcăminți rigide);

- cu două versante plane racordate în treimea sau în cincimea mijlocie (îmbrăcăminți nerigide);

- cu un versant plan, utilizată în curbele convertite sau supraînălțate, precum şi la drumurile cu o singură bandă de circulație, amplasate la înălțimi, pe versanți, pentru siguranța circulației.

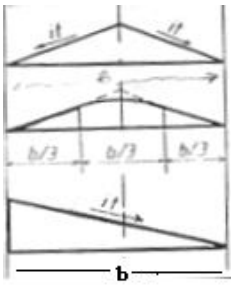


Fig. 7.19 Forma părţii carosabile în profil transversal

7.4.19. Mărimea pantelor transversale ale părţii carosabile, ce se adoptă în aliniament, depinde de tipul îmbrăcăminţii drumului şi de declivitatea sectorului de drum. Valorile uzuale sunt redate în tabelul 7.10.

Tabelul 7.10

Valorile pantelor transversale în aliniament (%)

Felul îmbrăcăminţii	Declivitatea sectorului de drum, în %		
	0-1	1-3,5	Peste 3,5
Beton de ciment	2,5	2,0	1,5
Macadam asfaltic	3,0	2,5	2,0
Macadam	4,0	3,5	3,0
Împietruire simplă	5,0	4,0	3,0

7.4.20. Panta transversală a acostamentelor va fi cu 1% mai mare decât a părţii carosabile.

7.4.21. Taluzurile fac legătura platformei cu terenul înconjurător şi se caracterizează prin înclinarea lor, care trebuie astfel adoptată încât să le asigure stabilitatea.

7.4.22. Înclinarea taluzurilor depinde de înălţimea lor şi de natura pământului din care, sau în care, se execută. Pentru aceeaşi înălţime şi acelaşi pământ, taluzurile de rambleu vor avea înclinări mai mici decât cele de debleu, deoarece pământul folosit în umplutură este tulburat şi deci are o stabilitate mai mică.

7.4.23. În rambleuri, până la înălţimile indicate în tabelul 7.11., taluzurile vor avea înclinări de 1:1,5.

Tabelul 7.11.

Înălţimea maximă a taluzurilor de rambleu cu înclinarea de 1:1,5, în funcţie de natura terenului

Felul materialului	Înălţimea maximă a taluzului pe verticală, în metri
Argile prăfoase sau argile nisipoase	6
Nisipuri argiloase	7
Nisipuri	8
Pietrişuri sau balasturi	10

În cazul rambleurilor cu înălţimi cuprinse între cele arătate în tabel şi 12 m, taluzurile se execută cu pantă variabilă, adoptându-se înclinarea de 1:1,5 în partea superioară a taluzului, pe înălţimile indicate în tabel şi 1:1,75 pe restul înălţimii până la piciorul rambleului.

În rambleurile mai înalte de 12 m, precum şi la cele amplasate pe coaste cu pante transversale mai mari de 1:1,5 sau în condiţii hidrologice defavorabile, înclinarea taluzului se determină pe bază de calcule de stabilitate.

Când materialul folosit la execuţia rambleului este piatra mare (peste 25 cm) sau conţine mai mult de 25% fragmente de stâncă, taluzurile se pot executa cu înclinarea de 1:1,25.

În rambleurile realizate din piatră, taluzurile pot avea înclinări de până la 1:1, excepţional 1:0,75, în funcţie de mărimea, forma şi modul de aşezare al materialului folosit.

7.4.24. La debleurile cu adâncimi de până la 12 m, înclinările taluzurilor vor fi cele indicate în tabelul 7.12.

Tabelul 7.12.

Înclinarea taluzurilor de debleu, în funcţie de natura terenului

Natura terenului în debleu	Înclinarea taluzului
Pământ argilos, argilo – nisipos sau prăfos, nisip argilos sau praf argilos	1:1,5
Pământ pietros sau marne	1:1 – 1:05
Loess	1:0,1
Roci stâncoase alterabile	1:0,15 – 1:0,2
Roci stâncoase nealterabile	1:0,1
Roci stâncoase nealterabile cu stratificaţie favorabilă stabilităţii	De la 1:0,1 până la verticală sau chiar în consolă

La debleurile mai adânci de 12 m sau amplasate în condiţii hidrologice defavorabile, înclinarea taluzului se stabileşte prin calcule de stabilitate.

7.4.25. Dacă debleul taie straturi de naturi diferite, înclinarea taluzului este variabilă, acesta frângându-se după natura straturilor întâlnite; atunci când diferenţa de înclinare este mare se vor amenaja, la trecerea de la un strat la altul, banchete cu lăţimea de 0,50...1,0 metru (fig.7.20).

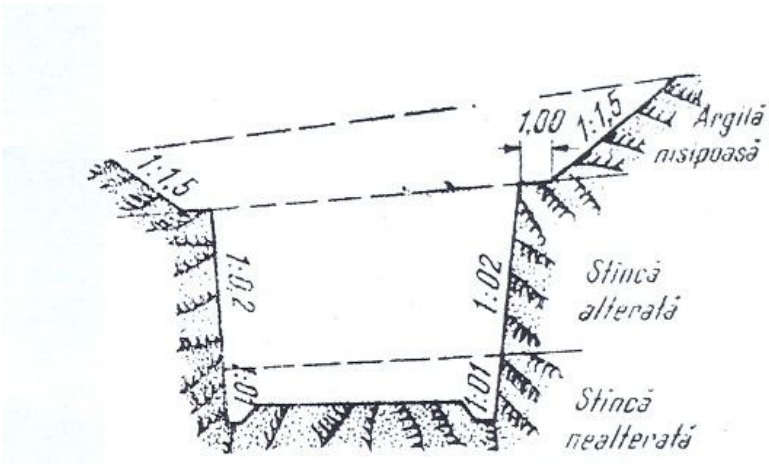


Fig. 7.20 Taluz de debleu care taie straturi de pământ de naturi diferite

7.4.26. Pentru evitarea ravenării taluzurilor de rambleu, în special a celor cu înălţimi mai mari de 3,0 m, se vor amenaja **casiuri**, pentru scurgerea dirijată a apelor meteorice (fig.7.21). În cazul izvoarelor de coastă, casiurile vor traversa platforma drumului.

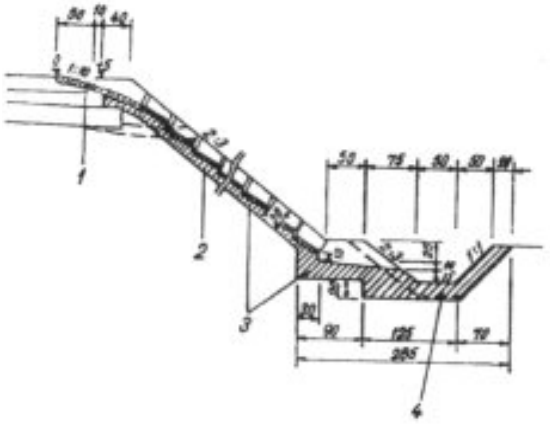


Fig. 7. 21 Casiu pe taluz de rambleu: 1 – rigolă de acostament; 2 – casiu din elemente prefabricate; 3 – pat din beton simplu C 12/15 (B 200); 4 – şanţ.

7.4.27. Şanţurile sau rigolele laterale se prevăd în toate zonele de debleu, în lungul rambleurilor mai mici de 0,5 m şi în sectoarele unde se acumulează apă ce trebuie evacuată.

7.4.28. Forma şanţurilor (fig.7.22) poate fi trapezoidală sau triunghiulară, cu adâncimea de 0,30 – 0,50 m, în funcţie de debitul apelor ce se scurg spre şanţ; în terenurile stâncoase sau pietroase, precum şi la baza zidurilor de sprijin dinspre versant, se pot amenaja şanţuri – acostament, care folosesc parte din acostamentul drumului ca perete interior al şanţului.

La traversarea localităţilor se vor adopta rigole arcuite sau triunghiulare, deoarece au dimensiuni mai reduse.

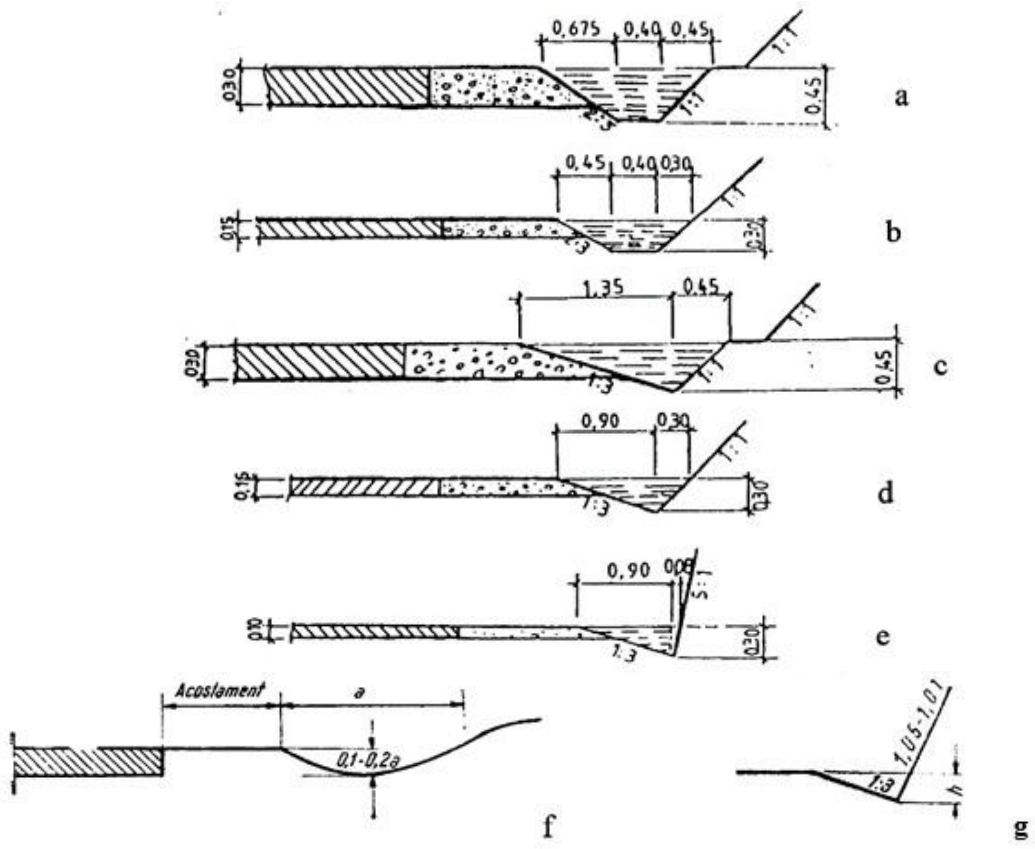


Fig. 7.22 Şanţuri şi rigole pentru scurgerea apelor
a), b) şanţuri trapezoidale; c), d) şanţuri triunghiulare; e) rigolă triunghiulară;
f) rigolă arcuită; g) rigolă în stâncă

7.4.29. La şanţurile trapezoidale, peretele din interior are înclinarea taluzului de rambleu (1: m), în timp ce peretele exterior are înclinarea taluzului de debleu (1: n).

7.4.30. Fundul şanţurilor se va situa cu cel puţin 0,10...0,20 m sub nivelul patului căii drumurilor consolidate prin sisteme rutiere, iar la drumurile de pământ cu cel puţin 0,30 m sub nivelul muchiei platformei.

7.4.31. Panta şanţului lateral va urmări, în general, declivitatea drumului şi va fi de cel puţin 0,5%, pentru a se asigura scurgerea apelor; dacă această pantă minimă nu poate fi realizată, atunci ea poate fi redusă la 0,25 % în teren natural şi chiar la 0,10% în cazul şanţului pavat.

7.4.32. Pentru prevenirea eroziunilor, şanţurile executate în pământ, a căror pantă depăşeşte 4...5%, se consolidează prin înierbare sau pereere, ori prin amenajări de cascade.

7.4.33. Descărcarea şanţurilor (evacuarea apelor) se face transversal la fiecare 300...350 m în cazul secţiunilor trapezoidale, respectiv 150...200 m la secţiunile triunghiulare.

7.4.34. Dacă nu există condiţii de evacuare a apei din şanţuri pe partea dinspre versant a drumului, atunci evacuarea acesteia se va realiza, pe sub corpul drumului, printr-un podeţ tubular prevăzut cu cameră de cădere în amonte (fig.7.23).

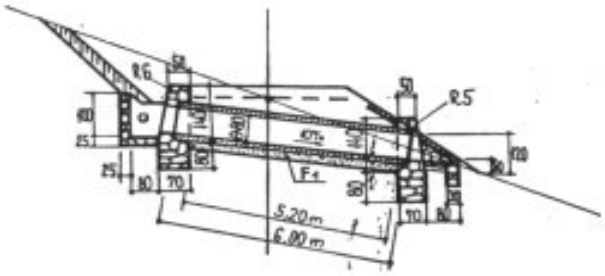


Fig. 7.23 Podeţ tubular prevăzut cu cameră de cădere în amonte

7.4.35. Banchetele se amenajează între şanţuri şi taluzuri de debleu, pentru a opri pământul dislocat de pe taluz să ajungă în şanţ (fig.7.24).

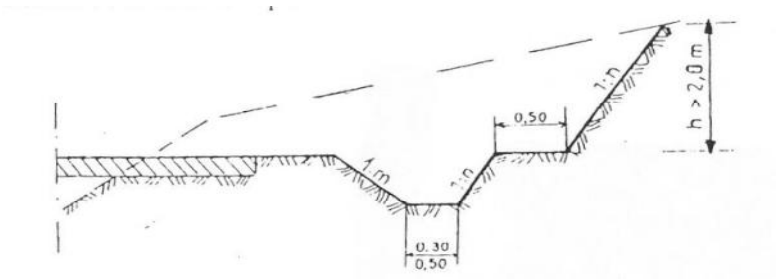


Fig. 7.24 Amplasarea banchetei

7.4.36. În vederea reducerii volumului de săpătură, banchetele se vor realiza numai la drumurile magistrale, iar la celelalte categorii numai pe sectoarele de taluz în rocă degradabilă.

7.4.37. Lăţimea banchetelor este de 0,30...0,50 m, în funcţie de natura terenului şi adâncimea debleului. La taluzurile de debleu cu înălţime mai mică de 2,0 m, precum şi în terenuri stâncoase nu se prevăd banchete.

7.4.38. În cazul drumurilor de culme se va urmări evitarea şanţurilor printr-un supliment de lucrări terasiere care să asigure scurgerea laterală a apelor.

7.4.39. Gabaritul de liberă trecere reprezintă lăţimea necesară circulaţiei nestingherite a autovehiculelor, egală cu lăţimea părţii carosabile, la care se adaugă, de o parte şi de alta, câte un spaţiu de siguranţă de 0,40 m în aliniament, respectiv 0,60 m în curbe; înălţimea de gabarit este de 5,0 m (fig.7.25).

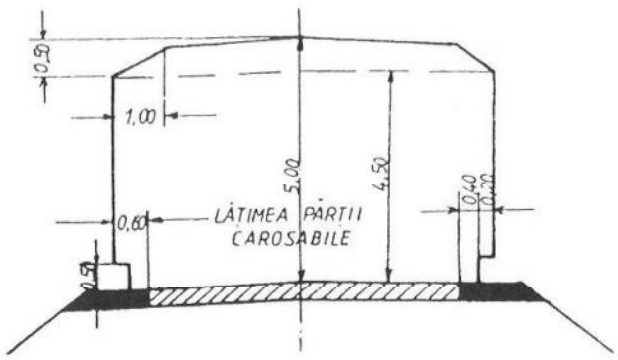


Fig. 7.25 Gabaritul de liberă trecere

7.4.40. Între marginea cea mai apropiată a părţii carosabile şi diversele construcţii sau obiecte fixe din imediata vecinătate a drumului se vor lăsa următoarele distanţe minime:

- până la garduri şi clădiri ..... 2,50 m;
- până la axa căilor ferate normale ..... 4,75 m;
- până la axa căilor ferate înguste ..... 4,00 m.

La trecerile pe poduri sau podeţe se respectă gabaritele prescrise pentru acestea.

7.4.41. Mişcarea pământului, la proiectarea terasamentelor unui drum forestier, se studiază astfel încât să conducă, pe cât posibil, la compensarea volumelor de debleu cu cele de rambleu. Studiul mişcării pământului se face imediat după determinarea volumelor de săpătură şi umplutură şi are drept scop stabilirea unui transport cât mai judicios atât ca sens, cât şi ca distanţă.

7.4.42. Atunci când există excedente, pentru cele de rambleu pământul necesar se va procura din camere de împrumut, iar pentru cele de debleu, pământul rezultat din săpătură în surplus, inclusiv pământul necorespunzător pentru execuţia terasamentelor, se transportă şi se aşează în depozite.

7.4.43. Camerele de împrumut sunt gropi de formă regulată şi se sapă în imediata vecinătate a drumului (fig.7.26). Se execută în lungul drumului, paralel cu axa acestuia, şi se pot amplasa de o parte sau de ambele părţi ale drumului, în funcţie de condiţiile de teren şi cantităţile de pământ necesare.

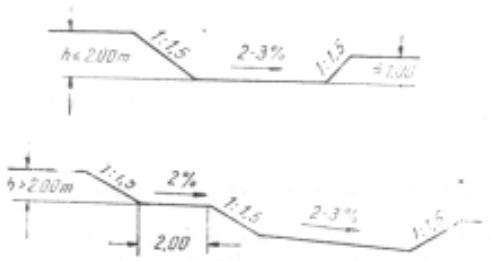


Fig. 7.26 Camere de împrumut: a – cameră şanţ; b – cameră cu banchetă

7.4.44. În cazul terenurilor cu pantă transversală, este indicat ca amplasarea camerelor de împrumut să se facă în partea din amonte, pentru a uşura deplasarea pământului, cu condiţia însă ca să se asigure evacuarea apelor, pentru ca acestea să nu se adune la piciorul taluzului de rambleu.

7.4.45. Suprafaţa şi adâncimea camerelor de împrumut se dimensionează după volumul de pământ necesar executării rambleului. Se recomandă ca adâncimea să fie sub 1,0 m.

7.4.46. Atunci când diferenţa de nivel, dintre platforma drumului şi fundul camerei de împrumut, este mai mică de 2,0 m, se poate executa o cameră – şanţ; pentru diferenţe mai mari de 2 m se lasă, până la corpul rambleului, o banchetă de 1...2 m.

7.4.47. Pentru evacuarea apelor spre locul de descărcare cel mai apropiat, fundul camerei de împrumut se execută cu o pantă transversală de 2...3% spre exterior şi o pantă longitudinală de 0,5...2%.

7.4.48. Camerele de împrumut se amplasează, pe cât posibil, în afara terenurilor agricole şi a celor ce necesită exproprieri sau transferuri; când acest lucru nu poate fi evitat, ele se stabilesc pe planuri, în scopul unei corecte realizări la execuţie.

7.4.49. La drumurile situate în albia majoră a cursurilor de apă, camerele de împrumut se amplasează între drum şi cursul de apă, dar numai în măsura în care nu periclitează stabilitatea terasamentelor.

7.4.50. Depozitele, constituite din excedentul de pământ rezultat din debleere, se amplasează, când este posibil, în afara amprizei drumului sau/şi la marginea umpluturilor, în vederea sporirii lăţimii platformei drumului şi realizării astfel de locuri suplimentare pentru staţionarea sau încrucişarea autovehiculelor, ori pentru depozitarea materialelor rutiere de construcţie sau întreţinere (fig.7.27).

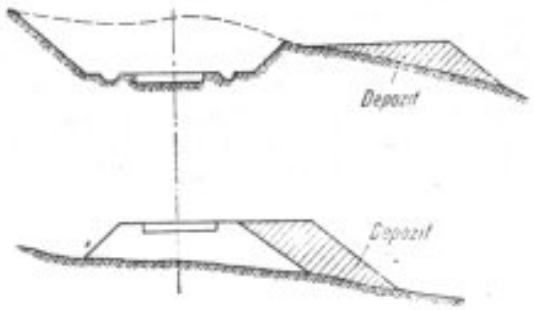


Fig. 7.27 Depozite de pământ

7.4.51. La drumurile cu o singură bandă de circulaţie se recomandă, ca prin amplasarea depozitelor să se prelungească staţiile de încrucişare sau/şi să se lărgească platforma, în special în curbe, cu prevederea măsurilor necesare asigurării stabilităţii.

7.4.52. Depozitele amenajate, în lungul drumului, sub forma unui val de pământ, poartă numele de **cavaliere**.

8. AMENAJAREA CURBELOR

8.1. Generalități

8.1.1. Amenajarea curbelor constă în adoptarea următoarelor măsuri:

- supralărgirea părții carosabile, pentru a permite înscrierea autovehiculelor în curbă;
- înlocuirea profilului transversal cu două pante din aliniament cu un profil cu pantă transversală unică, spre interiorul curbei, pentru prevenirea derapajului;
- asigurarea vizibilității.

8.1.2. Panta transversală unică din curbă poate fi egală cu cea a deverului pozitiv din aliniament, în care caz operația de înlocuire poartă numele de **convertire**, sau poate fi mai mare decât în aliniament, în care caz operația de înlocuire se numeşte **supraînălțare.**

8.1.3. Amenajările constructive care se adoptă printr-o curbă arc de cerc depind de mărimea razei acesteia, considerată în raport cu razele caracteristice ale vitezei de proiectare a drumului. Astfel:

- curbele a căror rază este egală sau mai mare decât raza recomandabilă îşi păstrează profilul cu două pante din aliniament, aplicându-se doar supralărgirea părții carosabile, atunci când raza curbei (R) este mai mică de 300 m;
- curbele a căror rază (R) este cuprinsă între raza recomandabilă (R_r) şi raza curentă (R_c) se convertesc şi se supralărgesc;
- curbele a căror rază (R) este cuprinsă între raza curentă (R_c) şi raza minimă (R_{min}) se supraînalță şi se supralărgesc.

8.1.4. Curbele se racordează la aliniament atât în plan, cât şi în spațiu.

8.1.5. În cazul curbelor apropiate (numite şi curbe succesive) se procedează la racordarea directă a profilului transversal al unei curbe la profilul transversal al celei de a doua.

8.2. Supralărgirea căii în curbă

8.2.1. Mărimea supralărgirii (s) se determină din condiția înscrierii geometrice a autovehiculului în curbă, aplicându-se şi un corectiv de viteză (q):

$$q = \frac{0{,}05V}{\sqrt{R}} \quad , \qquad (8.1)$$

8.2.2. Relaţiile de calcul ale supralărgirilor, inclusiv corectivul de viteză, în diferite situaţii specifice, sunt redate în tabelul 8.1.

Tabelul 8.1.

Relaţii de calcul ale supralărgirii în curbă

Nr.crt.	Relaţia de calcul (rezultatul în metri)	Situaţia în care se aplică
1	$s = \frac{L^2}{2R_e} + \frac{0,05V}{\sqrt{R}}$	Pentru autovehicule fără remorci, pe drumuri cu o singură bandă de circulaţie
2	$s = \frac{L^2}{R} + \frac{0,1V}{\sqrt{R}}$	Pentru autovehicule fără remorci, pe drumuri cu două benzi de circulaţie
3	$s = \frac{L^2+L_1^2}{2R_e} + \frac{0,05V}{\sqrt{R}}$	Pentru autotrenuri cu remorci monoaxe sau semiremorci, pe drumuri cu o singură bandă de circulaţie
4	$s = \frac{L^2+L_1^2}{R} + \frac{0,1V}{\sqrt{R}}$	Pentru autotrenuri cu remorci monoaxe sau semiremorci, pe drumuri cu două benzi de circulaţie
5	$s = \frac{l^2+z^2+L^2}{2R} + \frac{0,05V}{\sqrt{R}}$	Pentru autotrenuri cu remorci biaxe, pe drumuri cu o singură bandă de circulaţie
6	$s = \frac{l^2+z^2+L^2}{R} + \frac{0,1V}{\sqrt{R}}$	Pentru autotrenuri cu remorci biaxe, pe drumuri cu două benzi de circulaţie
Notă: *Semnificaţia parametrilor de calcul:* *s* – supralărgirea totală a părţii carosabile; *L* – lungimea de la osia din spate (sau axa de simetrie a osiei duble din spate) până la bara din faţă a autovehiculului tractor; L_1 – distanţa dintre punctul de cuplare şi axa osiilor din spate ale remorcii monoaxe sau a semiremorcii; *l* – distanţa dintre axele remorcii; *z* – lungimea proţapului; *Re* – raza exterioară a părţii carosabile; *R* – raza în axul curbei, toate în metri; *V* – viteza de proiectare, în km/h.		

8.2.3. Mărimile supralărgirilor, inclusiv corectivul de viteză, pentru drumurile forestiere cu o singură bandă de circulaţie, pe care transportul lemnului se efectuează cu autotrenuri autohtone (A.T.F.) cu semiremorcă, se prezintă în tabelul 8.2.

Tabelul 8.2.

Supralărgirile pentru drumurile cu o singură bandă de circulație (pentru autotrenuri A.T.F. cu semiremorcă)

Raza curbei arc de cerc (m)	Supralărgire (m)					
	Viteza de proiectare (km/h)					
	10	15	20	25	40	50
15	3,50	3,56	-	-	-	-
20	2,52	2,58	2,63	2,69	-	-
30	1,72	1,77	1,81	1,86	-	-
40	1,24	1,28	1,32	1,36	-	-
50	0,98	1,02	1,05	1,09	1,19	1,28
100	0,50	1,53	0,55	0,57	0,65	0,70
150	0,35	0,37	0,39	0,41	0,47	0,51
200	0,28	0,29	0,31	0,33	0,38	0,42
300	0,20	0,21	0,23	0,24	0,29	0,31
400	0,15	0,16	0,17	0,18	0,22	0,24

Notă: 1. La stabilirea supralărgirilor s-a ţinut seama şi de unghiul de rotire al semiremorcii față de axul longitudinal al autotrenului.
2. Pentru raze intermediare se procedează prin interpolare.

Pentru autotrenuri cu caracteristicile autotrenului RENAULT – KERAX, cu remorcă VOLVO sau FLOOR TRAILERS – B.V., mărimile supralărgirilor se prezintă în tabelul 8.3.

Tabelul 8.3.

Supralărgirile pentru drumurile cu o singură bandă de circulaţie (pentru autotrenuri cu caracteristicile autotrenului RENAULT – KERAX cu remorcă)

Raza (m)	Supralărgire (m)						
	Viteza de proiectare (km/h)						
	10	15	20	25	30	40	50
10	3,49	3,57	-	-	-	-	-
12,50	2,81	2,88	-	-	-	-	-
13	2,70	2,77	2,84	-	-	-	-
15	2,35	2,42	2,48	2,55	-	-	-
20	1,78	1,84	1,89	1,95	2,00	-	-
25	1,43	1,48	1,53	1,58	1,63	-	-
30	1,20	1,25	1,29	1,34	1,39	-	-
35	1,04	1,08	1,12	1,16	1,21	-	-
40	0,91	0,95	0,99	1,03	1,07	-	--
45	0,82	0,85	0,89	0,93	0,96	-	-
50	0,74	0,77	0,81	0,84	0,88	0,95	-
60	0,62	0,65	0,68	0,72	0,75	0,81	-
70	0,54	0,57	0,60	0,63	0,66	0,72	0,78
80	0,47	0,50	0,53	0,56	0,58	0,64	0,70
90	0,42	0,45	0,48	0,50	0,53	0,58	0,63
100	0,38	0,41	0,43	0,46	0,48	0,53	0,58
110	0,35	0,37	0,40	0,42	0,45	0,49	0,54
120	0,32	0,35	0,37	0,39	0,41	0,46	0,51
130	0,30	0,32	0,34	0,37	0,39	0,43	0,48
140	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,41	0,45
150	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,39	0,43
180	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,33	0,37
200	0,20	0,22	0,24	0,26	0,27	0,31	0,34
250	0,17	0,18	0,20	0,21	0,23	0,26	0,29
300	0,14	0,15	0,11	0,11	0,20	0,23	0,26
Notă: Datele din tabel au fost preluate din studiul INL "Influenţa micşorării supralărgirilor, aplicate curbelor, asupra volumelor de terasamente" (Silviu Constantin, 2007)							

8.2.4. La drumurile forestiere cu o singură bandă de circulaţie, supralărgirea se aplică, în întregime, spre interiorul curbei şi, numai excepţional, pentru a evita ziduri de sprijin sau săpături în stâncă, ea se aplică bilateral sau spre exteriorul curbei, dar nu şi la curbele cu raze mici.

8.2.5. La drumurile cu două benzi de circulaţie, supralărgirile înscrise în tabele se dublează, obţinându-se astfel supralărgirea totală, necesară ambelor benzi, care se aplică la banda dinspre interiorul curbei şi numai excepţional (relief accidentat, localităţi) se acordă separat fiecărei benzi de circulaţie în parte, pentru a menţine continuitatea axei drumului.

8.2.6. La curbele izolate supralărgirea se menţine constantă pe toată lungimea curbei arc de cerc, racordându-se la aliniament pe sectoare lungi de 0,5V (fig.8.1), dar nu mai scurte de 10 m.

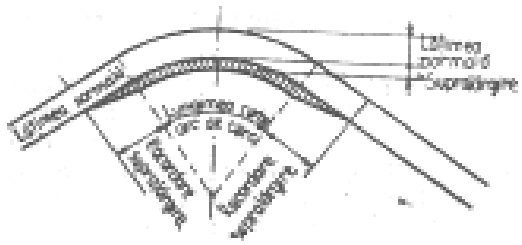


Fig. 8.1 Aplicarea supralărgirii în curbă

8.2.7. În cazul unei racordări cu două arce de clotoidă şi viraj în centru, supralărgirea se menţine constantă pe toată lungimea virajului şi se racordează, la aliniament, pe lungimea clotoidei (fig.8.2).

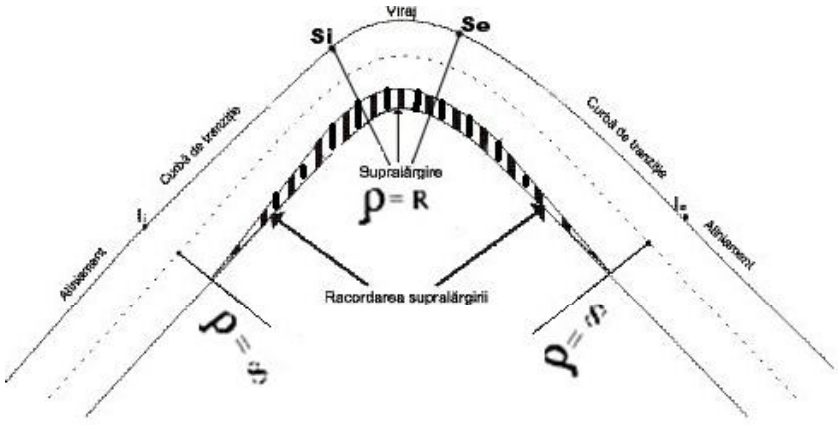


Fig. 8.2 Aplicarea supralărgirii în cazul racordării cu două arce de clotoidă şi viraj în centru

8.2.8. La curbele alcătuite din două arce de clotoidă, care se întâlnesc pe bisectoarea unghiului de vârf, mărimea supralărgirii se determină în funcţie de raza cercului osculator, din acest punct şi se păstrează constantă pe o lungime C = 0,278V, dispusă simetric faţă de bisectoarea unghiului de vârf (fig.8.3) şi care corespunde (în metri) spaţiului parcurs de autovehicul într-o secundă. Racordarea supralărgirii la aliniament, în acest caz, se face pe restul clotoidei.

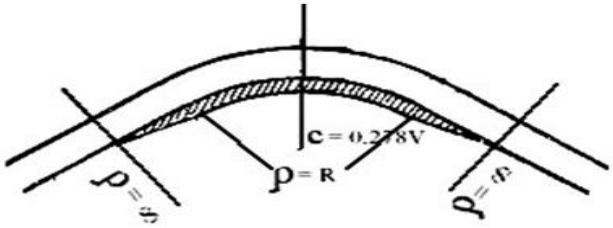


Fig. 8.3 Supralărgirea în cazul unei racordăricu două arce de clotoidă fără viraj în centru

8.2.9. Racordarea marginii supralărgirii la marginea părţii carosabile nesupralărgite este numită **racordare în plan** şi trebuie făcută astfel încât să rezulte o linie continuă, fără frânturi.

8.2.10. Sectorul de racordare a supralărgirii va coincide cu sectorul de racordare al profilului transversal cu pantă unică, din curbă, la profilul cu două pante din aliniament.

8.2.11. Supralărgirea părţii carosabile în curbă nu se face în dauna acostamentelor, care îşi păstrează lățimea curentă din aliniament.

8.3. Convertirea şi supraînălțarea căii în curbă

8.3.1. Panta transversală a căii în curbă (i_z) capătă valorile i_a, i_c sau i_s, după cum profilul este cu două pante, convertit sau supraînălţat (fig.8.4).

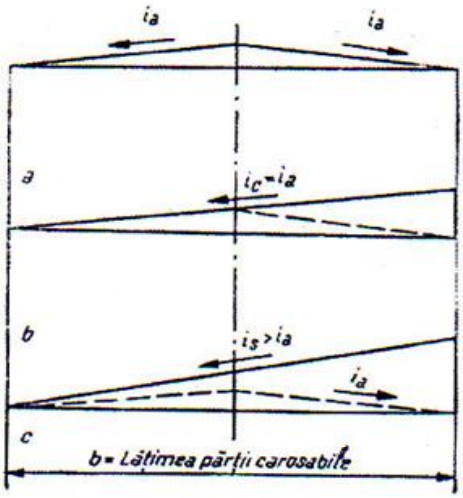


Fig. 8.4 Convertirea şi supraînălțarea profilului transversal a) profil cu două pante; b) profil convertit; c) profil supraînălțat

8.3.2. Mărimea pantei transversale unice în cazul profilului supraînălţat se determină cu relaţia:

$$i_s = 0{,}2\frac{V^2}{R}\ [\%]\,, \qquad (8.2)$$

în care: V este viteza de proiectare, în km/h, iar R – raza curbei, în metri.

Mărimile uzuale sunt prezentate în tabelul 8.4

Tabelul 8.4.

Pantele transversale unice ale curbelor supraînălţate (în %)

Raza curbei (m)	Panta transversală unică (i_s)					
	Viteza de proiectare [km/h]					
	50	40	25	20	15	10
15	-	-	-	5,5	4,5	4,5
20	-	-	6,0	4,0	3,0	3,0
25	-	-	5,0	3,0	-	-
30	-	-	4,0	-	-	-
40	-	-	3,0	-	-	-
50	-	6,0	-	-	-	-
60	-	5,0	-	-	-	-
85	6,0	4,0	-	-	-	-
100	5,0	3,0	-	-	-	-
120	4,0	-	-	-	-	-
140	3,5	-	-	-	-	-
170	3,0	-	-	-	-	-

8.3.3. Racordarea profilului transversal, din aliniament, la profilul transversal cu pantă unică, din curbă, se numeşte **racordare în spaţiu**.

8.3.4. Racordarea în spaţiu se poate realiza în mai multe feluri şi anume:

- cu menţinerea nemodificată a marginii interioare a părţii carosabile (fig.8.5.a);
- cu menţinerea nemodificată a axei drumului (fig.8.5.b);
- cu menţinerea nemodificată a marginii exterioare a părţii carosabile (fig.8.5.c).

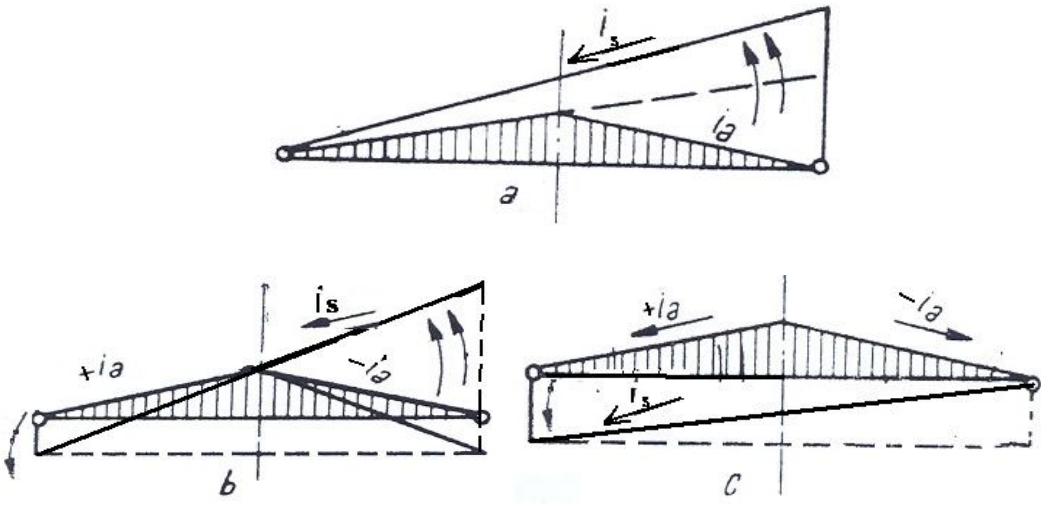


Fig. 8.5 Variante de realizare a racordării în spațiu

8.3.5. La drumurile forestiere, la curbele în care se adoptă numai convertirea, aceasta se realizează prin rotirea treptată a jumătății platformei, dinspre exteriorul curbei, în jurul axei drumului, până la realizarea unei pante unice, egală cu panta transversală din aliniament (fig.8.6). Înălțimea de ridicare a marginii exterioare a părții carosabile este:

$$h_c = b \cdot i_c \text{ [m]} , \qquad (8.3)$$

în care: *b* este lățimea părții carosabile, în metri, iar i_c – înclinarea transversală a profilului convertit, exprimată prin tangenta unghiului de pantă.

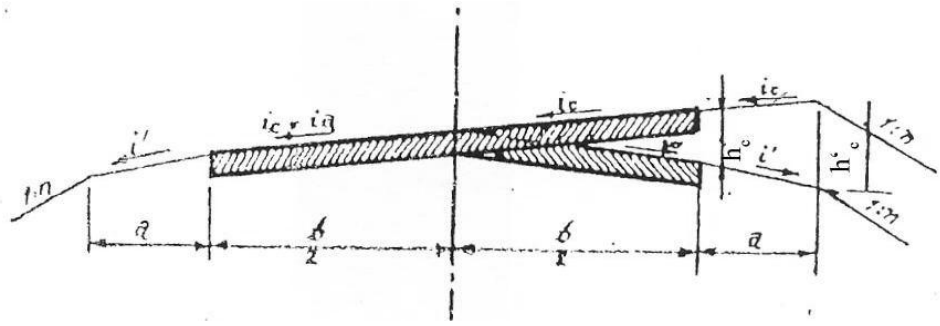


Fig. 8.6 Profil transversal convertit

Supralărgirile, când sunt necesare, au aceeaşi pantă ca şi partea carosabilă (fig.8.7).

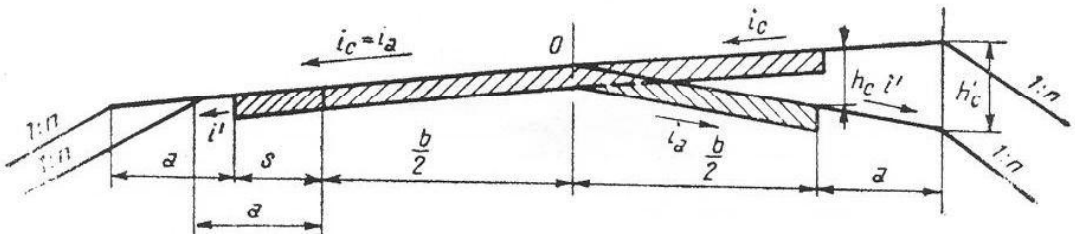


Fig. 8.7 Profil transversal convertit şi supralărgit

Acostamentul (*a*) dinspre interiorul curbei îşi păstrează panta transversală curentă (*i*`), în timp ce acostamentul dinspre exteriorul curbei capătă aceeaşi înclinare transversală ca şi calea (i_c).

8.3.6. În cazul racordărilor cu arce de cerc (fără curbe de tranziţie) deverul convertit se menţine pe toată lungimea curbei arc de cerc, racordându-se la profilul cu două pante din aliniament, în afara punctelor de tangenţă T_i şi T_e, pe sectoare de aliniament lungi de 10...15 m, numite **sectoare de convertire** (fig.8.8).

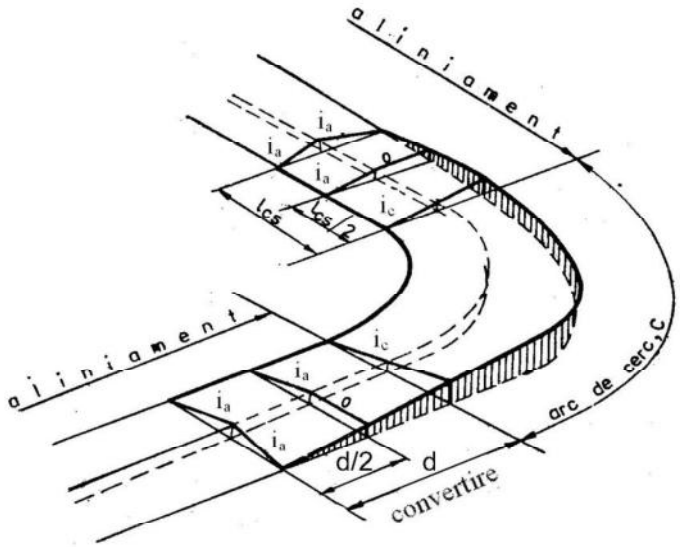


Fig. 8.8 Convertirea profilului transversal în cazul racordării cu arc de cerc

8.3.7. Sectoarele de convertire vor coincide, de regulă, cu cele de racordare a supralărgirii, astfel încât, la intrarea în curba arc de cerc (T_i) profilul transversal să fie gata convertit şi supralărgit, menţinându-se astfel până la ieşirea din curba arc de cerc (T_e), când se racordează, din nou, la aliniament.

8.3.8. La racordările cu arce de tranziţie şi viraj, deverul convertit se menţine pe toată lungimea virajului, iar sectoarele de convertire, de la începutul şi sfârşitul racordării, coincid cu lungimile curbelor de tranziţie.

8.3.9. Atunci când racordarea aliniamentelor s-a făcut prin două arce de clotoidă, fără viraj între ele, profilul convertit se păstrează constant, ca şi supralărgirea, pe lungimea C = 0,278V, dispusă simetric faţă de bisectoarea unghiului de vârf, după care se racordează la aliniament pe restul fiecărei clotoide.

8.3.10. În cazul curbelor care solicită supraînălţare, aceasta se realizează, după terminarea operaţiei de convertire, prin rotirea profilului convertit în jurul marginii interioare a părţii carosabile nesupralărgite (fig.8.9).

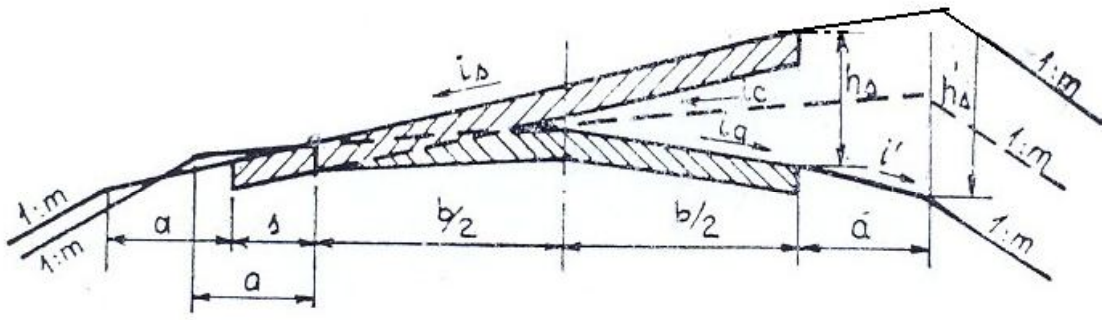


Fig. 8.9 Profil transversal supraînălţat şi supralărgit

Acostamentul dinspre exteriorul curbei capătă aceeaşi înclinare transversală ca şi partea carosabilă (i_s), în timp ce acostamentul dinspre interiorul curbei poate rămâne cu înclinarea iniţială sau poate primi şi el înclinarea căii.

Supralărgirea va avea aceeaşi pantă transversală ca şi calea.

8.3.11. Înălţimea de ridicare a marginii exterioare a părţii carosabile supraînălţate, faţă de cota din aliniament, este:

$$h_s = b \cdot i_s \text{ [m]} , \qquad (8.4)$$

unde *b* este lăţimea părţii carosabile din aliniament (în metri), iar i_s – înclinarea transversală a profilului supraînălţat, exprimată prin tangenta unghiului.

8.3.12. La intrarea în curba arc de cerc, profilul transversal trebuie să fie gata supraînălţat şi se menţine astfel pe toată lungimea acesteia.

8.3.13. Trecerea de la profilul convertit la cel supraînălţat se face în lungul unui sector de supraînălţare.

8.3.14. Sectorul de convertire împreună cu cel de supraînălţare formează **rampa de racordare**.

8.3.15. Realizarea profilului supraînălţat, prin ridicarea marginii exterioare a părţii carosabile trebuie să se facă liniar pe toată lungimea rampei de racordare. Pe aceeaşi lungime se va face şi racordarea supralărgirii.

8.3.16. În cazul racordărilor cu arc de cerc (fără curbe de tranziţie), rampa de racordare se amplasează în întregime în aliniament şi lungimea sa va fi astfel stabilită încât înclinarea longitudinală a marginii exterioare a părţii carosabile să nu depăşească declivitatea maximă (eventual excepţională) admisă pentru viteza de proiectare a drumului respectiv.

8.3.17. În cazul racordărilor cu curbe de tranziţie şi viraj în centru, profilul supraînălţat se menţine pe toată lungimea virajului, iar rampa de racordare poate fi amplasată parţial în aliniament (sectorul de convertire) şi parţial în curba de tranziţie (sectorul de supraînălţare) sau integral (ambele sectoare) în curba de tranziţie (fig.8.10).

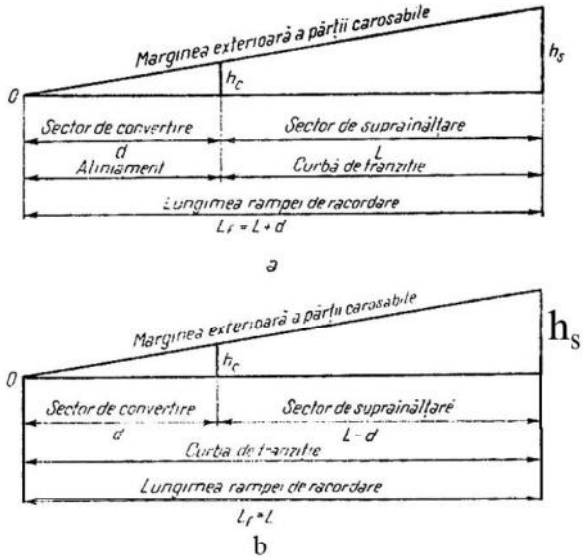


Fig. 8.10 Lungimea rampei de racordare
a) sector de convertire în aliniament; b) sector de convertire în curba de tranziţie

În primul caz (fig.8.11), lungimea rampei de racordare este dată de relaţia:

$$L_f = L + d = L\left(1 + \frac{i_a}{i_s \neg i_a}\right) \text{ [m]}, \qquad (8.5)$$

în care: *Lf* este lungimea rampei de racordare; *L* – lungimea curbei de tranziţie; *d* – lungimea sectorului de convertire, amplasat în aliniament, toate lungimile în metri, iar i_a şi i_s – înclinări transversale în aliniament şi în profil supraînălţat, exprimate sub forma tangentei unghiului de înclinare.

În cel de-al doilea caz (fig.8.12):

$$L_f = L \text{ [m]}; \qquad (8.6)$$

$$d = \frac{i_a}{i_s} L \text{ [m]}, \qquad (8.7)$$

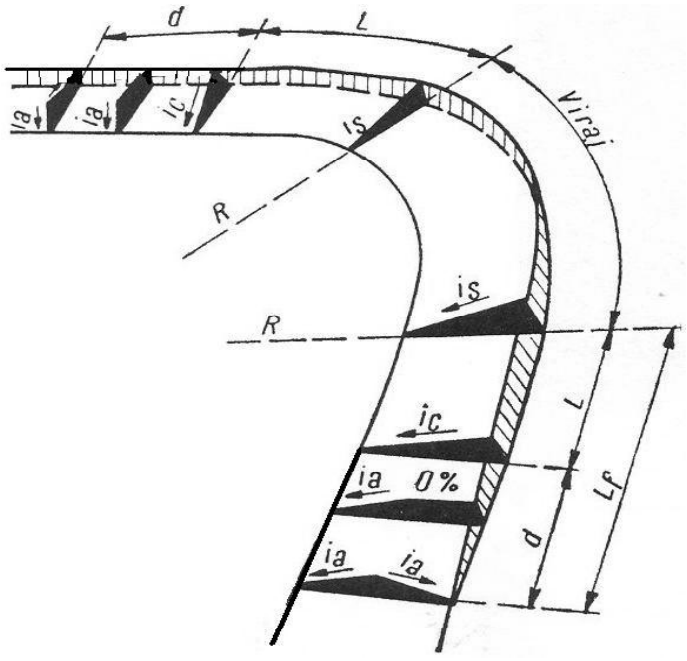


Fig. 8.11 Racordare în spaţiu cu sectorul de convertire în aliniament

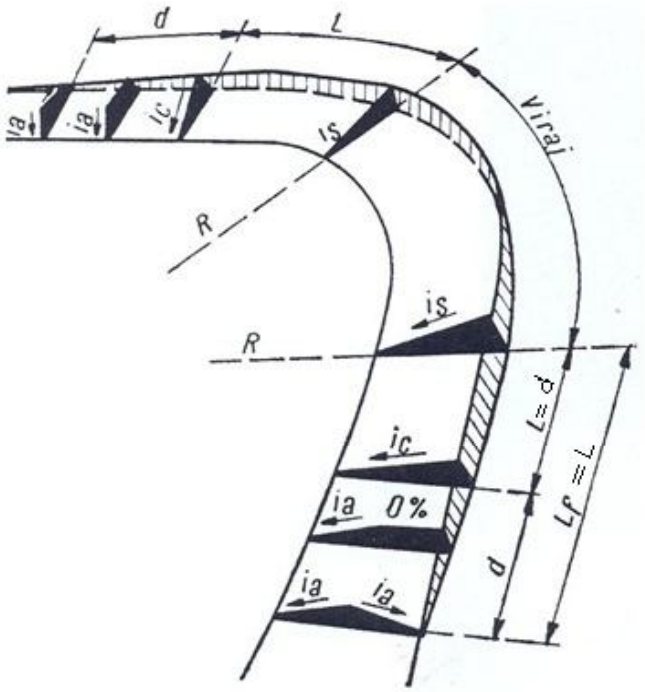


Fig. 8.12 Racordare în spațiu cu sectoarele de convertire şi de supraînălțare amplasate în curba de tranziție

8.3.18. Dacă racordarea este alcătuită din două arce de clotoidă, fără viraj, profilul supraînălţat se păstrează, ca şi supralărgirea, pe lungimea C = 0,278V, dispusă simetric față de bisectoarea unghiului de vârf, după care se racordează la profilul cu două pante pe lungimea unei rampe de racordare, care poate fi amplasată integral pe restul clotoidei sau poate avea sectorul de convertire amplasat în aliniament.

8.3.19. În cazul amenajării curbelor supraînălţate în conformitate cu procedeul descris mai sus, se va ţine seama că pe lungimea sectorului de supraînălțare cotele punctelor din axul drumului se modifică față de o desfăşurare normală a profilului longitudinal şi de aceea cotele de pe profilul longitudinal, pe lungimea sectorului de supraînălţare şi lungimea curbei supraînălţate se vor da pentru marginea teoretică a părţii carosabile nesupralărgite.

8.3.20. În cazul în care se urmăreşte menţinerea pe profilul longitudinal, la reprezentarea liniei roşii, a cotelor din axul drumului, atunci trecerea de la profilul convertit la cel supraînălţat se va realiza prin rotirea, în continuare, în lungul sectorului de supraînălţare, a profilului convertit în jurul axei drumului, până la obţinerea înclinării transversale i_s a profilului supraînălţat (fig.8.13).

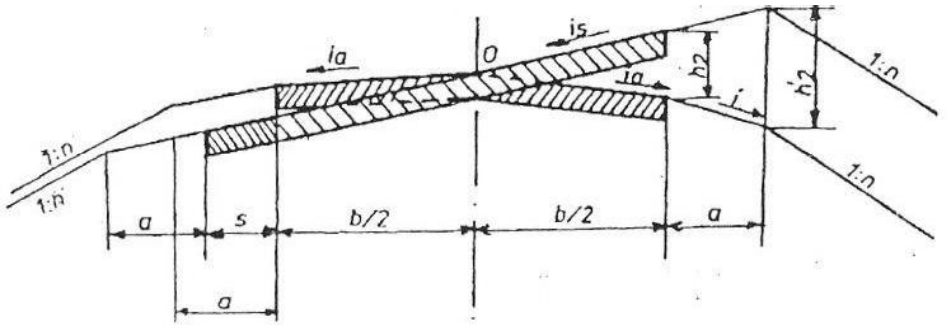


Fig. 8.13 Profil transversal supraînălţat şi supralărgit cu menţinerea cotelor din axul drumului

8.3.21. Varianta de realizare a racordării în spaţiu prin menţinerea nemodificată a marginii exterioare a părţii carosabile reprezintă un caz deosebit, care va putea fi luat în considerare numai atunci când cota marginii exterioare este obligată, în special din motive economice (evitare lucrări suplimentare la ziduri de sprijin).

8.3.22. La traversarea localităţilor, precum şi în interiorul depozitelor şi centrelor de sortare şi preindustrializare a lemnului, nu se prevăd nici convertiri şi nici supraînălţări, instalându-se indicatoare de reducere a vitezei de circulaţie.

8.4. Amenajarea curbelor succesive

8.4.1. Atunci când aliniamentul intermediar dintre două curbe are lungimea egală sau mai mare de 1,4V (viteza de proiectare în km/h, rezultatul în metri), fiecare curbă se amenajează, în plan şi în spaţiu, independent, conform celor arătate anterior.

8.4.2. În mod analog se procedează şi în cazul când ambele curbe au raza mai mare decât raza recomandabilă (R_r), deoarece îşi păstrează profilul cu două pante în aliniament şi sunt considerate echivalente aliniamentelor, indiferent de lungimea aliniamentului intermediar, care poate fi şi nulă.

8.4.3. Dacă aliniamentul dintre două curbe are lungimea mai mică de 1,4V – iar curbele sunt convertite sau supraînălţate, cele două curbe nu se mai amenajează în spaţiu separat (independent), ci în ansamblu, fiind considerate curbe succesive (apropiate).

8.4.4. Drept lungime a aliniamentului intermediar se consideră, în cazul racordărilor cu arce de cerc, fără curbe de tranziţie, distanţa dintre punctul tangentă ieşire (T_{e1}) din prima

curbă şi punctul tangentă intrare (T_{i2}) din a doua curbă; în cazul în care există şi curbe de tranziţie, atunci lungimea aliniamentului intermediar este dată de distanţa dintre originile celor două clotoide (I_i şi I_e).

8.4.5. Amenajarea în plan a curbelor succesive se face ca şi cum ele ar fi izolate, supralărgirile părţilor carosabile cumulându-se pe porţiunile unde lungimile de racordare ale acestora se suprapun (fig.8.14).

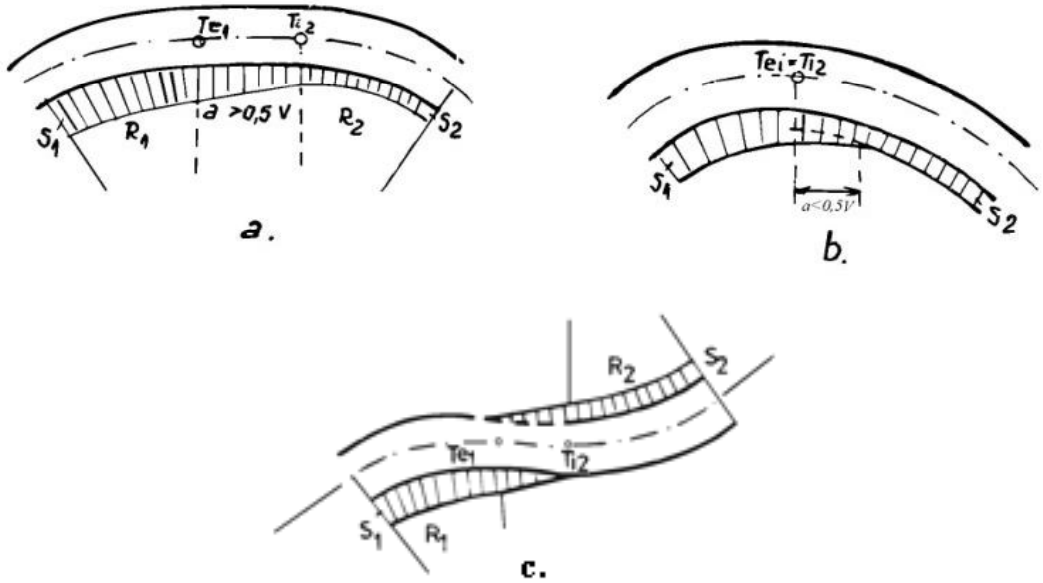


Fig. 8.14 Racordarea în plan a curbelor succesive
a) cazul curbelor succesive de acelaşi sens, cu aliniament intermediar > 0,5 V;
b) cazul curbelor succesive de acelaşi sens cu aliniament intermediar < 0,5 V; c) cazul curbelor succesive de sens contrar; R_1, R_2 – razele curbelor; a – aliniament intermediar; s_1, s_2 – supralărgiri; Te_1, Ti_2 – punctele tangentă ieşire şi tangentă intrare ale curbelor

8.4.6. La efectuarea racordărilor în spaţiu se ţine seama de razele curbelor şi de faptul dacă cele două curbe sunt de acelaşi sens sau sens contrar.

8.4.7. Pentru evitarea amenajării în ansamblu a două curbe succesive de acelaşi sens se studiază următoarele posibilităţi:

- mărimea aliniamentului intermediar la o valoare mai mare de 1,4V prin modificarea razelor sau reamplasarea curbelor;

- înlocuirea celor două curbe şi a aliniamentului intermediar printr-o singură curbă;

- înlocuirea aliniamentului intermediar printr-un arc de cerc, realizându-se o succesiune de curbe legate, cu raze în ordine crescândă sau descrescândă, şi respectându-se condiţia ca raportul dintre razele curbelor alăturate să fie cuprins între 0,75 şi 1,50.

8.4.8. Pentru evitarea amenajării în ansamblu a curbelor succesive de sens contrar se poate analiza atât sporirea aliniamentului intermediar, la o lungime mai mare de 1,4V sau chiar 2V, cât şi înlocuirea lui prin două arce de clotoidă, care să aibă origine comună, unde R = ∞, şi să satisfacă relaţia:

$$\frac{A_1}{A_2} \leq 1{,}5 \ , \qquad (8.8)$$

în care A_1 şi A_2 sunt modulele clotoidelor.

8.4.9. Dacă eliminarea curbelor succesive nu este posibilă, atunci se trece la amenajarea acestora în ansamblu.

8.4.10. Situaţiile specifice ale racordării curbelor succesive în spaţiu şi modul lor de amenajare în ansamblu se prezintă în tabelul 8.5.

Tabelul 8.5.

Amenajarea în spaţiu a curbelor succesive

Nr. crt.	Situaţia specifică	Mod de amenajare
	A. Curbe succesive de acelaşi sens	
1	Ambele arce de cerc au raza mai mare decât raza recomandabilă (R_r). Nu s-au prevăzut curbe de tranziţie	Curbele, având un profil transversal cu două pante, se consideră echivalente aliniamentului şi se amenajează fiecare independent, indiferent de lungimea aliniamentului intermediar.
2	O curbă arc de cerc are raza mai mare decât raza recomandabilă R_r (profil transversal cu două pante) iar cealaltă curbă arc de cerc solicită convertire sau supraînălţare. Nu s-au prevăzut curbe de tranziţie.	Rampa de racordare dintre ele se amplasează integral în aliniament sau parţial (parte aliniament şi parte pe curba cu două pante).
3	Ambele curbe arc de cerc sunt convertite. Nu s-au prevăzut curbe de tranziţie.	Pe toată lungimea aliniamentului intermediar se păstrează profilul convertit (fig.8.15a)
4	Una dintre curbe este convertită, iar cealaltă supraînălţată. Nu s-au prevăzut curbe de tranziţie.	Profilul convertit al primei curbe se racordează direct la profilul supraînălţat al celei de-a doua curbe, pe lungimea aliniamentului intermediar, fără ca marginea exterioară a părţii carosabile să depăşească declivitatea maximă admisă.
5	Ambele curbe arc de cerc necesită profil supraînălţat şi nu sunt prevăzute curbe de tranziţie.	Profilul supraînălţat al primei curbe se racordează direct la profilul supraînălţat al celei de-a doua curbe pe lungimea aliniamentului intermediar, fără ca marginea exterioară a părţii carosabile să depăşească declivitatea maximă admisă.

6	Una dintre curbe este convertită iar cealaltă este supraînălţată şi încadrată de clotoide.	Aliniamentul intermediar are profil convertit, iar sectorul de supraînălţare se amplasează pe lungimea curbei de tranziţie (fig.8.15b)
7	Ambele curbe arc de cerc necesită profil supraînălţat şi sunt prevăzute curbe de tranziţie.	a) Dacă lungimea aliniamentului intermediar, rămas între originile celor două clotoide, este egală sau mai mare de 0,5V, aliniamentul capătă un profil convertit, iar racordarea sa, la profilele supraînălţate ale arcelor de cerc, se face pe lungimea fiecărei clotoide (fig.8.15c_1); b) Dacă lungimea aliniamentului intermediar rămas între originile clotoidelor, este mai mică de 0,5V, atunci profilul supraînălţat al primei curbe arc de cerc se racordează direct la profilul supraînălţat al celei de-a doua curbe arc de cerc, astfel încât atât pe lungimea aliniamentului – cât şi a celor două clotoide, profilul este supraînălţat (fig.8.15c_2)
8	Cele două curbe care se succed sunt realizate fiecare din două arce de clotoidă, fără viraj în centru.	Sectoarele supraînălţate din centrul fiecărei racordări se racordează între ele pe lungimile clotoidelor intermediare, astfel încât şi acestea capătă profiluri supraînălţate.
	B. Curbe succesive de sens contrar	
9	Cele două curbe arc de cerc sunt convertite sau supraînălţate (ori una convertită şi cealaltă supraînălţată) şi nu sunt prevăzute curbe de tranziţie.	Marginea supraînălţată (sau convertită) a primei curbe se racordează direct la marginea nemodificată a celei de-a doua curbe şi invers (fig.8.16). Pe distanţa de amenajare dintre cele două curbe (D) apare un profil (S_0) orizontal care trebuie amplasat numai în aliniament.
10	Racordarea arcelor de cerc este realizată prin două arce de clotoidă de sens contrar, fără aliniament intermediar.	Fiecare clotoidă se racordează la profilul orizontal din punctul de inflexiune.

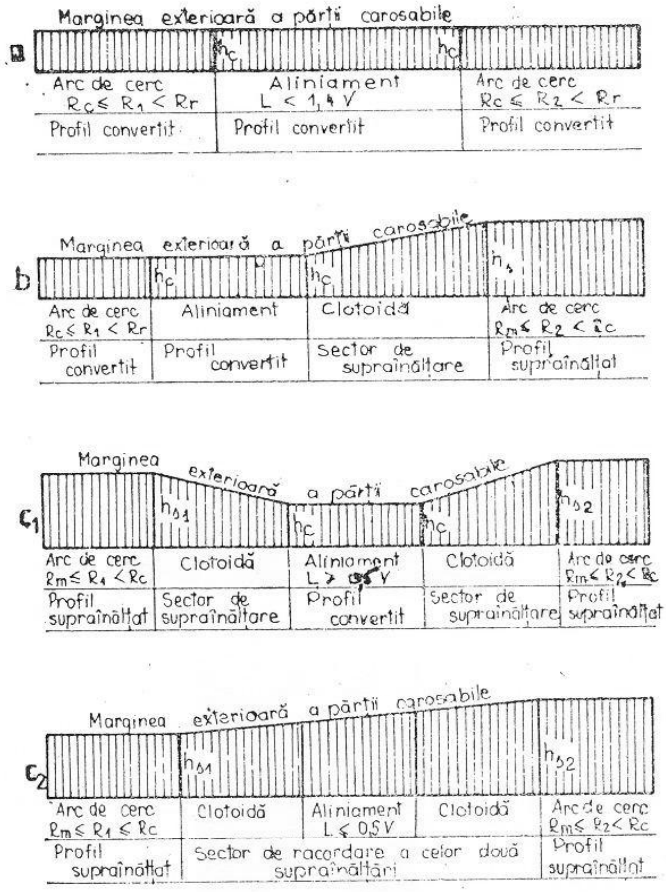


Fig. 8.15 – Racordarea în spațiu a curbelor succesive de același sens
a) ambele curbe au raze cuprinse în intervalul dintre raza recomandabilă și raza curentă;
b) una din curbe are raza cuprinsă în intervalul dintre raza recomandabilă și raza curentă, iar cealaltă în intervalul dintre raza minimă și raza curentă; c_1) razele ambelor curbe au valori cuprinse în intervalul dintre raza minimă și raza curentă, iar lungimea aliniamentului dintre originile clotoidelor este egală sau mai mare de 0,5V; c_2) razele ambelor curbe au valori cuprinse în intervalul dintre raza minimă și raza curentă, iar lungimea aliniamentului dintre originile clotoidelor este mai mică de 0,5V

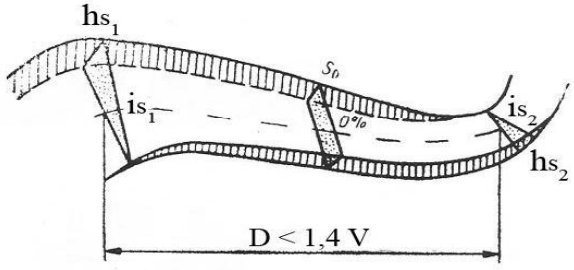


Fig. 8.16 Racordarea supraînălțărilor în cazul curbelor

successive de sens contrar

8.5. Asigurarea vizibilităţii în curbă

8.5.1. Distanţa de vizibilitate, prescrisă în funcţie de viteza de proiectare, trebuie asigurată, în porţiunile curbe ale drumului, astfel încât autovehiculul să poată opri la timp înaintea unui obstacol ce se află pe partea carosabilă sau să poată evita coliziunea cu un alt vehicul care vine din sens opus, circulând pe aceeaşi bandă de circulaţie, respectiv tăind curba în cazul a două benzi de circulaţie.

8.5.2. Măsurarea distanţei de vizibilitate (d_v) se face după arcul *AB*, care reprezintă linia de deplasare a autovehiculului, situată la 1,50 m de la marginea interioară a părţii carosabile (fig.8.17). Coarda aferentă arcului *AB* reprezintă lungimea razei vizuale şi marchează limita în interiorul căreia este necesară crearea condiţiilor de vizibilitate (câmpul de vizibilitate).

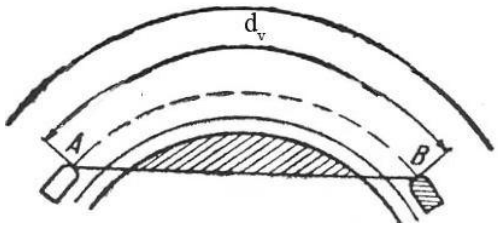


Fig. 8.17 Distanţa de vizibilitate şi raza vizuală în curbă

8.5.3. Determinarea câmpului de vizibilitate ce trebuie eliberat de orice obstacol (inclusiv vegetaţie) se face grafic sau analitic, pentru fiecare curbă în parte.

8.5.4. În cazul determinării grafice, curba se reprezintă la scara de 1/200 luându-se în considerare, pe traiectoria autovehiculului, mai multe poziţii succesive ale vehiculului (1, 2, 3 etc.) şi ale obstacolului (1`, 2`, 3` etc.), la distanţe corespunzătoare distanţei de vizibilitate. Prin trasarea razelor şi a înfăşurătoarei acestora, numită **curbă de vizibilitate**, se delimitează câmpul de vizibilitate (fig.8.18 a).

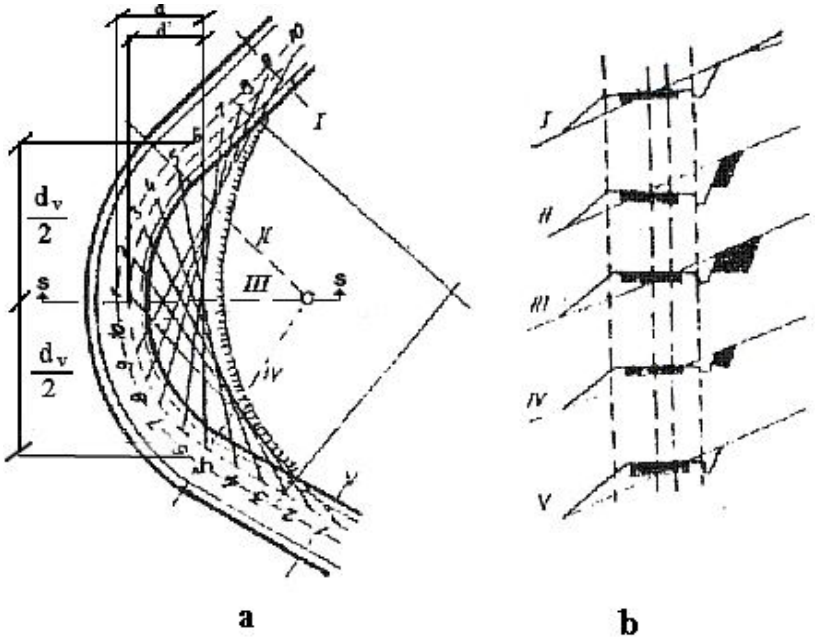


Fig. 8.18 Determinarea grafică a câmpului de vizibilitate:

a – stabilirea curbei limită a vizibilității; b – debleuri de vizibilitate

Pentru simplificare se admite, cu excepția serpentinelor, ca distanța de vizibilitate să se ia egală cu lungimea razei vizuale şi nu cu lungimea arcului.

8.5.5. Determinarea analitică a poziției curbei de vizibilitate se face prin calculul şi măsurarea distanțelor:

$$d` = \frac{d^2}{8R}, \qquad (8.9)$$

$$d = \frac{d^2}{8R} + \frac{b}{2}, \qquad (8.10)$$

în care: *d`* este *distanța liberă laterală,* măsurată pe bisectoarea unghiului de vârf între înfăşurătoare şi axa benzii de circulație;

d – măsura de vizibilitate, considerată pe bisectoarea unghiului de vârf, între înfăşurătoare şi axa drumului cu două benzi de circulație;

R – raza curbei;

b – lățimea benzii de circulație.

8.5.6. În cazul în care sunt necesare *debleuri de vizibilitate* (fig.8.18 b) se taie numai porţiunea de la 1 m înălţime în sus, considerându-se că ochiul conducătorului vehiculului se află la cel puţin 1,20 m deasupra nivelului părţii carosabile.

9. INFRASTRUCTURA DRUMURILOR FORESTIERE

9.1. Terasamente

9.1.1. Terasamentele, pentru a corespunde destinaţiei lor, trebuie să fie stabile, durabile, uşor de întreţinut şi cât mai economice în ceea ce priveşte costurile de execuţie şi întreţinere.

9.1.2. Proiectarea terasamentelor se va face pe baza elementelor din studiul geologo-tehnic, care va cuprinde:

- natura terenului, gelivitatea, nivelul apelor subterane;
- stabilitatea terenului în zona traseului;
- măsurile de interceptare şi îndepărtare a apelor subterane;
- sursele existente pentru procurarea materialelor de umplutură;
- locurile indicate pentru amplasarea depozitelor ecologice de rambleu;
- înclinările taluzurilor în rambleu şi în debleu, pentru diferite terenuri întâlnite în lungul traseului şi pentru diverse înălţimi ale terasamentelor, precum şi pantele transversale minime şi maxime pentru scurgerea apelor de pe ampriza drumului;
- aspecte climatice locale.

9.1.3. Prin proiectare se vor rezolva şi preciza următoarele:

- forma şi dimensiunile terasamentelor în profil transversal;
- natura terenului în care se execută;
- tehnica de execuţie;
- volumul terasamentelor, inclusiv studiul mişcării pământului (ANEXA 9.1 şi 9.2);
- asigurarea stabilităţii terasamentelor.

9.1.4. Forma şi dimensiunile terasamentelor, natura terenului şi asigurarea stabilităţii vor fi redate în fiecare profil transversal de execuţie.

9.1.5. Se vor specifica şi evalua, în cadrul proiectului, lucrările pregătitoare ce trebuie efectuate în vederea unei bune desfăşurări a lucrărilor de execuţie, respectiv: curăţirea terenului de arbori, tufişuri şi cioate; îndepărtarea pământului vegetal, asanarea zonei drumului (atunci când este cazul), profilarea traseului şi pregătirea amprizei.

9.1.6. Terasamentele drumurilor forestiere se vor realiza, de regulă, cu un an înainte de aplicarea suprastructurii, pentru a se asigura timpul necesar tasării lor naturale şi a se putea observa modul lor de comportare în decursul unei perioade de îngheţ – dezgheţ.

9.1.7. Tehnologiile de execuţie prescrise vor urmări extinderea mecanizării lucrărilor şi vor ţine seama de natura terenului, în care sau din care se execută terasamentele (pământ sau stâncă), precum şi de necesitatea extinderii unor tehnici de lucru ecologice.

9.1.8. Terasamentele se vor executa pe tronsoane scurte şi vor avea un caracter complet (platformă, taluzuri, şanţuri, bombament), pentru ca într-un interval de timp redus să se asigure evacuarea rapidă a apelor provenite din precipitaţii.

9.1.9. Atunci când se prevede că terasamentele drumurilor forestiere se vor realiza cu un an înainte de aplicarea suprastructurii, compactarea terasamentelor, cu utilaje specifice, se va face în anul următor execuţiei, înainte de aşternerea suprastructurii, pentru a evita aducerea de două ori pe şantier a aceloraşi utilaje.

9.1.10. În cazul executării terasamentelor în condiţii nefavorabile (terenuri instabile, mocirloase, cu infiltraţii de apă etc.) se vor prescrie, pe bază de studii speciale, măsurile necesare de drenare, consolidare şi asanare, indicându-se amplasarea şi ordinea de realizare a lucrărilor.

9.1.11. În cazul în care nu se pot evita terenurile cu capacitate portantă redusă şi cele improprii pentru umpluturi (pământ vegetal, turbă, argilă umedă etc.) se vor adopta soluţii care să prevadă realizarea unei podine de lemn pe zona respectivă, peste care se vor aşterne materiale cu capacităţi drenante (Foto 9.1).



Foto 9.1

9.1.12. În terenurile argiloase compacte se vor prevedea măsuri speciale de apărare împotriva pătrunderii apelor în corpul terasamentelor şi de drenare a umpluturilor.

9.1.13. În zonele de rambleu cu pantă transversală a terenului de peste 20% se vor realiza trepte de înfrăţire.

9.1.14. În vederea reducerii suprafeţelor sustrase producţiei forestiere prin construcţia drumului, protecţiei mediului înconjurător, precum şi reducerii transporturilor de pământ şi stâncă în depozite amplasate la distanţe mari, se va majora, acolo unde terenul permite, capacitatea de depozitare a rambleurilor prin una din următoarele metode:

- ***metoda solului armat cu geogrile***, care permite adoptarea unor taluzuri de rambleu cu înclinări mai mari (fig.9.1);

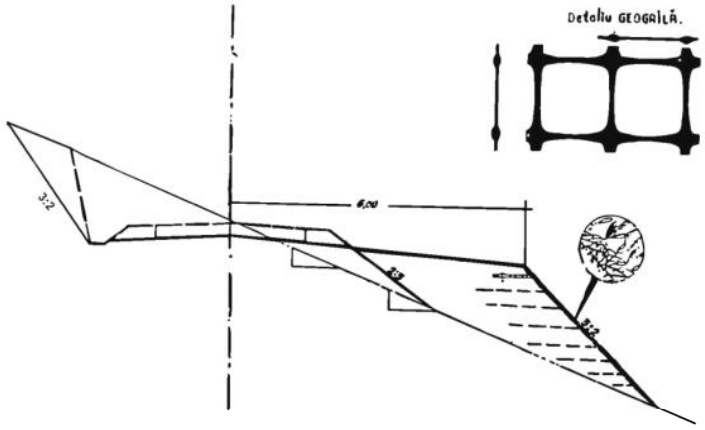


Fig. 9.1 Majorarea capacităţii de depozitare a rambleurilor prin folosirea geogrilei

- ***metoda parapeţilor*** realizaţi cu material lemnos din defrişări (fig.9.2);

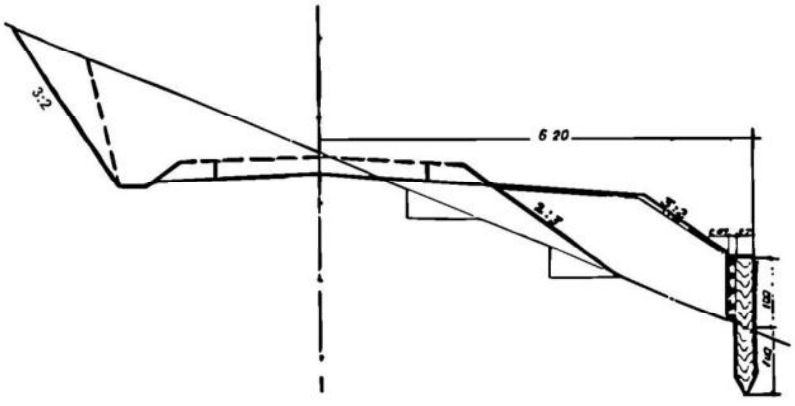


Fig. 9.2 Majorarea capacităţii de depozitare a rambleurilor prin folosirea parapeţilor din lemn

- ***metoda gabioanelor*** amplasate pe un rînd sau pe două rânduri (fig.9.3 a şi b);

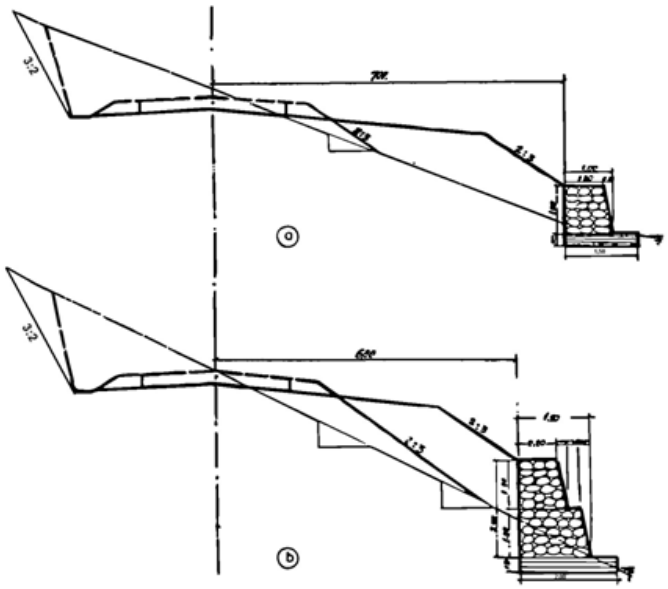


Fig. 9.3 Majorarea capacității de depozitare a rambleurilor prin folosirea gabioanelor: a – gabioane amplasate pe un rând; b – gabioane amplasate pe două rânduri

- ***metoda zidăriei uscate***, realizate din bolovani de râu sau piatră brută (fig.9.4).

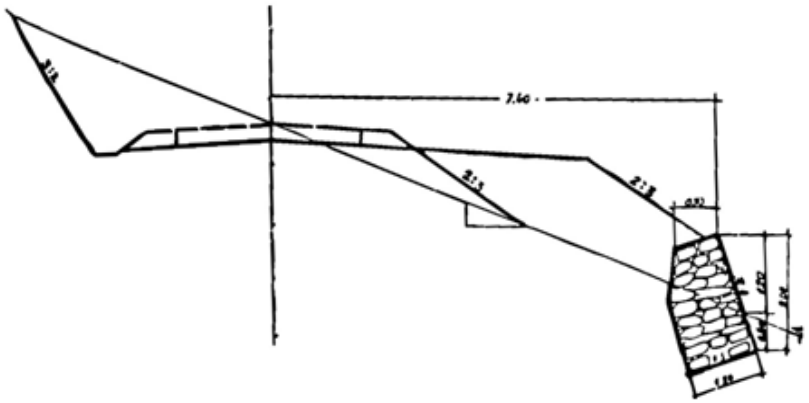


Fig. 9.4 Majorarea capacității de depozitare prin folosirea zidăriei uscate

9.1.15. În execuţia drumurilor forestiere se va ţine seama, în general, de prevederile şi instrucţiunile de stat în vigoare, acceptându-se şi unele derogări de exigenţă calitativă, nejustificată în cazul unor lucrări cu destinaţie specială, de importanţă limitată şi amplasate în zone izolate, sporind costul lucrărilor. Astfel, pentru apărări de maluri, sprijiniri ale versanţilor sau amenajări ale unor treceri prin vad, se admite folosirea betonului simplu sau

armat **preparat pe şantier** şi nu obligatoriu al celui procurat de la staţii centralizate, cu certificat de calitate, dar care trebuie adus de la distanţe mari, pe drumuri neîntreţinute, fapt ce creşte durata transportului şi impune folosirea unor aditivi scumpi.

A. Executarea terasamentelor în pământ

9.1.16. Utilajul director la execuţia terasamentelor în pământ va fi **excavatorul**, capabil să asigure execuţia controlată, în sistem complet (platformă, şanţuri, taluzuri finisate) a terasamentelor în debleu, în rambleu şi/sau în profil mixt, precum şi aşezarea anrocamentelor, manevrarea, aşezarea în tranşee şi acoperirea cu pământ a tuburilor pentru podeţe (Foto 9.2 şi 9.3) etc.



Foto 9.2



Foto 9.3

9.1.17. Excavatoarele pot lucra în orice fel de teren, cu excepţia rocilor masive sau a pământurilor îngheţate, când este necesară o dislocare prealabilă cu explozivi.

9.1.18. Capacitatea cupei excavatorului (0,25...1,0 m^3) se alege în funcţie de volumul de pământ ce trebuie săpat şi încărcat în mijloace de transport.

9.1.19. La execuţia debleurilor excavatoarele lucrează, în asociere cu mijloacele de transport, fie după procedeul longitudinal (fig. 9.5 a, b şi c), prin curse efectuate pe întreaga lungime a debleului, fie după procedeul frontal (fig. 9.5 d), prin săparea directă a întregii secţiuni a profilului transversal.

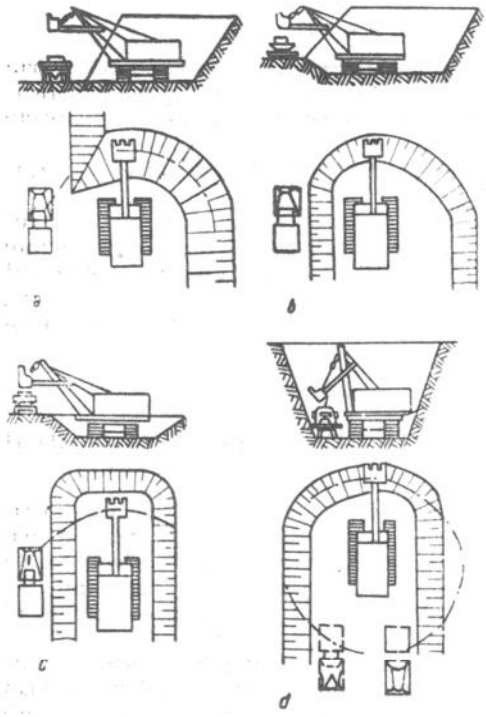


Fig. 9.5 Scheme de executare a debleurilor cu excavatorul:
a, b, c – prin curse longitudinale; d – prin săpare frontală

9.1.20. Înălţimea de excavaţie depinde de înălţimea necesară pentru umplerea cupei şi poate atinge 5 m. Fronturile de lucru ale căror înălţimi depăşesc înălţimea maximă de tăiere a excavatorului se fracţionează, săpătura făcându-se în trepte.

9.1.21. Deplasarea excavatorului şi săpăturile în debleu vor fi astfel organizate încât, permanent, să fie asigurată scurgerea apelor.

9.1.22. Pământul săpat se descarcă, în funcţie de condiţiile de teren, direct în rambleu sau depozit (pe lungimea braţului excavatorului) sau se încarcă în mijloace de transport pentru a fi deplasat la locul de punere în operă sau de depozitare.

9.1.23. Alegerea vehiculelor de transport (autocamioane, tractoare cu semiremorcă, autobasculante, tractoare cu remorci) şi stabilirea numărului lor se fac în funcţie de volumul total şi zilnic al transporturilor, de distanţa de transport, precum şi condiţiile de teren şi de execuţie a lucrărilor.

9.1.24. În paralel cu transportul pământului se organizează şi descărcarea, aşternerea şi compactarea acestuia în rambleu.

9.1.25. În zonele unde, datorită condiţiilor locale, nu poate fi utilizat la execuţia terasamentelor excavatorul, se va folosi, cu justificări tehnico – econimice corespunzătoare,

buldozerul – dar numai pe tronsoane scurte şi numai cu luarea măsurilor de protecţie a mediului, care să evite căderea blocurilor mari de piatră pe taluzul de rambleu.

9.1.26. Utilizarea excavatorului, la execuţia terasamentelor în pământ, prezintă, comparativ cu buldozerul, următoarele avantaje:

- impactul ecologic este minim;
- mişcarea pământului se realizează mult mai controlat, diminuându-se riscul rostogolirii pe versant a blocurilor de stâncă dislocate sau chiar a pământului;
- treptele de infrăţire se realizează mecanizat, fără manoperă suplimentară, pe măsură ce frontul săpăturii înaintează;
- taluzurile sunt aduse, de la început, la înclinarea proiectată;
- anrocamentele sunt aşezate îngrijit.

9.1.27. Compactarea terasamentelor se face cu utilaje specifice (cilindri compactori) şi va fi astfel condusă (numărul de treceri pe aceeaşi urmă) încât să se asigure gradul de compactare prescris (fig. 9.6).

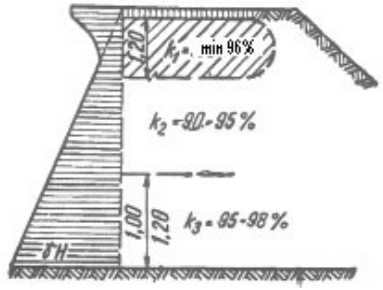


Fig. 9.6 Mărimea gradului de compactare

9.1.28. Alegerea utilajului de compactat se face în funcţie de natura pământului, volumul terasamentelor şi frontul de lucru.

9.1.29. La executarea compactării, pământul trebuie să aibă următoarele valori optime ale umidităţii (în funcţie de natura pământului): 7-11% (nisip), 9-14% (nisip argilos), 16-22% (argile nisipoase) şi 18-24% (argile).

9.1.30. Se recomandă ca utilajele folosite la compactare să fie etalonate pe şantier privind adâncimea efectului de compactare şi numărul de treceri pe acelaşi loc, necesar pentru obţinerea gradului de compactare prescris. Orientativ, poate fi luat în considerare următorul număr de treceri pe acelaşi loc, în funcţie de natura pământului, pentru compactarea unui strat de 20...25 cm grosime:

- pentru pământuri nisipoase ..... 2...3 treceri;
- pentru pământuri argilo-nisipoase ..... 3...4 treceri;
- pentru pământuri argiloase ..... 5...6 treceri.

B. Executarea săpăturilor în stâncă

9.1.31. Săpăturile în stâncă sau derocările se efectuează cu ajutorul explozivilor şi, în cazul construirii drumurilor forestiere, se practică atât pentru realizarea platformei drumului în terenurile stâncoase, cât şi în lucrările de exploatare a carierelor, pentru obţinerea pietrei necesare infrastructurii şi suprastructurii drumului.

9.1.32. Principiile de bază ce trebuie respectate la organizarea şi executarea derocărilor sunt:

- extinderea mecanizării lucrărilor;
- corelarea derocărilor cu săpăturile ce se execută în pământ, în special în sectoarele cu alternanţă pământ – stâncă;
- alegerea metodelor de lucru care să corespundă condiţiilor locale (tăria rocilor, stratificaţia, volumul derocărilor etc.);
- evitarea degradării peisajului natural din afara amprizei drumului;
- asigurarea accesului utilajelor folosite la forat;
- înlăturarea cauzelor care ar putea provoca accidente;
- respectarea măsurilor de tehnica securităţii muncii.

9.1.33. Ca explozivi se folosesc, cu precădere, **dinamitele**, ca explozivi de bază şi **astralita**, ca exploziv de iniţiere.

9.1.34. Ca materiale auxiliare se utilizează **capsele detonante**, **fitilul inflamabil** (*fitil Bickford sau amorsă electrică*) şi **fitilul detonant.**

9.1.35. Operaţiile specifice lucrărilor cu explozivi sunt:

- aducerea pe şantier a utilajului şi a materialelor necesare şi amenajarea depozitului de explozivi;
- forarea găurilor de mină sau a găurilor de sondă, iar dacă este necesar, amenajarea carbonierelor pentru deschiderea frontului de lucru;
- încărcarea cu explozivi şi burarea găurilor forate sau/şi a carbonierelor amenajate;
- protejarea zonei;
- explodarea încărcăturilor;

- sfărâmarea secundară a blocurilor de stâncă mari, rezultate în urma exploziilor;
- evacuarea materialului derocat;
- rănguirea taluzurilor şi politura platformei.

9.1.36. Manipularea substanţelor explozive şi provocarea exploziilor se vor face numai de către persoane autorizate, respectiv **artificieri**.

9.1.37. Înainte de detonare, frontul exploziei se pregăteşte în vederea protejării mediului. Pentru aceasta, peste găurile forate se plasează, cu ajutorul braţului excavatorului, o **saltea amortizoare**, confecţionată din cauciucuri uzate, secţionate în zona radială, astfel încât să capete o formă aproape plană şi care se asamblează între ele în benzi paralele, până se obţin lăţimi de circa 6 m şi lungimi de 8 m.

Salteaua nu se ancorează ci se lasă să cadă liber.

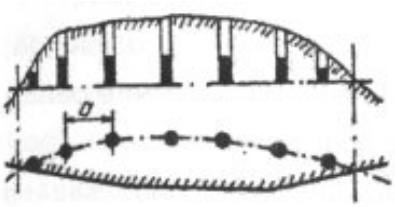
9.1.38. Explodarea încărcăturilor se face prin aprindere pirotehnică sau electrică. Aprinderea pirotehnică se practică indiferent de sezon, pe când cea electrică este permisă numai iarna.

9.1.39. La forările în stâncă se va aplica, în funcţie de condiţiile locale, **procedeul găurilor de mină** sau **procedeul găurilor de sondă**. Forările vor avea la bază scheme de forare, special concepute.

9.1.40. Procedeul găurilor de mină se poate utiliza în toate categoriile de roci, dacă înălţimea frontului de lucru nu depăşeşte 7 m. Găurile se forează cu perforatoare pneumatice şi au un diametru de 25...75 mm.

Schemele de forare vor ţine seama de înălţimea frontului de lucru, de numărul suprafeţelor libere, de configuraţia masivului stâncos şi de stratificaţie.

9.1.41. Găurile de mină pot fi verticale, înclinate sau orizontale, pot fi amplasate longitudinal (fig. 9.7) sau transversal (fig. 9.8) faţă de axul drumului şi pot fi aşezate, după necesităţi, pe un singur şir (fig. 9.9) sau pe două şiruri (fig. 9.10).



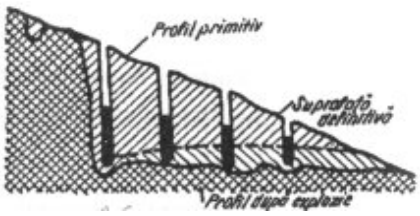


Fig. 9.7 Găuri de mină amplasate longitudinal Fig. 9.8 Găuri de mină amplasate transversal



Fig. 9.9 Găuri de mină pe un singur şir şi saltea amortizoare:
a – distanța dintre găuri
w – anticipanta
h – înălțimea frontului de lucru

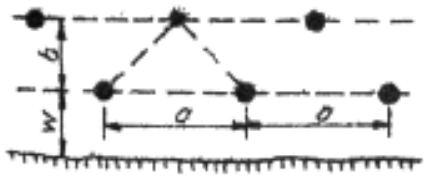


Fig. 9.10 Găuri de mină pe două şiruri:
a – distanța dintre găuri pe acelaşi şir
b – distanța dintre şiruri
w – anticipanta

La stabilirea direcţiei de forare se ține seama de stratificaţie (fig. 9.11), iar pentru sporirea efectului exploziei se pot folosi şi găuri convergente (fig. 9.12).



Fig. 9.11 Direcția găurilor de mină în funcție de stratificație şi saltea amortizoare

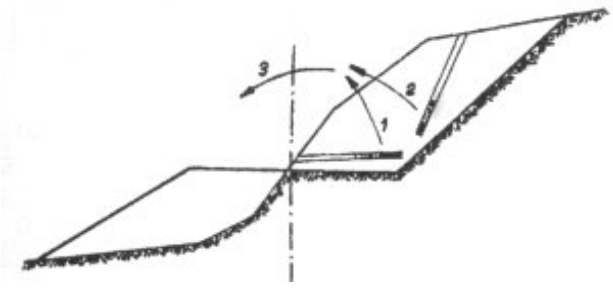


Fig. 9.12 Găuri de mină convergente

9.1.42. Dacă înălţimea frontului de lucru (*h*) nu depăşeşte 4 m, găurile de mină se forează vertical sau uşor înclinat faţă de verticală, iar adâncimea lor va fi cu 10% mai mare decât *h*; în cazul şanţurilor, găurile de mină vor fi dese şi adânci de circa 0,40 m.

9.1.43. Dacă înălţimea frontului de lucru este de 4...7 m se forează atât găuri verticale cât şi orizontale sau uşor înclinate.

9.1.44. Elementele uzuale ale schemei de forare sunt redate, orientativ, în tabelul 9.1.

Tabelul 9.1.

Elementele schemei de forare în cazul procedeului găurilor de mină

Specificaţii	Anticipanta (m)	Distanţa între găuri (m)	Distanţa între şiruri (m)	Adâncimea găurilor de mină (m)
I. Aprindere electrică	2,00...3,00	1,75...2,50	1,50...2,00	2,00...4,00
- roci semidure				
- roci dure	1,75...2,50	1,50...2,00	1,25...1,75	2,00...4,00
- roci foarte dure	1,50...2,00	1,25...1,50	1,00...1,25	2,00...4,00
II. Aprindere pirotehnică	1,75...2,50	1,50...2,00	1,25...1,75	2,00...4,00
- roci semidure				
- roci dure	1,50...2,00	1,25...1,75	1,00...1,50	2,00...4,00
- roci foarte dure	1,25...1,75	1,00...1,50	1,00...1,25	2,00...4,00

9.1.45. Consumul specific pentru diferite categorii de explozivi şi lungimea specifică a găurilor de mină sunt redate în tabelul 9.2.

Tabelul 9.2.

Consumul specific pentru diferite categorii de explozivi şi lungimea specifică a găurilor de mină

Nr. crt.	Specificaţii	Consum specific q (kg/m^3)	Lungimea găurilor de mină raportată la m^3 de rocă dislocată (m/m^3)
1	Roci semidure		0,30...0,50
	- nitramon + astralită	0,600 + 0,060	
	- astralită	0,400	
	- dinamită	0,250...0,325	
2	Roci dure		0,40...0,70
	- nitramon + astralită	0,750 + 0,075	
	- astralită	0,500	
	- dinamită	0,310...0,360	
3	Roci foarte dure		0,50...0,80
	- nitramon + astralită	1,000 + 0,100	
	- astralită	0,700	
	- dinamită	0,460...0,600	

9.1.46. Procedeul găurilor de sondă se utilizează în zonele cu stâncă compactă şi volume concentrate de rocă dură sau foarte dură şi cu înălţimi ale frontului de lucru de peste 7 m. Găurile se forează cu foreze rotopercutante, au diametrul de 100...125 mm şi adâncimea de 7..12 m. Foreza lucrează pe şantier în asociaţie cu un grup electrogen şi cu un motocompresor care o alimentează cu energia necesară.

9.1.47. Găurile de sondă pot fi forate orizontal, vertical sau puţin înclinate faţă de aceste direcţii.

9.1.48. Elementele uzuale ale schemei de forare, în cazul găurilor de sondă amplasate orizontal, sunt redate în figura 9.13.

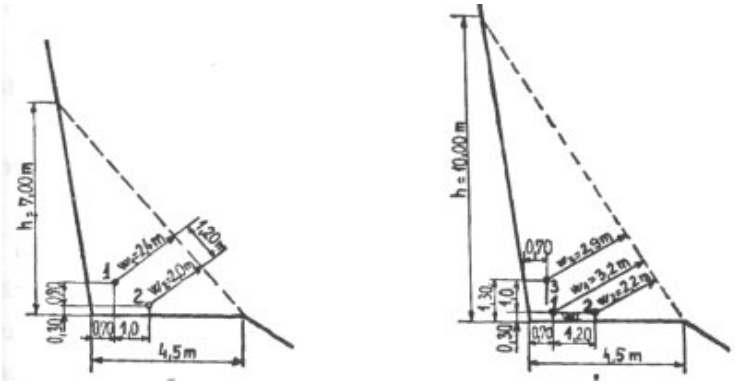


Fig. 9.13 Elementele schemei de forare pentru diferite înălţimi ale frontului de lucru, în cazul găurilor de sondă amplasate orizontal: 1,2,3 – găuri de sondă; w_1,w_2,w_3 - anticipante

9.1.49. În terenurile cu înclinare transversală de peste 100% şi înălţimi mari ale frontului de lucru, pentru a se evita apariţia de surplombe, cu pericole de accidentare, se vor practica găuri de sondă verticale sau uşor înclinate (fig. 9.14).

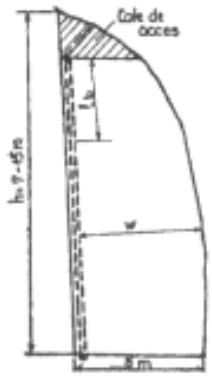


Fig. 9.14 Găuri de sondă amplasate vertical:
w – anticipanta; L_b – lungimea de buraj

9.1.50. Consumul specific de exploziv, în funcţie de duritatea rocilor, este de 0,55...0,92 kg/m^3, când nitramonul este exploziv de bază, respectiv 0,35...0,65 kg/m^3, când astralita este exploziv de bază.

Amorsarea încărcăturilor de nitramon se face cu astralită (8...9% din cantitatea explozivului de bază) sau cu dinamită (5...6%).

9.1.51. Burarea găurilor de mină sau de sondă se face pe cel puţin 1/3 din lungimea lor.

9.1.52. Intensitatea exploziei, la suprafaţă, se apreciază prin intermediul coeficientului de azvârlire „n”, dat de relaţia:

$$n = \frac{r}{w}, \qquad (9.1)$$

în care *r* este raza pâlniei formate în stâncă în urma exploziei, iar *w* – anticipanta, respectiv distanţa dintre încărcătura explozivă şi cea mai apropiată suprafaţă liberă.

Dacă n < 1 atunci efectul exploziei este redus (de fisurare), pentru n = 1 explozia este normală, iar pentru n > 1 explozia are un efect de azvârlire.

Se va urmări practicarea de explozii normale, evitându-se exploziile de azvârlire care afectează mediul înconjurător.

9.1.53. După producerea exploziilor se va proceda la sfărâmarea secundară a blocurilor de stâncă, prin explozii uşoare.

9.1.54. Îndepărtarea materialului derocat, în vederea degajării platformei drumului, se face în conformitate cu destinaţia acestuia:

- dacă materialul derocat se deplasează în rambleu sau în depozit, evacuarea sa se face cu lama buldozerului, prin împingere; pentru a preveni rostogolirea bolovanilor pe versant şi degradarea arborilor aflaţi în aval de ampriza drumului, se vor executa parapeţi de lemn (fig. 9.15);

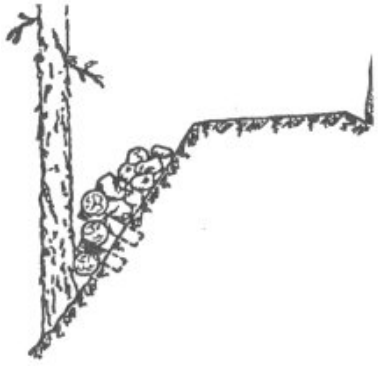


Fig. 9.15 Parapeţi din lemn pentru reţinerea pe versant a bolovanilor de stâncă proveniţi din derocări

- dacă materialul derocat este destinat lucrărilor de artă, apărare – consolidare, suprastructură etc., el se încarcă cu excavatoare sau încărcătoare în mijloace de transport şi se deplasează la locul de punere în operă sau la staţia de concasare;

9.1.55. În cazul folosirii concasoarelor mobile, acestea pot fi alimentate direct de excavator, fără a mai mobiliza şi un alt utilaj pentru deservirea concasorului.

9.1.56. După realizarea derocărilor şi finisarea terasamentelor, se vor identifica, pe toată ampriza drumului, zonele dezvelite prin derocări şi se vor acoperi cu pământ vegetal, împrăştiat cu excavatorul.

9.1.57. Când rambleul este alcătuit integral din blocuri de stâncă, acesta se va acoperi cu pământ, rezultat din excedentele de debleu, pentru a permite instalarea vegetaţiei pe taluzuri. Pământul, basculat din remorci, se împrăştie cu excavatorul.

9.1.58. La organizarea şi executarea lucrărilor cu explozivi se va acorda, permanent, o atenţie deosebită respectării normelor de tehnica securităţii muncii.

9.2. Lucrări de apărare – consolidare

9.2.1. Lucrările de apărare – consolidare urmăresc să protejeze terasamentele împotriva acţiunii distructive a factorilor climatici şi să menţină calitatea şi stabilitatea acestora pe toată durata exploatării drumului**.**

9.2.2. Principalele lucrări de apărare – consolidare au drept scop:

- colectarea şi evacuarea apelor de suprafaţă (meteorice);
- colectarea şi evacuarea apelor subterane;
- consolidarea şi protejarea taluzurilor;
- sprijinirea terasamentelor;
- protejarea drumului împotriva avalanşelor de zăpadă.

9.2.3. Lucrările de apărare – consolidare se execută în paralel sau imediat după execuţia terasamentelor şi, fiind în general costisitoare, trebuie bine justificate tehnic şi economic.

9.2.4. La proiectarea şi execuţia lucrărilor de apărare – consolidare se vor respecta, în măsura posibilităţilor, următoarele deziderate:

- utilizarea materialelor locale în vederea reducerii distanţelor de transport;
- extinderea soluţiilor de consolidare biologică;
- introducerea procedeelor bazate pe folosirea geosinteticelor;
- evitarea soluţiilor tehnice bazate pe folosirea betonului;
- refacerea echilibrului ecologic al zonei afectate de execuţia drumului;
- încadrarea soluţiilor cât mai bine în peisaj;
- realizarea unor lucrări durabile şi estetice, la costuri cât mai reduse.

A. Colectarea şi evacuarea apelor de suprafaţă

9.2.5. Colectarea şi evacuarea apelor de suprafaţă se face prin *şanţuri şi rigole laterale, casiuri, şanturi de gardă* şi *canale de evacuare.*

9.2.6. Şanţurile şi rigolele laterale, precum şi **casiurile**, care fac parte din ampriza drumului, vor respecta prevederile articolelor 7.4.26, 7.4.27, 7.4.28 din normativ.

9.2.7. *Şanţurile de gardă* servesc pentru interceptarea, colectarea şi evacuarea apei de suprafaţă, care se scurge de pe terenul înconjurător spre terasamente, şi poate provoca degradarea acestora sau supraîncărcarea şanţurilor laterale. De regulă, şanţul de gardă se amplasează la o distanţă de cel puţin 5 m faţă de muchia debleului (fig. 9.16 a), pământul

rezultat depozitându-se sub forma unui cavalier, cu o înclinare de 2% spre şanţ, iar, în cazul rambleului, la cel puţin 2 m de piciorul taluzului (fig. 9.16 b), pământul rezultat nivelându-se sub forma unei banchete, cu înclinarea de 2% spre şanţ.

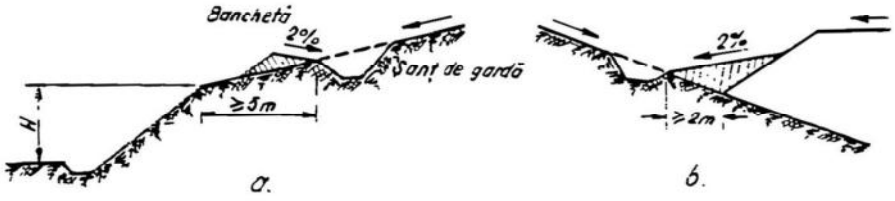


Fig. 9.16. Amplasarea şanțului de gardă:
a – în cazul debleului; b – în cazul rambleului

Apele colectate de şanţurile de gardă nu se conduc spre şanţurile laterale ci se evacuează separat. În porțiunile în care şanțurile de gardă au pante mari şi viteza apelor depăşeşte limitele admise se iau măsuri de canalizare (amenajări de trepte sau căptuşeli pe toată lungimea lor).

9.2.8. ***Canalele (şanțurile) de evacuare*** servesc la:

- preluarea apei din şanţurile colectoare şi evacuarea ei de la terasamente în lateral, spre depresiuni sau spre poduri şi podeţe;
- devierea unor cursuri de apă pentru a evita execuția unor poduri, dacă acest lucru conduce la economii (fig. 9.17);
- evacuarea apei din depresiunile pe care le traversează traseul şi unde apa ar putea stagna, provocând umezirea terasamentelor.

Traseul şanţurilor de evacuare se execută, pe cât posibil, în linie dreaptă. Eventualele curbe trebuie să aibă o rază de cel puțin 10...12 m. Acolo unde pantele sunt prea mari se pot executa cascade sau canale de fugă.

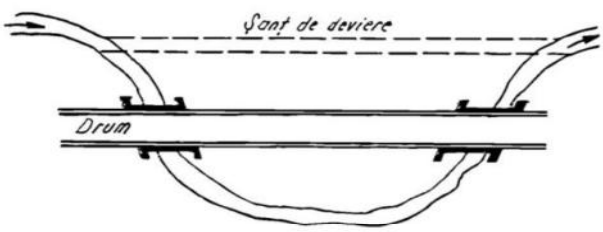


Fig. 9.17 Devierea unui curs de apă pentru evitarea podurilor

B. Colectarea şi evacuarea apelor subterane

9.2.9. Colectarea şi evacuarea apelor subterane şi/sau coborârea nivelului lor se realizează cu ***drenuri deschise***, ***drenuri închise*** şi ***puţuri absorbante***.

9.2.10. ***Drenurile deschise*** sunt formate din şanţuri sau rigole cu fundul impermeabilizat, care colectează şi apele pluviale (fig. 9.18). Când şanţurile deschise ajung până la stratul acvifer îndeplinesc rolul unui **dren perfect**. Dacă stratul acvifer are adâncime mai mare, şanţul de drenaj se realizează până la adâncimea calculată pentru coborârea nivelului apelor subterane, însă fundul şi partea inferioară a pereţilor săi se căptuşesc cu un strat de pământ impermeabil, obţinându-se un **dren imperfect**.



Fig. 9.18 Şanţuri de drenaj: a – dren perfect; b – dren imperfect

9.2.11. ***Drenurile închise*** sunt destinate numai colectării apelor subterane şi se utilizează pentru straturi acvifere cu grosimi de 2...5 m, situate la adâncimi de până la 10 m.

Schema de principiu a unui dren închis este redată în figura 9.19.

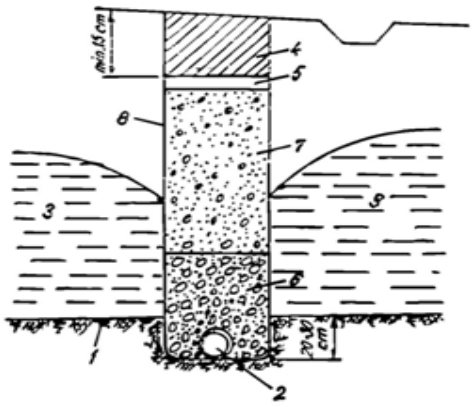


Fig. 9.19 Dren închis:
1 – strat impermeabil; 2- tub de minimum 10 cm diametru; 3 – pânză de apă; 4 – argilă; 5 – strat izolator (paie sau fân); 6 – pietriş sau piatră spartă; 7 – nisip; 8 – tranşee

Drenul este alcătuit dintr-un corp drenant, executat din materiale pietroase, la baza căruia se amplasează dispozitivul de colectare şi evacuare, care poate fi un tub drenant prevăzut cu fante (fig. 9.20) sau o umplutură pietroasă – dren fără tub (fig. 9.21 şi fig. 9.22).

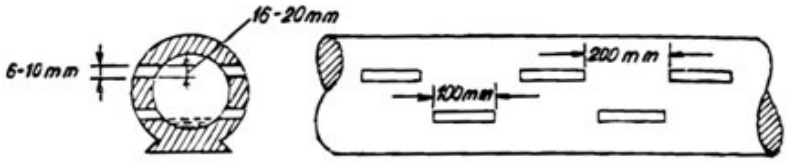


Fig. 9.20 Tub de dren cu fante

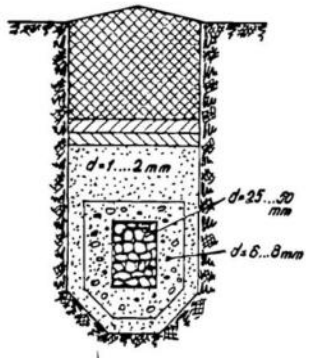


Fig. 9.21 Dren din umpluturi cu materiale pietroase (dren fără tub)

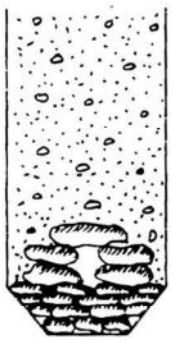


Fig. 9.22 Dren din zidărie de piatră

Drenurile fără tub pot fi utilizate pentru lungimi mici şi pentru debite mici. Panta minimă a drenurilor fără tub este de 1%, iar a celor cu tub de 0,2%. Panta maximă este de 10%.

9.2.12. ***Puțurile absorbante*** sunt drenuri verticale care facilitează coborârea nivelului apelor subterane prin străpungerea unor straturi impermeabile, asigurând scurgerea apelor dintr-un strat acvifer, aflat aproape de suprafață, într-un strat absorbant, aflat la adâncime (fig. 9.23).

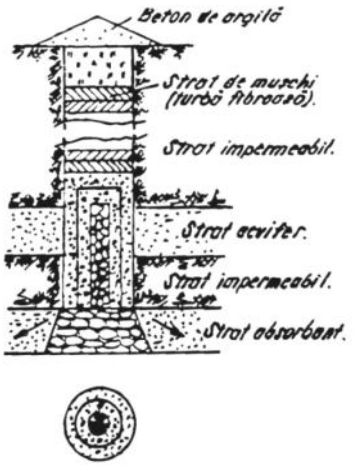


Fig. 9.23 Puț absorbant

Executarea puțurilor absorbante presupune, în principal, următoarele condiții:

- stratul absorbant să aibă capacitate suficientă de absorbție a apei;
- stratul impermeabil, ce urmează să fie străpuns prin forare, să aibă o grosime relativ mică;
- să nu existe fenomene de alunecare în zona drumului.

Când există fenomene de alunecare se prevăd, în primul rând, măsuri de urmărire şi înlăturare a cauzelor ce le provoacă.

Se recomandă ca puțurile absorbante să fie executate la o distanță de cel puțin 10 m de drum.

C. Consolidarea şi protejarea taluzurilor

9.2.13. Consolidarea şi protejarea taluzurilor are drept scop prevenirea şi/sau atenuarea degradărilor pe care le-ar putea provoca factorii naturali agresivi. Procedeele tradiționale de apărare – consolidare a taluzurilor sunt: ***înierbarea prin însămânțare***, ***plantarea de arbori sau arbuşti***, ***acoperirea cu nuiele sau fascine***, ***acoperirea cu brazde***, ***protejarea cu cleionaje sau/şi gărdulețe***, ***acoperirea cu pereuri***, ***protejarea cu plase simple sau torcretate***, ***apărarea cu anrocamente***, ***apărări cu gabioane***, ***apărarea cu căsoaie*** şi ***protejarea cu stabilopozi***.

Din rândul procedeelor mai recente fac parte: ***însămânțările cu ajutorul mulch-ului***, ***covoarele de iarbă***, ***protecția antierozională cu geotextile şi pământul armat***. În anumite situații se pot realiza şi combinații din procedeele enumerate.

9.2.14. Înierbarea prin însămânţare se utilizează în cazul taluzurilor la care nu există siguranţa că se vor acoperi singure cu iarbă şi care nu prezintă semne vizibile de deteriorare, putându-se astfel aştepta până când iarba semănată se va dezvolta suficient pentru a realiza o consolidare.

Împrăştierea seminţelor pe taluz se face direct pe acesta, fie pe un strat de pământ vegetal, de 10...15 cm grosime, aşternut în prealabil.

9.2.15. Plantarea de arbori sau arbuşti se realizează cu specii forestiere corespunzătoare condiţiilor locale, atât din punct de vedere al consolidării drumului cât şi sub aspectul utilităţii economice a speciilor, conform indicaţiilor din ANEXA 9.3.

9.2.16. Acoperirea cu fascine (în suluri sau saltele) se foloseşte în zonele cu apă permanentă şi curent puternic ce erodează baza taluzurilor (fig. 9.24).

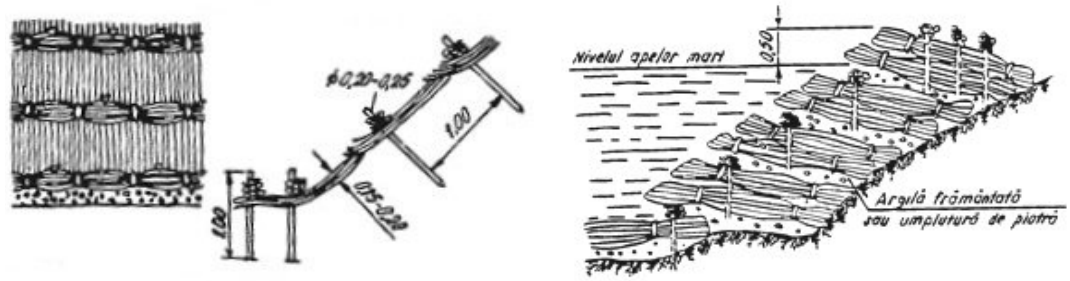


Fig. 9.24 Protejarea taluzului cu fascine

9.2.17. Acoperirea cu brazde se execută pe timp umed, aplicându-se direct pe taluz sau, în cazul pământurilor nisipoase şi pietroase, pe un strat de pământ vegetal de 5...8 cm. Au dimensiunile 7...10 cm grosime şi 25/25 cm sau 25/40 cm la dimensiunile feţei şi se fixează cu ţăruşi de lemn de 2 cm diametru (fig. 9.25 şi fig. 9.26).

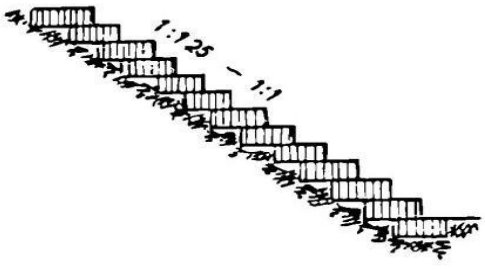


Fig. 9.25 – Protejarea cu brazde aşezate suprapus

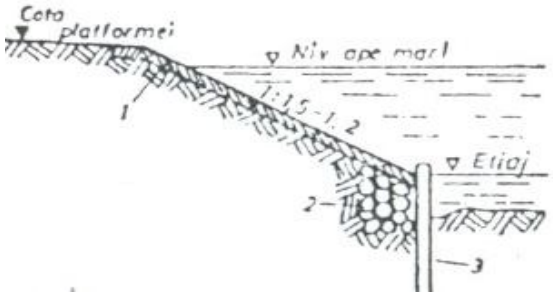


Fig. 9.26. Protejarea cu brazde şi piatră
1 – brazde; 2 – piatră; 3 – piloți din lemn.

Aşezarea brazdelor pe taluz se poate face în câmp continuu (fig. 9.27) sau în benzi înclinate la 45^0 faţă de linia de cea mai mare pantă, astfel încât să formeze carouri care, în interior, se pot însămânţa (fig. 9.28).

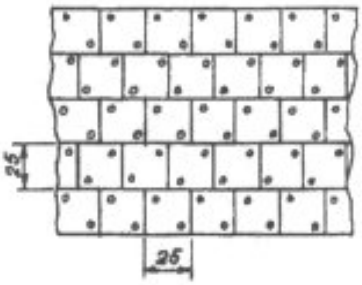


Fig. 9.27 Aşezarea brazdelor în câmp continuu

La ultimul procedeu, la părţile superioară şi inferioară a taluzului se execută o bandă continuă de brazde, având lăţimea de minimum 50 cm.

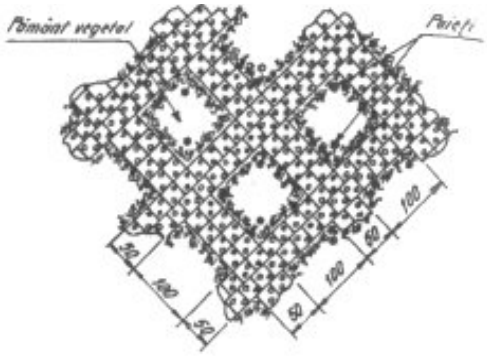


Fig. 9.28 Aşezarea brazdelor în benzi astfel încât să formeze carouri

9.2.18. Protejarea cu caroiaje sau/şi gărdulețe (fig. 9.29) se utilizează în regiunile cu ploi abundente la taluzurile de peste 2 m înălțime, constituite din pământuri pietroase sau nisipoase. Ele se execută din cleionaje sau gărdulețe din nuiele împletite pe țăruşi bătuți în pământ iar suprafețele din interior se îmbracă cu pământ vegetal şi se însămânțează, plantează sau acoperă cu brazde. Se asigură astfel o protecție bună a taluzurilor împotriva spălărilor şi lunecărilor superficiale.

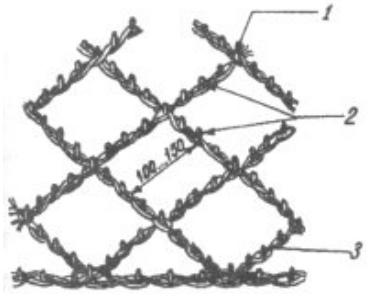


Fig. 9.29. Caroiaje din gărdulețe de nuiele împletite:
1-țăruş de colț (100...150 cm); 2-țăruş intermediar (75...100 cm); 3-împletitură de nuiele

9.2.19. Acoperirea cu pereuri se prevede numai în cazul taluzurilor a căror înclinare nu depăşeşte 1/1 (fig. 9.30). Este indicată, în special, în cazul taluzurilor amplasate pe malul apelor şi expuse loviturilor valurilor şi gheţurilor; înălțimea de pereere a taluzului trebuie să depăşească nivelul maxim al apelor cu circa 50 cm.

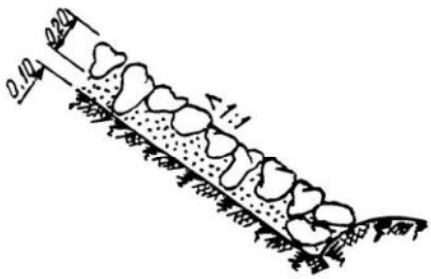


Fig. 9.30 Pereu din piatră brută

Pentru a nu fi afuiate, pereurile se execută pe o fundație şi se protejează cu anrocamente (fig. 9.31).

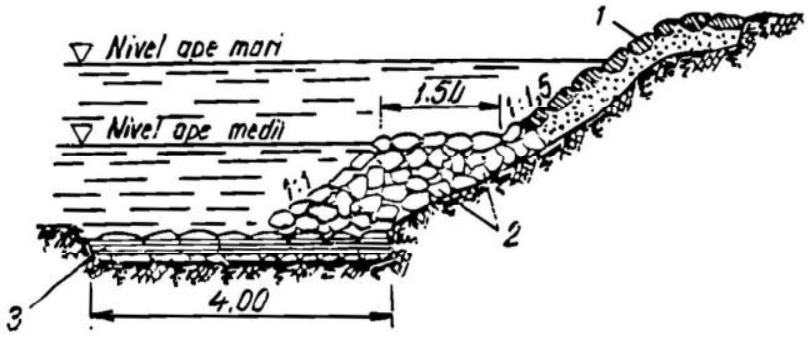


Fig. 9.31 Pereu din piatră pe anrocament cu fundaţie pe saltea din fascine
1– pereu uscat; 2 – anrocament; 3 – saltea de fascine.

9.2.20. Protejarea cu plase libere sau torcretate se recomandă în cazul taluzurilor executate în roci friabile, aflate în diferite stadii de alterare.

Plasele ancorate libere (fig. 9.32) se fixează cu piroane din 0B37 (bătute la distanţe de 2...4 m) ca protecţie pe durata execuţiei unor lucrări la baza taluzului şi se pot demonta ulterior; păstrarea lor favorizează fixarea vegetaţiei pe taluz.

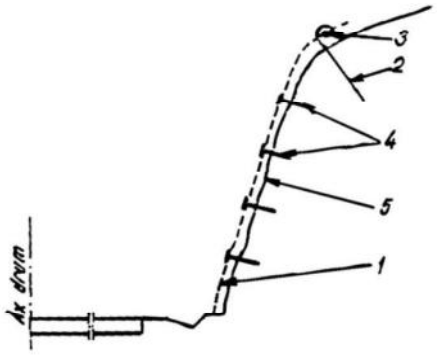


Fig. 9.32 Protejarea taluzurilor cu plase ancorate libere:
1 – plasă ancorată liberă; 2 – ancoră betonată; 3 – bară de legătură;
4 – piroane; 5 – taluz finisat

Plasele ancorate torcretate (fig. 9.33) se aplică, de regulă, pe taluzuri de debleu, în scopul evitării alterării progresive a rocilor pe taluz şi pentru protecţia circulaţiei contra căderilor de stânci. Fixarea lor se face ca şi la plasele libere, după care se aplică deasupra, prin torcretare, un strat de beton a cărui grosime depinde de natura rocii şi de gradul de alterare al acesteia.

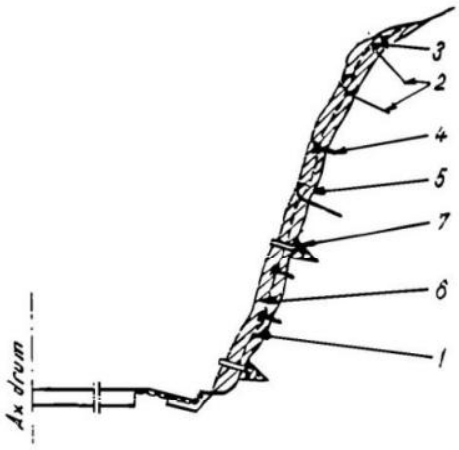


Fig. 9.33 Protejarea taluzurilor cu plase ancorate torcretate
1 – plasă ancorată; 2 – ancore betonate; 3 – bară de legătură; 4 – piroane; 5 – taluz finisat; 6 – beton aplicat prin torcretare; 7 - barbacane

9.2.21. Apărarea cu anrocamente se foloseşte în regiunile unde piatra poate fi procurată cu uşurinţă la dimensiuni mari; se practică pentru consolidarea părţilor inundate ale taluzurilor de rambleu, aflate în lungul cursurilor de apă şi apare sub forma unor pinteni de secţiune trapezoidală sau triunghiulară (fig. 9.34).

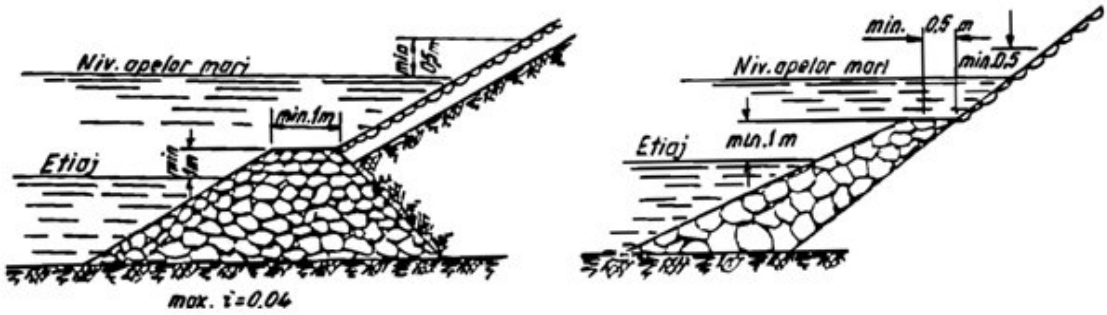


Fig. 9.34 Anrocamente

În cazul terenurilor afuiabile, anrocamentele se aşează pe saltele sau paturi de fascine (fig. 9.35).

Anrocamentele permit mecanizarea parţială a execuţiei şi contribuie şi la sprijinirea terasamentelor.

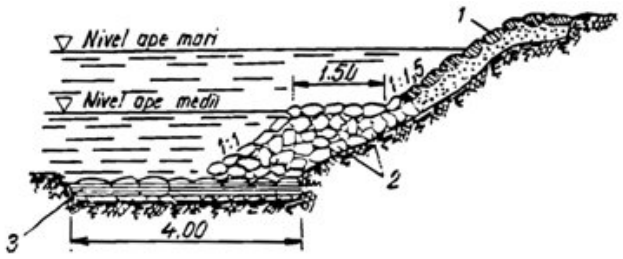


Fig. 9.35 Pereu din piatră pe anrocament cu fundație pe saltea din fascine
1– pereu uscat; 2 – anrocament; 3 – saltea de fascine.

9.2.22. Apărarea cu gabioane este indicată în zonele lipsite de blocuri mari de piatră, precum şi la cursurile de apă cu scurgere intermitentă, unde nu se pot folosi fascine din cauză că sunt supuse uscării. Sunt cutii, cu capac mobil, confecţionate din sârmă galvanizată sau geogrile umplute cu piatră brută (fig. 9.36). Lungimea cutiilor variază între 2 şi 6 m, iar celelalte dimensiuni între 0,5 şi 1 m.

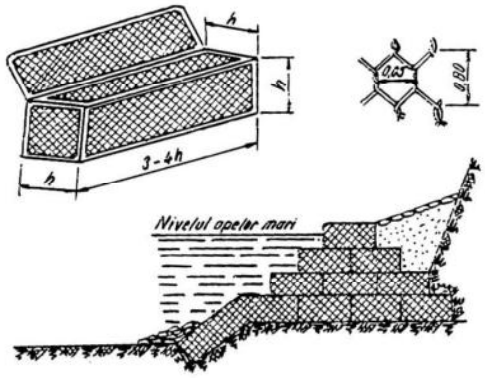


Fig. 9.36 Protejarea taluzurilor cu gabioane

În cazul terenurilor afuiabile, gabioanele – cutii se aşează pe un pat de fascine de 25…30 cm grosime, pentru a se evita eroziunea terenului de sub gabion.

Uneori, în locul gabioanelor – cutii se utilizează gabioane monolite, sub formă de saltele deformabile (fig. 9.37).

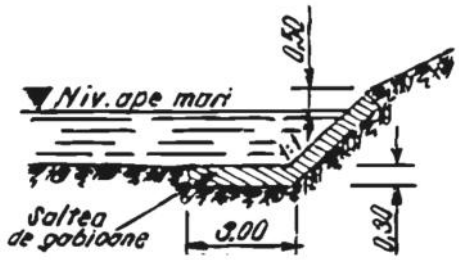


Fig. 9.37 Saltea de gabioane

9.2.23. Apărarea cu căsoaie este indicată, în special, în cursurile superioare ale pâraielor, unde viteza apelor este mare, dar poate fi extinsă şi în alte zone din lungul cursului de apă. Căsoaiele sunt construcţii din lemn şi piatră, de forma unor cutii simple sau compartimentate, care, pe lângă protejarea taluzului, contribuie şi la sprijinirea terasamentului (fig. 9.38). Pentru a creşte durabilitatea construcţiei se recomandă ca pereţii din lemn ai cutiei să fie bine închegaţi, să aibă la bază o podină, iar lestarea să se facă obligatoriu cu piatră brută (nu cu balast sau pământ din terasament).

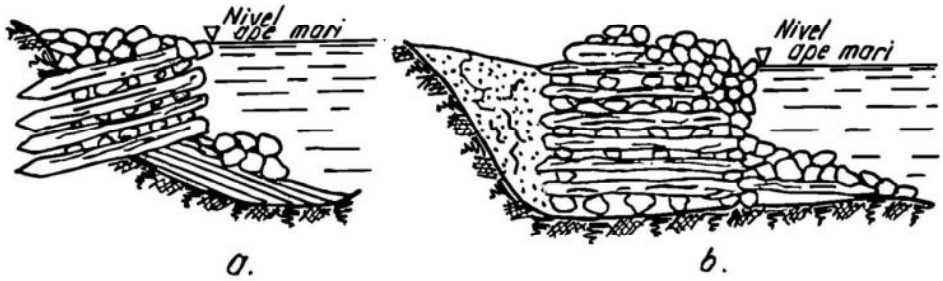
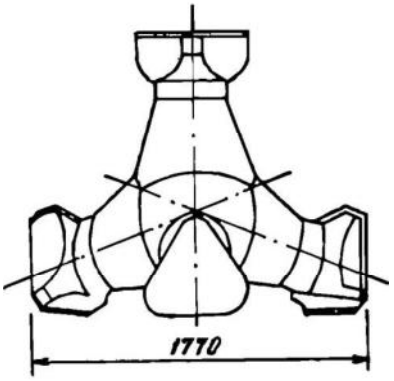


Fig. 9.38 Căsoaie din lemn: a - simplă; b - cu pereţi dubli, compartimentată

9.2.24. Protejarea cu stabilopozi se poate utiliza, doar excepţional şi în cazuri bine justificate economic, la drumuri forestiere care se desfăşoară în lungul reţelei hidrografice. Stabilopodul este un corp spaţial simetric cu patru picioare, terminate fiecare cu protuberanţe (fig. 9.39). Se confecţionează sub formă de prefabricate din beton sau beton armat şi are o masă de 2,1 t (0,866 m^3).

Se aşează legaţi sau nelegaţi între ei, sub formă de cordoane şi servesc la disiparea energiei apei, protejând în acest fel corpul drumului. De obicei, se folosesc în combinaţie cu

anrocamentele sau zidurile de sprijin (fig. 9.40), în zonele unde acestea sunt suprasolicitate de viituri mari.



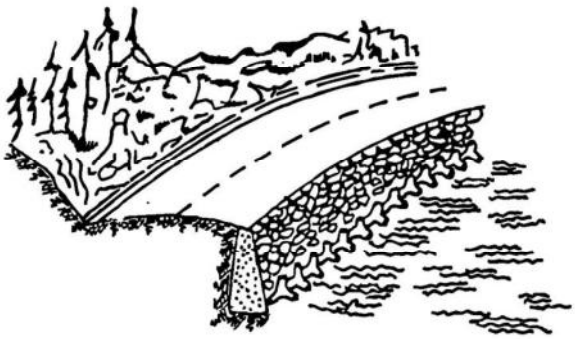


Fig. 9.39 Stabilopod *Fig. 9.40 Protejarea cu stabilopozi şi ziduri de sprijin*

9.2.25. Însămânțările cu ajutorul mulch-ului constituie un procedeu relativ nou, care presupune efectuarea următoarelor operaţii: răspândirea pe taluz a seminţelor, aplicarea mulch-ului şi fixarea mulch-ului cu ajutorul unei emulsii de bitum. Primele două operaţii pot fi inversate.

Aplicarea pe taluz se realizează cu maşini speciale, cantităţile de materiale necesare la 100 m^2 fiind: 4 kg seminţe, 4 kg îngrăşăminte, 100 kg paie şi 30 kg bitum rezidual. Mai nou se urmăreşte extinderea la prepararea mulch-ului a agrospumei.

9.2.26. Covoarele de iarbă sunt rogojini prefabricate din trestie si paie, peste care se împrăştie un amestec de turbă, îngrăşăminte şi seminţe. Se livrează pe şantier sub forma de suluri, fiind apoi derulate pe taluz şi fixate prin ţăruşi.

Se vor folosi numai în cazuri deosebit de dificile, fiind un procedeu costisitor.

9.2.27. Protecţia antierozională a taluzurilor cu geotextile serveşte fie la protejarea taluzurilor împotriva acţiunii precipitaţiilor şi a vântului, fie pentru protejarea taluzurilor împotriva acţiunii valurilor şi curenţilor de apă. Se disting următoarele procedee:

- acoperirea suprafeţelor expuse cu un strat de geotextil care să asigure protecţie până la fixarea şi maturizarea unui covor vegetal, însămânţat anterior sau ale cărui seminţe sunt conţinute în geotextil (fig. 9.41 şi fig. 9.42);

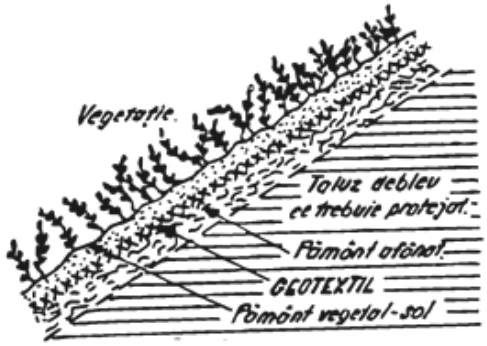


Fig. 9.41 Protecția antierozională cu geotextil, care se însămânțează ulterior

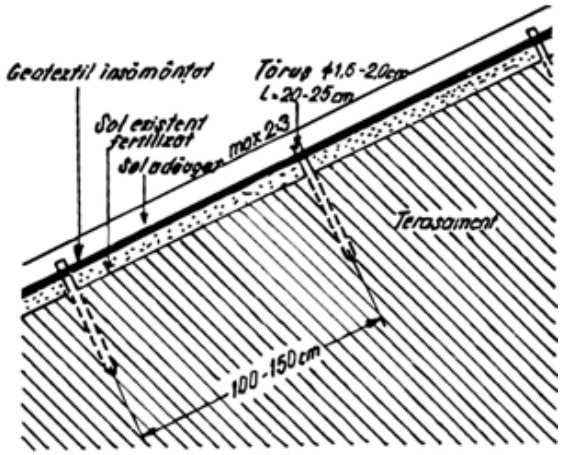


Fig. 9.42 Protecția antierozională cu geotextil însămânțat anterior fixării pe taluz

- realizarea unor structuri din geotextil fixat cu ţăruşi pe suprafeţele expuse (fig. 9.43);

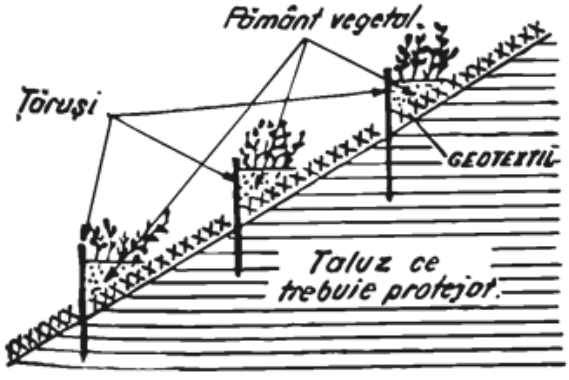


Fig. 9.43 Protecția antierozională cu geotextil şi formarea de mici terase

- placarea suprafeţei taluzurilor foarte înclinate cu saci din geotextil, umpluți cu pământ local sau cu piatră (fig. 9.44);

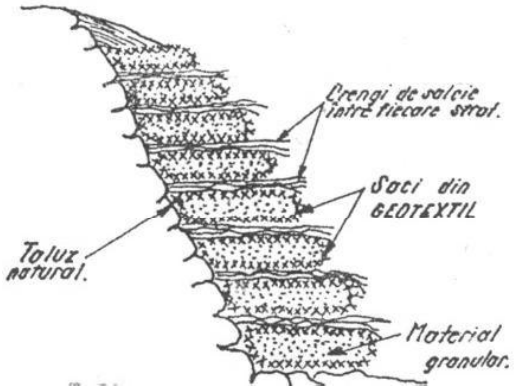


Fig. 9.44 Protejarea şi stabilizarea unui taluz prin placarea cu saci din geotextil umpluți cu material granular şi crengi de salcie

- apărări uşoare din două straturi, respectiv strat de piatră peste geotextil (fig. 9.45), care urmăresc combaterea acţiunii valurilor şi a curentului apelor curgătoare;

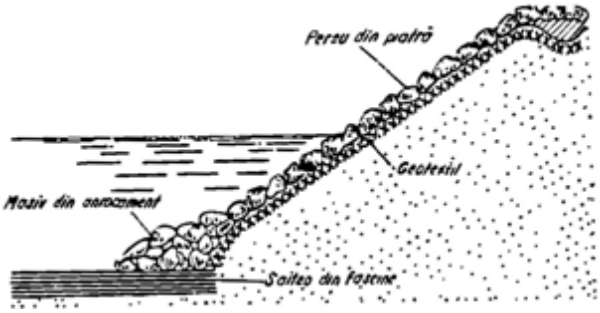


Fig. 9.45 Apărări uşoare de taluzuri, aflate în contact cu apa, cu folosirea de geotextile

- apărări grele din trei straturi, respectiv geotextil aşternut direct pe taluz, peste care se întinde un material granular mărunt, iar deasupra se aşează blocuri de piatră (fig. 9.46);

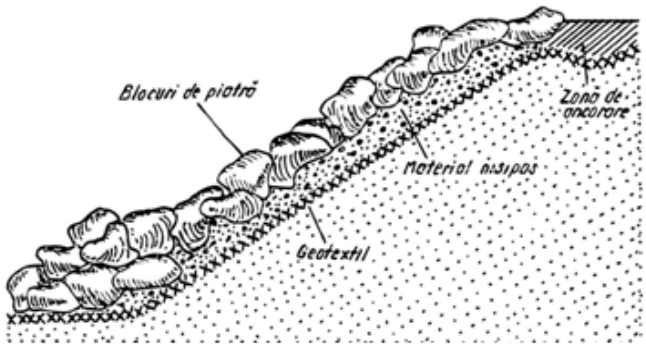


Fig. 9.46 Apărări grele de taluzuri, aflate în contact cu apa, cu folosirea de geotextile

9.2.28. Pământul armat este un material de construcţie rezultat din asocierea şi conlucrarea unui material granular, rezistent la compresiune şi forfecare, cu un material de armare – geosintetic, capabil să preia eforturi de întindere. Se utilizează la taluzuri cu pante abrupte (fig. 9.47).

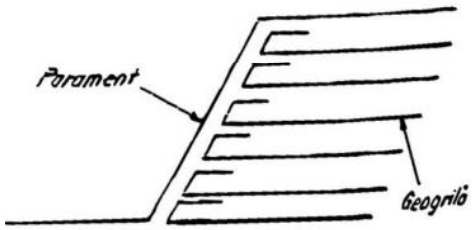


Fig. 9.47. Taluz abrupt armat cu geogrile

D. Sprijinirea terasamentelor

9.2.29. Sprijinirea terasamentelor asigură stabilitatea acestora în zonele supuse fenomenelor de alunecare, precum şi în terenurile accidentate cu pante transversale mari, şi constă, de regulă, din executarea de z***iduri de sprijin***, iar uneori din ***piloţi de susţinere***. La sprijinirea terasamentelor contribuie şi ***anrocamentele***, ***gabioanele*** şi ***căsoaiele***, prezentate anterior.

9.2.30. Zidurile de sprijin, în raport cu funcţia îndeplinită, pot fi ***ziduri de căptuşire*** sau ***ziduri de rezistenţă.***

9.2.31. Zidurile de căptuşire (fig. 9.48) nu preiau împingeri ale pământului, având doar rol de protecţie pentru taluzuri de debleu, executate în roci alterabile. Se realizează din zidărie

aplicată direct pe taluz, au dimensiuni constructive, paramentul având fructul de 3:1 până la 10:1, în funcţie de starea rocii protejate, grosimea zidăriei fiind de 0,40 m la coronament şi (0,40 + h/10) m la bază.

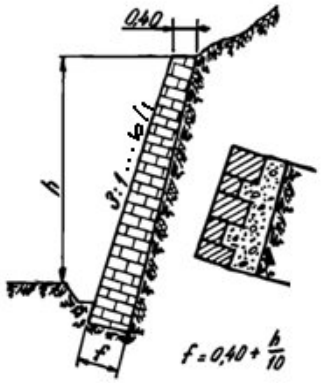


Fig. 9.48. Zid de căptuşire (fruct 3/1…10/1)

9.2.32. Zidurile de rezistenţă (fig. 9.49) preiau împingerea pământului şi servesc la sprijinirea taluzurilor de rambleu sau debleu. În plus, ele reduc volumul terasamentelor şi, atunci când sunt amplasate la apă, apără piciorul taluzului de rambleu împotriva spălării şi afuierii.

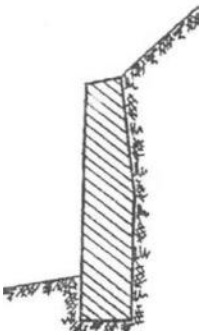


Fig. 9.49 Zid de rezistenţă

Se dimensionează prin calcul, încă din faza de proiectare, se fundează până sub adâncimea de îngheţ şi, pe teren, se amplasează astfel încât înălţimea lor să fie cât mai mică.

Zidurile de rezistenţă, care sprijină taluzuri de rambleu, se pot ridica până la nivelul platformei – ***zid de platformă*** sau pot sprijini numai piciorul taluzului – ***zid de picior*** (fig. 9.50), iar dacă sunt amplasate la ape curgătoare vor avea capătul amonte întors şi încastrat în corpul terasamentului şi talpa fundaţiei aşezată pe saltele de fascine de răchită.

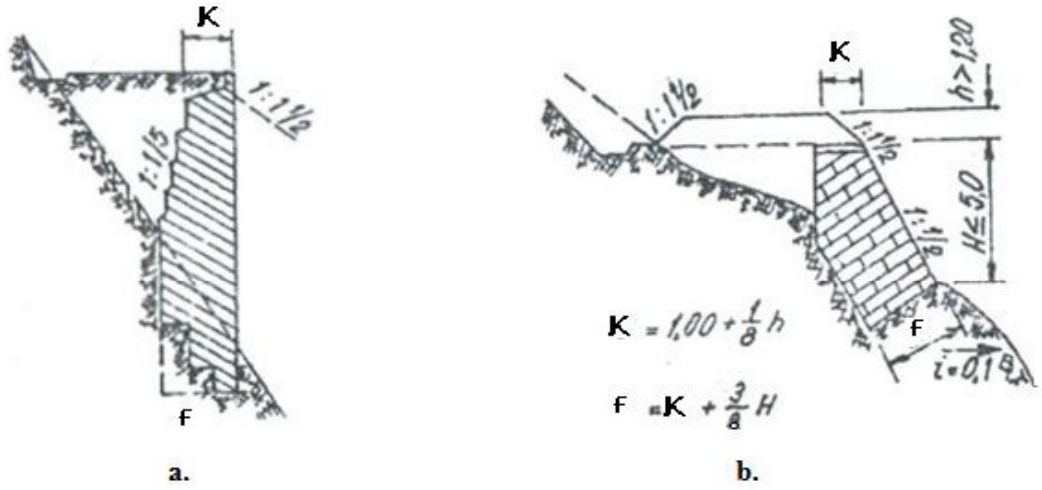


Fig. 9.50 Zid de platformă (a) şi zid de picior (b)

9.2.33. Zidurile de sprijin se execută, după caz, din ***zidărie uscată de piatră*****,** din ***zidărie de piatră cu mortar de ciment*** şi, în mod excepţional, din ***beton*** sau ***beton armat***.

Zidurile alcătuite din zidărie uscată de piatră lucrează prin greutate proprie şi se pot întrebuinţa ca ziduri de picior pentru rambleuri mai mici de 3 m înălţime. Forma şi dimensiunile lor uzuale sunt redate în figura 9.51. Spatele zidului se execută vertical sau cu o înclinare de 2:1, iar paramentul văzut cu fruct 2:1, lăţimea minimă a coronamentului se adoptă de 50 cm, cu recomandarea ca distanţa „m", de la marginea exterioară a coronamentului zidului şi până la piciorul taluzului umpluturii de deasupra să aibă valoarea de 15…20 cm.

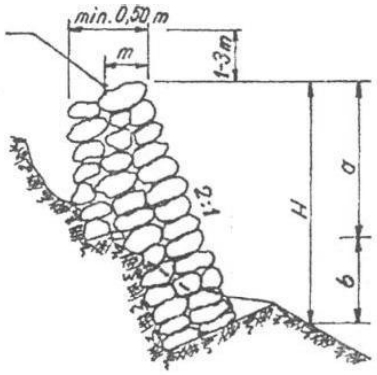


Fig. 9.51 Zid de sprijin din zidărie uscată de piatră
a – înălţime elevaţie; b – înălţime fundaţie; H – înălţime totală

Zidurile alcătuite din zidărie de piatră cu mortar de ciment şi **zidurile din beton** (fig. 9.52) se adaptează bine condiţiilor locale şi au paramentul văzut, executat astfel încât să imite piatra.

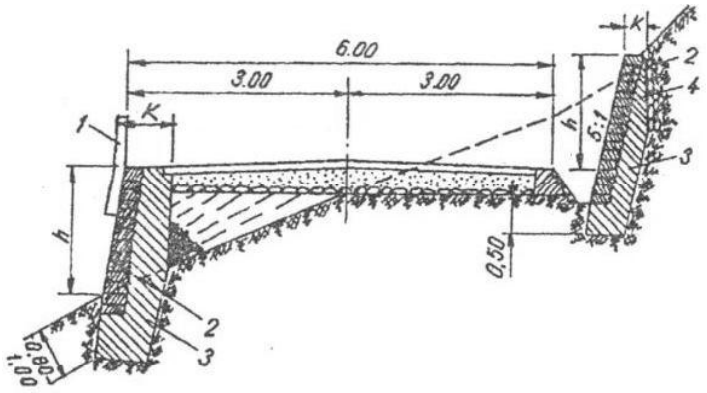


Fig. 9.52 Zid de sprijin din beton cu paramentul văzut din zidărie cu moloane:
1 – parapet; 2 – coronament; 3 – beton C 12/15; 4 – dren; K – lăţimea zidului la coronament

Din loc în loc (15 la 30 m) se lasă *rosturi de dilataţie*, iar împotriva infiltraţiilor de apă se execută, în spatele zidului, *o şapă impermeabilă de protecţie* şi *un dren cu rigolă la bază*, care conduce apa spre ***barbacanele*** executate în corpul zidului. Acestea au dimensiunile 10/20…10/25 cm şi se dispun alternant la distanţe variind între 3…5 m pe orizontală şi 1…3 m pe verticală (fig. 9.53).

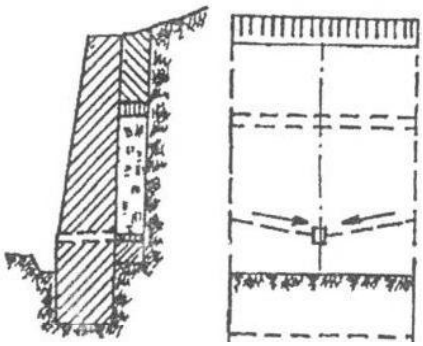


Fig. 9.53 Zid de sprijin cu dren şi barbacane

În locul soluţiilor clasice, drenul din spatele zidului se poate rezolva şi prin utilizarea pământului armat cu un geotextil cu capacitate de filtrare (fig. 9.54). Geotextilul se aşterne pe întreaga suprafaţă a construcţiei, imediat în spatele zidului, preluând integral funcţia de drenaj (soluţia A) sau poate lucra în combinaţie cu o umplutură drenantă, situaţie în care geotextilul

asigură doar o drenare parțială (soluția B). Descărcarea sistemului se face în colectoare longitudinale (tuburi).

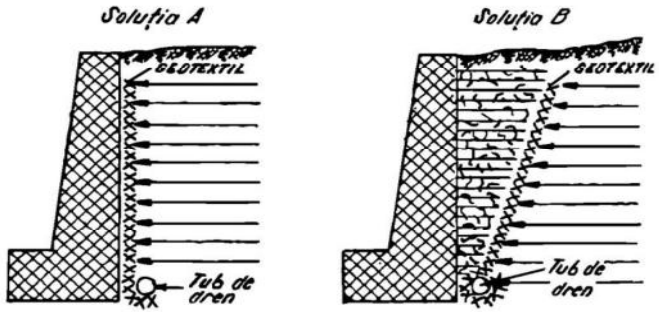


Fig. 9.54 Sisteme de drenaj cu geotextile în spatele zidurilor de sprijin

9.2.34. Zidurile de rezistență se dimensionează în funcție de convoiul de calcul admis, caracteristicile fizico-mecanice ale pământului sprijinit şi ale terenului de fundare, precum şi în funcție de materialul din care se execută.

Pentru nevoile curente ale proiectării s-au elaborat **tabele uzuale**, în două variante. O primă variantă oferă dimensiuni preliminare, care impun efectuarea verificărilor de stabilitate la răsturnare, la alunecare şi a presiunilor efective. În cea de a doua variantă, tabelele se referă la ziduri de sprijin tip şi oferă dimensiuni gata verificate, care impun doar adaptarea lor la teren.

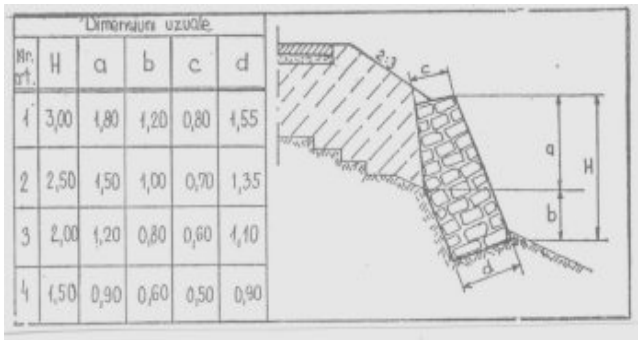
În prima variantă valorile se aleg în funcție de înălțimea masei de pământ care împinge şi de prescripțiile constructive. În continuare, se calculează, pe de o parte solicitările asupra zidului (împingerea pământului), iar pe de altă parte reacțiunile provenite din greutatea proprie a zidului şi se fac verificările corespunzătoare de stabilitate şi presiune. Toate calculele se fac pentru o lungime de zid de 1metru.

În **tabelele uzuale** aferente primei variante sunt redate dimensiunile zidurilor pentru următoarele soluții constructive:

- zid de sprijin alcătuit din zidărie uscată de piatră brută pentru rambleuri (tabelul 9.3);
- zid de sprijin alcătuit din beton sau zidărie de piatră brută cu mortar de ciment pentru rambleuri (tabelul 9.4);
- zid de sprijin alcătuit din beton sau zidărie de piatră cu mortar de ciment pentru debleuri (tabelul 9.5).

Tabelul 9.3

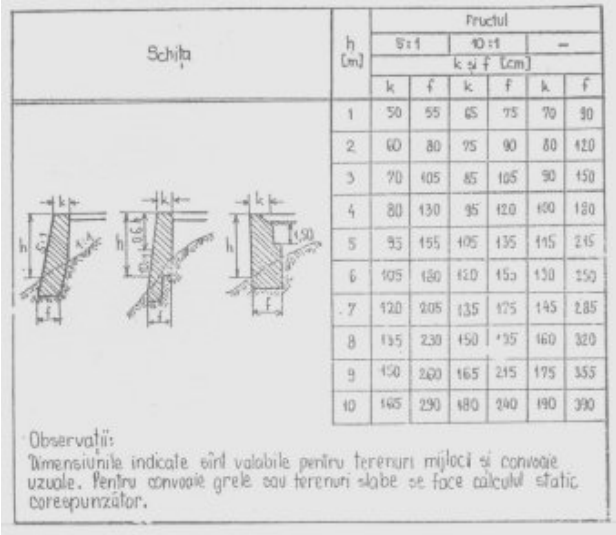
Zid de sprijin alcătuit din zidărie uscată de piatră brută pentru rambleuri



Dimensiuni uzuale					
Nr. crt.	H	a	b	c	d
1	3,00	1,80	1,20	0,80	1,55
2	2,50	1,50	1,00	0,70	1,35
3	2,00	1,20	0,80	0,60	1,10
4	1,50	0,90	0,60	0,50	0,90

Tabelul 9.4

Zid de sprijin alcătuit din sau zidărie de piatră brută cu mortar de ciment pentru rambleuri

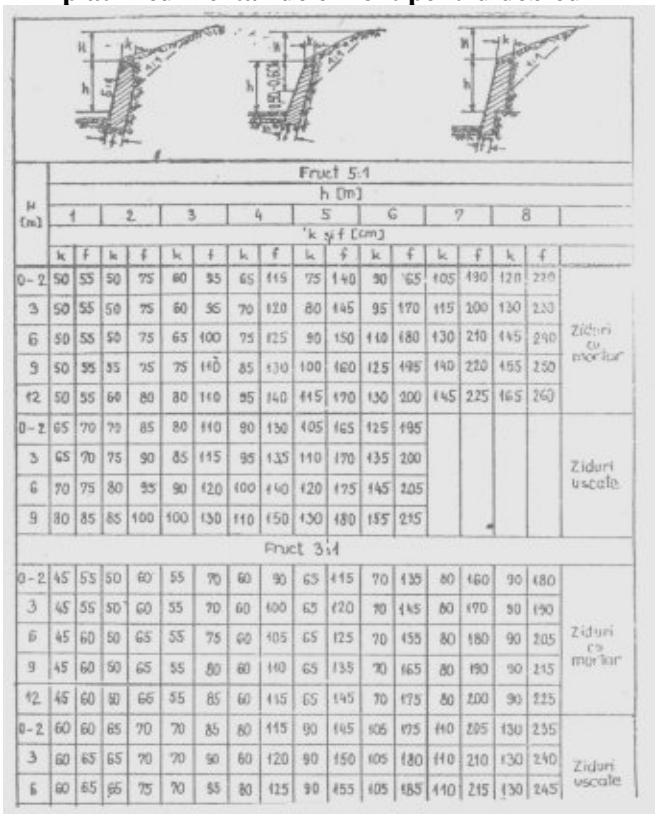


Schita	h (m)	Fructul					
		5:1		10:1		—	
		k şi f (cm)					
		k	f	k	f	k	f
	1	50	55	65	75	70	80
	2	60	80	75	90	80	120
	3	70	105	85	105	90	150
	4	80	130	95	120	100	180
	5	95	155	105	135	115	215
	6	105	180	120	150	130	250
	7	120	205	135	175	145	285
	8	135	230	150	195	160	320
	9	150	260	165	215	175	355
	10	165	290	180	240	190	390

Observaţii:
Dimensiunile indicate sînt valabile pentru terenuri mijlocii şi convoaie uzuale. Pentru convoaie grele sau terenuri slabe se face calculul static corespunzător.

Tabelul 9.5

Zid de sprijin alcătuit din beton sau zidărie de piatră cu mortar de ciment pentru debleuri



H (m)	h (m)	1		2		3		4		5		6		7		8		
		k şi f (cm)																
		k	f	k	f	k	f	k	f	k	f	k	f	k	f	k	f	
Fruct 5:1																		
0-2		50	55	50	75	60	95	65	115	75	140	90	165	105	190	120	220	Ziduri cu mortar
3		50	55	50	75	60	95	70	120	80	145	95	170	115	200	130	230	
6		50	55	50	75	65	100	75	125	90	150	110	180	130	210	145	240	
9		50	55	55	75	75	110	85	130	100	160	125	195	140	220	155	250	
12		50	55	60	80	80	110	95	140	115	170	130	200	145	225	165	260	
0-2		65	70	70	85	80	110	90	130	105	165	125	195					Ziduri uscate
3		65	70	75	90	85	115	95	135	110	170	135	200					
6		70	75	80	95	90	120	100	140	120	175	145	205					
9		80	85	85	100	100	130	110	150	130	180	155	215					
Fruct 3:1																		
0-2		45	55	50	60	55	70	60	90	65	115	70	135	80	160	90	180	Ziduri cu mortar
3		45	55	50	60	55	70	60	100	65	120	90	145	80	170	90	190	
6		45	60	50	65	55	75	60	105	65	125	70	155	80	180	90	205	
9		45	60	50	65	55	80	60	110	65	135	70	165	80	190	90	215	
12		45	60	50	66	55	85	60	115	65	145	70	175	80	200	90	225	
0-2		60	60	65	70	70	85	80	115	90	145	105	175	110	205	130	235	Ziduri uscate
3		60	65	65	70	70	90	80	120	90	150	105	180	110	210	130	240	
6		60	65	66	75	70	95	80	125	90	155	105	185	110	215	130	245	

Determinarea împingerii pământului se face pe cale analitică, grafo-analitică sau grafică, după una din metodele descrise în literatura de specialitate (cel mai frecvent prin folosirea relaţiei de calcul rezultate din aplicarea teoriei lui Coulomb).

Greutatea zidului de sprijin se determină în funcţie de dimensiunile sale şi de greutatea volumică a materialului din care este executat.

Verificarea condiţiilor de stabilitate şi presiune se face cu relaţiile clasice, condiiţiile ce trebuie îndeplinite fiind:

- coeficientul de rezistenţă la răsturnare μ:

$$\mu \geq 1,5 \qquad (9.2)$$

- coeficentul de stabilitate la alunecare pe talpa fundaţiei k:

$$k \geq 1,5 \qquad (9.3)$$

- presiunea efectivă pe talpa fundaţiei (p_{ef}) să nu depăşească presiunea admisibilă pe teren (p_a); în mod excepţional se poate admite o depăşire de 20%:

$$p_{max} = 1,2\ p_a \qquad (9.4)$$

- presiunea minimă să fie mai mare de zero, respectiv să nu existe eforturi unitare de întindere pe talpa fundaţiei, care nu pot fi preluate de pământ, deci:

$$p_{min} \geq 0 \qquad (9.5.)$$

- raportul presiunilor maximă şi minimă să nu depăşească valorea 3...5, adică:

$$\frac{p_{max}}{p_{min}} \leq 3..5 \qquad (9.6)$$

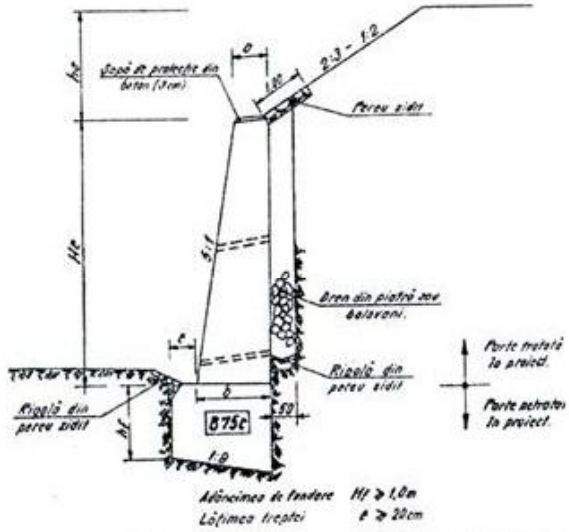
În cea de a doua variantă, **tabelele uzuale** sunt întocmite pe tipuri de ziduri de sprijin. Astfel:

- **În tabelul 9.6.** sunt redate dimensiunile şi cantităţile pentru 1 metru de zid de sprijin (rambleu sau debleu), executat din beton sau zidărie, cu fruct 5:1, având, ca valori de intrare, înălţimea suplimentară deasupra coronamentului h_s (0…9 m) şi înălţimile elevaţiei H_e (1…5 m), pentru taluzuri cu înclinări de 2/3 şi 1/2.

În baza datelor menţionate se adaptează zidul la teren, cu precizări pentru următoarele dimensiuni: lăţimea zidului la coronament (a), lăţimea zidului la bază (b) şi volumul (V, în m^3), pentru o lungime de zid de 1m.

Tabelul 9.6.

Dimensiuni şi cantităţi pentru 1metru de zid de sprijin (rambleu sau debleu)



h_z	H_e	BETON B100c						ZIDĂRIE					
		2 : 3			1 : 2			2 : 3			1 : 2		
		a	b	v	a	b	v	a	b	v	a	b	v
m	m	m	m	m^3	m	m	m^3	m	m	m^3	m	m	m^3
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	1	0,45	0,55	0,44	0,45	0,55	0,44	0,50	0,55	0,44	0,50	0,55	0,44
0	3	0,45	1,00	2,18	0,45	1,00	2,18	0,50	1,00	2,25	0,50	1,00	2,25
	5	0,60	1,60	5,50	0,60	1,60	5,50	0,55	1,60	5,38	0,55	1,60	5,38
	1	0,45	0,55	0,44	0,45	0,55	0,44	0,50	0,55	0,44	0,50	0,55	0,44
1,0	3	0,60	1,20	2,70	0,50	1,10	2,39	0,50	1,10	2,39	0,50	1,10	2,39
	5	0,75	1,75	6,25	0,70	1,70	6,00	0,70	1,70	6,00	0,60	1,60	5,50
	1	0,50	0,60	0,57	0,45	0,55	0,44	0,50	0,55	0,44	0,50	0,55	0,44
2,0	3	0,75	1,35	3,15	0,60	1,20	2,70	0,65	1,25	2,85	0,50	1,10	2,39
	5	0,95	1,95	7,25	0,85	1,85	6,75	0,80	1,80	6,50	0,70	1,70	6,00
	1	0,50	0,60	0,57	0,45	0,55	0,44	0,55	0,60	0,55	0,50	0,55	0,44
3,0	3	0,85	1,45	3,45	0,60	1,20	2,70	0,75	1,35	3,15	0,50	1,10	2,39
	5	1,10	2,10	8,00	0,90	1,90	7,00	0,95	1,95	7,25	0,75	1,75	6,25
	1	0,50	0,60	0,57	0,45	0,55	0,44	0,60	0,65	0,60	0,50	0,55	0,44
4,0	3	0,95	1,55	3,75	0,60	1,20	2,70	0,80	1,40	3,30	0,50	1,10	2,39
	5	1,25	2,25	8,75	0,95	1,95	7,25	1,05	2,05	7,75	0,80	1,80	6,50
	1	0,50	0,60	0,57	0,45	0,55	0,44	0,60	0,65	0,60	0,50	0,55	0,44
5,0	3	1,00	1,60	3,90	0,60	1,20	2,70	0,90	1,50	3,60	0,50	1,10	2,30
	5	1,35	2,35	9,25	0,95	1,95	7,25	1,15	2,15	8,25	0,80	1,80	6,50
	1	0,50	0,60	0,57	0,45	0,55	0,44	0,60	0,65	0,60	0,50	0,55	0,44
6,0	3	1,10	1,70	4,20	0,60	1,20	2,70	0,95	1,55	3,75	0,50	1,10	2,39
	5	1,45	2,45	9,75	0,95	1,95	7,25	1,25	2,25	8,75	0,80	1,80	6,50
	1	0,50	0,60	0,57	0,45	0,55	0,44	0,60	0,65	0,60	0,50	0,55	0,44
7,0	3	1,15	1,75	5,17	0,60	1,20	2,70	1,00	1,60	3,90	0,50	1,10	2,39
	5	1,50	2,50	10,00	0,95	1,95	7,25	1,30	2,30	9,00	0,80	1,80	6,50
	1	0,50	0,60	0,57	0,45	0,55	0,44	0,60	0,65	0,60	0,50	0,55	0,44
8,0	3	1,20	1,80	4,50	0,60	1,20	2,70	1,05	1,65	4,05	0,50	1,10	2,39
	5	1,60	2,60	10,50	0,95	1,95	7,25	1,35	2,35	9,25	0,80	1,80	6,50
	1	0,50	0,60	0,57	0,45	0,55	0,44	0,60	0,65	0,60	0,50	0,55	0,44
9,0	3	1,25	1,85	4,65	0,60	1,20	2,70	1,10	1,70	4,20	0,50	1,10	2,39
	5	1,65	2,65	10,75	0,95	1,95	7,25	1,45	2,45	9,75	0,80	1,80	6,50

* Proiect tip MEFMC-ICPIL valabil la construcţia de drumuri forestiere începând cu data de 1 ianuarie 1981.

- **În tabelul 9.7.** sunt redate dimensiunile şi volumele, pentru o lungime de zid de 1 metru, aferente unui tip de zid din beton, având secţinea redată în cuprinsul tabelului.

Adaptarea la teren, într-un caz dat, se face prin intermediul înălțimilor h_s (0…8m) şi H_e (1…5m) şi o înclinare a taluzului de rambleu de 2/3.

Tabel 9.7

Dimensiunile şi volumele pentru o lungime de zid de 1metru
Zid de sprijin din beton (rambleu sau debleu)

h_s	H_e	Dimensiuni elevație			Volum elevație V_e	Elemente fundație ptr. $p_{ef} \leq 2daN/cm^2$				Volum fundație V_f	Observații
		a	b	c		e	d	B	H_f		
m	m	m	m	m	m^3	m	m	m	m	m^3	
0,00	1,00	0,45	0,65	0,08	0,58	0,20	0,14	0,71	0,70	0,56	Secțiunea zidului tip A, din beton, este conformă cu figura anexă la tabel.
	2,00	0,50	0,90	0,11	1,45	0,25	0,14	1,01	0,70	0,79	
	3,00	0,50	1,10	0,14	2,48	0,30	0,14	1,26	0,70	0,98	
	4,00	0,55	1,35	0,17	3,92	0,35	0,14	1,56	0,70	1,21	
	5,00	0,60	1,60	0,20	5,66	0,35	0,14	1,81	0,70	1,40	
1,00	1,00	0,45	0,65	0,08	0,58	0,20	0,14	0,71	0,70	0,56	
	2,00	0,50	0,90	0,11	1,45	0,25	0,14	1,01	0,70	0,79	
	3,00	0,60	1,20	0,15	2,79	0,30	0,14	1,36	0,70	1,05	
	4,00	0,65	1,45	0,18	4,33	0,30	0,14	1,61	0,70	1,24	
	5,00	0,75	1,75	0,22	6,44	0,35	0,14	1,96	0,70	1,51	
2,00	1,00	0,50	0,70	0,09	0,63	0,20	0,14	0,76	0,70	0,60	
	2,00	0,60	1,00	0,13	1,67	0,25	0,14	1,14	0,70	0,86	
	3,00	0,75	1,35	0,17	3,26	0,30	0,14	1,51	0,70	1,18	
	4,00	0,85	1,61	0,21	5,17	0,30	0,14	1,81	0,70	1,38	
	5,00	0,95	1,95	0,24	7,48	0,35	0,14	2,16	0,70	1,66	
3,00	1,00	0,50	0,70	0,09	0,63	0,20	0,14	0,76	0,70	0,60	
	2,00	0,70	1,10	0,14	1,88	0,25	0,14	1,21	0,70	0,93	
	3,00	0,85	1,45	0,18	3,53	0,30	0,14	1,61	0,70	1,24	
	4,00	1,00	1,80	0,23	5,81	0,30	0,14	1,96	0,70	1,50	
	5,00	1,10	2,10	0,26	8,27	0,35	0,14	2,31	0,70	1,77	
4,00	1,00	0,55	0,75	0,09	0,68	0,20	0,14	0,81	0,70	0,64	
	2,00	0,75	1,15	0,14	1,98	0,30	0,14	1,31	0,70	1,02	
	3,00	0,95	1,55	0,19	3,90	0,30	0,14	1,71	0,70	1,31	
	4,00	1,05	1,85	0,23	6,01	0,30	0,14	2,01	0,70	1,53	
	5,00	1,25	2,25	0,28	9,07	0,35	0,14	2,45	0,70	1,88	
5,00	1,00	0,55	0,75	0,09	0,68	0,20	0,14	0,81	0,70	0,64	
	2,00	0,80	1,20	0,15	2,09	0,30	0,14	1,36	0,70	1,05	
	3,00	1,00	1,60	0,20	4,06	0,30	0,14	1,76	0,70	1,35	
	4,00	1,20	2,00	0,25	6,65	0,30	0,14	2,16	0,70	1,64	
	5,00	1,35	2,35	0,29	9,59	0,35	0,14	2,55	0,70	1,95	
6,00	1,00	0,55	0,75	0,09	0,68	0,20	0,14	0,81	0,70	0,64	
	2,00	0,85	1,25	0,16	2,20	0,30	0,14	1,41	0,70	1,09	
	3,00	1,10	1,70	0,21	4,38	0,30	0,14	1,86	0,70	1,42	
	4,00	1,25	2,05	0,26	6,87	0,30	0,14	2,21	0,70	1,42	
	5,00	1,45	2,45	0,31	10,13	0,35	0,14	2,68	0,70	2,02	
7,00	1,00	0,60	0,80	0,10	0,74	0,20	0,14	0,86	0,70	0,67	
	2,00	0,90	1,30	0,16	2,30	0,30	0,14	1,46	0,70	1,14	
	3,00	1,15	1,75	0,22	4,54	0,30	0,14	1,91	0,70	1,46	
	4,00	1,35	2,15	0,27	7,29	0,30	0,14	2,31	0,70	1,75	
	5,00	1,50	2,60	0,31	10,39	0,35	0,14	2,71	0,70	2,06	
8,00	1,00	0,60	0,80	0,10	0,74	0,25	0,14	0,91	0,70	0,72	
	2,00	0,90	1,30	0,16	2,30	0,30	0,14	1,46	0,70	1,13	
	3,00	1,20	1,80	0,23	4,71	0,30	0,14	1,96	0,70	1,49	
	4,00	1,40	2,20	0,28	7,51	0,30	0,14	2,36	0,70	1,78	
	5,00	1,60	2,60	0,33	10,38	0,30	0,14	2,76	0,70	2,08	

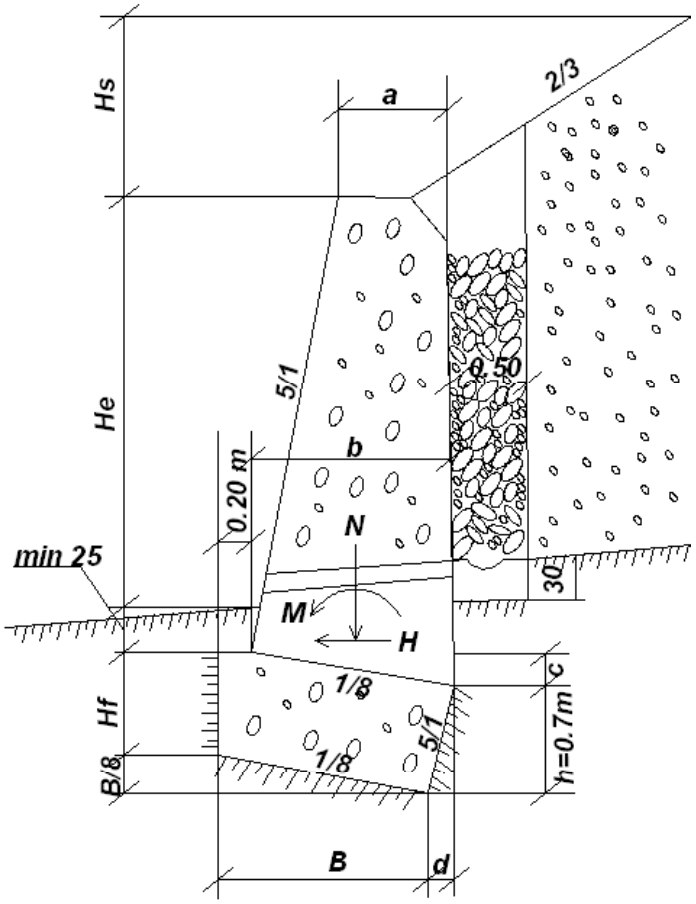


Figura anexă la tabelul 9.7.

Din tabel se extrag, pentru elevaţie: lăţimea zidului la coronament (*a*), lăţimea zidului la bază (*b*), suplimentul de înălţime din partea paramentului nevăzut (*c*) şi volumul elvaţiei (V_e). Pentru fundaţie, tabelul redă dimensiunile H_f , *B*, dimensiunile suplimentare *d* şi *e*, precum şi volumul fundaţiei V_f.

Elementele din tabel sunt verificate atât din punct de vedere al împingerii pământului (pentru elevaţie), cât şi al presiunii (pentru fundaţie).

Respectivul zid de beton se aplică în terenuri stabile, cu precizarea că, pentru zidurile la debleu, se consideră dimensiunea h_s majorată cu 0,5m.

Pentru zidurile de sprijin alcătuite din zidărie uscată, se vor adopta dimensiunile redate în **tabelul 9.8.** şi anume: lăţimea la coronament (*a*), lăţimea la baza elevaţiei (*b*), lăţimea tălpii fundaţiei (*B*), precum şi suprafeţele zidului de sprijin, în elevaţie şi fundaţie pentru H_e (1..6 m).

Tabelul 9.8

Dimensiuni pentru zidărie uscată

H_e	Dimensiuni zid			Suprafaţa secţiunii	
	a	b	B	Elevaţie	Fundaţie
m	cm	cm	cm	mp	mp
1,00	50	80	100	0,65	0,45
2,00	65	130	145	1,95	0,69
3,00	80	180	186	3,90	0,94
4,00	100	235	250	6,70	1,21
5,00	125	295	310	10,50	1,51
6,00	150	350	370	15,00	2,16

9.2.35. În cazul prezenţei unor suprafeţe de alunecare, stabilitatea şi sprijinirea acestora poate fi asigurată şi prin **piloţi de susţinere** (diametru 25…35 cm), executaţi din lemn impregnat (fig. 9.55). Numărul, secţiunea şi adâncimea lor de pătrundere în stratul stabil se determină prin calcul, astfel încât să reziste la forţele de deplasare transmise de masa de pământ pe care o sprijină.

În funcţie de condiţiile locale se amplasează pe un singur şir sau pe mai multe şiruri.

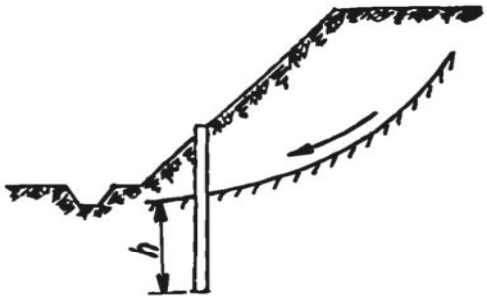


Fig. 9.55. Sprijinirea terasamentului cu piloţi

E. Protejarea drumurilor forestiere împotriva avalanşelor de zăpadă

9.2.36. Protejarea drumurilor forestiere împotriva avalanşelor de zăpadă se face, de obicei, în cazul unor altitudini de peste 1000 m şi cu versanţi puternic înclinaţi (pante peste 60%).

9.2.37. Măsurile de apărare a sectoarelor de drum ameninţate de avalanşe constau dintr-un complex unitar de construcţii şi amenajări care au drept scop fie **prevenirea producerii avalanşelor**, fie **combaterea** lor.

9.2.38. Prevenirea producerii avalanşelor se poate realiza prin exploatarea corectă a golului de munte (menţinerea unei pături erbacee dense şi continue, combaterea gramineelor etc.) şi menţinerea permanentă a pădurii în limitele ei naturale.

9.2.39. Combaterea avalanşelor se realizează prin diferite construcţii şi amenajări speciale, care se clasifică în: **lucrări de protecţie activă** şi **lucrări de protecţie pasivă**.

9.2.40. Lucrările de protecţie activă urmăresc stabilizarea stratului de zăpadă, în amonte de drum, împiedicând astfel declanşarea avalanşei, şi constau din: ***plantaţii***, ***amenajări de terase***, ***baraje de zidărie*** sau ***prefabricate de beton***, ***greble*** etc.

Greblele paravalanşe (fig. 9.56) pot fi rigide sau elastice, penetrabile şi se dispun pe curba de nivel, în şiruri paralele continui sau alternante.

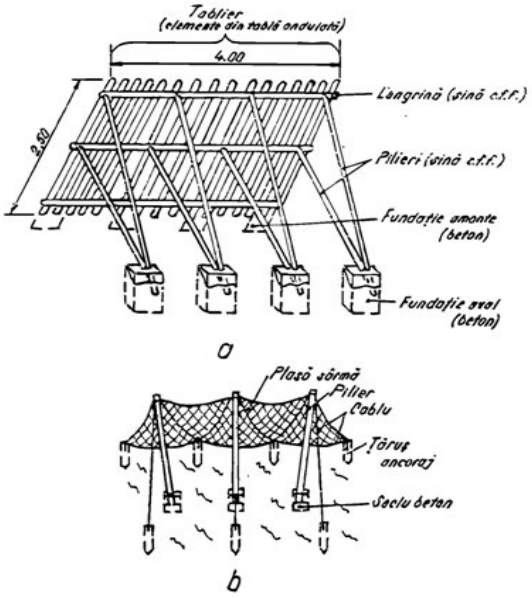


Fig. 9.56 Greble paravalanşe
a – greblă metalică (rigidă); b – greblă din plasă de sârmă elastică

9.2.41. Lucrările de protecţie pasivă se amplasează imediat după zona de formare a avalanşei, în amonte de drum sau chiar în ampriza sa, şi urmăresc influenţarea cursului avalanşei prin: ***frânare şi disipare***, ***frânare şi depozitare***, ***deviere***, precum şi ***apărarea drumului prin acoperire*** (copertine).

Lucrările de frânare şi disipare a avalanşelor se amplasează mult în amonte de drum şi constau din ***conuri de frânare*** (fig. 9.57).

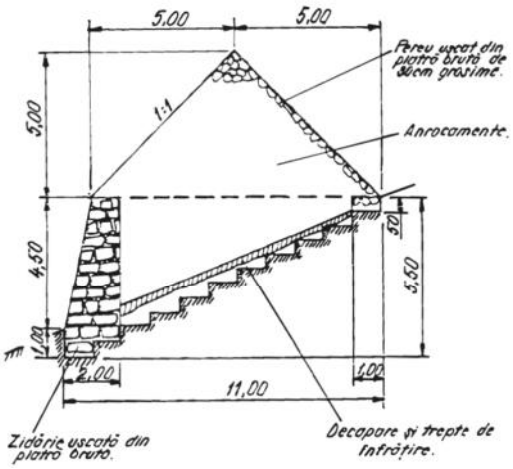


Fig. 9.57. Con de frânare din anrocamente şi zidărie uscată

Lucrările de frânare şi depozitare a avalanşei se utilizează în cazul culoarelor scurte şi de lăţime mică şi constau din ***baraje*** (fig. 9.58), executate din: zidărie de piatră cu mortar de ciment, din stâlpi de beton şi şine de C.F.F., din stâlpi de beton îmbrăcaţi în anvelope vechi de cauciuc sau din plase realizate din cabluri şi ancorate lateral.

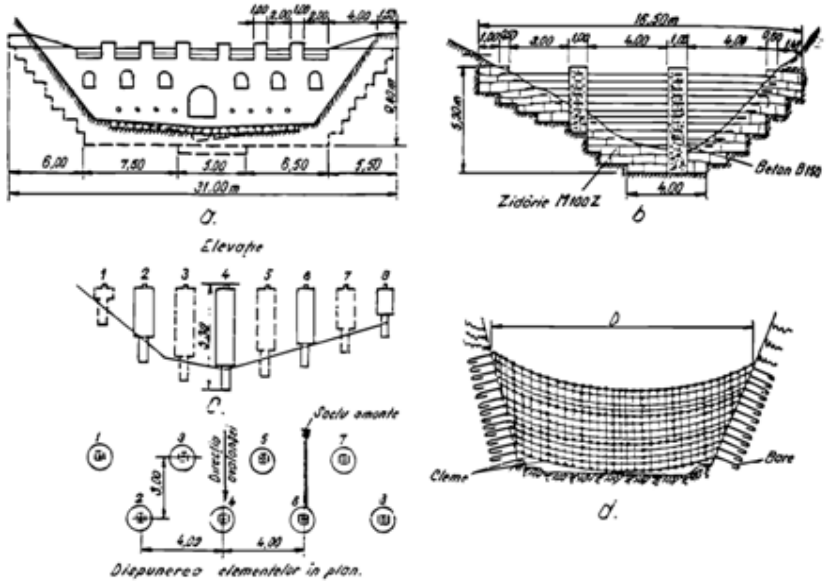


Fig. 9.58 Baraje de frânare şi depozitare
a – din zidărie de piatră cu mortar de ciment; b – din stâlpi de beton şi şine;
c – din stâlpi de beton şi anvelope din cauciuc; d – din cabluri

Lucrările pentru devierea avalanşelor constau din ***diguri masive*** executate din pământ sau zidărie şi amplasate pe ambele părţi ale culoarului sau pe o singură parte (fig. 9.59), dispuse oblic faţă de direcţia de scurgere a avalanşei (cu un unghi maxim 60^0) şi care conduc avalanşa către terenuri goale, de preferinţă în contrapantă.

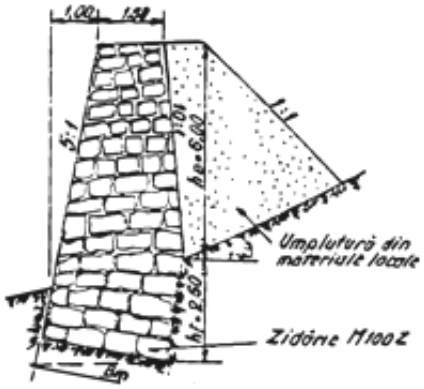


Fig. 9.59 Dig de deviere

Lucrările de apărare prin acoperire se execută sub formă de ***copertine*** (fig. 9.60) şi îmbracă întregul drum, realizând o protecţie absolută. Copertinele se recomandă în cazul porţiunilor de drum amplasate pe versanţi cu pante mai mari pentru ca zăpada ce se scurge peste drum să aibă suficient loc de depozitare. Construcţia va depăşi lăţimea culoarului propriu-zis şi va fi prevăzută cu timpane suficient de înalte (1,5…2 m), prelungite, atunci când este cazul, cu diguri de canalizare a avalanşei.

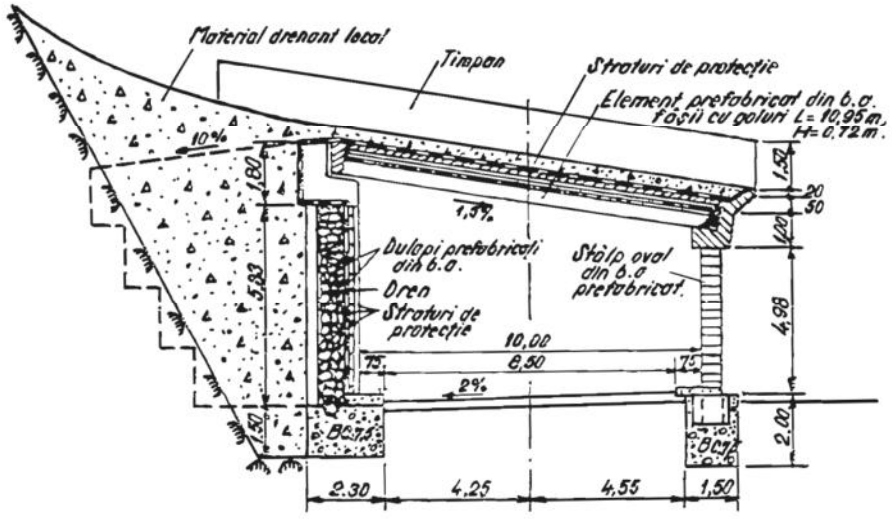


Fig. 9.60 Copertină

9.2.42. Concomitent cu realizarea amenajărilor şi construcţiilor din zona avalanşelor, pentru a le combate, se va proceda şi la împădurirea zonei cu specii adecvate (pinul cembra, laricele, pinul de munte, pinul silvestru, molidul etc.), care reprezintă o ***soluţie de perspectivă*** deosebit de eficientă şi durabilă, după atingerea maturităţii.

9.3. Lucrări de artă

A. Consideraţii generale

9.3.1. Lucrările de artă asigură continuitatea părţii carosabile a drumului forestier la traversarea unor obstacole naturale sau artificiale (cursuri de apă, viroage, văi adânci, canale, denivelări mari de teren, alte căi de comunicaţie, străpungeri de stânci masive, zone instabile etc.). Din categoria lucrărilor de artă fac parte **podurile, podeţele, viaductele, pasajele denivelate** şi **tunelele.**

În cazul drumurilor forestiere, cele mai frecvente lucrări de artă sunt **podurile şi podeţele**, care fac parte din proiectul drumului forestier. În mod excepţional pot fi necesare poduri mari, care însă necesită rezolvări prin proiecte separate.

În cazul drumurilor forestiere, în condiţii de teren care se pretează, se admite ca **traversarea** pâraielor să se facă **prin vad**; soluţia **trecerii prin vad** poate fi utilizată numai în situaţii bine justificate tehnico-economic.

9.3.2. În mod convenţional, **podeţele** sunt considerate acele lucrări de traversare care au deschideri mai mici de 5 m; lucrările de traversare cu deschideri mai mari de 5 m sunt considerate **poduri**.

9.3.3. În proiectarea podurilor şi podeţelor se va urmări restrângerea la minimum a soluţiilor bazate pe beton şi beton armat, fără a le exclude total, acordându-se prioritate **soluţiilor alternative,** bazate pe folosirea lemnului, ca material local, precum şi a tablierelor din lemn stratificat etc. realizate uzinat.

B. Treceri prin vad

9.3.4. Trecerile prin vad sunt amenajări sumare submersibile ale căii care pot fi folosite pentru trecerea vehiculelor. Amenajările se execută în albie, pe bază de documentaţie şi trebuie să aibă ***acordul de gospodărire a apelor*** şi ***acordul de mediu***.

Sunt indicate în cazul pâraielor cu albia largă şi cu pante longitudinale relativ reduse. Realizarea lor nu necesită un proiect detaliat ci doar o piesă desenată la scară, care să redea detaliul de execuţie (fig. 9.61).

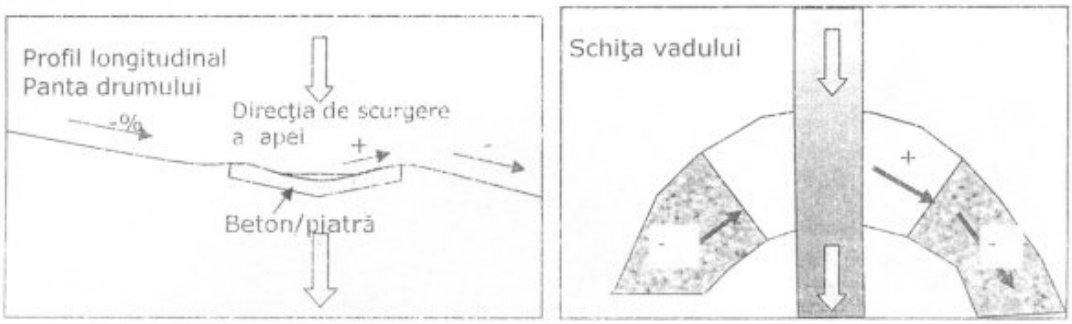


Fig. 9.61 Trecere prin vad

9.3.5. Lăţimea amenajată a căii submersibile se ia de 4…5 m, iar înclinarea patului căii, în direcţia de curgere a apei, de 1…2%.

Calea se aduce la cota necesară printr-o umplutură din materiale locale (pietriş sau bolovani de râu) şi se căptuşeşte la partea superioară pentru a rezista solicitărilor apei la acest nivel.

9.3.6. Căptuşirea trecerii prin vad se poate realiza printr-un pereu de piatră (fig. 9.62) printr-o umplutură de piatră sau balast (fig. 9.63), beton aşezat pe straturi de piatră (fig. 9.64).

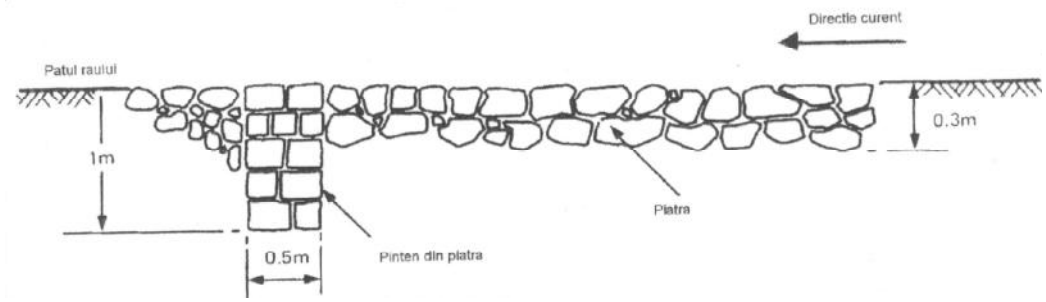


Fig. 9.62 Trecere prin vad cu calea submersibilă cu pereu din piatră

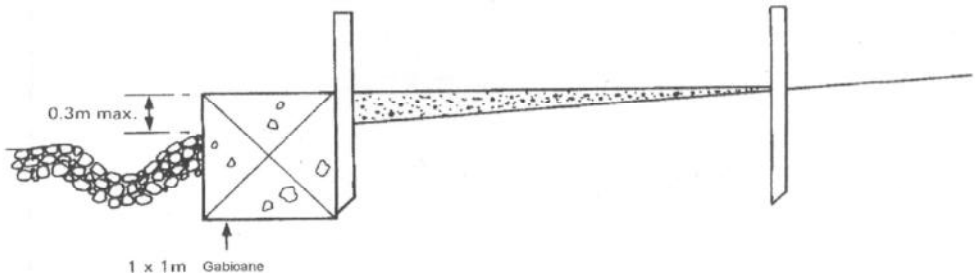


Fig. 9.63 Trecere prin vad cu calea submersibilă din piatră sau balast

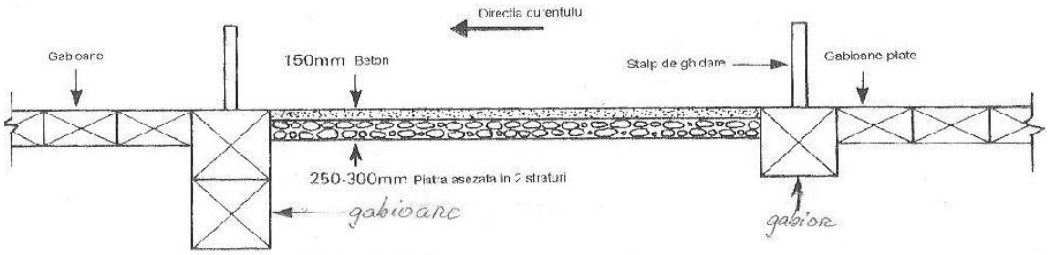


Fig. 9.64 Trecere prin vad, căptuşită cu beton, aşezat pe straturi de piatră şi încadrată de gabioane

În unele situaţii, justificate tehnic şi economic, trecerile prin vad se consolidează cu plăci de beton armat cu plase de sârmă, în grosime de 25…30 cm.

9.3.7. Căptuşirea vadului cu un strat de beton aşezat pe două straturi de piatră (vezi fig. 9.64) se utilizează în cazul cursurilor de apă cu viteze mari şi a unor drumuri de categorie superioară. În acest caz calea se protejează, de ambele părţi, cu gabioane.

9.3.8. Dacă înclinarea albiei este relativ mare şi amenajarea vadului conduce la o diferenţă de nivel ce reprezintă o rupere de pantă în drumul apei, partea din aval a albiei se protejează cu anrocamente sau pereuri (fig. 9.65).

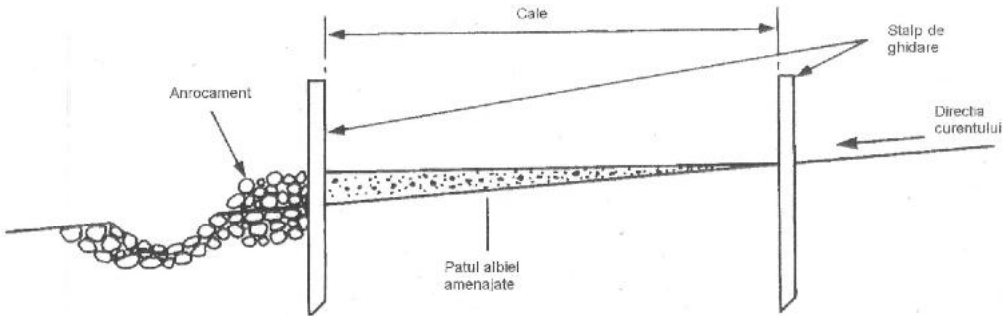


Fig. 9.65 Traversare prin vad sprijinită de anrocamente

9.3.9. În cazul drumurilor forestiere unde, la faţa locului, se dispune de material lemnos de calitate inferioară, calea submersibilă se poate amenaja prin bile de lemn aşezate joantiv (una lângă alta), pe direcţia cursului de apă; capătul din aval se sprijină pe una sau două traverse suprapuse, încastrate în maluri, astfel încât să se realizeze panta cerută a căii, fără prag „creat artificial" pe sensul de circulaţie al autovehiculului şi, în acelaşi timp, să se evite antrenarea umpluturii din patul căii.

9.3.10. Trecerile prin vad se semnalizează prin stâlpi de dirijare, care trebuie să fie suficient de înalţi pentru a nu fi acoperiţi cu apă.

C. Podeţe

9.3.11. Podeţele utilizate pe drumurile forestiere pot fi de tip: tubular, dalat, pe grinzi, boltite, mai rar de tip ovoidal.

9.3.12. Stabilirea tipului de podeţ ce se adoptă într-un caz dat se face ţinând seama de natura terenului şi condiţiile geomorfologice din zona amplasamentului, mărimea debitului de apă al pârâului traversat, înălţimea de construcţie disponibilă, categoria drumului, sursele de materiale locale, eficienţa tehnico-economică, protecţia mediului înconjurător, încadrarea în peisaj şi scurtarea duratei de punere în funcţiune a drumului.

9.3.13. Prin soluţia adoptată se va urmări utilizarea cu precădere a materialelor locale din zonă, precum şi gruparea, pe cât posibil, a podeţelor de pe acelaşi traseu în scopul unei organizări mai eficiente a execuţiei, astfel încât să se reducă costurile lucrărilor şi să se simplifice execuţia şi întreţinerea ulterioară.

9.3.14. Domeniul de utilizare al diferitelor tipuri de podeţe este redat în ANEXA 9.4.

9.3.15. În situaţiile în care este posibilă adoptarea mai multor soluţii, soluţia definitivă trebuie să rezulte pe baza unei analize tehnico-economice cu luarea în considerare a mai multor tipuri de podeţe (tubular, dalat, boltit) şi soluţii constructive (din beton, metalice, mixte), prezentată în studiul de fezabilitate.

9.3.16. Podeţele tubulare (fig. 9.66) se utilizează pentru traversarea văilor şi a pâraielor, precum şi pentru preluarea apelor din şanţurile laterale, în vederea evacuării lor. Au secţiunea de scurgere circulară, dreptunghiulară sau ovoidală şi sunt alcătuite din tuburi de *tablă metalică ondulată* uzinate sau asamblate loco şantier sau din *ţeavă metalică netedă scoasă din uz,* sau din ţevi corugate din *mase plastice* (poliamidă sau polietilenă) de înaltă densitate sau din elemente prefabricate sub formă de tuburi sau casete din *beton armat.*

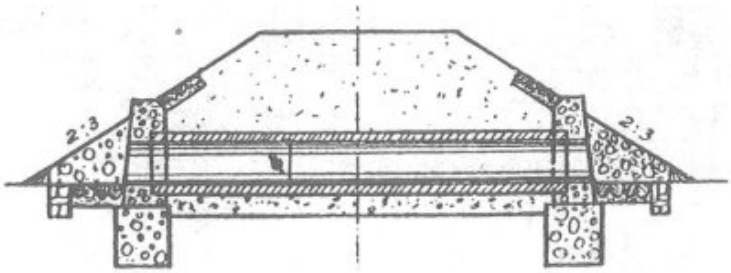


Fig. 9.66 Podeț tubular

Amplasarea podețelor pentru traversări se face astfel încât tubul să colecteze, în cele mai bune condiţii, apa din pârâu sau din vale şi să fie dispus cât mai aproape de perpendiculara pe axul drumului, să aibă înclinarea necesară scurgerii apei iar atunci când se impune, se prevede şi amenajarea antierozională a terenului pe care se evacuează apa din podeț.

Tuburile se pozează întotdeauna pe o fundaţie de balast sau de beton în funcţie de natura terenului iar dacă sunt necesare lungimi mai mari de podeț realizate din două tuburi, îmbinarea acestora trebuie să fie etanşă.

Podețele tubulare metalice sunt realizate din tuburi metalice care pot fi confecţionate din tablă metalică ondulată sau din ţeavă metalică netedă scoasă din uz.

Podețele tubulare din tablă metalică ondulată sunt alcătuite din panele de conducte de diferite diametre livrate ca atare sau din tole de diferite dimensiuni şi secţiuni, care se asamblează cu buloane speciale, fiind structuri flexibile uşoare ce se integrează armonios cu mediul natural şi au avantajul că se pot pune în operă în timp scurt.

Elementele componente ale unui astfel de podeț sunt:

- structura metalică, respectiv un tub circular sau ovoidal, eventual o boltă;
- umplutură din materiale granulare, care înglobează tubul metalic;
- racordările de la intrarea şi ieşirea apei din tub;
- radierul sau elementele de fundaţie pe care reazemă structura metalică.

Structura metalică, la deschideri mici, este de tipul tuburilor îmbucate (fig. 9.67), fiind alcătuită din două părţi: una inferioară, ce se aşează pe stratul de fundare şi alta superioară, care se îmbină în părţile laterale, prin cârlige speciale, cu cea inferioară. Structura se determină prin elementele de capăt formate din 7 ondule.

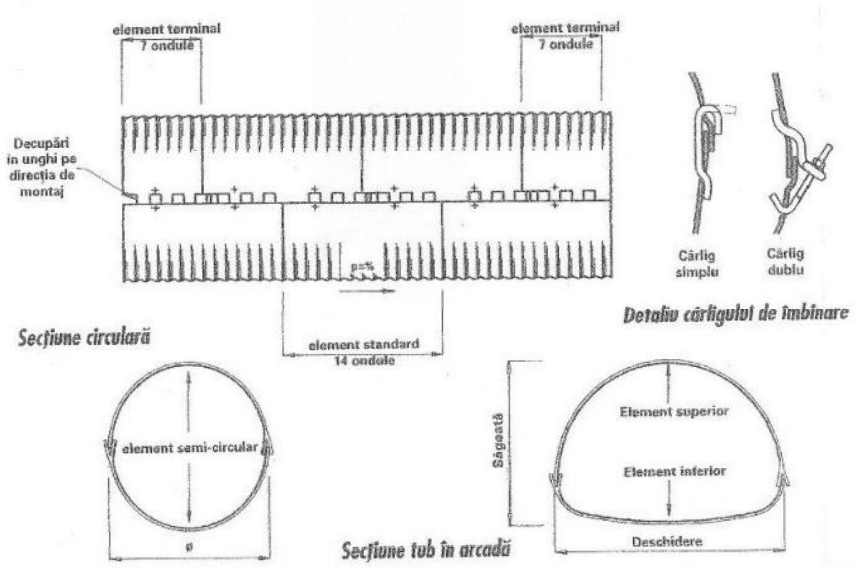


Fig. 9.67 Structura metalică la deschideri mici (detaliu de îmbinare)

La deschideri mari, de peste 2 m, tubul se realizează din tole curbe de tablă ondulată, care se îmbină cu buloane de înaltă rezistenţă pentru a forma tubul sau bolta. Grosimea tablei şi mărimea ondulelor se aleg pe baza unui calcul de rezistenţă, dintre modulele tipizate puse la dispoziţie de firmele producătoare. Tabla ca şi buloanele sunt acoperite la cald cu un strat de aluminiu, de gudron epoxy sau material plastic, ceea ce le asigură o durabilitate garantată de 50...60 ani.

Umplutura din materiale granulare este inclusă în terasamentul drumului şi are menirea să asigure capacitatea portantă a podeţului, prin conlucrarea structurii din tablă ondulată cu materialul granular. La punerea în operă se procedează la o compactare puternică şi realizarea corectă a umpluturii, respectiv execuţia sa alternantă de o parte şi de alta a tubului, progresiv, în straturi de câte 20 cm; în zona tubului compactarea se face cu maiuri mecanice sau chiar manual, evitându-se cilindrii compactori care ar putea deforma şi deteriora tubul.

Amortizarea solicitărilor circulaţiei şi transmiterea uniformă a acestora se obţine prin amplasarea peste tub a unei umpluturi de materiale granulare de circa 1,5...2 m. De asemenea, pentru protecţia tubului împotriva eforturilor la care este supus, la extradosul acestuia se aşează un strat de nisip de circa 20 cm, plasat între tub şi materialul de umplutură.

Racordările de la intrarea şi ieşirea apei din tub se realizează prin amenajarea unor timpane din gabioane, din beton, din zidărie de piatră sau anrocament sau prin teşirea tubului corespunzător înclinării taluzului.

Podeţele tubulare din ţeavă metalică netedă scoasă din uz se pot adopta din considerente economice atunci când există certitudinea procurării ţevilor.

Podeţe tubulare din mase plastice se pot adopta în special pentru asigurarea continuităţii scurgerii apelor din şanţ în zona de racordare cu alt drum forestier sau cu drumuri de colectare a lemnului.

9.3.17. Podeţele tubulare din beton armat se realizează din tuburi uzinate Pentru evacuarea apei din şanţurile laterale cu secţiune triunghiulară şi a celor trapezoidale de adâncime mică se recomandă tuburi cu diametrul de 0,6 m, iar pentru evacuarea şanţurilor de adâncime mai mare sunt indicate tuburile cu diametrul de peste 0,8 m, însă adoptarea soluţiilor cu tuburi cu diametrul sub 0,8 m nu se recomandă în situaţiile în care condiţiile locale pot determina înfundare frecventă cu dificultăţi la curăţire.

În general, diametrul tuburilor se determină pe bază de calcul hidraulic, cu excepţia podeţelor ce asigură scurgerea apelor din şanţuri, care se stabilesc constructiv de proiectant, în funcţie de natura versanţilor, lungimea şi forma şanţului etc.

Lungimea podeţului este limitată, din considerente de întreţinere, la maximum 12 m, în cazul tuburilor cu diametre de 0,6...0,8 m şi la 18 m în cazul tuburilor cu diametrul de 1 m; însă, din motive economice, trebuie urmărită obţinerea unor lungimi cât mai reduse.

Panta maximă a terenului pe care se poate aşeza tubul este de 30% pentru tuburile cu diametrul sub 1 m şi 20% pentru cele cu diametre mai mari, avându-se grijă ca, pentru amortizarea şocurilor din circulaţie, înălţimea minimă a umpluturii de deasupra tubului să fie de minimum 0,5 m, la cota cea mai mare a extradosului tubului.

Tuburile se vor racorda cu terasamentele, atât în aval, cât şi în amonte, cu elemente speciale de construcţie numite **racordări** (fig. 9.68) alcătuite din timpane, aripi, sfert de con, pereu uscat, pinten, În funcţie de situaţia terenului, racordarea din amonte poate fi alcătuită şi în varianta cu cameră de priză (cădere) şi pereu (fig. 9.69).

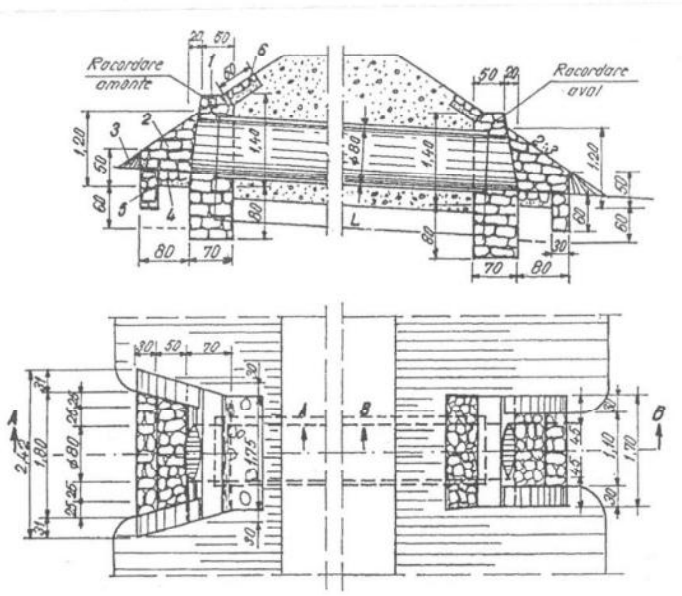


Fig. 9.68 Elemente constructive ale racordărilor:
1-timpan din zidărie cu mortar de ciment; 2-aripă din zidărie cu mortar de ciment; 3-sfert de con; 4-pereu cu mortar de ciment; 5-pinten din zidărie cu mortar de ciment;
6-pereu uscat

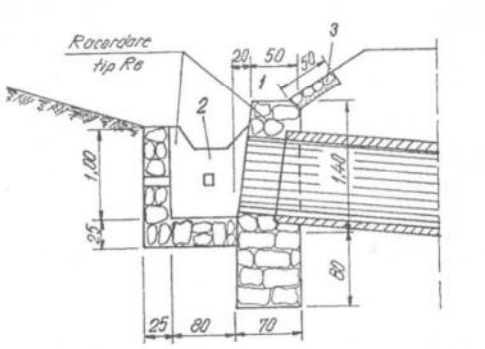


Fig. 9.69 Elemente constructive ale variantei de racordare din amonte:
1 – timpan; 2 – cameră de priză (cădere); 3 – pereu uscat

Dimensiunile elementelor constructive ale racordărilor depind de diametrul şi panta tubului, fiind redate în cataloagele de podeţe tubulare din beton şi beton armat, acordându-se prioritate elementelor de racordare prefabricate, dacă pentru acestea există furnizori.

În zonele în care condiţiile geomorfologice şi de natură hidrogeologică permit, racordarea poate fi adoptată, din motive economice, sub formă de anrocament sau zidărie uscată de piatră (Foto 9.4).

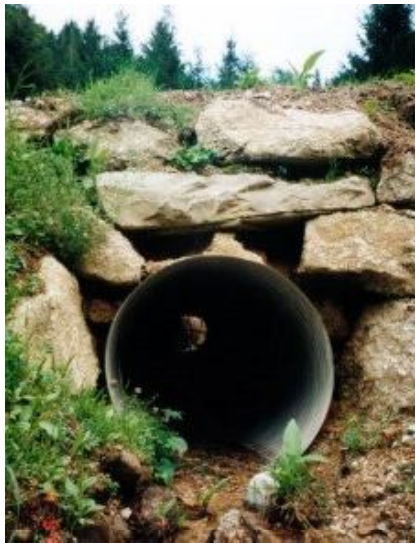


Foto 9.4

În terenuri stâncoase, pereul şi pintenii dintre aripi nu sunt necesare, iar în varianta cu cameră de priză nu sunt necesari pereţii acesteia.

La amplasarea podeţelor tubulare (metalice sau din beton), pentru a reduce viteza apei şi efectul distructiv al acesteia asupra drumului, se recomandă reducerea distanţei dintre podeţele de descărcare a şanţurilor în raport cu panta drumului. La pante longitudinale mari este preferabil să se adopte mai multe tuburi de diametre mici decât un tub cu diametru mare, numai dacă în condiţiile locale nu există riscul colmatării cu pământ. Dacă tuburile se pot înfunda doar prin antrenarea resturilor vegetale, evitarea acestui neajuns este posibilă prin amenajarea unor dispozitive (grătare) de filtrare a apelor înainte de intrarea lor în tub.

9.3.18. ***Podeţele dalate*** sunt podeţele care au ca element principal de rezistenţă a suprastructurii o placă groasă numită dală, realizată obişnuit din beton armat sau din grinzi de beton armat. Sunt alcătuite din **infrastructură** (culee, pile), **suprastructură** (tablier) şi **elemente de racordare ale podeţului cu terasamentul** (*ziduri întoarse*, *sferturi de con*, *aripi*).

Pentru a preîntâmpina afuierea fundului albiei, respectiv pentru a împiedica subminarea elementelor constructive ale infrastructurii, este necesară construcţia, în aval de podeţ, a unei traverse sau a unui „prag de fund”, care să menţină constant nivelul de scurgere al apei. În amonte de podeţ, pentru protecţia acestuia şi a rampelor de acces, se impune amplasarea unei traverse, precum şi a unor epiuri, dacă este cazul.

În descrierea proiectelor se recomandă să se adopte o anumită terminologie (fig. 9.70). Astfel, în cazul podeţelor de lemn cât şi al celor de beton şi zidărie, distanţa dintre axele reazemelor, la aceeaşi dală sau grindă, se numeşte **deschidere**. Distanţa dintre feţele piloţilor sau zidăriilor, măsurată la nivelul apelor mari, se numeşte **lumină**. Spaţiul liber dintre nivelul apelor celor mai mari şi partea cea mai de jos a suprastructurii podeţului se numeşte **înălţime liberă**, având menirea de a permite scurgerea corpurilor plutitoare.

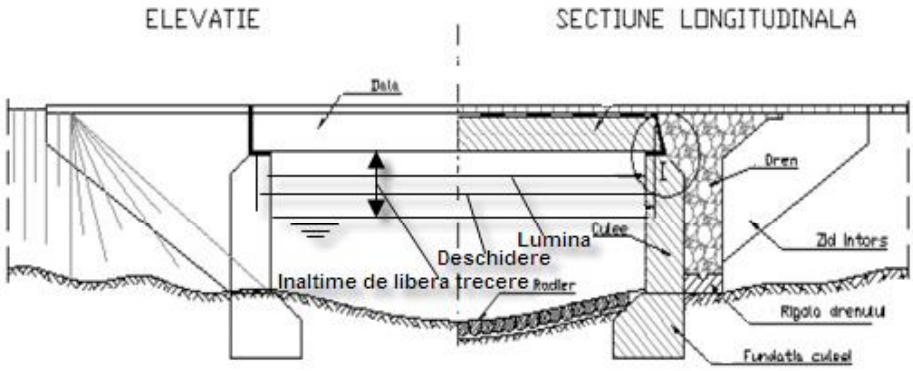


Fig. 9.70 Alcătuirea generală a unui podeţ dalat

Elementele constructive ale infrastructurii şi suprastructurii unui podeţ dalat poartă denumiri diferite, în funcţie de natura materialului din care este realizat podeţul.

Podeţele dalate din beton armat (fig. 9.71) includ o infrastructură şi o suprastructură. Infrastructura este alcătuită din ***culei*** (reazemele extreme ale podeţului), ***pile*** (reazemele intermediare) şi elemente de racordare ale podeţului cu terasamentul (***ziduri întoarse***, ***sferturi de con***, ***aripi***). Suprastructura podeţului este reprezentată printr-un ***tablier*** având ca element de rezistenţă o dală din beton armat realizată monolit sau din elemente prefabricate.

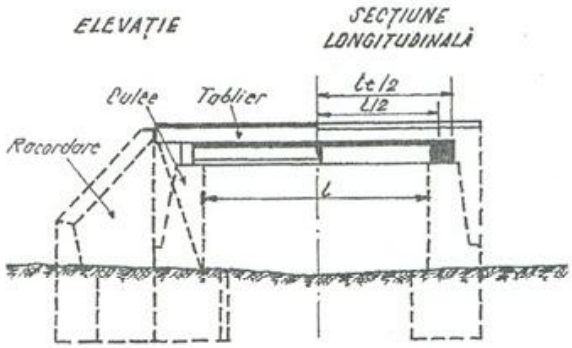


Fig. 9.71 Elemente constructive ale podeţelor dalate din beton armat

Culeele, ca şi **pilele**, sunt alcătuite din *fundaţie* şi *elevaţie*. Elevaţia unei culei, la rândul său, poate cuprinde *elevaţia propriu-zisă*, *ziduri de gardă*, *cuzineţi* şi *zidurile întoarse* , iar a unei pile cuprinde elevaţia propriu-zisă şi cuzinetul.

Fundaţia se execută din beton sau beton ciclopian lăţimea sa fiind, de regulă, cu 0,10...0,15 m mai mare decât lăţimea elevaţiei; adâncimea de coborâre a fundaţiei se va situa cu cel puţin 50 cm sub adâncimea de îngheţ iar în terenuri afuiabile, unde nu se iau măsuri pentru stabilizarea fundului albiei, se recomandă ca talpa fundaţiei să fie astfel încastrată în teren, încât nivelul acesteia să se găsească sub nivelul afuierilor maxime posibile.

Soluţia de fundare va fi stabilită pe baza studiilor geotehnice.

Elevaţia se execută din zidărie cu mortar de ciment, eventual din beton (dacă nu se dispune de materiale pietroase), iar **cuzineţii,** care susţin tablierul şi transmit şi repartizează zidăriilor de dedesubt sarcinile primite de la suprastructură, se execută din beton armat Dimensiunile culeii se precizează în proiect, în urma unor calcule de rezistenţă şi stabilitate. În partea superioară (la coronament) elevaţia este prevăzută cu un ***zid de gardă***, care are menirea de a opri căderea pământului din terasamente în faţa culeii sau pe cuzineţi. Porţiunile dinspre taluzuri ale terasamentelor se sprijină în ***aripi*** sau se lasă să cadă liber de la înălţimea platformei, formând ***sferturi de con*** (fig. 9.72).

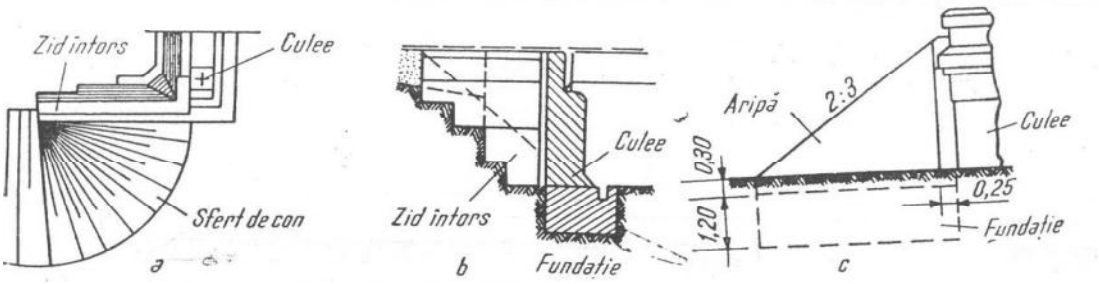


Fig. 9.72 Sprijinirea terasamentelor din spatele culeelor:
a – culee cu sfert de con; b – ziduri întoarse, separate de culee printr-un rost;
c – aripă plină văzută în elevaţie

Când culeele nu sunt suficient de lungi spre a se racorda cu sferturile de con, ele se prelungesc prin nişte ziduri laterale, numite ***ziduri întoarse.*** Atât aripile cât şi zidurile întoarse se separă de corpul culeii prin rosturi sau se execută în consolă.

Zidurile întoarse pot face corp comun cu culeele, dacă terenul nu prezintă pericolul unor tasări neuniforme, sau se pot executa separat de culei, însă din acelaşi material ca şi acestea. Se recomandă ca zidurile întoarse din beton, cu înălţimea sub 2 m, să se execute cu

fruct interior, iar dacă depăşesc 2 m, atunci cu fruct în afară. Cele din zidărie de piatră, se execută cu fruct dublu, atât în interior cât şi în exterior. Fundaţia zidurilor întoarse va avea o adâncime de minimum 50...60 cm, indiferent de adâncimea de fundare a culeii. În spatele zidului se execută un dren.

În cazul racordărilor cu aripi nu sunt necesare ziduri întoarse.

Sferturile de con se execută din acelaşi material (pământ) ca şi terasamentele. Generatoarea conului are o înclinare variabilă, de la 1:1,5 în punctul de racordare cu terasamentul până la 1:1 la contactul cu culeea.

Sferturile de con se pot consolida prin însămânţare cu iarbă, acoperire cu pereu uscat sau cu mortar de ciment, mai rar cu dale din beton; în cazul unor înălţimi mari ale terasamentelor se protejează la bază cu anrocamente.

Aripile sunt necesare atunci când amplasarea podeţului pe teren impune condiţii speciale, cum ar fi: înălţimi mari de terasament, oblicitate pronunţată, corecţii de albii etc. Se execută din beton sau din zidărie cu mortar de ciment şi au înălţimea variabilă; la rostul cu culeea au înălţimea elevaţiei, iar la capătul opus au 0,5...1 m şi sunt prevăzute cu dren şi barbacane.

Unghiul sub care se amplasează în raport cu culeea (perpendicular sau oblic) depinde de condiţiile locale, urmărindu-se asigurarea unei scurgeri a apei în condiţii optime.

Tablierul (fig. 9.73) reprezintă suprastructura podeţului dalat, este alcătuit dintr-un ***element de rezistenţă, cale, borduri*** şi ***parapeţi.***

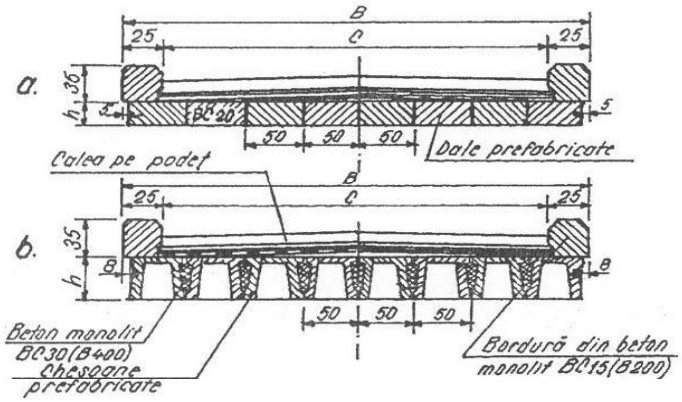


Fig. 9.73 Tabliere din elemente prefabricate
a – din dale; b – din chesoane

Elementul de rezistenţă se execută din elemente prefabricate din beton armat (dale sau chesoane) sau din beton armat monolit. *Dalele* se folosesc la deschideri de până la 2 m şi se

aşează pe culei fără solidarizare transversală în câmp. *Chesoanele* se utilizează pentru deschideri mai mari (peste 3 m) şi se solidarizează în câmp prin beton monolit de clasă minimă C 25/30, turnat între elementele prefabricate şi pe reazeme, prin *antretoaze* de monolitizare din beton armat.

Tablierul din beton armat monolit se foloseşte în cazul podeţelor amplasate în curbe cu raze mici sau când oblicitatea podeţului este mare ($\alpha < 60^0$).

Calea se execută din beton de ciment clasa minimă C 18/22,5, în grosime de 6 cm sau din macadam de 12 cm grosime. Între cale şi structura de rezistenţă se prevede întotdeauna o hidroizolaţie.

Bordurile se execută din beton armat monolit, clasa minimă C 12/15, fiind prevăzute pe ambele părţi ale podeţului şi pe toată lungimea acestuia.

Parapeţii, alcătuiţi din stâlpi şi lise prefabricate (eventual lise de lemn), se prevăd la podeţele cu înălţimi mai mari de 2,5 m.

9.3.19. ***Podeţele pe grinzi*** sunt podeţele care au ca elemente principale de rezistenţă a suprastructurii grinzile, realizate obişnuit din beton armat lemn sau metal. Grinzile principale se aşează longitudinal şi se solidarizează între ele cu antretoaze aşezate transversal formându-se astfel o reţea de grinzi şi au rolul de a prelua încărcările din vehicule şi din greutatea suprastructurii şi a le transmite culeelor.

a. Podeţele pe grinzi din lemn (fig. 9.74) sunt alcătuite din **infrastructură**, **suprastructură** şi **racordările cu terasamentul.** Infrastructura este realizată din culei şi pile. Dacă pilele sunt realizate din lemn acestea poartă denumirea de palei.

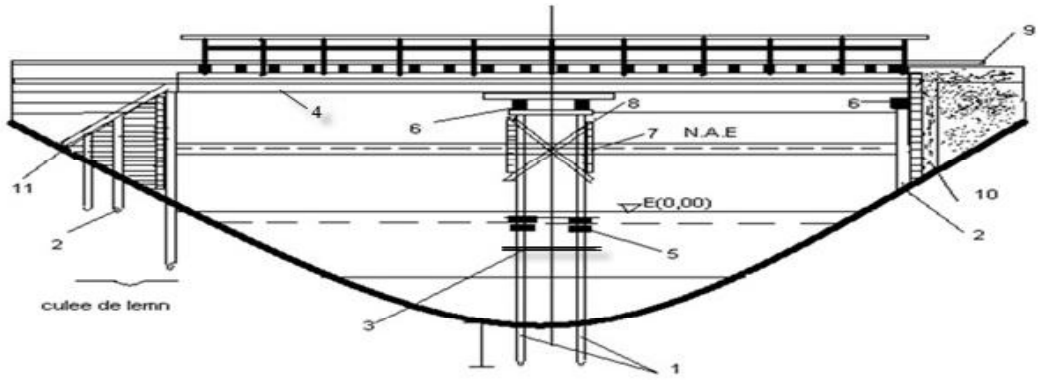


Fig. 9.74 Elementele unui podeţ din lemn
1 – piloţi; 2 –piloţi culee; 3 – cleşti; 5 – tablier; 5 – moaze transversale; 6 – babe; 7 – contravântuiri transversale; 8 – contravântuiri longitudinale; 9 – podină; 10 – dren; 11 - aripă

Elementele unei palee (vezi fig. 9.75) sunt:

- *piloții*, care se bat în pământ cel puțin 1…1,5 m şi susțin, la partea superioară, suprastructura podețului prin intermediul unei grinzi orizontale numită babă;
- *cleştii*, care solidarizează orizontal piloții unei palei;
- *moazele* sau *contravântuirile*, care leagă oblic piloții pentru a împiedica mişcarea lor şi a-i pune în situația de a rezista forțelor transversale.

Elementele unei palee simple din lemn sunt redate în figura 9.75 a, iar ale unei palee duble în figura 9.75 b.

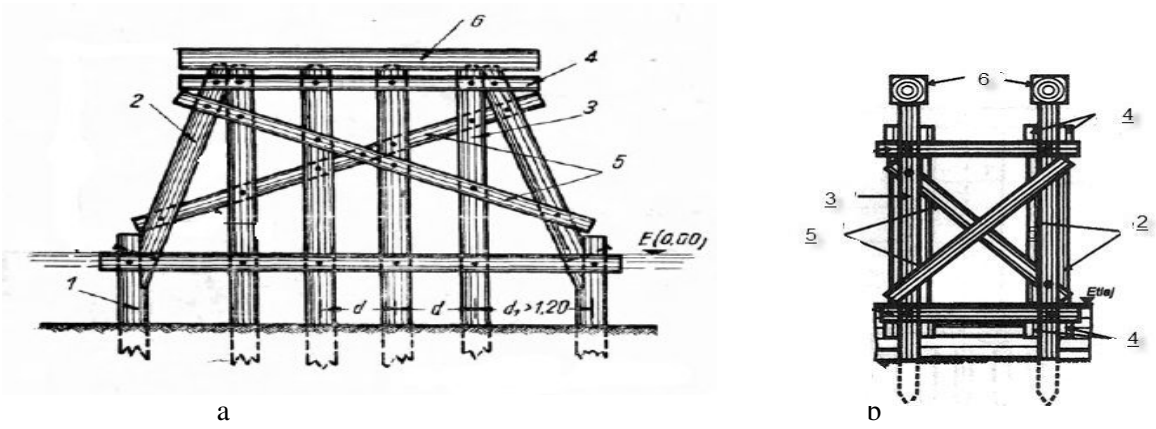


Fig. 9.75 Elementele paleei
a - simplă; b- dublă
1 – pilot de stabilitate; 2 – contrafişă de stabilitate; 3 – pilot de rezistență; 4 – moază transversală; 5 – contravântuire transversală; 6 – babă

Culeele din lemn (fig. 9.76) au ca elemente de rezistență **piloții,** aceştia fiind solidarizați, la partea superioară, prin intermediul **babelor**, iar, pentru a sprijini terasamentele din spate, se foloseşte aşa numita **căptuşeală.**

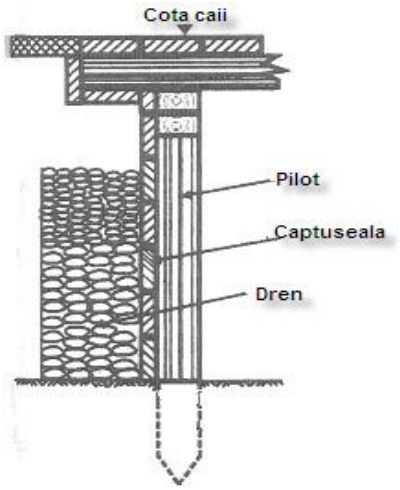


Fig. 9.76 Culee din lemn

Culeele mai pot fi realizate şi ca palei înnecate sau căsoaie.

Racordarea culeelor cu terasamentele se realizează prin intermediul **sfertului de con**, executat din pământ, sau cu ajutorul unor **aripi din lemn** (fig. 9.77).

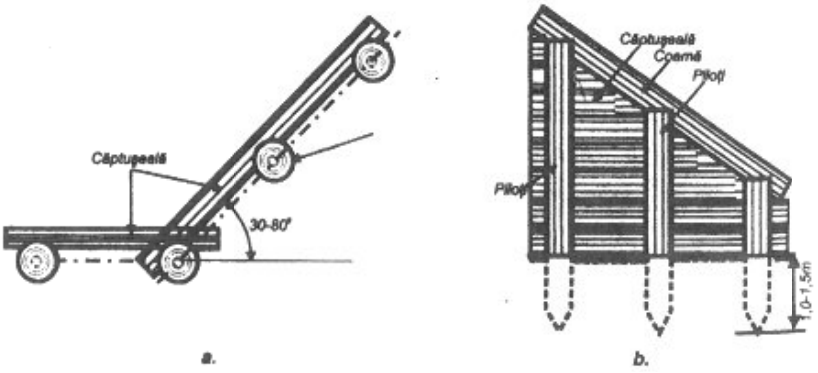


Fig. 9.77 Aripă din lemn: a - în plan orizontal; b - în elevatie

Suprastructura unui podeţ de lemn este alcătuită din: *grinzi principale*, *grinzi ale căii, contravântuiri*, *cale* şi *accesorii.*

Grinzile principale au rolul de a prelua încărcările din greutatea suprastructurii podeţului şi a vehiculelor şi a le transmite infrastructurii podului (susţin suprastructura în spaţiul dintre picioarele podeţului sunt dispuse longitudinal, au menirea de a susţine calea şi se numesc **urşi**, iar cele dispuse transversal şi care fac legătura directă între suprastructura

podeţului de lemn şi infrastructura acestuia se numesc **babe**. Înnădirea urşilor deasupra pilelor se face cu ajutorul **suburşilor**.)

Grinzile căii (***traverse*** şi ***longrine)*** se aşează transversal şi longitudinal deasupra grinzilor principale şi susţin partea carosabilă. Întreaga construcţie este consolidată prin ***contravântuiri***.

Calea reprezintă elementul de construcţie pe care circulă direct sarcinile mobile pentru care s-a făcut podeţul. Se execută din dulapi de lemn şi este alcătuită dintr-o **podină de uzură**, dispusă peste o **podină de rezistenţă**.

Accesoriile principale ale suprastructurii sunt **trotuarul** şi **parapetul**.

Progresele realizate în domeniul protejării lemnului ca şi apariţia unor sortimente moderne de material lemnos (glulam), fac ca, în prezent, folosirea podeţelor de lemn să fie reconsiderată şi extinsă. Un podeţ din grinzi de glulam costă cu circa 40% mai puţin decât un podeţ de beton şi asigură o durabilitate de 50...60 ani.

b. Podeţele pe grinzi din beton armat au o alcătuire în general similară cu a podeţelor dalate din beton, cu deosebirea că elementele de rezistenţă ale suprastructurii sunt reprezentate de grinzi principale din beton armat, aşezate alăturat sau distanţat, consolidate prin plăci de suprabetonare sau antretoaze aşezate în câmp şi la capetele grinzilor principale. În mod uzual se folosesc la podeţele forestiere grinzile în forma literei π, denumite formal chesoane (figura 9.73 b).

9.3.20. Podeţele boltite (fig. 9.78) se adoptă, de regulă, în cazul rambleurilor mai înalte, de peste 5 m, când execuţia unui podeţ dalat ar necesita culee foarte înalte şi deci neeconomice, iar un podeţ tubular nu ar putea asigura debitul ce trebuie evacuat. De asemenea, sunt indicate în cazul văilor adânci, în formă de V, acolo unde podeţele dalate nu au eficienţa scontată.

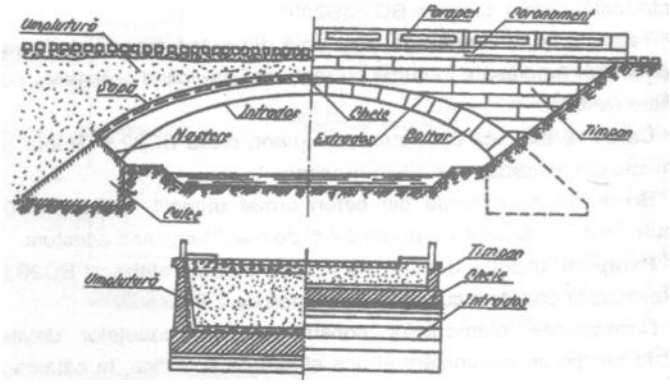


Fig. 9.78 Podeţ boltit

Suprastructura lor este constituită dintr-o boltă, care reprezintă elementul principal de rezistenţă, şi se execută din zidărie de piatră, beton simplu, beton armat sau din tablă metalică ondulată.

Suprafaţa de rezemare a bolţii pe infrastructură se numeşte **naştere**, iar secţiunea cea mai îndepărtată de linia naşterilor este denumită **cheie.**

În proiectarea drumurilor forestiere se va urmări, în măsura în care condiţiile de teren permit aplicarea soluţiei podeţelor boltite metalice din tablă ondulată.

9.3.21. Podeţele ovoidale (fig. 9.79) sunt podeţe tubulare cu secţiuni transversale ovoidale, aplicabile în cazul văilor adânci sau rambleurilor mari. Se execută din zidărie de piatră, din beton simplu, din beton armat monolit sau elemente prefabricate.

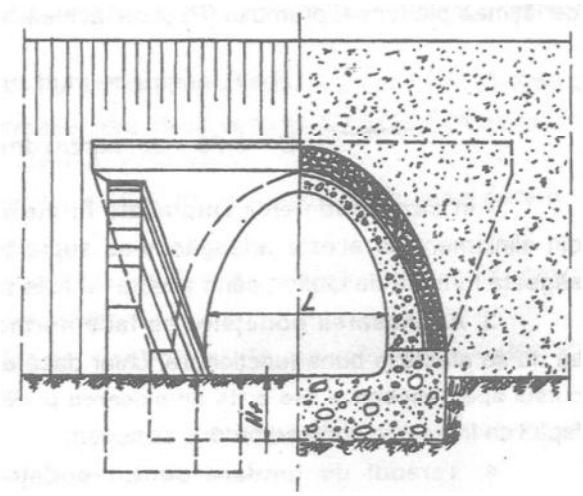


Fig. 9.79 Podeţ ovoidal

9.3.22. Calculul podeţelor presupune **verificarea la rezistenţă şi stabilitate** a elementelor podeţului precum şi stabilirea secţiunii de scurgere a podeţelor pe bază de **calcul hidraulic**, în funcţie de gradul de asigurare normat (tabelul 9.8). Pentru o primă dimensionare, deschiderea podeţului, în metri, se poate considera egală cu lungimea în amonte, în km, a pârâului traversat.

Tabelul 9.8

Valorile gradului de asigurare normat

Tipul drumului forestier	Grad de asigurare normat (%)
Magistral	1
Principal	2
Secundar	3

Calculul hidraulic se face în conformitate cu „Normativul PD 95-77 privind proiectarea hidraulică a podurilor şi podeţelor" şi ţinând seama de „Instrucţiunile tehnice ale Institutului Naţional de Meteorologie şi Hidrologie (I.N.M.H.), pentru determinarea caracteristicilor viiturilor de calcul formate în bazine mici de recepţie cu suprafeţe sub 100 km^2", precum şi de prescripţiile STAS 4068/2-87 şi STAS 4273-83. Pentru podeţele cu grinzi, înălţimea liberă de trecere (h_{min}) trebuie să fie:

h_{min} = 0,75m (pentru ape cu flotanţi)

h_{min} = 0,50m (pentru ape fără flotanţi)

Calculul hidraulic al podeţelor presupune determinarea debitelor maxime şi verificarea secţiunilor critice la podeţe, în aşa fel încât debitele de calcul să fie mai mici sau egale cu debitele capabile.

Debitele de calcul pentru pâraiele cadastrate se furnizează de către filialele teritoriale ale autorităţii naţionale în domeniul gospodăririi apelor, la comanda beneficiarului. Pentru pâraiele necadastrate debitele de calcul se determină de proiectant conform instrucţiunilor tehnice ale I.N.M.H. şi se supun spre confirmare, odată cu documentaţia pentru obţinerea acordului de gospodărire a apelor.

Calculele de dimensionare pentru elementele de rezistenţă ale podeţelor se desfăşoară, la fel ca şi la poduri, conform prevederilor din standardele şi normele tehnice în vigoare, în funcţie de clasa de încărcare.

Pentru drumuri forestiere se adoptă, în mod curent, clasa a III-a de încărcare, A10-S30.

Podeţele şi podurile se verifică şi la sarcinile provenite din autotrenul forestier A.T.F. 20 sau alte autotrenuri forestiere de mare tonaj ale căror caracteristici tehnice sunt date în cărţile tehnice ale acestora. În cazul podurilor şi podeţelor unde se preconizează un trafic cu vehicule care dau încărcări mai mari decât cele corespunzătoare clasei a III-a, este obligatorie verificarea podeţelor la aceste vehicule.

Construcţia podeţelor presupune şi realizarea rampelor de acces pentru racordarea acestora cu terasamentele.

9.3.23. Gabaritul podeţelor se stabileşte în funcţie de lăţimea drumului forestier.

În cazul podeţelor amplasate în aliniament (fig. 9.80), lăţimea podeţului (*B*) depinde de lăţimea platformei drumului (*P*) şi de lăţimea bordurii (*b*) fiind:

B = P, pentru drumuri cu platforma mai mare (sau egală) de 4 m;

B = 3,70 + 2b, pentru drumuri cu platforma mai mică de 4 m.

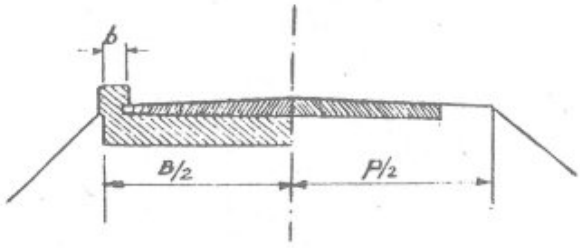


Fig. 9.80 Secţiune transversală printr-un podeţ (stânga) şi drum (dreapta), în cazul amplasării podeţului în aliniament

În cazul podeţelor amplasate în curbă, gabaritul este egal cu cel din aliniament, adăugându-se acestuia supralărgirea respectivă, precum şi săgeata formată de tablier, când acesta nu este prevăzut a se realiza curb.

Amplasarea podeţelor se va face, de preferinţă, normal, chiar dacă sunt necesare corecţii ale cursului de apă; se va evita amplasarea podeţelor la confluenţe, datorită depunerilor ce se produc în aceste zone.

Terenul de fundare pentru podeţe trebuie să aibă o rezistenţă sporită (teren foarte tare, teren stâncos, conglomerate cimentate etc.); adâncimile de fundare se stabilesc pe bază de date geotehnice şi în funcţie de adâncimea de îngheţ (STAS 6054 - 77) şi de afuiere. În terenurile cu pantă transversală mare, de peste 10%, fundaţiile pentru podeţe se execută în trepte.

9.3.24. Îmbrăcămintea, panta longitudinală şi pantele transversale ale drumului se menţin, în general, şi la podeţe. La podeţele la care pe partea carosabilă se aplică, în plus, beton asfaltic sau de ciment este necesar ca panta transversală să fie 1,5...2,5%, iar cea longitudinală de 0,5...6%. În cazul declivităţilor mai mari de 6% sunt necesare măsuri de ancorare pentru tablier.

D. Poduri

9.3.25. În componenţa drumurilor forestiere, podurile mari se includ mai rar. Ele formează obiectul unor proiecte aparte. De aceea, în cele ce urmează, se prezintă numai elemente privind buna conducere a traseului în zona podurilor, cât şi elemente cu privire la alegerea amplasamentului podului.

9.3.26. Studiul pentru fixarea traseului este subordonat amplasamentului podului în cazul râurilor mari sau a văilor adânci; în rest studiul se face concomitent cu studiile de amplasare.

9.3.27. La stabilirea amplasamentului podului se au în vedere următoarele:

- podul să fie pe cât posibil în aliniament;
- podul să fie cât mai normal pe firul apei (90^0); dacă nu este posibil, oblicitatea nu va depăşi 60^0; în mod excepţional 45^0;
- albia să fie stabilă; atunci când este cazul se va interveni cu lucrări de corecţie a albiei şi de consolidare a malurilor;
- terenul de fundare, conform studiilor geotehnice, trebuie să posede portanţa necesară stabilităţii construcţiei;
- accesul la pod să fie lesnicios, cu vizibilitate bună, de preferinţă în aliniament sau prin curbe de racordare cu raze mai mari ca cele folosite la restul drumului;
- pentru gradul de asigurare la viituri şi pentru pantele căii pe pod sunt valabile aceleaşi prescripţii ca şi pentru podeţe.

9.3.28. Dimensionarea hidraulică se întocmeşte conform Normativ PD 95-77 şi PD 161-85 cu respectarea O.M. nr.148/27.02.1997 emis de Ministerul Apelor Pădurilor şi Protecţiei Mediului, urmând să se ia în consideraţie, suplimentar, asigurările de calcul la viituri, iar înălţimea liberă (h_{min}) să fie:

h_{min} = 1,00m (pentru ape cu flotanţi)

h_{min} = 0,75m (pentru ape fără flotanţi)

În cazul podurilor din lemn pragul contrafişelor se va afla cu minimum 0,25m deasupra nivelului apelor extraordinare (N.A.E). La podurile boltite, cu două sau trei articulaţii, nivelul apelor extraordinare (N.A.E) trebuie să fie la 0,25 m sub pragul contrafişei.

La râurile pe care se prevede practicarea plutăritului liber sau dirijat, podurile vor avea deschiderea minimă de 10,00 m, respectiv 15,00 m.

9.3.29. La drumurile forestiere alcătuirea constructivă uzuală a podurilor este pe grinzi. Materialele de construcţie necesare executării podului se aleg în funcţie de durata de exploatare, caracteristicile podului şi sursele de materiale locale.

9.3.30. Atunci când amplasamentul podului se studiază concomitent cu traseul drumului, soluţia definitivă de amplasare şi integrare a podului în traseu va fi bazată pe un calcul tehnico-economic (uneori se coboară niveleta pentru a scurta lungimea podului sau a reduce înălţimea culeelor).

9.3.31. Gabaritul podului se stabileşte în funcţie de lăţimea drumului în aliniament, în curbă sau în zona de racordare, ţinându-se seama de mărimea supralărgirilor. Dimensiunile de gabarit sunt stabilite, în general, prin standarde (STAS 2924-91).

Pentru podurile de pe reţeaua de drumuri forestiere, amplasate în aliniament, **cu o singură bandă de circulaţie** şi având calea deasupra grinzilor, gabaritul este asigurat prin prevederea **unei părţi carosabile de 3,70 m şi 2 trotuare de câte 0,75 m sau 1,00 m fiecare**. În cazul amplasării în curbă se adaugă la lăţimea părţii carosabile şi supralărgirea corespunzătoare, iar în cazul când tablierul este drept se adaugă şi săgeata pe care o formează muchia interioară a bordurii cu muchia interioară în plină curbă a părţii carosabile supralărgite. Pentru o mai bună înscriere a vehiculului pe pod, tablierul se execută, în această situaţie, curb, luându-se toate măsurile constructive necesare.

Pentru podurile cu bandă dublă de circulaţie, amplasate în aliniament, **partea carosabilă pe pod este de 6,00 m sau 6,50 m**, corespunzătoare unei viteze de circulaţie de 25 km/h şi unei lăţimi a părţii carosabile a drumului de 5,50 m, respectiv 6,00 m. Pentru viteze de proiectare mai mari, lăţimea părţii carosabile, pentru bandă dublă de circulaţie, ajunge la 7,80 m. În cazul amplasării în curbă se menţin prevederile de la banda simplă.

9.3.32. Soluţia definitivă privind amplasamentul şi elementele constructive ale podului se vor stabili în baza analizei mai multor soluţii, care se vor prezenta în studiul de fezabilitate ce precede proiectul tehnic.

ANEXA 9.1

Tabloul de calcul şi mişcarea terasamentelor (model orientativ)

Nr. pichet	Poziția hectometrică	Distanța între picheți [m]	Lungimea aplicabilă [m]	Suprafeţe [m^2]				
				Debleu				Rambleu
				Stâncă	Pământ			
					Excavator	Buldozer	Alt mijloc	
0	1	2	3	4	5	6	7	8

continuare (col.9-17)

Volume [m^3]					Volume întrebuințate în acelaşi profil [m^3]			
Debleu				Rambleu	Stâncă	Pământ		
Stâncă	Pământ					Excavator	Buldozer	Alt mijloc
	Excavator	Buldozer	Alt mijloc					
9	10	11	12	13	14	15	16	17

continuare (col 18-25)

Excedent de volume [m^3]					Împrumuturi		
Debleu				Rambleu	Excavator	Buldozer	Alt mijloc
Stâncă	Pământ						
	Excavator	Buldozer	Alt mijloc				
18	19	20	21	22	23	24	25

continuare (col.26-36)

Transportul longitudinal al excedentului de debleu [m^3]										
În rambleu cu utilajul folosit la săpare			În rambleu, cu autovehicule							
Cu excavator pe raza de acțiune brațului	Cu buldozerul prin împingere până la 30m	Cu alt utilaj pe distanța până la…..	Tractor cu remorcă pe distanța de…[m]					Autobasculanta pe distanța de [km]		
			100	200	300	400	500	1	2	3
26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36

continuare (col.37-40)

Depozit [m^3]			
Stâncă	Pământ		
	Excavator	Buldozer	Alt mijloc
37	38	39	40

ANEXA 9.2

Recapitulația mişcării terasamentelor (model orientativ)

Specificații	Stâncă [m^3]	Pământ [m^3]			Total [m^3]
		Excavator	Buldozer	Alt mijloc	
0	1	2	3	4	5
A. Săpături - din debleuri - din gropi de împrumut TOTAL A					
B. Transporturi - în rambleuri - în depozite TOTAL B					
C. Mişcarea terasamentelor - pe acelaşi profil - din gropi de împrumut cu excavator cu buldozer cu alt mijloc - în rambleu, cu mijlocul folosit la săpare cu excavatorul pe raza de acţiune a braţului prin împingere cu buldozerul până la 30 m cu alt mijloc folosit la săpare - transport longitudinal în rambleu, cu autovehicule tractor cu remorcă pe distanța de: 100 m 200 m 300 m 400 m 500 m autobasculanta pe distanța de: 1 km 2 km 3 km - transport în depozit stâncă pământ cu excavator cu buldozer alt mijloc TOTAL C					

Verificare: TOTAL A = TOTAL B = TOTAL C

ANEXA 9.3.

Specii forestiere folosite la plantarea taluzurilor de rambleu şi debleu

Specia	Arbori sau arbuşti	Regiunea geografică	Subzona de vegetaţie	Altitudinea	Felul terenului	Regiunea din ţară	Solul şi substratul geologic	Observaţii
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Pinul silvestru (Pinus silvestris)	A	Munte	Făgete	Până la 1000 m	Stâncoase, uscate	Toată ţara	Şisturi cristaline, gresii, nisipuri	Bun fixator de sol
Aninul alb (Alnus incana)	A	Munte	Făgete şi răşinoase	800-1000 metri	Umede	Toată ţara	Substraturi argiloase	Fixator de sol
Aninul verde (Alnus viridis)	a	Munte	Răşinoase	Către limita superioară a vegetaţiei forestiere	Umede	Toată ţara	Pietrişuri, şisturi cristaline	Fixator de sol
Zmeurul (Rubus idaeus)	a	Munte	Făgete şi răşinoase	600-1400 metri	Reavăne-umede	Toată ţara	Brun forestiere şi podzolice	Fructe mult căutate la export
Salcâmul (Robinia pseudoaccacia)	A	Deal şi câmpie	Făgete şi cvercinee	Până la 900 m	Reavăne - uscate	Cu precădere în jumătatea de sud a ţării	Substraturi cristaline, gresii şi nisipuri	Fixator de sol, melifer excepţional
Pinul silvestru (Pinus silvestris)	A	Deal şi câmpie	Cvercinee	Până la 1000 m	Reavăne-uscate	Toată ţara	Şisturi cristaline, gresii, nisipuri	Bun fixator de sol
Pinul austriac (Pinus nigra var. austriacă)	A	Deal şi câmpie	Făgete şi cvercinee	Până la 800 m	Uscate	Cu precădere în jumătatea de sud a ţării	Substraturi calcaroase, marnoase	Bun fixator de sol
Aninul negru (Alnus glutinosa)	A	Deal şi câmpie	Făgete şi cvercinee	Până la 900 m	Umede, permanent împrospăta- te	Toată ţara	Substraturi argiloase, poale de versanţi	Bun fixator de sol
Salcia albă (Salix alba)	A	Deal şi câmpie	Cvercinee şi în jumătatea inferioară a făgetelor	Până la 800 m	Reavăne, umede, ude	Toată ţara	Substraturi argiloase, poale de versanţi	Foarte bun fixator de sol
Alunul (Corylus avellana)	a	Deal şi câmpie	Cvercinee	Până la 700 m	Reavăne	Toată ţara	Brun roşcate de pădure şi brun forestiere	Bun fixator de sol, fructe comestibile
Coacăzul negru şi roşu (Ribes nigrum şi Ribes rubrum)	a	Deal şi câmpie	Făgete şi cvercinee	Până la 800 m	Reavăne	Toată ţara	Brun roşcate de pădure, brun forestiere, nisipo-argiloase	Fructe mult căutate la export
Cătina albă (Hippöphae rhamnoides)	a	Deal şi câmpie	Cvercinee	Până la 1000 m	Uscate până la umede	Oltenia. Muntenia, Moldova	Substraturi argiloase şi marnoase	Foarte bun fixator de sol, fructe căutate pentru

						, Dobrogea		vitamina C
Cornul (Cornus mas)	a	Deal şi câmpie	Cvercinee	Până la 700 m	Uscate până la reavăne	Toată ţara	Şisturi şi argile	Foarte bun fixator de sol, fructe comestibile
Singerul (Cornus sanguinea)	a	Deal şi câmpie	Cvercinee	Până la 700 m	Reavăne	Toată ţara	Şisturi şi argile	Bun fixator de sol
Lemnul câinesc (Ligustrum vulgare)	a	Deal şi câmpie	Cvercinee	Până ia 800 m	Reavăne	Toată ţara	Şisturi şi argile	Bun fixator de sol
Salbă moale (Evonymus europaea)	a	Deal şi câmpie	Făgete şi cvercinee	Până la 800 m	Reavăne	Toată ţara	Brun roşcate de pădure, brun forestiere	Bun fixator de sol
Dârmaxul (Viburnum lantana)	a	Deal şi câmpie	Cvercinee	Până la 700 m	Uscate	Jumătatea de sud a tării	Şisturi, argile, marne, calcare	Bun fixator de sol
Păducelul (Crataegus monogyna)	a	Deal şi câmpie	Cvercinee	Până la 800 m	Uscate	Toată ţara	Nisipo-argiloase, şisturi, argile	Bun fixator de sol, fructe comestibile
Măceşul (Rosa canina)	a	Deal şi câmpie	Făgete şi cvercinee	Până ia 800 m	Uscate	Toată ţara	Şisturi şi argile	Fructe bogate în vitamine
Scumpia (Cotinus coggygria)	a	Deal şi câmpie	Cvercinee	Până la 500 m	Uscate	Sudul ţării	Substraturi calcaroase	Foarte bun fixator de sol., ornamental
Paţachina (Rhamnus fragula)	a	Deal şi câmpie	Cvercinee	Până la 600 m	Uscate	Toată ţara	Argiloase, gleizate	Fixator de sol
Porumbarul (Prunus spinosa)	a	Deal şi câmpie	Cvercinee	Până la 700 m	Uscate	Toată ţara	Substraturi calcaroase,soluri uscate	Fixator de sol, fructe comestibile

ANEXA 9.4

INDICAȚII ORIENTATIVE ASUPRA DOMENIULUI DE APLICABILITATE PENTRU DIVERSE TIPURI DE PODEȚE DE PE DRUMURILE FORESTIERE

Nr. crt.	Tipul de podeț	Specificație	Înălțimea de umplutură deasupra podețului		Domeniul de aplicabilitate din considerente tehnice							Domeniul de aplicabilitate din considerente economice – înălțime, rambleu în metri	Observații
			Minimă	Maximă	Convoiul de calcul conform prevederilor STAS 3221-86	Lungimea maximă de podeț din condițiile de întreținere	Condiții de teren		Caracterul pârâului traversat	Condiții de amplasament (oblicitate, curbe, etc.)	Alte condiții speciale		
							Natura terenului	Panta transversală a terenului					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Podețe tubulare	Podețe tubulare cu tuburi prefabricate din beton armat confecționate în baze proprii cu diametrul de 60, 100 și 150	0.5	3.00	A.10-S.40 ATF – 20	12 m pentru diametrul de 60 cm și 18 m pentru diametrul de 100 cm	Teren tare	Oricare, dar limitând panta tubului	Să nu transporte multe aluviuni	Normal și orice oblicitate	Panta maximă a tubului este 30% pentru diametrul de 60 și 100 cm și 20% pentru diametrul de 150 cm	Pentru diametrul de 60cm>1.25 m Pentru diametrul de 100 cm >1,50 m; Pentru diametrul de 150 cm > 2,00 m	Proiectul se face după proiectul tip existent
2	Podețe tubulare	Idem cu tuburi prefabricate din beton precomprimat de tip PREMO cu diametrul de 60,80 și 100 cm și BUCOV cu diametrul de 140 cm	0,5	Nelimitat	A.13-S.60 ATF-20	12 m pentru diametrul de 60 și 80 cm și 18 m pentru diametrul de 100 cm Nelimitat pentru diametrul de 140 cm	Teren tare	Oricare, dar limitând panta tubului	Să nu transporte multe aluviuni	Normal și orice oblicitate	Panta maximă a tubului este 30% pentru diametrul de 60, 80 cm și 100 cm și 20% pentru diametrul de 140 cm	Pentru diametrul de 60cm>1,50 m Pentru diametrul de 100 cm >2,00 m	Proiectul se face după proiectul tip existent
3	Podețe dalate	Podețe dalate cu suprastructura din elemente prefabricate cu lumina L=1-2-3-4 m			A.13-S.40 ATF-20	La înălțimi libere sub podeț<1,00 m Lungimea se limitează la 12 m, iar 1,50 m la 18 m	Oricare	Oricare, dar asigurând o înălțime liberă minimă în amonte	Oricare	La podețe normale și oblice până la 60 grade în curbe cu R> 15 m	Înălțimea liberă în amonte de podeț de minim 1,00 m pentru L=1 m și 2 m și 1,50 m pentru L=3 m și 4 m	Pentru l=1,00 m – 4,00 m <1,50 m - 4,50 m	Proiectul se face după proiectul tip existent
4	Podețe dalate	Idem cu suprastructura din beton armat monolit			A.13-S.40 ATF-20	La înălțimi sub podeț <1,00m Lungimea se limitează la 12 m, iar 1,50 m la 18 m	Oricare	Oricare, dar asigurând o înălțime liberă minimă în amonte	Oricare	La podețe cu oblicitate mai pronunțată de 60 grade și în curbe cu R> 20 m	Înălțimea liberă în amonte de podeț de minim 0,60 m – 150 m corespunzător luminii de 1,00m și 4,00 m	Pentru L=1,00 m-4,00 m <1,50 m - 4,50 m	Proiectul se face după proiectul tip existent
5	Podețe ovoidale	Podețe ovoidale din beton monolit cu L=1,50 – 4,00 m	1,00	3,00	A.13-S.30 ATF-20	Oricare	Oricare	Pentru L <2,00 m maxim 30% Pentru l=3,00 m și 4,00 m maxim 20%	Oricare	Oricare	În general în zonele unde piatra brută nu se găsește ca material local	Mai mare de 4,50 m	Proiectul se face după proiectul tip existent
6	Podețe bolțite	Podețe bolțite cu bolți în semicerc, cu L=2,00 – 4,00 m	0,5	3,00	A.13-S.30 ATF-20	Oricare	Teren bun de fundare	Pentru cazuri obișnuite maxim 30%; pentru cazuri excepționale până la 100% cu adaptarea corespunzătoare a culeilor	Oricare	Podețe normale și oblicități mici (maximum 75 grade)	În zone cu piatră brută ca material local și când rezultă mai economice decât podețele ovoidale	Mai mare de 4,50 m	Pentru umpluturi până la 3,00 m deasupra bolții se aplică proiectul tip, pentru aberile mai mari precum și pentru cazuri speciale se întocmesc proiecte anume

Notă: 1. Podețele tubulare se pot amplasa în debleu numai în cazul terenurilor pământoase și când sunt mai economice decât cele dalate
2. La determinarea secțiunii libere a podețelor, trebuie să se aibă în vedere rezultatele calculului hidraulic și necesitatea asigurării spațiului de gardă pentru scurgerea corpurilor plutitoare la viituri.

10. SUPRASTRUCTURA DRUMURILOR FORESTIERE

10.1. Alcătuirea părţii carosabile şi formele uzuale ale patului căii

10.1.1. Pentru a rezista solicitărilor circulaţiei, partea carosabilă a drumurilor forestiere (calea) se consolidează prin aşezarea succesivă a mai multor **straturi rutiere**, cu roluri şi funcţiuni diferite, care, împreună cu acostamentele, formează **suprastructura drumului.**

10.1.2. Între execuţia infrastructurii şi execuţia suprastructurii se lasă o pauză tehnologică de un an, pentru ca terasamentele să se taseze, într-o primă fază, prin circulaţia de şantier şi pe cale naturală în situaţiile în care este posibil.

10.1.3. Totalitatea straturilor rutiere, prin care se consolidează partea carosabilă, constituie un **sistem rutier** şi împreună cu zona activă din terasamente constituie un **complex rutier** (fig.10.1).

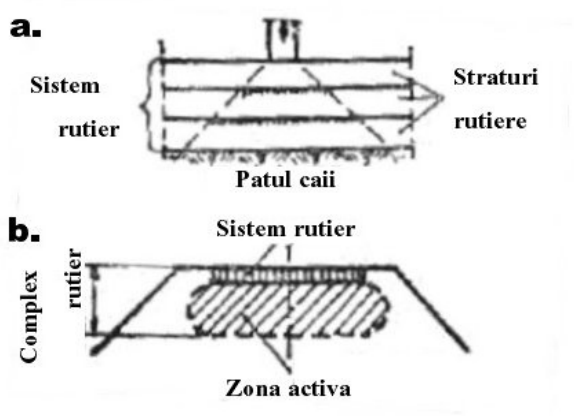


Fig. 10.1 Sistem rutier şi complex rutier:
a) repartizarea încărcărilor prin sistemul rutier; b) componentele complexului rutier

10.1.4. La stabilirea sistemului rutier se au în vedere:

- categoria drumului (magistral, principal sau secundar);
- capacitatea portantă a terasamentelor;
- sursele de materiale locale (agregate naturale de piatră sau agregate aluvionare);
- traficul mediu anual;
- necesitatea extinderii mecanizării lucrărilor;
- valoarea de investiţie şi cheltuielile de întreţinere şi reparare.

10.1.5. În cazul sistemelor rutiere alcătuite din mai multe straturi se va lua în considerare, dacă este justificat, principiul ameliorării progresive prin consolidări succesive.

10.1.6. Aşezarea sistemului rutier pe partea carosabilă, ca şi execuţia acostamentelor, atunci când acestea sunt prevăzute, se face după **pregătirea patului căii**, care constă în amenajarea înclinărilor transversale ale platformei terasamentelor.

10.1.7. Gradul de compactare al terasamentelor, la nivelul patului căii, va fi de 96...100%.

10.1.8. Formele uzuale ale patului căii sunt redate în figura 10.2, pentru drumurile cu două benzi de circulaţie, şi în figura 10.3 pentru drumurile cu o singură bandă de circulaţie.

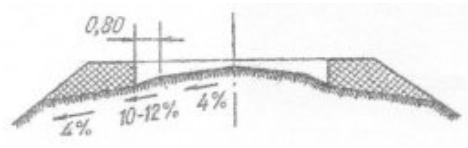


Fig. 10.2 Forma patului căii la drumurile cu două benzi de circulaţie

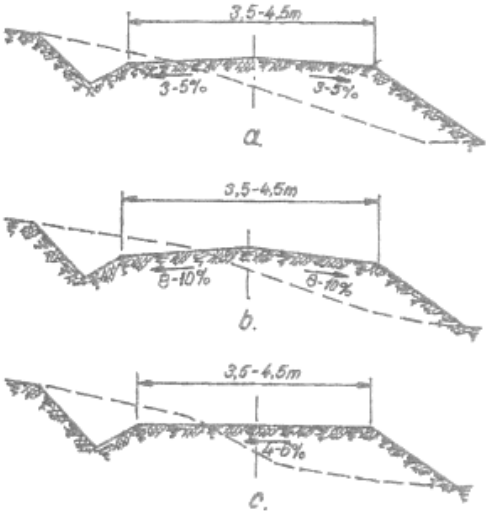


Fig. 10.3 Forme constructive uzuale ale patului căii la drumurile cu o singură bandă de circulaţie

10.1.9. Acostamentele drumurilor forestiere sunt aplicate şi se prevăd numai la drumurile cu două benzi de circulaţie; la drumurile cu o singură bandă de circulaţie se prevăd numai în cazul sistemelor rutiere cu mai multe straturi sau de categorie superioară. De preferinţă se vor executa din materiale drenante, pentru a se evita amenajarea drenurilor de acostament.

Atunci când terasamentele se execută din material local, argilos sau argilo-nisipos, amenajarea drenurilor de acostament devine obligatorie, la distanţe de 10...20 m unul de altul, aşezate alternativ (fig.10.4), pe ambele părţi ale drumului sau numai pe o singură parte, după

cum înclinarea transversală a platformei drumului este cu două pante (în aliniament şi curbele de rază mare) sau cu o singură pantă (curbe convertite sau supraînalţate).

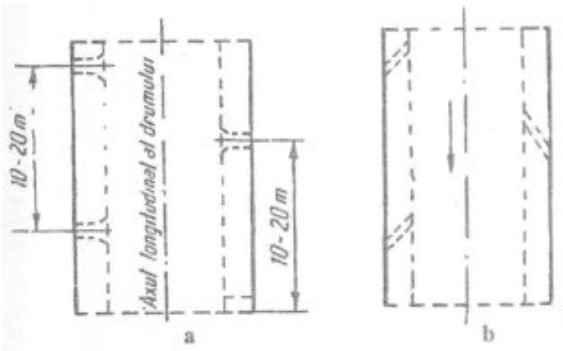


Fig. 10.4 Amplasarea drenurilor de acostament:
a – la declivităţi mai mici de 1%; b – la declivităţi mai mari de 1%

10.1.10. În cazul sistemelor rutiere reduse (într-un singur strat), materialul pietros se întinde pe toată lăţimea platformei, astfel că, practic, acostamentele lipsesc (sistem rutier neîncastrat).

10.2. Clasificarea şi alcătuirea sistemelor rutiere

10.2.1. În principiu, se disting două categorii de sisteme rutiere:

- **sisteme rutiere nerigide (suple)**, alcătuite din materiale granulare, cu sau fără lianţi bituminoşi (fig.10.5);
- **sisteme rutiere rigide**, în alcătuirea cărora intră cel puţin un strat de beton de ciment (fig.10.6).

Când sistemul rutier are în alcătuire cel puţin un strat de agregate naturale stabilizate cu lianţi hidraulici sau puzzolanici, atunci se consideră **semirigid**.

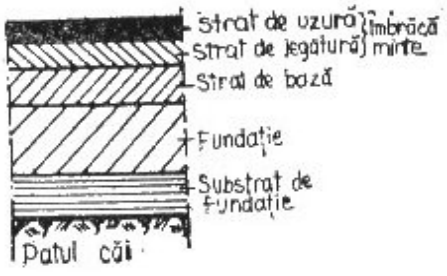


Fig. 10.5 Sistem rutier nerigid

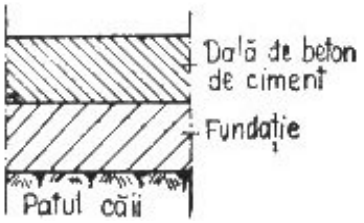


Fig. 10.6 Sistem rutier rigid

10.2.2. În practica execuţiei drumurilor forestiere se folosesc sistemele rutiere nerigide, adaptate, ca alcătuire, condiţiilor traficului rutier forestier.

Sistemele rutiere rigide se folosesc numai în cazuri deosebite, precum: drumul forestier deserveşte şi alte sectoare economice, trafic intens şi greu, condiţii climatice neprielnice (umiditate ridicată).

10.2.3. Sistemele rutiere nerigide vor avea 1…3 straturi rutiere, în funcţie de intensitatea traficului, calitatea materialelor pietroase folosite şi natura pământului din patul căii (fig.10.7).

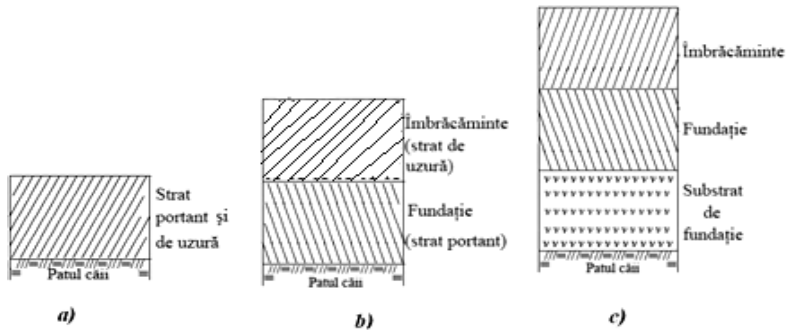


Fig. 10.7 Alcătuirea sistemelor rutiere nerigide folosite pe drumuri forestiere

Astfel, consolidarea părţii carosabile se poate face, după caz, printr-un singur strat (portant şi de uzură), prin două straturi, unul portant (fundaţia) şi al doilea de uzură (îmbrăcămintea) sau prin trei straturi, când condiţiile de teren impun şi introducerea unui **substrat de fundaţie**, cu rol izolator, anticapilar, antigel, drenant şi de omogenizare.

10.2.4. Pe porţiunile unde platforma drumului este în stâncă ori rambleurile sunt executate din materiale drenante, cu capacitate portantă corespunzătoare, stratul de fundaţie poate lipsi, partea carosabilă amenajându-se numai prin aşternerea peste platformă a unui strat de egalizare din piatră spartă, peste care se va aşeza îmbrăcămintea.

10.2.5. Substratul de fundaţie poate lipsi în cazul când fundaţia este realizată din balast cu conţinut ridicat de nisip.

10.2.6. În terenurile umede, mlăştinoase, cu terasamente plastice, substratul de fundaţie se aşează pe un **strat de formă**, executat din materiale puţin sensibile la apă şi prin care se îmbunătăţeşte capacitatea portantă a terasamentelor.

10.2.7. Împietruirile într-un singur strat, portant şi de uzură, se execută din balast sau piatră spartă poligranulară.

10.2.8. În cazul împietruirilor din mai multe straturi, în straturile de fundaţie se vor folosi materiale locale precum: piatra spartă provenită din derocări de pe traseu, piatră brută, piatră spartă mare, piatră spartă poligranulară, balast, prundiş, bolovani concasaţi etc. Atunci când este necesar şi un substrat de fundaţie, acesta se execută, de preferinţă, din balast.

10.2.9. Îmbrăcămin̦ile drumurilor forestiere împietruite se execută, după caz, din balast, piatră spartă poligranulară sau din două sorturi de piatră spartă monogranulară (macadam).

10.2.10. În cazul drumurilor împietruite, agregatele minerale din stratul de uzură (îmbrăcăminte) vor fi mai rezistente şi de dimensiuni mai mici decât cele din stratul portant (fundaţie).

10.2.11. Modernizarea îmbrăcămin̦ii drumurilor forestiere se face prin aplicarea, la partea superioară a macadamului obişnuit, a unor tratamente superficiale ori a unui covor asfaltic.

10.2.12. Adoptarea unor îmbrăcămin̦i moderne, de tipul macadamului asfaltic, betonului asfaltic sau betonului de ciment se poate face, dacă se justifică, numai în cazul drumurilor forestiere magistrale, cu trafic de mare intensitate, a drumurilor forestiere ce servesc şi alte sectoare ale economiei naţionale, precum şi a acelora care prezintă o deosebită importanţă turistică.

10.2.13. Sistemele rutiere prevăzute, în mod obişnuit, pe drumurile forestiere secundare, principale şi magistrale, se prezintă în figurile 10.8, 10.9 şi 10.10.

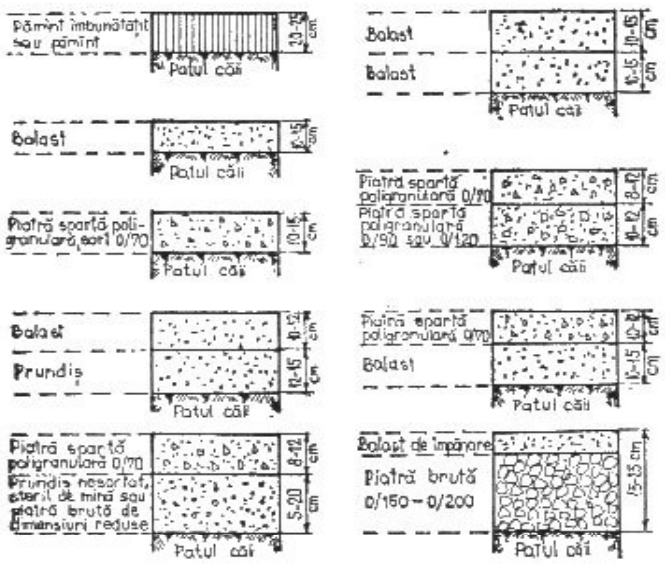


Fig. 10.8 Sisteme rutiere folosite pe drumuri forestiere de tip secundar

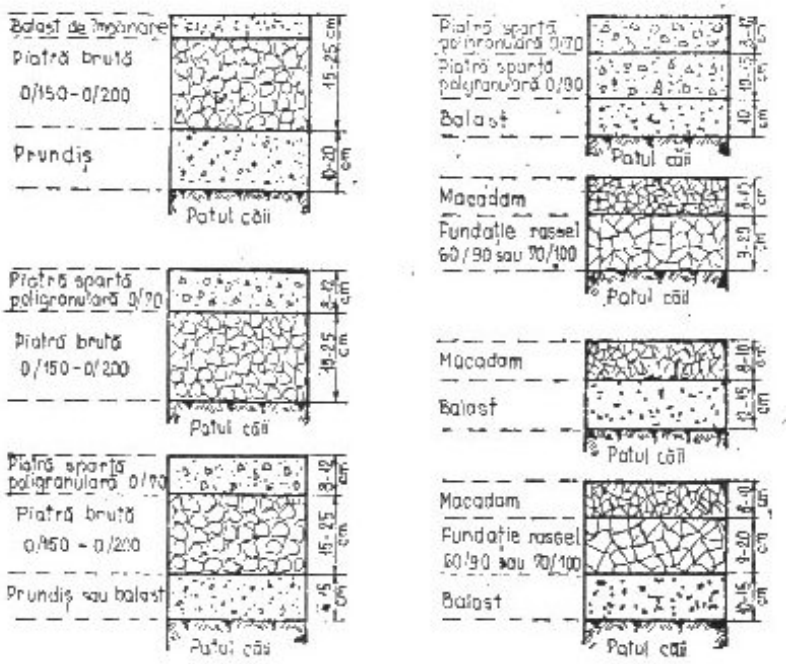


Fig. 10.9 Sisteme rutiere folosite pe drumuri forestiere de tip principal

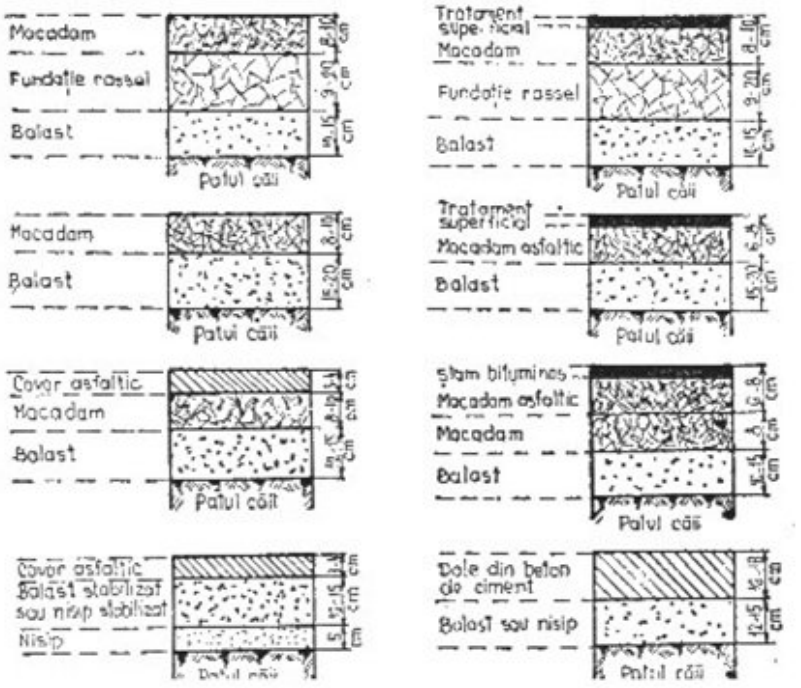


Fig. 10.10 Sisteme rutiere folosite pe drumurile forestiere de tip magistral

10.2.14. Sistemele rutiere din pământ îmbunătățit se pot folosi în cazul deficitului de piatră sau balast şi pentru exploatări sezoniere, cu circulaţie redusă şi uşoară.

Ele necesită o bună drenare şi evacuare a apelor, ceea ce se realizează, de regulă, prin casiuri executate din lemn sau din alte materiale, amplasate oblic faţă de axa drumului, la distanţele indicate în tabelul 10.1; acestea pot fi utilizate şi la drumurile împietruite când este cazul.

Tabelul 10.1

Distanţa dintre casiuri

Panta drumului (%)	Distanţa dintre casiuri (m)
5	72
6	56
7	48
8	44
9	40
10	36
11	34
12	32

10.2.15. În cazul **drumurilor forestiere sumar amenajate**, consolidarea părţii carosabile se poate face prin executarea unor **benzi de rulare.**

Benzile de rulare se execută din materiale pietroase, în două straturi, sau din dale de beton de ciment aşezate pe o platformă de 3,50 m (fig.10.11).

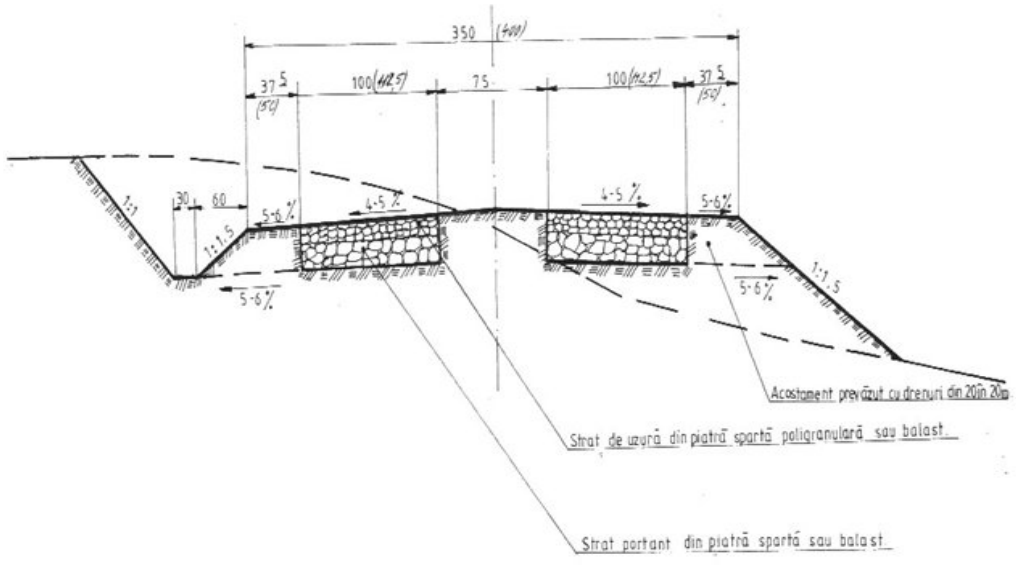


Fig. 10.11. Amplasarea benzilor de rulare în cadrul profilului transversal

În cazul folosirii **dalelor din beton de ciment**, acestea au dimensiunile: lungimea 1,00…1,20 m, lăţimea 1,00 m, grosimea 0,10…0,12 m şi se implântă într-un strat de balast.

În curbele cu raze R < 100 m, benzile de rulare se supralărgesc, conform indicaţiilor din tabelul 10.2.

Tabelul 10.2

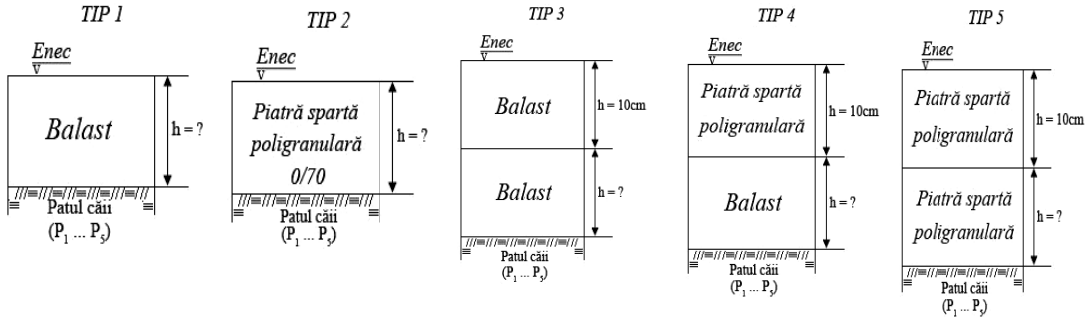
Supralărgirile în curbe ale benzilor de rulare utilizate la drumuri forestiere sumar amenajate

Raza curbei (m)	Supralărgirea benzilor de rulare (m) la V=15 km/h
15	2,18
20	1,66
25	1,34
30	1,14
40	0,87
50	0,71
60	0,60
80	0,46
100	0,38

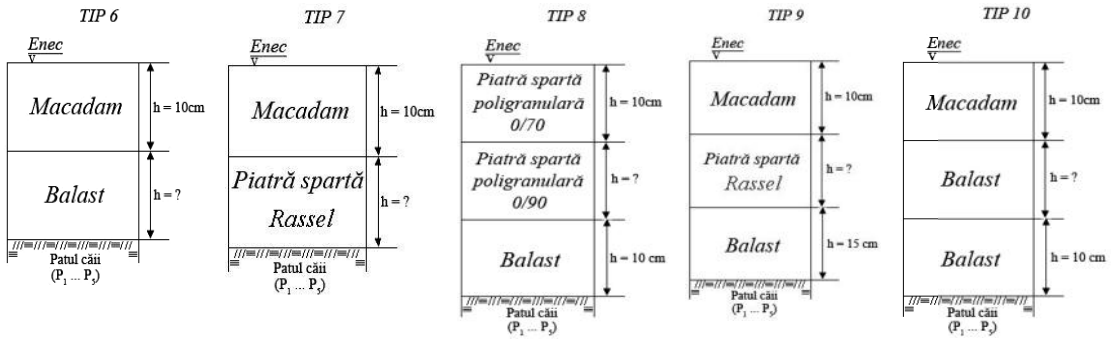
10.2.16. Se vor face în proiecte menţiuni de interzicere a colectării lemnului prin târâre sau semitârâre pe platforma drumurilor forestiere.

10.3. Sisteme rutiere tip

10.3.1. În vederea tipizării, la proiectare se va acorda preferinţă **sistemelor rutiere tip**, redate, ca alcătuire, în figurile 10.12 şi 10.13, iar ca domeniu de utilizare în tabelul 10.3.



a)



b)

Fig. 10.12 Tipuri de sisteme rutiere, alcătuite din materiale granulare, pentru diferite categorii de drumuri forestiere, cu grosimea fundației (h), stabilită în funcție de modulul de deformație necesar (E_{nec});
a) pentru drumuri forestiere secundare; b) pentru drumuri forestiere principale

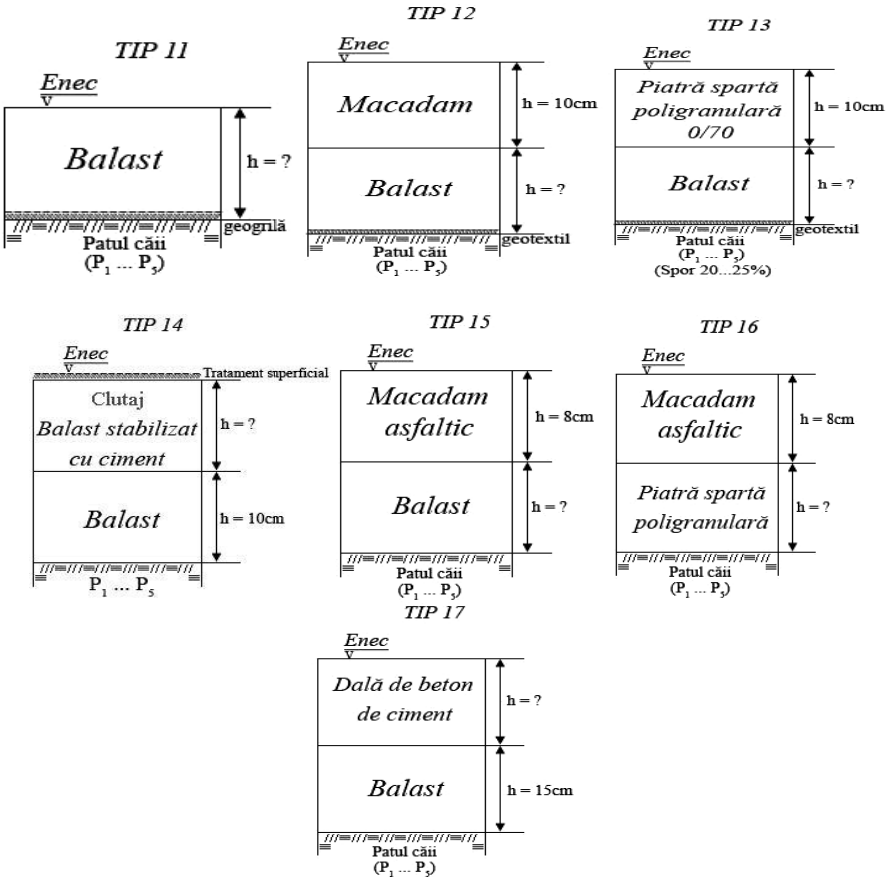


Fig. 10.13 Tipuri de sisteme rutiere, pentru drumuri forestiere, cu folosirea geosinteticelor (tipurile 11, 12 şi 13) sau a îmbrăcăminților moderne (tipurile 14, 15 16,şi 17)

Tabelul 10.3

Domeniile de utilizare ale sistemelor rutiere tip

Tip sistem rutier	Domeniul de utilizare
Tip 1	Pe drumuri secundare cu trafic sub 3000 t/an: 1. Pe terenuri argiloase 2. Ca strat de egalizare şi uzură la rambleuri din materiale pietroase.
Tip 2	Pe drumuri secundare cu trafic sub 3000 t/an: 1. Pe terenuri tari şi foarte tari 2. Ca strat de egalizare şi uzură la rambleuri din materiale pietroase.
Tip 3	Pe drumuri secundare, cu trafic sub 3000 t/an, în terenuri cu capacitate portantă slabă şi nivelul apelor freatice aproape de suprafaţă
Tip 4	Pe drumuri secundare cu trafic de 3000…5000 t/an, în terenuri argilo-nisipoase şi nivelul apelor freatice aproape de suprafaţă
Tip 5	Pe drumuri secundare cu trafic de 3000…5000 t/an, în terenuri mijlocii, argilo-nisipoase sau nisipo-argiloase fără pericol de umezire
Tip 6	Pe drumuri principale cu trafic de 5000…10000 t/an, în terenuri argiloase şi nivelul apelor freatice aproape de suprafaţă
Tip 7	Pe drumuri principale cu trafic de 5000…10000 t/an, în terenuri argilo-nisipoase sau nisipo-argiloase
Tip 8	Pe drumuri principale cu trafic de 10000…50000 t/an, în terenuri argiloase
Tip 9	Pe drumuri principale cu trafic de 10000…50000 t/an, în terenuri argilo-nisipoase sau nisipo-argiloase
Tip 10	Pe drumuri principale cu trafic de 10000…50000 t/an, în terenuri argiloase şi nivel ridicat al apelor freatice
Tip 11	Sistem rutier cu geogrilă pentru ranforsarea patului căii, în terenuri slabe sau mijlocii, argiloase sau argilo-nisipoase, la drumuri secundare cu trafic sub 5000 t/an
Tip 12	Pe drumuri principale cu trafic de 5000…10000 t/an, terasamente cu capacitate portantă scăzută şi nivel ridicat al apelor subterane, consolidate şi drenate cu materiale geosintetice (geotextil)
Tip 13	Pe drumuri principale cu trafic de 5000…10000 t/an, în terenuri argiloase sau argilo-nisipoase
Tip 14	Pe drumuri forestiere, cu trafic mijlociu, ce servesc şi alte sectoare economice sau activitatea turistică şi se solicită îmbrăcăminte asfaltică uşoară
Tip 15	Pe drumuri forestiere magistrale, cu trafic peste 50000 t/an sau pe drumuri forestiere ce servesc şi alte sectoare economice, inclusiv turismul, în terenuri argiloase ori argilo-nisipoase
Tip 16	Pe drumuri forestiere magistrale, cu trafic peste 50000 t/an sau pe drumuri forestiere ce servesc şi alte sectoare economice, inclusiv turismul, în terenuri nisipo-argiloase
Tip 17	Sistem rutier rigid pentru drumuri forestiere magistrale, în zone umede şi trafic intens şi greu

10.3.2. Sistemele rutiere tip includ atât soluţii tradiţionale, respectiv sisteme rutiere din materiale granulare, împietruiri simple sau macadamuri obişnuite (tipurile 1…10), cât şi sisteme rutiere în alcătuirea cărora sunt introduse materiale geosintetice (tipurile 11…13) sau sisteme cu îmbrăcăminţi moderne (tipurile 14…17).

10.3.3. Grosimile straturilor rutiere din cadrul fiecărui sistem tip sunt adoptate constructiv, cu excepţia stratului de fundaţie a cărui grosime se stabileşte sau se verifică prin calcule de dimensionare, în funcţie de intensitatea traficului, calitatea pământului din patul căii şi a

materialelor rutiere, condiţiile hidrologice ale zonei (tipurile 1…16). Grosimea dalei de beton de ciment (tipul 17) se calculează sau se adoptă constructiv.

10.4. Dimensionarea sistemelor rutiere

10.4.1. Pentru a se evita supra sau subdimensionarea sistemului rutier, se va prezenta, la **Proiectul tehnic**, sinteza metodei de dimensionare utilizate.

A. Dimensionarea sistemelor rutiere nerigide

10.4.2. Sistemele rutiere nerigide prezintă cea mai frecventă consolidare a părţii carosabile a drumurilor forestiere.

10.4.3. La dimensionarea sistemelor rutiere nerigide se va folosi, după caz, una din următoarele metode:

- metoda analitică;
- metoda deformaţiei critice.

Cele două metode diferă între ele prin modul de stabilire şi de exprimare a traficului de calcul, tipul autovehiculului etalon, parametrii de caracterizare a calităţii materialelor rutiere, precum şi prin criteriile ce stau la baza dimensionării.

În timp ce metoda deformaţiei critice, bazându-se pe **principiul sistemului bistrat**, urmăreşte stabilirea directă a grosimii stratului de fundaţie din alcătuirea sistemului rutier, metoda analitică recurge la o **dimensionare prin verificare**, respectiv să stabilească daca deformaţiile specifice şi tensiunile ce se înregistrează în punctele critice ale complexului rutier, la solicitarea traficului de calcul, se situează sub valorile maxime admise.

10.4.4. Metoda analitică poate fi aplicată în două variante şi anume:

- dimensionarea sistemelor suple şi semirigide, prevăzute cu îmbrăcăminţi bituminoase (normativ, indicativ P.D. 177-2001);
- dimensionarea pietruirilor (normativ, indicativ A.N.D. 582/2002).

10.4.5. Domeniile de aplicare ale metodelor menţionate sunt:

- metoda analitică, indicativ P.D. 177-2001, se va aplica la dimensionarea sistemelor rutiere ale drumurilor forestiere magistrale şi principale, proiectate cu o viteză de cel puţin 25 km/h şi prevăzute cu îmbrăcăminţi asfaltice; de asemenea, ea trebuie luată în considerare la dimensionarea sistemelor rutiere cu structuri semirigide;

- metoda analitică, indicativ A.N.D. 582/2002, se va utiliza la dimensionarea sistemelor rutiere de pe drumurile forestiere împietruite, cu condiţia ca traficul rutier să fie suficient de intens pentru a se încadra în diagramele metodei şi să se dispună posibilitatea de accesare a "PROGRAMULUI CALDEROM 2000", destinat calculului tensiunilor şi deformaţiilor specifice în sistemele rutiere în România;

- metoda deformaţiei critice se va utiliza atunci când aplicarea metodei analitice nu este posibilă, cum ar fi, spre exemplu, cazul sistemelor rutiere reduse pentru drumuri secundare cu trafic scăzut;

- în cazul drumurilor secundare se va analiza şi posibilitatea ca, într-o primă etapă, să se adopte un sistem rutier recomandat de cataloagele de suprastructuri rutiere (sisteme rutiere tip), urmând ca dimensionarea propriu zisă să se facă la aşezarea unor noi straturi, conform principiului consolidării succesive.

10.4.6. Metodologia dimensionării şi filiera de calcul, specifice fiecărei metode, sunt descrise în:

- ANEXA 10.1, pentru metoda analitică – indicativ 177-2001;
- ANEXA 10.2, pentru metoda analitică – indicativ A.N.D. 582/2002;
- ANEXA 10.3, pentru metoda deformaţiei critice.

B. Dimensionarea sistemelor rutiere rigide

10.4.7. Adoptarea de sisteme rutiere rigide apare numai în situaţii excepţionale, în special când drumul forestier deserveşte şi alte sectoare ale economiei naţionale.

10.4.8. Metodele de dimensionare se bazează, în general, pe calculul static şi de rezistenţă al dalelor de beton de ciment dreptunghiulare, separate între ele prin rosturi transversale şi longitudinale.

10.4.9. Verificarea grosimii datelor adoptate se face în conformitate cu prevederile din instrucţiunile P.D. 177-76 şi P.D. 124-84. Întrucât grosimea dalelor se stabileşte pentru încărcarea pe centru, după care se prevede îngroşarea necesară a marginilor, în mod frecvent îngroşarea dalelor la margine se înlocuieşte cu introducerea unor armături aşezate în lungul marginii şi la colţuri.

Grosimea minimă admisă pentru îmbrăcămintile din dale de ciment, într-un singur strat, este de 17 cm.

La îmbrăcămințile în două straturi, dalele pot avea o grosime de 18...20 cm, din care 6 cm grosimea stratului de uzură şi 12...14 cm grosimea stratului de rezistență.

10.4.10. La drumuri de interes pur forestier, amplasate în condiții de umiditate nefavorabile şi trafic intens şi greu, se recomandă îmbrăcăminți din dale de beton de ciment, în grosime totală de 14...16 cm, din care 4...5 cm grosimea stratului superior şi 8...11 cm grosimea stratului inferior.

C. Dimensionarea sistemelor rutiere tip

10.4.11. Dimensiunile sistemelor rutiere tip, cu structuri suple sau semirigide, propuse prin prezentul normativ pentru consolidarea părții carosabile a drumurilor forestiere şi redate în figurile 10.12 şi 10.13, au fost stabilite în funcție de modul lor de alcătuire şi intensitatea traficului de calcul, astfel încât, atunci când este cazul, să poată fi preluate direct din normativ.

Dimensionarea s-a făcut atât după metoda analitică (tabelul 10.4), cât şi după metoda deformației critice (tabelul 10.5).

În proiectarea drumurilor forestiere se va acorda, în general, prioritate metodei analitice, metoda deformației critice folosindu-se numai atunci când aplicarea metodei analitice nu este posibilă (lipsă de acces la „Programul de calcul CALDEROM" sau nu se justifică un trafic de calcul prea redus, ce nu se încadrează în diagramele oferite de metoda analitică).

10.4.12. Sistemul rutier rigid (tip 17) se va dimensiona conform celor arătate anterior (punctele 10.4.7...10.4.10).

c_1. Dimensionarea sistemelor rutiere tip (suple şi/sau semirigide) după metoda analitică

10.4.13. Metoda analitică reprezintă o *metodă de dimensionare prin verificare.*

În acest caz, sistemele rutiere se pot grupa după, structura lor, în următoarele categorii:

- sisteme rutiere nerigide (suple) fără îmbrăcăminți bituminoase, supuse prevederilor „Normativului A.N.D. 582/2002", categorie din care fac parte tipurile 1...13 (împietruiri);

- sisteme rutiere suple dotate cu îmbrăcăminți bituminoase, supuse prevederilor „Normativului P.D. 177-2001", categorie în care se includ tipurile 15 şi 16;

- sisteme rutiere semirigide, cu sau fără îmbrăcăminţi bituminoase dar care includ, unul sau mai multe straturi rutiere din agregate naturale stabilizate cu lianţi hidraulici sau puzzolanici, fiind încadrate, după caz, într-unul din normativele amintite, categorie din care face parte tipul 14.

10.4.14. Verificarea dimensiunilor sistemelor rutiere tip suple şi/sau semirigide, după metoda analitică, se prezintă în tabelul 10.4.

Tabelul 10.4.

Dimensionarea sistemelor rutiere tip suple (şi/sau) după metoda analitică

Nr. sistem rutier tip	Straturi rutiere şi tipul de pământ din terasamente	Grosimi şi caracteristici de deformabilitate			Rezultate program CALDEROM			Condiţii de admisibilitate				Observaţii
		h [cm]	E [MPa]	μ	ε_r [microdef]	ε_z [microdef]	σ_r [MPa]	N_{adm} [m.o.s.]	R.D.O.	σ_r [MPa]	N_c^* [m.o.s.]	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Balast	30	210	0,27	-	114	-	-	-	-	0,100	
	Terasament (P_3)	-	65	0,30								
2	Piatră spartă poligranulară 0/70	30	500	0,27	-	547	-	-	-	-	1,000	
	Terasament (P_3)	-	65	0,30								
3	Balast selecţionat	10	210	0,27	-	957	-	-	-	-	0,189	
	Balast	30	150	0,27								
	Terasament (P_3)	-	65	0,30								
4	Piatră spartă poligranulară 0/70	10	500	0,27	-	659	-	-	-	-	0,752	
	Balast	30	210	0,27								
	Terasament (P_3)	-	65	0,30								
5	Piatră spartă poligranulară 0/70	10	500	0,27	-	467	-	-	-	-	0,400	
	Piatră spartă poligranulară 0/90	25	450	0,27								
	Terasament (P_3)	-	65	0,30								
6	Macadam	10	600	0,27	-	643	-	-	-	-	0,786	
	Balast	30	210	0,27								
	Terasament (P_3)	-	65	0,30								
7	Macadam	10	600	0,27	-	455	-	-	-	-	0,400	
	Piatră spartă poligranulară 0/90	25	450	0,27								
	Terasament (P_3)	-	65	0,30								
8	Piatră spartă poligranulară 0/70	10	500	0,27	-	467	-	-	-	-	1,000	
	Piatră spartă poligranulară 0/90	25	450	0,27								
	Balast	10	210	0,27								
	Terasament (P_3)	-	65	0,30								
9	Macadam	10	600	0,27	-	568	-	-	-	-	1,000	
	Piatră spartă poligranulară	20	450	0,27								
	Piatră spartă mare	15	150	0,27								
	Terasament (P_3)	-	65	0,30								
	Macadam	10	600	0,27								

10	Balast selecţionat	30	210	0,27	-	549	-	-	-	-	1,000	
	Piatră spartă mare	10	150	0,27								
	Terasament (P_3)	-	65	0,30								
11	Blocaj piatră brută	30	300	0,27	-	789	-	-	-	-	0,380	Terasament cu geogrilă
	Terasament	-	100	0,30								
12	Macadam	10	600	0,27	-	755	-	-	-	-	0,440	Terasament cu geotextil
	Balast	25	210	0,27								
	Terasament	-	100	0,30								
13	Piatră spartă poligranulară 0/70	10	500	0,27	-	634	-	-	-	-	0,786	Terasament cu strat de formă
	Balast	30	210	0,27								
	Terasament	-	100	0,30								
14	Tratament superficial	2	3000	0,35	186	460	0,226	2,394	1	1	2,394	Sistem rutier semirigid $\sigma_{r\,max}$ = 2,312 MPa R.D.O. $_{max}$ = 1
	Balast stabilizat cu ciment	24	1000	0,25								
	Balast	10	210	0,27								
	Terasament (P_3)	-	65	0,30								
15	Macadam asfaltic	8	1000	0,27	373	670	-	0,151	1	1	0,151	R.D.O. $_{max}$ = 1
	Balast	30	210	0,27								
	Terasament (P_3)	-	65	0,30								
16	Macadam asfaltic	8	1000	0,27	-	469	-	0,100	1	1	0,100	R.D.O. $_{max}$ = 1
	Piatră spartă poligranulară amestec optimal	25	450	0,27								
	Terasament (P_3)	-	65	0,30								

Notă: E – modul de elasticitate dinamic, în MPa; μ - coeficientul lui Poisson;ε_r – deformaţia specifică de întindere la baza straturilor bituminoase, în microdeformaţii; ε_z – deformaţia specifică de compresiune la nivelul patului drumului, în microdeformaţii; σ_r – tensiunea de întindere la baza stratului stabilizat, în Mpa;N_{adm}– număr solicitări admise, în m.o.s.; N_c – trafic de calcul maxim admis, în m.o.s.; R:D.O. – rata degradării prin oboseală.

În vederea dimensionării, fiecare sistem rutier tip (tabelul 10.4) s-a caracterizat (coloanele 1...4) prin:

- structură (succesiunea straturilor rutiere);
- grosimile straturilor rutiere *h*, în cm;
- caracteristicile de deformabilitate, respectiv modulul de elasticitate dinamic *E* (în MPa) şi coeficientul lui Poisson (μ), ale fiecărui strat rutier ce intră în alcătuirea sistemului, inclusiv ale pământului de fundare (terasament natural sau ameliorat printr-un strat de formă, ori prin includerea de materiale geosintetice şi considerat de grosime semifinită).

Deformaţiile şi tensiunile (coloanele 5...7) care se iau în considerare, după caz, sunt:

- deformaţia specifică de întindere la baza straturilor bituminoase ε_r (în microdeformaţii);
- deformaţia specifică de compresiune, la nivelul patului drumului ε_z (în microdeformaţii);
- tensiunea de întindere la baza stratului/straturilor din agregate naturale stabilizate cu lianţi hidraulici sau puzzolanici σ_r (în MPa).

Deformaţiile (ε_r şi ε_z) şi tensiunea (σ_r), specifice fiecărui sistem rutier în parte s-au determinat prin aplicarea Programului de calcul CALDEROM.

10.4.15. Dimensionarea sistemului rutier constă în verificarea condiţiei ca mărimile deformaţiilor specifice şi tensiunilor (pentru sistemele rutiere suple şi semirigide), obţinute prin aplicarea Programului CALDEROM, să nu depăşească valorile maxime admise (coloanele 8...10). Se verifică următoarele condiţii:

$$\varepsilon_z \leq \varepsilon_{z\,adm} \qquad (10.1)$$

$$R.D.O. \leq R.D.O._{max} \qquad (10.2)$$

$$\sigma_r \leq \sigma_{r\,max} \qquad (10.3)$$

Deformaţia verticală maximă admisă se determină cu următoarea relaţie, valabilă pentru drumuri forestiere:

$$\varepsilon_{z\,adm} = 600 \cdot N_c^{-0,28}, \text{ în microdeformaţii} \qquad (10.4)$$

Rata degradării prin oboseală (R.D.O.) se calculează cu relaţia:

$$R.D.O. = \frac{N_c}{N_{adm}}, \qquad (10.5)$$

în care: N_c este traficul de calcul, în m.o.s., iar N_{adm} – numărul solicitărilor admise la baza straturilor bituminoase, calculat, în funcţie de ε_r, cu relaţia:

$$N_{adm} = 24{,}5 \cdot 10^8 \cdot \varepsilon_r^{-3{,}97}, \text{ în m.o.s.,} \qquad (10.6)$$

Rata maximă admisă a degradării prin oboseală este:

$$R.D.O._{adm} = 1 \qquad (10.7)$$

Deformaţia verticală maximă admisă, precum şi numărul solicitărilor admise (N_{adm}) se pot stabili şi cu ajutorul diagramelor prezentate în ANEXA 9.1.

Tensiunea orizontală de întindere admisibilă se deduce cu relaţia:

$$\sigma_{r\,adm} = R_t\,(0{,}60 - 0{,}056 \log N_c)\ [Mpa], \qquad (10.8)$$

în care: R_t este rezistenţa la întindere a agregatelor naturale stabilizate cu lianţi hidraulici sau puzzolanici (a se vedea ANEXA 10.1), iar N_c – traficul de calcul (în m.o.s.).

10.4.16. Pentru sistemele rutiere suple, prevăzute cu îmbrăcăminţi bituminoase, se verifică îndeplinirea condiţiilor redate prin relaţiile (10.1) şi (10.2), iar pentru cele fără îmbrăcăminţi bituminoase condiţia (10.1). Pentru sistemele rutiere semirigide se verifică, **în plus**, şi condiţia (10.3).

10.4.17. Traficul de calcul se determină cu relaţia (1) din ANEXA 10.1, cu următoarele menţiuni suplimentare:

- numărul minim de zile calendaristice din an, considerate că sunt afectate transportului lemnului va fi de :

30 zile pentru drumuri forestiere secundare;

45 zile pentru drumuri forestiere principale;

60 zile pentru drumuri forestiere magistrale.

- perioada de perspectivă pentru care se stabileşte traficul de calcul va fi de :

5 ani pentru drumuri forestiere secundare;

7 ani pentru drumuri forestiere fără îmbrăcăminţi moderne;

10 ani pentru drumuri forestiere principale dotate cu îmbrăcăminţi bituminoase şi pentru drumuri forestiere magistrale (modernizate).

10.4.18. Intrarea în tabelul 10.4, pentru stabilirea sistemului rutier tip, corespunzător unui caz dat, se face în funcţie de structura sistemului rutier (col.1) şi traficul de calcul maxim admis (col.11).

Dacă se adoptă un alt sistem rutier decât unul din cele tip sau traficul de calcul este mai mare decât cel admis, atunci acesta va fi verificat conform celor arătate.

De asemenea, orice ajustare a sistemelor rutiere tip propuse, impune verificarea condiţiilor cerute.

c_2 Dimensionarea sistemelor rutiere tip (nerigide) după metoda deformaţiei critice

10.4.19. Dimensiunile tipurilor de sisteme rutiere nerigide, stabilite după metoda deformaţiei critice, în baza relaţiilor matematice, se pot extrage din tabelul 10.5. Intrarea în tabel pentru fiecare tip de sistem rutier, se face în funcţie de modulul de deformaţie al pământului din patul căii (P_1...P_5) şi modulul de deformaţie necesar E_{nec} , stabilit în baza intensităţii traficului de calcul (vehicule etalon A13/24 ore). Tabelul, conform principiului metodei (a se vedea ANEXA 10.3), permite **determinarea directă a grosimii fundaţiei** (în cm), grosimile celorlalte straturi ce intră în alcătuirea sistemului rutier fiind adoptate constructiv.

Dacă grosimea fundaţiei, extrasă din tabel, se consideră neeconomică, atunci se alege un alt tip de sistem rutier sau se prevede, în plus, un strat de formă care să sporească modulul de deformaţie al terasamentului.

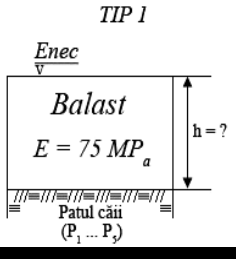
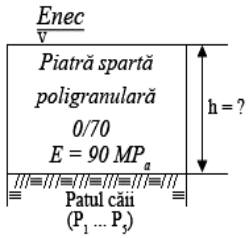
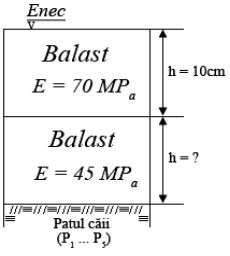
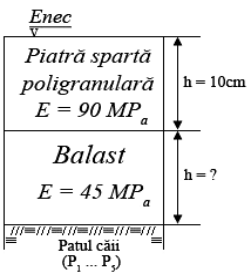
Situaţiile intermediare se pot rezolva prin interpolare.

c_3. Dimensionarea sistemului rutier de tip rigid

10.4.20. Sistemul rutier tip 17, rigid (vezi figura 10.13) se dimensionează conform prevederilor de la punctul B (10.4.7...10.4.10.).

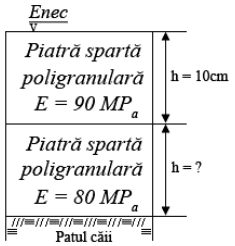
Tabelul 10.5

Dimensionarea sistemelor rutiere tip după metoda deformației critice, procedeu analitic

E_{nec} (MPa)	Grosimea fundației (h), în cm, pentru diferite tipuri de pământ (P_1…P_5) şi diferiți moduli de deformație (15…3 MPa)													Tipul de sistem rutier
	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	
20	8	10	12	13	15	17	19	21	23	26	30	35	42	TIP 1 
25	15	17	18	20	22	24	26	28	31	35	39	45	54	
30	22	23	25	27	29	31	33	36	40	44	49	56	66	
35	28	30	32	34	36	38	41	44	48	53	59	67	79	
40	35	37	39	41	43	46	49	53	57	62	69	78	92	
45	42	44	46	49	51	55	58	62	67	73	80	91	106	
50	50	52	55	57	60	63	67	72	77	84	92	103	120	
20	8	9	10	12	14	15	17	19	21	24	27	32	38	TIP 2 
25	14	15	16	18	20	21	23	26	28	32	36	42	49	
30	19	21	22	24	26	28	30	32	36	39	44	50	60	
35	25	26	28	30	32	34	36	39	43	47	53	60	71	
40	30	32	34	36	38	40	43	47	51	55	62	70	83	
45	36	38	40	42	45	47	50	54	59	64	71	80	94	
50	42	44	46	49	52	55	58	62	67	73	81	91	107	
20	-	2	4	7	9	12	14	17	20	23	27	31	38	TIP 3 
25	9	12	14	16	18	21	23	26	29	33	37	43	51	
30	20	22	24	26	28	31	34	37	41	45	50	58	68	
35	31	33	35	38	40	43	46	50	54	59	66	74	86	
40	45	47	50	52	55	58	62	66	71	76	84	94	108	
45	62	64	67	70	73	76	80	84	89	96	104	115	131	
50	91	92	95	97	99	103	106	111	116	123	131	144	162	
20	-	-	1	4	6	9	12	14	17	20	24	28	34	TIP 4 
25	7	9	11	14	16	18	21	24	27	30	34	40	48	
30	17	19	21	23	25	28	31	34	37	41	46	53	63	
35	27	29	31	34	36	39	42	45	49	54	60	68	80	
40	39	41	43	46	49	52	55	59	64	69	76	86	99	
45	54	56	58	61	64	67	71	75	80	87	94	105	121	
50	75	78	80	82	85	89	92	97	102	109	117	129	147	

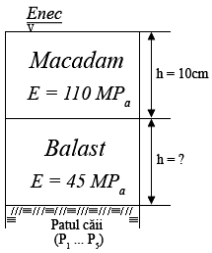
20	-	-	1	3	5	7	8	10	13	15	18	21	26
25	5	6	8	10	11	13	15	17	19	22	25	29	35
30	11	12	14	16	17	19	21	23	26	29	33	38	45
35	17	18	20	22	23	25	28	30	33	37	41	47	56
40	23	24	26	28	30	32	35	37	41	45	50	57	68
45	29	31	32	34	37	39	42	45	49	54	60	68	80
50	36	38	40	42	44	47	50	54	58	64	71	80	94

TIP 5



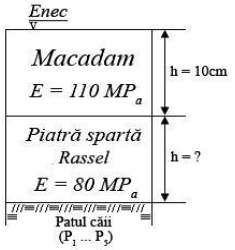
20	-	-	-	2	5	7	10	12	15	18	22	26	32
25	5	7	9	12	14	16	19	22	25	28	32	37	45
30	14	16	19	21	23	26	28	31	35	39	43	50	59
35	24	26	28	31	33	36	39	42	46	51	56	64	75
40	35	37	39	42	45	48	51	55	59	64	71	80	93
45	48	51	53	56	59	62	66	70	75	81	88	98	113
50	66	68	71	73	76	80	84	88	93	100	108	119	136

TIP 6



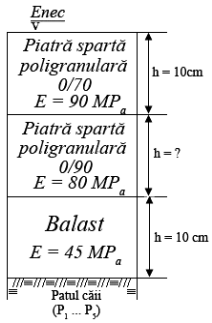
20	-	-	-	1	3	5	7	9	11	14	16	20	24
25	3	5	7	8	10	12	13	15	18	20	23	27	33
30	10	11	13	14	16	18	20	22	24	27	31	36	43
35	15	17	18	20	22	24	26	28	31	35	39	45	53
40	21	22	24	26	28	30	32	35	38	42	47	54	64
45	27	28	30	32	34	37	39	42	46	51	56	64	76
50	33	35	37	39	41	44	47	50	55	60	66	75	88

TIP 7



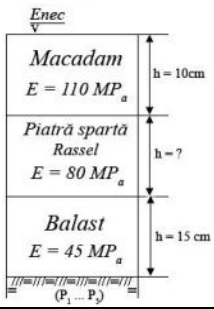
20	-	-	-	-	-	-	1	4	6	8	10	13	16
25	-	-	1	3	5	7	8	10	12	14	17	20	24
30	5	7	8	10	11	13	15	16	18	21	23	27	31
35	11	13	14	15	17	19	20	22	25	27	30	34	39
40	17	18	20	21	23	25	27	29	31	34	38	42	48
45	23	24	26	27	29	31	33	36	38	41	45	50	57
50	29	31	32	34	36	38	40	43	46	50	54	60	68

TIP 8



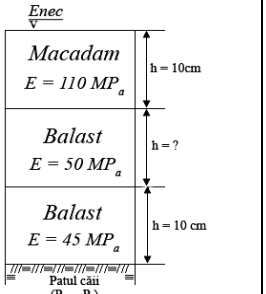
20	-	-	-	-	-	-	-	-	0	3	6	8	11
25	-	-	-	-	-	1	3	5	7	10	12	15	18
30	-	1	3	5	6	8	10	11	13	15	18	21	24
35	6	8	9	11	12	14	15	17	19	21	24	27	31
40	12	13	15	16	18	19	21	23	25	27	30	34	39
45	18	19	20	22	23	25	27	29	31	34	37	41	46
50	24	25	26	28	29	31	33	35	38	41	44	49	55

TIP 9



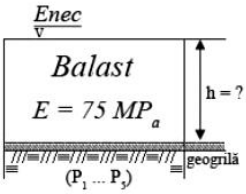
20	-	-	-	-	-	-	-	2	6	9	12	15	20
25	-	-	-	1	4	7	9	12	15	18	21	25	30
30	4	7	9	12	14	16	19	21	24	27	31	35	41
35	15	17	19	21	23	26	28	31	34	37	41	46	53
40	26	28	30	32	34	37	39	42	46	49	54	59	67
45	39	41	43	45	48	50	53	56	60	64	69	75	84
50	57	59	61	63	65	68	71	74	78	82	87	94	103

TIP 10



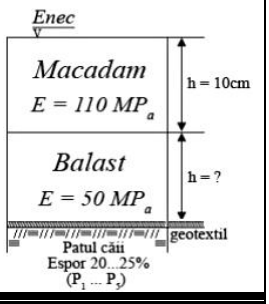
20	8	10	12	13	15	17	19	21	23	26	30	35	42
25	15	17	18	20	22	24	26	28	31	35	39	45	54
30	22	23	25	27	29	31	33	36	40	44	49	56	66
35	28	30	32	34	36	38	41	44	48	53	59	67	79
40	35	37	39	41	43	46	49	53	57	62	69	78	92
45	42	44	46	49	51	55	58	62	67	73	80	91	106
50	50	52	55	57	60	64	67	72	77	84	92	103	120

TIP 11



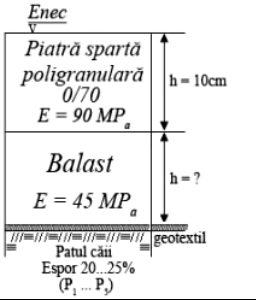
20	-	-	-	2	4	7	9	12	14	17	20	25	30
25	4	6	9	11	13	15	18	20	23	26	30	35	42
30	13	15	17	19	21	24	26	29	32	36	41	47	55
35	22	24	26	28	30	33	35	39	42	47	52	59	70
40	31	33	35	37	40	43	46	49	54	59	65	74	86
45	42	44	46	49	52	55	58	62	67	73	80	90	104
50	55	57	60	62	65	69	72	77	82	88	96	107	124

TIP 12



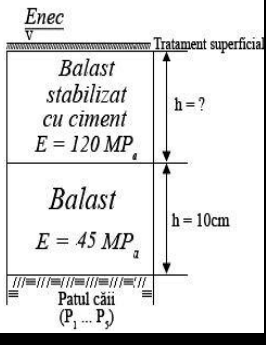
20	-	-	1	4	6	9	11	14	17	20	23	28	
25	7	9	12	14	16	18	21	24	27	30	34	40	
30	17	19	21	23	25	28	31	34	38	41	47	53	
35	27	29	31	34	36	39	42	46	50	55	61	69	
40	39	42	44	47	49	53	56	60	64	70	77	86	
45	55	57	60	62	65	69	72	77	82	88	96	106	
50	75	77	80	82	85	88	92	97	102	108	117	129	

TIP 13



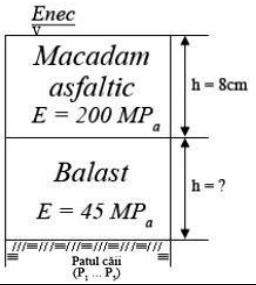
20	2	3	5	7	8	10	12	13	15	18	20	23	28
25	9	10	12	13	15	16	18	20	22	25	27	31	36
30	15	16	18	19	21	22	24	26	29	31	35	39	45
35	21	22	24	25	27	29	31	33	36	39	42	47	54
40	27	28	30	31	33	35	37	40	43	46	51	56	63
45	33	35	36	38	40	42	45	47	50	54	59	65	73
50	40	41	43	45	47	50	52	55	59	63	68	75	84

TIP 14



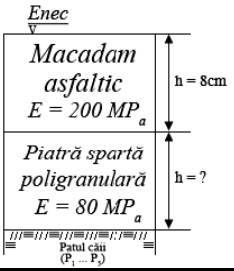
20	-	-	-	1	4	6	9	12	14	17	21	25	31
25	3	6	8	10	13	15	18	20	23	27	31	36	43
30	13	15	17	19	21	24	26	29	33	36	41	48	56
35	21	24	26	28	31	33	36	39	43	47	53	60	71
40	31	33	36	38	41	44	47	50	55	60	66	75	87
45	43	45	47	50	53	56	59	63	68	74	81	91	105
50	57	59	62	64	67	71	74	79	84	90	98	109	125

TIP 15



20	-	-	-	1	3	5	7	9	11	13	16	19	23
25	2	4	6	7	9	11	13	15	17	19	22	26	32
30	8	10	12	13	15	17	18	21	23	26	30	34	41
35	14	15	17	19	20	22	24	27	29	33	37	43	51
40	19	21	22	24	26	28	30	33	36	40	45	51	61
45	24	26	28	30	32	34	37	40	43	47	53	60	71
50	30	32	34	36	38	40	43	47	51	55	62	70	82

TIP 16



ANEXA 10.1

GHID PRACTIC PENTRU DIMENSIONAREA SISTEMELOR RUTIERE SUPLE ŞI SEMIRIGIDE, DOTATE CU ÎMBRĂCĂMINŢI BITUMINOASE, DUPĂ METODA ANALITICĂ (NORMATIV INDICATIV 177-2001)

1. Consideraţii generale

Metoda analitică (indicativ P.D. 177-2001) se aplică la dimensionarea sistemelor rutiere suple şi semirigide ale drumurilor din clasele tehnice I, II şi III. Pentru drumurile din clasele tehnice IV şi V, în care se încadrează drumurile forestiere, aplicarea metodei este facultativă, recomandându-se adoptarea directă a structurilor rutiere tip din prezentul normativ.

Metoda se bazează pe stabilirea unei alcătuiri a sistemului rutier conforme cu prescripţiile tehnice în vigoare şi verificarea stării de solicitare a acestuia sub acţiunea traficului de calcul. Drept **criterii** de dimensionare servesc:

- pentru sisteme rutiere suple:
  - deformaţia specifică de întindere admisibilă la baza straturilor bituminoase;
  - deformaţia specifică de compresiune admisibilă la nivelul patului drumului;
- pentru sisteme rutiere semirigide:
  - deformaţia specifică de întindere admisibilă la baza straturilor bituminoase;
  - tensiunea de întindere admisibilă la baza stratului/straturilor din agregate naturale stabilizate cu lianţi hidraulici sau puzzolanici;
  - deformaţia specifică de compresiune admisibilă la nivelul patului drumului.

Dimensionarea sistemului rutier comportă următoarele etape:

- stabilirea traficului de calcul;
- stabilirea capacităţii portante la nivelul patului drumului;
- alegerea unei alcătuiri a sistemului rutier;
- analiza comportării sistemului rutier la solicitarea osiei standard;
- stabilirea comportării sub trafic a sistemului rutier.

2. Stabilirea traficului de calcul

Prin **trafic de calcul** se înţelege numărul de osii standard cu sarcina de 115 kN, echivalent vehiculelor care vor circula pe drum pe ***perioada de perspectivă***, respectiv perioada, exprimată în ani, indicată de beneficiar sau stabilită în cadrul fazelor preliminare de proiectare, dar nu mai mică de 10 ani.

Osia standard (o.s. 115) are următoarele caracteristici:

- sarcina pe roţile duble: 57,5 kN;
- presiunea de contact (p): 0,625 MPa;
- raza suprafeţei cercului echivalent de contact pneu-drum: 171 mm;
- caracteristica de contact: pD = 213,75.

Traficul de calcul se exprimă în ***milioane de osii standard*** (m.o.s.) şi se stabileşte în baza structurii traficului mediu zilnic anual, determinat prin recensăminte de circulaţie şi echivalat în osii standard, conform relaţiei:

$$N_c = 365 \cdot 10^{-6} \cdot P_p \cdot c_{rt} \cdot \sum_{k=1}^{5} n_{k1} \cdot \frac{p_{kR} + p_{kF}}{2} \cdot f_{ek} \qquad (1)$$

în care:

N_c este traficul de calcul, în m.o.s.;

365 – numărul de zile calendaristice dintr-un an;

P_p – perioada de perspectivă, în ani;

c_{rt} – coeficient de repartiţie transversală: 0,50 pentru drumuri cu 2-3 benzi de circulaţie, respectiv 0,45 pentru drumuri cu patru sau mai multe benzi de circulaţie;

n_{ki} – intensitatea medie zilnică anuală a vehiculelor din grupa *k,* conform recensământului de circulaţie (în formulă apare suma intensităţilor parţiale);

P_{kR} – coeficientul de evoluţie al vehiculelor din grupa *k*, stabilit prin interpolare, corespunzător anului de dare în exploatare;

P_{kF} - coeficientul de evoluţie al vehiculelor din grupa *K*, corespunzător anului de sfârşit a perioadei de perspectivă, stabilit prin interpolare;

f_{ek} – coeficientul de echivalare al vehiculelor din grupa *k*, în osii standard.

În tabelul 1 se prezintă coeficienţii minimali de evoluţie ai traficului rutier, pe grupe de autovehicule, pentru anii 2010...2015, iar în tabelul 2 coeficienţii de echivalare în osii standard de 115 kN.

Valorile din cele două tabele s-au obţinut în baza recensământului de circulaţie din anul 1995 şi urmează să fie reactualizate după recensământul următor.

Tabelul 1

Coeficienţii minimali de evoluţie a traficului rutier

Anul	Grupa de vehicule				
	Autocamioane cu 2 osii	Autocamioane cu 3 osii	Autocamioane cu peste 3 osii	Autobuze	Remorci
2000	1,2	1,0	1,2	1,3	1,2
2005	1,5	1,1	1,6	1,8	1,7
2010	2,0	1,2	2,0	2,4	2,3
2015	2,6	1,4	2,5	3,1	3,0

La echivalarea traficului de calcul, vehiculele uşoare ($p_i \cdot D_i < 50$) pot fi neglijate, iar vehiculele cu osii motoare duble se pot considera ca având osii simple, la care produsul $p_i \cdot D_i$ se majorează cu 15%.

La stabilirea traficului de calcul de perspectivă se au în vedere atât compoziţia traficului cât şi variaţia acestuia în timp, explicitându-se în final valorile de trafic pe categorii de vehicule la nivelul traficului mediu zilnic anual (MZA), pentru diferite orizonturi de timp. În acest caz, traficul de calcul se stabileşte cu relaţia:

$$N_c = 365 \cdot 10^{-6} \cdot P_p \cdot c_{rt} \cdot \frac{n_{os115R} + n_{os115F}}{2} \qquad (2)$$

în care:

365, P_p şi c_{rt} au semnificaţiile anterioare;

n_{os115R} – numărul de osii standard de 115 kN, corespunzător anului de dare în exploatare a drumului (R), stabilit prin interpolare;

n_{os115F} - numărul de osii standard de 115 kN, corespunzător sfârşitului perioadei de perspectivă luată în considerare (anul F), stabilit prin interpolare.

Tabelul 2

Coeficienţii de echivalare în osii standard de 115 kN (după Normativul P.D. 177-2001)

Grupa de vehicule	Vehicul reprezentativ		Coeficienţi de echivalare în osii standard de 115 kN
	Tip	Sarcini pe osie	
Autocamioane şi derivate cu 2 osii	R8135	45kN+80kN	0,30
Autocamioane şi derivate cu 3 osii	R19215	62kN+(2·80)kN	0,44
Autocamioane şi derivate cu peste 3 osii	10ATM2	62kN+100kN+(2·80)kN	1,02
Autobuze	R111RD	50kN+100kN	0,64
Remorci	2R5A	48kN+48kN	0,06

În cazul drumurilor pe care recensământul de circulaţie s-a efectuat pe fiecare bandă de circulaţie, pentru stabilirea traficului de calcul se iau în considerare rezultatele recensământului de pe banda cea mai solicitată. În acest caz, coeficientul de repartiţie transversală este $c_{rt} = 1$.

Modificarea perioadei de perspectivă, în vederea corelării acesteia cu data dării în exploatare a drumului, implică recalcularea traficului de calcul şi, în consecinţă, redimensionarea sistemului rutier.

3. Stabilirea capacităţii portante la nivelul patului drumului

Se consideră că suportul sistemului rutier este constituit din terasamente, alcătuite din pământul de fundare (STAS 2914) şi eventual dintr-un strat de formă (STAS 12253) şi, în vederea dimensionării sistemului rutier, este caracterizat prin:

- modulul de elasticitate dinamic E_p [în MPa];
- coeficientul lui Poisson [μ],

care sunt redate în tabelele 3 şi 4.

Tabelul 3

Valorile de calcul ale modulului de elasticitate dinamic al pământului de fundare (Normativ P.D. 177-2001)

Tipul climatic	Regimul hidrologic	Tipul pământului				
		P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
		E_p, în MPa				
I	1	100	90	70	80	80
	2a			65		75
	2b				70	70
II	1			65	80	80
	2a					
	2b		80		70	70
III	1		90	60	55	80
	2a		80		50	65
	2b					

Tabelul 4

Valorile de calcul ale coeficientului lui Poisson (μ) pentru pământuri (Normativ P.D. 177-2001)

Tipul de pământ	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
Coeficientul lui Poisson (μ)	0,27	0,30	0,30	0,35	0,42

Aceste caracteristici se determină în funcţie de tipul pământului, climatul zonei şi regimul hidrologic. Tipurile de pământ (P_1...P_5), conform STAS 1243, sunt redate în tabelul 5; tipurile climatice de pe teritoriul României sunt prezentate în fig.1 iar regiunile hidrologice (STAS 1709/2) se diferenţiază astfel:

1 – favorabil: scurgerea apelor superficiale este asigurată, iar apele subterane nu influenţează patul drumului;

2a – mediocru: pentru sectoare de drum situate în rambleu, cu înălţimea minimă de 1 m;

2b – defavorabil: pentru sectoare de drum situate în rambleu cu înălţimea sub 1m, la nivelul terenului, în profil mixt, în debleu.

Tabelul 5

Tipurile de pământ pe baza clasificării pământurilor

Categoria pământului	Tipul de pământ	Clasificarea pământurilor conform STAS 1243	Indicele de plasticitate	Granulozitatea		
				Argilă (%)	Praf (%)	Nisip (%)
Necoezive	P_1	Pietriş cu nisip	sub 10	cu sau fără fracţiuni sub 0,5 mm		
	P_2		10...20	fără fracţiuni sub 0,5 mm		
Coezive	P_3	Nisip prăfos, nisip argilos	0...20	0...30	0...50	35...100
	P_4	Praf, praf nisipos, praf argilos, praf argilos nisipos	0...25	0...30	35...100	0...50
	P_5	Argilă, argilă prăfoasă, argilă nisipoasă, argilă prăfoasă nisipoasă	Peste 15	30...100	0...70	0...70

Repartiţia tipurilor climatice pe teritoriul ţării este aratată în harta din fig.1



Fig. 1 Harta cu repartiţia tipurilor climatice pe teritoriul României

În cazul terasamentelor executate din deşeuri de carieră sau din cenuşă de termocentrală, se recomandă următoarele valori ale caracteristicilor de deformabilitate:

- pentru deşeuri de carieră: E_p = 100 MPa; μ = 0,27;
- pentru cenuşă de termocentrală: E_p = 50 MPa; μ = 0,42.

Atunci când, în cazul unor terasamente slabe, se recurge la îmbunătăţirea şi uniformizarea portanţei acestora, la nivelul patului drumului, printr-un **strat de formă** se ţine seama de prevederile STAS 12253. Straturile de formă pot fi alcătuite din **materiale necoezive** (pământuri necoezive, materiale granulare din împietruiri existente, deşeuri de carieră, zgură brută de furnal înalt) sau **materiale coezive** (pământuri coezive tratate cu var, pământuri stabilizate cu zgură granulată şi var sau cu ciment şi agregate naturale stabilizate cu lianţi puzzolanici).

În cazul materialelor necoezive, modulul de elasticitate dinamic al straturilor de formă (E_{sf}) se calculează cu relaţia:

$$E_{sf} = 0,20 \cdot h_{sf}^{0,45} \cdot E_p \text{ [MPa]} , \qquad (3)$$

în care:

- h_{sf} este grosimea stratului de formă, în mm iar E_p se ia din tabelul 3;
- coeficientul lui Poisson are valoarea 0,27;

în cazul materialelor coezive sunt valabile datele din tabelul 6.

Tabelul 6

Valorile de calcul ale caracteristicilor de deformabilitate pentru materialele coezive din stratul de formă

Nr. crt.	Denummirea materialului	Modulul de elasticitate dinamic E_{sf}, în MPa	Coeficientul lui Poisson (μ)
1	Pământuri coezive tratate cu var: - tip P_3 şi P_4 - tip P_5	 150 250	 0,35 0,35
2	Pământuri coezive stabilizate cu zgură granulată şi var	200	0,3
3	Pământuri stabilizate cu ciment	300	0,27
4	Agregate naturale stabilizate cu lianţi puzzolanici: - zgură granulată - cenuşă de termocentrală - tuf vulcanic	 400 500 400	 0,27 0,27 0,27

Pentru folosirea eficientă a agregatelor naturale în straturile de formă este necesar să se asigure, la nivelul patului drumului, o capacitate portantă minimă, caracterizată prin valoarea

modulului de elasticitate dinamic echivalent al sistemului bistrat (strat de formă – pământ de fundare) de minimum 80 MPa. Grosimea stratului de formă necesară realizării acestei capacităţi portante se determină cu ajutorul diagramelor din Normativul P.D. 177-2001.

4. Alegerea alcătuirii sistemului rutier

Tipul de sistem rutier se stabileşte în funcţie de materialele preponderente în regiune, respectiv agregate naturale provenite din cariere, care au o pondere importantă în sistemele rutiere suple, sau agregate naturale de balastieră, care au o pondere importantă în sistemele rutiere semirigide.

5. Analiza sistemului rutier la solicitarea osiei standard

Sistemul rutier supus analizei este caracterizat prin grosimea fiecărui strat rutier şi prin caracteristicile de deformabilitate ale materialelor din straturile rutiere şi ale pământului de fundare (modulul de elasticitate dinamic, E_p, în MPa, şi coeficientul lui Poisson, μ).

Valorile de calcul ale caracteristicilor de deformabilitate ale materialelor din suportul sistemului rutier se stabilesc astfel:

- pentru terasamente, în cazul când nu există strat de formă, conform tabelelor 3 şi 4;
- în cazul în care există un strat de formă se stabileşte modulul de elasticitate dinamic echivalent al sistemului bistrat (strat de formă – materiale din terasamente), conform diagramelor din Normativul P.D. 177-2001.

Caracteristicile de deformabilitate ale balastului sau ale materialelor din împietruirea existentă se stabilesc conform valorilor înscrise în tabelul 7, iar cele ale agregatelor naturale, stabilizate cu lianţi hidraulici sau puzzolanici, conform tabelului 8.

Tabelul 7

Valorile de calcul ale caracteristicilor de deformabilitate pentru materialele necoezive din straturile de bază şi de fundaţie

Denumirea materialului	Modul de elasticitate dinamic (E_p) (MPa)	Coeficientul lui Poisson (μ)
Macadam semipenetrat sau penetrat	1000	0,27
Macadam	600	0,27
Piatră spartă mare sort 63-90	400	0,27
Piatră spartă, amestec optimal	500*	0,27
Blocaj de piatră brută	300	0,27
Balast, amestec optimal	300*	0,27
Bolovani	200	0,27

*__Notă__: În cazurile în care aceste materiale alcătuiesc un strat inferior de fundaţie, ce poate fi asimilat cu un strat de formă, modulului de elasticitate dinamic se stabileşte conform relaţiei 3.

Tabelul 8

Valorile de calcul ale caracteristicilor de deformabilitate pentru agregatele naturale stabilizate cu lianţi hidraulici şi puzzolanici

Denumirea materialului	Modul de elasticitate dinamic (E_p) (MPa)	Coeficientul lui Poisson (μ)
Agregate naturale stabilizate cu ciment		
- pentru strat de bază	1200	0,25
- pentru strat de fundaţie	1000	0,25
Agregate naturale stabilizate cu lianţi puzzolanici		
• zgură granulată:		
- pentru strat de bază	1200	0,25
- pentru strat de fundaţie	700	0,25
• cenuşă de termocentrală:		
- pentru strat de bază	1800	0,25
- pentru strat de fundaţie	1100	0,25
• tuf vulcanic:		
- pentru strat de bază	1200	0,25
- pentru strat de fundaţie	750	0,25

Caracteristicile de deformabilitate ale mixturilor asfaltice din stratul de bază şi din straturile îmbrăcăminţii bituminoase depind de tipul climatic al zonei în care se încadrează drumul şi se prezintă în tabelul 9.

Tabelul 9

Valorile de calcul ale caracteristicilor de deformabilitate ale mixturilor asfaltice

Tipul mixturii asfaltice	Tipul stratului	Tip climatic I şi II	Tip climatic III	Coeficientul lui Poisson (μ)
		Modul de elasticitate dinamic (E_p) (MPa)		
Mixturi asfaltice preparate cu bitum tip D80/100, SR174/1	uzură	3600	4200	0,35
	legătură	3000	3600	
	bază	5000	5600	
Mixturi asfaltice cu bitum modificat, ind. AND 539	uzură	4000	4500	
	legătură	3500	4000	
Mixturi asfaltice stabilizate cu fibre, ind. AND 539:	uzură			
- tip MASF 16;		3300	4000	
- tip MASF 8.		3000	3600	

Atunci când compoziţia mixturii asfaltice dintr-un strat diferă de cea din prescripţiile tehnice în vigoare (tabelul 9), valorile de calcul ale modulului de elasticitate dinamic se stabilesc conform instrucţiunilor tehnice AND 542.

Atunci când sistemul rutier include mai mult de trei straturi rutiere alcătuite din acelaşi tip de materiale (mixturi asfaltice, piatră spartă sau balast) acestea vor fi caracterizate prin grosimea totală a pachetului de straturi, în cm, şi modulul de elasticitate dinamic mediu ponderat (E_m) al pachetului respectiv de straturi rutiere.

Modulul de elasticitate dinamic mediu ponderat (E_m) se calculează cu relaţia:

$$E_m = \left[\frac{\sum E_i^{\frac{1}{3}} h_i}{\sum h_i}\right]^3 \quad \text{[Mpa]}, \qquad (4)$$

în care:

E_i este modulul de elasticitate dinamic al materialului din stratul „i”, în MPa;

h_i – grosimea stratului „i”, în cm.

• Analiza sistemului rutier la solicitarea osiei standard comportă calculul deformaţiilor specifice şi tensiunilor în punctele critice ale complexului rutier, care corespund unei stări de solicitare maxime.

În cazul sistemelor rutiere suple se calculează următorii parametrii:

- deformaţia specifică orizontală de întindere (ε_r) la baza straturilor bituminoase, în microdeformaţii;
- deformaţia specifică verticală de compresiune (ε_z) la nivelul patului drumului, în microdeformaţii.

În cazul sistemelor rutiere semirigide se calculează:

- deformaţia specifică orizontală de întindere (ε_r), la baza straturilor bituminoase, în microdeformaţii;
- tensiunea orizontală de întindere (σ_t) la baza stratului/straturilor din agregate naturale stabilizate cu lianţi hidraulici sau puzzolanici;
- deformaţia specifică verticală de compresiune (ε_z) la nivelul patului drumului, în microdeformaţii.

Calculele se efectuează cu programul CALDEROM 2000, care face parte integrantă din **Normativul** P.D. 177/2001, şi au în vedere următoarele puncte (nivele):

- **pentru ε_r: la baza straturilor bituminoase**

$$z_1 = \sum_1^n h_{ima}, \qquad (5)$$

în care:

z_1 este adâncimea de la suprafaţa îmbrăcămin̦ii punctului unde se determină deformaţia, în cm;

h_{ima} – grosimea fiecărui strat bituminos, în cm;

- **pentru σ_t: la baza straturilor din agregate naturale stabilizate cu lianţi hidraulici sau puzzolanici**

$$z_2 = z_1 + \sum_1^n h_{ibs}, \qquad (6)$$

în care:

h_{ibs} este grosimea fiecărui strat din agregate naturale stabilizate cu lianţi hidraulici sau puzzolanici, în cm;

- **pentru ε_z: la nivelul patului drumului**

$z_3 = H,$ (7)

în care:

H este grosimea totală a sistemului rutier, în cm.

6. Stabilirea comportării sub trafic a sistemului rutier

Are drept scop verificarea faptului dacă deformaţiile specifice şi tensiunile calculate conform celor arătate anterior (punctul 4) corespund cu cele admisibile, stabilite în baza proprietăţilor de comportare ale materialelor. Se consideră că sistemul rutier adoptat poate prelua solicitările traficului corespunzătoare perioadei de perspectivă, luate în considerare, dacă sunt îndeplinite principiile (criteriile) de dimensionare, respectiv cele ce privesc deformaţia specifică orizontală de întindere (ε_r), tensiunea orizontală de întindere (σ_t) şi deformaţia specifică verticală de compresiune (ε_z).

Criteriul deformaţiei specifice (ε_r) de întindere, admisibile la baza straturilor bituminoase, este respectat dacă rata de degradare prin oboseală (RDO) are o valoare mai mică sau, cel mult, egală cu rata admisă:

$$RDO_{adm} = \frac{N_c}{N_{adm}}, \quad (8)$$

în care:

RDO_{adm} este rata de degradare maximă admisă

N_c - traficul de calcul, în m.o.s.;

N_{adm} – numărul de solicitări admisibil, în m.o.s., care poate fi preluat de straturile bituminoase, corespunzător stării de deformaţie la baza acestora şi care se determină cu ajutorul diagramei din figura 2.

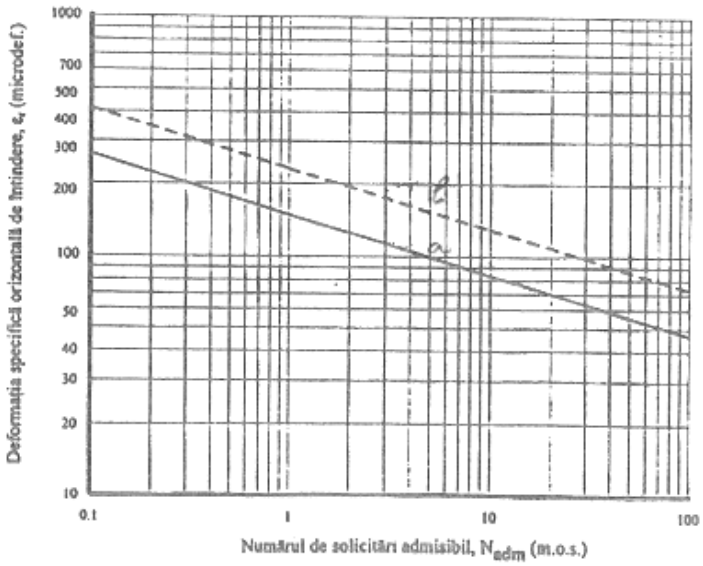


Fig. 2 Diagrama de stabilire a numărului de solicitări admisibil în funcție de deformația specifică orizontală de întindere la baza straturilor bituminoase
(Dreapta „a" corespunde drumurilor cu trafic de calcul mai mare de 1 m.o.s., iar dreapta „b" celor cu trafic de calcul de cel mult 1 m.o.s)

Grosimea necesară straturilor bituminoase este cea pentru care se respectă condiția:

$$RDO \leq RDO\ admisibil, \qquad (9)$$

în care RDO admisibil poate fi de maximum 1,00 – pentru drumurile forestiere, considerând că acestea ar fi asimilate drumurilor județene şi comunale.

În cazul în care condiția (9) nu este îndeplinită este necesară sporirea grosimii stratului de bază din mixtură asfaltică (cu verificări de grosimi din 2 în 2 cm mai mari).

Criteriul tensiunii de întindere (σ_t) admisibilă la baza stratului/straturilor stabilizate cu lianți hidraulici sau puzzolanici este respectat dacă este îndeplinită condiția:

$$\sigma_t \leq \sigma_{t\,adm}, \qquad (10)$$

în care:

σ_t este tensiunea orizontală de întindere la baza stratului/straturilor stabilizate, cu lianți hidraulici sau puzzolanici, în MPa;

$\sigma_{t\,adm}$ – tensiunea de întindere admisibilă, în MPa, calculată cu relația:

$$\sigma_{t\ adm} = R_t(0,60 - 0,0056 \cdot \log N_c), \qquad (11)$$

în care:

R_t este rezistența la întindere a agregatelor naturale stabilizate cu lianți hidraulici sau puzzolanici, în MPa (tabelul 10);

N_c – traficul de calcul, în m.o.s.

Tabelul 10

Rezistența la întindere a agregatelor naturale stabilizate cu lianți hidraulici şi puzzolanici
(la vârsta de 360 zile a materialului)

Tipul liantului şi al stratului	R_t, MPa
Ciment	
- strat de bază	0,40
- strat de fundație	0,35
Zgură granulată:	
- strat de bază	0,35
- strat de fundație	0,20
Cenuşă de termocentrală:	
- strat de bază	0,50
- strat de fundație	0,30
Tuf vulcanic:	
- strat de bază	0,55
- strat de fundație	0,35

În cazul în care sistemul rutier nu satisface acest criteriu, se recomandă îngroşarea stratului din agregate naturale stabilizate cu lianți şi refacerea calculelor.

Criteriul deformației specifice verticale (ε_z), admisibile la nivelul pământului de fundare, urmăreşte satisfacerea condiției:

$$\varepsilon_z \leq \varepsilon_{z\ adm}, \qquad (12)$$

în care:

ε_z este deformația specifică verticală de compresiune la nivelul pământului de fundare, exprimată în microdeformații;

$\varepsilon_{z\ adm}$ – deformația specifică verticală admisibilă la nivelul pământului de fundare, în microdeformații, conform relației:

$$\varepsilon_{z\ adm} = 600\ N_c^{-0,28}\ [\text{microdeformații}] \qquad (13)$$

Deformaţia specifică verticală admisibilă ($\varepsilon_{z\ adm}$) se poate stabili şi cu ajutorul diagramei din fig.8, luându-se în considerare dreapta „b".

În cazul în care condiţia (12) nu este îndeplinită se modifică alcătuirea sistemului rutier. Mai întâi se recomandă îngroşarea stratului de balast până la grosimea de 30 de cm, iar, dacă nu este suficient, se majorează şi grosimea straturilor bituminoase.

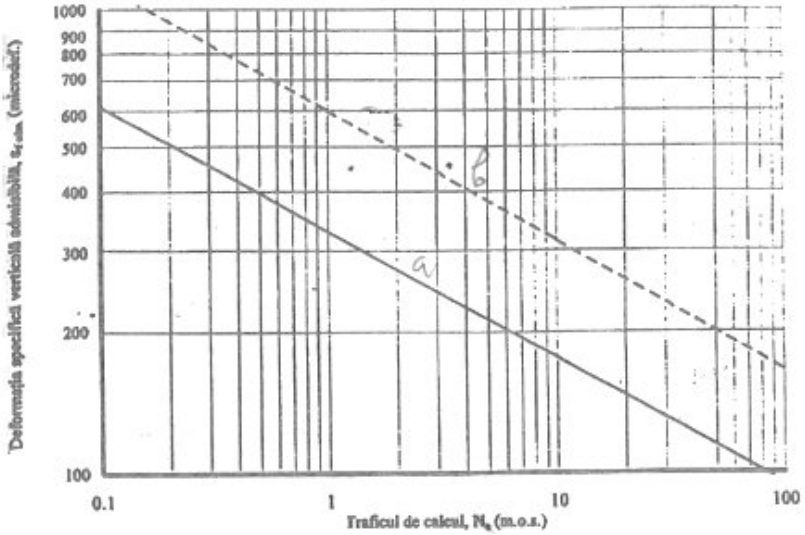


Fig. 3 Diagrama de stabilire a deformaţiei specifice verticale admisibile la nivelul pământului de fundare în funcţie de traficul de calcul

7. Exemple de calcul

A. Sistem rutier suplu

Tema.

Stabilirea şi dimensionarea, după metoda analitică, a sistemului rutier suplu pentru un drum forestier, folosit şi de alte sectoare economice ce-şi desfăşoară activitatea în fond forestier, amplasat în zonă de tip climatic II (fig.1), cu surse de agregate naturale de carieră aflate la distanţe reduse faţă de traseu. Regimul hidrologic: defavorabil (tip 2b), pământul de fundare, conform analizelor granulometrice şi de plasticitate este de tip P_4 (prafuri argilo-nisipoase şi prafuri) în sectorul I al drumului şi tip P_5 (argilă prăfoasă şi argilă prăfoasă-nisipoasă) în sectorul II.

Caracteristicile traficului rutier, pentru o perioadă de 10 ani, corespund următoarei componenţe şi intensităţi medii zilnice:

- autocamioane şi derivate cu 2 osii.....30;

- autocamioane şi derivate cu 3 osii.....30;
- autocamioane şi derivate cu peste 3 osii.....35;
- remorci.....80.

Total 175 autovehicule/zi

Rezolvare

- **Stabilirea traficului de calcul** este redată în tableul 11 şi relaţia 14.

Tabelul 11

Stabilirea traficului de calcul (sistem rutier suplu)

Grupa de vehicule	Parametri de calcul (formula 1)					Produsul coloanelor 1·4·5[o.s.]
	n_k	P_{k05}	P_{k15}	$\frac{col2 + col3}{2}$	f_{ek}	
0	1	2	3	4	5	6
Autocamioane şi derivate cu 2 osii	30	1,5	2,6	2,05	0,30	18
Autocamioane şi derivate cu 3 osii	30	1,1	1,4	1,25	0,44	17
Autocamioane şi derivate cu peste 3 osii	35	1,6	2,5	2,05	1,61	116
Remorci	80	1,7	3,0	2,35	0,06	11
Total osii standard	-	-	-	-	-	162

Se stabileşte **traficul de calcul,** în milioane de osii standard (m.o.s.), conform relaţiei:

$$365 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \cdot 0{,}50 \cdot 162 \cong 0{,}30 \text{ [m.o.s.]} , \qquad (14)$$

- **Stabilirea capacităţii portante la nivelul patului drumului** se face astfel:

- **Pentru sectorul I al drumului**, unde pământul de fundare este alcătuit din pământuri tip P_4 (fără strat de formă), caracteristicile de deformabilitate se extrag din tabelelor 3 şi 4 din ANEXĂ, sunt:

- modulul de elasticitate dinamic..... E_p = 70 MPa;
- coeficientul lui Poisson..... μ = 0,35.

- **Pentru sectorul II**, unde, datorită pământului slab din terasamente (P_5), este necesară realizarea, la partea superioară a terasamentelor, a unui **strat de formă**, din pământuri coezive tratate cu var, care să asigure pentru sistemul bistrat (strat de formă - pământ de

fundare) un modul de elasticitate dinamic echivalent de 100 MPa, care se obţine pentru o grosime a stratului de formă de 15 cm; coeficientul lui Poisson $\mu = 0,35$.

• **Alegerea alcătuirii sistemului rutier** se face diferenţiat pe cele două sectoare de drum, avându-se în vedere caracteristicile de deformabilitate diferite de la nivelul patului căii.

Pentru sectorul I, ţinându-se seama de condiţiile locale (prezenţa în zonă a agregatelor naturale de carieră) s-a alcătuit sistemul rutier suplu redat în figura 4.

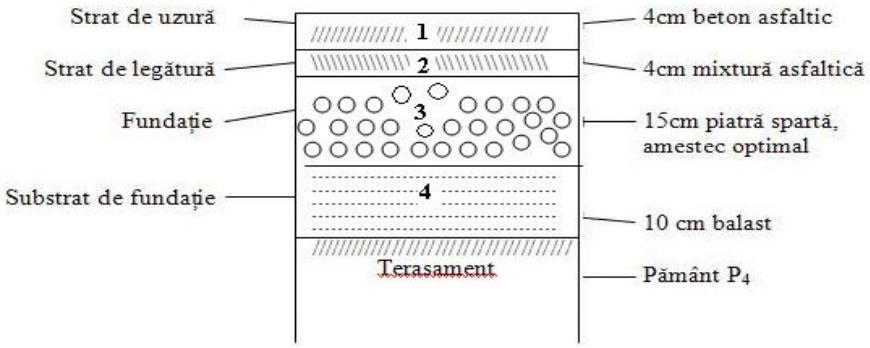


Fig. 4 Alcătuirea sistemului rutier propus (sector I)
1 - beton asfaltic: E_p = 3600 MPa; μ = 0,35;
2 - mixtură asfaltică: E_p = 3000 MPa; μ = 0,35
3 – piatră spartă, amestec oprimal: E_p = 500 MPa; μ = 0,27
4 - balast: E_p = 210 MPa; μ = 0,27
Terasament - Pământ P_4: E_p = 70 MPa; μ = 0,35

Pentrul sectorul II, datorită prezenţei unui strat de formă la partea superioară a terasamentelor, caracteristicile de deformabilitate la nivelul patului căii s-au modificat, ceea ce a determinat şi adoptarea unei alte alcătuiri a sistemului rutier (fig.5).

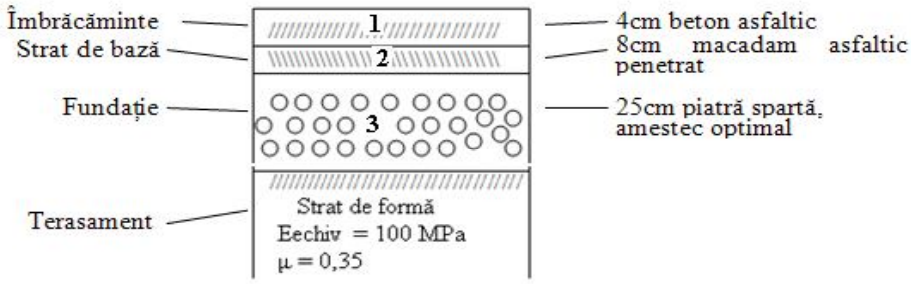


Fig. 5 Alcătuirea sistemului rutier propus (sector II)
1- beton asfaltic: E_p = 3600 MPa; μ = 0,27;
2- macadam asfaltic penetrat: E_p= 1000 MPa; μ = 0,27
3 - piatră spartă, amestec optimal: E_p = 500 MPa; μ = 0,27

Conform standardelor în vigoare, stratul de formă nu face parte din sistemul rutier, sporind doar calitatea pământului de fundare.

- **Verificarea sistemului rutier din sectorul I la solicitarea osiei standard**

Având în vedere că soluţia tehnică adoptată reprezintă un sistem rutier suplu, verificarea acesteia se face prin intermediul următoarelor deformaţii:

- deformaţia specifică orizontală de întindere (ε_r) la baza straturilor bituminoase, în microdeformaţii;
- deformaţia specifică verticală de compresiune (ε_z), la nivelul patului drumului, în microdeformaţii.

Stabilirea mărimii celor două categorii de deformaţii, la diferite nivele ale sistemului rutier, se face folosindu-se „PROGRAMUL PENTRU CALCULUL DEFORMAŢIILOR SPECIFICE ALE SISTEMELOR RUTIERE ÎN ROMÂNIA – CALDEROM".

Programul CALDEROM şi suportul său fizic se găsesc pe o dischetă, care face parte integrantă din „Normativul de dimensionare P.D. 177-2001 şi se referă la calculul deformaţiilor specifice, în sistemele rutiere, sub solicitarea statică a semiosiei standard de 57,5 kN.

Intrarea în programul de calcul, într-un caz dat, se face prin intermediul următoarelor elemente privind sistemul rutier:

- numărul straturilor rutiere;
- grosimea şi caracteristicile de deformabilitate ale fiecărui strat rutier;
- adâncimile (nivelele) de calcul ale deformaţiilor specifice.

În cazul sistemelor rutiere alcătuite din 4...5 straturi rutiere, dintre care unele structuri vecine cu structuri asemănătoare (mixturi bituminoase, materiale granulare), acestea pot fi caracterizate şi prin modulul de elasticitate dinamic mediu ponderat.

Considerând sistemul rutier, prezentat în figura 4 şi folosind PROGRAMUL CALDEROM, s-au obţinut deformaţiile specifice ε_r şi ε_z redate în tabelul 12.

Tabelul 12

Rezultate CALDEROM (sector I)

DRUM: DRUM FORESTIER ZARNESTI PLAIUL FOII

Sector omogen: km 0+000 - 4+500

Parametrii problemei sunt

Sarcina..... 57.50 kN
Presiunea pneului 0.625 MPa
Raza cercului 17.11 cm
Stratul 1: Modulul 3600. MPa, Coeficientul Poisson .350,
Grosimea 4.00 cm
Stratul 2: Modulul 3000. MPa, Coeficientul Poisson .350,
Grosimea 4.00 cm
Stratul 3: Modulul 500. MPa, Coeficientul Poisson .270,
Grosimea 15.00 cm
Stratul 4: Modulul 300. MPa, Coeficientul Poisson .270,
Grosimea 15.00 cm
Stratul 5: Modulul 70. MPa, Coeficientul Poisson .350 si e semifinit

R E Z U L T A T E:		DEFORMATIE RADIALA	DEFORMATIE VERTICALA
R cm	Z cm	microdef	microdef
.0	-8.00	.200E+03	-.305E+03
.0	8.00	.200E+03	-.837E+03
.0	-33.00	.405E+03	-.481E+03
.0	33.00	.405E+03	-.104E+04

Menţionăm că exprimarea în microdeformaţii a deformaţiilor specifice s-a făcut astfel:

- deformaţia specifică radială de la nivelul de -8 cm, respectiv 200E+03, înseamnă ε_r = 200 microdeformaţii (exemplu);
- deformaţia specifică verticală de la nivelul de -33 cm, respectiv 481E+03, înseamnă ε_z = 481 microdeformaţii (exemplu).

Mărimile celor două deformaţii specifice, pentru diferite nivele, exprimate în microdeformaţii, sunt cele redate în tabelul 13.

Tabelul 13

Deformații specifice (sector I)

R cm	Z cm	Deformația specifică orizontală radială (ε_r), în microdeformații	Deformația specifică verticală (ε_z), în microdeformații
0	-8	200	305
0	+8	200	837
0	-33	405	481
0	+33	405	104

În tabel, prin R, s-a notat distanța punctului de calcul față de profilul longitudinal, care este, în toate cazurile, egală cu 0 cm, conform ipotezei de calcul. Prin Z s-a notat adâncimea, în cm, a punctului de calcul. Semnul – înseamnă că punctul de calcul este la baza stratului, iar semnul + arată că punctul de calcul este la partea superioară a stratului de dedesubt.

Verificarea urmăreşte să constate dacă sunt îndeplinite criteriile de admisibilitate ale deformațiilor.

• **Criteriul deformației specifice orizontale (ε_r)**, admisă la baza straturilor bituminoase, este îndeplinit dacă rata de degradare prin oboseală (R.D.O.) are o valoare mai mică sau egală cu R.D.O. admisă. Se calculează

$$R.D.O. = \frac{N_p}{N_{adm}} \qquad (16)$$

în care numărul solicitărilor admise (N_{adm}, exprimat în m.o.s.) ce poate fi preluat de straturile bituminoase este dat de relația:

$$N_{adm} = 24{,}5 \cdot 10^8 \cdot \varepsilon_r^{-3{,}97} [\text{m.o.s.}] , \qquad (17)$$

sau poate fi extras din diagrama redată în figura 2.

Rata de degradare maximă admisă, pentru drumuri forestiere este:

$$R.D.O._{admis} = 1 \qquad (18)$$

Condiția: $R.D.O. \leq R.D.O._{admis}$ (19)

În cazul exemplului numeric: ε_r = 200 microdeformații

N_{adm} = 1,08 m.o.s. (conform diagramei din figura 2)

$$R.D.O. = \frac{N_c}{N_{adm}} = \frac{0,30}{1,08} = 0,277;$$

$$0,277 < 1 \qquad (20)$$

şi deci condiţia este îndeplinită.

Deformaţia specifică verticală (ε_z), admisă la nivelul patului de fundare, poate fi stabilită cu relaţia 13 sau, mai simplu, cu ajutorul diagramei din fig.3 (dreapta b pentru drumuri forestiere).

Pentru un trafic de calcul N_c = 0,30 m.o.s., se citeşte pe diagramă ε_z = 840 microdeformaţii.

Deci:

$$\varepsilon_z = 481 < \varepsilon_{z\,adm} = 840 \qquad (21)$$

(la nivelul patului de fundare)

În consecinţă, condiţiile impuse la verificări sunt îndeplinite şi sistemul propus pentru sectorul I poate fi acceptat.

- **Verificarea sistemului rutier din sectorul II la solicitarea osiei standard**

Considerând sistemul rutier prezentat în figura 5 şi folosind PROGRAMUL CALDEROM s-au obţinut deformaţiile specifice ε_r şi ε_z redate tabelul 14, valabile pentru sectorul II al drumului. Traficul de calcul rămâne acelaşi ca şi cel din sectorul I, respectiv 0,30 m.o.s.

Tabelul 14

Rezultate CALDEROM (sector II)

DRUM: DRUM FORESTIER ZARNESTI PLAIUL FOII

Sector omogen: km 4+500 - 8+500 var 3

Parametrii problemei sunt:

Sarcina..... 57.50 kN
Presiunea pneului 0.625 MPa
Raza cercului 17.11 cm
Stratul 1: Modulul 3600. MPa, Coeficientul Poisson .270,
Grosimea 4.00 cm
Stratul 2: Modulul 1000. MPa, Coeficientul Poisson .270,
Grosimea 8.00 cm
Stratul 3: Modulul 500. MPa, Coeficientul Poisson .270,
Grosimea 25.00 cm
Stratul 4: Modulul 100. MPa, Coeficientul Poisson .350 si e semifinit

R E Z U L T A T E: R cm	Z cm	DEFORMATIE RADIALA microdef	DEFORMATIE VERTICALA microdef
.0	-12.00	.207E+03	-.462E+03
.0	12.00	.207E+03	-.771E+03
.0	-37.00	.262E+03	-.299E+03
.0	37.00	.262E+03	-.692E+03

Mărimile deformaţiilor specifice, la diferite nivele sunt prezentate în tabelul 15.

Tabelul 15

Deformaţii specifice (sector II)

R cm	Z cm	Deformaţia specifică orizontală radială (ε_r), în microdeformaţii	Deformaţia specifică verticală (ε_z), în microdeformaţii
0	-12	207	462
0	+12	207	771
0	-37	262	299
0	+37	262	692

În ceea ce priveşte deformaţiile specifice admisibile, pentru sectorul II, acestea, conform diagramelor din figurile 2 şi 3, depind de intensitatea traficului, exprimată în m.o.s., trafic care nu s-a modificat faţă de sectorul I. Ca urmare:

Pentru criteriul ε_r (la nivelul straturilor bituminoase):

ε_r = 207 microdeformaţii;

N_{adm} = 1,08 m.o.s.

R.D.O. = $\frac{0,30}{1,08}$ = 0,280

0,280 < 1 (22)

Pentru criteriul ε_z:

$\varepsilon_z = 692 < \varepsilon_{z\,adm} = 840$

(la nivelul patului de fundare)

Deci, condiţiile prescrise sunt îndeplinite.

B. Sistem rutier semirigid

Sistemele rutiere semirigide pot fi luate în considerare, în cazul drumurilor forestiere, pentru benzile de lărgire a părţii carosabile, în cadrul acţiunii de reabilitare a drumurilor magistrale sau principale, ca şi a celor ce servesc şi altor interese ale economiei naţionale.

Astfel, se consideră că drumul forestier magistral, ce deserveşte şi alte sectoare economice, este amplasat într-o zonă climatică II, în care şansele de agregate naturale sunt deficitare, iar agregatele naturale de balastieră sunt relativ uşor accesibile, ceea ce a impus includerea în sistemul rutier şi a unui strat de material rutier stabilizat cu ciment.

Terasamentele rutiere se află la nivelul terenului, inclusiv în debleu, iar pământul de fundare este alcătuit din argile.

Compoziţia zilnică a traficului rutier, în ambele sensuri, pentru o perioadă de perspectivă de 10 ani, este următoarea:

- autocamioane şi derivate cu 2 osii 40
- autocamioane şi derivate cu 3 osii 40
- autocamioane şi derivate cu peste 3 osii 30
- autobuze pentru turişti 10
- remorci 90

Rezolvare

- **Stabilirea traficului de calcul** se face conform celor arătate în prezenta ANEXĂ şi este redată în tabelul 16.

Tabelul 16

Stabilirea traficului de calcul (s)

Grupa de vehicule	Parametri de calcul (formula 1)					Produsul coloanelor 1·4·5 [o.s.]
	n_k	P_{k10}	P_{k20}	$\frac{col.2 + col.3}{2}$	f_{ek}	
0	1	2	3	4	5	6
Autocamioane şi derivate cu 2 osii	40	2,0	2,8	2,40	0,30	29
Autocamioane şi derivate cu 3 osii	40	1,2	1,4	1,30	0,44	23
Autobuze pentru turişti	10	2,4	3,5	2,95	0,64	19
Remorci	90	2,3	3,4	2,85	0,06	16
Total osii standard	-	-	-	-	-	203
Notă: Datele din col.2 s-au preluat direct din ANEXĂ – tabelul 1, cele din col.3 prin extrapolare, iar cele din col.5 din ANEXĂ – tabelul 2.						

Se stabileşte **traficul de calcul**, conform relaţiei (1) din ANEXĂ:

$$N_c = 365 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \cdot 0{,}50 \cdot 203 \cong 0{,}37 \text{ m.o.s.} \qquad (23)$$

- **Stabilirea capacităţii portante la nivelul patului drumului**

Pământul de fundare, alcătuit din argile, face parte, conform tabelului 5 din ANEXĂ, din categoria P_5. Sectorul de drum, are terasamentele la nivelul terenului şi în debleu şi este caracterizat printr-un regim hidrologic 2b. Conform tabelelor 3 şi 4 din ANEXĂ, caracteristicile de deformabilitate ale pământului din patul drumului sunt:

- modulul de elasticitate dinamic, E_p= 70 MPa;
- coeficientul lui Poisson, μ = 0,42.

Îmbunătăţirea capacităţii portante a pământului se va obţine prin executarea unui **strat de formă**, rezultat prin tratarea pământului cu var pe o grosime de 20 cm; în acest mod, valorile de calcul ale caracteristicilor de deformabilitate devin:

- modulul de elasticitate dinamic, pentru ansamblul pământ - strat de formă, E_{eq} = 122 MPa;
- coeficientul lui Poisson, μ = 0,35.

- **Alcătuirea sistemului rutier** şi parametrii de calcul sunt prezentaţi în tabelul 17.

Tabelul 17

Parametri de calcul (sistem rutier semirigid)

Alcătuirea sistemului rutier	Parametri de calcul		
	Grosimea (h), cm	Modul de elasticitate (E_p), MPa	Coeficientul lui Poisson (μ)
Beton asfaltic pentru strat de uzură şi strat legătură	8	3300	0,35
Mixtură asfaltică pentru strat de bază	6	5000	0,35
Agregate naturale stabilizate cu ciment	20	1000	0,25
Balast	25	293	0,27
Strat suport	-	122	0,35

- **Analiza sistemului rutier la solicitarea osiei standard**

Prin rularea programului de calcul s-au determinat deformaţiile specifice redate în tabelul 18.

Tabelul 18

Mărimile deformaţiilor specifice

Deformaţia specifică	Simbol	U.M.	Mărimi
Deformaţia specifică de întindere la baza straturilor bituminoase	ε_r	microdeformaţii	91,6
Tensiunea de întindere la baza stratului stabilizat cu ciment	σ_r	MPa	0,139
Deformaţia specifică de compresiune la nivelul patului drumului	ε_z	microdeformaţii	246
Numărul solicitărilor ce poate fi preluat de straturile bituminoase (trafic admisibil)	N_{adm}	m.o.s.	39,84
Rata de degradare prin oboseala	R.D.O.	-	0,01

Traficul admisibil s-a calculat cu relația:

$$N_{adm} = 24{,}5 \cdot 10^{8} \cdot \varepsilon_r^{-3{,}97} = 39{,}84 \text{ m.o.s.}, \qquad (24)$$

în care ε_r s-a preluat din tabelul 20.

Rata de degradare prin oboseală s-a calculat cu relația:

$$\text{R.D.O.} = \frac{N_c}{N_{adm}} = \frac{0{,}37}{39{,}84} = 0{,}01, \qquad (25)$$

în care N_c este traficul de calcul, în m.o.s.

Valoarea R.D.O. maximă admisă pentru drumurile forestiere este 1.

Tensiunea de întindere admisibilă a agregatelor naturale stabilizate cu ciment se calculează cu relația:

$$\sigma_{t\,adm} = R_t(0{,}60 - 0{,}056 \cdot \log N_c) \qquad (26)$$

în care:

R_t este rezistența de întindere a agregatelor naturale stabilizate cu ciment (tabelul 10);

N_c – traficul de calcul, în m.o.s.

Luînd în considerare datele din tabelul 10 (ANEXA 10.1) şi, înlocuind în relația 26, se obține:

$$\sigma_{t\,adm} = 0{,}35(0{,}60 - 0{,}056 \cdot \log 0{,}37) = 0{,}241 \text{ MPa} \qquad (27)$$

Ca urmare, condiția se verifică:

$$0{,}241 > 0{,}139 \qquad (28)$$

Deformația specifică verticală admisibilă se calculează cu relația:

$$\varepsilon_{z\,adm} = 600 N_c^{-0{,}28} \text{ [microdeformații]} \qquad (29)$$

Indroducând în ecuația (29) valorile din exemplu rezultă:

$$\varepsilon_{z\,adm} = 600 \cdot 0{,}37^{-0{,}28} = 792 \text{ microdeformații} \qquad (30)$$

În consecință:

$$792 > 246 \qquad (31)$$

şi deci condiția este îndeplinită.

ANEXA 10.2

GHID PRACTIC PENTRU DIMENSIONAREA SISTEMELOR RUTIERE SUPLE ŞI SEMIRIGIDE, DUPĂ METODA ANALITICĂ, CONFORM NORMATIVULUI INDICATIV A.N.D. 582/2002

1. Consideraţii generale

Normativul indicativ A.N.D. 582/2002 se referă la proiectarea şi execuţia pietruirii drumurilor de pământ şi include o variantă a metodei analitice, aplicabilă la dimensionarea sistemelor rutiere din materiale pietroase.

Metoda preconizată se bazează pe principiile metodei analitice de dimensionare a sistemelor rutiere suple şi semirigide, indicativ P.D. 177-2001 (a se vedea ANEXA 10.1), şi are în vedere prima etapă din acţiunea de ameliorare a calităţii părţii carosabile, prin consolidări succesive, a drumurilor de pământ, respectiv a drumurilor din clasele tehnice IV şi V din cadrul reţelei de drumuri publice judeţene, comunale şi vicinale.

Întrucât drumurile forestiere, în marea lor majoritate, sunt drumuri împietruite, rezultate în urma consolidării părţii carosabile a unor terasamente din pământ, executate în conformitate cu cerinţele geometrice şi tehnice ale transportului rutier forestier, se poate considera că metoda poate fi aplicată şi la dimensionarea suprastructurii drumurilor forestiere, care nu beneficiază de îmbrăcăminţi bituminoase şi deci nu se încadrează, în prezent, în prevederile normativului P.D. 177-2001. Acest lucru nu exclude ca, în viitor, în eventualitatea adoptării unei îmbrăcăminţi asfaltice, să se recurgă la redimensionarea sistemului rutier.

Conform normativului, dimensionarea împietruirilor se bazează pe schema de calcul a sistemului multistrat elastic liniar, considerându-se că între straturi există o aderenţă perfectă.

- **Materialele pietroase** din straturile rutiere şi pământul de fundare sunt definite fiecare prin modulii lor de elasticitate dinamică (E_p) şi coeficienţii Poisson (μ). Spre deosebire de straturile sistemului rutier, care au grosimile precizate, stratul reprezentat de pământul de fundare se consideră de grosime semifinită.

Dacă se consideră că pământul din patul căii nu corespunde exigenţelor, se aşterne deasupra **un strat de formă**, care să sporească portanţa terasamentelor.

Valorile caracteristicilor de deformabilitate ale straturilor rutiere din agregate naturale (modul de elasticitate dinamic E_p şi coeficientul lui Poisson μ) sunt redate în tabelul 1 din

prezenta anexă. Pentru pământul de fundare sunt valabile datele din tabelele 3 şi 4 din ANEXA 10.1, iar pentru materialele coezive din stratul de formă se vor adopta valorile din tabelul 6 (ANEXA 10.1).

Tabelul 1

Valorile de calcul ale caracteristicilor de deformabilitate ale structurilor rutiere din agregate minerale

Denumirea materialului	Modul de elasticitate dinamic (E_p), în MPa	Coeficientul lui Poisson (μ)
I. Materiale necoezive		
Macadam	600	0,27
Piatră spartă mare (63/90)	400	0,27
Piatră spartă, amestec optimal	500	0,27
Blocaj de piatră brută	300	0,27
Balast, amestec optimal	300	0,27
Balast	210	0,27
Bolovani	200	0,27
Piatră spartă mare, în fundaţie	150	0,27
II. Agregate naturale stabilizate cu ciment		
- pentru strat de bază	1200	0,25
- pentru strat de fundaţie	1000	0,25
III. Agregate naturale stabilizate cu lianţi puzzolanici		
• **zgură granulată**		
- pentru strat de bază	1200	0,25
- pentru strat de fundaţie	700	0,25
• **cenuşă de termocentrală**		
- pentru strat de bază	1800	0,25
- pentru strat de fundaţie	1100	0,25
• **tuf vulcanic**		
- pentru strat de bază	1200	0,25
- pentru strat de fundaţie	750	0,25
Notă: Pentru nisip, în stratul de fundaţie se consideră: E_p = 70 MPa; μ = 0,27		

2. Traficul de calcul

În vederea dimensionării sistemului rutier, traficul de calcul se exprimă în milioane osii standard (m.o.s.) şi se determină cu relaţia 1 din ANEXA 10.1, dar cu unele adaptări privind parametrii de calcul. Astfel:

- perioada de perspectivă (P_p) se adoptă de:

  3…5 ani pentru pietruiri fără materiale stabilizate cu lianţi puzzolanici;

5…7 ani pentru materiale stabilizate cu lianți puzzolanici, precum şi pentru macadamul penetrat sau semipenetrat;

- coeficientul de repartiție transversală pe benzi de circulație (c_{rt}) are valoarea:

  1,0 pentru drumul cu o singură bandă de circulație;

  0,5 pentru drumul cu două benzi de circulație;

- intensitatea medie zilnică anuală (M.Z.A.) a vehiculelor din grupa *K*, exprimată prin parametrul n_k, se estimează de către administrația drumului, respectându-se metodologia de determinare din normativ;
- coeficienții de evoluție a traficului rutier (p_{kR} şi p_{kF}) se extrag, pe grupe de vehicule, din tabelul 1/ANEXA 10.1 prin interpolare;
- coeficientul de echivalare (f_{ek}), al vehiculelor fizice din grupa *K* în osii standard, este:
  - autocamioane şi derivate cu 2 osii …….. 0,4
  - autocamioane şi derivate cu 3 osii ……... 0,6
  - autovehicule articulate ……..… 0,8
  - autobuze ……..…. 0,6
  - remorci …… 0,3

În cazul vehiculelor speciale, coeficientul (f_{ek}) de echivalare a acestora în osii standard se calculează cu relația:

$$f_{ek} = \sum_i^n A_i \left(\frac{P_i}{115}\right)^b , \qquad (1)$$

în care: P_i este sarcina pe osia *i* a vehiculului special;

A_i – parametru în funcţie de tipul osiei (2,4 pentru osia din față, respectiv 0,6 pentru alte osii simple, tandem sau tridem);

b – exponent cu valoarea 3,0 pentru sisteme rutiere suple/semirigide;

n – numărul de osii ale vehiculului special, pe tipuri de osii (directoare, alte osii simple, tandem, tridem).

Metodologia de stabilire a traficului de calcul, în baza recensămintelor de circulație, este aceeaşi ca şi în cazul ANEXEI 10.1.

3. Alcătuirea sistemelor rutiere

Alcătuirea sistemelor rutiere se face în concordanţă cu următoarele deziderate:

- utilizarea pe scară largă a materialelor locale;
- aplicarea principiului ameliorării progresive prin consolidări succesive;
- extinderea mecanizării în execuţia suprastructurii drumului;
- realizarea unor costuri, de execuţia şi întreţinere, cât mai mici.

În această viziune, normativul A.N.D. 582/2002 recomandă mai multe structuri rutiere pentru pietruirea drumurilor de pământ.

4. Analiza structurii rutiere la solicitarea osiei standard

Analiza structurii rutiere la solicitarea osiei standard foloseşte drept parametri de calcul caracteristicile de deformabilitate ale pământului din patul căii (tabelele 3 şi 4 din ANEXA 10.1) şi ale straturilor rutiere (tabelul 1-ANEXA 10.2), precum şi grosimile straturilor ce intră în alcătuirea sistemului rutier.

Analiza constă în calculul deformaţiilor specifice şi a tensiunilor ce se produc în punctele critice ale sistemului rutier şi compararea lor cu cele maxime admise.

În consecinţă, metoda ce se prezintă este o **metodă de dimensionare prin verificare**.

Calculul deformaţiilor specifice şi ale tensiunilor, la diferite nivele ale sistemului rutier, se realizează rulând „PROGRAMUL CALDEROM 2000", care face parte integrantă din metodă.

Drept criterii de apreciere servesc:

- pentru sistemele rutiere fără straturi stabilizate cu lianţi puzzolanici: *deformaţia specifică verticală de compresiune* (ε_z) la nivelul patului drumului;
- pentru sistemele rutiere cu straturi stabilizate cu lianţi puzzolanici: *deformaţia specifică verticală de compresiune* (ε_z) la nivelul patului drumului şi *tensiunea orizontală de întindere* (σ_r) de la baza stratului din agregate naturale stabilizate cu lianţi puzzolanici.

Se cere îndeplinirea condiţiilor:

$$\varepsilon_z \leq \varepsilon_{z\ admisibil} \text{ (în microdeformaţii);} \qquad (2)$$

$$\sigma_r \leq \sigma_{r\ admisibil} \text{ (în MPa).} \qquad (3)$$

Valorile admisibile se stabilesc cu relaţiile:

$$\varepsilon_{z\ adm} = 600 N_c^{-0,28} \text{ (microdeformaţii);} \qquad (4)$$

$$\sigma_{r\,adm} = R_t\,(0{,}60 - 0{,}56 \log N_c), \qquad (5)$$

în care: N_c este traficul de calcul, în m.o.s., iar R_t – rezistența la întindere a agregatelor naturale stabilizate cu lianți puzzolanici, în MPa (a se vedea tabelul 10 din ANEXA 10.1).

Dacă vreuna din condițiile supuse verificării nu este îndeplinită, se procedează la sporirea grosimii unor straturi rutiere şi refacerea calculelor.

În perspectiva dotării drumului cu îmbrăcăminți asfaltice se verifică şi rata degradării prin oboseală (R.D.O.), care, în cazul drumurilor forestiere, trebuie să fie mai mică decât 1.

5. Exemple de calcul

A. Sistem rutier suplu

Se consideră un drum forestier împietruit cu două benzi de circulație, care serveşte şi alte sectoare economice.

Se cunosc:

- tipul climatic al zonei: II;
- regimul hidrologic: 2 b;
- caracteristicile de deformabilitate ale pământului de fundare (P_3):
  - modulul de elasticitate dinamic E_p = 65 MPa;
  - coeficientul lui Poisson μ = 0,30;
- componența şi intensitatea medie zilnică anuală a traficului (în osii standard), corespunzătoare anului 2010, evaluată de beneficiarul investiției (administrația drumului) a fost următoarea:
  - autocamioane şi derivate cu 2 osii 90;
  - idem cu 3 şi 4 osii 70;
  - autovehicule articulate 20;
  - autobuze 12;
  - remorci ..... 186.
- perioada de funcționare a drumului: 5 ani.

Rezolvare

Se stabileşte traficul mediu zilnic anual (n_k) pe grupe de autovehicule fizice, corespunzător perioadei 2010-2015. Calculele sunt redate în tabelul 2.

Tabelul 2

Calculul intensităţii medii zilnice anuale a traficului

Grupa de autovehicule	n_k	P_{k10}	P_{k15}	$\frac{\text{col 2} + \text{col 3}}{2}$	f_{ek}	Produsul coloanelor 1x4x5
0	1	2	3	4	5	6
Autocamioane si derivate cu 2 osii	90	1,0	1,30	1,15	0,4	41,40
Idem cu 3 şi 4 osii	70	1,0	1,17	1,08	0,6	45,36
Autovehicule articulate	20	1,0	1,25	1,12	0,8	17,92
Autobuze	12	1,0	1,29	1,14	0,6	8,21
Remorci	186	1,0	1,26	1,13	0,3	63,06
					Total =	175,95

În tabel sunt înscrise, pe grupe de autovehicule:

- traficul mediu zilnic (n_k);
- evoluţia traficului pe o perioadă de 5 ani (P_{k10} şi P_{k15});
- coeficienţii de echivalare a vehiculelor fizice în osii standard de 115 kN (f_{ek});
- intensitatea medie zilnică a traficului, pe grupe de autovehicule, exprimată în o.s./zi;
- totalul trecerilor în ambele sensuri, exprimat în o.s./zi.

Traficul de calcul (N_c), valabil pentru perioada de 5 ani, exprimat în m.o.s., se stabileşte cu relaţia 1 din ANEXA 10.1. Astfel:

$$365 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 0{,}50 \cdot 175{,}95 = 0{,}161 \text{ m.o.s.} \qquad (6)$$

Se propune, pentru consolidarea părţii carosabile, sistemul rutier din tabelul 3, în care se află înscrise: alcătuirea sistemului rutier, grosimile straturilor rutiere (h) şi caracteristicile de deformabilitate ale acestora (E_p şi μ).

Tabelul 3

Structura sistemului rutier şi parametri de calcul pentru determinarea deformaţiilor specifice

Structura sistemului rutier	Funcţia stratului rutier	Parametri de calcul		
		h [cm]	E_p [MPa]	μ
Macadam	îmbrăcăminte	10	600	0,27
Balast	strat de bază	25	210	0,27
Piatră spartă mare	fundaţie	10	150	0,27

Prin rularea programului CALDEROM (tabelul 4) s-a determinat deformaţia specifică verticală de compresiune, la nivelul patului drumului:

ε_z = 654 microdeformaţii (7)

Tabelul 4

Rezultate CALDEROM
(Drum forestier Brădet – Sector omogen)

Parametrii problemei sunt:

Sarcina 57.50 kN
Presiunea pneului 0.625 MPa
Raza cercului 17.11 cm

Stratul 1: Modulul 600. MPa, Coeficientul Poisson .270, Grosimea 10.00 cm
Stratul 2: Modulul 210. MPa, Coeficientul Poisson .270, Grosimea 25.00 cm
Stratul 3: Modulul 150. MPa, Coeficientul Poisson .270, Grosimea 10.00 cm
Stratul 4: Modulul 65. MPa, Coeficientul Poisson .270 şi e semifinit

REZULTATE: R cm	Z cm	DEFORMAŢIE RADIALĂ microdef	DEFORMAŢIE VERTICALĂ microdef
.0	.00	.808E+03	-.236E+04
.0	- 45.00	.397E+03	**-.654**E+04
.0	45.00	.397E+03	-.111E+04

Fiind un sistem rutier suplu se verifică doar condiţia, menţionată în relaţia 2:

$\varepsilon_z \leq \varepsilon_{z\,adm,}$ (2)

în care, conform relaţiei (4):

$\varepsilon_{z\,adm} = 600N_c^{-0,28}$, (4)

respectiv pentru $N_c = 0,161$ m.o.s.:

$$\varepsilon_{z\,adm} = 600 \cdot 0,161^{-0,28} \quad (8)$$

Rezolvând ecuaţia (8) se obţine:

$$\varepsilon_{z\,adm} = 1000 \quad (9)$$

Deci este îndeplinită condiţia (2), deoarece:

$654 < 1000$

Îndeplinirea condiţiei este confirmată şi de diagrama redată în figura 3 din ANEXA 10.1.

B. Sistem rutier semirigid

În funcţie de resursele locale se poate propune în alcătuirea împietruirii şi un strat din agregate naturale stabilizate cu ciment, zgură granulată, cenuşă de termocentrală etc. sau un strat de materiale puzzolanice.

În asemenea situaţii sistemul rutier se consideră semirigid şi se protejează, de preferinţă, la partea superioară, cu un tratament superficial. Ca şi în cazul sistemelor rutiere suple, fiecare strat rutier se defineşte prin grosimea sa (în centimetri) şi caracteristicile sale de deformabilitate (modul de elasticitate dinamic şi coeficientul lui Poisson), elemente care servesc la determinarea parametrilor de dimensionare prin programul CALDEROM. Astfel, în baza programului de calcul, se obţin:

- deformaţia specifică radială ε_r (în microdeformaţii), la baza îmbrăcăminţii bituminoase;
- tensiunea orizontală de întindere σ_r (în MPa), la baza stratului/straturilor stabilizate;
- deformaţia specifică verticală ε_z (în microdeformaţii), la baza nivelului patului căii.

Dimensionarea constă în verificarea îndeplinirii condiţiilor:

$$\varepsilon_z \leq \varepsilon_{z\,adm} \text{ (în microdeformaţii);} \quad (11)$$

$$\sigma_r \leq \sigma_{r\,adm} \text{ (în MPa)} \quad (12)$$

În ceea ce priveşte deformaţia specifică radială ε_r, aceasta serveşte la determinarea numărului de solicitări admise la baza straturilor bituminoase şi a ratei de degradare la

oboseală (R.D.O.), care, de asemenea, nu trebuie să depăşească valorile prescrise pentru categoria drumului.

Se va consulta pentru detalii subcapitolul 10.4. punctul C „Dimensionarea sistemelor rutiere tip".

ANEXA 10.3.

GHID PRACTIC PENTRU DIMENSIONAREA SISTEMELOR RUTIERE NERIGIDE, DUPĂ METODA DEFORMAȚIEI CRITICE

1. Considerații generale

Metoda deformației critice a fost folosită timp îndelungat la dimensionarea sistemelor rutiere nerigide ale drumurilor publice şi a fost adoptată şi pentru dimensionarea sistemelor rutiere nerigide de pe drumurile forestiere de diferite categorii, având astfel o sferă de aplicabilitate foarte largă.

În prezent se urmăreşte înlocuirea sa, atunci când este posibil, cu metoda analitică, care oferă mai multe elemente (criterii) privind comportarea şi deformațiile sistemului rutier sub acțiunea traficului.

În cazul drumurilor forestiere aplicarea metodei analitice prezintă dificultatea că nu poate fi stabilit un trafic de perspectivă; se cunoaşte doar faptul că, la un moment dat, poate fi un trafic mult mai mare datorat exploatării lemnului. În prezent, metoda se recomandă numai în situațiile când metoda analitică devine inaplicabilă, fie datorită incertitudinilor privind traficul de calcul, fie datorită faptului că, din cauza alcătuirii sistemelor rutiere reduse, folosite pe drumurile forestiere, unele criterii de bază ale metodei nu sunt operante (verificările impuse se rezumă doar la cele privind deformația specifică pe verticală).

Aplicarea metodei deformației critice presupune două etape şi anume:

- stabilirea traficului de calcul;
- dimensionarea propriu-zisă a tipului de sistem rutier adoptat.

2. Stabilirea traficului de calcul

Întrucât circulația pe drumurile forestiere se desfăşoară cu diferite tipuri de autovehicule, care solicită în mod diferit sistemul rutier, este necesar, pentru stabilirea

traficului de calcul, transformarea intensităţii traficului real, efectuat cu diferite vehicule fizice, în trafic cu **vehicule etalon**. Astfel, în cazul metodei, **intensitatea traficului de calcul** se exprimă prin numărul de vehicule etalon ce trec printr-o secţiune de drum, în ambele sensuri, în timp de 24 ore.

Drept vehicul etalon se ia în considerare un vehicul convenţional A13, cu următoarele caracteristici:

- sarcina pe osia din spate…….91 kN;
- presiunea specifică (p) transmisă de roată îmbrăcăminţii drumului…..0,5MPa;
- diametrul suprafeţei de contact (D) dintre roată şi îmbrăcăminte ……340mm;

Echivalarea traficului real în trafic cu vehicule etalon se face în baza principiului că două traficuri sunt echivalente dacă produc, asupra aceluiaşi complex rutier, aceeaşi tasare. Astfel,un trafic de caracteristici p_i, D_i, N_i, în care p_i şi D_i sunt caracteristicile contactului dintre roată şi drum, iar N_i – intensitatea traficului, poate fi echivalat cu un alt trafic de caracteristici p, D şi N cu ajutorul relaţiei:

$$\lg N = \eta \lg N_i + 0{,}77(\eta - 1) \qquad (1)$$

în care coeficientul de transformare η este dat de raportul:

$$\eta = \frac{p_i \cdot D_i}{p \cdot D}, \qquad (2)$$

În cazul vehiculului etalon A13, p·D = 170, iar în cazul osiei standard (metoda analitică) p·D = 213,75; pentru autovehicululele forestiere neîncărcate $p_i \cdot D_i$ = 150…160, iar la cele încărcate produsul $p_i \cdot D_i$ este egal cu circa 205 la autotrenul de 12 t şi cu 210…220 la autotrenul cu sarcină utilă de 25 t. La autotrenul de 450 C.P. cu sarcină utilă de 28 tone şi formula roţilor 6x4, încărcat, p·D = 198,77.

Pentru nevoi practice, abaca din figura 1 permite echivalarea intensităţii traficului, cu diferite tipuri de autovehicule fizice, în trafic cu autovehicule etalon A13.

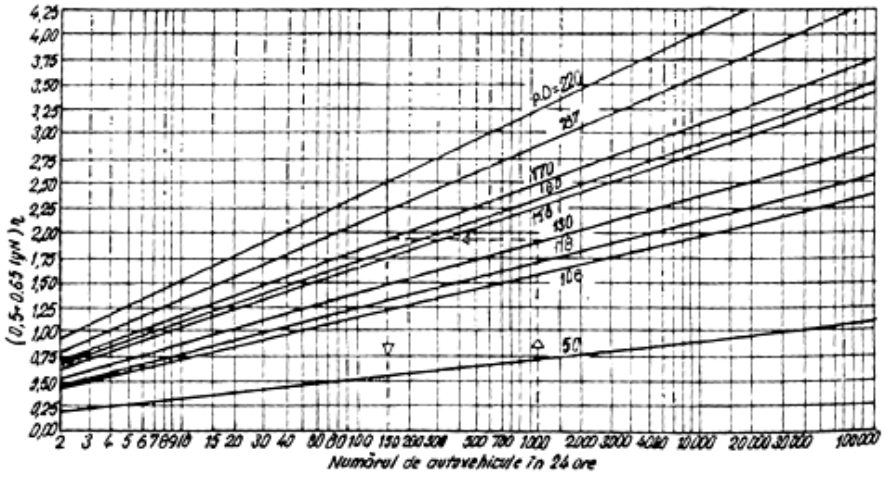


Fig. 1 Abacă pentru echivalarea intensității traficului cu diferite tipuri de autovehicule

Atunci când traficul este variat, în componenţa sa intrând diferite tipuri de vehicule, calculele de echivalare se fac pentru fiecare tip în parte, traficul de calcul obținându-se prin cumularea rezultatelor.

Se menționează totodată următoarele:

- o pondere deosebită la stabilirea traficului de calcul revine vehiculelor grele;

- vehiculele uşoare, pentru care produsul p·D < 50 pot fi neglijate;

- pentru vehiculele cu osii duble se poate considera o singură osie, având produsul p·D majorat cu 15%.

În tabelul 1 se prezintă echivalarea traficului cu autotrenul de 450 C.P. cu sarcină utilă de 28 tone şi formula roților 6x4 (încărcat), în trafic cu vehicule A 13.

Tabelul 1

Echivalarea traficului real cu autovehicule de 450 C.P. cu sarcină utilă de 28 tone şi formula roţilor 6x4, cu autovehicule etalon A13, precum şi modulul de deformaţie necesar pentru diferite intensităţi de trafic

Nr. vehicule reale (N_i/24 h)	Nr. vehicule etalon A13 (N)	E necesar (daN/cm^2) –situaţia de perspectivă, transport cu autotren de 450 C.P. cu sarcină utilă de 28 tone şi formula roţilor 6x4					
		Bandă dublă (γ=1)			Bandă simplă (γ=2)		
		Îmbrăcăminte permanentă (μ = 1,2)	Îmbrăcăminte semipermanentă (μ = 1,1)	Macadam+ împietruire (μ = 1)	Îmbrăcăminte permanentă (μ = 1,2)	Îmbrăcăminte semipermanentă (μ = 1,1)	Macadam+ împietruire (μ = 1)
300	1069	665	553	388	717	575	418
200	665	628	504	367	681	546	397
175	570	617	495	360	669	536	390
150	475	603	484	352	655	526	382
125	384	587	471	342	639	513	373
100	295	567	455	331	619	497	361
90	261	557	447	325	610	489	356
80	228	547	439	319	600	481	350
70	195	535	429	312	588	472	343
60	163	521	418	304	574	461	335
50	132	505	405	295	558	448	326
40	101	485	389	283	538	431	314
30	72	460	369	268	522	419	305
20	45	424	340	247	476	382	278
10	20	363	291	211	415	333	242

3. Efectuarea calculelor de dimensionare

Conform metodei, dimensionarea sistemelor rutiere nerigide se face în funcţie de **modulul de deformaţie necesar** E_{nec} al complexului rutier. Valoarea modulului de deformaţie E_{nec} se stabileşte ţinând seama de caracteristicile traficului de calcul şi astfel încât solicitările circulaţiei să nu producă deformaţii care să depăşească o anumită valoare limită ***l***, respectiv deformaţia maximă la care încă nu se produc fisuri. Pentru a ţine seama că sarcina transmisă prin roată nu este concentrată, ci repartizată pe suprafaţa de contact dintre roată şi drum, în calcule se introduce, în locul deformaţiei admise ***l***, deformaţia relativă critică λ:

$$\lambda = \frac{l}{D}, \qquad (3)$$

unde *D* este diametrul cercului echivalent de contact. Mărimea deformaţiei relative critice depinde de tipul sistemului rutier şi de îmbrăcăminte, valorile uzuale,precum şi coeficientul de siguranţă, fiind redate în tabelul 2.

Tabelul 2

Valori ale deformaţiei relative admisibile şi ale coeficientului de siguranţă

Categorii de îmbrăcăminţi	Tipuri de îmbrăcăminţi şi alcătuirea structurii rutiere	Deformaţia maximă admisă λ	Coeficient de siguranţă μ
Permanente	Îmbrăcăminţi bituminoase cilindrate,executate la cald, la rece sau turnate:	0,035	1,20
	- în două straturi, indiferent de straturile suport ;	0,035	1,20
	- într-un strat pe strat de bază alcătuit din mixturi bituminoase. Pavaje din pavele normale, pavele abnorme şi calupuri din piatră naturală.	0,035	1,20
Semipermanente	Îmbrăcăminţi bituminoase cilindrate, executate la cald, la rece sau turnate: -într-un strat pe straturi suport alcătuite din macadam obişnuit, împietruiri vechi reprofilate sau din materiale granulare stabilizate mecanic.	0,040	1,10
	Îmbrăcăminţi bituminoase executate prin penetrare (macadamuri penetrate cu lianţi bituminoşi), indiferent de straturile suport	0,040	1,10
Provizorii	Macadam obişnuit	0,050	1,00
	Pavaje de piatră sau bolovani	0,050	1,00
	Împietruiri din balast sau materiale pietroase de carieră	0,060	1,00

Caracteristicile traficului se exprimă prin presiunile unitare (*p*) pe suprafaţa de contact, diametrul cercului echivalent de contact (*D*) şi printr-un factor de trafic (*F*), prin care se ţine seama de efectul repetării sarcinilor, precum şi de efectul dinamic al sarcinilor mobile. Întrucât metoda deformaţiei critice are, drept autovehicul etalon, vehiculul A13, în calcule se adoptă p = 0,5 MPa şi D = 340 mm. Factorul de trafic este dat de relaţia:

$$F = 0,5 + 0,65 \lg (\gamma \cdot N), \qquad (4)$$

în care *N* este intensitatea traficului de calcul (nr.A13/24 ore), iar γ un coeficient care ţine seama de probabilitatea trecerii încărcăturii pe aceeaşi urmă (pentru drumul cu o singură bandă de circulaţie γ=2, iar pentru drumul cu două benzi γ=1).

Pentru ca un complex rutier nerigid să reziste unui trafic dat, trebuie ca modulul de deformaţie echivalent al complexului rutier să fie mai mare decât modulul de deformaţie necesar:

$$E_{eq} \geq E_{nec} \qquad (5)$$

Modulul de deformaţie necesar, care trebuie să se asigure unui complex rutier, pentru ca deformaţiile înregistrate să nu depăşească valorile admise, se determină cu relaţia:

$$E_{nec} = \frac{\pi \cdot p \cdot D}{2l} \cdot F \cdot \mu = \frac{\pi \cdot p}{2\lambda}[0{,}5 + 0{,}65 \lg(\gamma \cdot N)]\mu \qquad (6)$$

în care μ este un coeficient de siguranţă pentru neuniformitatea condiţiilor de lucru a complexului rutier (vezi tabelul 2). Modulele de deformaţie necesare, corespunzătoare diferitelor intensităţi de trafic sunt redate în tabelul 1, odată cu echivalarea traficului real cu autotrenuri de 450 C.P. cu sarcină utilă de 28 tone şi formula roţilor 6x4, în trafic cu vehicule etalon A13.

Se recomandă ca valoarea modulului de deformaţie necesar să nu fie sub valorile minime din tabelul 3.

Tabelul 3

Valori minime ale modulului de deformaţie necesar

Intensitatea traficului (vehicule fizice /24ore)	Valorile E_{nec},în MPa, pentru îmbrăcăminte……		
	Permanentă	Semipermanentă	Provizorie
Peste 6000	70	-	-
3000-6000	60	55	-
1000-2000	55	50	-
200- 1000	-	40	35
Sub 200	-	-	30

În cazul drumurilor forestiere secundare, cu un trafic sub 3000 t/an, se poate admite, cu acordul beneficiarului, $E_{nec\ minim}$ = 20 MPa.

Modulul de deformaţie echivalent al unui complex rutier reprezintă modulul de deformaţie al unui mediu omogen, fictiv, de grosime nedefinită, care, sub acţiunea traficului,

capătă aceeaşi deformaţie ca şi complexul rutier real. Mărimea sa depinde de capacitatea portantă a straturilor rutiere şi a pământului din patul căii, definită prin modulul lor de deformaţie liniară, ale cărui valori, pentru diferitele materiale rutiere, sunt redate în tabelele 4, 5, 6 şi 7. La stabilirea modulului de deformaţie a pământurilor se ţine seama de zonarea climatică a teritoriului României (fig.1 din ANEXA 10.1), de tipul de pământ (tabelul 5 din ANEXA 10.1) şi de regimul hidrologic local (favorabil, mediocru sau defavorabil), conform menţiunilor din ANEXA 10.1, precum şi precizărilor din tabelul 8.

Tabelul 4

Valori de calcul ale modulelor de deformaţie pentru straturi rutiere

Nr. crt.	Denumirea materialului din stratul rutier	Modul de deformaţie [MPa]
1.	Asfalt turnat	300
2.	Beton asfaltic pentru stratul de uzură	280
3.	Beton asfaltic deschis (strat de legătură)	260
4.	Mortar asfaltic pentru covor	240
5.	Mixtură bituminoasă pentru stratul de bază,executată cu agregat de balastieră cu sau fără adaos de agregate concasate	220
6.	Macadam penetrat cu bitum	200
7.	Macadam semipenetrat cu bitum	170
8.	Balast stabilizat cu ciment	120
9.	Macadam (îmbrăcăminte sau strat de bază)	110
10.	Balast stabilizat cu zgură, cenuşă, var,tuf vulcanic sau alte materiale puzzolanice	100
11.	Piatră spartă (amestec optimal) pentru fundaţie	90
12.	Piatră spartă (63-90mm) pentru fundaţie	80
13.	Balast sau nisip stabilizat cu ciment pentru strat de bază şi fundaţie	120
14.	Balast (amestec optimal) pentru fundaţie	75
15.	Pavaje din: - pavele normale, abnorme sau calupuri - piatră brută - bolovani	280 170 150

Tabelul 5

Valorile de calcul ale modulului de deformație pentru balasturi

Tip balast	Compoziția granulometrică			Modulul de deformație [MPa]
	fracțiuni sub 0,2mm [%]	fracțiuni 0.…7,1mm [%]	fracțiuni 31…71mm [%]	
1	1…5	15…20	35…60	55
2	1…7	20…30	25…50	60
3	1…9	30…40	15…40	70
4	2…10	40…50	10…35	60
5	2…15	50…60	5…25	50
6	2…18	60…70	2…20	45

Tabelul 6

Valorile de calcul ale modulului de deformație pentru nisipuri, în MPa

Tipul nisipului	Zona climatică		
	III	II	I
Nisip grăunțos	40	35	35
Nisip mijlociu	30	25	25
Nisip fin	20	15	15

Tabelul 7

Valorile de calcul ale modulelor de deformație (MPa) pentru tipurile de pământ de fundație

Zona climatică	Regim hidrologic	Tipul pământului				
		P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
I	favorabil	-	-	12	12	12
	mediocru	15	12	9	12	8
	defavorabil	-	-	9	8	5
II	favorabil	-	12	8	8	12
	mediocru	15	12	8	8	5
	defavorabil	-	8	8	5	5
III	favorabil	-	12	6	4,5	12
	mediocru	15	8	4,5	3,5	4
	defavorabil	-	8	3,5	3	3,5

Tabelul 8

Condiţii de umezire a pământului din patul căii

Regimul hidrologic local	Caracteristici
Favorabil	Scurgerea apelor superficiale este asigurată, iar apele subterane nu influenţează patul drumului
Mediocru	Scurgerea apelor superficiale nu este asigurată integral. Apele subterane sunt drenate şi nu prezintă o influenţă esenţială asupra patului.
Defavorabil	Apele subterane produc umezirea patului. Apar semne de mlaştină şi posibilităţi de îmbibare a terasamentelor

Determinarea modulului de deformaţie echivalent pentru un complex rutier din mai multe straturi se face prin echivalări succesive ale straturilor componente ale acestuia, din aproape în aproape, cu **sisteme bistrat**, alcătuite conform schemei din figura 2. Astfel, un strat superior cu un modul de deformaţie liniară E_1 şi de grosime h şi un strat inferior cu un modul de deformaţie liniară E_0 şi de grosime nedefinită pot fi caracterizate printr-un modul de deformaţie E_{eq}, echivalent complexului E_1-E_0. Calculele pot fi conduse în baza unor relaţii de echivalenţă sau mai simplu, aşa cum se procedează de fapt în practică, folosindu-se abaca din figura 3, cu ajutorul căreia se poate determina oricare din parametrii E_{eq}, E_0, E_1 sau h dacă valoarea celorlalţi este cunoscută (parametrul D = 340 mm corespunde vehiculului etalon).

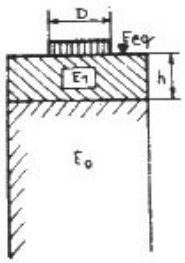


Fig. 2 Sistem bistrat

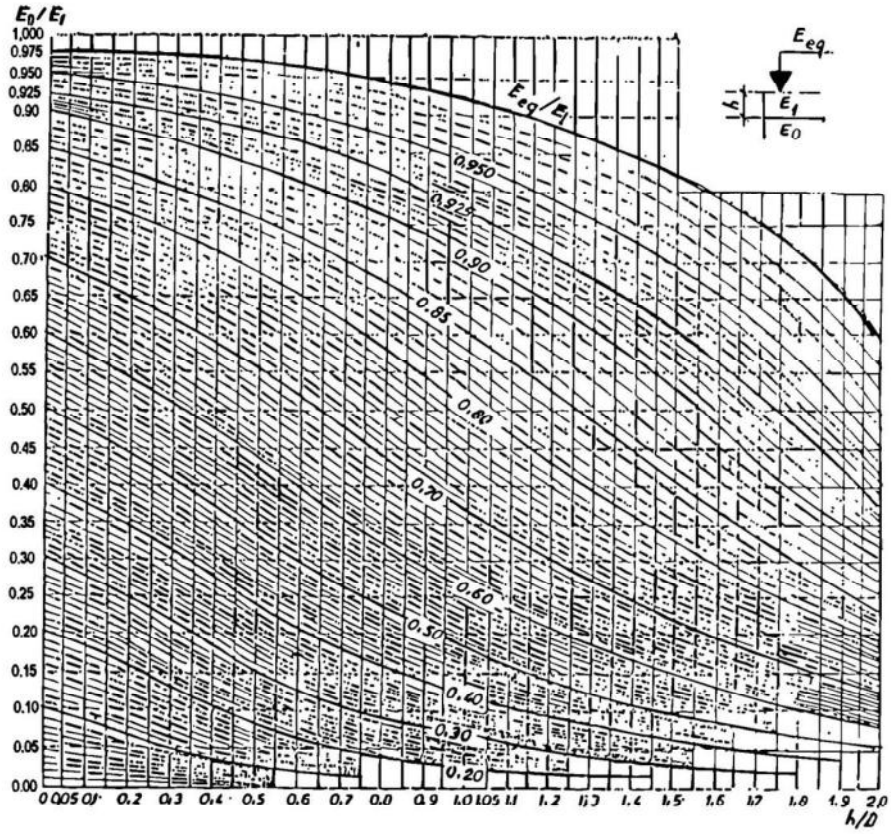


Fig. 3 Abacă pentru dimensionarea sistemelor rutiere nerigide

În cazul unui sistem rutier cu mai multe straturi calculele se conduc din aproape în aproape, de jos în sus sau de sus în jos, luându-se în considerare permanent câte o pereche de straturi suprapuse,chiar dacă acestea sunt echivalente şi nu reale.

Corespunzător celor arătate, calculele de dimensionare se fac în două etape:

a) ţinând seama de caracteristicile traficului prevăzut, se calculează, cu ajutorul relaţiei (6), modulul de deformaţie necesar;

b) luând în considerare modulele de deformaţie liniară ale straturilor rutiere şi al pământului din patul căii, se stabilesc câteva variante de sisteme rutiere, care să conducă la un modul de deformaţie echivalent, cel puţin egal cu modulul de deformaţie necesar. Adoptarea uneia sau alteia dintre variante se face în baza considerentelor tehnico-economice.

Pentru utilizarea cât mai raţională a materialelor, precum şi pentru evitarea cedărilor locale din interiorul unor straturi, se recomandă, la alcătuirea variantelor, ca raportul dintre modulele de deformaţie liniară a două straturi suprapuse (exclusiv terenul de fundaţie) să nu

depăşească 2,5 în cazul adoptării la straturile superioare a grosimilor constructive minime admise şi 3,5 în celelalte cazuri.

În mod obişnuit,îmbrăcămintea şi substratul de fundaţie (dacă există) primesc dimensiuni constructive,dimensionându-se doar stratul de fundaţie.

4. Exemple de calcul

A. Dimensionarea unui sistem rutier nerigid după metoda deformaţiei critice

Se consideră un drum forestier cu bandă simplă amplasat în zona climatică I, cu regim hidrologic mediocru,natura pământului din terasamente fiind de tipul P_3.

Traficul rutier real, cu autovehicule având caracteristica $p \cdot D = 198,77$, este de 30 treceri / 24 ore.

Transformarea traficului real în trafic cu vehicule etalon A13 ($p \cdot D = 170$):

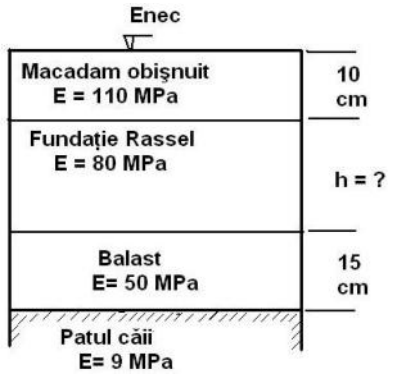
$\eta = \frac{198,77}{170} = 1,17$; N_i=30 treceri /24 ore

$$\lg N = \eta \lg N_i + 0,77(\eta - 1)$$

$$\lg N = 1,17 \cdot 1,47712 + 0,77(1,17 - 1) = 1,8591$$

$N \approx 72$ treceri A13 / 24 ore

Alcătuirea sistemului rutier şi calculul modulului de deformaţie necesar



În figură se prezintă alcătuirea sistemului rutier (îmbrăcăminte, strat de fundaţie,substrat de fundaţie), cu modulele de deformaţie ale materialelor prevăzute,(a se vedea tabelele 4 şi 5), inclusiv modulul de deformaţie de la nivelul patului căii (tabelul 7).

$$E_{nec} = \frac{\pi \cdot p}{2\lambda}[0,5 + 0,65\lg(\gamma \cdot N)]\mu ;$$

Se adoptă următoarele elemente de calcul:

p = 5 daN/cm^2 = 0,5 MPa – caracteristica vehiculului A13;

λ = 0,040 - îmbrăcăminte semipermanentă (din tabelul 2);

μ = 1,10 – din tabelul 2;

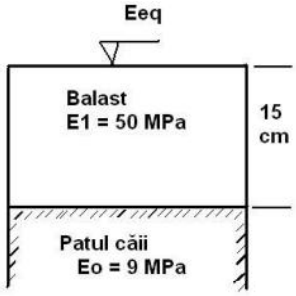
γ = 2 - drum cu bandă simplă de circulaţie;

N = 72 - număr vehicule etalon.

$$E_{nec} = \frac{3,14 \cdot 0,5}{2 \cdot 0,040}[0,5 + 0,65\lg(2 \cdot 72)]1,1 \approx 40MPa;$$

Dimensionarea sistemului rutier

Faza I-a: Se consideră sistemul bistrat alcătuit din substratul de balast şi pământul din terasamente. Se determină modulul de deformaţie echivalent.



$$\frac{E_0}{E_1} = \frac{9}{50} = 0,18 ;$$

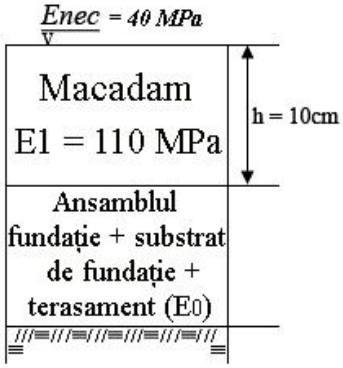
$$\frac{h}{D} = \frac{15}{34} = 0,44 ;$$

D = 34cm pentru autovehiculul etalon A13.

Se extrage din nomograma redată în figura 3:

$$\frac{E_{eq}}{E_1} = 0{,}31\,; \qquad E_{eq} = 0{,}31 \cdot 50 = 15{,}5 \approx 16 MPa$$

Faza a II-a : Se consideră sistemul bistrat alcătuit din îmbrăcămintea de macadam şi ansamblul de straturi piatră Rassel-balast-pământ. Se determină modulul de deformaţie E_0, ca modul de deformaţie echivalent ansamblului fundaţiei + substrat de fundaţie + terasament. Mai întâi se calculează rapoartele necesare intrării în nomograma din figura 3:



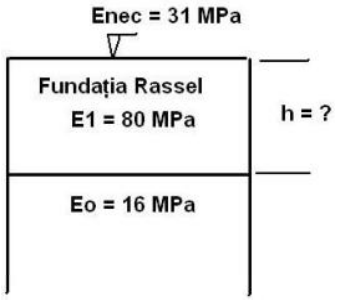
$$\frac{h}{D} = \frac{10}{34} = 0{,}29\,;$$

$$\frac{E_{nec}}{E_1} = \frac{40}{110} = 0{,}36\,;$$

Se extrage din nomogramă:

$$\frac{E_0}{E_1} = 0{,}28; \quad E_0 = 0{,}28 \cdot 110 = 30{,}8 \approx 31 MPa$$

Faza a III-a: Se consideră sistemul bistrat alcătuit din stratul de fundaţie Rassel şi ansamblul balast +patul căii cu modul echivalent 16MPa (stabilit în faza I-a).Modulul echivalent al sistemului (modul necesar) este cel stabilit în faza a II-a. Se determină grosimea fundaţiei *h*.



$$\frac{E_{nec}}{E_1} = \frac{31}{80} = 0{,}39;$$

$$\frac{E_0}{E_1} = \frac{16}{80} = 0{,}20;$$

Se extrage din nomogramă:

$$\frac{h}{D} = 0{,}61\,; \qquad h = 0{,}61 \cdot 34 = 20{,}7 \approx 21cm$$

În consecință se va adopta o fundaţie de 21 cm, dimensiune care corespunde şi constructiv sortului 60/90mm.

B. Dimensionarea sistemului rutier nerigid, după metoda deformației critice – cu folosirea relațiilor matematice

Procedeul analitic utilizează aceeaşi schemă de calcul a sistemului bistrat, care a fost prezentată în figura 2, făcând apel la următoarele relaţii de echivalenţă:

$$E_{eq} = \frac{E_1}{n^{2,5}\left[1 - \frac{2}{\pi}\left(1 - \frac{1}{n^{2,5}}\right) arctg\,\frac{n \cdot h}{D}\right]}, \qquad (7)$$

$$E_{eq} = \frac{E_0}{1 - \frac{2}{\pi}\left(1 - \frac{1}{n^{2,5}}\right) arctg\,\frac{nh}{D}}, \qquad (8)$$

în care parametrii folosiţi au semnificaţiile prezentate anterior. Parametrul *n* este dat de relaţia:

$$n = \sqrt[2,5]{\frac{E_1}{E_0}}, \qquad (9)$$

Cu ajutorul relaţiilor (7) şi (8) se poate determina oricare din parametrii E_{eq}, E_0, E_1 sau h (D corespunde vehiculului etalon), dacă valoarea celorlalţi parametri este cunoscută.

11. PROTECŢIA MEDIULUI ŞI STUDIUL DE IMPACT

11.1. Protecţia mediului şi încadrarea drumului în peisaj

11.1.1. Construcţia drumurilor forestiere determină un impact asupra mediului şi a cărui intensitate poate fi redusă prin măsuri corespunzătoare încă de la proiectare.

Autoritatea competentă pentru protecţia mediului decide dacă proiectul se supune evaluării impactului asupra mediului.

11.1.2. Principalele măsuri care se vor lua pentru protecţia mediului sunt:

- identificarea pericolelor distructive asupra mediului şi, atunci când este cazul, menţionarea lor în proiect;

- amplasarea drumurilor şi conducerea traseelor astfel încât să se evite riscul unor distrugeri ireversibile;

- conservarea biodiversităţii, respectarea ariilor protejate şi evitarea deteriorării zonelor de interes cultural şi ştiinţific;

- scoaterea integrală a materialului lemnos, rezultat în urma defrişării culoarului pentru drum;

- acoperirea cu vegetaţie, similar taluzurilor de debleu, a „depozitelor amenajate" în afara amprizei drumului;

- respectarea cu stricteţe a măsurilor de protecţie a mediului la execuţia derocărilor;

- refacerea echilibrului ecologic al zonei, afectată de construcţia drumului, prin lucrări de apărare – consolidare şi protejare a taluzurilor;

- ocuparea taluzurilor de rambleu, de preferinţă cu vegetaţie arbustivă, cu rol principal de protecţie (ANEXA 11.1);

- reducerea impactului asupra reţelei hidrografice existente, a apelor colectate şi evacuate din zona drumului;

- nedeteriorarea reţelei rutiere existente (forestieră sau publică);

- nealterarea funcţiei recreative a pădurii;

- accesibilizarea ariilor naturale protejate, constituite în condiţiile legii, conducerea traseelor făcându-se numai până la zona turistico – administrativă;

- supravegherea permanentă a lucrărilor de execuţie, sub raportul respectării normelor de protecţie a mediului.

11.1.3. Încadrarea drumului în peisaj prin extinderea, la execuţia lucrărilor de artă şi a celor de apărare – consolidare, a soluţiilor bazate pe folosirea lemnului şi/sau a materialelor pietroase şi restrângerea la minimum a soluţiilor bazate pe folosirea betonului.

11.1.4. Principalele manifestări ale impactului execuţiei drumurilor forestiere asupra mediului, ca şi măsurile de prevenire sau reducere a acestuia, sunt redate în ANEXA 11.2.

11.2. Studiul de impact

11.2.1. Studiul de impact constituie în anumite cazuri prevăzute de lege o piesă obligatorie a proiectului de drum forestier, necesară obţinerii avizelor de transpunere a acestuia în teren, şi urmăreşte evaluarea prejudiciilor provocate mediului prin execuţia drumului forestier.

11.2.2. Cuantificarea impactului se face în conformitate cu Normele Agenţiei de Protecţia Mediului.

11.2.3. Conform prevederilor legale, studiul de impact va conţine:

- memoriu de prezentare a proiectului, cu descrierea acestuia şi informaţii din care să rezulte date privind impactul asupra mediului;

- documente doveditoare privind informaţiile menţionate în cererea de obţinere a acordului şi/sau fişa tehnică;

- dovada de plată a tarifului legal.

11.2.4. Memoriul de prezentare va cuprinde:

- informaţii generale;

- procese tehnologice;

- evaluarea deşeurilor;

- impactul potenţial, inclusiv cel transfrontieră, asupra componentelor mediului (apă, aer, sol, geologie subsol, biodiversitate, peisaj, mediu social – economic, condiţii culturale şi etnice, patrimoniu cultural) şi măsuri de reducere a acestuia;

- cuantificarea impactului pe factori de mediu;

- analiza alternativelor;

- monitorizarea lucrării;

- situaţii de risc;

- descrierea dificultăţilor.

Memoriului de prezentare i se ataşează:

- harta de ansamblu a regiunii (la o scară mică);
- harta de ansamblu a zonei drumului (scara 1:20000);
- certificatul de urbanism, dacă este cazul;
- avizul de Gospodărire a Apelor pentru traversări ale cursurilor de apă în bazine hidrografice >10 km^2.

11.2.5. În cazul drumurilor forestiere, de importanţă redusă construite în zone izolate, obţinerea Avizului de Mediu se poate face şi în baza unei fişe, care furnizează elementele necesare.

11.2.6. Cuantificarea propriu-zisă a impactului produs asupra mediului se face după **metoda analitică de tip cantitativ**, prin note de bonitate (N_b) şi prin **metoda grafo-analitică**, care determină indicele de poluare global (I.P.G.).

A. Cuantificarea impactului prin metoda analitică

11.2.7. Metoda analitică de evaluare a impactului ia în considerare o scală de bonitate, exprimată prin note de la 1 la 10 (tabelul 11.1), care pune în evidenţă **efectul poluanţilor asupra mediului înconjurător.** Nota 10 corespunde stării naturale, neafectate de activitatea umană, iar nota 1 stării maxime de poluare.

Bonitatea unui factor de mediu sau element al mediului se încadrează, pe scala de bonitate, în raport cu limitele admise prin standardele şi normativele în vigoare.

Tabelul 11.1

Scala generală de bonitate

Nota de bonitate N_b	**Efecte asupra omului şi mediului înconjurător**
10	- calitatea factorilor de mediu: naturală, de echilibru - starea de sănătate pentru om: natural
9	- fără efecte
8	- fără efecte decelabile cazuistic; - mediul este afectat în limitele admise-nivel 1
7	- mediul este afectat în limitele admise-nivel 2 - efectele nu sunt nocive
6	- mediul este afectat peste limita admisă-nivel 1 - efectele sunt accentuate
5	- mediul este afectat peste limitele admise-nivel 2 - efectele sunt nocive
4	- mediul este afectat peste limitele admise-nivel 3 - efectele nocive sunt accentuate
3	- mediul degradat-nivel 1 - efectele sunt letale la durate medii de expunere
2	- mediul degradat-nivel 2 - efectele sunt letale la durate scurte de expunere
1	- mediul este impropriu formelor de viaţă

11.2.8. La cuantificarea impactului se iau în considerare numai factorii de mediu principali: aerul, apa, solul şi biodiversitatea.

11.2.9. Pentru factorii „**aer**" şi „**apă**", concentraţiile diverşilor poluanţi (C), stabilite în baza probelor recoltate în teren, se compară cu concentraţiile maxime admise (CMA) prescrise prin standarde şi norme (tabelul 11.2).

Tabelul 11.2

Concentraţii maxime admise pentru poluanţii aerului şi ai apei

Nr. crt.	Denumirea poluanţilor	U.M.	Concentraţii maxime admise
	A. AER		
1.	CO	mg/m^3	2,0 (zilnic)
2.	Solvenţi	mg/m^3	2,0 (zilnic)
	B. APĂ (ape pluviale)		
1.	pH	-	6,5…..8,5
2.	Suspensii	mg/l	30
3	CBO_5	mg/l	12
4.	CCO-Cr	mg/l	30
5.	Azot total	mg/l	5
6.	Fosfor total	mg/l	0,5
7.	Fenoli	mg/l	0,02

Indicele de poluare a mediului I_p rezultă din raportul celor 2 elemente:

$$I_p = \frac{C}{CMA}, \qquad (11.1)$$

şi se determină pentru fiecare poluant în parte. Rapoartele obţinute, în baza dimensiunilor tehnice ale poluanţilor (reale/admise), se convertesc în note de bonitate, conform tabelului 11.3, în final făcându-se media acestora, în mod distinct, pentru fiecare factor de mediu în parte (aer, apă), obţinându-se astfel nota de bonitate a factorului respectiv, care serveşte la calculul valorii medii, corespunzătoare factorilor luaţi în considerare.

Tabelul 11.3

Conversiunea indicilor de poluare pentru aer şi apă în note de bonitate

Valoarea I_p $I_p = \frac{C}{CMA}$	0	0…0,25	0,26…0,50	0,51…1,0	1,10….2,0	2,1…4.0	4,1…8,0	8,1…12,0	12,1…20,0	peste 20,0
Nota de bonitate N_b	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Nota de bonitate medie astfel obţinută permite stabilirea indicelui de poluare globală (I.P.G.), conform metodei grafo-analitice.

11.2.10. Pentru factorul „**sol**” cuantificarea impactului provocat de execuţia drumului se va face luându-se în considerare următorii poluanţi:

- excedentele de debleu aşezate în afara drumului, sub formă de cavaliere, depozite neamenajate din afara amprizei sau împrăştiate pe teren, exprimate în m^3/hm de drum;

- volumele de stâncă rezultate în urma derocărilor practicate în cariere locale, în vederea obţinerii materialului pietros necesar lucrărilor de suprastructură, de apărare-consolidare şi de artă, care de asemenea se exprimă în m^3/hm de drum;

- volumul resturilor de exploatare, rezultate în urma defrişării culoarului pentru drum şi nevalorificabile, care se exprimă în mst/ha (hectar de suprafaţă a amprizei).

Fiecare poluant va fi cuantificat prin note de bonitate (N_b), rezultate în urma dimensiunilor tehnice. Nota medie de bonitate este dată de media ponderată a celor 3 note, conform relaţiei:

$$N_{b\ sol} = \frac{4N_{b\ exced} + 4N_{b\ deroc} + 2N_{b\ rest.ex.}}{10}, \qquad (11.2)$$

în care cifrele 4-4-2 reprezintă ponderile acordate.

Conversiunile dimensiunilor tehnice, ale prejudiciilor menţionate, în note de bonitate sunt redate în tabelele 11.4, 11.5, şi 11.6.

Tabelul 11.4

Conversiunea excedentelor de debleu, exprimate în m^3/hm, în note de bonitate ($N_{b\ exced}$)

Excedent debleu m^3/hm de drum	sub 15	15,1...25	25,1...36	36,1...47	47,1...58	58,1...69	69,1...81	81,1...92	92,1...103	peste 103
Note de bonitate $N_{b\ exced}$	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Tabelul 11.5

Conversiunea volumului de derocări, exprimate în m^3/hm de drum, în note de bonitate ($N_{b\ deroc}$)

Volumul derocărilor m^3/hm de drum	sub 50	51...150	151...300	301...450	451...600	601...750	751...900	901...1050	1051...1300	peste 1300
Note de bonitate $N_{b\ deroc}$	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Tabelul 11.6

Conversiunea volumului resturilor de exploatare nevalorificabile, exprimate în mst/ha de drum, în note de bonitate ($N_{b\ rest}$) (după A. Ciubotaru, 2008)

Resturi de exploatare nevalorificabile mst/ha	sub 0,5	0,6...1,5	1,6...3,0	3,1...4,0	4,1...5,0	5,1...6,0	6,1...7,0	7,1...8,0	8,1...9,0	peste 9
Note de bonitate $N_{b\ rest}$	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

La întocmirea tabelelor 11.4 şi 11.5 s-au luat în considerare diferite profile transversale caracteristice. Tabelul 11.6 a avut în vedere că, în conformitate cu cercetările menţionate în

literatura de specialitate, volumul resturilor de exploatare nevalorificabile variază între 0,50 şi 10 mst/ha.

Stabilirea dimensiunilor tehnice din tabelele menţionate se va face în baza profilelor transversale de execuţie pentru excedentul de debleu şi volumul de derocări şi prin sondaje directe pe teren pentru resturile de exploatare nevalorificabile.

11.2.11. Impactul construcţiei rutiere asupra **biodiversităţii** se va aprecia în baza informaţiilor culese pe teren cu privire la:

- biotopurile de pe amplasamentul drumului (păduri, mlaştini, zone umede, nisipuri etc.);
- flora locală;
- habitate ale speciilor de plante şi de animale din zonă etc.

Se apreciază, mai mult sau mai puţin teoretic, procentul în care este afectată **biodiversitatea** (P%), iar indicele de poluare I_p se calculează cu relaţia:

$$I_p = \frac{P}{100} , \qquad (11.3)$$

Cunoscând indicele de poluare I_p, se determină nota de bonitate N_b pentru factorul **biodiversitate**, în baza conversiunii redate în tabelul 11.7.

Tabelul 11.7

Conversiunea indicelui de poluare al biodiversităţii în note de bonitate

Indice de poluare al biodiversităţii Ip	sub 0,10	0,11...0,20	0,21...0,30	0,31...0,40	0,41...0,50	0,51...0,60	0,61...0,70	0,71...0,80	0,81...0,90	peste 0,90
Note de bonitate N_b	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

B. Determinarea impactului global prin metoda grafo-analitică

11.2.12. In condiţia în care sunt luaţi în considerare cei 4 factori de mediu menţionaţi (aer, apă, sol şi biodiversitate), determinarea **indicelui de poluare globală** (I.P.G.) se face după metoda grafo-analitică (varianta pătratului).

Conform metodei, mărimea indicelui de poluare globală se determină cu relaţia:

$$I.P.G. = \frac{S_t}{S_p}, \qquad (11.4)$$

în care $\mathbf{S_t}$ reprezintă suprafaţa totală (considerată ideală, dacă nu este afectată de poluare) şi $\mathbf{S_p}$, care reprezintă suprafaţa afectată de poluare (în condiţii reale), ambele determinate pe suprafaţa unui pătrat de dimensiuni convenţionale şi ale cărui semidiagonale, gradate de la 0 la 10, corespund fiecărui factor de mediu, în parte.

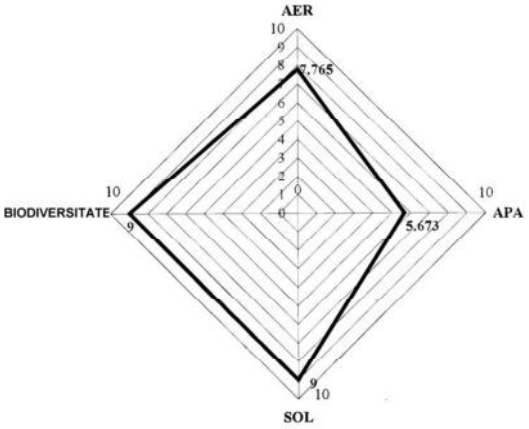


Fig. 11.1 Reprezentarea grafică pentru determinarea IPG-ului (metoda pătratului)

Pe fiecare semidiagonală se reprezintă nota de bonitate medie corespunzătoare factorului respectiv, iar prin unirea celor 4 puncte rezultă un patrulater neregulat. Pe figură se determină, pe de o parte, suprafaţa totală a pătratului (S_t), prin care se cuantifică, conform relaţiei 11.4, situaţia neafectată de poluare, iar suprafaţa patrulaterului neregulat (S_p), pe cea afectată de poluare.

Calculul suprafeţelor se face în baza gradaţiilor convenţionale marcate pe figură. Astfel, suprafaţa $S_t = 200$, iar S_p se determină în baza dimensiunilor citite pe reprezentarea grafică. În acest mod I.P.G. redă, într-o formă cuantificată, impactul execuţiei drumului asupra mediului.

În cazul figurii 11.1, considerând patrulaterul alcătuit din două triunghiuri şi exprimând în unităţi convenţionale lungimile bazelor şi ale înălţimilor acestora, se determină raportul suprafeţelor:

$$I.P.G. = \frac{S_t}{S_p} = \frac{200}{122,997} = 1,63 \qquad (11.5)$$

Indicele de poluare globală astfel obținut se raportează la **scala calității mediului**, redată în tabelul 11.8. Conform scalei, pentru I.P.G. = 1 nu există poluare, iar, pentru I.P.G. > 1 apar modificări de calitate, care sporesc până la degradarea totală a mediului (I.P.G. > 6).

Tabelul 11.8

Scala calității mediului

Valoare	Calitatea mediului
1 = IPG	Mediu natural neafectat de activitatea umană
1 < IPG ≤ 2	Mediu supus efectului activității umane în limitele admisibile
2 < IPG ≤ 3	Mediu supus efectului activității umane provocând stare de disconfort formelor de viață
3 < IPG ≤ 4	Mediu afectat de activitatea umană, provocând tulburări formelor de viață
4 < IPG ≤ 6	Mediu grav afectat de activitatea umană, periculos formelor de viață
IPG > 6	Mediu degradat, impropriu formelor de viață

În cazul exemplului numeric (fig. 11.1), pentru I.P.G. = 1,63 rezultă că **mediul este afectat în limite admisibile (tabelul 11.8).**

ANEXA 11.1

Specii forestiere folosite la plantarea taluzurilor de rambleu şi debleu

Specia	Arbori sau arbuşti	Regiunea geografică	Subzona de vegetaţie	Altitudinea	Felul terenului	Regiunea din ţară	Solul şi substratul geologic	Observaţii
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Pinul silvestru (Pinus silvestris)	A	Munte	Făgete	Până la 1000 m	Stâncoase, uscate	Toată ţara	Şisturi cristaline, gresii, nisipuri	Bun fixator de sol
Aninul alb (Alnus incana)	A	Munte	Făgete şi răşinoase	800-1000 metri	Umede	Toată ţara	Substraturi argiloase	Fixator de sol
Aninul verde (Alnus viridis)	a	Munte	Răşinoase	Către limita superioară a vegetaţiei forestiere	Umede	Toată ţara	Pietrişuri, şisturi cristaline	Fixator de sol
Zmeurul (Rubus idaeus)	a	Munte	Făgete şi răşinoase	600-1400 metri	Reavăne -umede	Toată ţara	Brun forestiere şi podzolice	Fructe mult căutate la export
Salcâmul (Robinia pseudoaccacia)	A	Deal şi câmpie	Făgete şi cvercinee	Până la 900 m	Reavăne - uscate	Cu precădere în jumătatea de sud a ţării	Substraturi cristaline, gresii şi nisipuri	Fixator de sol, melifer excepţional
Pinul silvestru (Pinus silvestris)	A	Deal şi câmpie	Cvercinee	Până la 1000 m	Reavăne-uscate	Toată ţara	Şisturi cristaline, gresii, nisipuri	Bun fixator de sol
Pinul austriac (Pinus nigra var. austriacă)	A	Deal şi câmpie	Făgete şi cvercinee	Până la 800 m	Uscate	Cu precădere în jumătatea de sud a ţării	Substraturi calcaroase, marnoase	Bun fixator de sol
Aninul negru (Alnus glutinosa)	A	Deal şi câmpie	Făgete şi cvercinee	Până la 900 m	Umede, permanent împrospătate	Toată ţara	Substraturi argiloase, poale de versanţi	Bun fixator de sol
Salcia albă (Salix alba)	A	Deal şi câmpie	Cvercinee şi în jumătatea inferioară a făgetelor	Până la 800 m	Reavăne, umede, ude	Toată ţara	Substraturi argiloase, poale de versanţi	Foarte bun fixator de sol
Alunul (Corylus avellana)	a	Deal şi câmpie	Cvercinee	Până la 700 m	Reavăne	Toată ţara	Brun roşcate de pădure şi brun forestiere	Bun fixator de sol, fructe comestibile
Coacăzul negru şi roşu (Ribes nigrum şi Ribes rubrum)	a	Deal şi câmpie	Făgete şi cvercinee	Până la 800 m	Reavăne	Toată ţara	Brun roşcate de pădure, brun forestiere, nisipo-argiloase	Fructe mult căutate la export
Cătina albă (Hippöphae rhamnoides)	a	Deal şi câmpie	Cvercinee	Până la 1000 m	Uscate până la umede	Oltenia. Muntenia, Moldova, Dobrogea	Substraturi argiloase şi marnoase	Foarte bun fixator de sol, fructe căutate pentru vitamina C

Cornul (Cornus mas)	a	Deal şi câmpie	Cvercinee	Până la 700 m	Uscate până la reavăne	Toată ţara	Şisturi şi argile	Foarte bun fixator de sol, fructe comestibile
Singerul (Cornus sanguinea)	a	Deal şi câmpie	Cvercinee	Până la 700 m	Reavăne	Toată ţara	Şisturi şi argile	Bun fixator de sol
Lemnul câinesc (Ligustrum vulgare)	a	Deal şi câmpie	Cvercinee	Până la 800 m	Reavăne	Toată ţara	Şisturi şi argile	Bun fixator de sol
Salbă moale (Evonymus europaea)	a	Deal şi câmpie	Făgete şi cvercinee	Până la 800 m	Reavăne	Toată ţara	Brun roşcate de pădure, brun forestiere	Bun fixator de sol
Dârmoxul (Viburnum lantana)	a	Deal şi câmpie	Cvercinee	Până la 700 m	Uscate	Jumătatea de sud a tării	Şisturi, argile, marne, calcare	Bun fixator de sol
Păducelul (Crataegus monogyna)	a	Deal şi câmpie	Cvercinee	Până la 800 m	Uscate	Toată ţara	Nisipo-argiloase, şisturi, argile	Bun fixator de sol, fructe comestibile
Măceşul (Rosa canina)	a	Deal şi câmpie	Făgete şi cvercinee	Până la 800 m	Uscate	Toată ţara	Şisturi şi argile	Fructe bogate în vitamine
Scumpia (Cotinus coggygria)	a	Deal şi câmpie	Cvercinee	Până la 500 m	Uscate	Sudul ţării	Substraturi calcaroase	Foarte bun fixator de sol., ornamental
Paţachina (Rhamnus fragula)	a	Deal şi câmpie	Cvercinee	Până la 600 m	Uscate	Toată ţara	Argiloase, gleizate	Fixator de sol
Porumbarul (Prunus spinosa)	a	Deal şi câmpie	Cvercinee	Până la 700 m	Uscate	Toată ţara	Substraturi calcaroase, soluri uscate	Fixator de sol, fructe comestibile

ANEXA 11.2

Impactul lucrărilor de execuţie a drumurilor forestiere asupra mediului

Formele de manifestare ale impactului	Prejudicii	Măsuri de prevenire sau reducere a impactului
1.Întreruperea integrităţii masivelor păduroase prin deschiderea culoarului pentru drum	◊ pierderi de suprafaţă productivă; ◊ expunerea arboretelor la vătămări calitative(insolaţie, atacuri de ciuperci şi de insecte); ◊ sporirea pericolului doborâturilor de vânt.	◊ conducerea adecvată a traseelor; ◊ adoptarea unor lăţimi minime pentru ampriza drumului; ◊ echilibrarea volumelor de săpătură cu cele de umplutură; ◊ valorificarea suprafeţei taluzurilor.
2.Modificarea condiţiilor de echilibru a terenului	◊ eroziuni; ◊ alunecări de teren;	◊ colectarea şi evacuarea apelor de suprafaţă; ◊ drenaje; ◊ protejarea taluzurilor; ◊ lucrări de sprijinire.
3.Deteriorarea peisajului natural	◊ apariţia de suprafeţe denudate (taluzuri de rambleu şi debleu); ◊ dezvelirea stâncilor în urma amplasării de cariere locale pentru procurarea materialelor pietroase.	◊ acoperirea taluzurilor cu vegetaţie; ◊ mascarea cu vegetaţie a urmelor lăsate de exploatare a carierelor locale; ◊ realizarea de ecrane de protecţie din arbori şi arbuşti pentru tronsoanele de drum aflate în afara pădurii (drumuri de legătură).
4.Vătămarea vegetaţiei forestiere	◊ răniri ale arborilor (vârfuri rupte, trunchiuri retezate, zdreliri ale scoarţei etc.) în urma lucrărilor cu explozivi şi a împingerii sfărâmăturilor de rocă în aval de drum.	◊ evitarea exploziilor cu efect de azvârlire; ◊ executarea pe versant, în aval de drum, în zonele periclitate, a unor parapeţi din lemn pentru reţinerea bolovanilor.
5.Poluarea mediului	◊ poluarea atmosferei cu gaze de eşapament şi praf; ◊ poluarea apelor de suprafaţă şi a celor subterane; ◊ poluarea fonică a zonei datorită funcţionării utilajelor folosite la execuţie şi a transportului motorizat.	◊ utilizarea unor carburanţi ecologici şi a unor autovehicule cu sisteme de admisie cu efect poluant redus; ◊ interzicerea folosirii sării şi a substanţelor chimice la combaterea lunecuşului pe timp de iarnă; ◊ controlul şi menţinerea calităţii apei; ◊ extinderea în execuţie a unor utilaje rutiere mai silenţioase (excavator, utogreder) şi limitarea folosirii utilajelor zgomotoase (buldozer, motocompresor , ciocan perforator etc.).
6.Distrugerea habitatului faunei din sol	◊ deteriorarea echilibrului ecologic.	◊ interzicerea folosirii utilajelor cu şenile; ◊ conducerea adecvată a traseelor.
7.Perturbarea habitatului faunei cinegetice şi piscicole	◊ migrarea faunei; ◊ reducerea efectivelor de vânat şi a celor piscicole; ◊ reducerea bonităţii fondului de vânătoare şi a fondului de pescuit; ◊ contaminarea cu depuneri nocive (plumb) a suprafeţelor cultivate pentru hrana vânatului, precum şi a vegetaţiei necesare alimentaţiei generale.	◊ reducerea poluării fonice; ◊ respectarea ariilor protejate; ◊ conservarea biodiversităţii; ◊ prevenirea poluării apelor şi a lacurilor; ◊ ecrane de protecţie din arbori şi arbuşti în lungul tronsoanelor de drumuri forestiere din afara pădurii.

12. ELABORAREA PROIECTULUI TEHNIC

12.1. Generalităţi

12.1.1. Proiectarea drumurilor forestiere se face, de regulă, în următoarele faze:

- studiul de prefezabilitate (SPF), prin care se justifică necesitatea şi oportunitatea investiţiei (numai pentru obiective care se aprobă prin H.G.);

- studiul de fezabilitate (SF), care stabileşte şi justifică varianta de traseu cea mai avantajoasă, în funcţie de complexul de factori de ordin economic, tehnic, turistic şi strategic al zonei şi care prezintă date de fond forestier şi suprafaţa bazinului hidrografic al cursului de apă traversat. **Studiul de fezabilitate (SF)** va prezenta şi situaţia dezvoltării reţelei de drumuri forestiere din zonă, actuală şi viitoare, altitudine, relief şi zonă geografică;

12.1.2. Proiectul tehnic (PT), prin care se definitivează pe teren şi la birou, varianta de traseu aleasă, incluzându-se detaliile tehnice şi devizele de execuţie necesare. Proiectul tehnic va conţine şi documentaţia pentru schimbarea categoriei de folosinţă a terenului.

12.1.3. Proiectul tehnic (PT) se întocmeşte, în conformitate cu legislaţia şi instrucţiunile în vigoare.

12.2. Organizarea elaborării proiectului tehnic

12.2.1. Elaborarea proiectului tehnic presupune desfăşurarea de **lucrări pe teren**, precum şi **la birou**.

Lucrările de teren comportă următoarele:

- pichetarea traseului şi efectuarea de măsurători topografice pe direcţia liniei călăuză;
- studii de geologie tehnică şi geotehnice în zona traseului;
- studiul traversării cursurilor de apă.

Lucrările de birou constau din realizarea pieselor scrise şi pieselor desenate ale proiectului.

12.2.2. Pichetarea traseului constă în materializarea, pe teren, a următoarelor puncte:

- punctele de capăt ale traseului;
- vârfurile poligonului de bază şi punctele principale ale curbelor (în situaţia în care racordările se studiază pe teren);
- punctele de traversare ale văilor, viroagelor etc.;

- punctele în care se schimbă înclinarea terenului în lung, pe direcţia traseului sau, în profil transversal, perpendicular pe traseu;
- punctele de schimbare a naturii geotehnice a terenului;
- punctele în care se schimbă categoria de folosinţă sau de proprietate a terenului;
- punctele de intersecţie cu liniile parcelare.

Fiecare punct se materializează prin 2 picheţi, unul care semnifică **punctul matematic**, iar celalalt **ţăruşul martor** prin care se fac inscripţiile necesare.

Distanţa dintre picheţi nu va depăşi 10...15 m, în terenurile accidentate şi 15...20 m, în terenurile aşezate.

Din loc în loc, unii dintre picheţii de pe traseu se reperează, prin măsurarea distanţelor faţă de cel puţin 2 puncte, situate în amonte, în afara amprizei (arbori, borne, blocuri mari de stâncă etc.).

Pichetarea racordărilor se poate face fie odată cu studiul traseului pe teren, fie cu ocazia lucrărilor de reambulare, a acestuia, care precede execuţia drumului.

Pichetarea serpentinelor pe teren este obligatorie.

12.2.3. Lucrările topografice, respectiv cele planimetrice şi cele altimetrice (nivelment longitudinal şi nivelment transversal) se realizează cu aparatură topografică adecvată, folosindu-se carnete de teren corespunzătoare.

12.2.4. Studiile geologo-tehnice şi geotehnice din zona traseului au, în principal, următoarele obiective:

- cartarea geologică a terenului;
- determinarea porţiunilor periculoase sau mai puţin stabile ale traseului, pentru care sunt necesare lucrări de construcţii speciale;
- calificarea tehnică a pământului ca material de construcţii terasamente;
- precizarea pantelor taluzurilor de rambleu şi de debleu pentru diferite categorii de roci şi pământuri întâlnite în lungul traseului;
- stabilirea condiţiilor de fundare pentru poduri, podeţe şi ziduri de sprijin;
- indicarea surselor locale de materiale de construcţie, cu menţionarea calităţii şi a posibilităţilor de exploatare ale acestora.

Atunci când este necesar se vor efectua sondaje în adâncime, recoltări de probe pe teren şi determinări de laborator.

12.2.5. Studiul traversării cursurilor de apă stabileşte şi oferă informaţii privind:

- posibilităţile optime de traversare în zona de intersecţie a cursului de apă cu drumul;

- caracteristicile regimului de scurgere a apelor în zona de traversare;
- particularităţile geomorfologice ale albiei majore în zona traversării.

În baza acestor elemente se stabilesc amplasamentul, tipul constructiv şi dimensiunile lucrării de artă.

12.2.6. Lucrările de birou urmăresc realizarea următoarelor *piese scrise* şi *desenate* ale proiectului, în vederea redării detaliilor pentru execuţie.

A. Piese scrise

- Descrierea generală a lucrărilor (antemăsurători, trasări etc.);
- Anexă privind categoria de importanţă a lucrărilor proiectate;
- Programul de control al calităţii lucrărilor, faze determinante, avizat I.S.C.;
- Memorii tehnice avizate de verificator tehnic atestat;
- Breviarul de calcule, sintetizat în următoarele tabele:
    - mărimea suprafeţei părţii carosabile;
    - poziţia şi dimensiunile staţiilor de încrucişare şi de întoarcere;
    - corecţiile de albie;
    - calculul şi mişcarea terasamentelor;
    - recapitulaţia volumului şi mişcării terasamentelor;
    - volumul de material pietros;
    - lucrări de apărare – consolidare;
    - şanţuri de scurgere;
    - stâlpi de dirijare şi parapeţi;
    - indicatoare şi table de avertizare;
- Caietele de sarcini;
- Devizul general şi „Liste cu cantităţi de lucrări”;
- Graficul general de realizare a investiţiei.

B. Piese desenate

- Harta de ansamblu, scara 1:20000;
- Planul rectificărilor de traseu, scara 1:1000;
- Plan de situaţie, scara 1:1000 (ANEXA 12.1);
- Profil longitudinal, scara1:1000 şi 1:100 (ANEXA 12.2);
- Profile transversale de execuţie, scara 1:100 (ANEXA 12.3);
- Profil transversal tip, scara 1:50 (ANEXA 12.4);

- Detalii sau dispoziţii generale pentru lucrări de apărare – consolidare şi lucrări de artă.

12.2.7. Proiectul tehnic, în alcătuirea de mai sus, se elaborează de către ingineri silvici sau ingineri constructori atestaţi în domeniu. Verificarea proiectului se face de către un specialist atestat ca verificator tehnic de proiect.

12.3. Proiectarea drumurilor forestiere asistată de calculator

12.3.1. În vederea sporirii calităţii proiectelor, în activitatea de proiectare se impune extinderea utilizării calculatorului electronic la rezolvarea diferitelor faze de elaborare a documentaţiei tehnice.

12.3.2. Există elaborate, în prezent, mai multe programe specifice, care se pot adapta oricărui tip de calculator.

12.3.3. Programele existente acoperă toată gama de operaţiuni ce intervin în proiectarea drumului, astfel că se poate folosi întregul set de programe sau/doar o parte din acestea, pe baza cărora se soluţionează anumite probleme. Fazele de proiectare în care nu se foloseşte calculatorul se rezolvă conform proiectării uzuale.

12.3.4. Proiectarea asistată de calculator prezintă următoarele avantaje:

- reduce volumul de lucrări şi necesarul de muncitori pentru lucrările de teren cu specific topografic;

- permite prezentarea unui proiect, cu definirea punctelor de pe traseu prin coordonate;

- rezolvă, pe cale analitică, alegerea variantei celei mai avantajoase, cu volum de terasamente minim;

- aprofundează calculul economic, prin redarea mai reală a influenţei tuturor factorilor ce intervin în procesul producţiei forestiere;

- permite ca, într-o primă etapă, să se obţină o soluţie aproximativă, pe baza căreia proiectantul să ia decizii, care, la o nouă accesare a programului, să conducă la finisarea şi definitivarea proiectului.

12.3.5. Culegerea datelor de teren, în cazul proiectării asistate de calculator comportă, următoarele operaţii specifice:

- stabilirea şi materializarea liniei poligonale;

- ridicarea în plan a liniei poligonale, inclusiv a elementelor de altimetrie;

- ridicarea profilelor transversale.

Celelalte date culese din teren, necesare elaborării proiectului, cum ar fi: trasarea curbelor (serpentine), stabilirea lucrărilor de artă şi a lucrărilor de apărare - consolidare, cartarea geotehnică a terenului, delimitarea suprafeţelor pe proprietăţi etc., se obţin ca şi în cazul procedeului clasic de proiectare.

12.3.6. Stabilirea şi materializaea pe teren a liniei poligonale va respecta următoarele reguli:

- lungimea liniei poligonale trebuie să se apropie cât mai mult de lungimea drumului proiectat, pentru a nu apărea diferenţe la realizarea profilului longitudinal;

- distanţa dintre picheţii drumului şi axul definitiv al drumului, ce apare în profil transversal, să fie minimă;

- linia poligonală să fie, pe cât posibil, fără schimbări bruşte de direcţie;

- vârfurile liniei poligonale se vor situa la distanţe de 20…100 m, în funcţie de relieful terenului şi vizibilitate, iar distanţele dintre eventualele puncte intermediare situate pe laturile mai lungi ale liniei poligonale nu vor depăşi 20…30 m, astfel ca, la execuţie, conducătorul de utilaj să aibă suficiente date pentru a „ataca" corect terasamentul;

- picheţii din teren se numerotează în ordine crescătoare, cu menţiunea că vârfurile drumuirii primesc şi indicativul „V".

12.3.7. Ridicarea în plan a liniei poligonale inclusiv a elementelor de altimetrie are un caracter strict topografic şi se efectuează cu aparatură adecvată. În principiu, se foloseşte procedeul drumuirii cu radieri (măsurători de unghiuri şi distanţe).

Introducerea în calculator a datelor culese pe teren, trebuie făcută într-o anumită ordine, ceea ce impune tipizarea **carnetului de teren**, care să respecte ordinea firească de introducere a lor în vederea prelucrării.

Calculatorul prelucrează datele introduse şi, în final, se obţin coordonatele X, Y şi cota Z a fiecărui punct din cadrul liniei poligonale.

12.3.8. Ridicarea în plan a profilelor transversale este necesară pentru reprezentarea profilelor transversale de execuţie, care redau linia terenului şi linia proiectului din dreptul fiecărui pichet şi permit calculul volumelor de lucrări (terasamente, lucrări de apărare - consolidare).

În funcţie de condiţiile de teren, ridicarea în plan a liniei terenului în profil transversal se face, după caz, prin unul din următoarele procedee:

- cu lata, prevăzută cu nivelă cu bulă de aer, în cazul în care panta transversală a terenului este neuniformă;

- cu clizimetrul, când panta transversală a terenului este uniformă, situaţie întâlnită, de obicei, la drumurile de versant, situate la o oarecare distanţă de firul văii;

- cu nivela topografică (aşezată în afara profilului transversal), în situaţii deosebite.

12.4. Prelucrarea la calculator a datelor de teren şi elaborarea pieselor scrise şi desenate ale proiectului tehnic

12.4.1. Folosirea calculatorului electronic permite limitarea şi simplificarea la minimum a lucrărilor cu specific topografic.

12.4.2. Piesele principale ale proiectului, respectiv **planul de situaţie**, **profilul longitudinal** şi **profilele transversale de execuţie** se elaborează **simultan**, datorită interdependenţei dintre ele.

12.4.3. Redactarea planului de situaţie, în ipoteza prezentării drumului în coordonate, comportă următoarea succesiune de operaţii:

- stabilirea orientării laturii formate din două puncte cunoscute;
- calculul orientărilor laturilor liniei poligonale;
- calculul distanţelor reduse la orizont şi a cotei Z;
- calculul coordonatelor X,Y şi a cotei Z pentru fiecare punct, în baza aceluiaşi program;
- raportarea drumuirii;
- stabilirea axului drumului proiectat;
- determinarea elementelor principale ale curbei, în funcţie de unghiul de vârf şi raza R;
- determinarea elementelor principale ale serpentinei, în funcţie de datele culese pe teren.

12.4.4. Redactarea profilului longitudinal are drept scop să redea declivităţile drumului şi totodată să indice, în fiecare pichet, cota de lucru pozitivă sau negativă necesară aşezării platformei drumului.

Succesiunea operaţiilor este următoarea:

- **raportarea liniei terenului şi stabilirea hectometrajului**; linia terenului se raportează pe baza datelor prelucrate cu ajutorul programului D1 / I.S.;

- **stabilirea niveletei**, se face, ca şi în cazul procedeului uzual de proiectare, cu respectarea aceleiaşi metodologii de lucru; odată stabilită graphic, niveleta pe profilul longitudinal, se precizează hectometrajul şi cotele capetelor de panou.

În continuare, pe baza programului D7 şi a elementelor menţionate mai sus, calculatorul determină şi tipăreşte declivitatea exactă a panoului respectiv, după care se introduc hectometrajul şi cota terenului din fiecare pichet, în ordinea lor crescătoare.

Calculatorul determină şi tipăreşte următoarele elemente: distanţa dintre picheţi, cota proiectului şi cota de lucru (de execuţie) în fiecare pichet.

- **completarea profilului longitudinal**, constă în introducerea următoarelor elemente necesare: natura terenului, amplasarea lucrărilor de artă, amplasarea lucrărilor de apărare – consolidare, precum şi indicarea elementelor principale ale aliniamentelor şi curbelor.

12.4.5. Redactarea profilelor transversale de execuţie, în vederea redării lor la scara 1:100, este necesară pentru reprezentarea terasamentelor şi lucrărilor de apărare – consolidare, pentru toţi picheţii stabiliţi în teren, specificându-se următoarele date:

- linia terenului şi poziţia pichetului;
- numărul şi poziţia hectometrică a pichetului;
- cota de lucru;
- lăţimea platformei, cât şi a şanţului de scurgere;
- taluzurile de rambleu şi de debleu;
- suprafeţele terasamentelor şi ale lucrărilor de apărare – consolidare, ce apar în profil transversal.

12.4.6. Folosind programele existente, la calculator se rezolvă următoarele operaţii:

- optimizarea profilului transversal, pe baza principiului compensării transversale a volumelor de rambleu şi debleu;
- calculul suprafeţelor de rambleu şi debleu.

Optimizarea profilului transversal, respectiv determinarea profilului optim în fiecare pichet, necesită cunoaşterea următoarelor elemente:

- lăţimea platformei din ax spre rambleu;
- lăţimea platformei din ax spre debleu, inclusiv lăţimea şanţului;
- înclinarea taluzului de rambleu;
- înclinarea taluzului de debleu;
- cota de lucru;
- panta transversală a terenului în aval şi amonte de pichet.

Prin prelucrarea datelor menţionate se obţine distanţa dintre pichet şi axa profilului optim, cu semnul (-) dacă axa platformei se situează spre debleu şi semnul (+) dacă se situează spre rambleu.

Calculul suprafeţelor de rambleu şi debleu depinde, ca metodologie, de modul de culegere a datelor de teren, respectiv cu clizimetrul sau cu lata prevăzută cu nivelă cu bulă de aer.

În cazul profilelor transversale ridicate cu clizimetrul există două posibilităţi de calcul:

a) Axul drumului se situează în planul pichetului materializat, caz în care calculatorul, rulând programul D8, determină şi tipăreşte suprafeţele de debleu şi de rambleu, în funcţie de următoarele elemente: lăţimea platformei, înclinările taluzurilor de debleu – rambleu, cota de lucru, panta transversală a terenului.

b) Axul profilului transversal **nu** coincide cu pichetul materializat, caz în care calculatorul, rulând programul D11 şi D12, determină şi tipăreşte suprafeţele de debleu şi de rambleu, folosind următoarele elemente: înclinarea taluzurilor, lăţimea platformei, cota de lucru, distanţa dintre pichet şi axa platformei şi panta transversală a terenului.

În cazul profilelor transversale ridicate cu lata prevăzută cu nivelă cu bulă de aer, calculul suprafeţelor se poate face pe baza a două programe şi anume:

- programul D14, dacă profilul este omogen (în debleu sau în rambleu);
- programul D15, dacă profilul transversal este mixt.

Pentru determinarea suprafeţelor, proiectantul se orientează după înclinarea terenului şi valoarea cotei de lucru.

12.4.7. Calculul volumelor terasamentelor se face pe baza programului D24 şi a următoarelor elemente:

- distanţa dintre picheţi;
- suprafeţele de debleu şi rambleu.

Calculatorul determină şi tipăreşte, în acest caz, următoarele date:

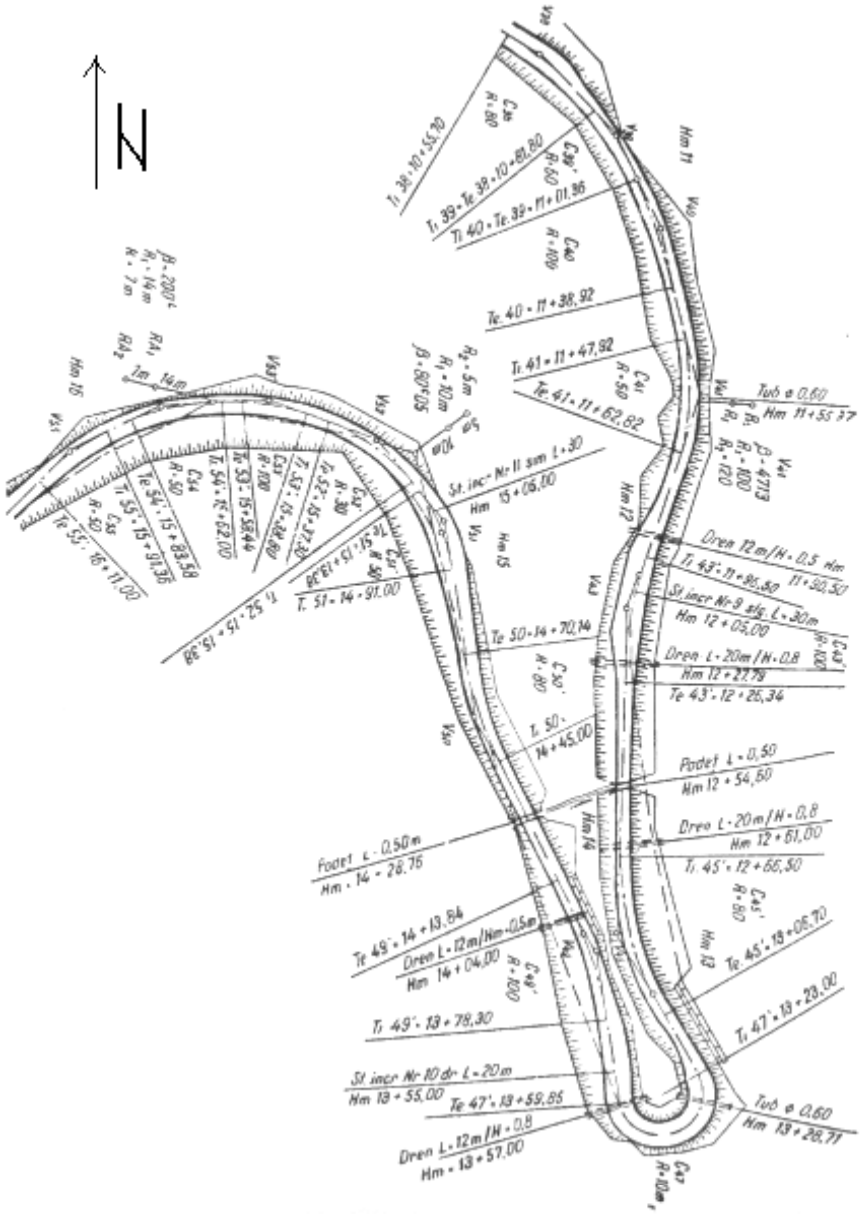
- distanţa aplicabilă;
- volumul terasamentelor pe interprofil;
- excedentul de volum pe interprofil.

12.4.8. Mişcarea terasamentelor se rezolvă prin programul EXCEL care redă şi rezolvă:

- mişcarea terasamentelor între profile, în depozite şi/sau în gropi de împrumut;
- centralizarea volumelor de terasamente.

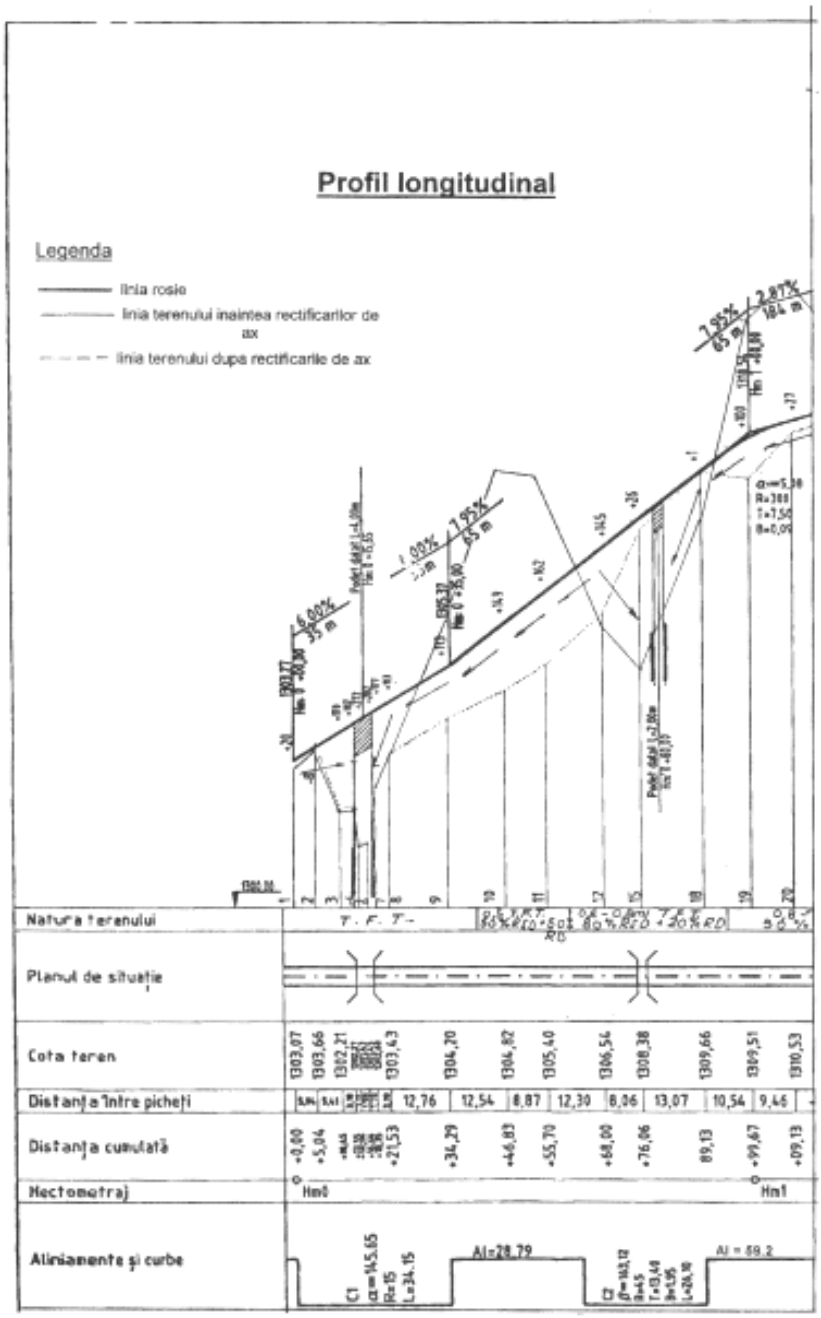
ANEXA 12.1

PLAN DE SITUAȚIE



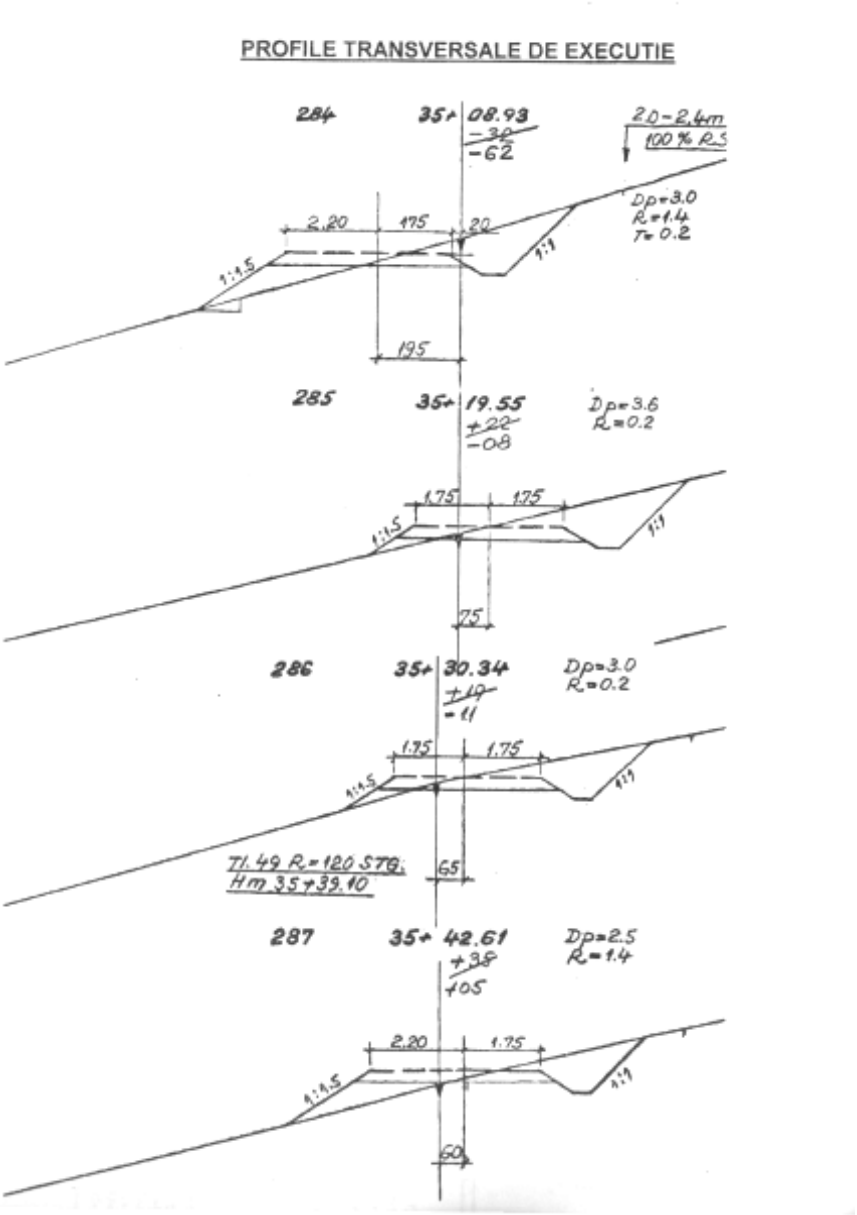
Notă: Se elaborează la scara 1:1000

ANEXA 12.2



Notă: Se elaborează la scările:
- pentru lungimi 1:1000
- pentru înălțimi 1:100

ANEXA 12.3

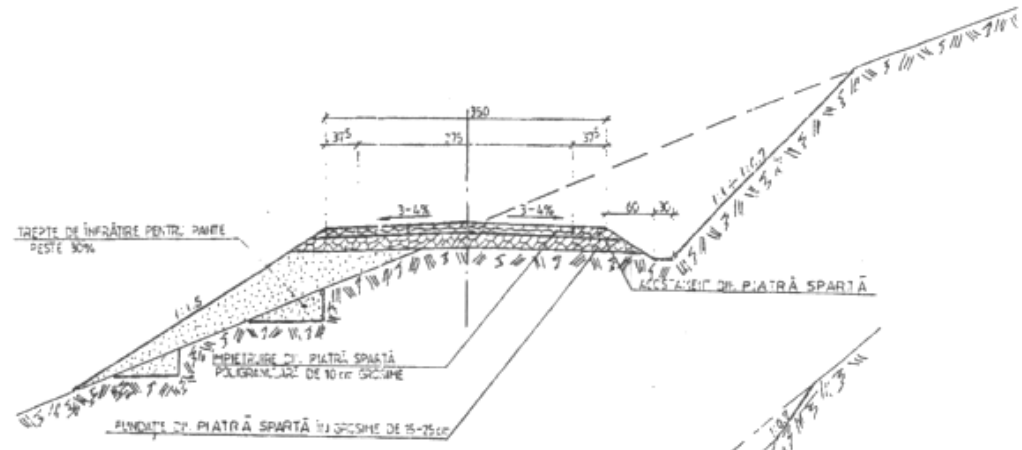


Notă: Se elaborează la scara 1:100

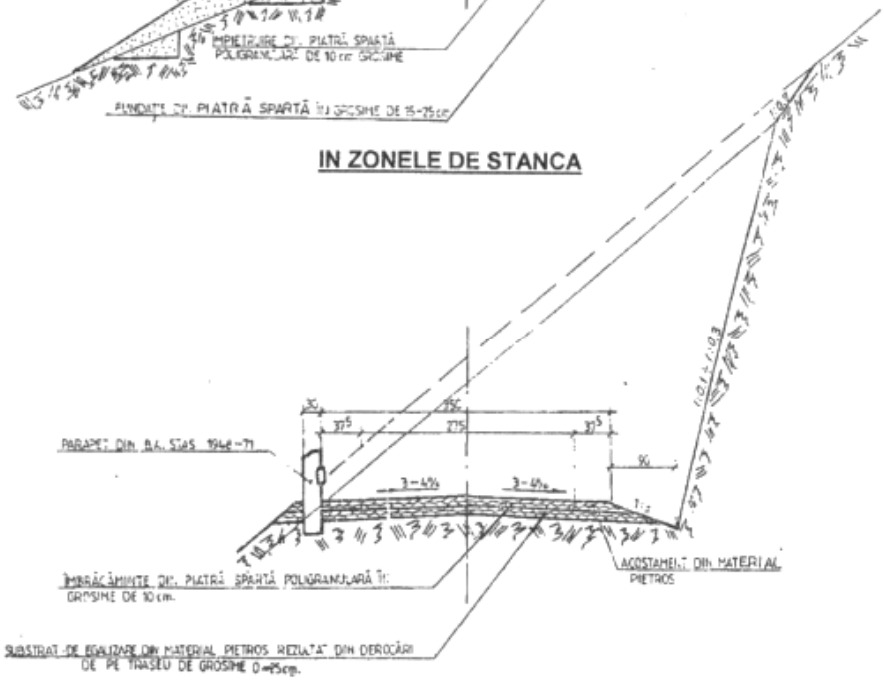
ANEXA 12.4

PROFILE TRANSVERSALE TIP

IN ZONELE DE PAMANT



IN ZONELE DE STANCA



Notă: Se elaborează, pe sectoare caracteristice de drum, la scara 1:50

13. SIGURANŢA CIRCULAŢIEI ŞI BORNAREA HECTOMETRICĂ

13.1. Generalităţi

13.1.1. Siguranţa circulaţiei pe drumurile forestiere reprezintă un obiectiv obligatoriu, care, pe de o parte, se asigură încă din faza de proiectare, prin elementele geometrice şi constructive adoptate, iar, pe de altă parte, se asigură şi prin prevederea de lucrări accesorii ale suprastructurii. Din categoria acestora fac parte: stâlpii de dirijare, parapeţii, şi indicatoarele pentru circulaţie. La acestea se adaugă bornele kilometrice şi hectometrice, care constituie sistemul de orientare al conducătorului auto, precum şi de reperaj pentru urmărirea comportării în timp şi localizarea zonelor cu lucrări de intervenţii necesare.

13.2. Stâlpi de dirijare

13.2.1. Stâlpii de dirijare, la drumurile forestiere, se confecţionează din lemn, de regulă cel din defrişări, folosindu-se lemnul de esenţă tare (stejar, salcâm) şi se plantează înclinat la 25^0 faţă de verticală pentru a nu fi dislocaţi de vehicule (fig. 13.1).

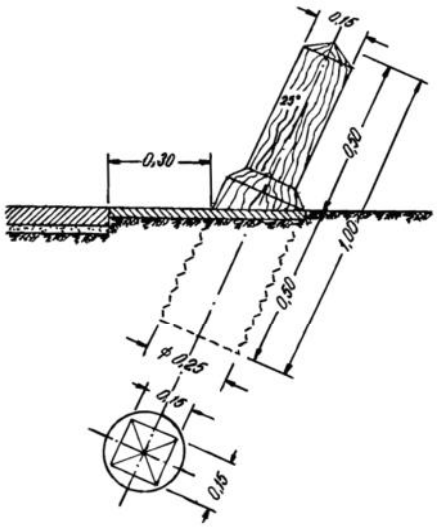


Fig. 13.1 Stâlp de dirijare pentru drumuri forestiere

Aşezarea lor se face, pe rambleurile de peste 1 m (care nu au parapeţi), la încrucişări de drumuri, precum şi la intrările şi ieşirile de pe podeţe. Distanţa dintre stâlpi depinde de categoria drumului, fiind redată în ANEXELE 13.1 şi 13.2.

13.3. Parapeţi

13.3.1. Parapeţii reprezintă dispozitive de siguranţă care se execută în porţiunile periculoase pentru circulaţie, cum sunt: rambleurile înalte, serpentinele, curbele aspre etc. şi împiedică căderea vehiculelor de pe drum.

La drumurile forestiere se execută parapeti de tip uşor, din beton armat şi lise din lemn sau numai din lemn (fig. 13.2); pe unele drumuri forestiere, de importanţă mai mare, se pot folosi şi parapeti metalici (fig. 13.3).

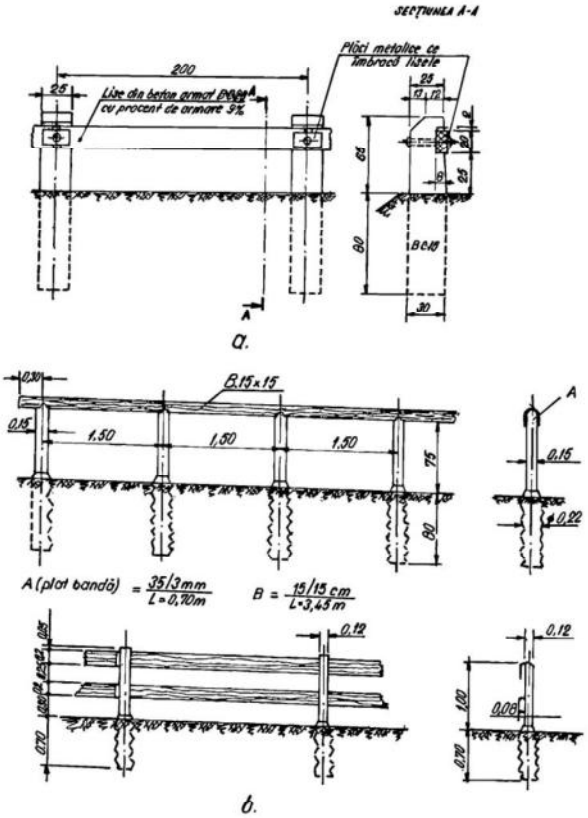


Fig. 13.2 parapeţi de tip uşor:
a – din beton armat şi lise din lemn; b – din lemn

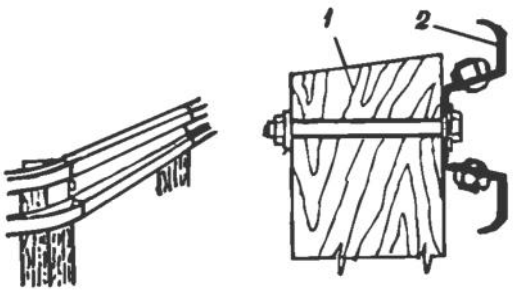


Fig. 13.3 Parapeti cu glisieră metalică deformabilă:
1 – stâlp din lemn; 2 – tolă de 3 mm

13.4. Indicatoare pentru circulație

13.4.1. Indicatoarele pentru circulație servesc la orientarea şi reglementarea acesteia. După semnificaţia lor pot fi:

- indicatoare de avertizare (pentru locuri periculoase);
- indicatoare de orientare şi informare;

13.4.2. Toate tipurile de indicatoare pentru circulaţia pe drumurile forestiere se montează pe câte un singur stâlp. Pe acelaşi stâlp se pot monta mai multe indicatoare, cu condiţia ca înălţimea de la sol până la indicatorul cel mai de jos să fie de minimum 1,20 m.

În figura 13.4 sunt redate modele de montare a mai multor indicatoare pe acelaşi stâlp, cu precizarea că modelul „a" se instalează la intrarea pe drumul forestier axial, pe partea dreaptă a acestuia, iar modelul „b" se instalează pe drumurile forestiere din interiorul reţelei de transport.

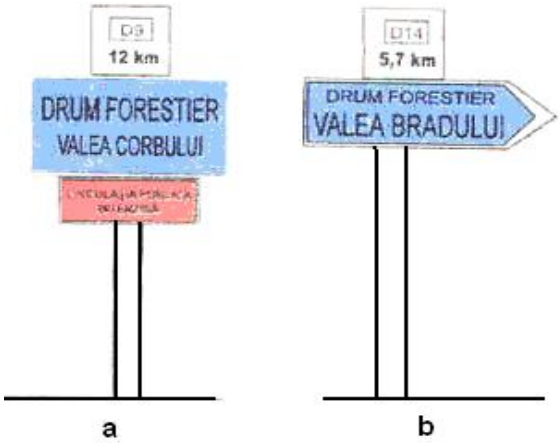


Fig. 13.4 Model de grupare şi montare a indicatoarelor pe stâlp

13.4.3. Indicatoarele de avertizare, orientare şi informare, corespund celor utilizate pentru drumurile publice; respectă întocmai forma, culorile şi dimensiunile prevăzute de legislaţia în vigoare şi se amplasează acolo unde se consideră necesar pentru asigurarea protecţiei muncii.

13.4.4. Indicatoarele specifice drumurilor forestiere sunt redate în ANEXA 13.3.

13.5. Bornele kilometrice şi hectometrice

13.5.1. Bornele kilometrice şi hectometrice se confecţionează din lemn, piatră sau beton şi au scopul de a înlesni stabilirea poziţiei oricărui punct de pe traseu.

Aşezarea bornelor trebuie făcută în funcţie de originea drumului (pe partea dreaptă) şi astfel încât inscripţiile de pe bornă să fie uşor vizibile din mersul vehiculelor. Forma şi dimensiunile lor, conform normelor în vigoare, sunt redate în figurile 13.5 şi 13.6.

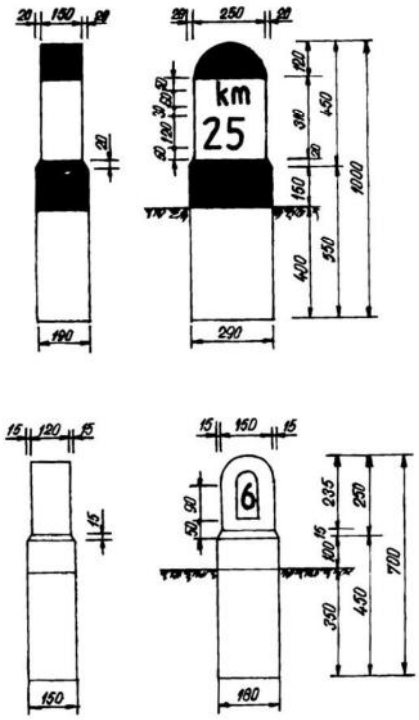


Fig. 13.5 Borne kilometrice şi hectometrice din beton

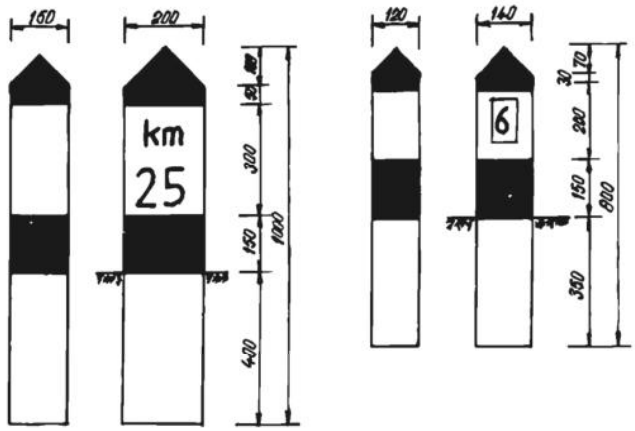


Fig. 13.6 Borne kilometrice şi hectometrice din lemn

Bornele kilometrice din beton au partea centrală vopsită în alb, iar capătul semicilindric şi soclul în brun deschis. La bornele din lemn vopsirea se face în acelaşi mod, dar, partea care se încastrează în pământ, se protejează antiseptic.

13.5.2. În zonele stâncoase, unde instalarea este dificilă, bornele kilometrice şi hectometrice pot fi înlocuite cu plăci metalice sau din lemn, prinse pe stâncă. Dacă peretele de stâncă permite, înscrierea numărului de kilometri sau hectometri se poate face direct pe stâncă, cu vopsea de ulei neagră.

ANEXA 13.1

Aşezarea stâlpilor de dirijare şi a parapeţilor la drumurile forestiere magistrale şi principale

Specificaţii	Stâlpi de dirijare				Parapeţi de tip uşor
	la 50m (facultativ)	Ia 25m	Ia 10m	Ia 5m	
0	1	2	3	4	5
A. ÎN ALINIAMENT (în funcţie de înclinarea taluzului şi înălţimea rambleului)					
Taluzuri 2/3 şi mai line	-	$2 \leq h > 3$	$3 \leq h < 5$	$h \geq 5$	-
Taluzuri mai abrupte de 2/3	h<1	$1 \leq h < 2$	$2 \leq h < 4$	$4 \leq h < 6$	$h > 6$
B. ÎN CURBE (în funcţie de înclinarea taluzului de rambleu şi mărimea razei)					
Interiorul curbei de debleu şi rambleu cu taluzuri 2/3 şi $h \leq 2m$	$R > 100$	$100 \geq R > 50$	$50 \geq R > 25$	$R \geq 25$	
Exteriorul curbei de debleu şi rambleu cu taluzuri 2/3 şi $h < 2m$.	$R > 150$	$150 \geq R > 100$	$100 \geq R > 50$	$50 \geq R > 25$	$R \leq 25$
Interiorul curbei în rambleu cu taluzuri 2/3 şi $2 < h \leq 3m$ sau cu taluzuri mai abrupte şi /h < 2m.	$R > 150$	$150 \geq R > 100$	$100 \geq R > 50$	$50 \geq R > 30$	$R \leq 30$

Exteriorul curbei în rambleu cu taluzuri 2/3 şi 2 < h ≤ 3m sau cu taluzuri mai abrupte şi h < 2m.	-	R > 150	150 ≥ R >100	100 ≥ R > 40	R ≤ 40
Interiorul curbei în rambleu cu taluzuri 2/3 şi 3 < h ≤ 4m sau cu taluzuri mai abrupte şi 2 < h ≤ 3m.	-	R > 150	150 ≥ R > 100	100 ≥ R > 40	R ≤ 40
Exteriorul curbei în rambleu cu taluzuri 2/3 şi 3 < h ≤ 4m sau cu taluzuri mai abrupte şi 2 < h ≤ 3m.	-	-	R >150	150 ≥ R > 50	R ≤ 50
Interiorul curbei în rambleu cu taluzuri 2/3 şi 4 < h ≤ 5m sau cu taluzuri mai abrupte şi 3 < h ≤ 4m.	-	-	R >150	150 ≥ R > 50	R ≤ 50
Exteriorul curbei în rambleu cu taluzuri 2/3 şi 4 < h ≤ 5m sau cu taluzuri mai abrupte şi 3 < h ≤ 4m.	-	-	-	R > 150	R ≤ 100
Exteriorul şi interiorul curbei în rambleu cu taluzuri 2/3 şi 5 < h ≤ 6m sau cu taluzuri mai abrupte şi 4 < h ≤ 5m.	-	-	-	R > 150	R ≤ 150
Exteriorul şi interiorul curbei în rambleu cu taluzuri 2/3 şi h > 6m sau cu taluzuri mai abrupte şi h ≥ 5m.	-	-	-	-	toate curbele

Notă: În tabel, h este înălţimea rambleului şi R raza curbei, în metri. La declivităţi mai mari de 9% se adoptă elementele imediat superioare.

ANEXA 13.2

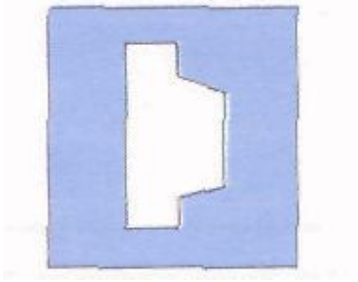
Aşezarea stâlpilor de dirijare şi a parapeţilor la drumurile forestiere secundare

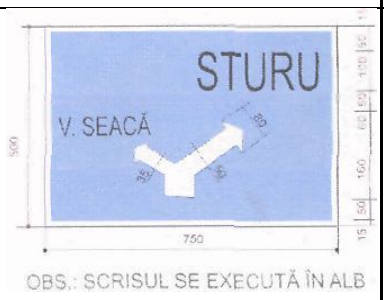
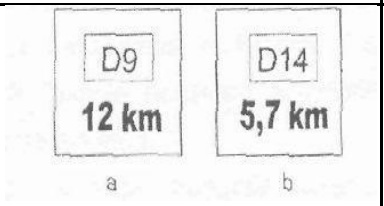
Specificaţii	Stâlpi de dirijare			Parapete
	la50m (facultativ)	la25m	la 10m	
0	1	2	3	4
A. ÎN ALINIAMENT ŞI ÎN CURBE CU R >120m				
Taluz de cel mult 2/2,5 cu arborete în aval de drum	-	-	-	-
Taluz de cel mult 2/2,5 fără arborete în aval de drum	h ≥ 5m	-	-	-
Taluz mai abrupt de 2/2,5 cu arborete în aval de drum	-	h ≥ 5m	-	-
Taluz mai abrupt de 2/2,5 fără arborete în aval de drum	-	-	h ≥ 5m	-
B. ÎN CURBE CU R≤120m				
- cu arbori în aval de drum şi taluzuri de cel mult 2/2,5 având înălţimea: 2 < h ≤ 3m	120 ≥ R > 80	80 ≥ R	-	-
3 < h ≤ 5m	120 ≥ R>100	100≥R>40	40≥R	-
h > 5m	-	120>R>60	60>R>20	R≤20

- fără arbori în aval de drum şi taluzuri de cel mult 2/2,5 având înălțimea: $1 < h \leq 3m$	$120 \geq R > 80$	$80 \geq R > 40$	$40 > R$	
$3 < h \leq 5m$	-	$120 \geq R > 60$	$60 \geq R > 20$	$R \leq 20$
$h > 5m$	-	-	$120 \geq R > 40$	$R \leq 40$
- cu arbori în aval de drum şi taluzuri mai abrupte de 2/2,5 având înălțimea: $2 < h \leq 3m$	$120 \geq R > 80$	$80 \geq R > 40$	$40 \geq R > 40$	$R \leq 20$
$3 < h \leq 5m$	-	$120 \geq R > 60$	$80 \geq R > 40$	$R \leq 40$
$h \geq 5m$	-	-	$120 \geq R > 60$	$R \leq 60$
- fără arbori în aval de drum şi taluzuri mai abrupte de 2/2,5 având înălțimea: $1 < h \leq 3m$		$120 \geq R > 60$	$80 \geq R > 30$	$R \leq 30$
$3 < h \leq 5m$	-	-	$120 \geq R > 60$	$R \leq 60$
$h > 5m$	-	-	$120 \geq R > 60$	$R \leq 100$
Notă: Prin arbori în aval de drum se înțeleg situațiile când în aval de drum există o bandă de arbori situați cel mult la piciorul taluzului.				

ANEXA 13.3

Indicatoare specifice

Denumirea indicatorului	Forma şi culoarea	Locul de amplasare
1. Staţie (loc) de încrucişare.		La 50...100 m de intrarea în staţia (locul) unde se pot încrucişa două autovehicule.
2. Loc de întoarcere.		La 100...150 m de locul unde se poate efectua manevra de întoarcere a autovehiculelor.
3. Indicator de drum forestier (model).		La 15...30 m, pe partea dreaptă, în sensul de intrare pe drumul forestier, în locul de racordare a acestuia cu un drum public. Se foloseşte numai pentru drumurile fără ieşire. Denumirea drumului se înscrie complet, fără prescurtări şi cu aplicarea tuturor semnelor la litere: "ă", "î", "â", "ş", "ţ".

Denumirea indicatorului	Forma şi culoarea	Locul de amplasare
4. Indicator de pre-semnalizare şi orientare la ramificaţii importante de drum forestier.		Pe partea dreaptă a drumului forestier, la 50 m înainte de ramificaţiile importante (drumuri de categoria I cu drumuri de categoria ll-a, respectiv ramificaţiile de ordinul 2). Unghiurile dintre săgeţi trebuie să corespundă situaţiei reale a traseului ce se ramifică: grosimea liniilor care indică direcţia de mers va fi diferită după importanţa drumului; grosimea liniilor va fi aceeaşi în cazul ramificaţiilor de drumuri de aceeaşi categorie. Mărimea inscripţiilor evidenţiază, de asemenea, importanţa fiecărui drum.
5. Indicator simplu de orientare la ramificaţii de drumuri forestiere.		La locul de ramificaţie a două drumuri forestiere, situate în interiorul reţelei. Se foloseşte la toate ramificaţiile de ordinul 2 şi ordinul 3, pentru a indica atât ramificaţia cât şi denumirea drumului (cu excepţia drumurilor de legătură).
6. Indicator pentru interzicerea circulaţiei publice.		Însoţeşte indicatorul 3 la toate drumurile forestiere, pe care circulaţia publică este interzisă. Se montează pe acelaşi stâlp cu indicatoarele menţionate.
7. Indicator pentru identificarea drumurilor forestiere.		Se amplasează pe acelaşi stâlp cu indicatoarele de la nr. 3 şi 5 şi serveşte la identificarea numărului de ordine al drumurilor forestiere.

14. PROTECŢIA MUNCII ŞI RECOMANDĂRI TEHNOLOGICE NECESARE ÎN ACEST SCOP

14.1. Protecţia muncii

14.1.1. La executarea lucrărilor de drumuri forestiere se va ţine seama de normele de tehnica securităţii muncii cuprinse în : „Legea 319/2006 a securităţii şi sănătăţii în muncă", completată de „H.G. 1425/2006 privind aprobarea normelor metodologiei de aplicare" a acestei legi, „Normele generale de protecţia muncii (Ministerul Muncii şi Ministerul Sănătăţii - 2002)", „Normele specifice de securitate a muncii pentru exploatări şi transporturi forestiere (INL - 1995)" şi „Normele silvice de protecţia muncii" precum şi de orice acte normative ulterioare care înlocuiesc, modifică sau completează aceste acte normative în vigoare la data elaborării prezentului normativ.

14.1.2. Principalele cauze care conduc la accidente sunt: cunoaşterea insuficientă a procesului tehnologic, organizarea defectuoasă a locului de muncă, aplicarea unor metode de lucru periculoase, folosirea de unelte necorespunzătoare, exploatarea inadecvată a utilajelor, lipsa echipamentului de protecţie, lipsa de calificare profesională, lipsa de instructaj etc.

14.1.3. Efectuarea săpăturilor pentru terasamente va fi precedată de recunoaşterea traseului, în vederea identificării locurilor periculoase şi semnalizării acestora cu indicatoare de avertizare (stânci instabile, terenuri expuse alunecărilor, zone cu infiltraţii de apă etc.).

14.1.4. Înainte de începerea săpăturilor de pământ sau a derocărilor se va executa defrişarea culoarului pentru drum, pe întreg traseul ce străbate suprafeţe împădurite; materialul rezultat din defrişare va fi evacuat pe ampriza drumului, inclusiv resturile de exploatare care ar putea cauza accidente în timpul lucrului.

14.1.5. Se va urmări ca lucrările de exploatare din parchetele, situate în apropiere, să nu interfereze cu cele de execuţie a drumului, evitându-se astfel producerea unor pericole de accidentare.

14.1.6. În cazul lucrărilor de organizare şi de pregătire a şantierului, se vor înlătura, de pe întregul traseu şi din zonele învecinate, bolovanii, stâncile în echilibru nestabil, cioatele, arborii aninaţi etc., care pot provoca accidente.

14.1.7. Înclinările taluzurilor de rambleu şi/sau debleu vor ţine seama de natura terenului şi de condiţiile hidrologice concrete, respectând prevederile normative.

14.1.8. La executarea tuturor săpăturilor (inclusiv a celor din balastiere) prin procedee de tăieri manuale, mecanizate sau cu explozivi se vor respecta următoarele:

a) nu se permite formarea pe taluzuri a ieşindurilor în consolă(cozoroace sau lambe);

b) se vor îndepărta din taluzuri bucăţile desprinse sau care tind să se desprindă şi să cadă (capturi);

c) se va urmări evacuarea rapidă a apei infiltrate, folosind mijloace adecvate.

14.1.9. Săpăturile mai adânci de 1m vor fi împrejmuite şi prevăzute cu scări, care să permită retragerea rapidă a lucrătorilor, în caz de pericol.

14.1.10. Evacuarea rocilor dislocate manual se va face prin aruncare progresivă, pe podine intermediare, aşezate la un nivel de cel mult 1,50 m.

14.1.11. Frontul săpăturilor va fi permanent supravegheat; dacă apar crăpături la suprafaţa terenului, alunecări sau surpări, se vor evacua imediat lucrătorii şi utilajele din zona de lucru, luându-se măsuri de consolidare a terenului, iar activitatea se va relua numai după înlăturarea completă a pericolului de accidentare.

14.1.12. În cazul detectării, odată cu executarea săpăturilor, de gaze sau alte substanţe nocive, ori se constată lipsa de oxigen, conducătorul locului de muncă va evacua lucrătorii şi va înştiinţa pe conducătorul tehnic de situaţia creată, spre a decide măsurile ce se impun.

14.1.13. Este interzisă circulaţia vehiculelor pe tronsoanele drumurilor aflate în execuţie. Sunt exceptate de la această prevedere vehiculele care execută transporturi de şantier, cu condiţia ca şi acestea să nu pătrundă în zonele unde se desfăşoară lucrări de terasamente, lucrări de apărare – consolidare (ziduri de sprijin, anrocamente, gabioane, căsoaie) şi/sau lucrări de artă.

14.2. Recomandări tehnologice necesare protecţiei muncii

A. Cu privire la execuţia mecanizată a terasamentelor

14.2.1. Executarea lucrărilor terasiere propriu-zise va fi precedată de lucrări pregătitoare privind securitatea muncii, cum sunt: reambularea traseului, profilarea, defrişarea culoarului pentru drum, îndepărtarea arborilor aninaţi sau putregăioşi, care periclitează desfăşurarea lucrărilor, îndepărtarea blocurilor de stâncă şi a bolovanilor, asanarea zonei drumului, scoaterea cioatelor, curăţirea amprizei drumului de crengi şi frunze, îndepărtarea pământului

vegetal etc., în vederea asigurării unor condiţii normale de muncă, a concentrării atenţiei mecanicului deservant de utilaj asupra lucrărilor de bază şi evitării accidentelor de muncă.

14.2.2. La executarea săpăturilor cu excavatorul, în condiţii de teren accidentat, se va urmări asigurarea stabilităţii utilajului prin staţionarea sa pe platforme relativ plane (cazul procedeului frontal) sau prin deplasarea sa pe drumuri sumar amenajate (în cazul procedeului curselor longitudinale). În plus, se va asigura accesul utilajelor de transport în raza de acţiune a excavatorului, în vederea încărcării pământului săpat.

14.2.3. Conducătorul de utilaj va urmări permanent ca raza de acţiune a excavatorului să fie liberă, adică în ea să nu se găsească alţi lucrători care ar putea fi accidentaţi.

14.2.4. Cercetările întreprinse au demonstrat că zgomotul provocat de excavator este de circa 87 dB (A), iar vibraţiile sunt neglijabile, fapt care îl recomandă şi din punct de vedere al protecţiei muncii faţă de buldozer ca utilaj terasier.

14.2.5. Executarea săpăturilor cu buldozerul va fi practicată, cu precădere, în cazul traseelor în profil mixt, adaptându-se o tehnologie de lucru care să permită mecanizarea întregului ansamblu de operaţii.

14.2.6. Pentru sporirea productivităţii se va urmări ca efectuarea săpăturilor, înclusiv împingerea pământului, să se facă prin **deplasarea** acestuia **în pantă**, ceea ce asigură un spor de productivitate de 6...7%, o reducere a consumului de combustibil de 15...20% şi o scădere substanţială a efortului uman, mai ales că buldozeristul este expus la zgomote (L_{eq} = 100 dB (A), precum şi la vibraţii nocive care, asociate, înfluenţează negativ organismul uman.

14.2.7. Pentru evitarea prejudicierii echilibrului ecologic, realizarea mecanizată a terasamentelor se va organiza pe tronsoane, relativ scurte, de 300...500 m, pe care să se execute toate operaţiile specifice, inclusiv cele necesare colectării şi evacuării rapide a apelor meteorice.

14.2.8. Pentru menţinerea capacităţii de muncă a conducătorilor de utilaje, în regimul de lucru al acestora se vor introduce pauze de lucru de 5...6 minute la fiecare oră de timp operativ, pauzele fiind încadrate în categoria întreruperilor reglementate.

14.2.9. Excavatorişţii şi buldozerişţii vor fi dotaţi cu echipamentul de protecţie şi de lucru prevăzut în normativele în vigoare.

B. Cu privire la compactarea terasamentelor

14.2.10. Compactarea terasamentelor, pe lângă circulaţia de şantier (care se dirijează pe toată lăţimea platformei), se va face, după caz, cu următoarele mijloace: cilindri compactori (cu tamburi netezi, cu picior de oaie, cu pneuri, vibratori) şi maiuri acţionate pneumatic, electric sau manual.

14.2.11. În funcţie de natura pământului, straturile supuse compactării vor avea următoarele grosimi:

- 20...30 cm, la compactorii cu tamburi netezi;
- 25...50 cm, la compactorii cu picior de oaie;
- 40...60 cm, la compactorii cu pneuri;
- 100...150 cm, la cilindrii vibratori.

Maiurile vor fi folosite pentru compactările din spatele culeelor, a zidurilor întoarse sau aripilor, precum şi la umpluturile de deasupra lucrărilor de artă (locuri greu accesibile cilindrilor compactori).

14.2.12. Compactarea se va face în condiţiile unei umidităţi optime a terasamentelor.

14.2.13. Efectuarea lucrărilor se va face printr-o succesiune de treceri longitudinale (înainte şi înapoi), care vor progresa de la marginea platformei spre ax, suprapunându-se cu circa 30% peste cele anterioare.

14.2.14. Numărul de treceri pe aceeaşi urmă se va stabili astfel încât cilindrul compactor să realizeze gradul de compactare prescris, respectiv 97...100% în partea superioară a rambleului, 90...95% în straturile mijlocii şi 95...98% în partea inferioară a rambleurilor.

14.2.15. Compactarea terasamentelor se va realiza pe un front de lucru de 500...1000m, pentru a diminua, pe de o parte, frecvenţa schimbărilor de sens, iar, pe de altă parte, pentru a evita instalarea senzaţiei de monotonie la deservant.

C. Cu privire la derocări

14.2.16. Forarea găurilor de mină va fi precedată de executarea unor lucrări pregătitoare, care constau din descopertarea masivelor de stâncă, asigurarea accesului utilajelor la frontul de lucru şi a deplasării acestora de la un punct de forare la altul, fără pericole de accidente sau solicitări deosebite de efort uman.

14.2.17. În vederea reducerii consumului energetic al minerilor – operatori cu 10...20%, schemele de forare vor acorda prioritate găurilor de mină verticale sau uşor înclinate faţă de verticală, iar ciocanul pneumatic se va monta, atunci când este cazul, pe coloana telescopică care face parte integrantă din utilaj.

14.2.18. Forările se vor organiza astfel încât distanţa dintre locul de forare cu ciocane perforatoare şi motocompresor să fie, pentru evitarea unor pierderi substanţiale de aer, de circa 20 m, iar distanţa dintre ciocane 5...10 m, reducându-se astfel intensitatea zgomotului recepţionat de operatori la valori admise.

14.2.19. Formaţia de lucru la executarea forărilor, în cazul motocompresoarelor care alimentează două ciocane perforatoare, va fi alcătuită din doi mineri operatori şi un mecanic, care să asigure buna desfăşurare a activităţii, inclusiv o productivitate corespunzătoare.

14.2.20. În regimul de muncă al formaţiei de lucru se vor introduce pauze de odihnă de 5...6 minute la fiecare oră de timp operativ, pauze incluse în categoria întreruperilor reglementate.

14.2.21. Punctele de lucru se vor dota cu scule corespunzătoare pentru întreţinerea utilajului, contribuindu-se prin aceasta la funcţionarea normală a utilajului şi la uşurarea efortului fizic al muncitorilor.

14.2.22. Personalul muncitor folosit va fi dotat cu întreg echipamentul de protecţie şi de lucru, conform normelor în vigoare, inclusiv antifoane de tip interior, mănuşi antivibraţii (tip A.V.) şi măşti contra prafului, recomandate de institutul de cercetări în domeniul protecţiei muncii.

14.2.23. În apropierea locurilor unde se execută lucrări de forare se vor amenaja adăposturi pentru protejarea muncitorilor de intemperii.

14.2.24. Încărcarea cu exploziv a găurilor de mină, burarea acestora şi provocarea exploziilor se va face numai de către „artificieri".

14.2.25. Derocările se vor executa astfel încât să se reducă la minimum posibil degradarea mediului ambiant.

14.2.26. Materialul, rezultat în urma derocărilor, se va îndepărta cu ajutorul buldozerului, care va lucra în pantă, folosindu-se totodată şi parapeţi care să oprească rostogolirea bolovanilor pe versant.

D. Cu privire la execuţia şi întreţinerea suprastructurii drumurilor forestiere

14.2.27. În vederea reducerii consumului de energie umană, execuţia şi întreţinerea suprastructurii drumurilor forestiere împietruite se va face **mecanizat,** folosindu-se, după caz, autogrederul, buldozerul, cilindrul compactor şi, respectiv, TID-ul (tractorul pentru întreţinerea drumurilor).

14.2.28. Lucrările se vor desfăşura pe sectoare de 100...500 m, care să se poată finisa pe parcursul unei zile.

14.2.29. În cazul drumurilor cu îmbrăcăminţi bituminoase, în vederea reducerii consumurilor de timp şi de efort uman, ca şi pentru evitarea unor pericole, se recomandă ca mixtura asfaltică să fie adusă de la staţii speciale de preparare de tip modern, care asigură totodată şi o dozare riguroasă a componentelor.

14.2.30. Transportul şi cilindrarea mixturii asfaltice se va face cu autobasculante şi, respectiv, cu cilindri compactori. Mixtura caldă, la minimum 90^0 C (în cazul execuţiei „la cald") sau rece (în cazul execuţiei „la rece") se va aşterne la şablon pe partea carosabilă. Sculele şi uneltele vor fi încălzite, respectiv umezite cu apă, iar roţile cilindrului compactor se vor unge cu ulei, respectiv se vor uda cu apă.

14.2.31. Lucrătorii vor fi dotaţi cu echipament de lucru adecvat (salopete sau vestoane galbene ori portocalii, vizibile de la distanţă) şi vor purta încălţăminte cu talpă de lemn, pe care se presară filer, în cazul execuţiei „la cald", respectiv încălţăminte cu talpă din lemn umezită, când se lucrează „la rece".

E. Cu privire la producerea materialelor pietroase

14.2.32. În cazul carierelor, lucrările de explodare impun următoarele măsuri de siguranţă deosebite:

- evacuarea oamenilor şi oprirea circulaţiei în zona expusă pericolului, care se va marca totodată cu semnale şi placarde avertizoare;

- efectuarea exploziilor se va face conform unui cod special de semnalizare optică sau acustică şi se va desfăşura după un program riguros stabilit, anunţat din timp autorităţilor din comunele apropiate; în plus, se vor organiza posturi de pază pe toate drumurile de acces spre zona de lucru;

- se vor amenaja anticipat locuri de adăpostire, acestea fiind indicate din timp lucrătorilor;

- încărcarea găurilor de mină şi a eventualelor camere de mină, executarea burajelor, aprinderea încărcăturilor şi rezolvarea eventualelor rateuri se va face numai de personal calificat (artificieri);

- forarea găurilor (de mină sau de sondă) se va face respectându-se recomandările ergonomice de la paragraful **C**; în plus, când forările se fac în roci cuarţoase, procedeul de lucru uscat se va înlocui cu cel umed, care împiedică formarea prafului;

- în cazul unui front de lucru mai înalt de 7 m, abordarea acestuia se va face „în trepte”; lăţimea minimă a unei trepte va fi egală cu înălţimea treptei, la care se adaugă spaţiul necesar amplasării căilor de transport; unghiul de taluzare depinde de natura rocii şi nu va fi mai mare de 60^0 la rocile mai dure;

- mersul exploziei se va urmări cu atenţie de către artificieri, care vor da semnalul de încetare a pericolului; întoarcerea muncitorilor la locul de muncă va avea loc la 15 minute după recepţionarea semnalului, timp necesar pentru primenirea atmosferei viciate de gazele şi praful rezultate din explozii;

- prelucrarea materialului pietros, prin concasare, necesită măsuri, care să împiedice răspândirea sfărâmăturilor de piatră, şi echipament adecvat împotriva prafului; în cazul spargerii manuale şi la cioplirea pietrei, muncitorii vor purta ochelari de protecţie cu celuluid sau sită metalică şi cască.

14.2.33. În cazul balastierelor se impun, ca măsuri de siguranţă, următoarele:

- extracţia produselor va fi precedată de lucrări de descopertă, îndepărtarea sterilului făcându-se astfel încât să nu pericliteze securitatea lucrătorilor şi utilajelor folosite la efectuarea operaţiunilor;

- înălţimea frontului de lucru se va limita la 4 m pentru extracţia manuală şi la 6 m pentru extracţia cu utilaje mecanice;

- extracţia materialului se va face de sus în jos, evitându-se surpările de mal şi avându-se grijă ca, pe toată lungimea frontului de lucru, să se menţină un taluz cu aceeaşi înclinare ca aceea a taluzului natural;

- recomandările ergonomice privind relaţia om-maşină se vor prelua din paragraful **A**.

F. Cu privire la încadrarea în muncă, orientarea, selecţionarea şi pregătirea personalului deservant

14.2.34. Se va face în conformitate cu cerinţele de aptitudini şi trăsături menţionate în **biopsihoprofesiogramele** respectivelor meserii.

14.2.35. Examenele medicale, la încadrare sau pe parcurs, vor respecta Legea 319/2006 a securităţii şi sănătăţii în muncă precum şi orice acte normative ulterioare care înlocuiesc, modifică sau completează prevederile acestuia şi sunt în vigoare la data elaborării prezentului normativ.

14.2.36. Verificarea aptitudinilor necesare efectuării selecţiei profesionale, pentru o anumită meserie, se va face în baza unor baterii de teste adecvate meseriei respective, menţionate în studiile ergonomice.

14.2.37. Instruirea profesională a personalului deservant se va realiza cu respectarea principiului policalificării, astfel încât să devină posibilă „rotirea" mecanicilor de pe un utilaj pe altul.

BIBLIOGRAFIE

1. Alexa B., 1985 – Contribuţii la studiul avalanşelor de zăpadă din zona drumului Transfăgărăşan (teză de doctorat), Universitatea dinBraşov.

2. Alexandru, V., 1997 – Ergonomie. Elemente generale, Editura Lux Libris, Braşov.

3. Alexandru, V., 2000 – Construcţia şi întreţinerea drumurilor forestiere, Editura Infomarket, Braşov.

4. Bereziuc, R., 1981 – Drumuri forestiere, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.

5. Bereziuc, R., Oprița, V., Olteanu, N., 1987 – Reţele de drumuri forestiere, Editura Ceres, Bucureşti.

6. Bereziuc, R., Alexandru, V., Olteanu, N., Pop, I., 1989 – Drumuri forestiere, Editura Tehnică, Bucureşti.

7. Bereziuc, R., Alexandru, V., Ciobanu, V., Ignea, Gh., Abrudan, I., Derczeni, R., 2006 – Ghid pentru proiectarea, construcţia şi întreţinerea drumurilor forestiere, Editura Universităţii „Transilvania" din Braşov.

8. Bereziuc, R., Alexandru, V., Ciobanu, V., Ignea, Gh., 2008 – Elemente pentru fundamentarea normativului de proiectare a drumurilor forestiere, Editura Universităţii „Transilvania" din Braşov.

9. Ciobanu, D.V., 1998 – Cercetări privind utilizarea geogrilelor la consolidarea părţii carosabile a drumurilor forestiere amplasate în terenuri argiloase (Teză de doctorat), Universitatea „Transilvania" din Braşov.

10. Ciobanu, D.V., 1999 - Utilaje şi instalaţii pentru construcţii forestiere, Editura Universităţii „Transilvania" din Braşov.

11. Ciubotaru, A., 1998 – Exploatarea pădurilor, Editura Lux Libris, Braşov.

12. Dorobanţu, S., Jercan, S., Pâncă, C., Romanescu, C., Răcănel, I., 1980 – Drumuri. Calcul şi proiectare., Editura Tehnică, Bucureşti.

13. Iliescu, M., 1994 – Geosinteticele, Editura Dacia, Cluj-Napoca.

14. Ivănuş, E.P., 1998 – Cercetări privind realizaerea pe drumurile forestiere a unor lucrări de apărare-consolidare eficiente tehnic şi economic (Teză de doctorat), Universitatea „Transilvania" din Braşov.

15. Kellner, L., Găzdaru, A., Teodorov, V., 1994 – Geosinteticele în construcţii, Editura Inedit, Bucureşti.

16. Lucaci, Gh., Costescu, I., Belc, Fl., coordonator Nicoară, L., 2000 – Construcţia drumurilor, Editura Tehnică, Bucureşti.

17. Mătăsaru, Tr., 1968 – Construcţia drumurilor, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.

18. Olteanu, N., 2008 – Drumuri forestiere. Proiectarea drumurilor forestiere. Reţele de drumuri forestiere., Editura Universităţii „Transilvania" din Braşov.

19. Oprea, I., Sbera, I., 2004 – Tehnologia exploatării lemnului, Editura Tridona, Oltenița.

20. Popovici, V., Bereziuc, R., Clinciu, I., 2006 – Consideraţii privind extinderea reţelei de drumuri pentru accesibilizarea pădurii, Revista Pădurilor Nr.6/2006.

21. Ryan, T., Phillips, H., Ramsey, J., Dempsey, J., 2004 – Forest Road Manual, Guidelines for the design, construction and management of forest roads, Coford, Dublin 4, Ireland.

22. Ungur, A., Caragață, Şt., 2006 – Concepţii, strategii şi realizări privind accesibilizarea pădurilor din România, revista Pădurilor Nr.6/2006.

23. Widhalm, H., Stampfer, K., Ryan, T., în colaborare cu Abrudan, I., Alexandru, V., Bereziuc, R., Ciobanu, V., 2005 – Best practice guidelines for roads in romania, Öbl Consulting, Purkersdorf, Austria.

24. Zarojanu, H., 1974 – Drumuri. Suprastructură., Institutul Politehnic Iaşi.

25. Zarojanu, D., 2007 – Drumuri forestiere, Editura Universităţii Suceava.

26. xxx, 1999 – Normativ departamental PD 67-80 privind proiectarea drumurilor forestiere pentru circulaţia autovehiculelor (reactualizat şi aprobat cu Ord. Nr. 560/21.06.1999), Ministerul Apelor, Pădurilor şi Protecţiei Mediului, Regia Naţională a Pădurilor, Bucureşti.

27. xxx, 2002 – Procedura de evaluare a impactului asupra mediului şi de emitere a acordului de mediu (O.M. al M.A.P.M. Nr. 860).

28. xxx, 2006 – Construcţiile forestiere în contextul gospodăririi durabile a pădurilor, Asociaţia Constructorilor Forestieri (A.C.F.), Editura Lux Libris, Braşov.

REFERINȚE

1. STAS 10796/1-77 – Lucrări de drumuri. Construcţii anexe pentru colectarea şi evacuarea apelor. Prescripţii generale de proiectare.

2. STAS 10796/2-79 – Lucrări de drumuri. Construcţii anexe pentru colectarea şi evacuarea apelor. Rigole, şanţuri şi casiuri. Prescripţii de proiectare şi execuţie.

3. STAS 10796/3-79 – Construcţii anexe pentru colectarea şi evacuarea apelor. Rigole, şanţuri şi casiuri. Prescripţii de proiectare şi execuţie.

4. STAS 1913/13-83 – Teren de fundare. Determinarea caracteristicilor de compactare. Încercarea Proctor.

5. STAS 2914-84 – Lucrări de drumuri. Terasamente. Condiţii tehnice generale de calitate.

6. STAS 8840-83 – Lucrări de drumuri. Straturi de fundaţie din pământuri stabilizate mecanic. Condiţii tehnice generale de calitate.

7. SR 6400-84 – Lucrări de drumuri. Straturi de bază şi de fundaţie. Condiţii tehnice generale de calitate.

8. STAS 863-85 – Lucrări de drumuri. Elemente geometrice ale traseelor. Prescripţii de proiectare.

9. SR 599-87 – Lucrări de drumuri. Tratamente bituminoase. Condiţii tehnice generale de calitate.

10. STAS 2916-87 – Lucrări de drumuri şi căi ferate. Protejarea taluzurilor şi şanţurilor. Prescripţii generale de calitate.

11. STAS 1243-88 – Teren de fundare. Clasificarea şi identificarea pământurilor.

12. STAS 2900-89 – Lucrări de drumuri. Lăţimea drumurilor.

13. xxx, 1982 – Norme de protecţia muncii specifice activităţii de construcţii-montaj pentru transporturi feroviare, rutiere şi navale, aprobate prin ordinul M.T. nr.9/1982 (capitolele 8, 12, 13, 14, 16, 54 şi 56).

14. STAS 10796/3-88 – Construcţii pentru colectarea şi evacuarea apelor. Drenuri de asanare. Prescripţii de proiectare şi amplasare.

15. STAS 1709/2-90 – Acţiunea fenomenului de îngheţ-dezgheţ la lucrările de drumuri. Prevenirea şi remedierea degradărilor din îngheţ-dezgheţ. Prescripţii tehnice.

16. Legea 10/1995 privind calitatea în construcţii şi regulamentele de aplicare ale acesteia.

17. Legea 137/1995 protecţiei mediului.

18. SR 179-95 – Lucrări de drumuri. Macadam. Condiţii tehnice generale de calitate.

19. SR 1120-95 – Lucrări de drumuri. Straturi de bază şi îmbrăcăminţi bituminoase de macadam semipenetrat şi penetrat. Condiţii tehnice de calitate.

20. xxx, 1995 – Norme specifice de securitatea muncii pentru transporturi rutiere, aprobate de Ministerul Muncii şi Protecţiei Sociale prin Ord. Nr. 355/24.10.1995 (cap.K6).

21. xxx, 1998 – Norme privind încadrarea în categorii a drumurilor naţionale, Ord. MT nr.43/1998.

22. xxx, 1998 – Normativ pentru dimensionarea straturilor bituminoase de ranforsare a sistemelor rutiere suple şi semirigide (Metoda analitică).

23. Legea 82/1998 pentru aprobarea O.G. nr. 43/1997 privind regimul juridic al drumurilor.

24. xxx, 1998 – Norme generale de protecţia muncii, aprobate cu Ordinul Ministrului Muncii şi Protecţiei Sociale nr. 578/1998.

25. SR 4032/1-2000 – Lucrări de drumuri. Terminologie.

26. AND 582-2002 – Normativ privind proiectarea şi execuţia pietruirii drumurilor de pământ. Condiţii tehnice de calitate.

27. AND 571-2002 – Catalog de soluţii tip de ranforsare a structurilor rutiere suple şi semirigide pentru sarcina de 115 kN pe osia simplă (aprobat prin Decizia 494/10.12.2002 a Directorului General AND).

28. xxx, 2004 – Studiu pentru accesibilizarea fondului forestier naţional, contract ICAS nr. 64/2006, MAPDR.

29. xxx, – Legea 319/2006 a securităţii şi sănătăţii în muncă.

30. H.G. 28/9.01.2008 privind conţinutul – cadru al documentaţiei tehnico-economice aferente investiţiilor publice, precum şi a structurii şi metodologiei de elaborare a devizului general pentru obiective de investiţii şi lucrări de intervenţii, publicat în Monitorul Oficial nr.48 din 22.01.2008.

31. xxx – Colecţia standardelor de stat.