

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 și transportului materialului lemnos, fiind încadrate, ca drumuri de exploatare, la grupa construcții pentru transporturi.

1.1.2. Drumul forestier este o cale forestieră de transport permanentă, din care fac parte: podurile, podețele, lucrările de apărare și consolidare, stațiile de încrucișare și de întoarcere, indicatoarele de semnalizare, lucrările pentru siguranța circulației, precum și orice alte construcții sau amenajări destinate apărării incluse în proiectul drumului forestier.

1.1.3. Dotarea masivelor păduroase cu drumuri forestiere facilitează recoltarea și colectarea lemnului, asigură gestionarea durabilă a pădurilor, precum și transportul economic al produselor forestiere principale, secundare și 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 circulația autovehiculelor – ediția 1999”;
- b) armonizarea normelor de proiectare pentru drumurile forestiere cu prevederile din actele normative în vigoare, cu aplicabilitate și la acest domeniu de activitate;
- c) stabilirea unor principii generale de proiectare în condiții de eficiență tehnică și economică;
- d) introducerea unui limbaj tehnic comun pentru toți cei implicați în acest domeniu de activitate;
- e) precizarea condițiilor specifice și comune acestui gen de lucrări ce trebuie respectate.

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

tranzitare, prelucrare ori consum) precum și la proiectarea lucrărilor de intervenții 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 distanță mică.

1.3. Documentația tehnico – economică

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

1.3.2. În cadrul proiectelor drumurilor forestiere se va face o descriere a situației existente a rețelei de drumuri forestiere din zonă și o prezentare a soluțiilor alternative de dezvoltare a acestora în continuare, stabilindu-se și justificându-se totodată varianta optimă. Soluția adoptată trebuie să satisfacă cerința dotării pădurilor cu drumuri forestiere, corespunzătoare componenței, intensității și caracteristicilor traficului rutier forestier, cu parte carosabilă consolidată prin adoptarea unor sisteme rutiere a căror portanță să corespundă solicitărilor provocate de transportul lemnului cu autovehicule de mare tonaj, efectuat, de regulă, în condiții de exploatare cu umiditate ridicată.

1.3.3. În proiectele drumurilor forestiere, la capitolul „Situația ocupărilor definitive de teren” se va face următoarea **mențiune**: „Mărimea suprafeței ocupate de drumul forestier este dată de suprafața amprizei iar vegetația arborescentă și arbustivă, de pe taluzurile drumului forestier nu reprezintă pădure, aceasta constituind consolidarea biologică necesară stabilității taluzurilor”. În situația în care drumul forestier respectiv este prevăzut și cu construcții aferente întreținerii drumului, la mențiunea respectivă se va adăuga și „în zona cu construcții aferente întreținerii drumului ampriza se consideră extinsă până la limitele zonelor laterale, care includ și 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 și suprafețele păduroase pe care le deservesc, acestea fiind următoarele:

- a) după relieful regiunii în care sunt amplasate;
- b) după amplasare pe teren;
- c) după importanță și funcționalitate.

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 șes, în regiunile de câmpie până la 150 m altitudine;
- drumuri forestiere de deal, între 150 m și 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 unui versanți;
- drumuri forestiere de coastă, când traseul se desfășoară pe versant;
- drumuri forestiere de culme, care se desfășoară în apropierea liniei sau pe linia de cumpănă a apelor;
- drumuri forestiere de trecere dintr-un bazin în altul, care escaladează versantul și traversează culmea despărțitoare printr-o șa.;

c) *După importanță și funcționalitate:*

- drumuri forestiere de categoria I-a, numite și drumuri magistrale, care deservesc grupe de unități de producție (masive păduroase cu suprafața de peste 10000 ha) și pe care se transportă cantități de material lemnos mai mari de 50000 t/an;
- drumuri forestiere de categoria II-a, numite principale, care servesc, obișnuit, unități de producție (masive păduroase cu suprafața de peste 1000 ha) și pe care se transportă 5000 - 50000 t/an;
- drumuri forestiere de categoria a III-a, drumuri secundare, care servesc, în mod obișnuit, bazinele din cadrul unităților de producție (suprafețe sub 1000 ha) și 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 și termenii: *drumuri forestiere de versant etajate* și *drumuri forestiere de centură*, cu următoarele semnificații:

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

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

Tabelul 2.1.

Categorii de drumuri forestiere

Categoria	Suprafața păduroasă deservită (ha)	Trafic anual (t)	Viteza de proiectare (km/h)	Lățimi			Raza minimă (m)	Declivități maxime Rampa maximă la:		Distanța de vizibilitate (m)	Grad de asigurare la viituri (%)	Sistem rutier recomandat
Tipul de drum forestier				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	îmbrăcămînți moderne, macadam asfaltic, macadam protejat, macadam
II. Principal	între 1000 și 10000	între 5000 și 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, lățimea platformei, raza minimă, sistemele rutiere și clasele de încărcare corespunzătoare pentru calculul elementelor de rezistență a lucrărilor de artă, se dimensionează în conformitate cu prevederile O.G. nr. 43/1997 și STAS 2900/89 pe baza caracteristicilor autovehiculelor.												

3. CARACTERISTICI TEHNICE ALE DRUMURILOR FORESTIERE

3.1. Încadrarea drumurilor forestiere în categorii funcționale

3.1.1. Drumurile forestiere se încadrează diferențiat ca elemente geometrice și constructive, potrivit categoriilor funcționale stabilite în tabelul 2.1., în funcție de importanța lor economică determinată de: suprafața păduroasă deservită, masa lemnoasă ce gravitează la ele, durata exploatărilor, traficul mediu anual și respectiv, viteza de proiectare necesară asigurării unei exploatări ritmice.

3.2. Elemente geometrice ale drumurilor forestiere

3.2.1. Viteza de proiectare, care servește la determinarea elementelor geometrice și constructive ale drumurilor, este o valoare directivă și se stabilește în funcție de configurația terenului și de traficul mediu. Ea reprezintă viteza maximă ce trebuie asigurată autocamioanelor fără remorcă în sectoarele cele mai dificile ale drumului, în deplină siguranță a circulației, în ipoteza că starea îmbrăcămînții este bună și condițiile atmosferice favorabile.

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

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 și costisitoare.

3.2.4. În cazul drumurilor forestiere ce se pot înscrie la teren fără lucrări suplimentare care să majoreze valoarea de investiție 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 legislației în vigoare.

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

de proiectare mici. În profil longitudinal se pot adopta declivități de până la 9% pentru sensul de transport în plin și până la 12% (excepțional 13%) pentru sensul de transport în gol. Prin respectarea acestora se asigură accesul autovehiculelor de transport pe întreaga rețea de drumuri forestiere (până la punctul final al ultimei ramificații).

4. EXTINDEREA REȚELELOR DE DRUMURI FORESTIERE

4.1. Principii privind extinderea rețelilor de drumuri forestiere

4.1.1. Condițiile 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 distanței de transport;
- b) să aibă o capacitate de transport corespunzătoare traficului prevăzut;
- c) să fie cât mai uniform repartizată pe întreaga suprafață păduroasă și 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 și 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, și de alte sectoare de activitate, ușurând prin aceasta dezvoltarea generală a economiei naționale;
- h) să țină seama de progresul realizat în proiectarea și execuția instalațiilor de transport forestier.

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

- **Drum forestier Valea Largă - axial** (L = ...), atunci când se desfășoară 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 – ramificație 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 și modul de deschidere al unui masiv forestier, precum și calitatea deschiderii. Din categoria indicilor de structură fac parte:

- distanța medie de colectare (metri);
- desimea rețelei (m/ha);
- intervalul dintre drumuri (metri sau hectometri);
- lungimea specifică a rețelei de drumuri (m/ha);
- accesibilitatea (%);
- proporția 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, distanța medie de apropiat, a cărei mărime este condiționată și, la rândul său, influențează gradul de dezvoltare al rețelei de drumuri. Distanța de adunat nu influențează și nu este influențată de rețeaua permanentă de transport. Stabilirea distanței medii de apropiat, pe care o asigură o rețea de drumuri, se poate face, mai exact, luându-se în considerare fiecare unitate amenajistică și determinându-se, pe hartă, lungimile parcursurilor de apropiat și făcându-se media lor ponderată. În cazul unui calcul mai expeditiv se măsoară distanța dintre centrul de greutate al fiecărei unități amenajistice și drum, iar lungimii rezultate i se aplică o serie de coeficienți de corecție (de declivitate, de oblicitate, de sinuozitate). Conform cercetărilor întreprinse la noi în țară, corecția apropiatului este de 1,3...1,7 în cazul colectării cu tractoarele și 1,1...1,3 în cazul colectării cu funiculare; după alte surse de informație, corecția apropiatului, în cazul tractoarelor este cuprinsă între 1,3 (teren plan) și 1,5 (teren accidentat) și este de 1,05...1,10, în cazul funicularilor.

b. Desimea rețelei de drumuri forestiere redă gradul de intensitate al dotării pădurii cu drumuri și se exprimă fie sub forma intervalului dintre drumuri (în metri sau în hectometri), fie, cel mai frecvent, sub forma raportului dintre lungimea drumurilor și suprafața păduroasă (în m/ha). Primul mod de exprimare este mai sugestiv în cazul pădurilor de șes, 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 și 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 și care au doar menirea de a asigura joncțiunea rețelei forestiere cu rețeaua publică de transport; includerea lor în calcule ar altera relația matematică de legătura dintre indicele de desime și distanța medie de colectare.

Relația de legătură dintre cei doi indici cantitativi, distanța medie de colectare (d) și desimea rețelei (D) se exprimă prin:

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

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

Mărimile coeficientului de colectare (k) sunt:

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

$k = 0,5$ – pentru păduri de câmpie, în cazuri excepționale, când , de exemplu, trebuie ocolite terenuri mlăștinoase;

$k = 0,5...0,6$ – 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 situații însă construirea de drumuri forestiere, chiar și a celor axiale, este practic neindicată atât economic cât și 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 rețelei de drumuri forestiere este definită prin raportul dintre lungimea totală a rețelei de drumuri forestiere, inclusiv drumurile de legătură din afara pădurii și mărimea suprafeței deservite (în m/ha).

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

d. Accesibilitatea, spre deosebire de indicii precedenți, este un indice calitativ și arată, în % sau sub forma unui coeficient, proporția de suprafață păduroasă deschisă de rețeaua de drumuri de transport (drumuri la care se colectează masă lemnoasă) și care este valabil numai pentru o anumită distanță maximă (eventual medie) de colectare (de apropiat).

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

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

unde:

S_d – suprafața deschisă;

S_t – suprafața totală,

luându-se în considerare, la aprecierea suprafeței deschise, o distanță limită de 750 m, lungime care corespunde distanțelor economice de apropiat ale tractoarelor folosite în colectarea lemnului, precum și a funiculelor de distanță medie.

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

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

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

în care k este coeficientul de colectare adoptat în funcție de teren; m – volumul de masă 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 distanța de un metru, în $lei/m^3 \cdot m$; a – amortismentul anual al investiției, raportat la lungimea rețelei de drumuri, în lei/m ; i – costul mediu al lucrărilor de întreținere 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 particularități:

- se desfășoară atât pe rețeaua de drumuri forestiere, de regulă împietruite, cât și pe rețeaua de drumuri publice, împietruite sau cu îmbrăcămînți moderne;
- reclamă folosirea unor mijloace de transport diversificate, corespunzătoare produselor forestiere, și care trebuie să se încadreze în prescripțiile 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 circulație;
- implică un sens de transport „în plin” și 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 deserveșc și alte sectoare economice, traficul rutier prezintă, în plus, următoarele particularități:

- include în componență și alte tipuri de autovehicule decât cele pentru transportul lemnului, inclusiv autovehicule pentru transport pasageri;
- solicită drumuri cu două benzi de circulație și îmbrăcămînți moderne;
- transportul „în plin” se desfășoară în ambele sensuri;
- viteza de proiectare este de minimum 25 km/h.

5.1.2. Traficul rutier forestier se distinge prin: componență, intensitate, viteză de circulație și caracteristicile constructive ale autovehiculelor.

a. Componența traficului rutier forestier constă în principal din: autocamioane echipate cu scaune și racoanțe, autocamioane echipate cu containere, autotrenuri cu semiremorcă pentru bușteni, autotrenuri cu remorcă pentru lemn despiciat, autotrenuri cu semiremorcă universală echipate cu containere și autoplatforme, autovehicule care servesc la transportul produselor de carieră și de balastieră, precum și cele folosite în administrarea pădurilor.

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

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

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

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

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

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

În ceea ce privește caracteristicile contactului dintre roată și drum, acestea sunt exprimate prin caracteristica $p \cdot D$ (produsul dintre presiunea unitară la nivelul părții carosabile, în MPa și 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 $p \cdot D$ menționate 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 și pot circula și 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 șa) inclusiv încărcătura;

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

lățimea 2,55 m;

înălțimea 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 și 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 și semiremorcilor (dacă distanța 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 și 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 privește **contactul dintre roată și drum**, acesta, în cazul roților pneumatice, este limitat la o presiune admisă, pe urma de contact, de 0,6...0,7 MPa.

Pentru autovehiculele care depășesc limitele menționate este necesară o autorizație 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 funcție de care se efectuează calculele de tracțiune, se determină elementele geometrice ale drumului și se dimensionează sistemele rutiere. Acesta trebuie să fie reprezentativ pentru componența traficului respectiv, deci, în cazul drumurilor forestiere, un autotren de mare tonaj.

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

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

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

În cazul autovehiculelor de proveniență străină pot apare neconcordanțe cu prescripțiile existente, atât sub raportul dimensiunilor de gabarit cât și al maselor și repartizării acestora pe osii.

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

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

6. ELEMENTE DE BAZĂ PENTRU STUDIUL ȘI ALEGEREA TRASEULUI

6.1. Alegerea traseului

6.1.1. Principalii factori care determină alegerea traseului sunt:

- amplasarea masei lemnoase, volumul și sortimentele ce se vor transporta anual și interesele de gospodărire a pădurii;
- condițiile tehnice naturale: relieful, structura geologică și caracteristicile geotehnice ale terenurilor străbătute, particularitățile climatice și condițiile hidrotehnice ale regiunii etc.;
- condițiile economice: costurile de construcție, întreținere și exploatare raportate la interesele forestiere și generale;
- posibilitățile de mecanizare a lucrărilor de construcție;
- durata de execuție;
- interese de ordin social, turistic și 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 stațiilor sau a buclelor de întoarcere etc. Dacă unele dintre aceste puncte, și anume acelea care trebuie neapărat atinse de traseu, numite **puncte obligate**, se unesc între ele, din aproape în aproape, prin linii drepte, se obține **linia călăuză a traseului**.

6.1.3. Traseul va fi cât mai scurt, adică cât mai aproape de linia călăuză, deoarece cheltuielile de construcție, exploatare și întreținere sunt proporționale cu lungimea.

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

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

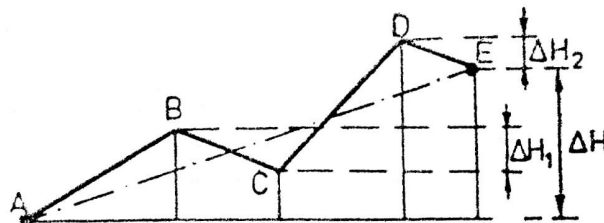


Fig .6.1- Rampe pierdute

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

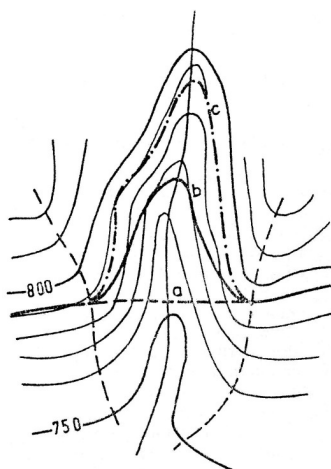


Fig. 6.2 – Traversarea văilor sau viroagelor adânci:

a – traversarea directă a văii; b – traversarea văii prin coborârea până în firul ei și 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 configurația terenului.

6.1.6. Se vor evita rampele izolate cu declivități excepționale, care, iarna, în condițiile 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, mlăștinoase sau umede, întrucât scumpesc lucrările de execuție și periclitează stabilitatea drumului.

6.1.8. În regiunile de munte se vor evita, pe cât posibil, culoarele pe care se formează avalanșe 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 direcția vântului dominant. O măsură de prevenire a înzăpezirilor este și aceea de a se evita așezarea drumului în tranșee 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 grohotișurile active, în special în cazul pantelor abrupte, deoarece, fiind instabile, pot aluneca sub influența vibrațiilor produse de circulație. Eventual drumul trebuie trasat pe la partea superioară a versantului, unde influența grohotișurilor este mai puțin periculoasă.

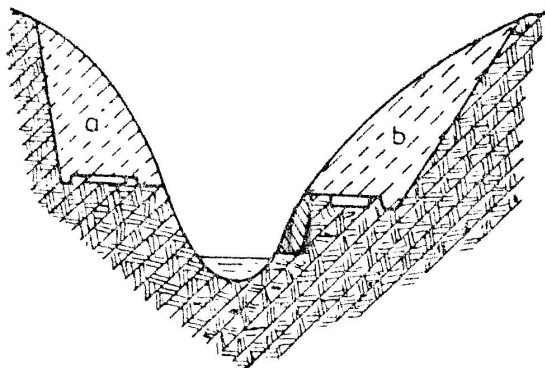
6.1.11. Traversarea torenților se va face în dreptul cursului lor mijlociu sau se va încerca ocolirea prin trecerea drumului pe malul opus al văii principale. Traversarea conului de dejecție, chiar cu luarea unor măsuri speciale de apărare a terasamentelor, este riscantă și neeconomică.

Terenurile degradate și formațiunile torențiale de mică importanță, din zona de amplasare a drumurilor forestiere, se studiază, concomitent cu acestea, dacă afectează stabilitatea terasamentelor și se amenajează prin proiectul drumului forestier.

6.1.12. Regiunile carstice vor fi ocolite; dacă acest lucru conduce la o alungire nerațională a traseului sau la nedeschiderea unor suprafețe 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 și umpluturi să fie cât mai mic și să se realizeze printr-o mișcare a terasamentelor cât mai ieftină; se vor prefera acele variante care permit mecanizarea lucrărilor de execuție.

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 situația prezentată în figura 6.3., este preferabilă amplasarea drumului pe malul stâng (poziția a), deoarece oferă o poziție mai stabilă și 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 și consolidare costisitoare. Traversarea cursurilor de apă se va face cât mai aproape de normală, în locurile unde valea este mai îngustă și albia de scurgere bine fixată, iar în regiunea de confluență a două cursuri se va prefera amplasarea traseului în amonte de punctul de confluență.

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

6.1.17. Traseul se va conduce astfel încât să facă accesibile monumentele naturii și locurile cu un peisaj deosebit de frumos, în condițiile în care acestea nu sunt afectate și dacă prin aceasta nu se mărește valoarea de investiție, 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 condiții de relief

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

6.2.2. Traseul de șes se desfășoară, pe cea mai mare parte a sa, pe direcția liniei călăuză, (ocolind doar obstacolele), nefiind necesare dezvoltări în serpentine în vederea învingerii declivităților. Lucrările de trasare urmăresc, îndeosebi, evitarea judicioasă a obstacolelor de contur și obținerea unui traseu cu un volum minim de terasamente.

6.2.3. Se vor evita terenurile turboase și mlăștinoase. Dacă nu este posibilă evitarea, drumul se va proiecta în rambleu, folosindu-se pământuri rezistente la apă (nisipuri grăunțoase, pietrișuri, piatră spartă).

În cazul mlaștinilor, umplute pe întreaga lor adâncime cu turbă, rambleul se așează pe suprafața terenului, care sub greutatea acestuia se comprimă până se ajunge la o situație de echilibru; rambleul va primi un spor de înălțime, care să compenseze tasările ulterioare.

În cazul mlaștinilor la care stratul superior de turbă este așezat pe formații semilichide sau care au un înveliș plutitor, rambleul se așează pe terenul sănătos de pe fundul mlaștinii, urmând ca la execuție să se adopte tehnici de lucru specifice (tăierea de brazde în turbă și scufundarea treptată a rambleului, concomitent cu refularea laterală a formațiunilor lichide; înlăturarea artificială a turbei cu ajutorul draglinelor sau a excavatoarelor greifer; refularea în părți 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 și dau naștere la accidente; aliniamentele lungi pot fi menținute numai dacă linia roșie prezintă variații în profil longitudinal.

6.2.5. Traseul de vale (fig. 6.4) va fi orientat în lungul cursurilor de apă și se va amplasa, pe toată lungimea sa sau pe anumite porțiuni 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 versanții laterali.

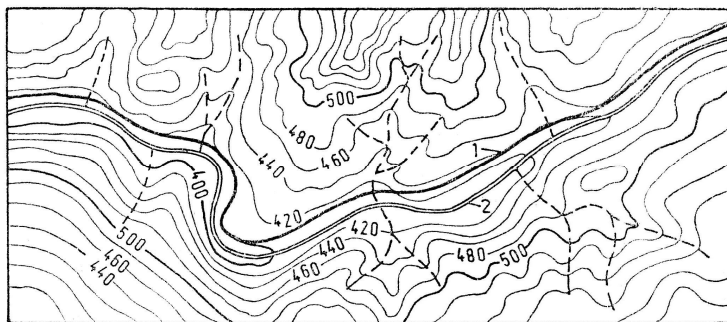


Fig. 6.4 – Traseul de vale: 1- drum forestier ; 2 –firul văii

Pe cât posibil se va evita traversarea văii, pentru a se elimina podurile și podețele, 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 versanți sunt împăduriți până jos, atunci alegerea traseului va ține seama de:

- dispoziția punctelor obligate față de firul văii;
- înclinarea transversală a versanților, preferând versantul cu înclinarea mai dulce;
- numărul și caracterul afluenților evitându-se conurile de dejecție;
- condițiile geologice și geotehnice, prioritate având versantul cu stratificație mai stabilă și care necesită mai puține consolidări sau apărări; de asemenea, se vor prefera versanții stâncoși față de terenurile cu capacitate portantă slabă;
- condițiile climatice, preferându-se versantul însorit, cu expoziție sudică sau estică.

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

6.2.9. La traseele de vale se va acorda atenție nivelului platformei drumului în raport cu nivelul apei. Din acest punct de vedere, pentru a servi la fel de bine ambii versanți, 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 și măsuri de consolidare și protejare a taluzului expus acțiunii apelor (fig. 6.5).

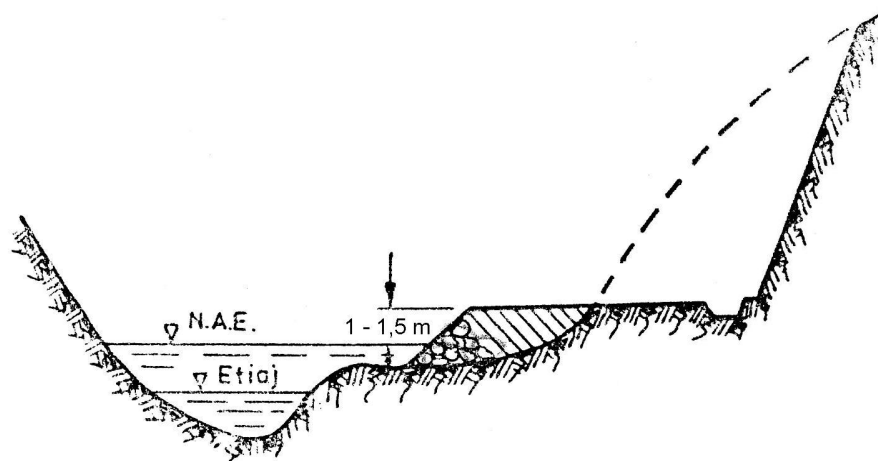


Fig. 6.5 - Amplasarea platformei drumului în raport cu nivelul apelor extraordinare

6.2.10. În condiții de execuție grele, când versanții sunt în apropierea firului văii și au pante foarte mari (fig.6.6), iar condițiile de exploatare ale drumului devin incerte (poziția a), drumul se va ridica pe versant, urmând a se dezvolta în zona unde panta versanților este mai mică (poziția b).

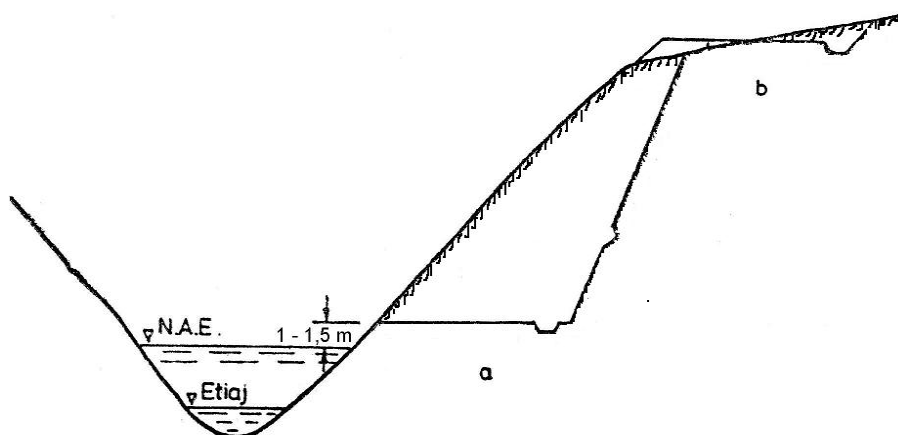


Fig. 6.6 - Ridicarea drumurilor de vale pe versant pentru evitarea pantelor mari din apropierea firului văii

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 mișcări, între drum și punctele de concentrare ale materialului lemnos, se vor executa scurte ramificații, numite **mustăți** (fig.6.7).

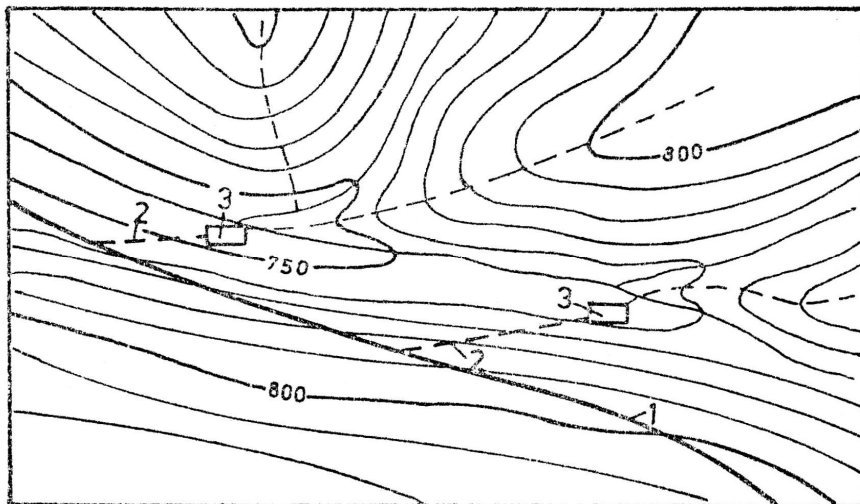


Fig. 6.7 - Asigurarea accesibilității cu mijloace auto a punctelor de concentrare ale masei lemnoase, în cazul în care drumul se îndepărtează de firul văii:
1 – drum; 2 – ramificații (mustăți); 3 – puncte de concentrare ale masei lemnoase

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 și lacurile de acumulare crează obstacole de nivel și de contur, care trebuie învinse prin dezvoltări corespunzătoare. De aceea, pe hărțile și planurile cu curbe de nivel se figurează, înainte de începerea studiului, nivelul barajului și nivelul maxim al apelor din bazinele artificiale ce se vor crea (fig.6.8).

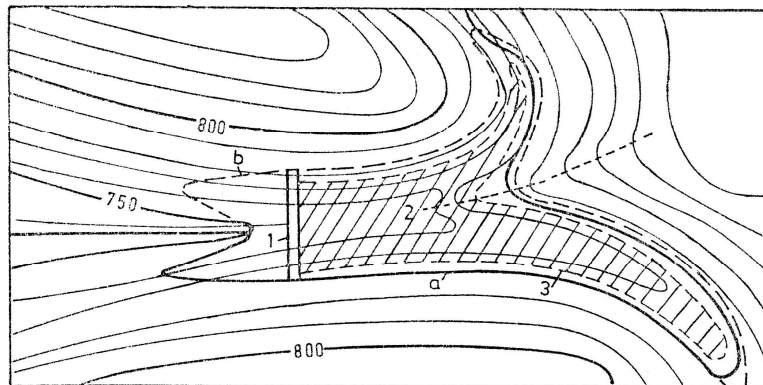


Fig. 6.8 – Dezvoltarea traseului drumului în cazul lucrărilor hidrotehnice :

a – dezvoltarea traseului pe același 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 pronunțate. El se caracterizează prin declivități reduse, pe porțiunile desfășurate pe platouri sau câmpuri, și prin dese schimbări de rampe și pante, pe porțiunile care ocolesc vârfurile. Pentru ca ocolirea vârfurilor să se facă pe o distanță cât mai scurtă, se adoptă, de regulă, declivități maxime, corespunzătoare sensului de transport, în gol și, respectiv, în plin.

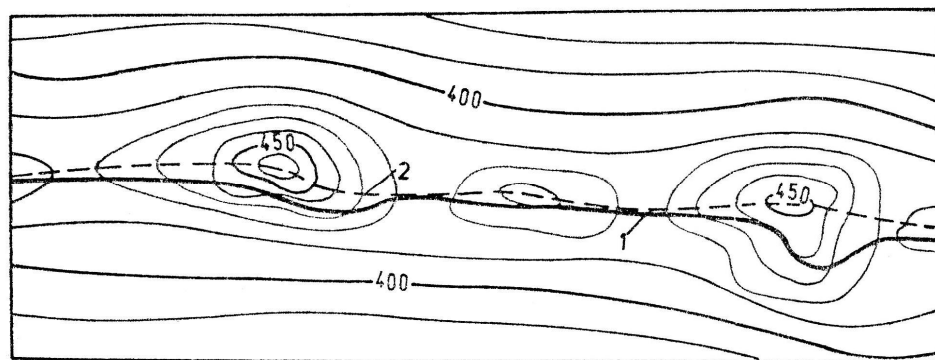


Fig. 6.9 - Traseul de culme

1 - traseul drumului; *2* - culmea geomorfologică

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

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

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

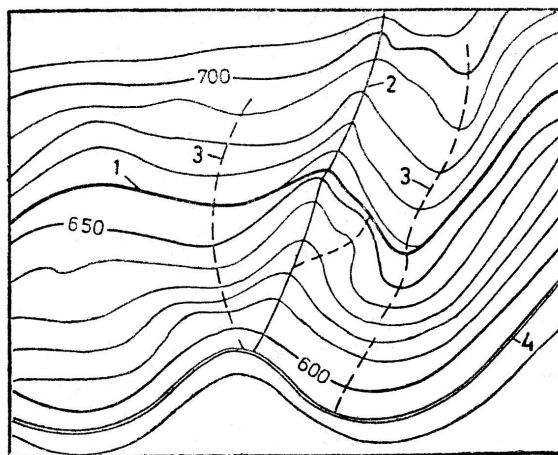


Fig. 6.10 – Traseu de versant, dezvoltat aproximativ pe curba de nivel :

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 soluții, criteriul principal fiind declivitatea. Astfel, dacă panta terenului pe direcția liniei călăuză este mai mică decât declivitatea maximă admisă pentru categoria drumului respectiv, traseul se va desfășura 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 declivității maxime admise, traseul se va desfășura în serpentine (fig.6.11,b).

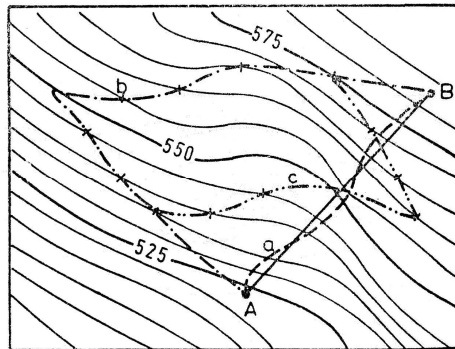


Fig. 6.11 – Traseu de versant, ascensional :

a – în lungul liniei călăuză ; *b* și *c* –dezvoltări

în serpentine (axa zero)

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

Atunci când cele două puncte obligate se găsesc pe versanții opuși ai aceleiași văi, traseul se va dezvolta fie pe direcția liniei călăuză (fig. fig.6.12. a), fie prin traversarea văii pe la obârșie (fig. fig.6.12.b) sau prin alt loc favorabil (fig. fig.6.12. c și d). Traversarea printr-un loc favorabil se va situa în amonte de linia călăuză (poziția c) și nu în aval (poziția d).

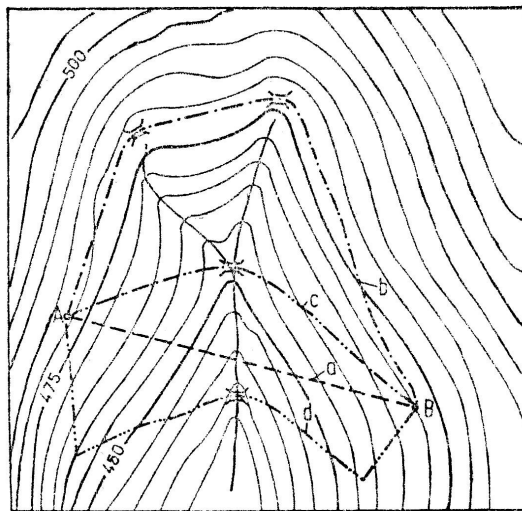


Fig. 6.12 – Traseul unui drum între două puncte obligate, aflate pe versanți opuși ai aceleiași văi:

a – traversarea văii pe direcția liniei călăuză;

b – traversarea văii pe la obârșie ;

c și *d* – traversarea văii printr-un loc favorabil

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

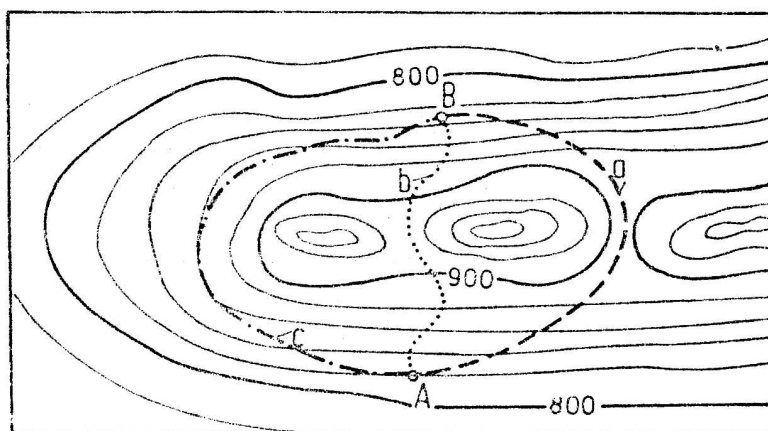


Fig. 6.13 – Traseu de trecere dintr-un bazin în alt bazin :

a – prin șaua cea mai joasă ; b – prin șaua cea mai apropiată ;

c – cu ocolirea culmii

6.2.18. Traversarea culmii se va face prin șaua 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 declivități cât mai apropiate de valorile maxime admise de normativ.

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

7. GEOMETRIA DRUMURILOR FORESTIERE

7.1. Generalități.

7.1.1. Proiectarea drumurilor forestiere se face, pe de o parte, în concordanță cu particularitățile geomorfologice, geotehnice, hidrologice, climatice și de gospodărire forestieră a regiunii, iar pe de altă parte cu respectarea **elementelor geometrice** impuse de necesitatea asigurării unei circulații a autovehiculelor în condiții de siguranță, confort și de economicitate.

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

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

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

- desfășurarea circulației în concordanță cu componența și intensitatea traficului, precum și o deplasare lină, fără șocuri, a autovehiculelor;
- omogenitatea traseului, pentru păstrarea aceleiași viteze de circulație pe sectoare cât mai lungi, precum și trecerea treptată la viteze inferioare sau superioare;
- sesizarea din timp a eventualelor obstacole pentru evitarea pericolului de accidente, respectiv menținerea vizibilității în tot lungul drumului și, în special, la intersecțiile cu alte drumuri și căi de comunicații;
- perceperea permanentă a desfășurării în continuare a traseului;
- încadrarea cât mai bună a traseului în relieful și peisajul regiunii.

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

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

7.1.6. Viteza de proiectare este o valoare directivă, care servește la determinarea elementelor geometrice și reprezintă, în cazul drumurilor forestiere, viteza maximă cu care pot circula autocamioanele fără remorcă în sectoarele cele mai dificile ale drumului, în condiții de deplină siguranță, în ipoteza că starea îmbrăcămînții este bună și condițiile atmosferice sunt favorabile.

7.1.7. Vitezele de proiectare ale drumurilor forestiere se adoptă în funcție de categoria drumului, intensitatea traficului anual și configurația 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/și a unor lucrări costisitoare de apărare-consolidare.

În condiții de relief relativ ușoare, unde drumurile se pot înscrie fără lucrări suplimentare, care să majoreze valoarea de investiție, se vor adopta vitezele de proiectare mai mari, din cadrul fiecărei categorii de drum forestier, astfel încât să se obțină elemente geometrice și 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 spațiu care, în plan orizontal, apare ca o succesiune de aliniamente și curbe, ca elemente de traseu ce trebuie îmbinate cât mai judicios între ele, astfel încât circulația autovehiculelor să fie fluentă și să se desfășoare în condiții de siguranță și confort.

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

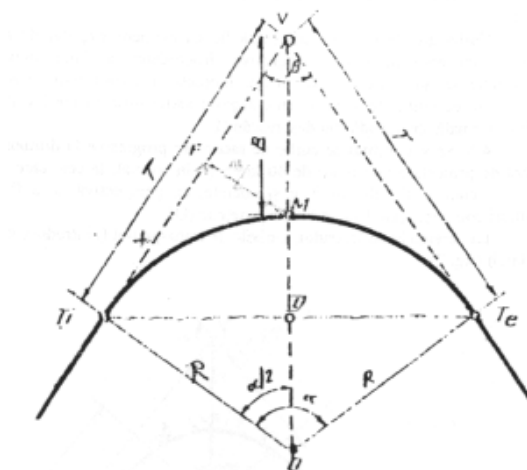


Fig. 7.1. Elementele curbelor circulare: β – unghi de vârf; α – unghi la centru; R – raze; T – tangenta; B – bisectoarea; arc T_iMT_e – lungimea curbei; T_i, T_e – coarda principală; $T_iF = T_eD$ – abscisa mijlocului curbei; $FM = MD$ – ordonata mijlocului curbei

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

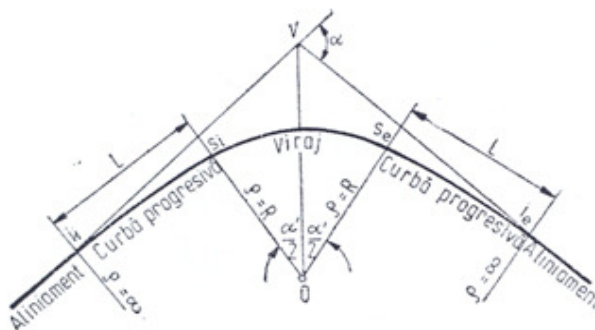


Fig. 7.2. Introducerea curbilor progresive

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

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

Din aceste motive lungimea aliniamentelor trebuie limitată superior și inferior.

7.2.5. Lungimea maximă a aliniamentelor, conform cerințelor de siguranță ale circulației și celor estetice, precum și a rezultatelor unor determinări psiho-tehnice cu privire la instalarea și efectele monotoniei, va fi limitată la:

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

relație în care V este viteza de proiectare în km/h, iar rezultatul se obține direct în metri și corespunde unei durate de parcurs de 72 secunde.

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

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

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

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

Tabelul 7.1.

Lungimile aliniamentelor, în metri

Nr. crt.	Specificații	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 același 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 inițiale, în cazul introducerii curbelor de tranziție	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 și rază și se utilizează la racordarea aliniamentelor, fie ca element singular, fie, atunci când se solicită, în asociere cu arce de curbe progresive când servește 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 același sens, dar dispuse astfel încât razele lor să se succedă 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 servește drept viraj, în centrul unei racordări cu arce progresive, atunci lungimea sa minimă va corespunde spațiului parcurs de autovehicul într-o secundă, respectiv 0,2778 V metri.

7.2.12. Raza minimă de racordare în cazul curbilor arc de cerc, dedusă din condiția înscrierii geometrice a autotrenurilor forestiere, este de 15 m, excepțional 13 m (a se vedea tabelul 2.1.), pentru a se evita deplasarea roților semiremorci prin lunecare, în loc de rulare.

7.2.13. Razele caracteristice ale curbilor arc de cerc se deduc din condiția de prevenire a derapajului, în baza relației forțelor:

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

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 părții carosabile (dever pozitiv sau negativ).

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

Pentru coeficientul de frecare f și înclinarea transversală i_t (relația 7.2.) se adoptă în calcule următoarele valori:

$f = 0.10 \dots 0.12$ și $i_t = 0.04$ în cazul razei recomandabile și/sau a razei curente (cu respectarea semnului algebric corespunzător)

$f = 0.20$ și $i_t = 0.06$ în cazul razei minime (dever pozitiv).

7.2.15. Razele caracteristice ale drumurilor forestiere, în funcție 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 condiția înscrierii geometrice a autovehiculelor în curbă; pentru celelalte viteze de proiectare primează condiția 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 situația în care nu se majorează efortul de investiție, 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 același 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 condițiile prevăzute de normativ și are menirea de a preveni apariția (sau dispariția) bruscă a forței 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 și/sau 25 km/h și 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).

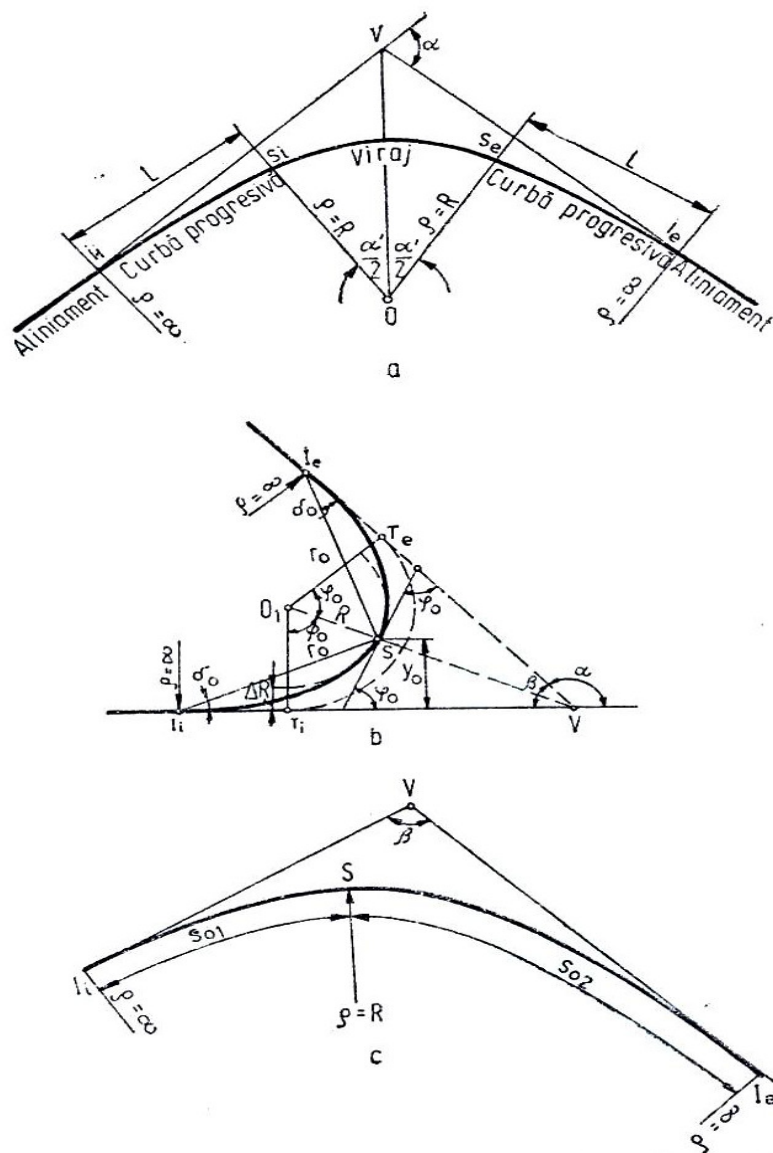


Fig. 7.3 – Racordarea aliniamentelor prin curbe progresive:
a) racordare simetrică cu viraj în centru;
b) racordare simetrică cu două arce de curbă progresivă, fără viraj;
c) racordare asimetrică

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

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

unde A este modulul clotoidei și semnifică o lungime.

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

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

în care: V este viteza de proiectare în km/h; j – creșterea accelerației normale (maximum 0,5 m/s³); R – raza curbei arc de cerc, în metri.

Lungimile minim admise sunt redată 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 și curentă.

7.2.24. Lungimea minimă a arcului de clotoidă (L_{\min}), care racordează între ele două curbe circulare de același sens, dar de raze diferite, va fi de:

$$L_{\min} = \frac{L(R_2 - R_1)}{R_2} \text{ [m]}, \quad (7.5)$$

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

7.2.25. Proiectarea și trasarea clotoidei se face folosind tabele de trasare specifice, care redau direct elementele unor clotoide tip (adoptate în funcție de viteza de proiectare) sau conțin elementele **clotoidei de bază** ($A = 1$), în care caz datele liniare extrase din tabele trebuie înmulțite 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.):

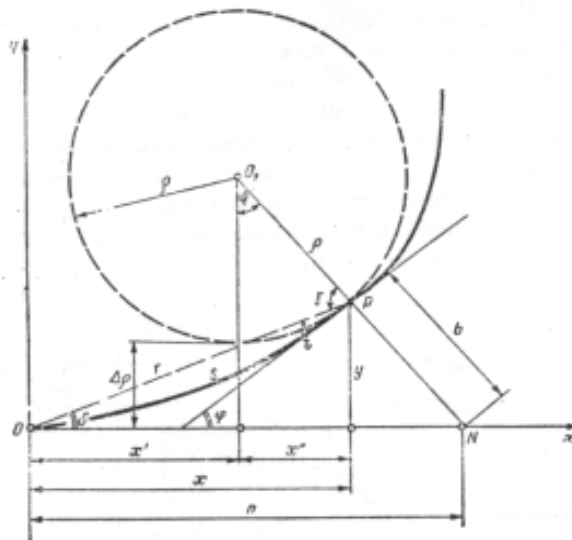


Fig. 7.4. Elementele clotoidei

x și y – coordonatele rectangulare ale punctului considerat;

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

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

$\Delta\rho$ – deplasarea virajului spre interior;

x' - abscisa centrului de curbura;

x'' - diferența dintre abscisa punctului considerat și abscisa centrului de curbura
($x-x'$);

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 și numită tangentă lungă, iar cealaltă dusă în punctul considerat P și numită tangentă scurtă);

γ - unghiul dintre raza polară și raza de curbura;

τ - unghiul dintre raza polară și 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 obișnuit, intrarea în tabele se face prin intermediul variabilei auxiliare:

$$t = \varphi, \quad (7.6)$$

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

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

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 porțiune de traseu rezultată în urma unei racordări exterioare, fiind reprezentată de o succesiune bine determinată de aliniamente și curbe folosită în situațiile în care nu este posibilă o racordare interioară și presupune realizarea unor curbe având unghiul la centru de cel puțin 180° . Serpentinele se folosesc în zonele de munte sau de deal, în terenuri cu pante mari și unde aliniamentele poligonului de bază se intersectează sub unghiuri mici (de obicei sub 40°), iar adoptarea unor racordări interioare ar conduce la sporirea declivității peste valorile admise (fig.7.5).

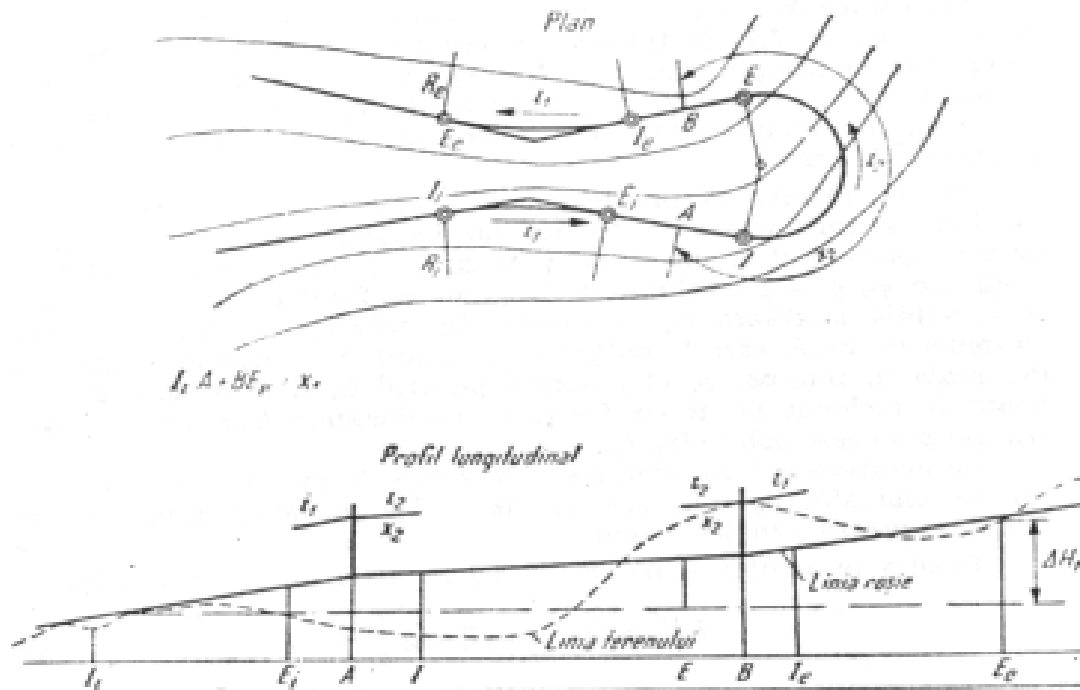


Fig. 7.5. Serpentina în plan și în profil longitudinal

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_1 și C_2) și două aliniamente intermediare (a_1 și a_2).

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

7.2.31. Serpentinele de gradul I (fig.7.6. a) sunt cele la care curbele auxiliare sunt de același 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 $R_1 = R_2$ și $a_1 = a_2$, 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 față de bisectoarea unghiului de vârf inițial (V), pentru o mai bună adaptare la relieful terenului.

7.2.33. În situația când, datorită condițiilor de teren, una din curbele auxiliare lipsește, racordarea poartă numele de **semiserpentină** (fig.7.6. c).

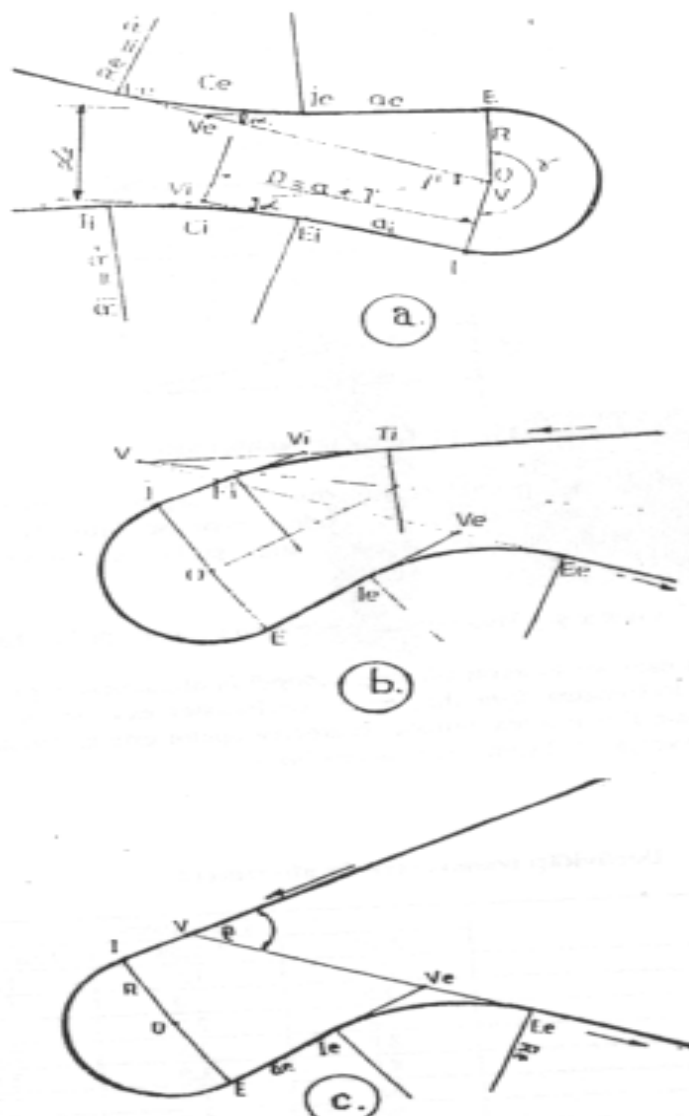


Fig. 7.6. Elementele geometrice ale serpentinelor: a) serpentină de gradul I, simetrică; b) serpentină de gradul II, asimetrică; c) semiserpentină.

7.2.34. Construirea unei serpentine presupune cunoașterea anumitor elemente, dintre care unele se adoptă, în funcție de configurația terenului și de condițiile 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 roșii;
- mărimea distanței (d_0) dintre mijloacele curbelor auxiliare;
- lungimea aliniamentelor intermediare;

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

7.2.36. Elementele geometrice limită, ce trebuie respectate la proiectarea serpentinei, 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 și 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 circulație maximă pe curba principală, km/h	25	25	15	10	10
7	Distanța minimă dintre două serpentine succesive, m	100(70)	80(60)	50(35)	40(30)	30

Notă: Valorile din paranteză se admit numai în condiții de teren deosebit de dificile și în cazuri bine justificate din punct de vedere tehnic și economic.

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

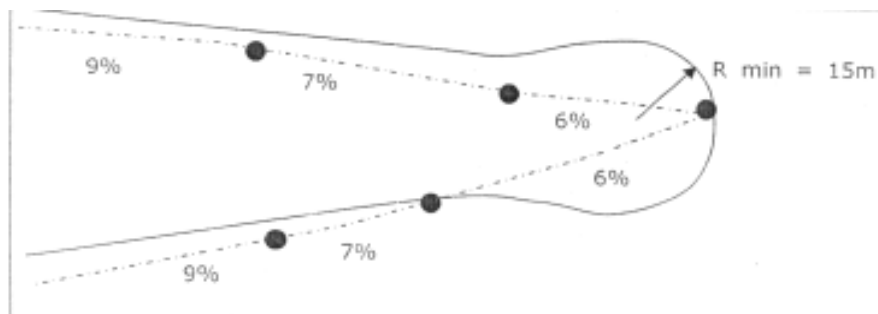


Fig. 7.7 Declivitățile poligonului de bază în zona de amplasare a serpentinei

7.2.38. Punctele de capăt și de racordare ale drumurilor forestiere se amenajează. În punctul inițial 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 condițiile necesare întoarcerii autovehiculului, eventual, dacă este cazul, și de încărcare a acestuia.

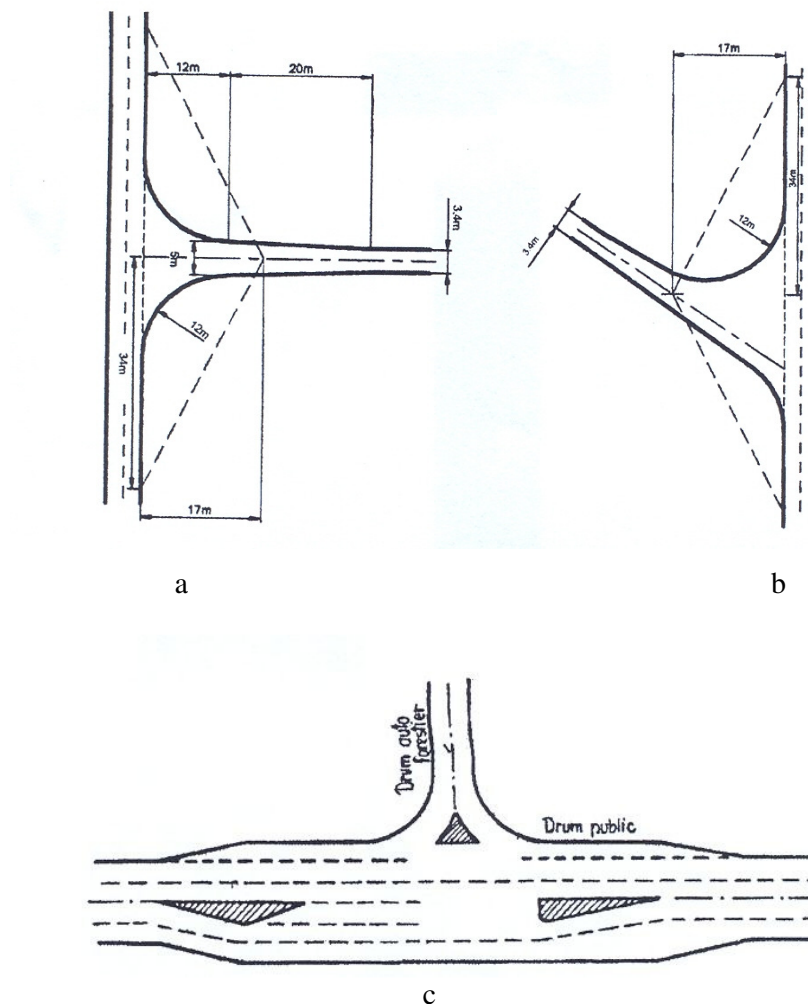


Fig. 7.8 – Racordarea drumului forestier la un drum public sau forestier

a) racordarea în T a unui drum forestier cu alt drum forestier;

b) racordarea oblică a două drumuri forestiere;

c) joncțiunea 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 rețeaua rutieră de transport.

7.2.40. În situația 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 ramificație 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 și este condiționată 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 și declivitatea drumului existent și se asigură scurgerea apelor, precum și condițiile necesare de vizibilitate.

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

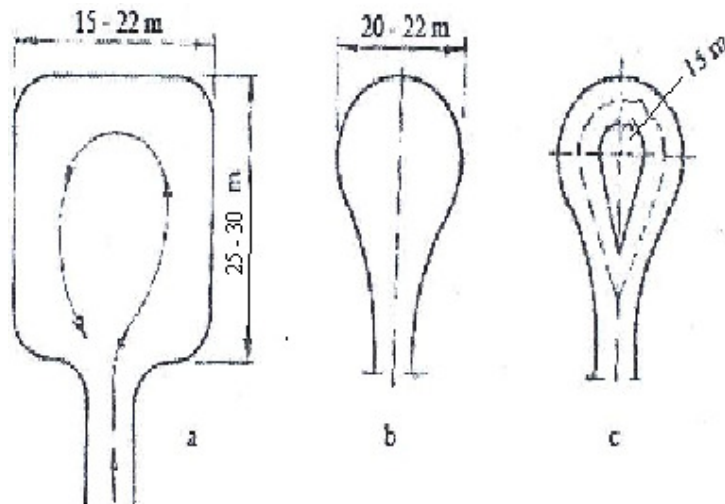


Fig. 7.9 – Stații de întoarcere: a), b) – platforme de întoarcere;
c) buclă de întoarcere

7.2.45. Platformele de întoarcere pot avea forme diferite (dreptunghiulare cu colțuri rotunjite, ovoidale) și pot fi amplasate simetric sau asimetric față de axa drumului, în funcție de relief, urmărindu-se ca lucrările terasiere să fie cât mai reduse, iar drumul stabil. Lățimea platformei va fi de 15...22 m, lungimea 25...30 m, iar declivitatea nu va depăși 8 %. Racordarea platformei la partea carosabilă a drumului se face triunghiular, pe distanțe 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. Încrucișările drumului forestier cu alte drumuri sau cu căi ferate vor fi evitate deoarece creează dificultăți ambelor căi de transport. Când evitarea nu este posibilă, intersectarea se va face cât mai normal, unghiul minim admis fiind de 45° (excepțional 30° , cu justificare). În zona intersecției se amenajează pasaje de nivel.

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

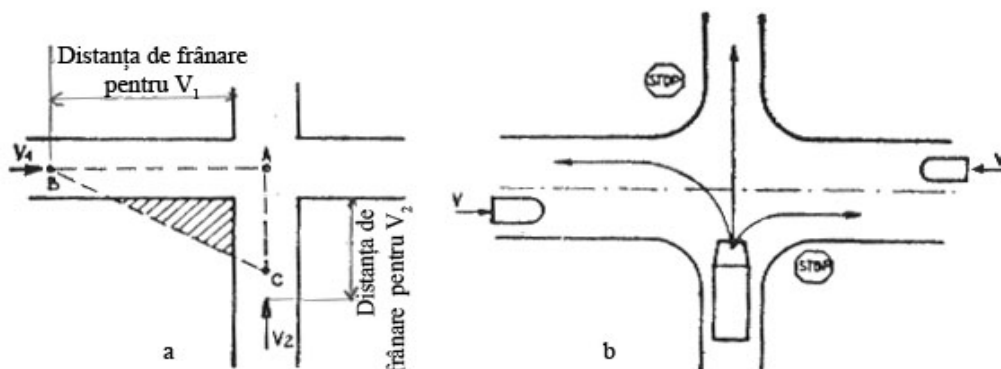


Fig. 7.10 – Vizibilitatea la intersecții: a) prin îndepărtarea obstacolelor;
b) prin folosirea indicatoarelor pentru circulația rutieră

7.2.49. Intersecțiile de nivel cu căile ferate se proiectează, de preferință, în locuri unde vizibilitatea este asigurată, atât pe drum cât și pe calea ferată, și se prevăd cu instalații specifice de semnalizare conform STAS 1244/1 – 96. Locul de intersecție se stabilește de comun acord și 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 rețeaua CFR sau ale liniilor de cale ferată industriale.

7.2.51. Distanța de vizibilitate condiționează siguranța circulației și trebuie asigurată în tot lungul drumului, în special în porțiunile mai dificile din acest punct de vedere, cum sunt curbele, încrucișările cu alte drumuri și frângerile conexe din profil longitudinal.

7.2.52. Distanța minimă de vizibilitate se determină pentru condițiile circulației diurne, transportul lemnului făcându-se ziua, și se stabilește, indiferent de numărul benzilor de circulație, după schema opririi a două vehicule ce înaintează unul spre altul (tabelul 7.6).

Tabelul 7.6

Distanțele minime de vizibilitate

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

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

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

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

7.2.54. Distanțele minime prescrise sunt acoperitoare și pentru manevra de ocolire a unui obstacol fix (staționar).

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

7.3. Elementele geometrice în profil longitudinal

7.3.1. Profilul longitudinal reprezintă proiecția desfășurată pe un plan vertical a intersecției dintre suprafața generată de verticalele axei drumului cu suprafața terenului natural (**linia neagră, linia terenului**), respectiv cu suprafața platformei drumului (**linia roșie, linia proiectului**).

7.3.2. Așezarea liniei roșii pe un profil longitudinal se va face în concordanță cu cerințele geometrice ale desfășurării drumului în profil longitudinal, astfel încât circulația să aibă condiții de siguranță, confort și economicitate, precum și conform cu particularitățile geomorfologice, geotehnice, hidrologice, climatice etc. ale regiunii, astfel încât volumul lucrărilor terasiere și 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 siguranță, cu cel puțin 1,5 m deasupra nivelului apelor extraordinare.

7.3.3. Studiul liniei roșii se va face în corelație cu studiul traseului în plan orizontal și 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, și un sens de transport „în plin”, cu autovehicule încărcate. La

drumurile forestiere ce servesc și alte sectoare ale economiei naționale sau au importanță social - turistică, se consideră că transportul „în plin” se desfășoară în ambele sensuri.

7.3.5. Elementele geometrice ale drumului în profil longitudinal sunt: declivitățile, pasul de proiectare și curbele verticale pentru racordarea declivităților.

7.3.6. La proiectarea liniei roșii se va ține seama de recomandările generale privind așezarea acestora pe profilul longitudinal și se vor respecta cotele obligate, precum și elementele geometrice limită prescrise prin normativ.

7.3.7. Așezarea liniei roșii determină **cotele de lucru** (cotele de execuție), respectiv diferențele, măsurate pe verticală, dintre cotele liniei roșii și 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 roșii la teren, se vor face în dreptul picheților în care s-au ridicat profile transversale.

7.3.9. Se vor evita schimbările de declivitate în porțiunile 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 roșie va urmări, pe cât posibil, suprafața terenului natural, rămânând cu 0,30...0,60 m deasupra lui (rambleu mic). Aceeași recomandare este valabilă și pentru sectoarele de drum expuse pericolului înzăpezirilor.

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

7.3.12. În sectoarele unde înclinarea transversală a terenului depășește 30% linia roșie se va așeza astfel încât platforma drumului să rezulte circa 2/3 în debleu (în viu), iar, în cazul versanților abrupti, în întregime în debleu.

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

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

7.3.15. La drumurile de culme, linia roșie se va trasa, pe cât posibil, astfel încât să se elimine execuția șanțurilor.

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

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

7.3.18. După precizarea, în fiecare pichet, a limitelor de poziționare a liniei roșii, în concordanță cu terenul, așezarea acesteia se va stabili prin iterații (variante de așezare), efectuate cu ajutorul calculatorului electronic, stabilindu-se varianta optimă.

7.3.19. Declivitățile drumurilor forestiere și modul lor de succesiune se vor examina atât în sensul transportului „în plin”, cât și în sensul transportului „în gol”.

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

7.3.21. Declivitățile limită admise și pasul minim de proiectare sunt redată în tabelul 7.7., în funcție de viteza de proiectare.

Tabelul 7.7.

Declivități limită admise (în %) și pasul de proiectare (în metri)

Specificații	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 excepțional	-	-	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
Distanța de vizibilitate, în metri	100	70	40	30	25	20

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

Tabelul 7.8

Reducerea declivităților maxime admise în curbele cu $R \leq 50$ m

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

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

7.3.24. Se vor evita declivitățile izolate mari și rampele pierdute, dacă prin aceasta nu se majorează valoarea de investiție.

7.3.25. Pasul de proiectare minim se va adopta numai în cazuri excepționale, precum și al declivităților 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 puțin egal cu suma tangentelor curbilor 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 diferență de nivel de 60...80 metri se vor introduce panouri de odihnă de minimum 50 m lungime (măsurate între punctele de tangență ale racordărilor verticale) pe care declivitățile nu vor depăși 2 % (fig.7.11).

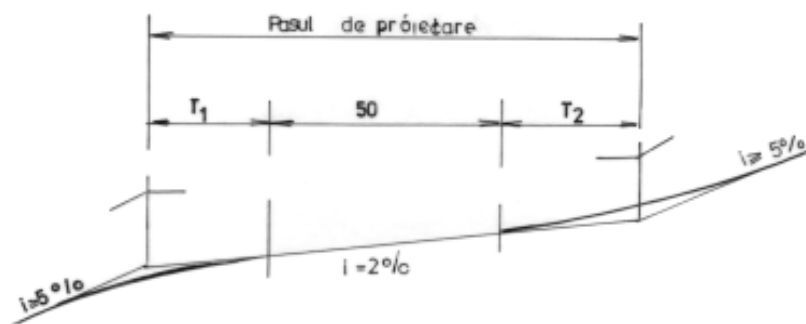


Fig. 7.11 Panou de odihnă

7.3.27. Atunci când intercalarea panourilor cu declivități 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 staționarea autovehiculului. Platformele laterale vor avea

lungimea de cel puțin 20 m, înclinarea longitudinală de 2 - 4% și se vor racorda la calea curentă pe distanțe cât mai scurte, fără a se depăși înclinarea longitudinală maximă admisă.

7.3.28. Curbele verticale sunt curbe circulare în plan vertical care racordează între ele declivitățile alăturate a căror diferență algebrică depășește o anumită limită.

7.3.29. Racordarea declivităților, în plan vertical, este obligatorie atunci când diferența algebrică dintre cele două declivități 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 funcție de forma frângerii liniei roșii în profil longitudinal, racordarea declivităților poate fi convexă sau concavă.

7.3.31. Racordările convexe sunt impuse de satisfacerea condițiilor de vizibilitate, ceea ce asigură și trecerea lină, fără șoc, a autovehiculului de pe un panou pe altul. Se vor proiecta cu raze cât mai mari, admise de configurația profilului longitudinal. Raza minimă, determinată din condiția de vizibilitate (fig.7.12), este dată de relația:

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

în care:

d_v este distanța de vizibilitate, în m;

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

h_2 – înălțimea obstacolului (0,20 m).

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

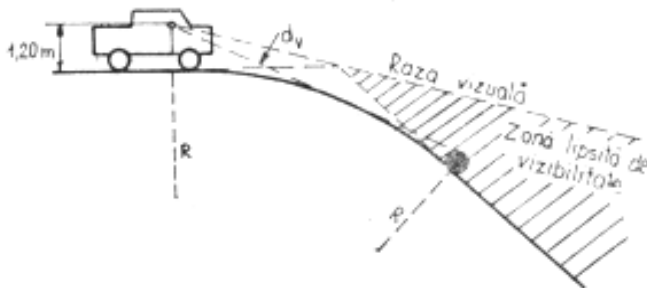


Fig. 7.12. Vizibilitatea în profil longitudinal

7.3.32. Racordările verticale concave urmăresc realizarea vizibilității în timpul nopții, când este asigurată de lumina proiectată de faruri, și a confortului circulației. Raza minimă se determină din condiția de limitare a accelerației normale a forței centrifuge, în vederea prevenirii suprasolicitării excesive a arcurilor autovehiculelor, și este dată de relația:

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

în care:

V este viteza de proiectare, în km/h;

a_n – accelerația maximă admisă a forței centrifuge ($0,3 \text{ m/s}^2$).

7.3.33. Elementele geometrice limită, în profil longitudinal, care trebuie respectate în cazul drumurilor forestiere, se prezintă în tabelul 7.9., în funcție 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
Distanța de vizibilitate	m	100	70	40	30	25	20
Raza minimă a racordărilor convexe ($h_1 = 1,20 \text{ m}$; $h_2 = 0,20 \text{ m}$)	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 excepționale și 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 și trebuie să redea formele și dimensiunile elementelor constructive ale drumului (fig. 7.13).

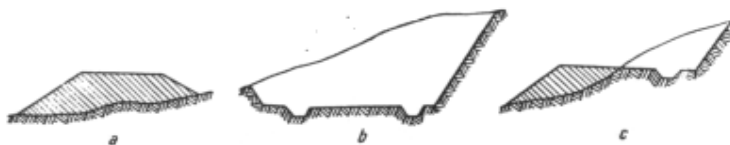


Fig. 7.13 Tipuri de profile transversale: a – rambleu; b – debleu; c – mixt.

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

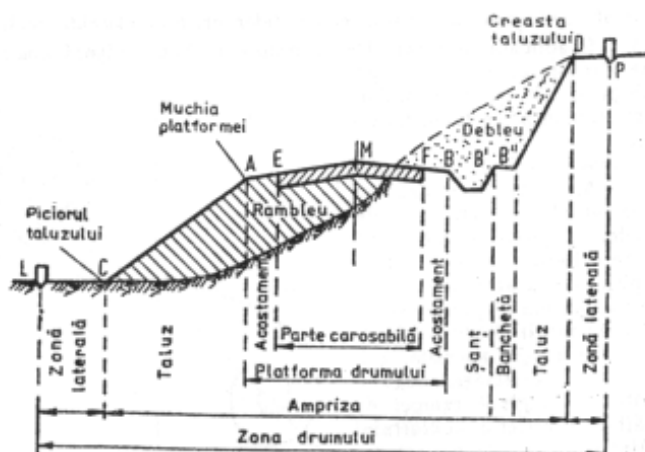


Fig. 7.14 Elementele profilului transversal

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

7.4.4. Lățimile platformei, părții carosabile și a acostamentelor sunt menționate, în funcție 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 desfășoară circulația autovehiculelor, și cele două acostamente care o încadrează.

7.4.6. Lățimea părții carosabile se determină în funcție de capacitatea de circulație, căreia trebuie să-i corespundă drumul respectiv, și lățimea fâșiei de rulare a autotrenurilor forestiere. În cazul drumurilor forestiere, numai drumurile magistrale (eventual și acelea care servesc și activitatea altor sectoare economice) se construiesc cu două benzi de circulație; celelalte categorii de drumuri au o singură bandă de circulație, prevăzându-se, din loc în loc (la distanțe de 300 - 400 m), stații de încrucișare.

7.4.7. Lățimea platformei de 3,50 m, prevăzută pentru drumurile secundare se va adopta numai până la declivități de 9%. Pe sectoarele de drum cu declivități mai mari de 9% se acordă platformei un spor de lățime de 0,50 m, din care 0,25 m revine părții carosabile, pentru siguranța circulației.

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

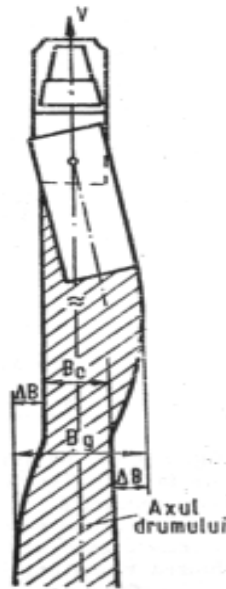


Fig. 7.15 Lăţimea fâşiei de rulare

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

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

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

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

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).

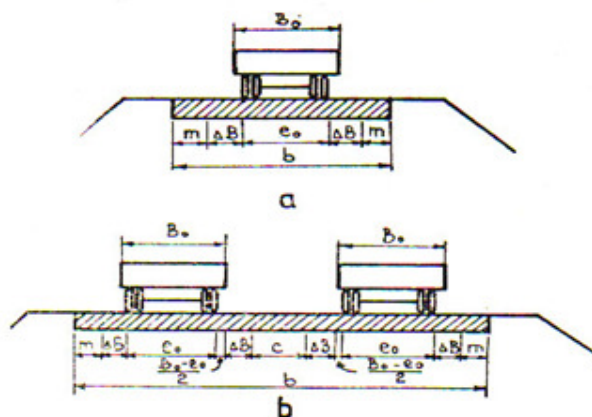


Fig. 7.16 Lățimea părții carosabile: *a* – drum cu o singură bandă de circulație;
b – drum cu două benzi de circulație

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

$$b_c = b + s + q, [m], \quad (7.13)$$

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

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

7.4.11. Stațiile de încrucișare, ce se prevăd numai la drumuri forestiere cu o singură bandă de circulație, au lățimea părții carosabile de 5,70 m și lungimea minimă de 20 m, excepțional 15 m, și se distanțează între ele în limitele vizibilității, fără a se depăși 300 – 400 m; se amplasează, de preferință lateral, pe partea dreaptă a sensului de transport „în gol”, acceptându-se, în condiții de teren dificile, și 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 încrucișare în curbă, lățimea acesteia sporește cu supralărgirea curbei respective.

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

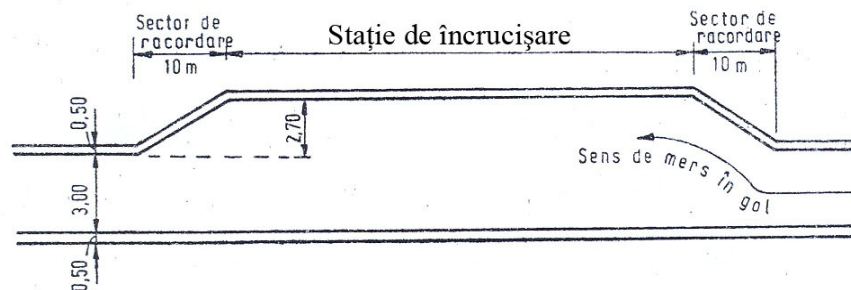


Fig. 7.17 Stația de încrucișare

7.4.12. Pentru a spori frecvența locurilor de încrucișare, eventual chiar pentru a facilita întoarcerea autovehiculelor, evitându-se deplasarea acestora până la platforma finală, se vor amenaja, acolo unde terenul permite, scurte ramificații laterale de 20 m lungime, cu lățimea platformei de 3,5...4 m, având axul perpendicular pe axul drumului proiectat și o declivitate de 4...5%, racordate la platforma drumului proiectat, unde autovehiculele ar putea efectua manevre de întoarcere și/sau staționa pentru încrucișări. Se recomandă ca asemenea ramificații 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 și au o lățime de 0,375...0,750 m, în funcție de categoria drumului (a se vedea tabelul 2.1).

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

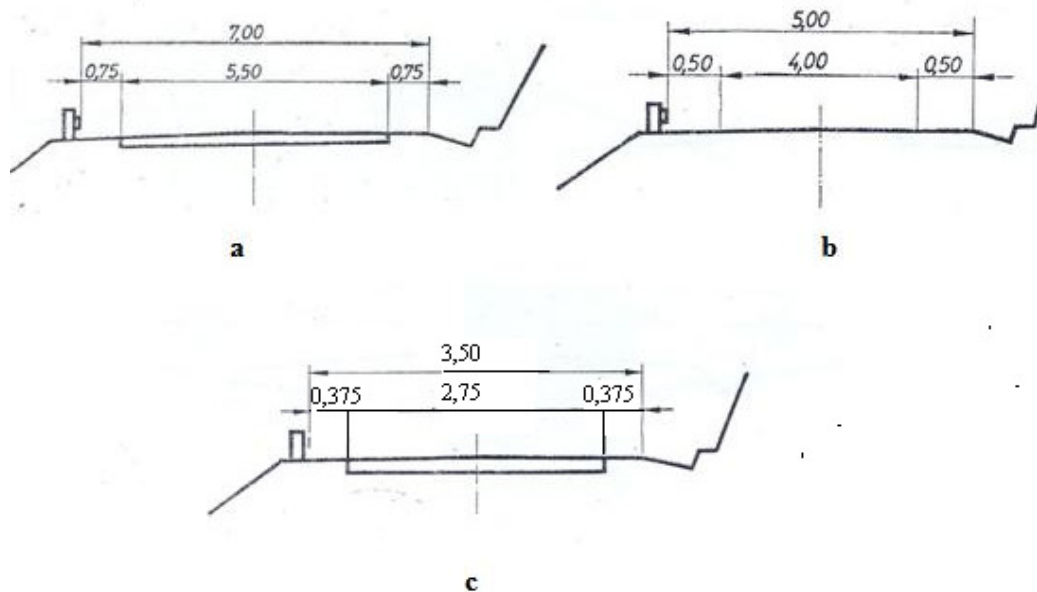


Fig. 7.18 Amplasarea parapetilor și a stâlpilor de dirijare: a – drum magistral;
b – drum principal; c – drum secundar.

7.4.15. În terenurile stâncoase și abrupte, acostamentul dinspre versant poate fi folosit și 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), fâșiile marginale, rezervate acostamentelor, se consolidează la fel ca și 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 (îmbrăcămînți rigide);
- cu două versante plane racordate în treimea sau în cincimea mijlocie (îmbrăcămînți nerigide);
- cu un versant plan, utilizată în curbele convertite sau supraînălțate, precum și la drumurile cu o singură bandă de circulație, amplasate la înălțimi, pe versanți, pentru siguranța circulației.

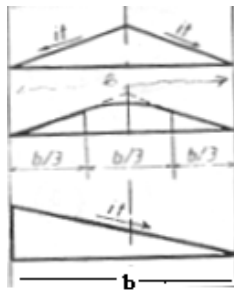


Fig. 7.19 Forma părții carosabile în profil transversal

7.4.19. Mărimea pantelor transversale ale părții carosabile, ce se adoptă în aliniament, depinde de tipul îmbrăcămînții drumului și de declivitatea sectorului de drum. Valorile uzuale sunt redată în tabelul 7.10.

Tabelul 7.10
Valorile pantelor transversale în aliniament (%)

Felul îmbrăcămînții	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 părții carosabile.

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

7.4.22. Înclinarea taluzurilor depinde de înălțimea lor și de natura pământului din care, sau în care, se execută. Pentru aceeași înălțime și același pământ, taluzurile de rambleu vor avea înclinări mai mici decât cele de debleu, deoarece pământul folosit în umplutură este tulburat și deci are o stabilitate mai mică.

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

Tabelul 7.11.**Înălțimea maximă a taluzurilor de rambleu cu înclinarea de 1:1,5, în funcție de natura terenului**

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

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

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

Când materialul folosit la execuția rambleului este piatra mare (peste 25 cm) sau conține 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, excepțional 1:0,75, în funcție de mărimea, forma și modul de așezare 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 funcție 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 stratificație favorabilă stabilității	De la 1:0,1 până la verticală sau chiar în consolă

La debleurile mai adânci de 12 m sau amplasate în condiții hidrologice defavorabile, înclinarea taluzului se stabilește 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 diferența de înclinare este mare se vor amenaja, la trecerea de la un strat la altul, banchete cu lățimea de 0,50...1,0 metru (fig.7.20).

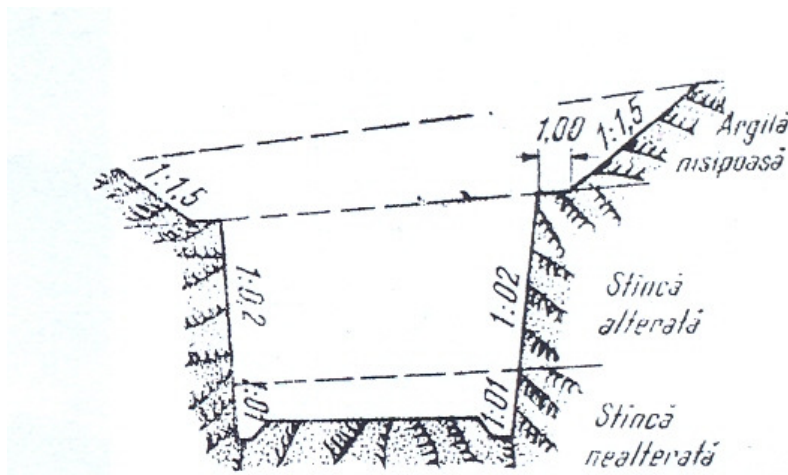


Fig. 7.20 Taluz de debleu care taie straturi de pământ de naturi diferite

7.4.26. Pentru evitarea ravenării taluzurilor de rambleu, în special a celor cu înălțimi 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.

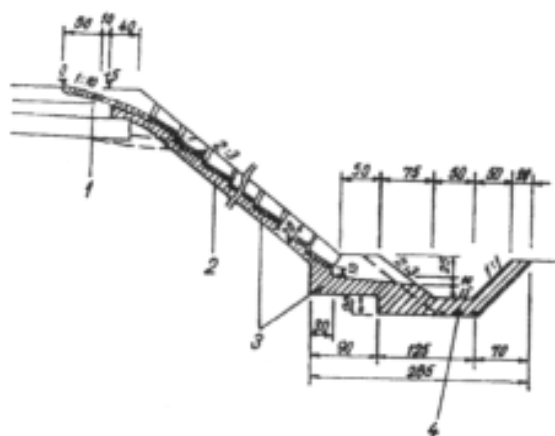


Fig. 7.21 Casiu pe taluz de rambleu: 1 – rigolă de acostament; 2 – casiu din elemente prefabricate; 3 – pat din beton simplu C 12/15 (B 200); 4 – șanț.

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

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

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

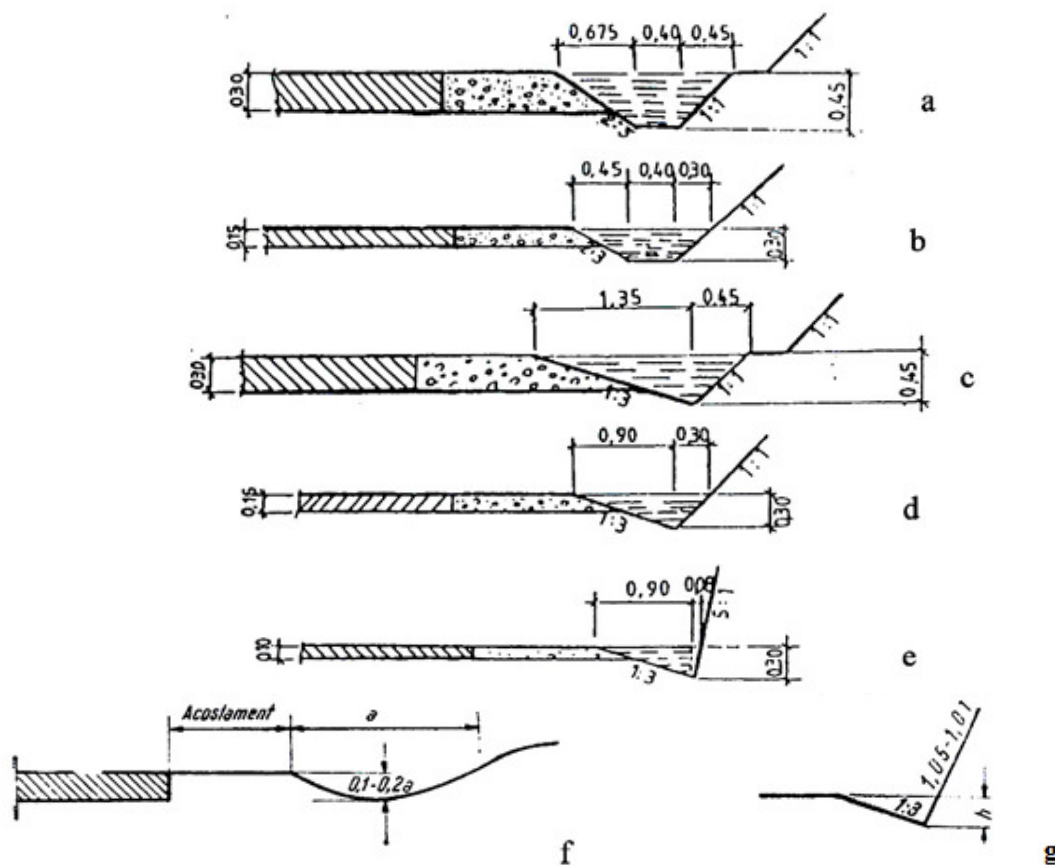


Fig. 7.22 Șanțuri și rigole pentru scurgerea apelor
a), b) șanțuri trapezoidale; c), d) șanțuri triunghiulare; e) rigolă triunghiulară;
f) rigolă arcuită; g) rigolă în stâncă

7.4.29. La șanțurile 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 șanțurilor se va situa cu cel puțin 0,10...0,20 m sub nivelul patului căii drumurilor consolidate prin sisteme rutiere, iar la drumurile de pământ cu cel puțin 0,30 m sub nivelul muchiei platformei.

7.4.31. Panta șanțului lateral va urmări, în general, declivitatea drumului și va fi de cel puțin 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 și chiar la 0,10% în cazul șanțului pavat.

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

7.4.33. Descărcarea șanțurilor (evacuarea apelor) se face transversal la fiecare 300...350 m în cazul secțiunilor trapezoidale, respectiv 150...200 m la secțiunile triunghiulare.

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

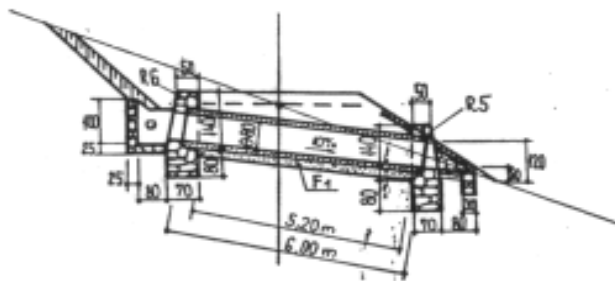


Fig. 7.23 Podeț tubular prevăzut cu cameră de cădere în amonte

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

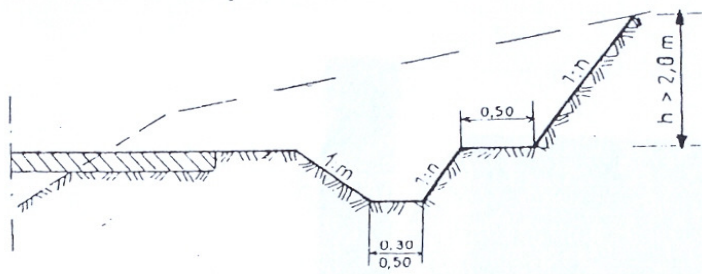


Fig. 7.24 Amplasarea banchetei

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).

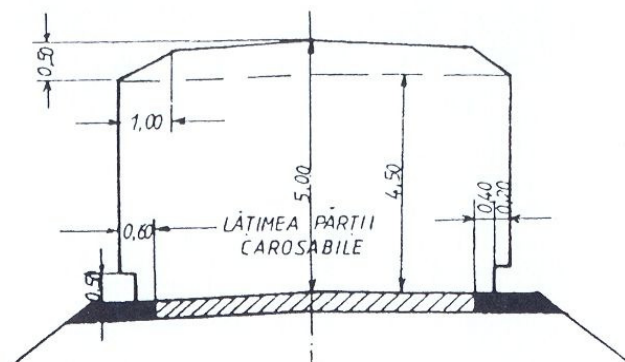


Fig. 7.25 Gabaritul de liberă trecere

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 execuția terasamentelor, se transportă și se așează în depozite.

7.4.43. Camerele de împrumut sunt gropi de formă regulată și se sapă în imediata vecinătate a drumului (fig.7.26). Se execută în lungul drumului, paralel cu axa acestuia, și se pot amplasa de o parte sau de ambele părți ale drumului, în funcție de condițiile de teren și cantitățile de pământ necesare.

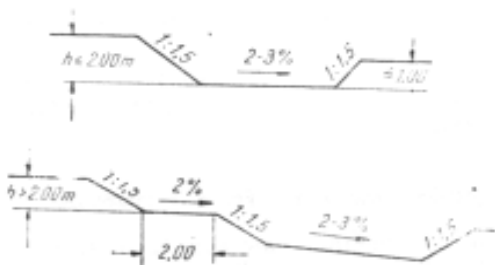


Fig. 7.26 Camere de împrumut: a – cameră șanț; b – cameră cu banchetă

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 ușura deplasarea pământului, cu condiția însă ca să se asigure evacuarea apelor, pentru ca acestea să nu se adune la piciorul taluzului de rambleu.

7.4.45. Suprafața și 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 diferența de nivel, dintre platforma drumului și fundul camerei de împrumut, este mai mică de 2,0 m, se poate executa o cameră – șanț; pentru diferențe 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 și o pantă longitudinală de 0,5...2%.

7.4.48. Camerele de împrumut se amplasează, pe cât posibil, în afara terenurilor agricole și 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 execuție.

7.4.49. La drumurile situate în albia majoră a cursurilor de apă, camerele de împrumut se amplasează între drum și 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/și la marginea umpluturilor, în vederea sporirii lărimii platformei drumului și realizării astfel de locuri suplimentare pentru staționarea sau încrucișarea autovehiculelor, ori pentru depozitarea materialelor rutiere de construcție sau întreținere (fig.7.27).

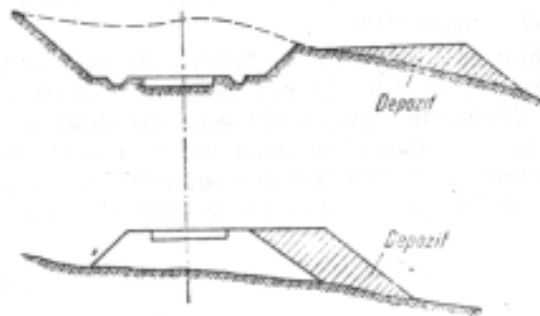


Fig. 7.27 Depozite de pământ

7.4.51. La drumurile cu o singură bandă de circulație se recomandă, ca prin amplasarea depozitelor să se prelungească stațiile de încrucișare sau/și să se lărgască platforma, în special în curbe, cu prevederea măsurilor necesare asigurării stabilității.

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 curbilor 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 numește **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 își 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) și raza curentă (R_c) se convertesc și se supralărgesc;
- curbele a căror rază (R) este cuprinsă între raza curentă (R_c) și raza minimă (R_{min}) se supraînălță și se supralărgesc.

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

8.1.5. În cazul curbilor apropiate (numite și 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 și un corectiv de viteză (q):

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

8.2.2. Relațiile de calcul ale supralărgirilor, inclusiv corectivul de viteză, în diferite situații specifice, sunt redată în tabelul 8.1.

Tabelul 8.1.

Relații de calcul ale supralărgirii în curbă

Nr.crt.	Relația de calcul (rezultatul în metri)	Situația 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 circulație
2	$s = \frac{L^2}{R} + \frac{0,1V}{\sqrt{R}}$	Pentru autovehicule fără remorci, pe drumuri cu două benzi de circulație
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 circulație
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 circulație
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 circulație
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 circulație
<p>Notă: <i>Semnificația parametrilor de calcul:</i></p> <p>s – supralărgirea totală a părții carosabile; L – lungimea de la osia din spate (sau axa de simetrie a osiei duble din spate) până la bara din față a autovehiculului tractor; L_1 – distanța dintre punctul de cuplare și axa osiilor din spate ale remorcii monoaxe sau a semiremorcii; l – distanța dintre axele remorcii; z – lungimea proțapului; R_e – raza exterioară a părții carosabile; R – raza în axul curbei, toate în metri; V – viteza de proiectare, în km/h.</p>		

8.2.3. Mărimile supralărgirilor, inclusiv corectivul de viteză, pentru drumurile forestiere cu o singură bandă de circulație, 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 ținut seama și 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 circulație (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 “Influența micșorării supralărgirilor, aplicate curbilor, asupra volumelor de terasamente” (Silviu Constantin, 2007)

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

8.2.5. La drumurile cu două benzi de circulație, supralărgirile înscrise în tabele se dublează, obținându-se astfel supralărgirea totală, necesară ambelor benzi, care se aplică la banda dinspre interiorul curbei și numai excepțional (relief accidentat, localități) se acordă separat fiecărei benzi de circulație în parte, pentru a menține continuitatea axei drumului.

8.2.6. La curbele izolate supralărgirea se menține 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.

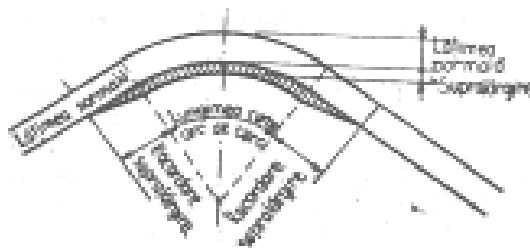


Fig. 8.1 Aplicarea supralărgirii în curbă

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

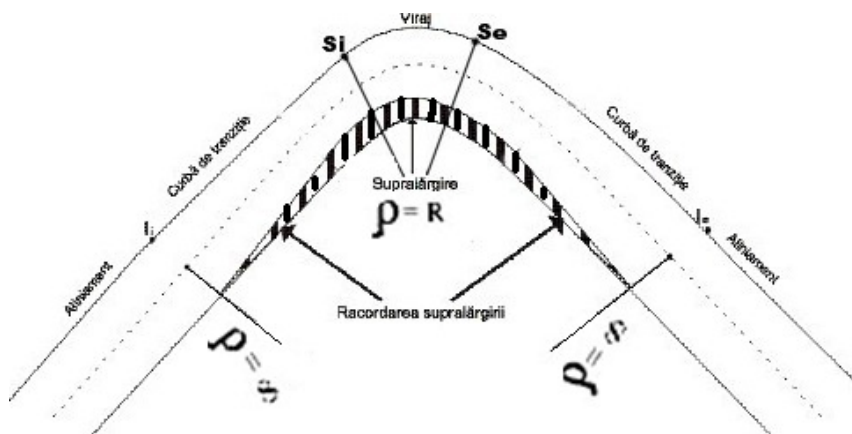


Fig. 8.2 Aplicarea supralărgirii în cazul racordării cu două arce de clotoidă și viraj în centru

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

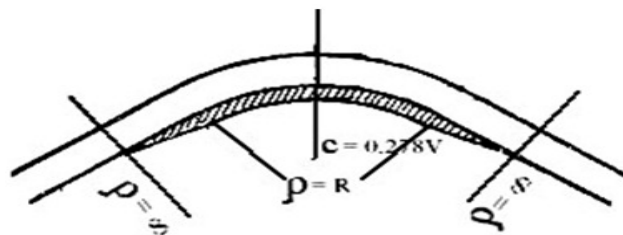


Fig. 8.3 Supralărgirea în cazul unei racordăricu două arce de clotoidă fără viraj în centru

8.2.9. Racordarea marginii supralărgirii la marginea părții carosabile nesupralărgite este numită **racordare în plan** și 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 părții carosabile în curbă nu se face în dauna acostamentelor, care își păstrează lățimea curentă din aliniament.

8.3. Convertirea și supraînălțarea căii în curbă

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

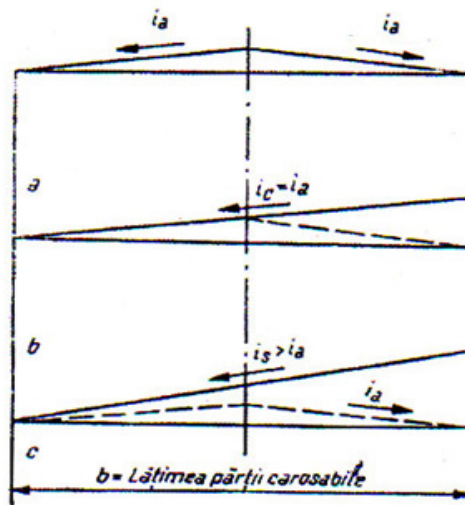


Fig. 8.4 Convertirea și supraînălțarea profilului transversal
a) profil cu două pante; b) profil convertit; c) profil supraînălțat

8.3.2. Mărimea pantei transversale unice în cazul profilului supraînălțat se determină cu relația:

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

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 curbilor supraînălțate (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 numește **racordare în spațiu**.

8.3.4. Racordarea în spațiu se poate realiza în mai multe feluri și anume:

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

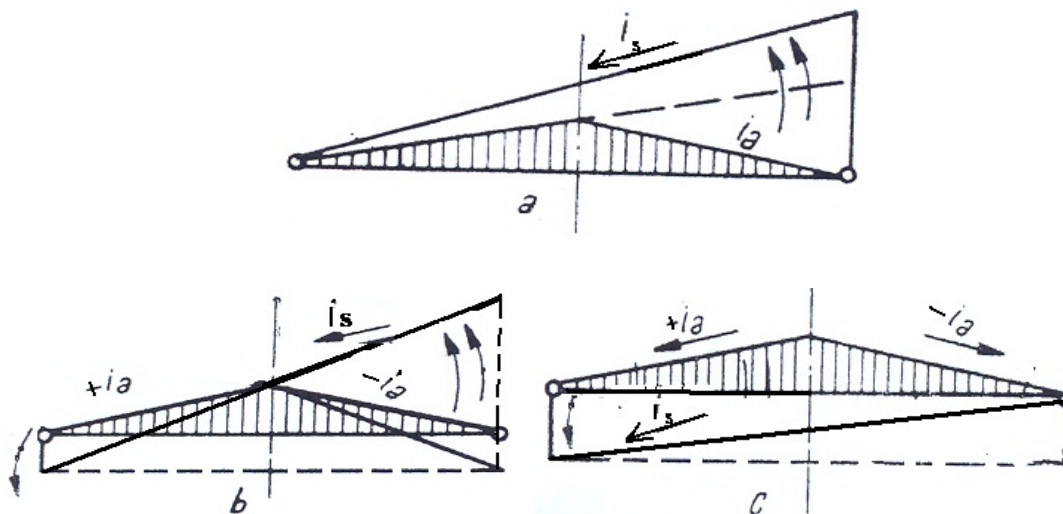


Fig. 8.5 Variante de realizare a racordării în spațiu

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:

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

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

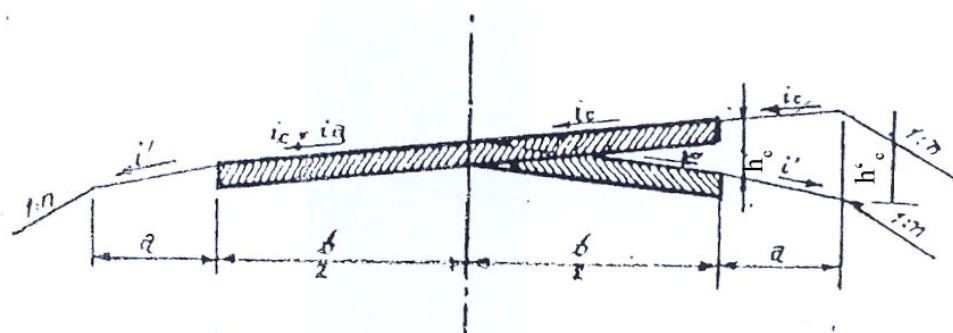


Fig. 8.6 Profil transversal convertit

Supralărgirile, când sunt necesare, au aceeași pantă ca și partea carosabilă (fig.8.7).

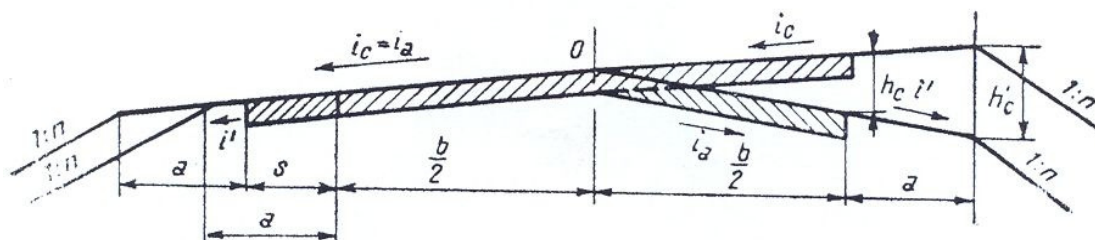


Fig. 8.7 Profil transversal convertit și supralărgit

Acostamentul (a) dinspre interiorul curbei își păstrează panta transversală curentă (i'), în timp ce acostamentul dinspre exteriorul curbei capătă aceeași înclinare transversală ca și calea (i_c).

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

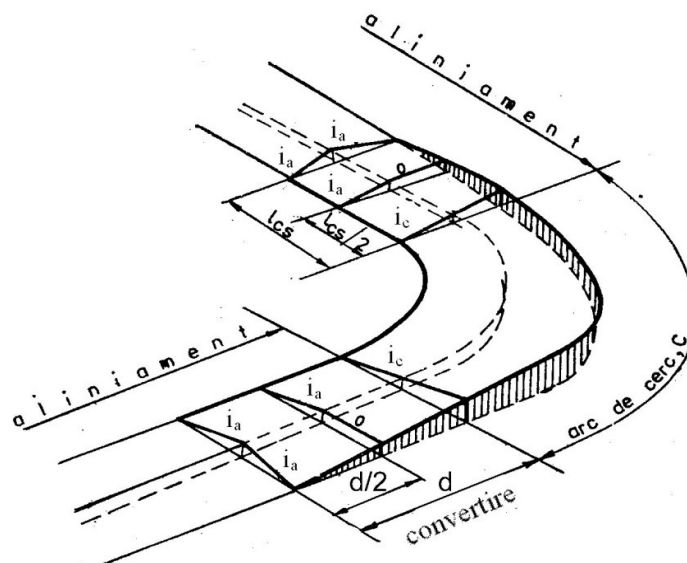


Fig. 8.8 Convertirea profilului transversal în cazul racordării cu arc de cerc

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 și supralărgit, menținându-se astfel până la ieșirea din curba arc de cerc (T_e), când se racordează, din nou, la aliniament.

8.3.8. La racordările cu arce de tranziție și viraj, deverul convertit se menține pe toată lungimea virajului, iar sectoarele de convertire, de la începutul și sfârșitul racordării, coincid cu lungimile curbilor de tranziție.

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 și supralărgirea, pe lungimea $C = 0,278V$, dispusă simetric față de bisectoarea unghiului de vârf, după care se racordează la aliniament pe restul fiecărei clotoide.

8.3.10. În cazul curbilor care solicită supraînălțare, aceasta se realizează, după terminarea operației de convertire, prin rotirea profilului convertit în jurul marginii interioare a părții carosabile nesupralărgite (fig.8.9).

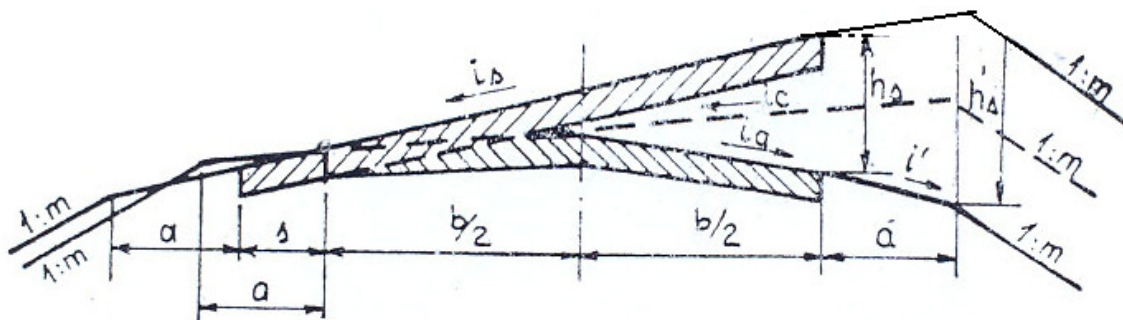


Fig. 8.9 Profil transversal supraînălțat și supralărgit

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

Supralărgirea va avea aceeași pantă transversală ca și calea.

8.3.11. Înălțimea de ridicare a marginii exterioare a părții carosabile supraînălțate, față de cota din aliniament, este:

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

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).

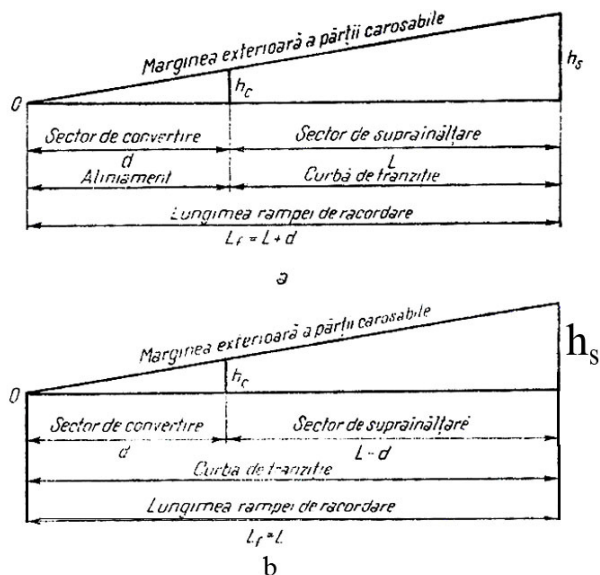


Fig. 8.10 Lungimea rampei de racordare

a) sector de convertire în aliniament; b) sector de convertire în curba de tranziție

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

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

în care: L_f este lungimea rampei de racordare; L – lungimea curbei de tranziție; d – lungimea sectorului de convertire, amplasat în aliniament, toate lungimile în metri, iar i_a și i_s – înclinări transversale în aliniament și în profil supraînălțat, exprimate sub forma tangentei unghiului de înclinare.

În cel de-al doilea caz (fig.8.12):

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

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

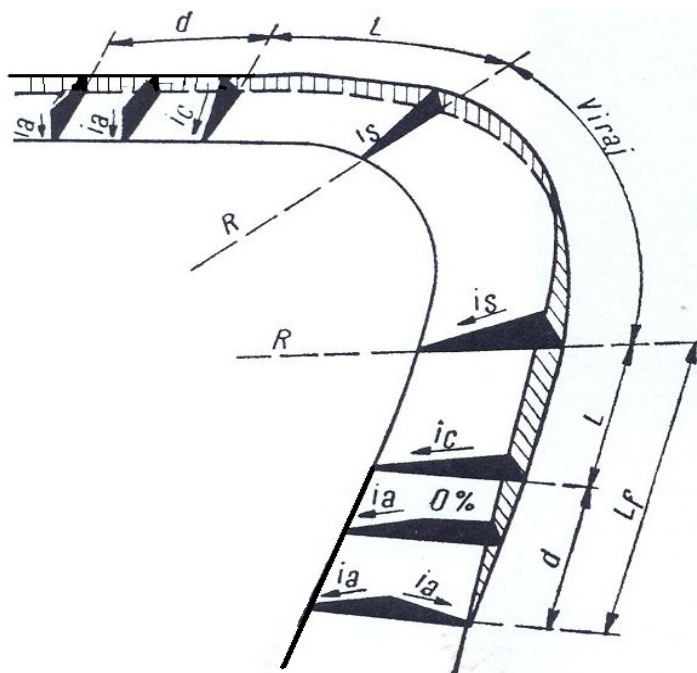


Fig. 8.11 Racordare în spațiu cu sectorul de convertire în aliniament

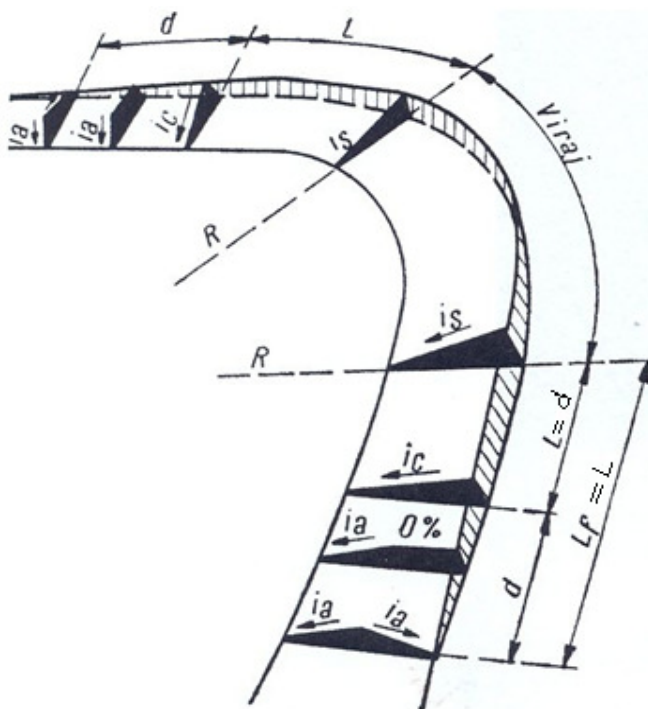


Fig. 8.12 Racordare în spațiu cu sectoarele de convertire și de supraînălțare amplasate în curba de tranziție

8.3.18. Dacă racordarea este alcătuită din două arce de clotoidă, fără viraj, profilul supraînălțat se păstrează, ca și 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 curbilor supraînălțate în conformitate cu procedeul descris mai sus, se va ține seama că pe lungimea sectorului de supraînălțare cotele punctelor din axul drumului se modifică față de o desfășurare normală a profilului longitudinal și de aceea cotele de pe profilul longitudinal, pe lungimea sectorului de supraînălțare și lungimea curbei supraînălțate se vor da pentru marea teoretică a părții carosabile nesupralărgite.

8.3.20. În cazul în care se urmărește menținerea pe profilul longitudinal, la reprezentarea liniei roșii, a cotelor din axul drumului, atunci trecerea de la profilul convertit la cel supraînălțat se va realiza prin rotirea, în continuare, în lungul sectorului de supraînălțare, a profilului convertit în jurul axei drumului, până la obținerea înclinării transversale i_s a profilului supraînălțat (fig.8.13).

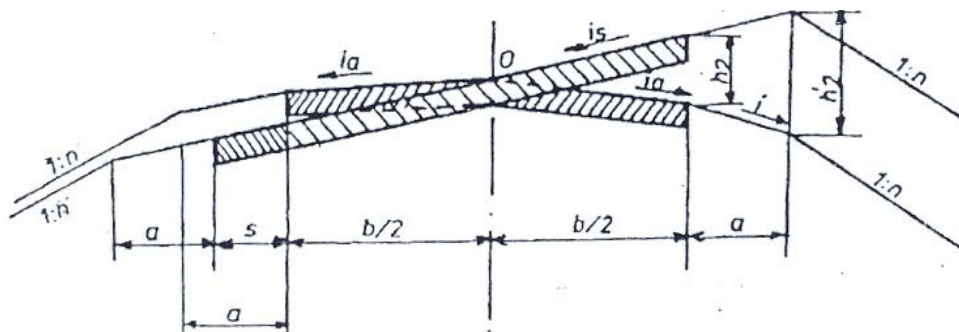


Fig. 8.13 Profil transversal supraînălțat și supralărgit cu menținerea cotelor din axul drumului

8.3.21. Varianta de realizare a racordării în spațiu prin menținerea nemodificată a marginii exterioare a părții 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 localităților, precum și în interiorul depozitelor și centrelor de sortare și preindustrializare a lemnului, nu se prevăd nici convertiri și nici supraînălțări, instalându-se indicatoare de reducere a vitezei de circulație.

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 și în spațiu, independent, conform celor arătate anterior.

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

8.4.3. Dacă aliniamentul dintre două curbe are lungimea mai mică de 1,4V – iar curbele sunt convertite sau supraînălțate, cele două curbe nu se mai amenajează în spațiu 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 tranziție, distanța dintre punctul tangentă ieșire (T_{ei}) din prima

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

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

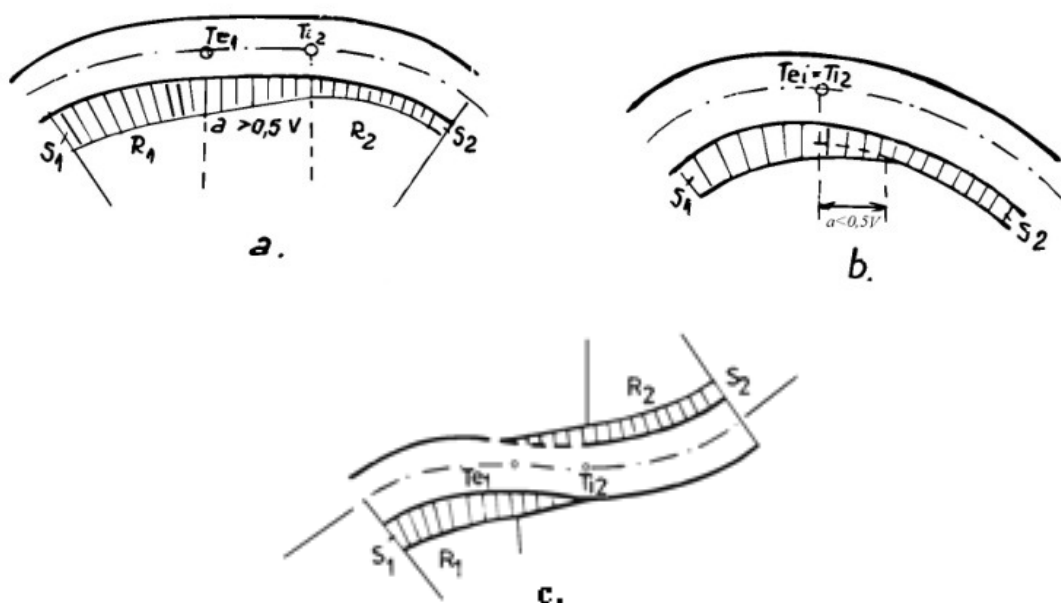


Fig. 8.14 Racordarea în plan a curbelor succesive

a) cazul curbelor succesive de același sens, cu aliniament intermediar $> 0,5 V$; b) cazul curbelor succesive de același 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 ieșire și tangentă intrare ale curbelor

8.4.6. La efectuarea racordărilor în spațiu se ține seama de razele curbelor și de faptul dacă cele două curbe sunt de același sens sau sens contrar.

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

- mărirea aliniamentului intermediar la o valoare mai mare de $1,4V$ prin modificarea razelor sau reamplasarea curbelor;
- înlocuirea celor două curbe și 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, și respectându-se condiția ca raportul dintre razele curbelor alăturate să fie cuprins între 0,75 și 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 și înlocuirea lui prin două arce de clotoidă, care să aibă origine comună, unde $R = \infty$, și să satisfacă relația:

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

în care A_1 și 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. Situațiile specifice ale racordării curbelor succesive în spațiu și modul lor de amenajare în ansamblu se prezintă în tabelul 8.5.

Tabelul 8.5.

Amenajarea în spațiu a curbelor succesive

Nr. crt.	Situația specifică	Mod de amenajare
A. Curbe succesive de același sens		
1	Ambele arce de cerc au raza mai mare decât raza recomandabilă (R_r). Nu s-au prevăzut curbe de tranziție	Curbele, având un profil transversal cu două pante, se consideră echivalente aliniamentului și 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 supraînălțare. Nu s-au prevăzut curbe de tranziție.	Rampa de racordare dintre ele se amplasează integral în aliniament sau parțial (parte aliniament și parte pe curba cu două pante).
3	Ambele curbe arc de cerc sunt convertite. Nu s-au prevăzut curbe de tranziție.	Pe toată lungimea aliniamentului intermediar se păstrează profilul convertit (fig.8.15a)
4	Una dintre curbe este convertită, iar cealaltă supraînălțată. Nu s-au prevăzut curbe de tranziție.	Profilul convertit al primei curbe se racordează direct la profilul supraînălțat al celei de-a doua curbe, pe lungimea aliniamentului intermediar, fără ca marginea exterioară a părții carosabile să depășească declivitatea maximă admisă.
5	Ambele curbe arc de cerc necesită profil supraînălțat și nu sunt prevăzute curbe de tranziție.	Profilul supraînălțat al primei curbe se racordează direct la profilul supraînălțat al celei de-a doua curbe pe lungimea aliniamentului intermediar, fără ca marginea exterioară a părții carosabile să depășească declivitatea maximă admisă.

6	Una dintre curbe este convertită iar cealaltă este supraînălțată și încadrată de clotoide.	Aliniamentul intermediar are profil convertit, iar sectorul de supraînălțare se amplasează pe lungimea curbei de tranziție (fig.8.15b)
7	Ambele curbe arc de cerc necesită profil supraînălțat și sunt prevăzute curbe de tranziție.	<p>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 supraînălțate ale arcelor de cerc, se face pe lungimea fiecărei clotoide (fig.8.15c₁);</p> <p>b) Dacă lungimea aliniamentului intermediar rămas între originile clotoidelor, este mai mică de 0,5V, atunci profilul supraînălțat al primei curbe arc de cerc se racordează direct la profilul supraînălțat al celei de-a doua curbe arc de cerc, astfel încât atât pe lungimea aliniamentului – cât și a celor două clotoide, profilul este supraînălțat (fig.8.15c₂)</p>
8	Cele două curbe care se succed sunt realizate fiecare din două arce de clotoidă, fără viraj în centru.	Sectoarele supraînălțate din centrul fiecărei racordări se racordează între ele pe lungimile clotoidelor intermediare, astfel încât și acestea capătă profiluri supraînălțate.
B. Curbe succesive de sens contrar		
9	Cele două curbe arc de cerc sunt convertite sau supraînălțate (ori una convertită și cealaltă supraînălțată) și nu sunt prevăzute curbe de tranziție.	Marginea supraînălțată (sau convertită) a primei curbe se racordează direct la marginea nemodificată a celei de-a doua curbe și invers (fig.8.16). Pe distanța 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.

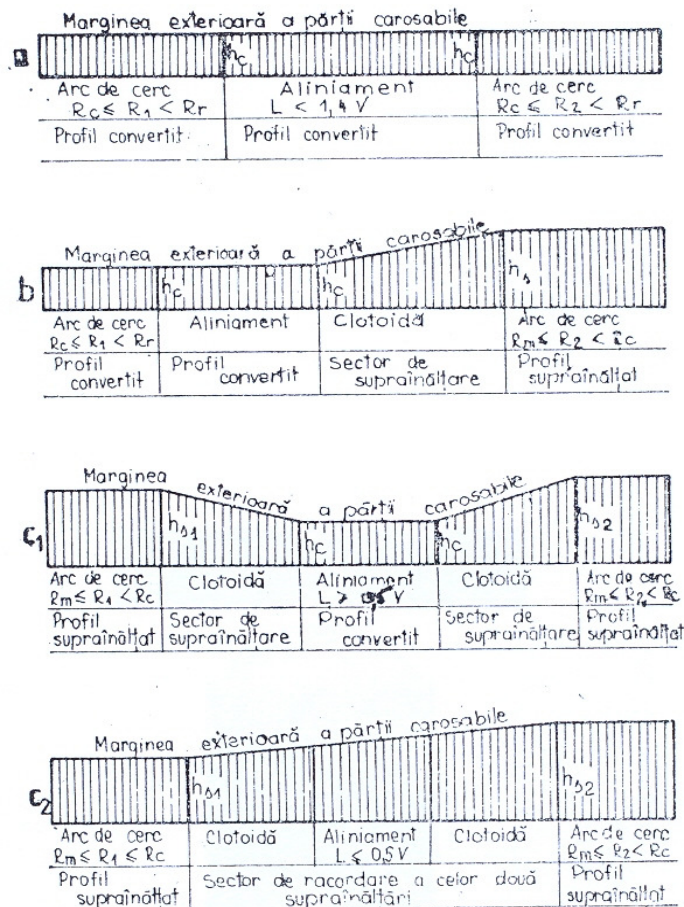


Fig. 8.15 – Racordarea în spațiu a curbilor succesive de același sens

- 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; c₁) 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; c₂) 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

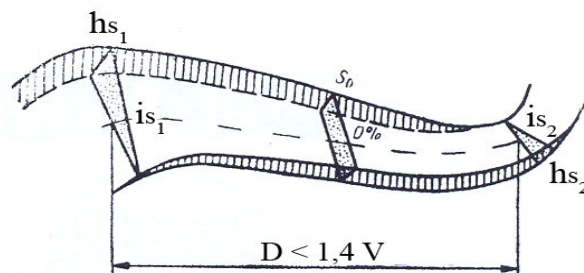


Fig. 8.16 Racordarea supraînălțărilor în cazul curbilor successive de sens contrar

8.5. Asigurarea vizibilității în curbă

8.5.1. Distanța de vizibilitate, prescrisă în funcție de viteza de proiectare, trebuie asigurată, în porțiunile 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 aceeași bandă de circulație, respectiv tăind curba în cazul a două benzi de circulație.

8.5.2. Măsurarea distanței 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 părții carosabile (fig.8.17). Coarda aferentă arcului AB reprezintă lungimea razei vizuale și marchează limita în interiorul căreia este necesară crearea condițiilor de vizibilitate (câmpul de vizibilitate).

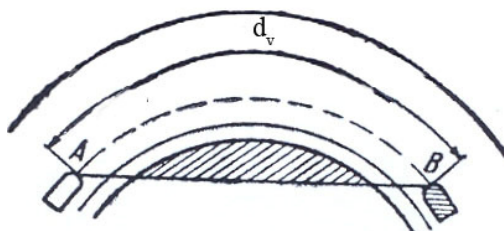


Fig. 8.17 Distanța de vizibilitate și raza vizuală în curbă

8.5.3. Determinarea câmpului de vizibilitate ce trebuie eliberat de orice obstacol (inclusiv vegetație) 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 poziții succesive ale vehiculului (1, 2, 3 etc.) și ale obstacolului (1', 2', 3' etc.), la distanțe corespunzătoare distanței de vizibilitate. Prin trasarea razelor și a înfășurătoarerilor acestora, numită **curbă de vizibilitate**, se delimitează câmpul de vizibilitate (fig.8.18 a).

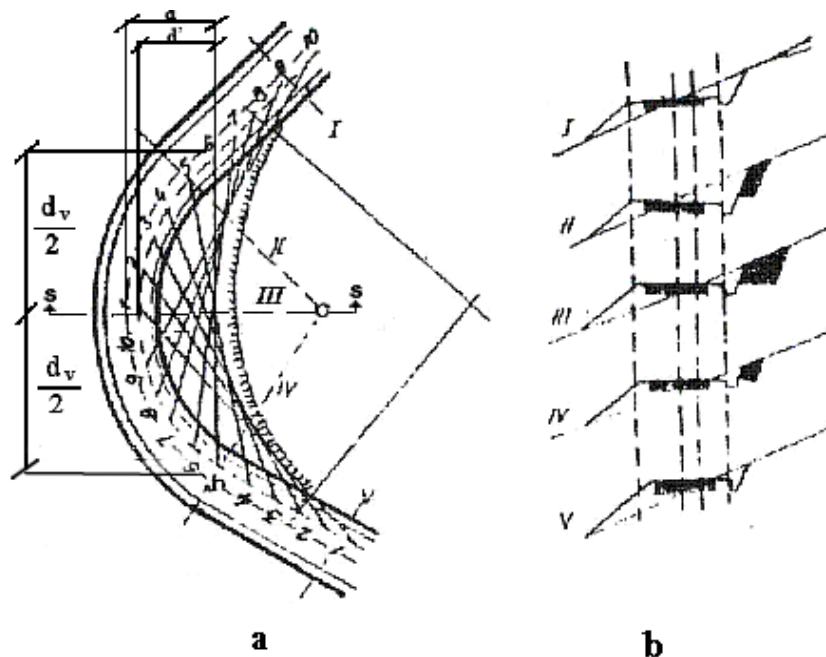


Fig. 8.18 Determinarea grafică a câmpului de vizibilitate:

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

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

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

$$d' = \frac{d_v^2}{8R}, \quad (8.9)$$

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

în care: d' este *distanța liberă laterală*, măsurată pe bisectoarea unghiului de vârf între înfășurătoare și axa benzii de circulație;

d – *măsura de vizibilitate*, considerată pe bisectoarea unghiului de vârf, între înfășurătoare și 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 porțiunea de la 1 m înălțime în sus, considerându-se că ochiul conducătorului vehiculului se află la cel puțin 1,20 m deasupra nivelului părții carosabile.

9. INFRASTRUCTURA DRUMURILOR FORESTIERE

9.1. Terasamente

9.1.1. Terasamentele, pentru a corespunde destinației lor, trebuie să fie stabile, durabile, ușor de întreținut și cât mai economice în ceea ce privește costurile de execuție și întreținere.

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 și îndepărtare a apelor subterane;
- sursele existente pentru procurarea materialelor de umplutură;
- locurile indicate pentru amplasarea depozitelor ecologice de rambleu;
- înclinările taluzurilor în rambleu și în debleu, pentru diferite terenuri întâlnite în lungul traseului și pentru diverse înălțimi ale terasamentelor, precum și pantele transversale minime și maxime pentru scurgerea apelor de pe ampriza drumului;
- aspecte climatice locale.

9.1.3. Prin proiectare se vor rezolva și preciza următoarele:

- forma și dimensiunile terasamentelor în profil transversal;
- natura terenului în care se execută;
- tehnica de execuție;
- volumul terasamentelor, inclusiv studiul mișcării pământului (ANEXA 9.1 și 9.2);
- asigurarea stabilității terasamentelor.

9.1.4. Forma și dimensiunile terasamentelor, natura terenului și asigurarea stabilității vor fi redate în fiecare profil transversal de execuție.

9.1.5. Se vor specifica și evalua, în cadrul proiectului, lucrările pregătitoare ce trebuie efectuate în vederea unei bune desfășurări a lucrărilor de execuție, respectiv: curățirea terenului de arbori, tufișuri și cioate; îndepărtarea pământului vegetal, asanarea zonei drumului (atunci când este cazul), profilarea traseului și 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 și a se putea observa modul lor de comportare în decursul unei perioade de îngheț – dezgheț.

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

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

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 execuției, înainte de așternerea suprastructurii, pentru a evita aducerea de două ori pe șantier a acelorași utilaje.

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

9.1.11. În cazul în care nu se pot evita terenurile cu capacitate portantă redusă și cele improprii pentru umpluturi (pământ vegetal, turbă, argilă umedă etc.) se vor adopta soluții care să prevadă realizarea unei podine de lemn pe zona respectivă, peste care se vor așterne materiale cu capacități 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 și de drenare a umpluturilor.

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

9.1.14. În vederea reducerii suprafețelor sustrate producției forestiere prin construcția drumului, protecției mediului înconjurător, precum și reducerii transporturilor de pământ și stâncă în depozite amplasate la distanțe mari, se va majora, acolo unde terenul permite, capacitatea de depozitare a rambleurilor prin una din următoarele metode:

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

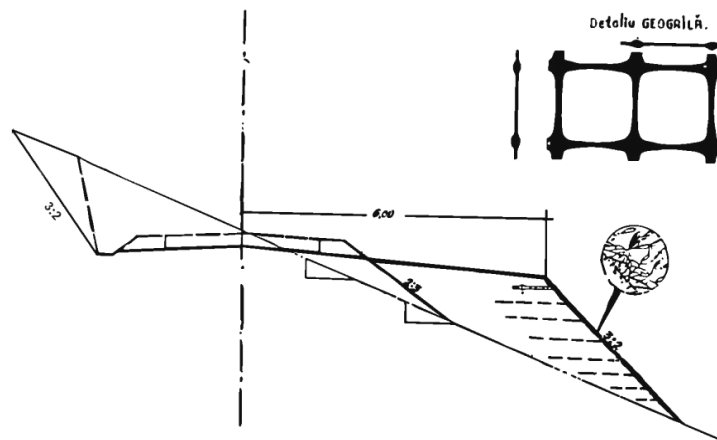


Fig. 9.1 Majorarea capacității de depozitare a rambleurilor prin folosirea geogridurilor

- **metoda parapetelor** realizați cu material lemnos din defrișări (fig.9.2);

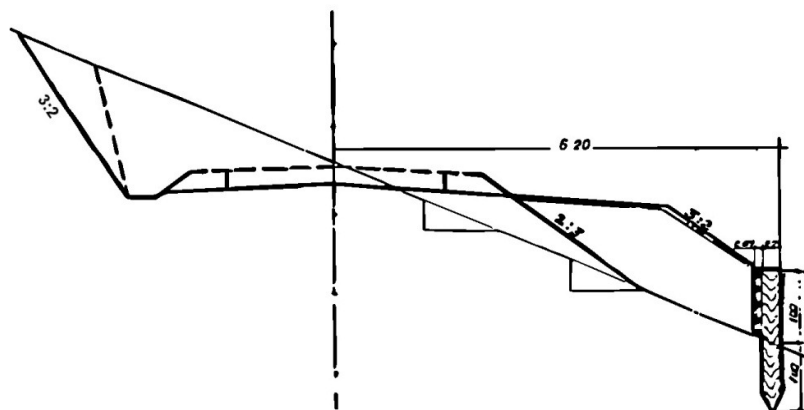


Fig. 9.2 Majorarea capacității de depozitare a rambleurilor prin folosirea parapetelor din lemn

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

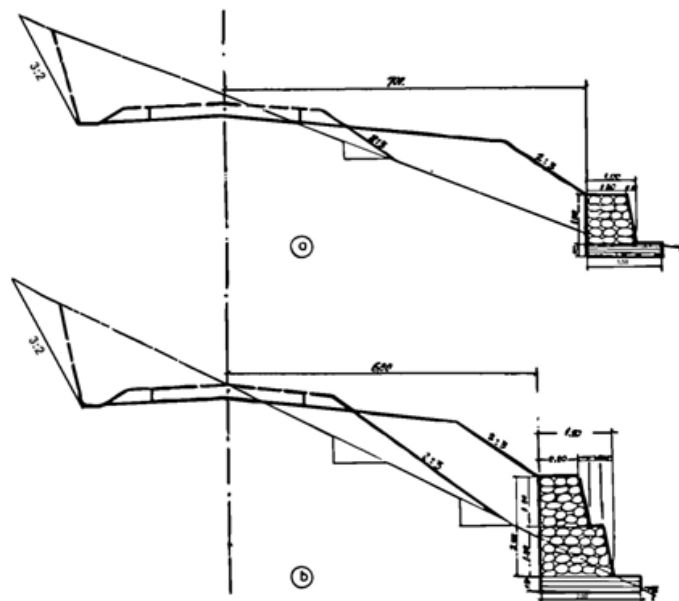


Fig. 9.3 Majorarea capacității de depozitare a rambleurilor prin folosirea gabioanelor:
a – gabioane amplasate pe un rând; b – gabioane amplasate pe două rânduri

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

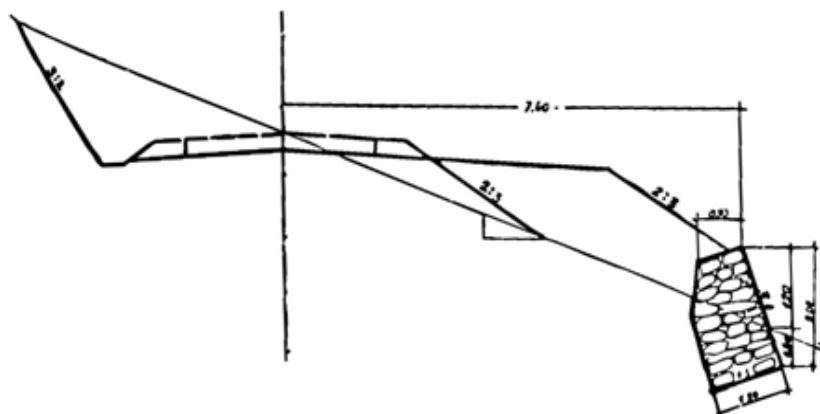


Fig. 9.4 Majorarea capacității de depozitare prin folosirea zidăriei uscate

9.1.15. În execuția drumurilor forestiere se va ține seama, în general, de prevederile și instrucțiunile de stat în vigoare, acceptându-se și unele derogări de exigență calitativă, nejustificată în cazul unor lucrări cu destinație specială, de importanță limitată și amplasate în zone izolate, sporind costul lucrărilor. Astfel, pentru apărări de maluri, sprijiniri ale versanților sau amenajări ale unor treceri prin vad, se admite folosirea betonului simplu sau

armat **preparat pe șantier** și nu obligatoriu al celui procurat de la stații centralizate, cu certificat de calitate, dar care trebuie adus de la distanțe mari, pe drumuri neîntreținute, fapt ce crește durata transportului și impune folosirea unor aditivi scumpi.

A. Executarea terasamentelor în pământ

9.1.16. Utilajul director la execuția terasamentelor în pământ va fi **excavatorul**, capabil să asigure execuția controlată, în sistem complet (platformă, șanțuri, taluzuri finisate) a terasamentelor în debleu, în rambleu și/sau în profil mixt, precum și așezarea anrocamentelor, manevrarea, așezarea în tranșee și acoperirea cu pământ a tuburilor pentru podețe (Foto 9.2 și 9.3) etc.



Foto 9.2



Foto 9.3

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

9.1.18. Capacitatea cupei excavatorului ($0,25...1,0 \text{ m}^3$) se alege în funcție de volumul de pământ ce trebuie săpat și încărcat în mijloace de transport.

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

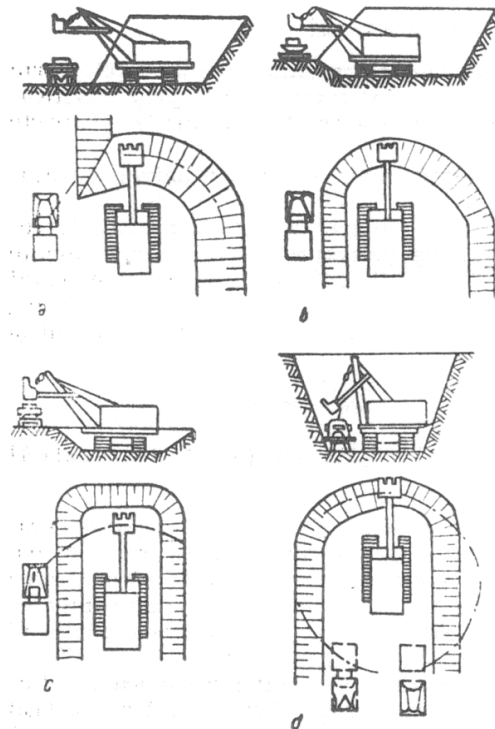


Fig. 9.5 Scheme de executare a debleurilor cu excavatorul:
a, b, c – prin curse longitudinale; d – prin săpare frontală

9.1.20. Înălțimea de excavație depinde de înălțimea necesară pentru umplerea cupei și poate atinge 5 m. Fronturile de lucru ale căror înălțimi depășesc înălțimea maximă de tăiere a excavatorului se fracționează, săpătura făcându-se în trepte.

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

9.1.22. Pământul săpat se descarcă, în funcție de condițiile de teren, direct în rambleu sau depozit (pe lungimea brațului 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) și stabilirea numărului lor se fac în funcție de volumul total și zilnic al transporturilor, de distanța de transport, precum și condițiile de teren și de execuție a lucrărilor.

9.1.24. În paralel cu transportul pământului se organizează și descărcarea, așternerea și compactarea acestuia în rambleu.

9.1.25. În zonele unde, datorită condițiilor locale, nu poate fi utilizat la execuția terasamentelor excavatorul, se va folosi, cu justificări tehnico – economice corespunzătoare,

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

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

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

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

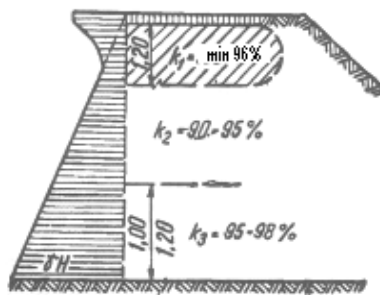


Fig. 9.6 Mărimea gradului de compactare

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

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

9.1.30. Se recomandă ca utilajele folosite la compactare să fie etalonate pe șantier privind adâncimea efectului de compactare și numărul de treceri pe același loc, necesar pentru obținerea gradului de compactare prescris. Orientativ, poate fi luat în considerare următorul număr de treceri pe același loc, în funcție 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 și, în cazul construirii drumurilor forestiere, se practică atât pentru realizarea platformei drumului în terenurile stâncoase, cât și în lucrările de exploatare a carierelor, pentru obținerea pietrei necesare infrastructurii și suprastructurii drumului.

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

- extinderea mecanizării lucrărilor;
- corelarea derocărilor cu săpăturile ce se execută în pământ, în special în sectoarele cu alternanță pământ – stâncă;
- alegerea metodelor de lucru care să corespundă condițiilor locale (tăria rocilor, stratificația, 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 securității muncii.

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

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

9.1.35. Operațiunile specifice lucrărilor cu explozivi sunt:

- aducerea pe șantier a utilajului și a materialelor necesare și 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 și burarea găurilor forate sau/și a carbonierelor amenajate;
- protejarea zonei;
- explodarea încărcăturilor;

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

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

9.1.37. Înainte de detonare, frontul exploziei se pregătește în vederea protejării mediului. Pentru aceasta, peste găurile forate se plasează, cu ajutorul brațului excavatorului, o **saltea amortizoare**, confecționată din cauciucuri uzate, secționate în zona radială, astfel încât să capete o formă aproape plană și care se assemblează între ele în benzi paralele, până se obțin lățimi de circa 6 m și 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 funcție de condițiile locale, **procedul găurilor de mină** sau **procedul găurilor de sondă**. Forările vor avea la bază scheme de forare, special concepute.

9.1.40. Procedul găurilor de mină se poate utiliza în toate categoriile de roci, dacă înălțimea frontului de lucru nu depășește 7 m. Găurile se forează cu perforatoare pneumatice și au un diametru de 25...75 mm.

Schemele de forare vor ține seama de înălțimea frontului de lucru, de numărul suprafețelor libere, de configurația masivului stâncos și de stratificație.

9.1.41. Găurile de mină pot fi verticale, înclinate sau orizontale, pot fi amplasate longitudinal (fig. 9.7) sau transversal (fig. 9.8) față de axul drumului și pot fi așezate, după necesități, pe un singur șir (fig. 9.9) sau pe două șiruri (fig. 9.10).

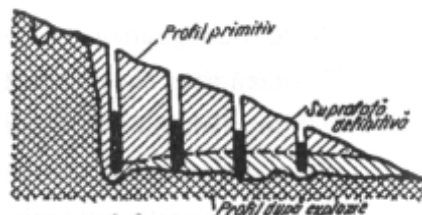
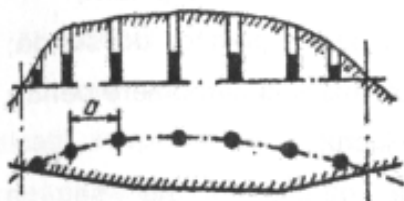


Fig. 9.7 Găuri de mină amplasate longitudinal Fig. 9.8 Găuri de mină amplasate transversal



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

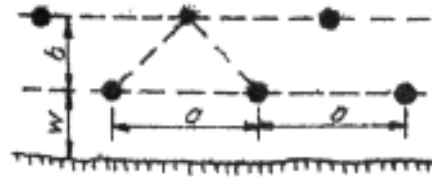


Fig. 9.10 Găuri de mină pe două șiruri:
 a – distanța dintre găuri pe același șir
 b – distanța dintre șiruri
 w – anticipanta

La stabilirea direcției de forare se ține seama de stratificație (fig. 9.11), iar pentru sporirea efectului exploziei se pot folosi și găuri convergente (fig. 9.12).

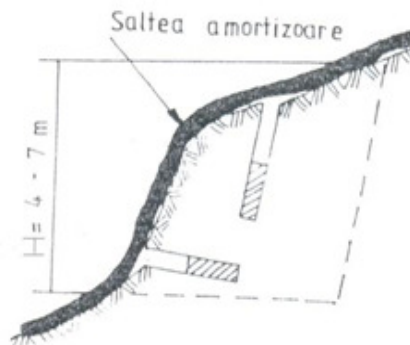


Fig. 9.11 Direcția găurilor de mină în funcție de stratificație
și saltea amortizoare

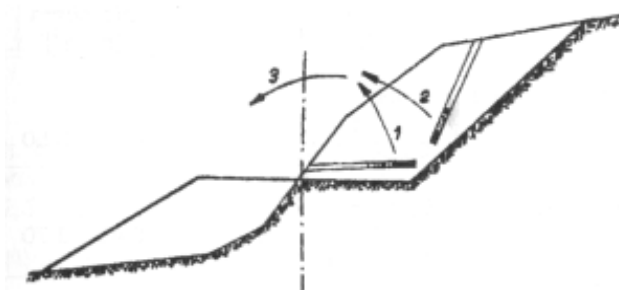


Fig. 9.12 Găuri de mină convergente

9.1.42. Dacă înălțimea frontului de lucru (h) nu depășește 4 m, găurile de mină se forează vertical sau ușor înclinat față de verticală, iar adâncimea lor va fi cu 10% mai mare decât h ; în cazul șanțurilor, găurile de mină vor fi dese și adânci de circa 0,40 m.

9.1.43. Dacă înălțimea frontului de lucru este de 4...7 m se forează atât găuri verticale cât și orizontale sau ușor înclinate.

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

Tabelul 9.1.

Elementele schemei de forare în cazul procedurii găurilor de mină

Specificații	Anticipant a (m)	Distanța între găuri (m)	Distanța între șiruri (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 și lungimea specifică a găurilor de mină sunt redată în tabelul 9.2.

Tabelul 9.2.

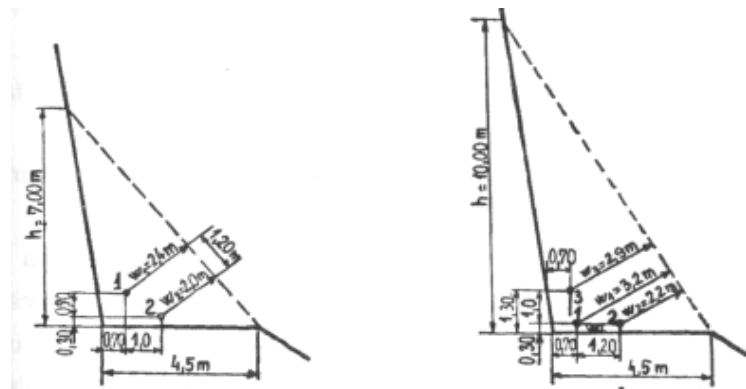
**Consumul specific pentru diferite categorii de explozivi
și lungimea specifică a găurilor de mină**

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

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

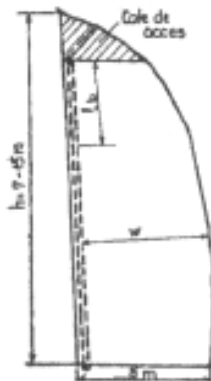
9.1.47. Găurile de sondă pot fi forate orizontal, vertical sau puțin înclinate față de aceste direcții.

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



*Fig. 9.13 Elementele schemei de forare pentru diferite înălțimi 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% și înălțimi mari ale frontului de lucru, pentru a se evita apariția de surplombe, cu pericole de accidentare, se vor practica găuri de sondă verticale sau ușor 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 funcție de duritatea rocilor, este de 0,55...0,92 kg/m³, când nitramonul este exploziv de bază, respectiv 0,35...0,65 kg/m³, 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 puțin 1/3 din lungimea lor.

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

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

în care r este raza pâlniei formate în stâncă în urma exploziei, iar w – anticipanta, respectiv distanța dintre încărcătura explozivă și cea mai apropiată suprafață 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 ușoare.

9.1.54. Îndepărtarea materialului derocat, în vederea degajării platformei drumului, se face în conformitate cu destinația 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 și degradarea arborilor aflați în aval de ampriza drumului, se vor executa parapeți de lemn (fig. 9.15);

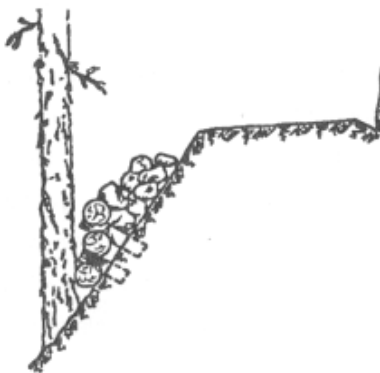


Fig. 9.15 Parapeți din lemn pentru reținerea pe versant a bolovanilor de stâncă proveniți din derocări

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

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

9.1.56. După realizarea derocărilor și finisarea terasamentelor, se vor identifica, pe toată ampriza drumului, zonele dezvelite prin derocări și se vor acoperi cu pământ vegetal, împrăștiat 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 vegetației pe taluzuri. Pământul, basculat din remorci, se împrăștie cu excavatorul.

9.1.58. La organizarea și executarea lucrărilor cu explozivi se va acorda, permanent, o atenție deosebită respectării normelor de tehnica securității muncii.

9.2. Lucrări de apărare – consolidare

9.2.1. Lucrările de apărare – consolidare urmăresc să protejeze terasamentele împotriva acțiunii distructive a factorilor climatici și să mențină calitatea și stabilitatea acestora pe toată durata exploatării drumului.

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

- colectarea și evacuarea apelor de suprafață (meteorice);
- colectarea și evacuarea apelor subterane;
- consolidarea și protejarea taluzurilor;
- sprijinirea terasamentelor;
- protejarea drumului împotriva avalanșelor de zăpadă.

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

9.2.4. La proiectarea și execuția lucrărilor de apărare – consolidare se vor respecta, în măsura posibilităților, următoarele deziderate:

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

A. Colectarea și evacuarea apelor de suprafață

9.2.5. Colectarea și evacuarea apelor de suprafață se face prin *șanțuri și rigole laterale, casiuri, șanturi de gardă și canale de evacuare*.

9.2.6. Șanțurile și rigolele laterale, precum și **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. Șanțurile de gardă servesc pentru interceptarea, colectarea și evacuarea apei de suprafață, care se scurge de pe terenul înconjurător spre terasamente, și poate provoca degradarea acestora sau supraîncărcarea șanțurilor laterale. De regulă, șanțul de gardă se amplasează la o distanță de cel puțin 5 m față de muchia debleului (fig. 9.16 a), pământul

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

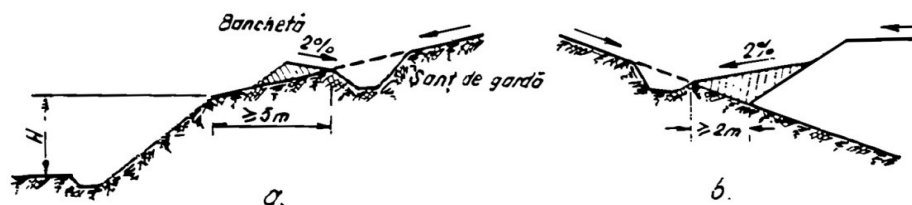


Fig. 9.16. Amplasarea șanțului de gardă:
a – în cazul debleului; b – în cazul rambleului

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

9.2.8. Canalele (șanțurile) de evacuare servesc la:

- preluarea apei din șanțurile colectoare și evacuarea ei de la terasamente în lateral, spre depresiuni sau spre poduri și podețe;
- 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 și unde apa ar putea stagna, provocând umezirea terasamentelor.

Traseul șanțurilor 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.

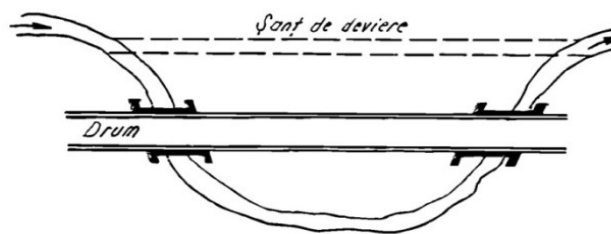


Fig. 9.17 Devierea unui curs de apă pentru evitarea podurilor

B. Colectarea și evacuarea apelor subterane

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

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



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

9.2.11. Drenurile închise sunt destinate numai colectării apelor subterane și 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.

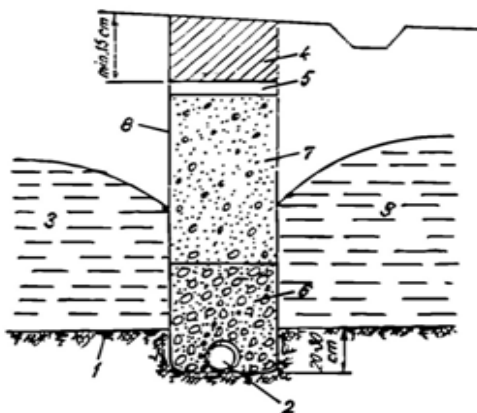


Fig. 9.19 Dren închis:

1 – strat impermeabil; 2- tub de minimum 10 cm diametru; 3 – pânză de apă; 4 – argilă;
5 – strat izolator (paie sau fân); 6 – pietriș sau piatră spartă; 7 – nisip; 8 – tranșee

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

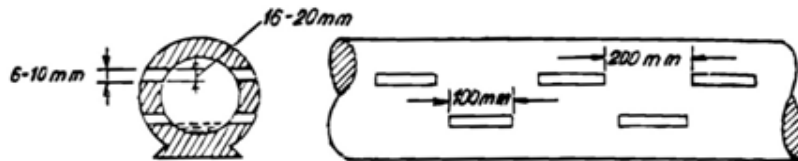


Fig. 9.20 Tub de dren cu fante

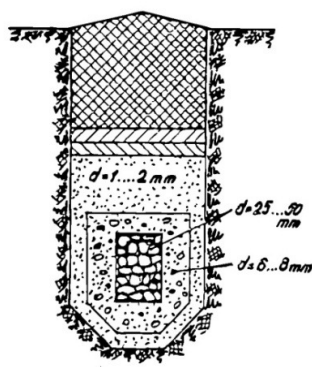


Fig. 9.21 Dren din umpluturi cu materiale pietroase (dren fără tub)



Fig. 9.22 Dren din zidărie de piatră

Drenurile fără tub pot fi utilizate pentru lungimi mici și 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).

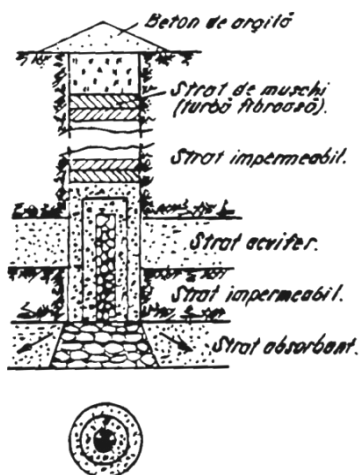


Fig. 9.23 Puț absorbant

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 și 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 și protejarea taluzurilor

9.2.13. Consolidarea și protejarea taluzurilor are drept scop prevenirea și/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 arbuști, acoperirea cu nuiele sau fascine, acoperirea cu brazde, protejarea cu cleionaje sau/și gărdulețe, acoperirea cu pereuri, protejarea cu plase simple sau torcretate, apărarea cu anrocamente, apărări cu gabioane, apărarea cu căsoaie și protejarea cu stabilopozii.*

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

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

Împrăștierea semințelor pe taluz se face direct pe acesta, fie pe un strat de pământ vegetal, de 10...15 cm grosime, așternut în prealabil.

9.2.15. Plantarea de arbori sau arbuști se realizează cu specii forestiere corespunzătoare condițiilor locale, atât din punct de vedere al consolidării drumului cât și sub aspectul utilității economice a speciilor, conform indicațiilor din ANEXA 9.3.

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

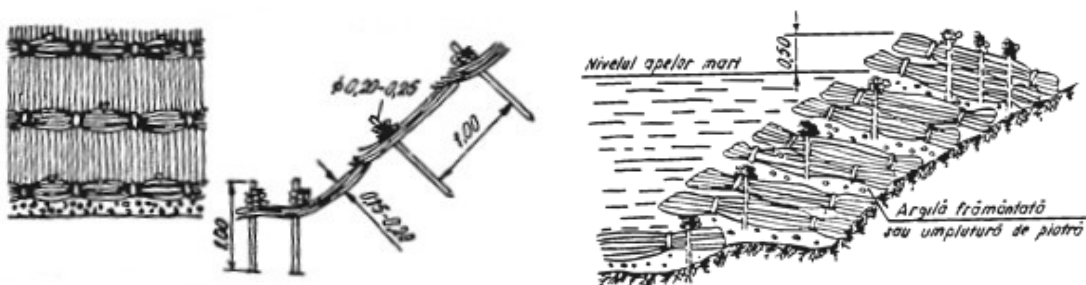


Fig. 9.24 Protejarea taluzului cu fascine

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



Fig. 9.25 – Protejarea cu brazde așezate suprapus

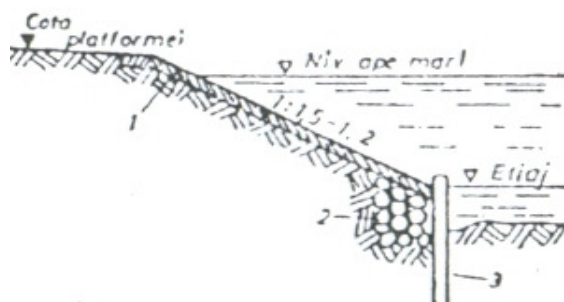


Fig. 9.26. Protejarea cu brazde și piatră
1 – brazde; 2 – piatră; 3 – piloți din lemn.

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

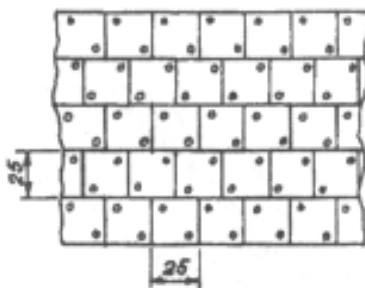


Fig. 9.27 Așezarea brazdelor în câmp continuu

La ultimul procedeu, la părțile superioară și inferioară a taluzului se execută o bandă continuă de brazde, având lățimea de minimum 50 cm.

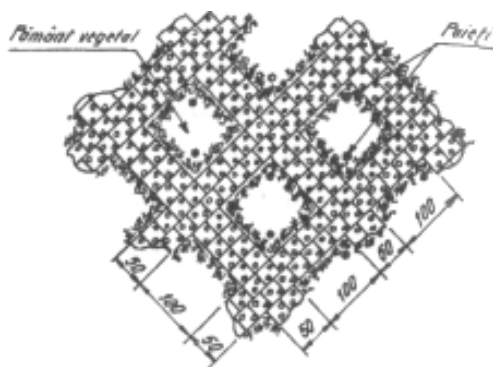


Fig. 9.28 Așezarea brazdelor în benzi astfel încât să formeze carouri

9.2.18. Protejarea cu caroiaje sau/și 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 nuiete împletite pe țărui bătuiți în pământ iar suprafețele din interior se îmbracă cu pământ vegetal și se însămânțează, plantează sau acoperă cu brazde. Se asigură astfel o protecție bună a taluzurilor împotriva spălărilor și lunecărilor superficiale.

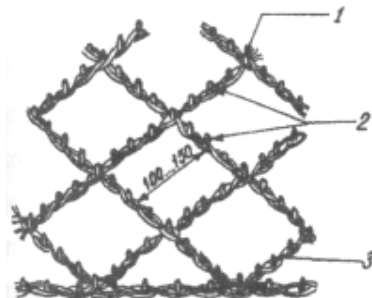


Fig. 9.29. Caroiaje din gărdulețe de nuiete împletite:
1-țărui de colț (100...150 cm); 2-țărui intermediar (75...100 cm); 3-împletitură de nuiete

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

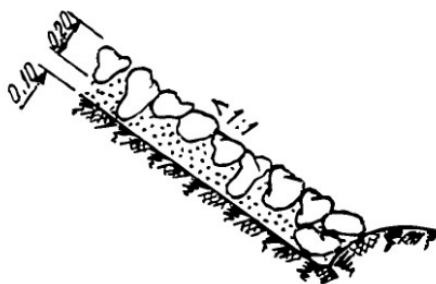


Fig. 9.30 Pereu din piatră brută

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

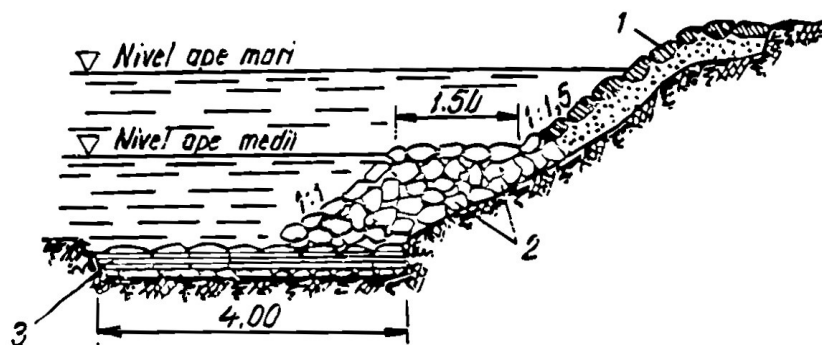


Fig. 9.31 Pereu din piatră pe anrocament cu fundație pe saltea din fascine
1 – pereu uscat; 2 – anrocament; 3 – saltea de fascine.

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 OB37 (bătute la distanțe de 2...4 m) ca protecție pe durata execuției unor lucrări la baza taluzului și se pot demonta ulterior; păstrarea lor favorizează fixarea vegetației pe taluz.

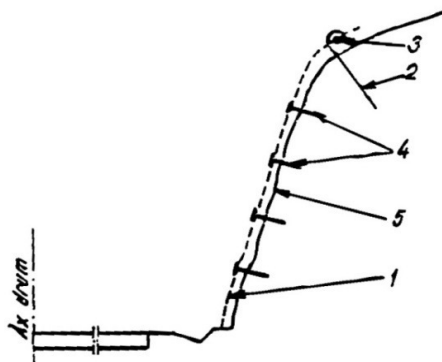


Fig. 9.32 Protejarea taluzurilor cu plase ancorate libere:
1 – plasă ancorată liberă; 2 – ancoră betonată; 3 – bară de legătură;
4 – piroane; 5 – taluz finisat

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

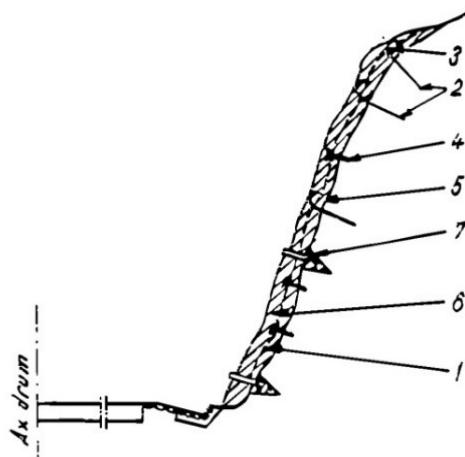


Fig. 9.33 Protejarea taluzurilor cu plase ancorate torcretate

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 folosește în regiunile unde piatra poate fi procurată cu ușurință la dimensiuni mari; se practică pentru consolidarea părților inundate ale taluzurilor de rambleu, aflate în lungul cursurilor de apă și apare sub forma unor pineni de secțiune trapezoidală sau triunghiulară (fig. 9.34).

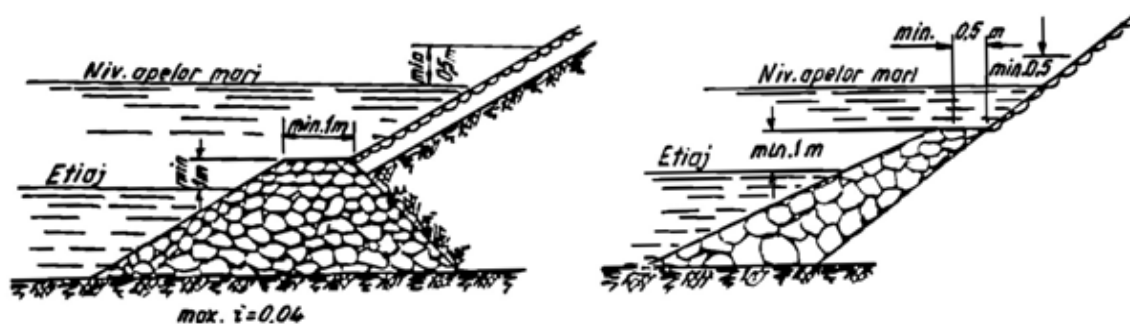


Fig. 9.34 Anrocamente

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

Anrocamentele permit mecanizarea parțială a execuției și contribuie și la sprijinirea terasamentelor.

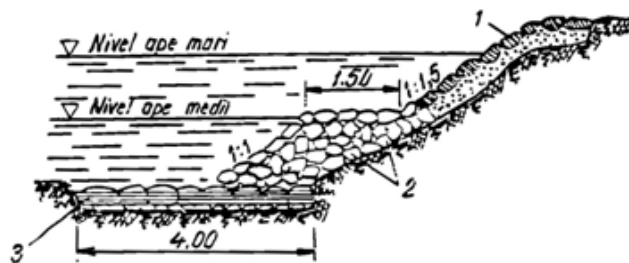


Fig. 9.35 Pereu din piatră pe anrocament cu fundație pe saltea din fascine
1 – pereu uscat; 2 – anrocament; 3 – saltea de fascine.

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

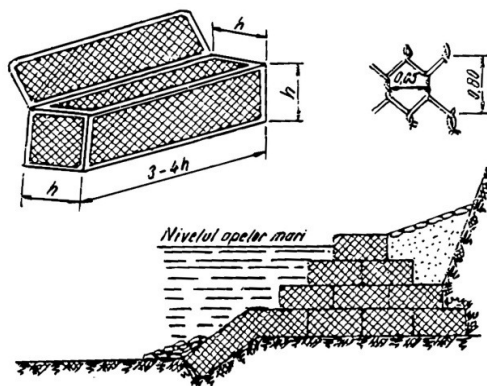


Fig. 9.36 Protejarea taluzurilor cu gabioane

În cazul terenurilor afuiabile, gabioanele – cutii se așează 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).

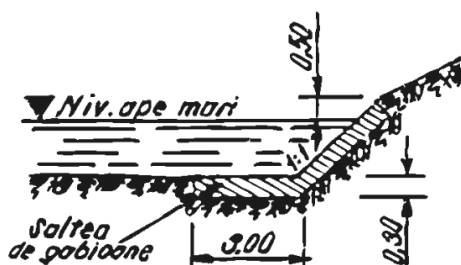


Fig. 9.37 Saltea de gabioane

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

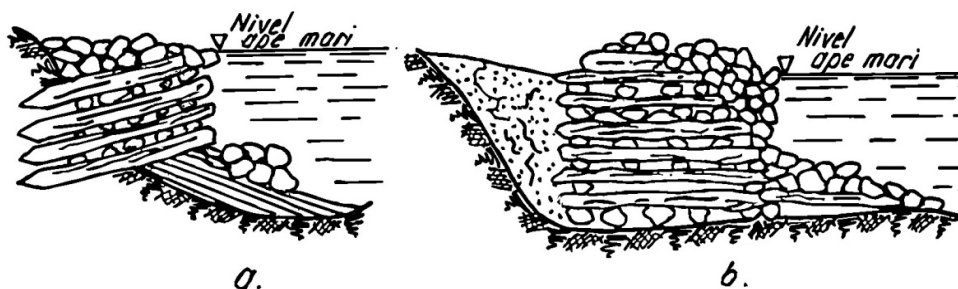


Fig. 9.38 Căsoaie din lemn: a - simplă; b - cu pereți dubli, compartimentată

9.2.24. Protejarea cu stabilopozi se poate utiliza, doar excepțional și în cazuri bine justificate economic, la drumuri forestiere care se desfășoară în lungul rețelei hidrografice. Stabilopodul este un corp spațial simetric cu patru picioare, terminate fiecare cu protuberanțe (fig. 9.39). Se confecționează sub formă de prefabricate din beton sau beton armat și are o masă de 2,1 t ($0,866 \text{ m}^3$).

Se așează legați sau nelegați între ei, sub formă de cordoane și servesc la disiparea energiei apei, protejând în acest fel corpul drumului. De obicei, se folosesc în combinație cu

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

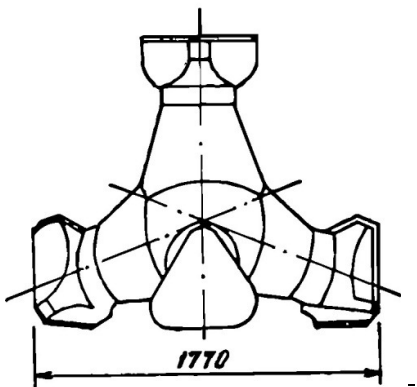


Fig. 9.39 Stabilopod

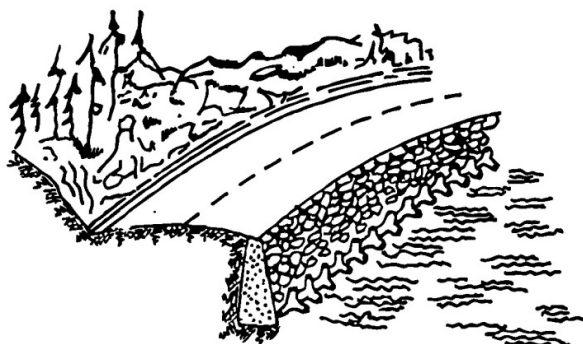


Fig. 9.40 Protejarea cu stabilopozi și ziduri de sprijin

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

Aplicarea pe taluz se realizează cu mașini speciale, cantitățile de materiale necesare la 100 m² fiind: 4 kg semințe, 4 kg îngrășămintă, 100 kg paie și 30 kg bitum rezidual. Mai nou se urmărește extinderea la prepararea mulch-ului a agroschemei.

9.2.26. Covoarele de iarbă sunt rogojini prefabricate din trestie și paie, peste care se împrăștie un amestec de turbă, îngrășămintă și semințe. Se livrează pe șantier sub forma de suluri, fiind apoi derulate pe taluz și fixate prin țărși.

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

9.2.27. Protecția antierozională a taluzurilor cu geotextile servește fie la protejarea taluzurilor împotriva acțiunii precipitațiilor și a vântului, fie pentru protejarea taluzurilor împotriva acțiunii valurilor și curenților de apă. Se disting următoarele procedee:

- acoperirea suprafețelor expuse cu un strat de geotextil care să asigure protecție până la fixarea și maturizarea unui covor vegetal, însămânțat anterior sau ale cărui semințe sunt conținute în geotextil (fig. 9.41 și fig. 9.42);

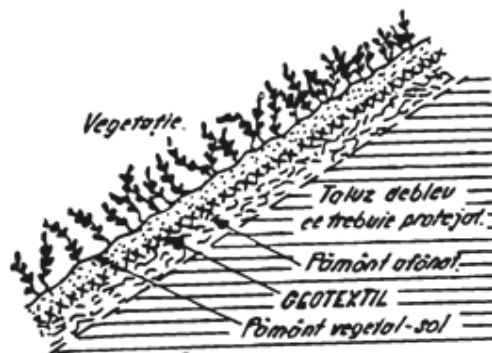


Fig. 9.41 Protecția antierozională cu geotextil, care se însămânțează ulterior

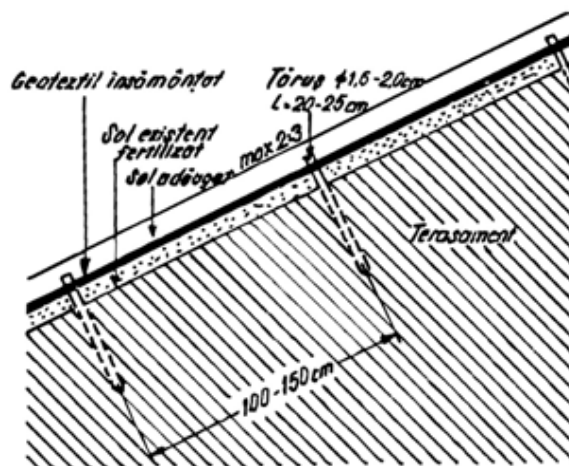


Fig. 9.42 Protecția antierozională cu geotextil însămânțat anterior fixării pe taluz

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

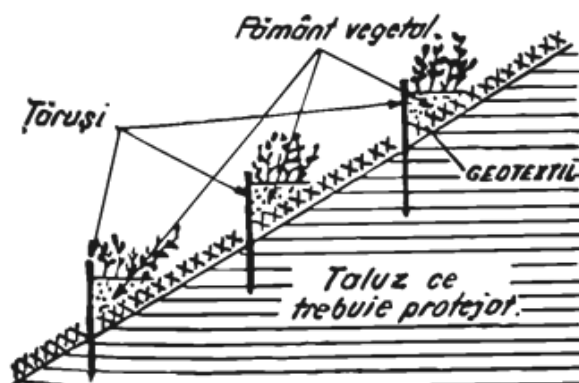


Fig. 9.43 Protecția antierozională cu geotextil și formarea de mici terase

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

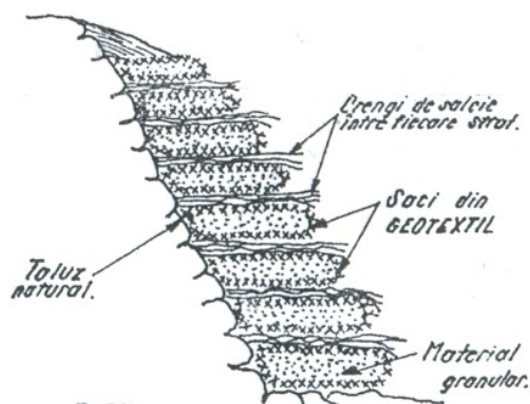


Fig. 9.44 Protejarea și stabilizarea unui taluz prin placarea cu saci din geotextil umpluți cu material granular și crengi de salcie

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

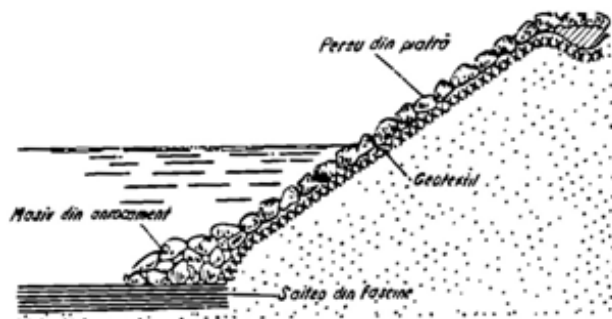


Fig. 9.45 Apărări ușoare de taluzuri, aflate în contact cu apa, cu folosirea de geotextile

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

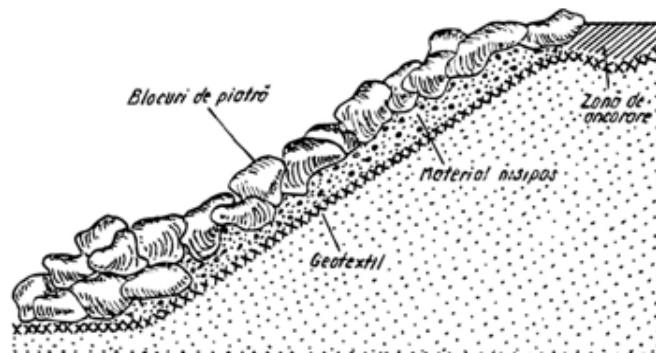


Fig. 9.46 Apărări grele de taluzuri, aflate în contact cu apa, cu folosirea de geotextile

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

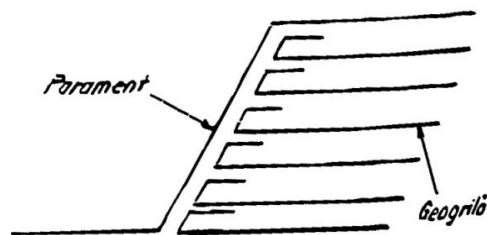


Fig. 9.47. Taluz abrupt armat cu geogrida

D. Sprijinirea terasamentelor

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

9.2.30. Zidurile de sprijin, în raport cu funcția îndeplinită, pot fi *ziduri de căptușire* sau *ziduri de rezistență*.

9.2.31. Zidurile de căptușire (fig. 9.48) nu preiau împingeri ale pământului, având doar rol de protecție 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 funcție de starea rocii protejate, grosimea zidăriei fiind de 0,40 m la coronament și $(0,40 + h/10)$ m la bază.

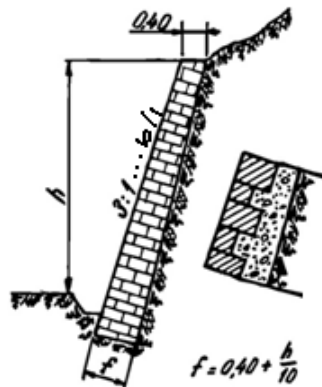


Fig. 9.48. Zid de căptușire (fruct 3/1...10/1)

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

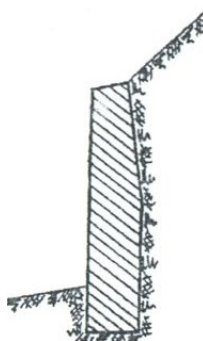


Fig. 9.49 Zid de rezistență

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

Zidurile de rezistență, 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 și încastrat în corpul terasamentului și talpa fundației așezată pe saltele de fascine de răchită.

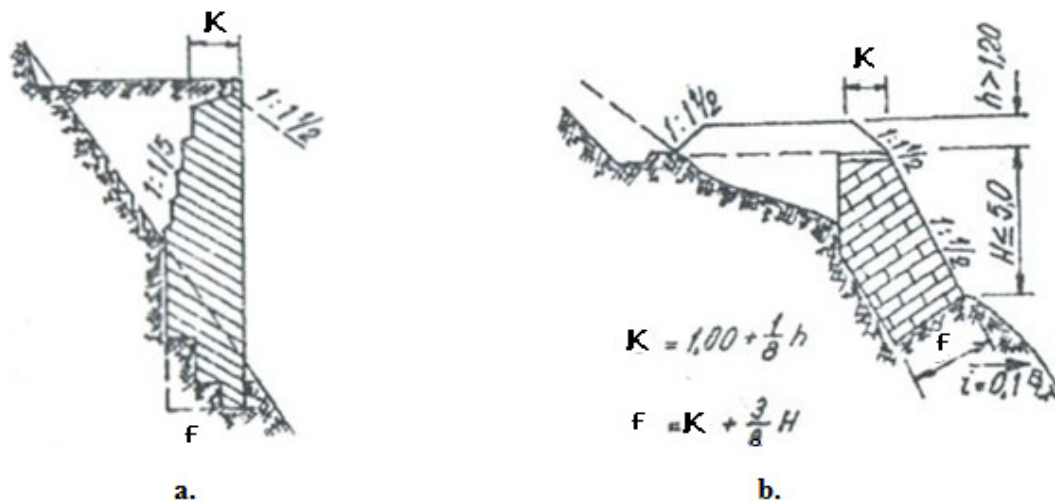


Fig. 9.50 Zid de platformă (a) și zid de picior (b)

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

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

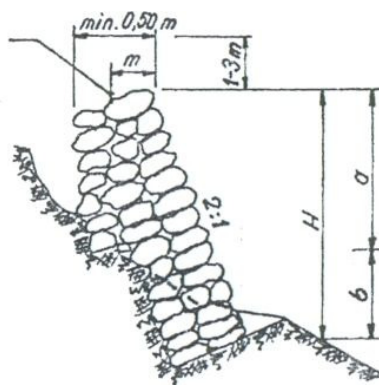


Fig. 9.51 Zid de sprijin din zidărie uscată de piatră
 a – înălțime elevație; b – înălțime fundație; H – înălțime totală

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

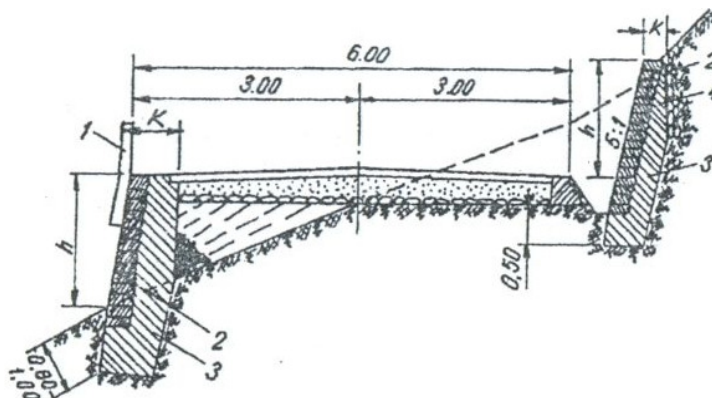


Fig. 9.52 Zid de sprijin din beton cu paramentul văzut din zidărie cu moloane:
1 – parapet; 2 – coronament; 3 – beton C 12/15; 4 – dren; K – lățimea zidului la coronament

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

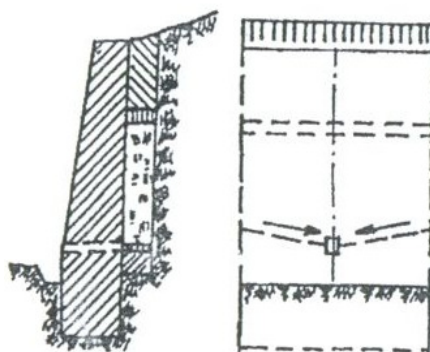


Fig. 9.53 Zid de sprijin cu dren și barbacane

În locul soluțiilor clasice, drenul din spatele zidului se poate rezolva și prin utilizarea pământului armat cu un geotextil cu capacitate de filtrare (fig. 9.54). Geotextilul se așterne pe întreaga suprafață a construcției, imediat în spatele zidului, preluând integral funcția de drenaj (soluția A) sau poate lucra în combinație cu o umplutură drenantă, situație în care geotextilul

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

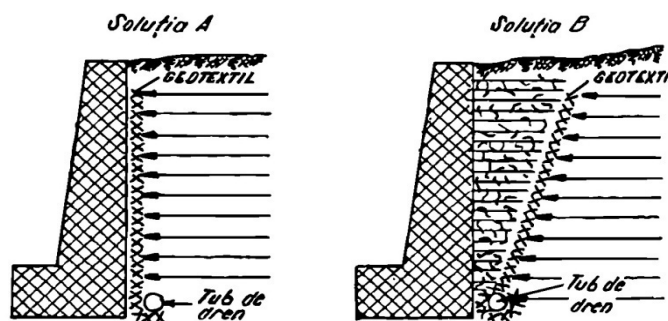


Fig. 9.54 Sisteme de drenaj cu geotextile în spatele zidurilor de sprijin

9.2.34. Zidurile de rezistență se dimensionează în funcție de convoiul de calcul admis, caracteristicile fizico-mecanice ale pământului sprijinit și ale terenului de fundare, precum și 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 și a presiunilor efective. În cea de a doua variantă, tabelele se referă la ziduri de sprijin tip și oferă dimensiuni gata verificate, care impun doar adaptarea lor la teren.

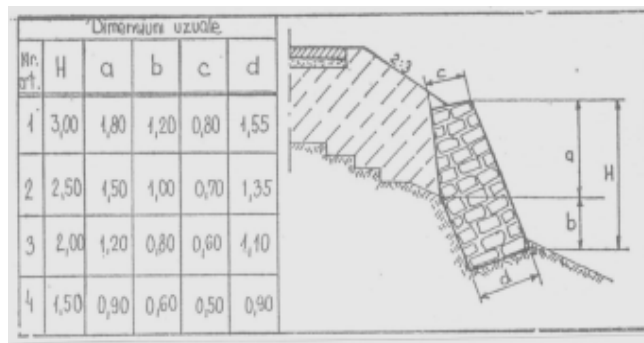
În prima variantă valorile se aleg în funcție de înălțimea masei de pământ care împinge și de prescripțiile constructive. În continuare, se calculează, pe de o parte solicitările asupra zidului (împingerea pământului), iar pe de altă parte reacțiunile provenite din greutatea proprie a zidului și se fac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

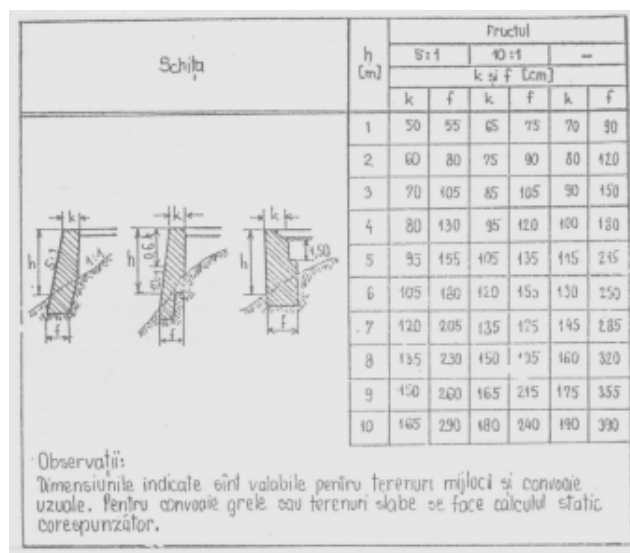
Tabelul 9.3

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



Tabelul 9.4

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



Tabelul 9.5

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

Fruct 5:1																		
H (m)	h (m)																	
	1	2	3	4	5	6	7	8										
	k, f, k, f, k, f, k, f, k, f, k, f, k, f, k, f, k, f																	
0-2	50	55	50	75	60	85	65	115	75	140	90	65	105	130	120	220	Ziduri cu mortar	
3	50	55	50	75	60	85	70	120	80	145	95	170	115	100	130	230		
6	50	55	50	75	65	100	75	125	90	150	110	180	130	210	145	240		
9	50	55	50	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	Ziduri uscale	
0-2	65	70	70	85	80	110	90	130	105	165	125	195						
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	70	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	60	70	65	85	60	115	65	145	70	175	80	200	90	225	Ziduri uscale	
0-2	60	60	65	70	70	85	80	115	90	145	105	175	110	205	130	235		
3	60	65	65	70	70	90	80	120	90	150	105	180	110	210	130	240		
6	60	65	65	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 relației de calcul rezultate din aplicarea teoriei lui Coulomb).

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

Verificarea condițiilor de stabilitate și presiune se face cu relațiile clasice, condițiile ce trebuie îndeplinite fiind:

- coeficientul de rezistență la răsturnare μ :

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

- coeficientul de stabilitate la alunecare pe talpa fundației k :

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

- presiunea efectivă pe talpa fundației (p_{ef}) să nu depășească presiunea admisibilă pe teren (p_a); în mod excepțional se poate admite o depășire de 20%:

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

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

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

- raportul presiunilor maximă și minimă să nu depășească valoarea 3...5, adică:

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

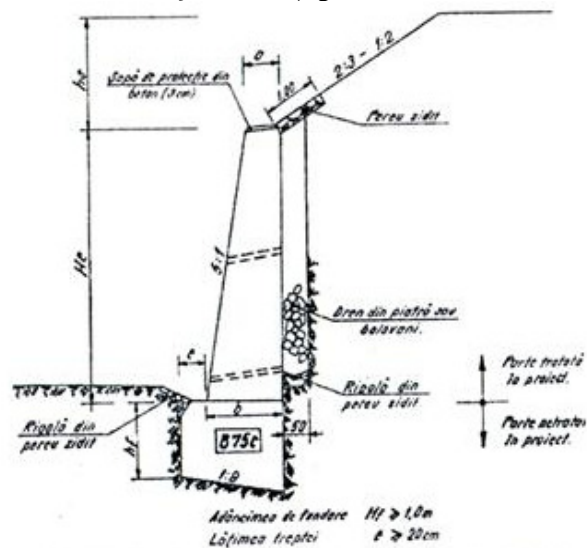
În cea de a doua variantă, **tabelele uzuale** sunt întocmite pe tipuri de ziduri de sprijin. Astfel:

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

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

Tabelul 9.6.

Dimensiuni și cantități pentru 1metru de zid de sprijin (rambleu sau debleu)



h_s	H_0	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 construcția de drumuri forestiere începând cu data de 1 ianuarie 1981.

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

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

Tabel 9.7

**Dimensiunile și 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	
8,00	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	
	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	

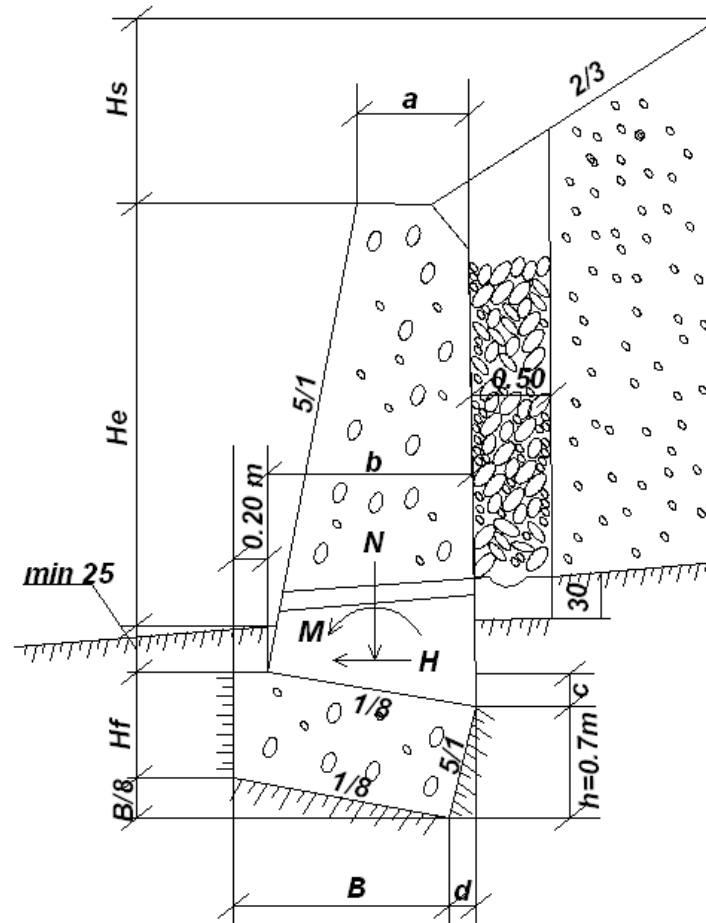


Figura anexă la tabelul 9.7.

Din tabel se extrag, pentru elevație: lățimea zidului la coronament (a), lățimea zidului la bază (b), suplimentul de înălțime din partea paramentului nevăzut (c) și volumul elvației (V_e). Pentru fundație, tabelul redă dimensiunile H_f , B , dimensiunile suplimentare d și e , precum și volumul fundației V_f .

Elementele din tabel sunt verificate atât din punct de vedere al împingerii pământului (pentru elevație), cât și al presiunii (pentru fundație).

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 redată în **tabelul 9.8.** și 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			Suprafața secțiunii	
	a	b	B	Elevație	Fundație
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 prezenței unor suprafețe de alunecare, stabilitatea și sprijinirea acestora poate fi asigurată și prin **piloți de susținere** (diametru 25...35 cm), executați din lemn impregnat (fig. 9.55). Numărul, secțiunea și adâncimea lor de pătrundere în stratul stabil se determină prin calcul, astfel încât să reziste la forțele de deplasare transmise de masa de pământ pe care o sprijină.

În funcție de condițiile locale se amplasează pe un singur șir sau pe mai multe șiruri.

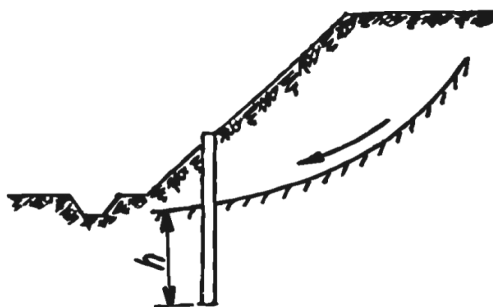


Fig. 9.55. Sprijinirea terasamentului cu piloți

E. Protejarea drumurilor forestiere împotriva avalanșelor de zăpadă

9.2.36. Protejarea drumurilor forestiere împotriva avalanșelor de zăpadă se face, de obicei, în cazul unor altitudini de peste 1000 m și cu versanți puternic înclinați (pante peste 60%).

9.2.37. Măsurile de apărare a sectoarelor de drum amenințate de avalanșe constau dintr-un complex unitar de construcții și amenajări care au drept scop fie **prevenirea producerii avalanșelor**, fie **combaterea** lor.

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

9.2.39. Combaterea avalanșelor se realizează prin diferite construcții și amenajări speciale, care se clasifică în: **lucrări de protecție activă** și **lucrări de protecție pasivă**.

9.2.40. Lucrările de protecție activă urmăresc stabilizarea stratului de zăpadă, în amonte de drum, împiedicând astfel declanșarea avalanșei, și constau din: *plantații, amenajări de terase, baraje de zidărie* sau *prefabricate de beton, greble* etc.

Greblele paravalanșe (fig. 9.56) pot fi rigide sau elastice, penetrabile și se dispun pe curba de nivel, în șiruri paralele continui sau alternante.

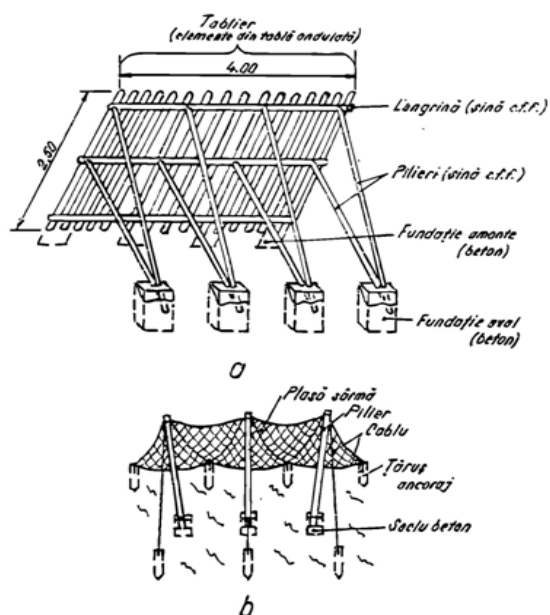


Fig. 9.56 Greble paravalanșe
a – greblă metalică (rigidă); b – greblă din plasă de sârmă elastică

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

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

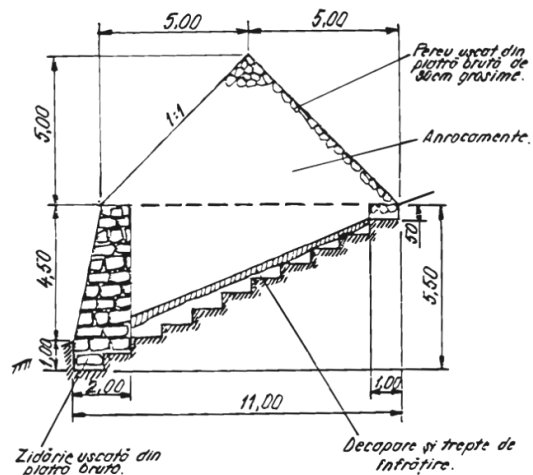


Fig. 9.57. Con de frânare din anrocamente și zidărie uscată

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

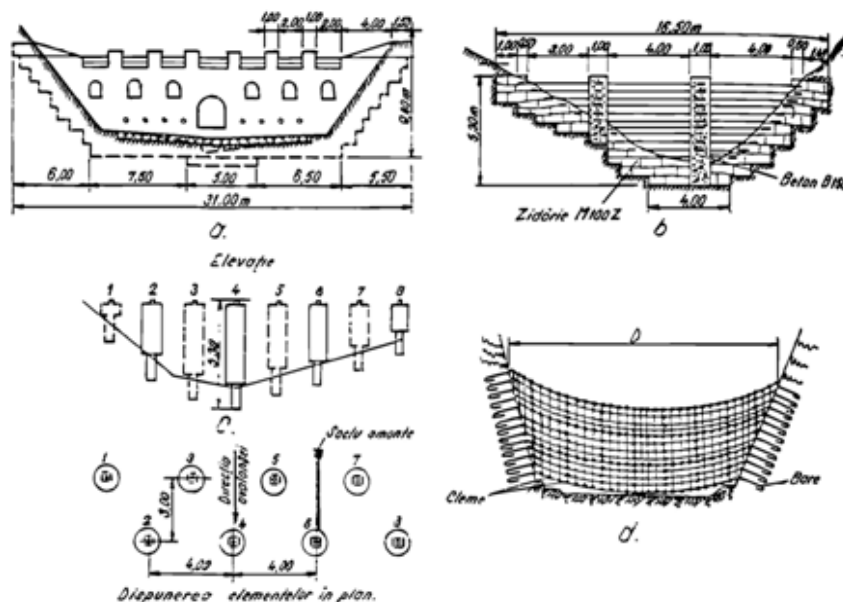


Fig. 9.58 Baraje de frânare și depozitare

*a – din zidărie de piatră cu mortar de ciment; b – din stâlpi de beton și șine;
c – din stâlpi de beton și anvelope din cauciuc; d – din cabluri*

Lucrările pentru devierea avalanșelor constau din *diguri masive* executate din pământ sau zidărie și amplasate pe ambele părți ale culoarului sau pe o singură parte (fig. 9.59), dispuse oblic față de direcția de scurgere a avalanșei (cu un unghi maxim 60^0) și care conduc avalanșa către terenuri goale, de preferință în contrapantă.

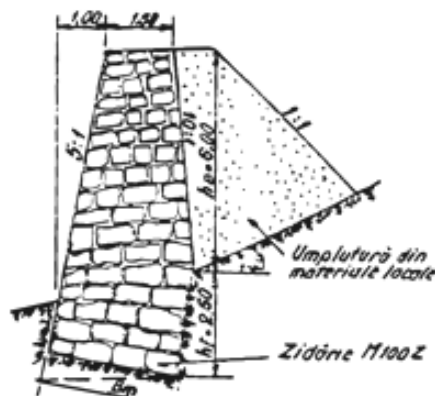


Fig. 9.59 Dig de deviere

Lucrările de apărare prin acoperire se execută sub formă de *copertine* (fig. 9.60) și îmbracă întregul drum, realizând o protecție absolută. Copertinele se recomandă în cazul porțiunilor de drum amplasate pe versanți cu pante mai mari pentru ca zăpada ce se scurge peste drum să aibă suficient loc de depozitare. Construcția va depăși lățimea culoarului propriu-zis și va fi prevăzută cu timpane suficient de înalte (1,5...2 m), prelungite, atunci când este cazul, cu diguri de canalizare a avalanșei.

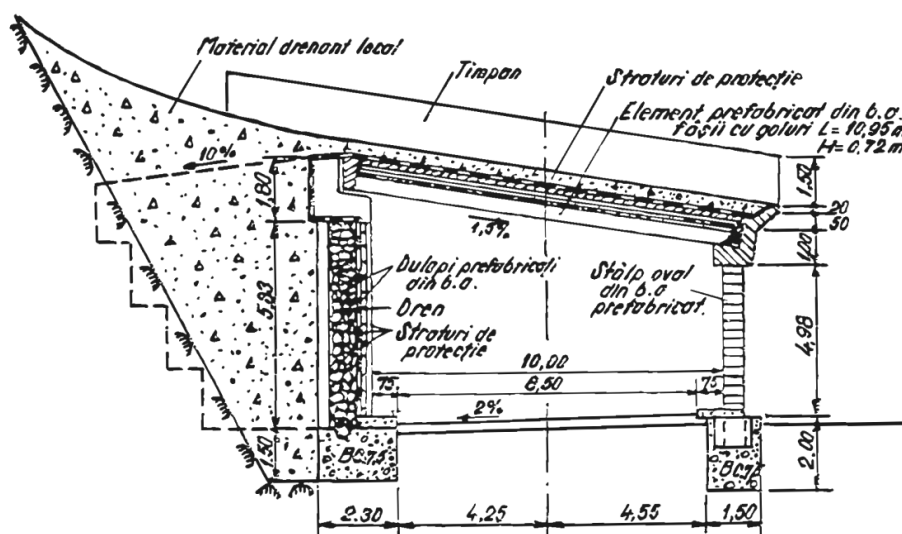


Fig. 9.60 Copertină

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

9.3. Lucrări de artă

A. Considerații generale

9.3.1. Lucrările de artă asigură continuitatea părții 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 comunicație, străpungeri de stânci masive, zone instabile etc.). Din categoria lucrărilor de artă fac parte **podurile, podețele, viaductele, pasajele denivelate și tunelele**.

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

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

9.3.2. În mod convențional, **podețele** 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 și podețelor se va urmări restrângerea la minimum a soluțiilor bazate pe beton și beton armat, fără a le exclude total, acordându-se prioritate **soluțiilor alternative**, bazate pe folosirea lemnului, ca material local, precum și a tablierelor din lemn stratificat etc. realizate uzinat.

B. Treceeri prin vad

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

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

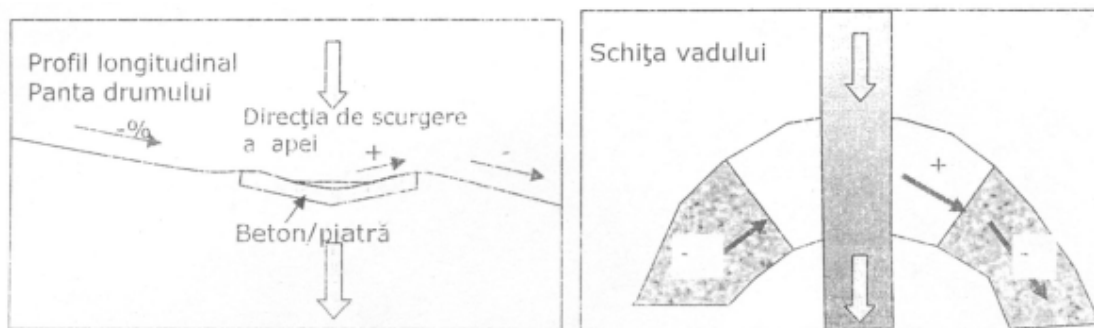


Fig. 9.61 Trecere prin vad

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

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

9.3.6. Căptușirea 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 așezat pe straturi de piatră (fig. 9.64).

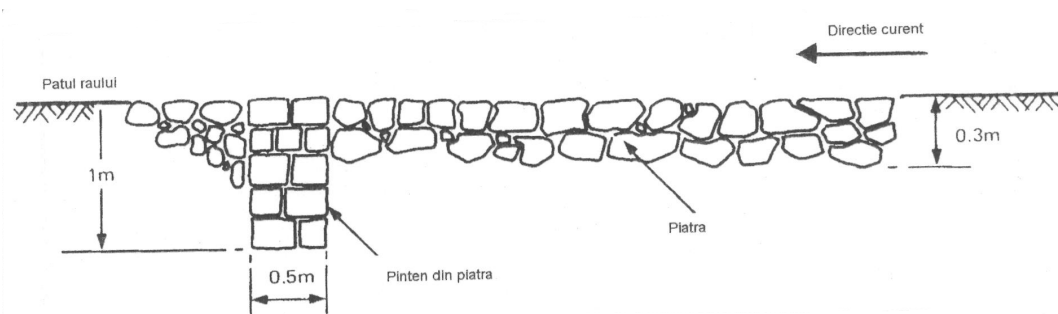


Fig. 9.62 Trecere prin vad cu calea submersibilă cu pereu din piatră

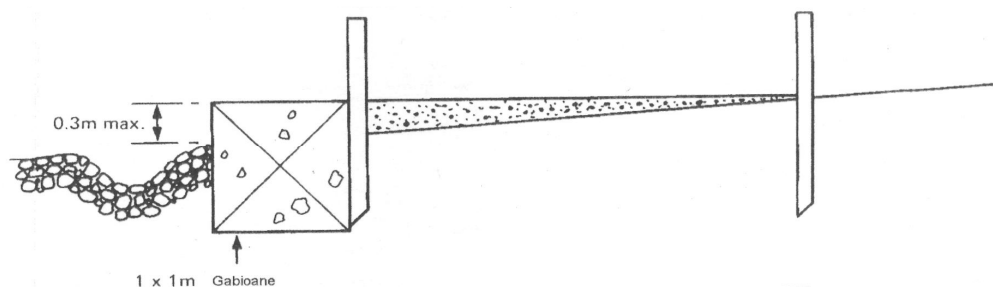


Fig. 9.63 Trecere prin vad cu calea submersibilă din piatră sau balast

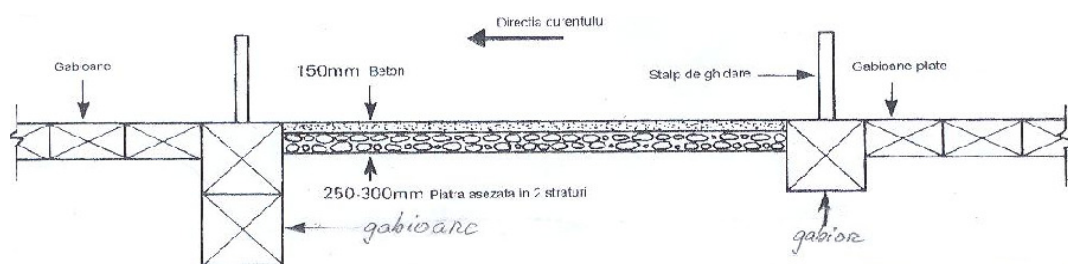


Fig. 9.64 Trecere prin vad, căptușită cu beton, așezat pe straturi de piatră și încadrată de gabioane

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

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

9.3.8. Dacă înclinarea albiei este relativ mare și amenajarea vadului conduce la o diferență 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).

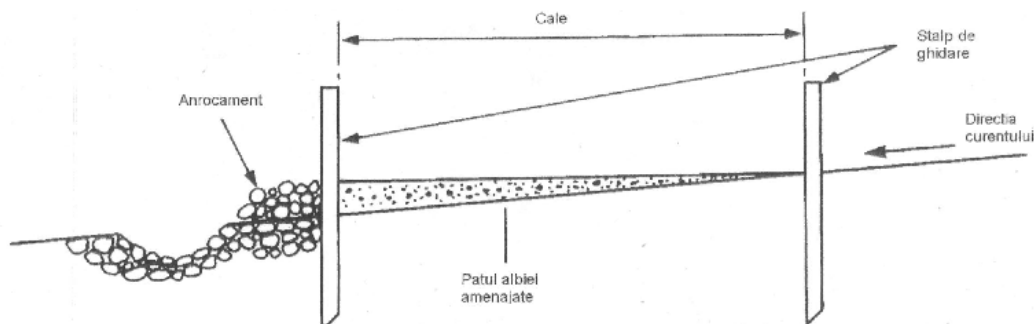


Fig. 9.65 Traversare prin vad sprijinită de anrocamente

9.3.9. În cazul drumurilor forestiere unde, la fața locului, se dispune de material lemnos de calitate inferioară, calea submersibilă se poate amenaja prin bile de lemn așezate joantiv (una lângă alta), pe direcția 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 circulație al autovehiculului și, în același timp, să se evite antrenarea umpluturii din patul căii.

9.3.10. Trecherile prin vad se semnalizează prin stâlpi de dirijare, care trebuie să fie suficient de înalți pentru a nu fi acoperiți cu apă.

C. Podețe

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

9.3.12. Stabilirea tipului de podeț ce se adoptă într-un caz dat se face ținând seama de natura terenului și condițiile geomorfologice din zona amplasamentului, mărimea debitului de apă al pârâului traversat, înălțimea de construcție disponibilă, categoria drumului, sursele de materiale locale, eficiența tehnico-economică, protecția mediului înconjurător, încadrarea în peisaj și scurtarea duratei de punere în funcțiune a drumului.

9.3.13. Prin soluția adoptată se va urmări utilizarea cu precădere a materialelor locale din zonă, precum și gruparea, pe cât posibil, a podețelor de pe același traseu în scopul unei organizări mai eficiente a execuției, astfel încât să se reducă costurile lucrărilor și să se simplifice execuția și întreținerea ulterioară.

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

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

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

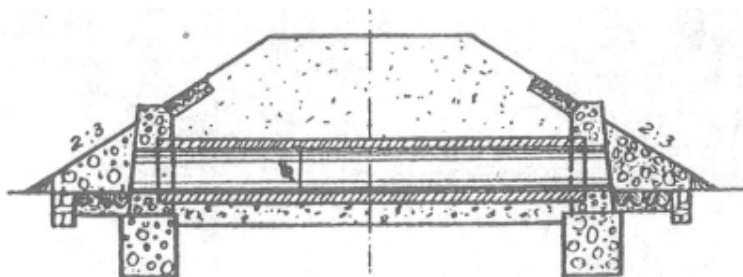


Fig. 9.66 Podeț tubular

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

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

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

Podețele tubulare din tablă metalică ondulată sunt alcătuite din paneele de conducte de diferite diametre livrate ca atare sau din tole de diferite dimensiuni și secțiuni, care se assemblează cu buloane speciale, fiind structuri flexibile ușoare ce se integrează armonios cu mediul natural și 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 și ieșirea apei din tub;
- radierul sau elementele de fundație pe care reazemă structura metalică.

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

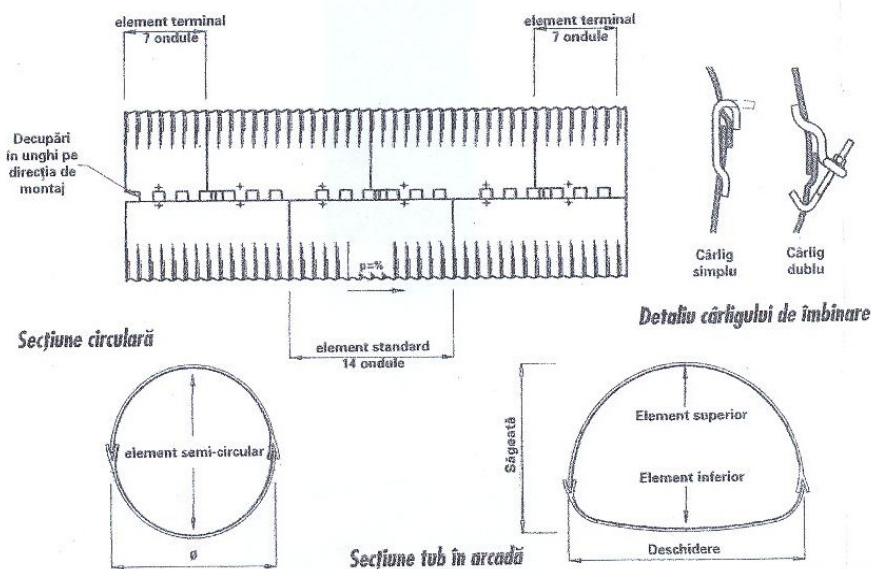


Fig. 9.67 Structura metalică la deschideri mici (detaliu de îmbinare)

La deschideri mari, de peste 2 m, tubul se realizează din tole curbe de tablă ondulată, care se îmbină cu buloane de înaltă rezistență pentru a forma tubul sau bolta. Grosimea tablei și mărimea ondulelor se aleg pe baza unui calcul de rezistență, dintre modulele tipizate puse la dispoziție de firmele producătoare. Tabla ca și 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 și are menirea să asigure capacitatea portantă a podețului, prin conlucrarea structurii din tablă ondulată cu materialul granular. La punerea în operă se procedează la o compactare puternică și realizarea corectă a umpluturii, respectiv execuția sa alternantă de o parte și 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 și deteriora tubul.

Amortizarea solicitărilor circulației și transmiterea uniformă a acestora se obține prin amplasarea peste tub a unei umpluturi de materiale granulare de circa 1,5...2 m. De asemenea, pentru protecția tubului împotriva eforturilor la care este supus, la extradossul acestuia se așează un strat de nisip de circa 20 cm, plasat între tub și materialul de umplutură.

Racordările de la intrarea și ieșirea apei din tub se realizează prin amenajarea unor timpane din gabioane, din beton, din zidărie de piatră sau anrocament sau prin teșirea tubului corespunzător înclinării taluzului.

Podetele tubulare din țevă metalică netedă scoasă din uz se pot adopta din considerente economice atunci când există certitudinea procurării țevelor.

Podete tubulare din mase plastice se pot adopta în special pentru asigurarea continuității scurgerii apelor din șanț în zona de racordare cu alt drum forestier sau cu drumuri de colectare a lemnului.

9.3.17. Podetele tubulare din beton armat se realizează din tuburi uzinate Pentru evacuarea apei din șanțurile laterale cu secțiune triunghiulară și a celor trapezoidale de adâncime mică se recomandă tuburi cu diametrul de 0,6 m, iar pentru evacuarea șanțurilor de adâncime mai mare sunt indicate tuburile cu diametrul de peste 0,8 m, însă adoptarea soluțiilor cu tuburi cu diametrul sub 0,8 m nu se recomandă în situațiile în care condițiile locale pot determina înfundare frecventă cu dificultăți la curățire.

În general, diametrul tuburilor se determină pe bază de calcul hidraulic, cu excepția podețelor ce asigură scurgerea apelor din șanțuri, care se stabilesc constructiv de proiectant, în funcție de natura versanților, lungimea și forma șanțului etc.

Lungimea podețului este limitată, din considerente de întreținere, la maximum 12 m, în cazul tuburilor cu diametre de 0,6...0,8 m și la 18 m în cazul tuburilor cu diametrul de 1 m; însă, din motive economice, trebuie urmărită obținerea unor lungimi cât mai reduse.

Panta maximă a terenului pe care se poate așeza tubul este de 30% pentru tuburile cu diametrul sub 1 m și 20% pentru cele cu diametre mai mari, avându-se grijă ca, pentru amortizarea șocurilor din circulație, înălțimea 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 și în amonte, cu elemente speciale de construcție numite **racordări** (fig. 9.68) alcătuite din timpane, aripi, sferă de con, pereu uscat, pinten, În funcție de situația terenului, racordarea din amonte poate fi alcătuită și în varianta cu cameră de priză (cădere) și pereu (fig. 9.69).

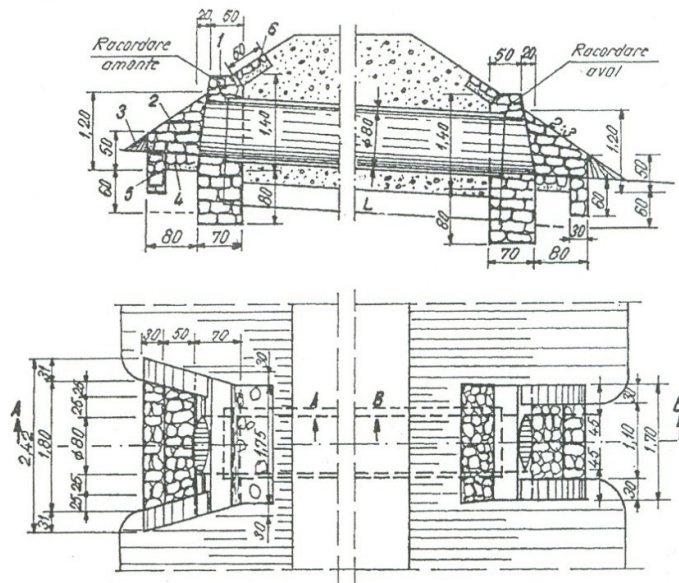


Fig. 9.68 Elemente constructive ale racordărilor:

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

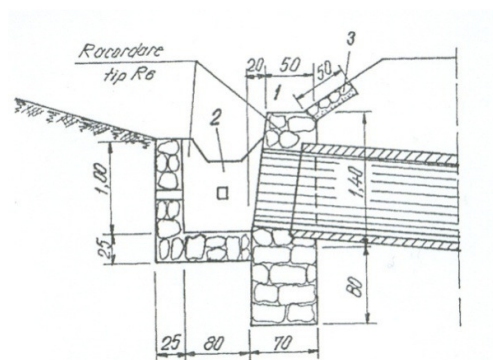


Fig. 9.69 Elemente constructive ale variantei de racordare din amonte:

1 – timpan; 2 – cameră de priză (cădere); 3 – pereu uscat

Dimensiunile elementelor constructive ale racordărilor depind de diametrul și panta tubului, fiind redată în cataloagele de podețe tubulare din beton și beton armat, acordându-se prioritate elementelor de racordare prefabricate, dacă pentru acestea există furnizori.

În zonele în care condițiile geomorfologice și 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 și pintenii dintre aripi nu sunt necesare, iar în varianta cu cameră de priză nu sunt necesari pereții acesteia.

La amplasarea podețelor tubulare (metalice sau din beton), pentru a reduce viteza apei și efectul distructiv al acesteia asupra drumului, se recomandă reducerea distanței dintre podețele de descărcare a șanțurilor 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 condițiile 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. Podețele dalate sunt podețele care au ca element principal de rezistență a suprastructurii o placă groasă numită dală, realizată obișnuit din beton armat sau din grinzi de beton armat. Sunt alcătuite din **infrastructură** (culee, pile), **suprastructură** (tablîer) și **elemente de racordare ale podețului cu terasamentul** (ziduri întoarse, sferturi de con, aripi).

Pentru a preîntâmpina afuierea fundului albiciei, respectiv pentru a împiedica subminarea elementelor constructive ale infrastructurii, este necesară construcția, în aval de podeț, a unei traverse sau a unui „prag de fund”, care să mențină constant nivelul de scurgere al apei. În amonte de podeț, pentru protecția acestuia și a rampelor de acces, se impune amplasarea unei traverse, precum și a unor epiuri, dacă este cazul.

În descrierea proiectelor se recomandă să se adopte o anumită terminologie (fig. 9.70). Astfel, în cazul podețelor de lemn cât și al celor de beton și zidărie, distanța dintre axele reazemelor, la aceeași dală sau grindă, se numește **deschidere**. Distanța dintre fețele piloților sau zidărilor, măsurată la nivelul apelor mari, se numește **lumină**. Spațiul liber dintre nivelul apelor celor mai mari și partea cea mai de jos a suprastructurii podețului se numește **înălțime liberă**, având menirea de a permite scurgerea corpurilor plutitoare.

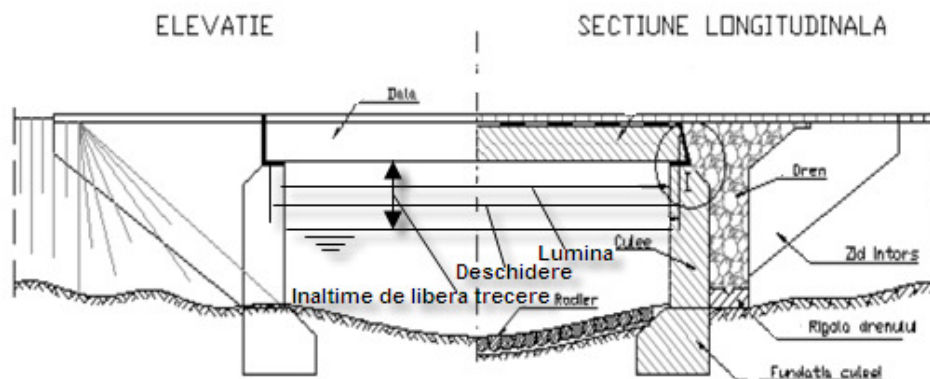


Fig. 9.70 Alcătuirea generală a unui podeț dalat

Elementele constructive ale infrastructurii și suprastructurii unui podeț dalat poartă denumiri diferite, în funcție de natura materialului din care este realizat podețul.

Podețele dalate din beton armat (fig. 9.71) includ o infrastructură și o suprastructură. Infrastructura este alcătuită din **culei** (reazemele extreme ale podețului), **pile** (reazemele intermediare) și elemente de racordare ale podețului cu terasamentul (**ziduri întoarse**, **sferturi de con**, **aripi**). Suprastructura podețului este reprezentată printr-un **tablier** având ca element de rezistență o dală din beton armat realizată monolit sau din elemente prefabricate.

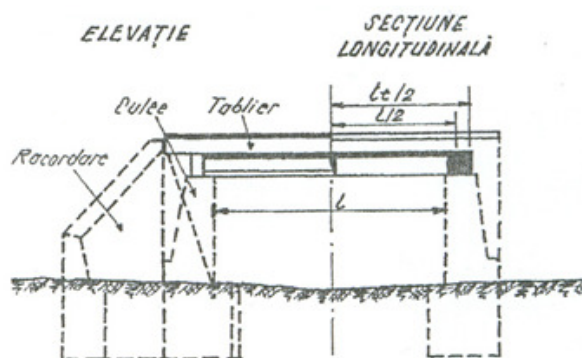


Fig. 9.71 Elemente constructive ale podețelor dalate din beton armat

Culeele, ca și **pilele**, sunt alcătuite din *fundație* și *elevație*. Elevația unei culei, la rândul său, poate cuprinde *elevația propriu-zisă*, *ziduri de gardă*, *cuzineți* și *zidurile întoarse*, iar a unei pile cuprinde elevația propriu-zisă și cuzinetul.

Fundația se execută din beton sau beton ciclopian lățimea sa fiind, de regulă, cu 0,10...0,15 m mai mare decât lățimea elevației; adâncimea de coborâre a fundației se va situa cu cel puțin 50 cm sub adâncimea de îngheț iar în terenuri afuiabile, unde nu se iau măsuri pentru stabilizarea fundului albiei, se recomandă ca talpa fundației să fie astfel încastrată în teren, încât nivelul acesteia să se găsească sub nivelul afuierilor maxime posibile.

Soluția de fundare va fi stabilită pe baza studiilor geotehnice.

Elevația se execută din zidărie cu mortar de ciment, eventual din beton (dacă nu se dispune de materiale pietroase), iar **cuzineții**, care susțin tablierul și transmit și repartizează zidărilor de dedesubt sarcinile primite de la suprastructură, se execută din beton armat. Dimensiunile culeii se precizează în proiect, în urma unor calcule de rezistență și stabilitate. În partea superioară (la coronament) elevația este prevăzută cu un **zid de gardă**, care are menirea de a opri căderea pământului din terasamente în fața culeii sau pe cuzineți. Porțiunile dinspre taluzuri ale terasamentelor se sprijină în **aripi** sau se lasă să cadă liber de la înălțimea platformei, formând **sferturi de con** (fig. 9.72).

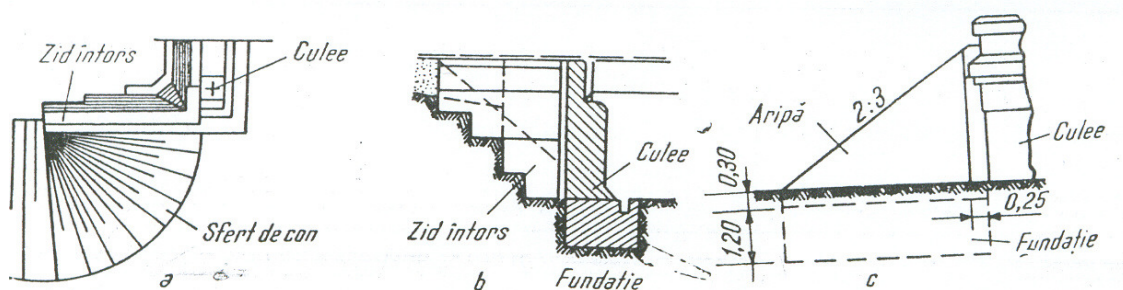


Fig. 9.72 Sprijinirea terasamentelor din spatele culeelor:
a – culee cu sfert de con; b – ziduri întoarse, separate de culee printr-un rost;
c – aripă plină văzută în elevație

Când culeele nu sunt suficient de lungi spre a se racorda cu sferturile de con, ele se prelungesc prin niște ziduri laterale, numite **ziduri întoarse**. Atât aripile cât și 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 același material ca și acestea. Se recomandă ca zidurile întoarse din beton, cu înălțimea sub 2 m, să se execute cu

fruct interior, iar dacă depășesc 2 m, atunci cu fruct în afară. Cele din zidărie de piatră, se execută cu fruct dublu, atât în interior cât și în exterior. Fundația 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 același material (pământ) ca și 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 însămânțare cu iarbă, acoperire cu periu uscat sau cu mortar de ciment, mai rar cu dale din beton; în cazul unor înălțimi mari ale terasamentelor se protejează la bază cu anrocamente.

Aripile sunt necesare atunci când amplasarea podețului pe teren impune condiții speciale, cum ar fi: înălțimi mari de terasament, oblicitate pronunțată, corecții de albie etc. Se execută din beton sau din zidărie cu mortar de ciment și au înălțimea variabilă; la rostul cu culeea au înălțimea elevației, iar la capătul opus au 0,5...1 m și sunt prevăzute cu dren și barbacane.

Unghiul sub care se amplasează în raport cu culeea (perpendicular sau oblic) depinde de condițiile locale, urmărindu-se asigurarea unei scurgeri a apei în condiții optime.

Tablierul (fig. 9.73) reprezintă suprastructura podețului dalat, este alcătuit dintr-un *element de rezistență, cale, borduri și parapeți*.

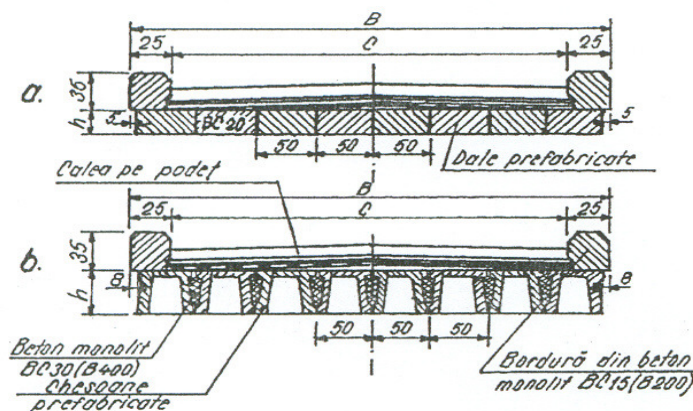


Fig. 9.73 Tabliere din elemente prefabricate
a – din dale; b – din chesoane

Elementul de rezistență 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 și se

așează pe culei fără solidarizare transversală în câmp. *Chesoanele* se utilizează pentru deschideri mai mari (peste 3 m) și se solidarizează în câmp prin beton monolit de clasă minimă C 25/30, turnat între elementele prefabricate și pe reazeme, prin *antretoaze* de monolitizare din beton armat.

Tablierul din beton armat monolit se folosește în cazul podețelor amplasate în curbe cu raze mici sau când oblicitatea podețului este mare ($\alpha < 60^\circ$).

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 și structura de rezistență se prevede întotdeauna o hidroizolație.

Bordurile se execută din beton armat monolit, clasa minimă C 12/15, fiind prevăzute pe ambele părți ale podețului și pe toată lungimea acestuia.

Parapeții, alcătuiți din stâlpi și lise prefabricate (eventual lise de lemn), se prevăd la podețele cu înălțimi mai mari de 2,5 m.

9.3.19. Podețele pe grinzi sunt podețele care au ca elemente principale de rezistență a suprastructurii grinzile, realizate obișnuit din beton armat lemn sau metal. Grinzile principale se așează longitudinal și se solidarizează între ele cu antretoaze așezate transversal formându-se astfel o rețea de grinzi și au rolul de a prelua încărcările din vehicule și din greutatea suprastructurii și a le transmite culeelor.

a. Podețele pe grinzi din lemn (fig. 9.74) sunt alcătuite din **infrastructură**, **suprastructură** și **racordările cu terasamentul**. Infrastructura este realizată din culei și pile. Dacă pilele sunt realizate din lemn acestea poartă denumirea de palei.

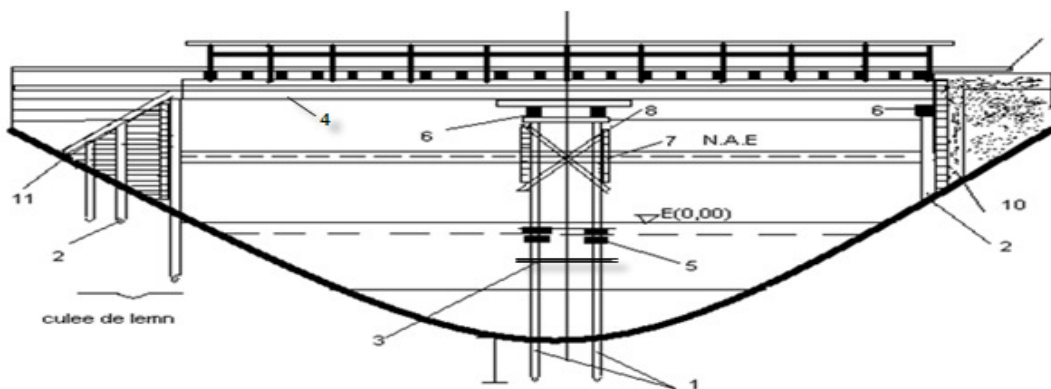


Fig. 9.74 Elementele unui podeț din lemn

- 1 – piloți; 2 – piloți culee; 3 – clești; 4 – moaze transversale; 5 – tablier; 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 și susțin, la partea superioară, suprastructura podețului prin intermediul unei grinzi orizontale numită *babă*;
- *cleștii*, care solidarizează orizontal piloții unei palei;
- *moazele* sau *contravântuirile*, care leagă oblic piloții pentru a împiedica mișcarea lor și a-i pune în situația de a rezista forțelor transversale.

Elementele unei palee simple din lemn sunt redată în figura 9.75 a, iar ale unei palee duble în figura 9.75 b.

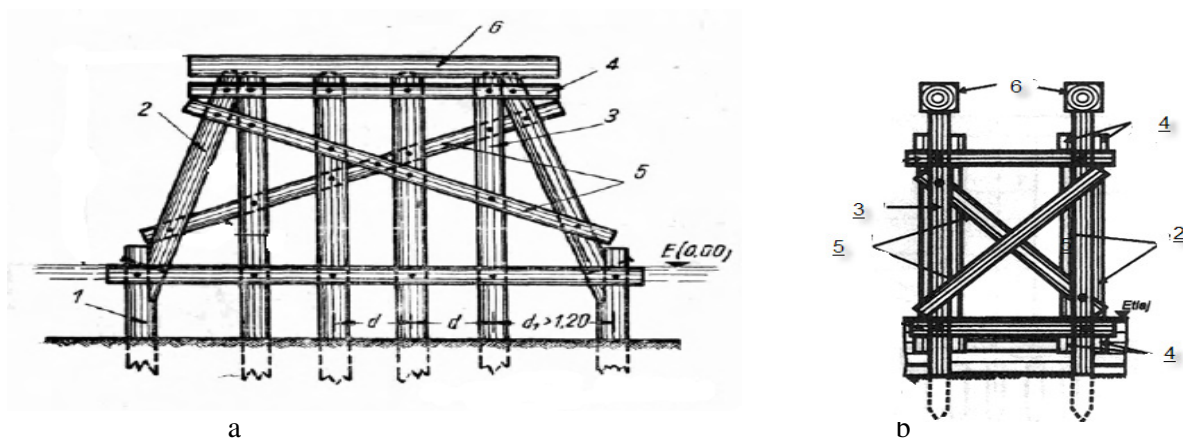


Fig. 9.75 Elementele paleei

a - simplă; b- dublă

1 – pilot de stabilitate; 2 – contrafișă 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**, aceștia fiind solidarizați, la partea superioară, prin intermediul **babelor**, iar, pentru a sprijini terasamentele din spate, se folosește așa numita **căptușeală**.

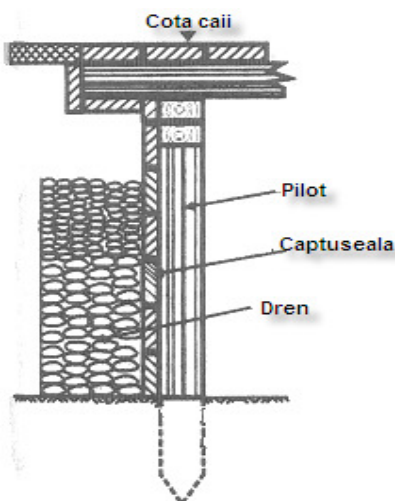


Fig. 9.76 Culee din lemn

Culeele mai pot fi realizate și ca palei înecate 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).

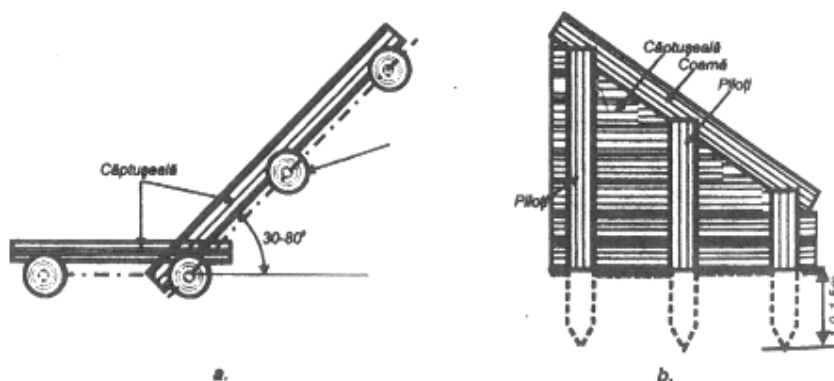


Fig. 9.77 Aripă din lemn: a - în plan orizontal; b - în elevatie

Suprastructura unui podeț de lemn este alcătuită din: *grinzi principale*, *grinzi ale căii*, *contravântuiri*, *cale* și *accesorii*.

Grinzile principale au rolul de a prelua încărcările din greutatea suprastructurii podețului și a vehiculelor și a le transmite infrastructurii podului (susțin suprastructura în spațiul dintre picioarele podețului sunt dispuse longitudinal, au menirea de a susține calea și se numesc **urși**, iar cele dispuse transversal și care fac legătura directă între suprastructura

podețului de lemn și infrastructura acestuia se numesc **babe**. Înnădirea urșilor deasupra pilelor se face cu ajutorul **suburșilor**.)

Grinzile căii (*traverse* și *longrine*) se așează transversal și longitudinal deasupra grinzilor principale și susțin partea carosabilă. Întreaga construcție este consolidată prin **contravântuiri**.

Calea reprezintă elementul de construcție pe care circulă direct sarcinile mobile pentru care s-a făcut podețul. Se execută din dulapi de lemn și este alcătuită dintr-o **podină de uzură**, dispusă peste o **podină de rezistență**.

Accesorile principale ale suprastructurii sunt **trotuarul** și **parapetul**.

Progresele realizate în domeniul protejării lemnului ca și apariția unor sortimente moderne de material lemnos (glulam), fac ca, în prezent, folosirea podețelor de lemn să fie reconsiderată și extinsă. Un podeț din grinzi de glulam costă cu circa 40% mai puțin decât un podeț de beton și asigură o durabilitate de 50...60 ani.

b. Podețele pe grinzi din beton armat au o alcătuire în general similară cu a podețelor dalate din beton, cu deosebirea că elementele de rezistență ale suprastructurii sunt reprezentate de grinzi principale din beton armat, așezate alăturat sau distanțat, consolidate prin plăci de suprabetonare sau antretoaze așezate în câmp și la capetele grinzilor principale. În mod uzual se folosesc la podețele forestiere grinzile în forma literei π , denumite formal chesoane (figura 9.73 b).

9.3.20. Podețele boltite (fig. 9.78) se adoptă, de regulă, în cazul rambleurilor mai înalte, de peste 5 m, când execuția unui podeț dalat ar necesita culee foarte înalte și deci neeconomice, iar un podeț tubular nu ar putea asigura debitul ce trebuie evacuat. De asemenea, sunt indicate în cazul văilor adânci, în formă de V, acolo unde podețele dalate nu au eficiența scontată.

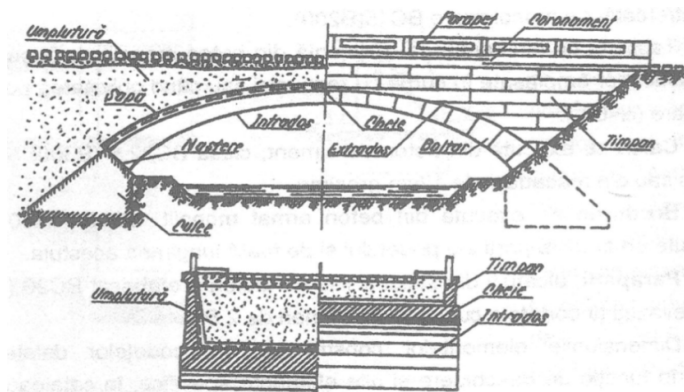


Fig. 9.78 Podeț boltit

Suprastructura lor este constituită dintr-o boltă, care reprezintă elementul principal de rezistență, și se execută din zidărie de piatră, beton simplu, beton armat sau din tablă metalică ondulată.

Suprafața de rezemare a bolții pe infrastructură se numește **naștere**, iar secțiunea cea mai îndepărtată de linia nașterilor este denumită **cheie**.

În proiectarea drumurilor forestiere se va urmări, în măsura în care condițiile de teren permit aplicarea soluției podețelor boltite metalice din tablă ondulată.

9.3.21. Podețele ovoidale (fig. 9.79) sunt podețe tubulare cu secțiuni 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.

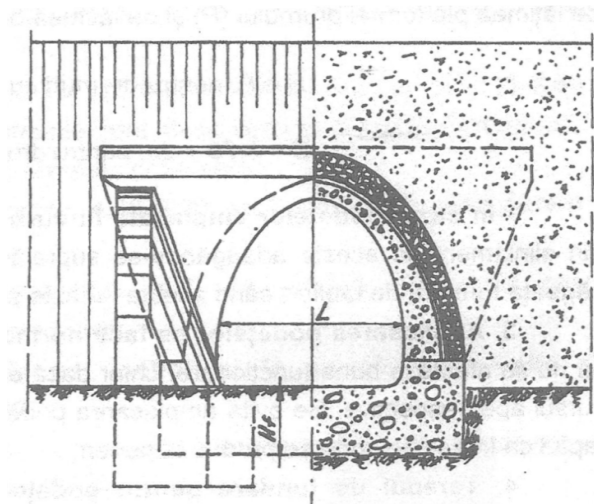


Fig. 9.79 Podeț ovoidal

9.3.22. Calculul podețelor presupune **verificarea la rezistență și stabilitate** a elementelor podețului precum și stabilirea secțiunii de scurgere a podețelor pe bază de **calcul hidraulic**, în funcție de gradul de asigurare normat (tabelul 9.8). Pentru o primă dimensionare, deschiderea podețului, 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 și podețelor” și ținând seama de „Instrucțiunile tehnice ale Institutului Național de Meteorologie și Hidrologie (I.N.M.H.), pentru determinarea caracteristicilor viiturilor de calcul formate în bazine mici de recepție cu suprafețe sub 100 km²”, precum și de prescripțiile STAS 4068/2-87 și STAS 4273-83. Pentru podețele cu grinzi, înălțimea liberă de trecere (h_{\min}) trebuie să fie:

$$h_{\min} = 0,75\text{m} \quad (\text{pentru ape cu flotanți})$$

$$h_{\min} = 0,50\text{m} \quad (\text{pentru ape fără flotanți})$$

Calculul hidraulic al podețelor presupune determinarea debitelor maxime și verificarea secțiunilor critice la podețe, în așa 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 autorității naționale în domeniul gospodăririi apelor, la comanda beneficiarului. Pentru pâraiele necadastrate debitele de calcul se determină de proiectant conform instrucțiunilor tehnice ale I.N.M.H. și se supun spre confirmare, odată cu documentația pentru obținerea acordului de gospodărire a apelor.

Calculule de dimensionare pentru elementele de rezistență ale podețelor se desfășoară, la fel ca și la poduri, conform prevederilor din standardele și normele tehnice în vigoare, în funcție de clasa de încărcare.

Pentru drumuri forestiere se adoptă, în mod curent, clasa a III-a de încărcare, A10-S30.

Podețele și podurile se verifică și la sarcinile provenite din autotrenul forestier A.T.F. 20 sau alte autotrenuri forestiere de mare tonaj ale căror caracteristici tehnice sunt date în cărțile tehnice ale acestora. În cazul podurilor și podețelor unde se preconizează un trafic cu vehicule care dau încărcări mai mari decât cele corespunzătoare clasei a III-a, este obligatorie verificarea podețelor la aceste vehicule.

Construcția podețelor presupune și realizarea rampelor de acces pentru racordarea acestora cu terasamentele.

9.3.23. Gabaritul podețelor se stabilește în funcție de lățimea drumului forestier.

În cazul podețelor amplasate în aliniament (fig. 9.80), lățimea podețului (B) depinde de lățimea platformei drumului (P) și de lățimea 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.

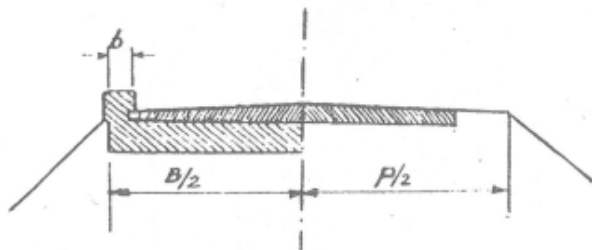


Fig. 9.80 Secțiune transversală printr-un podeț (stânga) și drum (dreapta), în cazul amplasării podețului în aliniament

În cazul podețelor amplasate în curbă, gabaritul este egal cu cel din aliniament, adăugându-se acestuia supralărgirea respectivă, precum și săgeata formată de tablier, când acesta nu este prevăzut a se realiza curbă.

Amplasarea podețelor se va face, de preferință, normal, chiar dacă sunt necesare corecții ale cursului de apă; se va evita amplasarea podețelor la confluențe, datorită depunerilor ce se produc în aceste zone.

Terenul de fundare pentru podețe trebuie să aibă o rezistență sporită (teren foarte tare, teren stâncos, conglomerate cimentate etc.); adâncimile de fundare se stabilesc pe bază de date geotehnice și în funcție de adâncimea de îngheț (STAS 6054 - 77) și de afuiere. În terenurile cu pantă transversală mare, de peste 10%, fundațiile pentru podețe se execută în trepte.

9.3.24. Îmbrăcămintea, panta longitudinală și pantele transversale ale drumului se mențin, în general, și la podețe. La podețele 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 declivităților mai mari de 6% sunt necesare măsuri de ancorare pentru tablier.

D. Poduri

9.3.25. În componența 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 și 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 depăși 60^0 ; în mod excepțional 45^0 ;
- albia să fie stabilă; atunci când este cazul se va interveni cu lucrări de corecție a albiei și de consolidare a malurilor;
- terenul de fundare, conform studiilor geotehnice, trebuie să posedă portanța necesară stabilității construcției;
- accesul la pod să fie lesnicios, cu vizibilitate bună, de preferință în aliniament sau prin curbe de racordare cu raze mai mari ca cele folosite la restul drumului;
- pentru gradul de asigurare la viituri și pentru pantele căii pe pod sunt valabile aceleași prescripții ca și pentru podețe.

9.3.28. Dimensionarea hidraulică se întocmește conform Normativ PD 95-77 și PD 161-85 cu respectarea O.M. nr.148/27.02.1997 emis de Ministerul Apelor Pădurilor și Protecției Mediului, urmând să se ia în considerație, suplimentar, asigurările de calcul la viituri, iar înălțimea liberă (h_{min}) să fie:

$$h_{min} = 1,00m \quad (\text{pentru ape cu flotanți})$$

$$h_{min} = 0,75m \quad (\text{pentru ape fără flotanți})$$

În cazul podurilor din lemn pragul contrafișelor se va afla cu minimum 0,25m deasupra nivelului apelor extraordinare (N.A.E). La podurile boltite, cu două sau trei articulații, nivelul apelor extraordinare (N.A.E) trebuie să fie la 0,25 m sub pragul contrafișei.

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 construcție necesare executării podului se aleg în funcție de durata de exploatare, caracteristicile podului și sursele de materiale locale.

9.3.30. Atunci când amplasamentul podului se studiază concomitent cu traseul drumului, soluția definitivă de amplasare și 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 înălțimea culeelor).

9.3.31. Gabaritul podului se stabilește în funcție de lățimea drumului în aliniament, în curbă sau în zona de racordare, ținându-se seama de mărimea supralărgirilor. Dimensiunile de gabarit sunt stabilite, în general, prin standarde (STAS 2924-91).

Pentru podurile de pe rețeaua de drumuri forestiere, amplasate în aliniament, **cu o singură bandă de circulație** și având calea deasupra grinzilor, gabaritul este asigurat prin prevederea **unei părți carosabile de 3,70 m și 2 trotuare de câte 0,75 m sau 1,00 m fiecare**. În cazul amplasării în curbă se adaugă la lățimea părții carosabile și supralărgirea corespunzătoare, iar în cazul când tablierul este drept se adaugă și săgeata pe care o formează muchia interioară a bordurii cu muchia interioară în plină curbă a părții carosabile supralărgite. Pentru o mai bună înscriere a vehiculului pe pod, tablierul se execută, în această situație, curb, luându-se toate măsurile constructive necesare.

Pentru podurile cu bandă dublă de circulație, amplasate în aliniament, **partea carosabilă pe pod este de 6,00 m sau 6,50 m**, corespunzătoare unei viteze de circulație de 25 km/h și unei lățimi a părții carosabile a drumului de 5,50 m, respectiv 6,00 m. Pentru viteze de proiectare mai mari, lățimea părții carosabile, pentru bandă dublă de circulație, ajunge la 7,80 m. În cazul amplasării în curbă se mențin prevederile de la banda simplă.

9.3.32. Soluția definitivă privind amplasamentul și elementele constructive ale podului se vor stabili în baza analizei mai multor soluții, care se vor prezenta în studiul de fezabilitate ce precede proiectul tehnic.

ANEXA 9.1

Tabloul de calcul și mișcarea terasamentelor (model orientativ)

Nr. pichet	Poziția hectometrică	Distanța între picheti [m]	Lungimea aplicabilă [m]	Suprafețe [m ²]				
				Debleu				Rambleu
				Stâncă	Pământ			
					Excavator	Buldozer	Alt mijloc	
0	1	2	3	4	5	6	7	8

continuare (col.9-17)

Volume [m³]				Volume întrebuințate în același profil [m³]				
D e b l e u				Rambleu	Stâncă	P ă m â n t		
Stâncă	P ă m â n t					Excavator	Buldozer	Alt mijloc
	Excavator	Buldozer	Alt mijloc					
9	10	11	12	13	14	15	16	17

continuare (col 18-25)

Excedent de volume [m³]				Împrumuturi			
D e b l e u				Rambleu	Excavator	Buldozer	Alt mijloc
Stâncă	P ă m â n t						
	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 exca- vator pe raza de acțiune brațului	Cu buldo- zerul 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	P ă m â n t		
	Excavator	Buldozer	Alt mijloc
37	38	39	40

ANEXA 9.2

Recapitulația mișcării 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. Mișcarea terasamentelor - pe același profil - din gropi de împrumut cu excavator cu buldozer cu alt mijloc - în rambleu, cu mijlocul folosit la săpare cu excavatorul pe raza de acțiune a brațului 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 și debleu

Specia	Arbori sau arbuști	Regiunea geografică	Subzona de vegetație	Altitudinea	Felul terenului	Regiunea din țară	Solul și substratul geologic	Observații
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Pinul silvestru (Pinus silvestris)	A	Munte	Făgete	Până la 1000 m	Stâncoase, uscate	Toată țara	Șisturi cristaline, gresii, nisipuri	Bun fixator de sol
Aninul alb (Alnus incana)	A	Munte	Făgete și rășinoase	800-1000 metri	Umede	Toată țara	Substraturi argiloase	Fixator de sol
Aninul verde (Alnus viridis)	a	Munte	Rășinoase	Către limita superioară a vegetației forestiere	Umede	Toată țara	Pietrișuri, șisturi cristaline	Fixator de sol
Zmeurul (Rubus idaeus)	a	Munte	Făgete și rășinoase	600-1400 metri	Reavăne -umede	Toată țara	Brun forestiere și podzolice	Fructe mult căutate la export
Salcâmul (Robinia pseudoaccacia)	A	Deal și câmpie	Făgete și cvercinee	Până la 900 m	Reavăne - uscate	Cu precăder e în jumătate a de sud a țării	Substraturi cristaline, gresii și nisipuri	Fixator de sol, melifer excepțional
Pinul silvestru (Pinus silvestris)	A	Deal și câmpie	Cvercinee	Până la 1000 m	Reavăne - uscate	Toată țara	Șisturi cristaline, gresii, nisipuri	Bun fixator de sol
Pinul austriac (Pinus nigra var. austriacă)	A	Deal și câmpie	Făgete și cvercinee	Până la 800 m	Uscate	Cu precăder e în jumătate a de sud a țării	Substraturi calcareoase, marnoase	Bun fixator de sol
Aninul negru (Alnus glutinosa)	A	Deal și câmpie	Făgete și cvercinee	Până la 900 m	Umede, permanent înprospăta-te	Toată țara	Substraturi argiloase, poale de versanți	Bun fixator de sol
Salcia albă (Salix alba)	A	Deal și câmpie	Cvercinee și în jumătatea inferioară a făgetelor	Până la 800 m	Reavăne, umede, ude	Toată țara	Substraturi argiloase, poale de versanți	Foarte bun fixator de sol
Alunul (Corylus avellana)	a	Deal și câmpie	Cvercinee	Până la 700 m	Reavăne	Toată țara	Brun roșcate de pădure și brun forestiere	Bun fixator de sol, fructe comestibile
Coacăzul negru și roșu (Ribes nigrum și Ribes rubrum)	a	Deal și câmpie	Făgete și cvercinee	Până la 800 m	Reavăne	Toată țara	Brun roșcate de pădure, brun forestiere, nisipo-argiloase	Fructe mult căutate la export
Cătina albă (Hippöphae rhamnoides)	a	Deal și câmpie	Cvercinee	Până la 1000 m	Uscate până la umede	Oltenia. Muntenia, Moldova	Substraturi argiloase și marnoase	Foarte bun fixator de sol, fructe căutate pentru

						, Dobrogea		vitamina C
Cornul (Cornus mas)	a	Deal și câmpie	Cvercinee	Până la 700 m	Uscate până la reavăne	Toată țara	Șisturi și argile	Foarte bun fixator de sol, fructe comestibile
Singerul (Cornus sanguinea)	a	Deal și câmpie	Cvercinee	Până la 700 m	Reavăne	Toată țara	Șisturi și argile	Bun fixator de sol
Lemnul câinesc (Ligustrum vulgare)	a	Deal și câmpie	Cvercinee	Până la 800 m	Reavăne	Toată țara	Șisturi și argile	Bun fixator de sol
Salbă moale (Evonymus europaea)	a	Deal și câmpie	Făgete și cvercinee	Până la 800 m	Reavăne	Toată țara	Brun roșcate de pădure, brun forestiere	Bun fixator de sol
Dârmaxul (Viburnum lantana)	a	Deal și câmpie	Cvercinee	Până la 700 m	Uscate	Jumătate a de sud a țării	Șisturi, argile, marne, calcare	Bun fixator de sol
Păducelul (Crataegus monogyna)	a	Deal și câmpie	Cvercinee	Până la 800 m	Uscate	Toată țara	Nisipo-argiloase, șisturi, argile	Bun fixator de sol, fructe comestibile
Măceșul (Rosa canina)	a	Deal și câmpie	Făgete și cvercinee	Până la 800 m	Uscate	Toată țara	Șisturi și argile	Fructe bogate în vitamine
Scumpia (Cotinus coggygria)	a	Deal și câmpie	Cvercinee	Până la 500 m	Uscate	Sudul țării	Substraturi calcaroase	Foarte bun fixator de sol., ornamental
Pațachina (Rhamnus fraxinifolia)	a	Deal și câmpie	Cvercinee	Până la 600 m	Uscate	Toată țara	Argiloase, gleizate	Fixator de sol
Porumbarul (Prunus spinosa)	a	Deal și câmpie	Cvercinee	Până la 700 m	Uscate	Toată țara	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 umplură 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 părții transversale	Condiții de amplasament (oblicitate, curbe, etc.)	Alte condiții speciale		
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
1.1	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 – 1,50 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 bolite	Podețe bolite 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 oblicitați 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 altele mai mari precum și pentru cazuri speciale se întocmesc proiecte unice

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 părții carosabile și formele uzuale ale patului căii

10.1.1. Pentru a rezista solicitărilor circulației, partea carosabilă a drumurilor forestiere (calea) se consolidează prin așezarea succesivă a mai multor **straturi rutiere**, cu roluri și funcțiuni diferite, care, împreună cu acostamentele, formează **suprastructura drumului**.

10.1.2. Între execuția infrastructurii și execuția suprastructurii se lasă o pauză tehnologică de un an, pentru ca terasamentele să se taseze, într-o primă fază, prin circulația de șantier și pe cale naturală în situațiile în care este posibil.

10.1.3. Totalitatea straturilor rutiere, prin care se consolidează partea carosabilă, constituie un **sistem rutier** și împreună cu zona activă din terasamente constituie un **complex rutier** (fig.10.1).

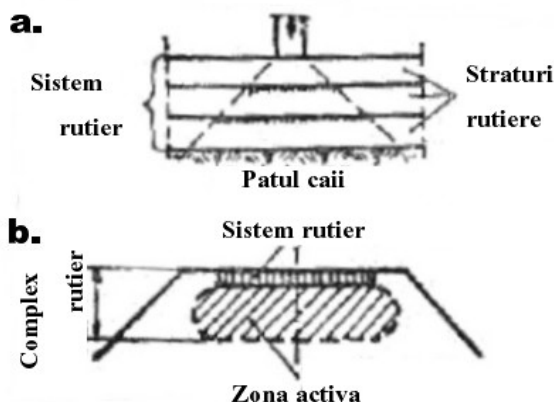


Fig. 10.1 Sistem rutier și complex rutier:

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 investiție și cheltuielile de întreținere și 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. Așezarea sistemului rutier pe partea carosabilă, ca și execuția 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 redată în figura 10.2, pentru drumurile cu două benzi de circulație, și în figura 10.3 pentru drumurile cu o singură bandă de circulație.

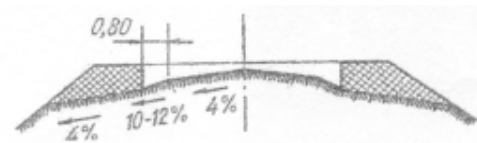


Fig. 10.2 Forma patului căii la drumurile cu două benzi de circulație

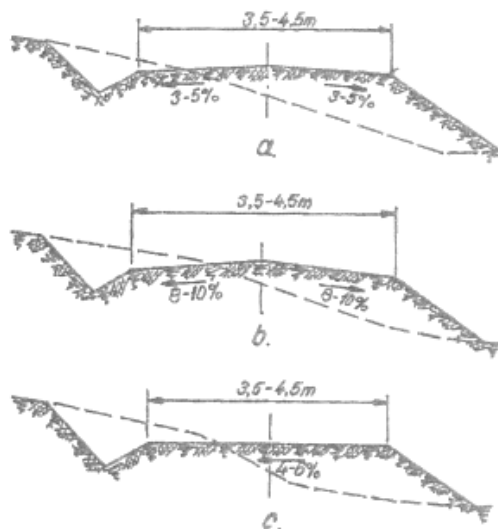


Fig. 10.3 Forme constructive uzuale ale patului căii la drumurile cu o singură bandă de circulație

10.1.9. Acostamentele drumurilor forestiere sunt aplicate și se prevăd numai la drumurile cu două benzi de circulație; la drumurile cu o singură bandă de circulație se prevăd numai în cazul sistemelor rutiere cu mai multe straturi sau de categorie superioară. De preferință 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 distanțe de 10...20 m unul de altul, așezate alternativ (fig.10.4), pe ambele părți ale drumului sau numai pe o singură parte, după

cum înclinarea transversală a platformei drumului este cu două pante (în aliniament și curbele de rază mare) sau cu o singură pantă (curbe convertite sau supraînălțate).

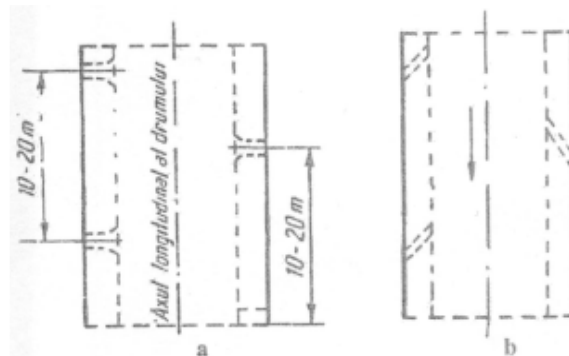


Fig. 10.4 Amplasarea drenurilor de acostament:

a – la declivități mai mici de 1%; b – la declivități mai mari de 1%

10.1.10. În cazul sistemelor rutiere reduse (într-un singur strat), materialul pietros se întinde pe toată lățimea platformei, astfel că, practic, acostamentele lipsesc (sistem rutier neîncastrat).

10.2. Clasificarea și 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 lianți bituminoși (fig.10.5);
- **sisteme rutiere rigide**, în alcătuirea cărora intră cel puțin un strat de beton de ciment (fig.10.6).

Când sistemul rutier are în alcătuire cel puțin un strat de agregate naturale stabilizate cu lianți hidraulici sau puzzolanici, atunci se consideră **semirigid**.

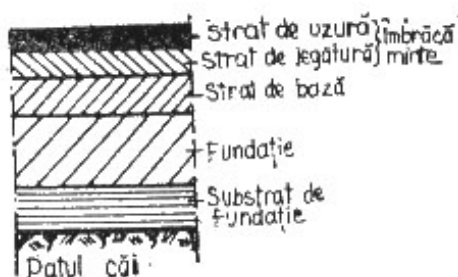


Fig. 10.5 Sistem rutier nerigid



Fig. 10.6 Sistem rutier rigid

10.2.2. În practica execuției drumurilor forestiere se folosesc sistemele rutiere nerigide, adaptate, ca alcătuire, condițiilor traficului rutier forestier.

Sistemele rutiere rigide se folosesc numai în cazuri deosebite, precum: drumul forestier deservește și alte sectoare economice, trafic intens și greu, condiții climatice neprielnice (umiditate ridicată).

10.2.3. Sistemele rutiere nerigide vor avea 1...3 straturi rutiere, în funcție de intensitatea traficului, calitatea materialelor pietroase folosite și natura pământului din patul căii (fig.10.7).

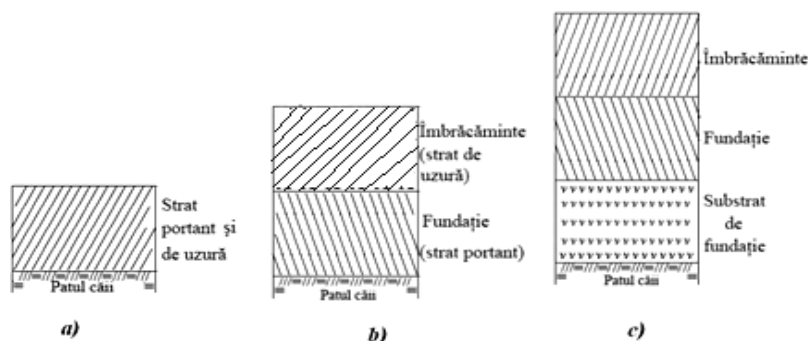


Fig. 10.7 Alcătuirea sistemelor rutiere nerigide folosite pe drumuri forestiere

Astfel, consolidarea părții carosabile se poate face, după caz, printr-un singur strat (portant și de uzură), prin două straturi, unul portant (fundația) și al doilea de uzură (îmbrăcămintea) sau prin trei straturi, când condițiile de teren impun și introducerea unui **substrat de fundație**, cu rol izolator, anticapilar, antigel, drenant și de omogenizare.

10.2.4. Pe porțiunile unde platforma drumului este în stâncă ori rambleurile sunt executate din materiale drenante, cu capacitate portantă corespunzătoare, stratul de fundație poate lipsi, partea carosabilă amenajându-se numai prin așternerea peste platformă a unui strat de egalizare din piatră spartă, peste care se va așeza îmbrăcămintea.

10.2.5. Substratul de fundație poate lipsi în cazul când fundația este realizată din balast cu conținut ridicat de nisip.

10.2.6. În terenurile umede, mlăștinoase, cu terasamente plastice, substratul de fundație se așează pe un **strat de formă**, executat din materiale puțin sensibile la apă și prin care se îmbunătățește capacitatea portantă a terasamentelor.

10.2.7. Împietruirile într-un singur strat, portant și de uzură, se execută din balast sau piatră spartă poligranulară.

10.2.8. În cazul împietruirilor din mai multe straturi, în straturile de fundație se vor folosi materiale locale precum: piatra spartă provenită din derocări de pe traseu, piatră brută, piatră spartă mare, piatră spartă poligranulară, balast, prundiș, bolovani concasați etc. Atunci când este necesar și un substrat de fundație, acesta se execută, de preferință, din balast.

10.2.9. Îmbrăcămințile 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 și de dimensiuni mai mici decât cele din stratul portant (fundație).

10.2.11. Modernizarea îmbrăcăminții drumurilor forestiere se face prin aplicarea, la partea superioară a macadamului obișnuit, a unor tratamente superficiale ori a unui covor asfaltic.

10.2.12. Adoptarea unor îmbrăcăminți 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 și alte sectoare ale economiei naționale, precum și a acelor care prezintă o deosebită importanță turistică.

10.2.13. Sistemele rutiere prevăzute, în mod obișnuit, pe drumurile forestiere secundare, principale și magistrale, se prezintă în figurile 10.8, 10.9 și 10.10.

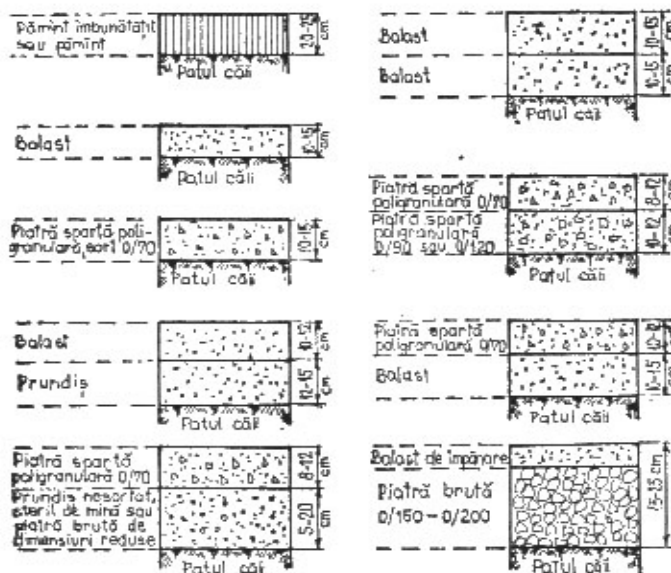


Fig. 10.8 Sisteme rutiere folosite pe drumuri forestiere de tip secundar

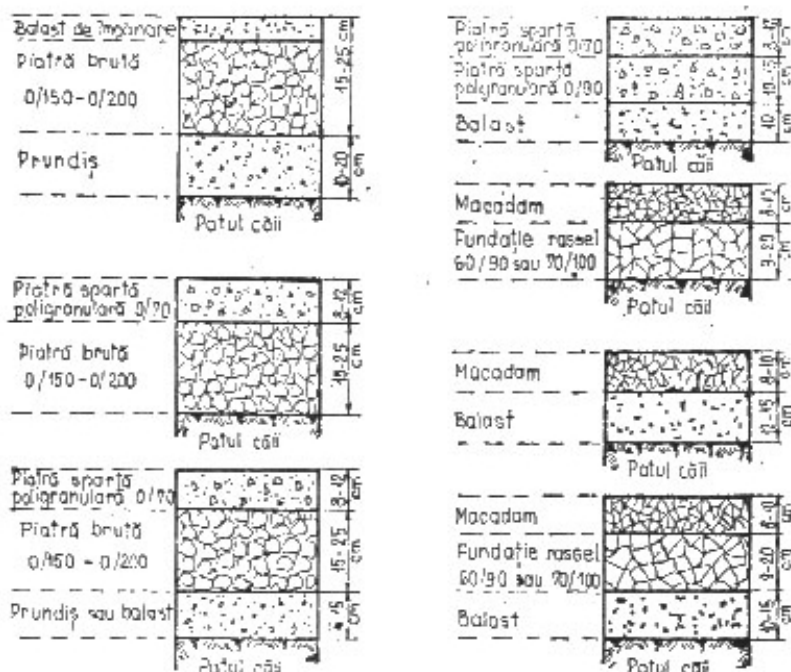


Fig. 10.9 Sisteme rutiere folosite pe drumuri forestiere de tip principal

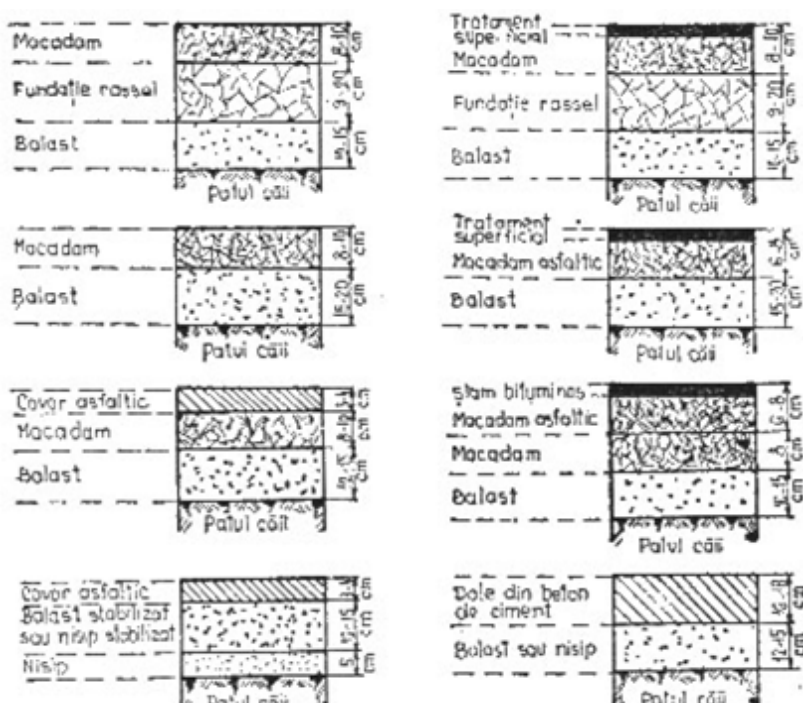


Fig. 10.10 Sisteme rutiere folosite pe drumurile forestiere de tip magistral

10.2.14. Sistemele rutiere din pământ îmbunătățit se pot folosi în cazul deficitului de piatră sau balast și pentru exploatare sezoniere, cu circulație redusă și ușoară.

Ele necesită o bună drenare și evacuare a apelor, ceea ce se realizează, de regulă, prin casiuri executate din lemn sau din alte materiale, amplasate oblic față de axa drumului, la distanțele indicate în tabelul 10.1; acestea pot fi utilizate și la drumurile împietruite când este cazul.

Tabelul 10.1

Distanța dintre casiuri

Panta drumului (%)	Distanța 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 părții 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 așezate pe o platformă de 3,50 m (fig.10.11).

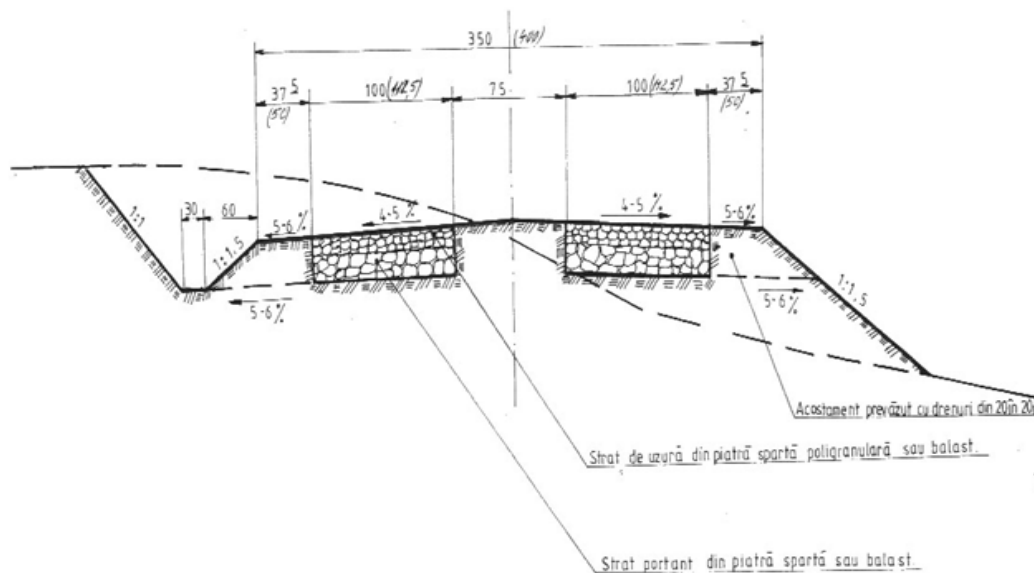


Fig. 10.11. Amplasarea benzilor de rulare în cadrul profilului transversal

În cazul folosirii **dalelor din beton de ciment**, acestea au dimensiunile: lungimea 1,00...1,20 m, lățimea 1,00 m, grosimea 0,10...0,12 m și se împlântă într-un strat de balast.

În curbele cu raze $R < 100$ m, benzile de rulare se supralărgesc, conform indicațiilor din tabelul 10.2.

Tabelul 10.2

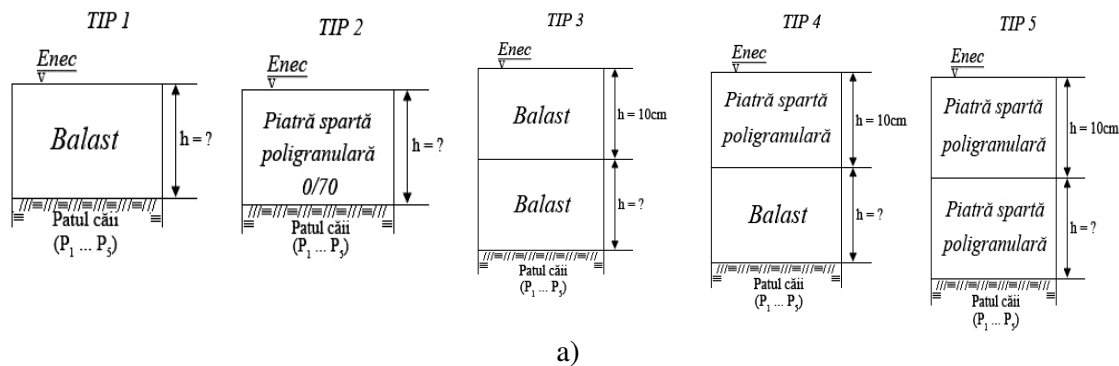
**Supralărgirile în curbe ale benzilor de rulare
utilizate la drumuri forestiere sumar amenajate**

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 mențiuni 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 preferință **sistemelor rutiere tip**, redate, ca alcătuire, în figurile 10.12 și 10.13, iar ca domeniu de utilizare în tabelul 10.3.



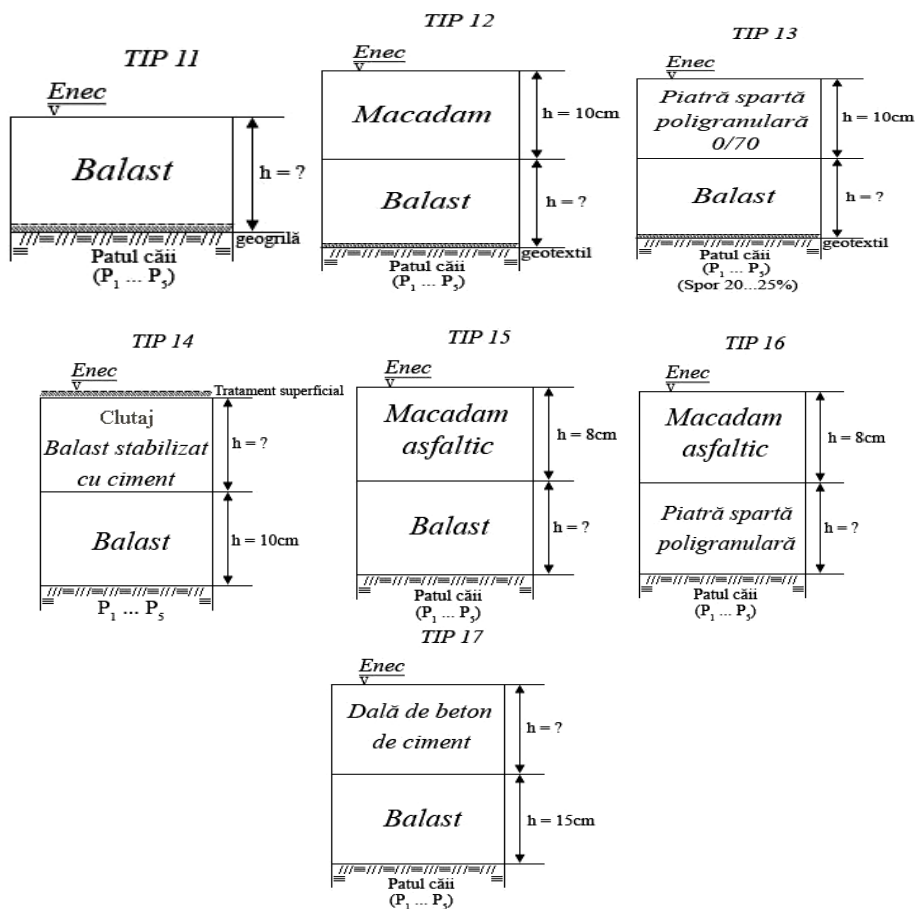
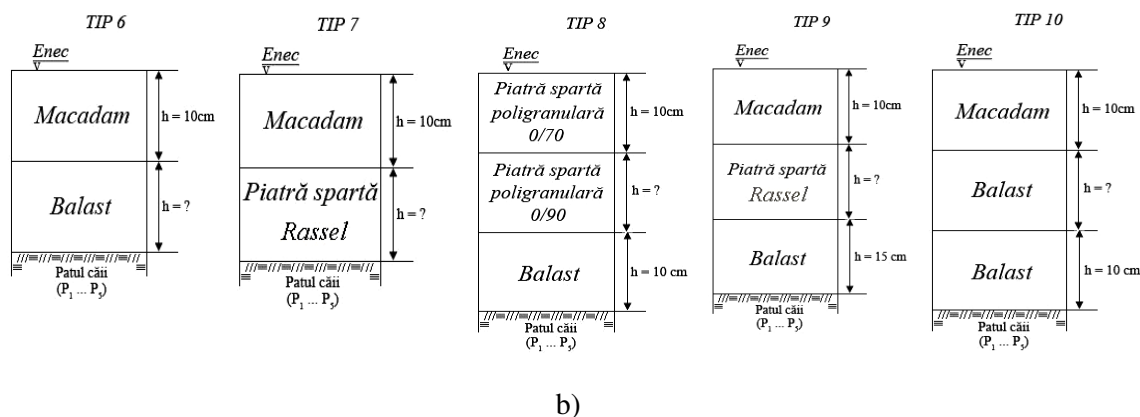


Fig. 10.13 Tipuri de sisteme rutiere, pentru drumuri forestiere, cu folosirea geosintetelor (tipurile 11, 12 și 13) sau a îmbrăcăminților moderne (tipurile 14, 15, 16 și 17)

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 și uzură la rambleuri din materiale pietroase.
Tip 2	Pe drumuri secundare cu trafic sub 3000 t/an: 1. Pe terenuri tari și foarte tari 2. Ca strat de egalizare și uzură la rambleuri din materiale pietroase.
Tip 3	Pe drumuri secundare, cu trafic sub 3000 t/an, în terenuri cu capacitate portantă slabă și nivelul apelor freatice aproape de suprafață
Tip 4	Pe drumuri secundare cu trafic de 3000...5000 t/an, în terenuri argilo-nisipoase și nivelul apelor freatice aproape de suprafață
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 și nivelul apelor freatice aproape de suprafață
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 și 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 și nivel ridicat al apelor subterane, consolidate și 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 și alte sectoare economice sau activitatea turistică și se solicită îmbrăcăminte asfaltică ușoară
Tip 15	Pe drumuri forestiere magistrale, cu trafic peste 50000 t/an sau pe drumuri forestiere ce servesc și 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 și alte sectoare economice, inclusiv turismul, în terenuri nisipo-argiloase
Tip 17	Sistem rutier rigid pentru drumuri forestiere magistrale, în zone umede și trafic intens și greu

10.3.2. Sistemele rutiere tip includ atât soluții tradiționale, respectiv sisteme rutiere din materiale granulare, împletuiri simple sau macadamuri obișnuite (tipurile 1...10), cât și sisteme rutiere în alcătuirea cărora sunt introduse materiale geosintetice (tipurile 11...13) sau sisteme cu îmbrăcămînți moderne (tipurile 14...17).

10.3.3. Grosimile straturilor rutiere din cadrul fiecărui sistem tip sunt adoptate constructiv, cu excepția stratului de fundație a cărui grosime se stabilește sau se verifică prin calcule de dimensionare, în funcție de intensitatea traficului, calitatea pământului din patul căii și a

materialelor rutiere, condițiile 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 părții carosabile a drumurilor forestiere.

10.4.3. La dimensionarea sistemelor rutiere nerigide se va folosi, după caz, una din următoarele metode:

- metoda analitică;
- metoda deformației critice.

Cele două metode diferă între ele prin modul de stabilire și de exprimare a traficului de calcul, tipul autovehiculului etalon, parametrii de caracterizare a calității materialelor rutiere, precum și prin criteriile ce stau la baza dimensionării.

În timp ce metoda deformației critice, bazându-se pe **principiul sistemului bistrat**, urmărește stabilirea directă a grosimii stratului de fundație din alcătuirea sistemului rutier, metoda analitică recurge la o **dimensionare prin verificare**, respectiv să stabilească dacă deformațiile specifice și 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 și anume:

- dimensionarea sistemelor suple și semirigide, prevăzute cu îmbrăcămînți bituminoase (normativ, indicativ P.D. 177-2001);
- dimensionarea pietruirilor (normativ, indicativ A.N.D. 582/2002).

10.4.5. Domeniile de aplicare ale metodelor menționate sunt:

- metoda analitică, indicativ P.D. 177-2001, se va aplica la dimensionarea sistemelor rutiere ale drumurilor forestiere magistrale și principale, proiectate cu o viteză de cel puțin 25 km/h și prevăzute cu îmbrăcămînți 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 condiția ca traficul rutier să fie suficient de intens pentru a se încadra în diagramele metodei și să se dispună posibilitatea de accesare a “PROGRAMULUI CALDEROM 2000”, destinat calculului tensiunilor și deformațiilor specifice în sistemele rutiere în România;

- metoda deformației 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 și 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 așezarea unor noi straturi, conform principiului consolidării succesive.

10.4.6. Metodologia dimensionării și 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 deformației critice.

B. Dimensionarea sistemelor rutiere rigide

10.4.7. Adoptarea de sisteme rutiere rigide apare numai în situații excepționale, în special când drumul forestier deservește și alte sectoare ale economiei naționale.

10.4.8. Metodele de dimensionare se bazează, în general, pe calculul static și de rezistență al dalelor de beton de ciment dreptunghiulare, separate între ele prin rosturi transversale și longitudinale.

10.4.9. Verificarea grosimii datelor adoptate se face în conformitate cu prevederile din instrucțiunile P.D. 177-76 și P.D. 124-84. Întrucât grosimea dalelor se stabilește pentru încărcarea pe centru, după care se prevede îngroșarea necesară a marginilor, în mod frecvent îngroșarea dalelor la margine se înlocuiește cu introducerea unor armături așezate în lungul marginii și la colțuri.

Grosimea minimă admisă pentru îmbrăcămințile 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 și 12...14 cm grosimea stratului de rezistență.

10.4.10. La drumuri de interes pur forestier, amplasate în condiții de umiditate nefavorabile și trafic intens și 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 și 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 și redatate în figurile 10.12 și 10.13, au fost stabilite în funcție de modul lor de alcătuire și 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 și 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).

c₁. Dimensionarea sistemelor rutiere tip (suple și/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 și 16;

- sisteme rutiere semirigide, cu sau fără îmbrăcămini bituminoase dar care includ, unul sau mai multe straturi rutiere din agregate naturale stabilizate cu lianți 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 și/sau semirigide, după metoda analitică, se prezintă în tabelul 10.4.

Tabelul 10.4.

Dimensionarea sistemelor rutiere tip suple (și/sau) după metoda analitică

Nr. sistem rutier tip	Straturi rutiere și tipul de pământ din terasamente	Grosimi și caracteristici de deformabilitate			Rezultate program CALDEROM			Condiții de admisibilitate				Observații
		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 selecționat	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								

NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA DRUMURILOR FORESTIERE
Indicativ PD 003-11

10	Balast selecționat	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 $\sigma_{r \max} = 2,312 \text{ MPa}$ $R:D.O._{\max} = 1$
	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 – deformația specifică de întindere la baza straturilor bituminoase, în microdeformații; ϵ_z – deformația specifică de compresiune la nivelul patului drumului, în microdeformații; 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) și 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 și considerat de grosime semifinită).

Deformațiile și tensiunile (coloanele 5...7) care se iau în considerare, după caz, sunt:

- deformația specifică de întindere la baza straturilor bituminoase ε_r (în microdeformații);
- deformația specifică de compresiune, la nivelul patului drumului ε_z (în microdeformații);
- tensiunea de întindere la baza stratului/straturilor din agregate naturale stabilizate cu lianți hidraulici sau puzzolanici σ_r (în MPa).

Deformațiile (ε_r și ε_z) și 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 condiției ca mărimile deformațiilor specifice și tensiunilor (pentru sistemele rutiere suple și semirigide), obținute prin aplicarea Programului CALDEROM, să nu depășească valorile maxime admise (coloanele 8...10). Se verifică următoarele condiții:

$$\varepsilon_z \leq \varepsilon_{z \text{ adm}} \quad (10.1)$$

$$R.D.O. \leq R.D.O._{\text{max}} \quad (10.2)$$

$$\sigma_r \leq \sigma_{r \text{ max}} \quad (10.3)$$

Deformația verticală maximă admisă se determină cu următoarea relație, valabilă pentru drumuri forestiere:

$$\varepsilon_{z \text{ adm}} = 600 \cdot N_c^{-0,28}, \text{ în microdeformații} \quad (10.4)$$

Rata degradării prin oboseală (R.D.O.) se calculează cu relația:

$$R.D.O. = \frac{N_c}{N_{adm}}, \quad (10.5)$$

în care: N_c este traficul de calcul, în m.o.s., iar N_{adm} – numărul solicitărilor admise la baza straturilor bituminoase, calculat, în funcție de ϵ_r , cu relația:

$$N_{adm} = 24,5 \cdot 10^8 \cdot \epsilon_r^{-3,97}, \text{ în m.o.s.}, \quad (10.6)$$

Rata maximă admisă a degradării prin oboseală este:

$$R.D.O._{adm} = 1 \quad (10.7)$$

Deformația verticală maximă admisă, precum și numărul solicitărilor admise (N_{adm}) se pot stabili și cu ajutorul diagramelor prezentate în ANEXA 9.1.

Tensiunea orizontală de întindere admisibilă se deduce cu relația:

$$\sigma_{r adm} = R_t (0,60 - 0,056 \log N_c) [\text{Mpa}], \quad (10.8)$$

în care: R_t este rezistența la întindere a agregatelor naturale stabilizate cu lianți 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 îmbrăcămînți bituminoase, se verifică îndeplinirea condițiilor redată prin relațiile (10.1) și (10.2), iar pentru cele fără îmbrăcămînți bituminoase condiția (10.1). Pentru sistemele rutiere semirigide se verifică, **în plus**, și condiția (10.3).

10.4.17. Traficul de calcul se determină cu relația (1) din ANEXA 10.1, cu următoarele mențiuni 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 stabilește traficul de calcul va fi de :

5 ani pentru drumuri forestiere secundare;

7 ani pentru drumuri forestiere fără îmbrăcămînți moderne;

10 ani pentru drumuri forestiere principale dotate cu îmbrăcămînți bituminoase și 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 funcție de structura sistemului rutier (col.1) și 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 condițiilor cerute.

c₂ Dimensionarea sistemelor rutiere tip (nerigide) după metoda deformației critice

10.4.19. Dimensiunile tipurilor de sisteme rutiere nerigide, stabilite după metoda deformației critice, în baza relațiilor matematice, se pot extrage din tabelul 10.5. Intrarea în tabel pentru fiecare tip de sistem rutier, se face în funcție de modulul de deformație al pământului din patul căii ($P_1...P_5$) și modulul de deformație necesar E_{nec} , stabilit în baza intensității traficului de calcul (vehicule etalon A13/24 ore). Tabelul, conform principiului metodei (a se vedea ANEXA 10.3), permite **determinarea directă a grosimii fundației** (în cm), grosimile celorlalte straturi ce intră în alcătuirea sistemului rutier fiind adoptate constructiv.

Dacă grosimea fundației, 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 deformație al terasamentului.

Situațiile intermediare se pot rezolva prin interpolare.

c₃ 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 ($P_1 \dots P_5$) și 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	<p align="center">TIP 1</p>
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	<p align="center">TIP 2</p>
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	<p align="center">TIP 3</p>
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	<p align="center">TIP 4</p>
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	<p>TIP 5</p> <p><i>E_{nec}</i></p> <p><i>Piatră spartă poligramulară</i> $E = 90 MP_a$ $h = 10\text{cm}$</p> <p><i>Piatră spartă poligramulară</i> $E = 80 MP_a$ $h = ?$</p> <p>Patul căii ($P_1 \dots P_2$)</p>
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	
20	-	-	-	2	5	7	10	12	15	18	22	26	32	<p>TIP 6</p> <p><i>E_{nec}</i></p> <p><i>Macadam</i> $E = 110 MP_a$ $h = 10\text{cm}$</p> <p><i>Balast</i> $E = 45 MP_a$ $h = ?$</p> <p>Patul căii ($P_1 \dots P_2$)</p>
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	
20	-	-	-	1	3	5	7	9	11	14	16	20	24	<p>TIP 7</p> <p><i>E_{nec}</i></p> <p><i>Macadam</i> $E = 110 MP_a$ $h = 10\text{cm}$</p> <p><i>Piatră spartă Rasel</i> $E = 80 MP_a$ $h = ?$</p> <p>Patul căii ($P_1 \dots P_2$)</p>
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	
20	-	-	-	-	-	-	1	4	6	8	10	13	16	<p>TIP 8</p> <p><i>E_{nec}</i></p> <p><i>Piatră spartă poligramulară 0/70</i> $E = 90 MP_a$ $h = 10\text{cm}$</p> <p><i>Piatră spartă poligramulară 0/90</i> $E = 80 MP_a$ $h = ?$</p> <p><i>Balast</i> $E = 45 MP_a$ $h = 10\text{cm}$</p> <p>Patul căii ($P_1 \dots P_2$)</p>
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	
20	-	-	-	-	-	-	-	-	0	3	6	8	11	<p>TIP 9</p> <p><i>E_{nec}</i></p> <p><i>Macadam</i> $E = 110 MP_a$ $h = 10\text{cm}$</p> <p><i>Piatră spartă Rasel</i> $E = 80 MP_a$ $h = ?$</p> <p><i>Balast</i> $E = 45 MP_a$ $h = 15\text{cm}$</p> <p>Patul căii ($P_1 \dots P_2$)</p>
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	

20	-	-	-	-	-	-	-	2	6	9	12	15	20	<p>TIP 10</p> <p><i>E_{nec}</i></p>
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	
20	8	10	12	13	15	17	19	21	23	26	30	35	42	<p>TIP 11</p> <p><i>E_{nec}</i></p>
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	
20	-	-	-	2	4	7	9	12	14	17	20	25	30	<p>TIP 12</p> <p><i>E_{nec}</i></p>
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	
20	-	-	1	4	6	9	11	14	17	20	23	28		<p>TIP 13</p> <p><i>E_{nec}</i></p>
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		
20	2	3	5	7	8	10	12	13	15	18	20	23	28	<p>TIP 14</p> <p><i>E_{nec}</i></p>
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	

20	-	-	-	1	4	6	9	12	14	17	21	25	31	<p>TIP 15</p> <p><i>E_{nec}</i></p> <p><i>Macadam asfaltic</i> $E = 200 MP_a$</p> <p><i>Balast</i> $E = 45 MP_a$</p> <p>Patul căii ($P_1 \dots P_9$)</p> <p>h = 8cm</p> <p>h = ?</p>
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	<p>TIP 16</p> <p><i>E_{nec}</i></p> <p><i>Macadam asfaltic</i> $E = 200 MP_a$</p> <p><i>Piatră spartă poligranulară</i> $E = 80 MP_a$</p> <p>Patul căii ($P_1 \dots P_9$)</p> <p>h = 8cm</p> <p>h = ?</p>
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	

ANEXA 10.1

**GHID PRACTIC
PENTRU DIMENSIONAREA SISTEMELOR RUTIERE SUPLE ȘI SEMIRIGIDE,
DOTATE CU ÎMBRĂCĂMINȚI BITUMINOASE, DUPĂ METODA ANALITICĂ
(NORMATIV INDICATIV 177-2001)**

1. Considerații generale

Metoda analitică (indicativ P.D. 177-2001) se aplică la dimensionarea sistemelor rutiere suple și semirigide ale drumurilor din clasele tehnice I, II și III. Pentru drumurile din clasele tehnice IV și 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 alcătuiți a sistemului rutier conforme cu prescripțiile tehnice în vigoare și verificarea stării de solicitare a acestuia sub acțiunea traficului de calcul. Drept **criterii** de dimensionare servesc:

- pentru sisteme rutiere suple:
 - deformația specifică de întindere admisibilă la baza straturilor bituminoase;
 - deformația specifică de compresiune admisibilă la nivelul patului drumului;
- pentru sisteme rutiere semirigide:
 - deformația specifică de întindere admisibilă la baza straturilor bituminoase;
 - tensiunea de întindere admisibilă la baza stratului/straturilor din agregate naturale stabilizate cu lianți hidraulici sau puzzolanici;
 - deformația specifică de compresiune admisibilă la nivelul patului drumului.

Dimensionarea sistemului rutier comportă următoarele etape:

- stabilirea traficului de calcul;
- stabilirea capacității portante la nivelul patului drumului;
- alegerea unei alcătuiți 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 înțelege 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 roțile duble: 57,5 kN;
- presiunea de contact (p): 0,625 MPa;
- raza suprafeței 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.) și se stabilește în baza structurii traficului mediu zilnic anual, determinat prin recensăminte de circulație și echivalat în osii standard, conform relației:

$$N_c = 365 \cdot 10^{-6} \cdot P_p \cdot c_{rt} \cdot \sum_{k=1}^5 n_{ki} \cdot \frac{P_{kR} + P_{kF}}{2} \cdot f_{ek} \quad (1)$$

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 repartitie transversală: 0,50 pentru drumuri cu 2-3 benzi de circulație, respectiv 0,45 pentru drumuri cu patru sau mai multe benzi de circulație;

n_{ki} – intensitatea medie zilnică anuală a vehiculelor din grupa k , conform recensământului de circulație (în formulă apare suma intensităților parțiale);

P_{kR} – coeficientul de evoluție al vehiculelor din grupa k , stabilit prin interpolare, corespunzător anului de dare în exploatare;

P_{kF} – coeficientul de evoluție al vehiculelor din grupa K , corespunzător anului de sfârșit 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 coeficienții minimali de evoluție ai traficului rutier, pe grupe de autovehicule, pentru anii 2010...2015, iar în tabelul 2 coeficienții de echivalare în osii standard de 115 kN.

Valorile din cele două tabele s-au obținut în baza recensământului de circulație din anul 1995 și urmează să fie reactualizate după recensământul următor.

Tabelul 1

Coefficienții minimali de evoluție 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 ușoare ($p_i \cdot D_i < 50$) 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 compoziția traficului cât și variația 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 stabilește cu relația:

$$N_c = 365 \cdot 10^{-6} \cdot P_p \cdot c_{rt} \cdot \frac{n_{os115R} + n_{os115F}}{2} \quad (2)$$

în care:

365, P_p și c_{rt} au semnificațiile 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 sfârșitului perioadei de perspectivă luată în considerare (anul F), stabilit prin interpolare.

Tabelul 2

**Coeficienții de echivalare în osii standard de 115 kN
(după Normativul P.D. 177-2001)**

Grupa de vehicule	Vehicul reprezentativ		Coeficienți de echivalare în osii standard de 115 kN
	Tip	Sarcini pe osie	
Autocamioane și derivate cu 2 osii	R8135	45kN+80kN	0,30
Autocamioane și derivate cu 3 osii	R19215	62kN+(2·80)kN	0,44
Autocamioane și 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 circulație s-a efectuat pe fiecare bandă de circulație, pentru stabilirea traficului de calcul se iau în considerare rezultatele recensământului de pe banda cea mai solicitată. În acest caz, coeficientul de repartitie 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 și, în consecință, redimensionarea sistemului rutier.

3. Stabilirea capacității portante la nivelul patului drumului

Se consideră că suportul sistemului rutier este constituit din terasamente, alcătuite din pământul de fundare (STAS 2914) și eventual dintr-un strat de formă (STAS 12253) și, în vederea dimensionării sistemului rutier, este caracterizat prin:

- modulul de elasticitate dinamic E_p [în MPa];
- coeficientul lui Poisson $[\mu]$,

care sunt redate în tabelele 3 și 4.

Tabelul 3

**Valorile de calcul ale modului 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		80	65	80	80
	2a				70	70
	2b					
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 funcție de tipul pământului, climatul zonei și regimul hidrologic. Tipurile de pământ (P₁...P₅), conform STAS 1243, sunt redată în tabelul 5; tipurile climatice de pe teritoriul României sunt prezentate în fig.1 iar regiunile hidrologice (STAS 1709/2) se diferențiază astfel:

- 1 – favorabil: scurgerea apelor superficiale este asigurată, iar apele subterane nu influențează patul drumului;
- 2a – mediocru: pentru sectoare de drum situate în rambleu, cu înălțimea minimă de 1 m;
- 2b – defavorabil: pentru sectoare de drum situate în rambleu cu înălțimea sub 1m, la nivelul terenului, în profil mixt, în debleu.

Tabelul 5

Tipurile de pământ pe baza clasificării pământurilor

Categoría pământului	Tipul de pământ	Clasificarea pământurilor conform STAS 1243	Indicele de plasticitate	Granulozitatea		
				Argilă (%)	Praf (%)	Nisip (%)
Necoezive	P ₁	Pietriș cu nisip	sub 10	cu sau fără fracțiuni sub 0,5 mm		
	P ₂		10...20	fără fracțiuni 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

Repartiția tipurilor climatice pe teritoriul țării este aratăată în harta din fig.1

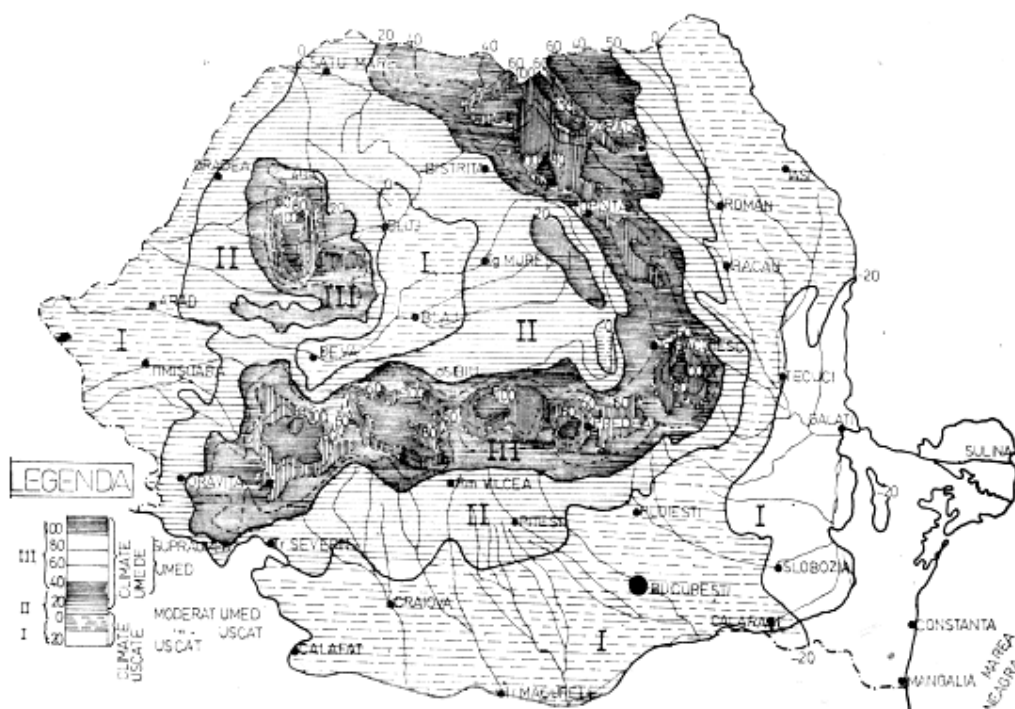


Fig. 1 Harta cu repartiția tipurilor climatice pe teritoriul României

În cazul terasamentelor executate din deșeuri de carieră sau din cenușă de termocentrală, se recomandă următoarele valori ale caracteristicilor de deformabilitate:

- pentru deșeuri de carieră: $E_p = 100 \text{ MPa}$; $\mu = 0,27$;
- pentru cenușă de termocentrală: $E_p = 50 \text{ MPa}$; $\mu = 0,42$.

Atunci când, în cazul unor terasamente slabe, se recurge la îmbunătățirea și uniformizarea portanței acestora, la nivelul patului drumului, printr-un **strat de formă** se ține seama de prevederile STAS 12253. Straturile de formă pot fi alcătuite din **materiale necoezive** (pământuri necoezive, materiale granulare din împietruiri existente, deșeuri de carieră, zgură brută de furnal înalt) sau **materiale coezive** (pământuri coezive tratate cu var, pământuri stabilizate cu zgură granulată și var sau cu ciment și agregate naturale stabilizate cu lianți puzzolanici).

În cazul materialelor necoezive, modulul de elasticitate dinamic al straturilor de formă (E_{sf}) se calculează cu relația:

$$E_{sf} = 0,20 \cdot h_{sf}^{0,45} \cdot E_p \text{ [MPa] ,} \quad (3)$$

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.	Denumirea materialului	Modulul de elasticitate dinamic E_{sf} , în MPa	Coeficientul lui Poisson (μ)
1	Pământuri coezive tratate cu var: - tip P ₃ și P ₄ - tip P ₅	150 250	0,35 0,35
2	Pământuri coezive stabilizate cu zgură granulată și var	200	0,3
3	Pământuri stabilizate cu ciment	300	0,27
4	Agregate naturale stabilizate cu lianți puzzolanici: - zgură granulată - cenușă 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 capacități portante se determină cu ajutorul diagramelor din Normativul P.D. 177-2001.

4. Alegerea alcătuirii sistemului rutier

Tipul de sistem rutier se stabilește în funcție 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 și prin caracteristicile de deformabilitate ale materialelor din straturile rutiere și ale pământului de fundare (modulul de elasticitate dinamic, E_p , în MPa, și 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 și 4;
- în cazul în care există un strat de formă se stabilește 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 lianți hidraulici sau puzzolanici, conform tabelului 8.

Tabelul 7

**Valorile de calcul ale caracteristicilor de deformabilitate
pentru materialele necoezive din straturile de bază și de fundație**

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 fundație, ce poate fi asimilat cu un strat de formă, modulului de elasticitate dinamic se stabilește conform relației 3.		

Tabelul 8

**Valorile de calcul ale caracteristicilor de deformabilitate
pentru agregatele naturale stabilizate cu lianți hidraulici și puzzolanici**

Denumirea materialului	Modul de elasticitate dinamic (E_p) (MPa)	Coeficientul lui Poisson (μ)
Agregate naturale stabilizate cu ciment	1200	0,25
- pentru strat de bază	1000	0,25
- pentru strat de fundație		
Agregate naturale stabilizate cu lianți puzzolanici		
• zgură granulată:		
- pentru strat de bază	1200	0,25
- pentru strat de fundație	700	0,25
• cenușă de termocentrală:		
- pentru strat de bază	1800	0,25
- pentru strat de fundație	1100	0,25
• tuf vulcanic:		
- pentru strat de bază	1200	0,25
- pentru strat de fundație	750	0,25

Caracteristicile de deformabilitate ale mixturilor asfaltice din stratul de bază și din straturile îmbrăcăminții bituminoase depind de tipul climatic al zonei în care se încadrează drumul și 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 și 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 compoziția mixturii asfaltice dintr-un strat diferă de cea din prescripțiile tehnice în vigoare (tabelul 9), valorile de calcul ale modului de elasticitate dinamic se stabilesc conform instrucțiunilor tehnice AND 542.

Atunci când sistemul rutier include mai mult de trei straturi rutiere alcătuite din același tip de materiale (mixturi asfaltice, piatră spartă sau balast) acestea vor fi caracterizate prin grosimea totală a pachetului de straturi, în cm, și 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 relația:

$$E_m = \left[\frac{\sum E_i^{\frac{1}{3}} h_i}{\sum h_i} \right]^3 \quad [\text{Mpa}] , \quad (4)$$

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 deformațiilor specifice și tensiunilor în punctele critice ale complexului rutier, care corespund unei stări de solicitare maxime.

În cazul sistemelor rutiere suple se calculează următorii parametri:

- deformația specifică orizontală de întindere (ϵ_r) la baza straturilor bituminoase, în microdeformații;
- deformația specifică verticală de compresiune (ϵ_z) la nivelul patului drumului, în microdeformații.

În cazul sistemelor rutiere semirigide se calculează:

- deformația specifică orizontală de întindere (ϵ_r), la baza straturilor bituminoase, în microdeformații;
- tensiunea orizontală de întindere (σ_r) la baza stratului/straturilor din agregate naturale stabilizate cu lianți hidraulici sau puzzolanici;
- deformația specifică verticală de compresiune (ϵ_z) la nivelul patului drumului, în microdeformații.

Calcululele se efectuează cu programul CALDEROM 2000, care face parte integrantă din **Normativul P.D. 177/2001**, și au în vedere următoarele puncte (nivele):

- **pentru ϵ_r : la baza straturilor bituminoase**

$$Z_1 = \sum_1^n h_{ima}, \quad (5)$$

în care:

Z_1 este adâncimea de la suprafața îmbrăcăminții punctului unde se determină deformația, în cm;

h_{ima} – grosimea fiecărui strat bituminos, în cm;

- **pentru σ_r : la baza straturilor din agregate naturale stabilizate cu lianți hidraulici sau puzzolanici**

$$Z_2 = Z_1 + \sum_1^n h_{ibs}, \quad (6)$$

în care:

h_{ibs} este grosimea fiecărui strat din agregate naturale stabilizate cu lianți hidraulici sau puzzolanici, în cm;

- pentru ε_z : la nivelul patului drumului

$$z_3 = H, \quad (7)$$

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 deformațiile specifice și tensiunile calculate conform celor arătate anterior (punctul 4) corespund cu cele admisibile, stabilite în baza proprietăților 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 deformația specifică orizontală de întindere (ε_r), tensiunea orizontală de întindere (σ_t) și deformația specifică verticală de compresiune (ε_z).

Criteriul deformației 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 deformație la baza acestora și care se determină cu ajutorul diagramei din figura 2.

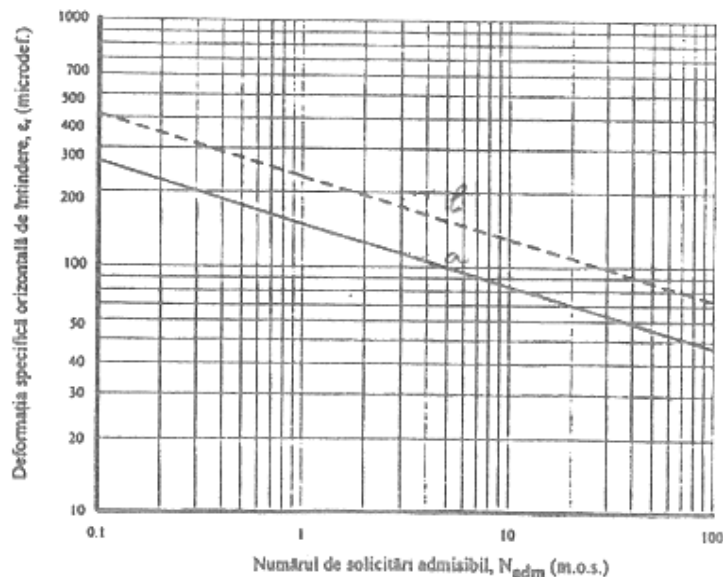


Fig. 2 Diagrama de stabilire a numărului de solicitări admisibil în funcție de deformația specifică orizontală de întindere la baza straturilor bituminoase (Dreapta „a” corespunde drumurilor cu trafic de calcul mai mare de 1 m.o.s., iar dreapta „b” celor cu trafic de calcul de cel mult 1 m.o.s)

Grosimea necesară straturilor bituminoase este cea pentru care se respectă condiția:

$$RDO \leq RDO \text{ admisibil}, \quad (9)$$

în care RDO admisibil poate fi de maximum 1,00 – pentru drumurile forestiere, considerând că acestea ar fi asimilate drumurilor județene și 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:

$$\sigma_t \leq \sigma_{t \text{ adm}}, \quad (10)$$

în care:

σ_t este tensiunea orizontală de întindere la baza stratului/straturilor stabilizate, cu lianți hidraulici sau puzzolanici, în MPa;

$\sigma_{t \text{ adm}}$ – tensiunea de întindere admisibilă, în MPa, calculată cu relația:

$$\sigma_{t \text{ adm}} = R_t(0,60 - 0,0056 \cdot \log N_c), \quad (11)$$

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 și puzzolanici

(la vârsta de 360 zile a materialului)

Tipul liantului și 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
Cenușă 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 îngroșarea stratului din agregate naturale stabilizate cu lianți și refacerea calculelor.

Criteriul deformației specifice verticale (ϵ_z), admisibile la nivelul pământului de fundare, urmărește satisfacerea condiției:

$$\epsilon_z \leq \epsilon_{z \text{ adm}}, \quad (12)$$

în care:

ϵ_z este deformația specifică verticală de compresiune la nivelul pământului de fundare, exprimată în microdeformații;

$\epsilon_{z \text{ adm}}$ – deformația specifică verticală admisibilă la nivelul pământului de fundare, în microdeformații, conform relației:

$$\epsilon_{z \text{ adm}} = 600 N_c^{-0,28} [\text{microdeformații}] \quad (13)$$

Deformația specifică verticală admisibilă ($\varepsilon_{z \text{ adm}}$) se poate stabili și cu ajutorul diagramei din fig.8, luându-se în considerare dreapta „b”.

În cazul în care condiția (12) nu este îndeplinită se modifică alcătuirea sistemului rutier. Mai întâi se recomandă îngroșarea stratului de balast până la grosimea de 30 de cm, iar, dacă nu este suficient, se majorează și grosimea straturilor bituminoase.

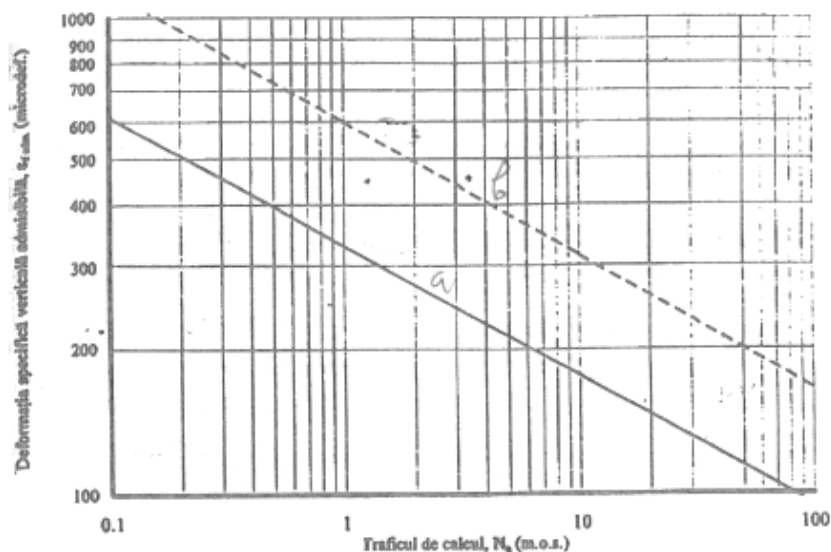


Fig. 3 Diagrama de stabilire a deformației specifice verticale admisibile la nivelul pământului de fundare în funcție de traficul de calcul

7. Exemple de calcul

A. Sistem rutier suplu

Tema.

Stabilirea și dimensionarea, după metoda analitică, a sistemului rutier suplu pentru un drum forestier, folosit și de alte sectoare economice ce-și desfășoară activitatea în fond forestier, amplasat în zonă de tip climatic II (fig.1), cu surse de agregate naturale de carieră aflate la distanțe reduse față de traseu. Regimul hidrologic: defavorabil (tip 2b), pământul de fundare, conform analizelor granulometrice și de plasticitate este de tip P₄ (prafuri argilo-nisipoase și prafuri) în sectorul I al drumului și tip P₅ (argilă prăfoasă și argilă prăfoasă-nisipoasă) în sectorul II.

Caracteristicile traficului rutier, pentru o perioadă de 10 ani, corespund următoarei componente și intensități medii zilnice:

- autocamioane și derivate cu 2 osii.....30;

- autocamioane și derivate cu 3 osii.....30;
- autocamioane și derivate cu peste 3 osii.....35;
- remorci.....80.

Total 175 autovehicule/zi

Rezolvare

- **Stabilirea traficului de calcul** este redată în tabelul 11 și relația 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 și derivate cu 2 osii	30	1,5	2,6	2,05	0,30	18
Autocamioane și derivate cu 3 osii	30	1,1	1,4	1,25	0,44	17
Autocamioane și 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 stabilește **traficul de calcul**, în milioane de osii standard (m.o.s.), conform relației:

$$365 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \cdot 0,50 \cdot 162 \cong 0,30 \text{ [m.o.s.]}, \quad (14)$$

- **Stabilirea capacității 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 tabelor 3 și 4 din ANEXĂ, sunt:

- modulul de elasticitate dinamic..... $E_p = 70 \text{ MPa}$;
- coeficientul lui Poisson..... $\mu = 0,35$.

- **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 obține pentru o grosime a stratului de formă de 15 cm; coeficientul lui Poisson $\mu = 0,35$.

• **Alegerea alcătuirii sistemului rutier** se face diferențiat pe cele două sectoare de drum, avându-se în vedere caracteristicile de deformabilitate diferite de la nivelul patului căii.

Pentru sectorul I, ținându-se seama de condițiile locale (prezența în zonă a agregatelor naturale de carieră) s-a alcătuit sistemul rutier suplu redat în figura 4.

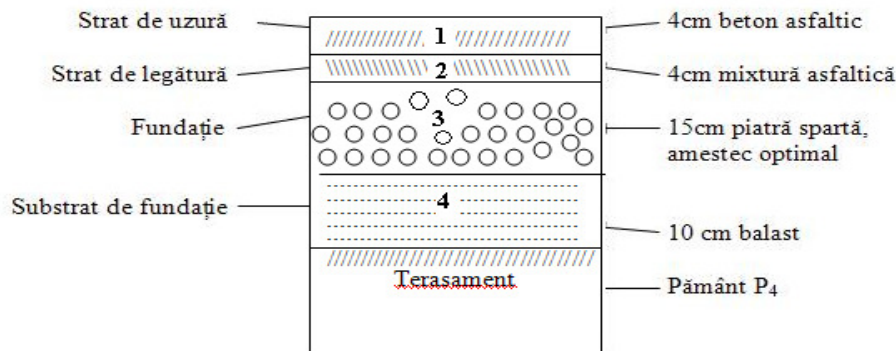


Fig. 4 Alcătuirea sistemului rutier propus (sector I)

1 - beton asfaltic: $E_p = 3600 \text{ MPa}$; $\mu = 0,35$;

2 - mixtură asfaltică: $E_p = 3000 \text{ MPa}$; $\mu = 0,35$

3 - piatră spartă, amestec optimal: $E_p = 500 \text{ MPa}$; $\mu = 0,27$

4 - balast: $E_p = 210 \text{ MPa}$; $\mu = 0,27$

Terasament - Pământ P_4 : $E_p = 70 \text{ MPa}$; $\mu = 0,35$

Pentru sectorul II, datorită prezenței unui strat de formă la partea superioară a terasamentelor, caracteristicile de deformabilitate la nivelul patului căii s-au modificat, ceea ce a determinat și adoptarea unei alte alcătuirii a sistemului rutier (fig.5).

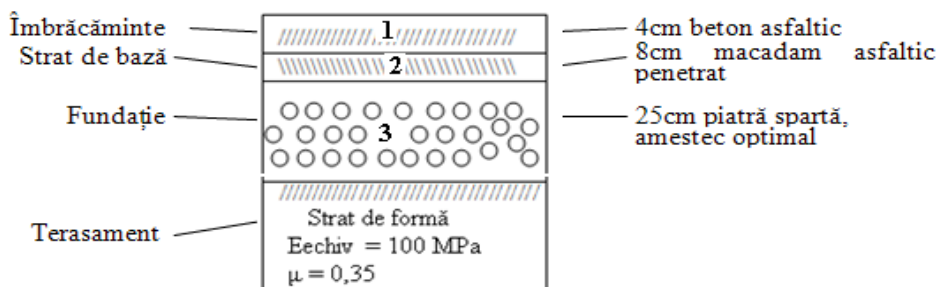


Fig. 5 Alcătuirea sistemului rutier propus (sector II)

1 - beton asfaltic: $E_p = 3600 \text{ MPa}$; $\mu = 0,27$;

2 - macadam asfaltic penetrat: $E_p = 1000 \text{ MPa}$; $\mu = 0,27$

3 - piatră spartă, amestec optimal: $E_p = 500 \text{ MPa}$; $\mu = 0,27$

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 soluția tehnică adoptată reprezintă un sistem rutier suplu, verificarea acesteia se face prin intermediul următoarelor deformații:

- deformația specifică orizontală de întindere (ϵ_r) la baza straturilor bituminoase, în microdeformații;
- deformația specifică verticală de compresiune (ϵ_z), la nivelul patului drumului, în microdeformații.

Stabilirea mărimii celor două categorii de deformații, la diferite nivele ale sistemului rutier, se face folosindu-se „PROGRAMUL PENTRU CALCULUL DEFORMAȚIILOR SPECIFICE ALE SISTEMELOR RUTIERE ÎN ROMÂNIA – CALDEROM”.

Programul CALDEROM și suportul său fizic se găsesc pe o dischetă, care face parte integrantă din „Normativul de dimensionare P.D. 177-2001 și se referă la calculul deformațiilor 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 și caracteristicile de deformabilitate ale fiecărui strat rutier;
- adâncimile (nivelele) de calcul ale deformațiilor 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 și prin modulul de elasticitate dinamic mediu ponderat.

Considerând sistemul rutier, prezentat în figura 4 și folosind PROGRAMUL CALDEROM, s-au obținut deformațiile specifice ϵ_r și 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:		D E F O R M A T I E D E F O R M A T I E	
R	Z	RADIALA	VERTICALA
cm	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

Menționăm că exprimarea în microdeformații a deformațiilor specifice s-a făcut astfel:

- deformația specifică radială de la nivelul de -8 cm, respectiv 200E+03, înseamnă $\epsilon_r = 200$ microdeformații (exemplu);
- deformația specifică verticală de la nivelul de -33 cm, respectiv 481E+03, înseamnă $\epsilon_z = 481$ microdeformații (exemplu).

Mărimile celor două deformații specifice, pentru diferite nivele, exprimate în microdeformații, sunt cele redată 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 urmărește 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

$$R.D.O. = \frac{N_e}{N_{adm}} \quad (16)$$

în care numărul solicitărilor admise (N_{adm} , exprimat în m.o.s.) ce poate fi preluat de straturile bituminoase este dat de relația:

$$N_{adm} = 24,5 \cdot 10^8 \cdot \epsilon_r^{-3,97} [\text{m.o.s.}] , \quad (17)$$

sau poate fi extras din diagrama redată în figura 2.

Rata de degradare maximă admisă, pentru drumuri forestiere este:

$$R.D.O._{admis} = 1 \quad (18)$$

$$\text{Condiția: } R.D.O. \leq R.D.O._{admis} \quad (19)$$

În cazul exemplului numeric: $\epsilon_r = 200$ microdeformații

$$N_{adm} = 1,08 \text{ m.o.s. (conform diagramei din figura 2)}$$

$$R.D.O. = \frac{N_c}{N_{adm}} = \frac{0,30}{1,08} = 0,277;$$

$$0,277 < 1 \quad (20)$$

și deci condiția este îndeplinită.

Deformația specifică verticală (ϵ_z), admisă la nivelul patului de fundare, poate fi stabilită cu relația 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 citește pe diagramă $\epsilon_z = 840$ microdeformații.

Deci:

$$\epsilon_z = 481 < \epsilon_{z \text{ adm}} = 840 \quad (21)$$

(la nivelul patului de fundare)

În consecință, condițiile impuse la verificări sunt îndeplinite și 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 și folosind PROGRAMUL CALDEROM s-au obținut deformațiile specifice ϵ_r și ϵ_z redate tabelul 14, valabile pentru sectorul II al drumului. Traficul de calcul rămâne același ca și 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 cmStratul 2: Modulul 1000. MPa, Coeficientul Poisson .270,
Grosimea 8.00 cmStratul 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:**DEFORMATIE DEFORMATIE****R Z**
cm cm**RADIALA VERTICALA**
microdef 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 deformațiilor specifice, la diferite nivele sunt prezentate în tabelul 15.

Tabelul 15

Deformații specifice (sector II)

R cm	Z cm	Deformația specifică orizontală radială (ϵ_r), în microdeformații	Deformația specifică verticală (ϵ_z), în microdeformații
0	-12	207	462
0	+12	207	771
0	-37	262	299
0	+37	262	692

În ceea ce privește deformațiile specifice admisibile, pentru sectorul II, acestea, conform diagramelor din figurile 2 și 3, depind de intensitatea traficului, exprimată în m.o.s., trafic care nu s-a modificat față de sectorul I. Ca urmare:

Pentru criteriul ϵ_r (la nivelul straturilor bituminoase):

$$\varepsilon_r = 207 \text{ microdeformații;}$$

$$N_{adm} = 1,08 \text{ m.o.s.}$$

$$R.D.O. = \frac{0,30}{1,08} = 0,280$$

$$0,280 < 1 \quad (22)$$

Pentru criteriul ε_z :

$$\varepsilon_z = 692 < \varepsilon_{z adm} = 840$$

(la nivelul patului de fundare)

Deci, condițiile prescrise sunt îndeplinite.

B. Sistem rutier semirigid

Sistemele rutiere semirigide pot fi luate în considerare, în cazul drumurilor forestiere, pentru benzile de lărgire a părții carosabile, în cadrul acțiunii de reabilitare a drumurilor magistrale sau principale, ca și a celor ce servesc și altor interese ale economiei naționale.

Astfel, se consideră că drumul forestier magistral, ce deservește și alte sectoare economice, este amplasat într-o zonă climatică II, în care șansele de agregate naturale sunt deficitare, iar agregatele naturale de balastieră sunt relativ ușor accesibile, ceea ce a impus includerea în sistemul rutier și 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.

Compoziția zilnică a traficului rutier, în ambele sensuri, pentru o perioadă de perspectivă de 10 ani, este următoarea:

- autocamioane și derivate cu 2 osii 40
- autocamioane și derivate cu 3 osii 40
- autocamioane și derivate cu peste 3 osii 30
- autobuze pentru turiști 10
- remorci 90

Rezolvare

• **Stabilirea traficului de calcul** se face conform celor arătate în prezenta ANEXĂ și 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}	$\frac{\text{col. 2} + \text{col. 3}}{2}$	f_{ek}	
0	1	2	3	4	5	6
Autocamioane și derivate cu 2 osii	40	2,0	2,8	2,40	0,30	29
Autocamioane și derivate cu 3 osii	40	1,2	1,4	1,30	0,44	23
Autobuze pentru turiști	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 stabilește **traficul de calcul**, conform relației (1) din ANEXĂ:

$$N_c = 365 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \cdot 0,50 \cdot 203 \cong 0,37 \text{ m.o.s.} \quad (23)$$

• **Stabilirea capacității portante la nivelul patului drumului**

Pământul de fundare, alcătuit din argile, face parte, conform tabelului 5 din ANEXĂ, din categoria P₅. Sectorul de drum, are terasamentele la nivelul terenului și în debleu și este caracterizat printr-un regim hidrologic 2b. Conform tabelelor 3 și 4 din ANEXĂ, caracteristicile de deformabilitate ale pământului din patul drumului sunt:

- modulul de elasticitate dinamic, $E_p = 70 \text{ MPa}$;
- coeficientul lui Poisson, $\mu = 0,42$.

Îmbunătățirea capacității portante a pământului se va obține 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, $E_{eq} = 122 \text{ MPa}$;
- coeficientul lui Poisson, $\mu = 0,35$.

- **Alcătuirea sistemului rutier** și parametrii de calcul sunt prezentați 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 și 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 deformațiile specifice redade în tabelul 18.

Tabelul 18**Mărimile deformațiilor specifice**

Deformația specifică	Simbol	U.M.	Mărimi
Deformația specifică de întindere la baza straturilor bituminoase	ϵ_r	microdeformații	91,6
Tensiunea de întindere la baza stratului stabilizat cu ciment	σ_r	MPa	0,139
Deformația specifică de compresiune la nivelul patului drumului	ϵ_z	microdeformații	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:

$$N_{adm} = 24,5 \cdot 10^8 \cdot \varepsilon_r^{-3,97} = 39,84 \text{ m.o.s.}, \quad (24)$$

în care ε_r s-a preluat din tabelul 20.

Rata de degradare prin oboseală s-a calculat cu relația:

$$R.D.O. = \frac{N_c}{N_{adm}} = \frac{0,37}{39,84} = 0,01, \quad (25)$$

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:

$$\sigma_{t adm} = R_t(0,60 - 0,056 \cdot \log N_c) \quad (26)$$

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) și, înlocuind în relația 26, se obține:

$$\sigma_{t adm} = 0,35(0,60 - 0,056 \cdot \log 0,37) = 0,241 \text{ MPa} \quad (27)$$

Ca urmare, condiția se verifică:

$$0,241 > 0,139 \quad (28)$$

Deformația specifică verticală admisibilă se calculează cu relația:

$$\varepsilon_{z adm} = 600 N_c^{-0,28} [\text{microdeformații}] \quad (29)$$

Introducând în ecuația (29) valorile din exemplu rezultă:

$$\varepsilon_{z adm} = 600 \cdot 0,37^{-0,28} = 792 \text{ microdeformații} \quad (30)$$

În consecință:

$$792 > 246$$

(31)

și deci condiția este îndeplinită.

ANEXA 10.2

**GHID PRACTIC
PENTRU DIMENSIONAREA SISTEMELOR RUTIERE SUPLE ȘI SEMIRIGIDE,
DUPĂ METODA ANALITICĂ, CONFORM NORMATIVULUI
INDICATIV A.N.D. 582/2002**

1. Considerații generale

Normativul indicativ A.N.D. 582/2002 se referă la proiectarea și execuția pietruirii drumurilor de pământ și 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 și semirigide, indicativ P.D. 177-2001 (a se vedea ANEXA 10.1), și are în vedere prima etapă din acțiunea de ameliorare a calității părții carosabile, prin consolidări succesive, a drumurilor de pământ, respectiv a drumurilor din clasele tehnice IV și V din cadrul rețelei de drumuri publice județene, comunale și vicinale.

Întrucât drumurile forestiere, în marea lor majoritate, sunt drumuri împietruite, rezultate în urma consolidării părții carosabile a unor terasamente din pământ, executate în conformitate cu cerințele geometrice și tehnice ale transportului rutier forestier, se poate considera că metoda poate fi aplicată și la dimensionarea suprastructurii drumurilor forestiere, care nu beneficiază de îmbrăcămînți bituminoase și deci nu se încadrează, în prezent, în prevederile normativului P.D. 177-2001. Acest lucru nu exclude ca, în viitor, în eventualitatea adoptării unei îmbrăcămînți 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 aderență perfectă.

- **Materialele pietroase** din straturile rutiere și pământul de fundare sunt definite fiecare prin modulii lor de elasticitate dinamică (E_p) și coeficienții 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 exigențelor, se așterne deasupra **un strat de formă**, care să sporească portanța terasamentelor.

Valorile caracteristicilor de deformabilitate ale straturilor rutiere din agregate naturale (modul de elasticitate dinamic E_p și coeficientul lui Poisson μ) sunt redată în tabelul 1 din

prezenta anexă. Pentru pământul de fundare sunt valabile datele din tabelele 3 și 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 fundație	150	0,27
II. Agregate naturale stabilizate cu ciment		
- pentru strat de bază	1200	0,25
- pentru strat de fundație	1000	0,25
III. Agregate naturale stabilizate cu lianți puzzolanici		
• zgură granulată		
- pentru strat de bază	1200	0,25
- pentru strat de fundație	700	0,25
• cenușă de termocentrală		
- pentru strat de bază	1800	0,25
- pentru strat de fundație	1100	0,25
• tuf vulcanic		
- pentru strat de bază	1200	0,25
- pentru strat de fundație	750	0,25
Notă: Pentru nisip, în stratul de fundație se consideră: $E_p = 70 \text{ MPa}$; $\mu = 0,27$		

2. Traficul de calcul

În vederea dimensionării sistemului rutier, traficul de calcul se exprimă în milioane osii standard (m.o.s.) și se determină cu relația 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 lianți puzzolanici;

5...7 ani pentru materiale stabilizate cu lianți puzzolanici, precum și pentru macadamul penetrat sau semipenetrat;

- coeficientul de repartiție transversală pe benzi de circulație (c_{π}) 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} și 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 și derivate cu 2 osii 0,4
 - autocamioane și 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:

$$f_{ek} = \sum_{i=1}^n A_i \left(\frac{P_i}{115} \right)^b, \quad (1)$$

în care: P_i este sarcina pe osia i a vehiculului special;

A_i – parametru în funcție 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 aceeași ca și în cazul ANEXEI 10.1.

3. Alcătuirea sistemelor rutiere

Alcătuirea sistemelor rutiere se face în concordanță cu următoarele deziderate:

- utilizarea pe scară largă a materialelor locale;
- aplicarea principiului ameliorării progresive prin consolidări succesive;
- extinderea mecanizării în execuția suprastructurii drumului;
- realizarea unor costuri, de execuția și întreținere, 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 folosește drept parametri de calcul caracteristicile de deformabilitate ale pământului din patul căii (tabelele 3 și 4 din ANEXA 10.1) și ale straturilor rutiere (tabelul 1-ANEXA 10.2), precum și grosimile straturilor ce intră în alcătuirea sistemului rutier.

Analiza constă în calculul deformațiilor specifice și a tensiunilor ce se produc în punctele critice ale sistemului rutier și compararea lor cu cele maxime admise.

În consecință, metoda ce se prezintă este o **metodă de dimensionare prin verificare**.

Calculul deformațiilor specifice și 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 lianți puzzolanici: *deformația specifică verticală de compresiune* (ε_z) la nivelul patului drumului;
- pentru sistemele rutiere cu straturi stabilizate cu lianți puzzolanici: *deformația specifică verticală de compresiune* (ε_z) la nivelul patului drumului și *tensiunea orizontală de întindere* (σ_r) de la baza stratului din agregate naturale stabilizate cu lianți puzzolanici.

Se cere îndeplinirea condițiilor:

$$\varepsilon_z \leq \varepsilon_{z \text{ admisibil}} \text{ (în microdeformații);} \quad (2)$$

$$\sigma_r \leq \sigma_{r \text{ admisibil}} \text{ (în MPa).} \quad (3)$$

Valorile admisibile se stabilesc cu relațiile:

$$\varepsilon_{z \text{ adm}} = 600N_c^{-0,28} \text{ (microdeformații);} \quad (4)$$

$$\sigma_{r adm} = R_t (0,60 - 0,56 \log N_c), \quad (5)$$

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 și refacerea calculelor.

În perspectiva dotării drumului cu îmbrăcămînți asfaltice se verifică și 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 împletuit cu două benzi de circulație, care servește și 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 $\mu = 0,30$;
- componența și intensitatea medie zilnică anuală a traficului (în osii standard), corespunzătoare anului 2010, evaluată de beneficiarul investiției (administrația drumului) a fost următoarea:
 - autocamioane și derivate cu 2 osii 90;
 - idem cu 3 și 4 osii 70;
 - autovehicule articulate 20;
 - autobuze 12;
 - remorci 186.
- perioada de funcționare a drumului: 5 ani.

Rezolvare

Se stabilește traficul mediu zilnic anual (n_k) pe grupe de autovehicule fizice, corespunzător perioadei 2010-2015. Calculele sunt redată în tabelul 2.

Tabelul 2

Calculul intensității medii zilnice anuale a traficului

Grupa autovehicule	de	n_k	P_{k10}	P_{k15}	<u>col 2 + col 3</u> 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 și 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);
- evoluția traficului pe o perioadă de 5 ani (P_{k10} și P_{k15});
- coeficienții 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 stabilește cu relația 1 din ANEXA 10.1. Astfel:

$$365 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 0,50 \cdot 175,95 = 0,161 \text{ m.o.s.} \quad (6)$$

Se propune, pentru consolidarea părții carosabile, sistemul rutier din tabelul 3, în care se află înscrise: alcătuirea sistemului rutier, grosimile straturilor rutiere (h) și caracteristicile de deformabilitate ale acestora (E_p și μ).

Tabelul 3

**Structura sistemului rutier și parametri de calcul
pentru determinarea deformațiilor specifice**

Structura sistemului rutier	Funcția stratului rutier	Parametri de calcul		
		h [cm]	E _p [MPa]	μ
Macadam	îmbrăcămintă	10	600	0,27
Balast	strat de bază	25	210	0,27
Piatră spartă mare	fundație	10	150	0,27

Prin rularea programului CALDEROM (tabelul 4) s-a determinat deformația specifică verticală de compresiune, la nivelul patului drumului:

$$\varepsilon_z = 654 \text{ microdeformații} \quad (7)$$

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	și e	semifinit

REZULTATE:		DEFORMAȚIE	DEFORMAȚIE
R	Z	RADIALĂ	VERTICALĂ
cm	cm	microdef	microdef
.0	.00	.808E+03	-.236E+04
.0	- 45.00	.397E+03	-.654E+04
.0	45.00	.397E+03	-.111E+04

Fiind un sistem rutier suplu se verifică doar condiția, menționată în relația 2:

$$\varepsilon_z \leq \varepsilon_{z \text{ adm}}, \quad (2)$$

în care, conform relației (4):

$$\varepsilon_{z \text{ adm}} = 600N_c^{-0,28}, \quad (4)$$

respectiv pentru $N_c = 0,161$ m.o.s.:

$$\varepsilon_{z \text{ adm}} = 600 \cdot 0,161^{-0,28} \quad (8)$$

Rezolvând ecuația (8) se obține:

$$\varepsilon_{z \text{ adm}} = 1000 \quad (9)$$

Deci este îndeplinită condiția (2), deoarece:

$$654 < 1000$$

Îndeplinirea condiției este confirmată și de diagrama redată în figura 3 din ANEXA 10.1.

B. Sistem rutier semirigid

În funcție de resursele locale se poate propune în alcătuirea împietririi și un strat din agregate naturale stabilizate cu ciment, zgură granulată, cenușă de termocentrală etc. sau un strat de materiale puzzolanice.

În asemenea situații sistemul rutier se consideră semirigid și se protejează, de preferință, la partea superioară, cu un tratament superficial. Ca și în cazul sistemelor rutiere suple, fiecare strat rutier se definește prin grosimea sa (în centimetri) și caracteristicile sale de deformabilitate (modul de elasticitate dinamic și coeficientul lui Poisson), elemente care servesc la determinarea parametrilor de dimensionare prin programul CALDEROM. Astfel, în baza programului de calcul, se obțin:

- deformația specifică radială ε_r (în microdeformații), la baza îmbrăcăminții bituminoase;
- tensiunea orizontală de întindere σ_r (în MPa), la baza stratului/straturilor stabilizate;
- deformația specifică verticală ε_z (în microdeformații), la baza nivelului patului căii.

Dimensionarea constă în verificarea îndeplinirii condițiilor:

$$\varepsilon_z \leq \varepsilon_{z \text{ adm}} \text{ (în microdeformații);} \quad (11)$$

$$\sigma_r \leq \sigma_{r \text{ adm}} \text{ (în MPa)} \quad (12)$$

În ceea ce privește deformația specifică radială ε_r , aceasta servește la determinarea numărului de solicitări admise la baza straturilor bituminoase și a ratei de degradare la

oboseală (R.D.O.), care, de asemenea, nu trebuie să depășească 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 și a fost adoptată și pentru dimensionarea sistemelor rutiere nerigide de pe drumurile forestiere de diferite categorii, având astfel o sferă de aplicabilitate foarte largă.

În prezent se urmărește înlocuirea sa, atunci când este posibil, cu metoda analitică, care oferă mai multe elemente (criterii) privind comportarea și 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 cunoaște 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 și 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 desfășoară cu diferite tipuri de autovehicule, care solicită în mod diferit sistemul rutier, este necesar, pentru stabilirea

traficului de calcul, transformarea intensității 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 secțiune de drum, în ambele sensuri, în timp de 24 ore.

Drept vehicul etalon se ia în considerare un vehicul convențional A13, cu următoarele caracteristici:

- sarcina pe osia din spate.....91 kN;
- presiunea specifică (p) transmisă de roată îmbrăcăminții drumului.....0,5MPa;
- diametrul suprafeței de contact (D) dintre roată și îmbrăcămințe340mm;

Echivalarea traficului real în trafic cu vehicule etalon se face în baza principiului că două traficuri sunt echivalente dacă produc, asupra aceluiași complex rutier, aceeași tasare. Astfel, un trafic de caracteristici p_i , D_i , N_i , în care p_i și D_i sunt caracteristicile contactului dintre roată și drum, iar N_i – intensitatea traficului, poate fi echivalat cu un alt trafic de caracteristici p , D și N cu ajutorul relației:

$$\lg N = \eta \lg N_i + 0,77(\eta - 1) \quad (1)$$

în care coeficientul de transformare η este dat de raportul:

$$\eta = \frac{p_i \cdot D_i}{p \cdot D}, \quad (2)$$

În cazul vehiculului etalon A13, $p \cdot D = 170$, iar în cazul osiei standard (metoda analitică) $p \cdot D = 213,75$; pentru autovehiculele forestiere neîncărcate $p_i \cdot D_i = 150 \dots 160$, iar la cele încărcate produsul $p_i \cdot D_i$ este egal cu circa 205 la autotrenul de 12 t și cu 210...220 la autotrenul cu sarcină utilă de 25 t. La autotrenul de 450 C.P. cu sarcină utilă de 28 tone și formula roților 6x4, încărcat, $p \cdot D = 198,77$.

Pentru nevoi practice, abaca din figura 1 permite echivalarea intensității traficului, cu diferite tipuri de autovehicule fizice, în trafic cu autovehicule etalon A13.

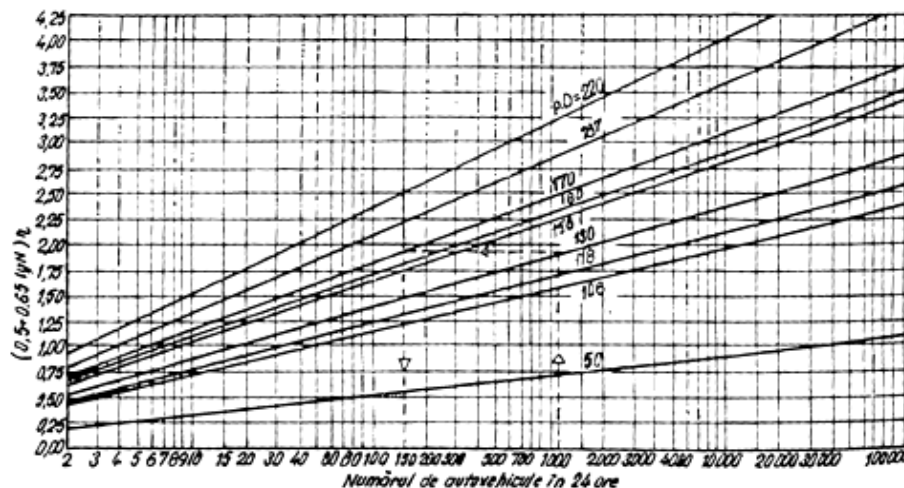


Fig. 1 Abacă pentru echivalarea intensității traficului
cu diferite tipuri de autovehicule

Atunci când traficul este variat, în componența sa intrând diferite tipuri de vehicule, calculele de echivalare se fac pentru fiecare tip în parte, traficul de calcul obținându-se prin cumulara rezultatelor.

Se menționează totodată următoarele:

- o pondere deosebită la stabilirea traficului de calcul revine vehiculelor grele;
- vehiculele ușoare, pentru care produsul $p \cdot D < 50$ pot fi neglijate;
- pentru vehiculele cu osii duble se poate considera o singură osie, având produsul $p \cdot D$ majorat cu 15%.

În tabelul 1 se prezintă echivalarea traficului cu autotrenul de 450 C.P. cu sarcină utilă de 28 tone și 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 și formula roților 6x4, cu autovehicule etalon A13, precum și modulul de deformație necesar pentru diferite intensități de trafic

Nr. vehicule reale (N/24 h)	Nr. vehicule etalon A13 (N)	E necesar (daN/cm ²) –situația de perspectivă, transport cu autotren de 450 C.P. cu sarcină utilă de 28 tone și formula roților 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 funcție de **modulul de deformație necesar** E_{nec} al complexului rutier. Valoarea modulului de deformație E_{nec} se stabilește ținând seama de caracteristicile traficului de calcul și astfel încât solicitările circulației să nu producă deformații care să depășească o anumită valoare limită l , respectiv deformația maximă la care încă nu se produc fisuri. Pentru a ține seama că sarcina transmisă prin roată nu este concentrată, ci repartizată pe suprafața de contact dintre roată și drum, în calcule se introduce, în locul deformației admise l , deformația relativă critică λ :

$$\lambda = \frac{l}{D}, \quad (3)$$

unde D este diametrul cercului echivalent de contact. Mărimea deformației relative critice depinde de tipul sistemului rutier și de îmbrăcăminte, valorile uzuale, precum și coeficientul de siguranță, fiind redate în tabelul 2.

Tabelul 2

Valori ale deformației relative admisibile și ale coeficientului de siguranță

Categorii de îmbrăcăminti	Tipuri de îmbrăcăminti și alcătuirea structurii rutiere	Deformația maximă admisă λ	Coeficient de siguranță μ
Permanente	Îmbrăcăminti 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 și calupuri din piatră naturală.	0,035	1,20
Semipermanente	Îmbrăcăminti bituminoase cilindrate, executate la cald, la rece sau turnate: - într-un strat pe straturi suport alcătuite din macadam obișnuit, împietruiri vechi reprofileate sau din materiale granulare stabilizate mecanic.	0,040	1,10
	Îmbrăcăminti bituminoase executate prin penetrare (macadamuri penetrate cu lianți bituminoși), indiferent de straturile suport	0,040	1,10
Provizorii	Macadam obișnuit	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 suprafața de contact, diametrul cercului echivalent de contact (D) și printr-un factor de trafic (F), prin care se ține seama de efectul repetării sarcinilor, precum și de efectul dinamic al sarcinilor mobile. Întrucât metoda deformației critice are, drept autovehicul etalon, vehiculul A13, în calcule se adoptă $p = 0,5 \text{ MPa}$ și $D = 340 \text{ mm}$. Factorul de trafic este dat de relația:

$$F = 0,5 + 0,65 \lg (\gamma \cdot N), \quad (4)$$

în care N este intensitatea traficului de calcul (nr.A13/24 ore), iar γ un coeficient care ține seama de probabilitatea trecerii încărcăturii pe aceeași urmă (pentru drumul cu o singură bandă de circulație $\gamma=2$, iar pentru drumul cu două benzi $\gamma=1$).

Pentru ca un complex rutier nerigid să reziste unui trafic dat, trebuie ca modulul de deformare echivalent al complexului rutier să fie mai mare decât modulul de deformare necesar:

$$E_{eq} \geq E_{nec} \quad (5)$$

Modulul de deformare necesar, care trebuie să se asigure unui complex rutier, pentru ca deformările înregistrate să nu depășească valorile admise, se determină cu relația:

$$E_{nec} = \frac{\pi \cdot p \cdot D}{2l} \cdot F \cdot \mu = \frac{\pi \cdot p}{2\lambda} [0,5 + 0,65 \lg(\gamma \cdot N)] \mu \quad (6)$$

în care μ este un coeficient de siguranță pentru neuniformitatea condițiilor de lucru a complexului rutier (vezi tabelul 2). Modulele de deformare necesare, corespunzătoare diferitelor intensități de trafic sunt redate în tabelul 1, odată cu echivalarea traficului real cu autotrenuri de 450 C.P. cu sarcină utilă de 28 tone și formula roților 6x4, în trafic cu vehicule etalon A13.

Se recomandă ca valoarea modulului de deformare necesar să nu fie sub valorile minime din tabelul 3.

Tabelul 3

Valori minime ale modulului de deformare 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, $E_{nec \text{ minim}} = 20$ MPa.

Modulul de deformare echivalent al unui complex rutier reprezintă modulul de deformare al unui mediu omogen, fictiv, de grosime nedefinită, care, sub acțiunea traficului,

capătă aceeași deformare ca și complexul rutier real. Mărimea sa depinde de capacitatea portantă a straturilor rutiere și a pământului din patul căii, definită prin modulul lor de deformare liniară, ale cărei valori, pentru diferitele materiale rutiere, sunt redată în tabelele 4, 5, 6 și 7. La stabilirea modulului de deformare a pământurilor se ține seama de zonarea climatică a teritoriului României (fig.1 din ANEXA 10.1), de tipul de pământ (tabelul 5 din ANEXA 10.1) și de regimul hidrologic local (favorabil, mediocru sau defavorabil), conform mențiunilor din ANEXA 10.1, precum și precizărilor din tabelul 8.

Tabelul 4**Valori de calcul ale modulelor de deformare pentru straturi rutiere**

Nr. crt.	Denumirea materialului din stratul rutier	Modul de deformare [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, cenușă, var, tuf vulcanic sau alte materiale puzzolanice	100
11.	Piatră spartă (amestec optimal) pentru fundație	90
12.	Piatră spartă (63-90mm) pentru fundație	80
13.	Balast sau nisip stabilizat cu ciment pentru strat de bază și fundație	120
14.	Balast (amestec optimal) pentru fundație	75
15.	Pavaje din: - pavele normale, abnorme sau calupuri - piatră brută - bolovani	280 170 150

Tabelul 5

Valorile de calcul ale modulului de deformare pentru balasturi

Tip balast	Compoziția granulometrică			Modulul de deformare [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 deformare 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 deformare (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

Condiții de umezire a pământului din patul căii

Regimul hidrologic local	Caracteristici
Favorabil	Scurgerea apelor superficiale este asigurată, iar apele subterane nu influențează patul drumului
Mediocru	Scurgerea apelor superficiale nu este asigurată integral. Apele subterane sunt drenate și nu prezintă o influență esențială asupra patului.
Defavorabil	Apele subterane produc umezirea patului. Apar semne de mlaștină și posibilități de îmbibare a terasamentelor

Determinarea modului de deformare 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 deformare liniară E_1 și de grosime h și un strat inferior cu un modul de deformare liniară E_0 și de grosime nedefinită pot fi caracterizate printr-un modul de deformare E_{eq} , echivalent complexului E_1 - E_0 . Calculele pot fi conduse în baza unor relații de echivalență sau mai simplu, așa 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 celorlalți este cunoscută (parametrul $D = 340$ mm corespunde vehiculului etalon).

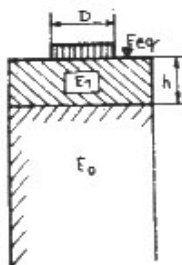


Fig. 2 Sistem bistrat

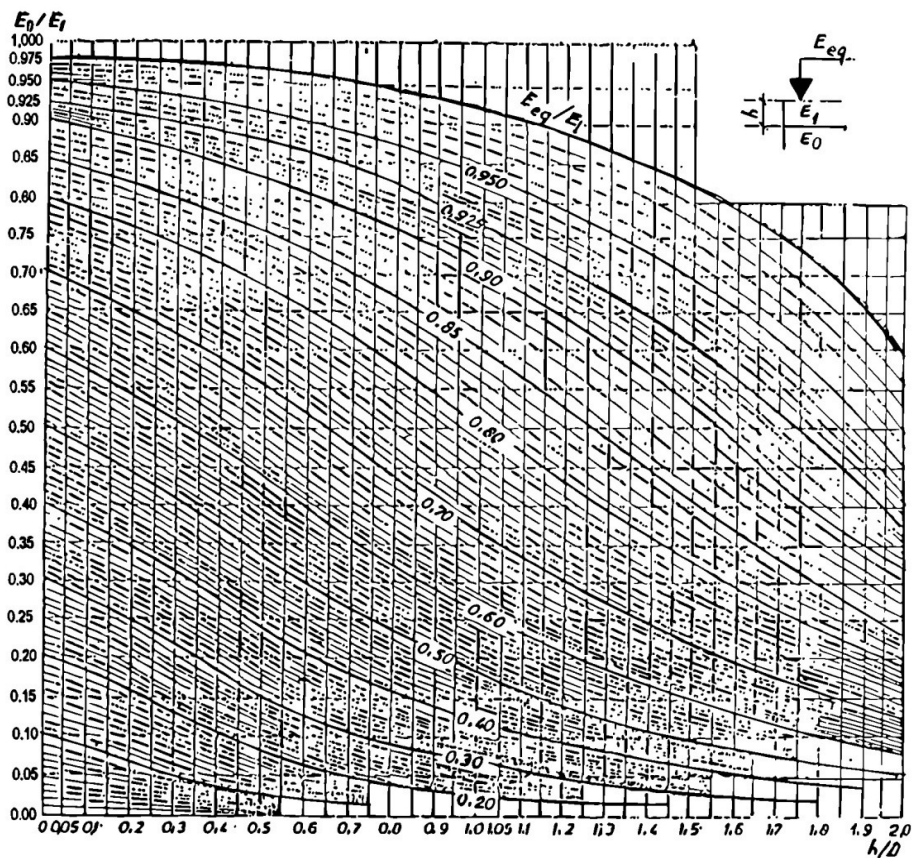


Fig. 3 Abacă pentru dimensionarea sistemelor rutiere nerigide

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 și nu reale.

Corespunzător celor arătate, calculele de dimensionare se fac în două etape:

a) ținând seama de caracteristicile traficului prevăzut, se calculează, cu ajutorul relației (6), modulul de deformare necesar;

b) luând în considerare modulele de deformare liniară ale straturilor rutiere și al pământului din patul căii, se stabilesc câteva variante de sisteme rutiere, care să conducă la un modul de deformare echivalent, cel puțin egal cu modulul de deformare necesar. Adoptarea uneia sau altele dintre variante se face în baza considerentelor tehnico-economice.

Pentru utilizarea cât mai rațională a materialelor, precum și pentru evitarea cedărilor locale din interiorul unor straturi, se recomandă, la alcătuirea variantelor, ca raportul dintre modulele de deformare liniară a două straturi suprapuse (exclusiv terenul de fundație) să nu

depășească 2,5 în cazul adoptării la straturile superioare a grosimilor constructive minime admise și 3,5 în celelalte cazuri.

În mod obișnuit, îmbrăcămintea și substratul de fundație (dacă există) primesc dimensiuni constructive, dimensionându-se doar stratul de fundație.

4. Exemple de calcul

A. Dimensionarea unui sistem rutier nerigid după metoda deformației 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 P₃.

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 ($p \cdot D = 170$):

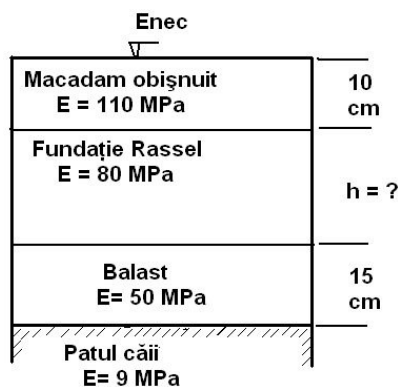
$$\eta = \frac{198,77}{170} = 1,17 ; \quad N_i = 30 \text{ treceri / 24 ore}$$

$$\lg N = \eta \lg N_i + 0,77(\eta - 1)$$

$$\lg N = 1,17 \cdot 1,47712 + 0,77(1,17 - 1) = 1,8591$$

$$N \approx 72 \text{ treceri A13 / 24 ore}$$

Alcătuirea sistemului rutier și calculul modului de deformație necesar



În figură se prezintă alcătuirea sistemului rutier (îmbrăcămintea, strat de fundație, substrat de fundație), cu modulele de deformație ale materialelor prevăzute, (a se vedea tabelele 4 și 5), inclusiv modulul de deformație 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:

$p = 5 \text{ daN/cm}^2 = 0,5 \text{ MPa}$ – caracteristica vehiculului A13;

$\lambda = 0,040$ - îmbrăcămintă semipermanentă (din tabelul 2);

$\mu = 1,10$ – din tabelul 2;

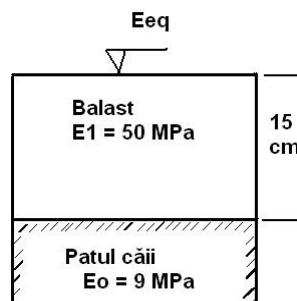
$\gamma = 2$ - drum cu bandă simplă de circulație;

$N = 72$ - număr vehicule etalon.

$$E_{nec} = \frac{3,14 \cdot 0,5}{2 \cdot 0,040} [0,5 + 0,65 \lg(2 \cdot 72)] 1,1 \approx 40 \text{ MPa};$$

Dimensionarea sistemului rutier

Faza I-a: Se consideră sistemul bistrat alcătuit din substratul de balast și pământul din terasamente. Se determină modulul de deformăție echivalent.



$$\frac{E_0}{E_1} = \frac{9}{50} = 0,18 ;$$

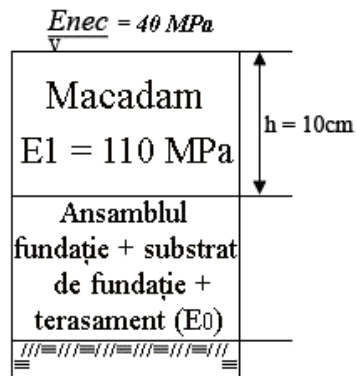
$$\frac{h}{D} = \frac{15}{34} = 0,44 ;$$

$D = 34 \text{ cm}$ pentru autovehiculul etalon A13.

Se extrage din nomograma redată în figura 3:

$$\frac{E_{eq}}{E_1} = 0,31; \quad E_{eq} = 0,31 \cdot 50 = 15,5 \approx 16 \text{ MPa}$$

Faza a II-a : Se consideră sistemul bistrat alcătuit din îmbrăcămintea de macadam și ansamblul de straturi piatră Rassel-balast-pământ. Se determină modulul de deformare E_0 , ca modul de deformare echivalent ansamblului fundației + substrat de fundație + terasament. Mai întâi se calculează rapoartele necesare intrării în nomograma din figura 3:



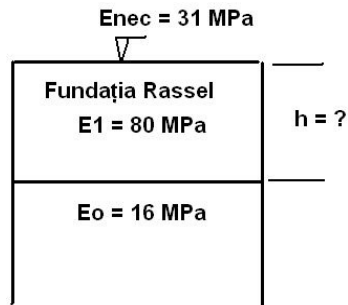
$$\frac{h}{D} = \frac{10}{34} = 0,29;$$

$$\frac{E_{nec}}{E_1} = \frac{40}{110} = 0,36;$$

Se extrage din nomogramă:

$$\frac{E_0}{E_1} = 0,28; \quad E_0 = 0,28 \cdot 110 = 30,8 \approx 31 \text{ MPa}$$

Faza a III-a: Se consideră sistemul bistrat alcătuit din stratul de fundație Rassel și ansamblul balast + patul căii cu modul echivalent 16 MPa (stabilit în faza I-a). Modulul echivalent al sistemului (modul necesar) este cel stabilit în faza a II-a. Se determină grosimea fundației 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:

$$\frac{h}{D} = 0,61 ; \quad h = 0,61 \cdot 34 = 20,7 \approx 21 \text{ cm}$$

În consecință se va adopta o fundație de 21 cm, dimensiune care corespunde și constructiv sortului 60/90mm.

B. Dimensionarea sistemului rutier nerigid, după metoda deformației critice – cu folosirea relațiilor matematice

Procedeul analitic utilizează aceeași schemă de calcul a sistemului bistrat, care a fost prezentată în figura 2, făcând apel la următoarele relații de echivalență:

$$E_{eq} = \frac{E_1}{n^{2,5} \left[1 - \frac{2}{\pi} \left(1 - \frac{1}{n^{2,5}} \right) \arctg \frac{n \cdot h}{D} \right]}, \quad (7)$$

$$E_{eq} = \frac{E_0}{1 - \frac{2}{\pi} \left(1 - \frac{1}{n^{2,5}} \right) \arctg \frac{nh}{D}}, \quad (8)$$

în care parametrii folosiți au semnificațiile prezentate anterior. Parametrul n este dat de relația:

$$n = \sqrt[2.5]{\frac{E_1}{E_0}}, \quad (9)$$

Cu ajutorul relațiilor (7) și (8) se poate determina oricare din parametrii E_{eq} , E_0 , E_I sau h (D corespunde vehiculului etalon), dacă valoarea celorlalți parametri este cunoscută.

11. PROTECȚIA MEDIULUI ȘI STUDIUL DE IMPACT

11.1. Protecția mediului și încadrarea drumului în peisaj

11.1.1. Construcția drumurilor forestiere determină un impact asupra mediului și a cărui intensitate poate fi redusă prin măsuri corespunzătoare încă de la proiectare.

Autoritatea competentă pentru protecția mediului decide dacă proiectul se supune evaluării impactului asupra mediului.

11.1.2. Principalele măsuri care se vor lua pentru protecția mediului sunt:

- identificarea pericolelor distructive asupra mediului și, atunci când este cazul, menționarea lor în proiect;
- amplasarea drumurilor și conducerea traseelor astfel încât să se evite riscul unor distrugerii ireversibile;
- conservarea biodiversității, respectarea ariilor protejate și evitarea deteriorării zonelor de interes cultural și științific;
- scoaterea integrală a materialului lemnos, rezultat în urma defrișării culoarului pentru drum;
- acoperirea cu vegetație, similar taluzurilor de debleu, a „depozitelor amenajate” în afara amprizei drumului;
- respectarea cu strictețe a măsurilor de protecție a mediului la execuția derocărilor;
- refacerea echilibrului ecologic al zonei, afectată de construcția drumului, prin lucrări de apărare – consolidare și protejare a taluzurilor;
- ocuparea taluzurilor de rambleu, de preferință cu vegetație arbustivă, cu rol principal de protecție (ANEXA 11.1);
- reducerea impactului asupra rețelei hidrografice existente, a apelor colectate și evacuate din zona drumului;
- nedeteriorarea rețelei rutiere existente (forestieră sau publică);
- nealterarea funcției recreative a pădurii;
- accesibilizarea ariilor naturale protejate, constituite în condițiile legii, conducerea traseelor făcându-se numai până la zona turistico – administrativă;
- supravegherea permanentă a lucrărilor de execuție, sub raportul respectării normelor de protecție a mediului.

11.1.3. Încadrarea drumului în peisaj prin extinderea, la execuția lucrărilor de artă și a celor de apărare – consolidare, a soluțiilor bazate pe folosirea lemnului și/sau a materialelor pietroase și restrângerea la minimum a soluțiilor bazate pe folosirea betonului.

11.1.4. Principalele manifestări ale impactului execuției drumurilor forestiere asupra mediului, ca și măsurile de prevenire sau reducere a acestuia, sunt redată 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 obținerii avizelor de transpunere a acestuia în teren, și urmărește evaluarea prejudiciilor provocate mediului prin execuția drumului forestier.

11.2.2. Cuantificarea impactului se face în conformitate cu Normele Agenției de Protecția Mediului.

11.2.3. Conform prevederilor legale, studiul de impact va conține:

- memoriu de prezentare a proiectului, cu descrierea acestuia și informații din care să rezulte date privind impactul asupra mediului;
- documente doveditoare privind informațiile menționate în cererea de obținere a acordului și/sau fișa tehnică;
- dovada de plată a tarifului legal.

11.2.4. Memoriul de prezentare va cuprinde:

- informații generale;
- procese tehnologice;
- evaluarea deșeurilor;
- impactul potențial, inclusiv cel transfrontieră, asupra componentelor mediului (apă, aer, sol, geologie subsol, biodiversitate, peisaj, mediu social – economic, condiții culturale și etnice, patrimoniu cultural) și măsuri de reducere a acestuia;
- cuantificarea impactului pe factori de mediu;
- analiza alternativelor;
- monitorizarea lucrării;
- situații de risc;
- descrierea dificultăților.

Memoriului de prezentare i se atașează:

- 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 $>10 \text{ km}^2$.

11.2.5. În cazul drumurilor forestiere, de importanță redusă construite în zone izolate, obținerea Avizului de Mediu se poate face și în baza unei fișe, 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) și 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 evidență **efectul poluanților 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 și normativele în vigoare.

Tabelul 11.1

Scala generală de bonitate

Nota de bonitate N_b	Efecte asupra omului și 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 viață

11.2.8. La cuantificarea impactului se iau în considerare numai factorii de mediu principali: aerul, apa, solul și biodiversitatea.

11.2.9. Pentru factorii „aer” și „apă”, concentrațiile diversilor poluanți (C), stabilite în baza probelor recoltate în teren, se compară cu concentrațiile maxime admise (CMA) prescrise prin standarde și norme (tabelul 11.2).

Tabelul 11.2

Concentrații maxime admise pentru poluanții aerului și ai apei

Nr. crt.	Denumirea poluanților	U.M.	Concentrații maxime admise
A. AER			
1.	CO	mg/m ³	2,0 (zilnic)
2.	Solvenți	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:

$$I_p = \frac{C}{CMA}, \quad (11.1)$$

și se determină pentru fiecare poluant în parte. Rapoartele obținute, în baza dimensiunilor tehnice ale poluanților (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), obținându-se astfel nota de bonitate a factorului respectiv, care servește la calculul valorii medii, corespunzătoare factorilor luați în considerare.

Tabelul 11.3

Conversiunea indicilor de poluare pentru aer și 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 obținută permite stabilirea indicelui de poluare globală (I.P.G.), conform metodei grafo-analitice.

11.2.10. Pentru factorul „sol” cuantificarea impactului provocat de execuția drumului se va face luându-se în considerare următorii poluanți:

- excedentele de debleu așezate în afara drumului, sub formă de cavaliere, depozite neamenajate din afara amprizei sau împrăștiate pe teren, exprimate în m^3/hm de drum;
- volumele de stâncă rezultate în urma derocărilor practicate în cariere locale, în vederea obținerii materialului pietros necesar lucrărilor de suprastructură, de apărare-consolidare și de artă, care de asemenea se exprimă în m^3/hm de drum;
- volumul resturilor de exploatare, rezultate în urma defrișării culoarului pentru drum și nevalorificabile, care se exprimă în mst/ha (hectar de suprafață 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 relației:

$$N_{b\text{ sol}} = \frac{4N_{b\text{ exced}} + 4N_{b\text{ deroc}} + 2N_{b\text{ rest}}}{10}, \quad (11.2)$$

în care cifrele 4-4-2 reprezintă ponderile acordate.

Conversiunile dimensiunilor tehnice, ale prejudiciilor menționate, în note de bonitate sunt redată în tabelele 11.4, 11.5, și 11.6.

Tabelul 11.4

**Conversiunea excedentelor de debleu, exprimate
în m³/hm, în note de bonitate ($N_{b\text{ exced}}$)**

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 $N_{b\text{ exced}}$	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Tabelul 11.5

**Conversiunea volumului de derocări, exprimate în
m³/hm de drum, în note de bonitate ($N_{b\text{ deroc}}$)**

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 $N_{b\text{ deroc}}$	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 ($N_{b\text{ rest}}$)
(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 $N_{b\text{ rest}}$	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

La întocmirea tabelelor 11.4 și 11.5 s-au luat în considerare diferite profile transversale caracteristice. Tabelul 11.6 a avut în vedere că, în conformitate cu cercetările menționate în

literatura de specialitate, volumul resturilor de exploatare nevalorificabile variază între 0,50 și 10 mst/ha.

Stabilirea dimensiunilor tehnice din tabelele menționate se va face în baza profilelor transversale de execuție pentru excedentul de debleu și volumul de derocări și prin sondaje directe pe teren pentru resturile de exploatare nevalorificabile.

11.2.11. Impactul construcției rutiere asupra **biodiversității** se va aprecia în baza informațiilor culese pe teren cu privire la:

- biotopurile de pe amplasamentul drumului (păduri, mlaștini, zone umede, nisipuri etc.);
- flora locală;
- habitate ale speciilor de plante și de animale din zonă etc.

Se apreciază, mai mult sau mai puțin teoretic, procentul în care este afectată **biodiversitatea** (P%), iar indicele de poluare I_p se calculează cu relația:

$$I_p = \frac{P}{100}, \quad (11.3)$$

Cunoscând indicele de poluare I_p , se determină nota de bonitate N_b pentru factorul **biodiversitate**, în baza conversiunii redată în tabelul 11.7.

Tabelul 11.7

**Conversiunea indicelui de poluare al biodiversității
în note de bonitate**

Indice de poluare al biodiversității I_p	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. În condiția în care sunt luați în considerare cei 4 factori de mediu menționați (aer, apă, sol și biodiversitate), determinarea **indicelui de poluare globală** (I.P.G.) se face după metoda grafo-analitică (variantea pătratului).

Conform metodei, mărimea indicelui de poluare globală se determină cu relația:

$$I.P.G. = \frac{S_t}{S_p}, \quad (11.4)$$

în care S_t reprezintă suprafața totală (considerată ideală, dacă nu este afectată de poluare) și S_p , care reprezintă suprafața afectată de poluare (în condiții reale), ambele determinate pe suprafața unui pătrat de dimensiuni convenționale și ale cărui semidiagonale, gradate de la 0 la 10, corespund fiecărui factor de mediu, în parte.

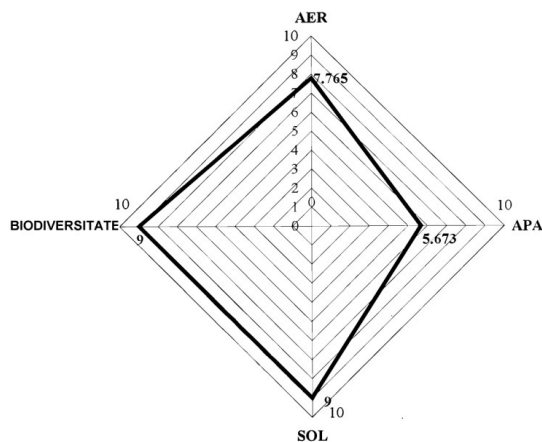


Fig. 11.1 Reprezentarea grafică pentru determinarea IPG-ului (metoda pătratului)

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, suprafața totală a pătratului (S_t), prin care se cuantifică, conform relației 11.4, situația neafectată de poluare, iar suprafața patrulaterului neregulat (S_p), pe cea afectată de poluare.

Calculul suprafețelor se face în baza gradațiilor convenționale marcate pe figură. Astfel, suprafața $S_t = 200$, iar S_p se determină în baza dimensiunilor citite pe reprezentarea grafică. În acest mod I.P.G. redă, într-o formă cuantificată, impactul execuției drumului asupra mediului.

În cazul figurii 11.1, considerând patrulaterul alcătuit din două triunghiuri și exprimând în unități convenționale lungimile bazelor și ale înălțimilor acestora, se determină raportul suprafețelor:

$$I.P.G. = \frac{S_t}{S_p} = \frac{200}{122,997} = 1,63 \quad (11.5)$$

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
$1 < IPG \leq 2$	Mediu supus efectului activității umane în limitele admisibile
$2 < IPG \leq 3$	Mediu supus efectului activității umane provocând stare de disconfort formelor de viață
$3 < IPG \leq 4$	Mediu afectat de activitatea umană, provocând tulburări formelor de viață
$4 < IPG \leq 6$	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 și debleu

Specia	Arbori sau arbuști	Regiunea geografică	Subzona de vegetație	Altitudinea	Felul terenului	Regiunea din țară	Solul și substratul geologic	Observații
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Pinul silvestru (Pinus silvestris)	A	Munte	Făgete	Până la 1000 m	Stâncoase, uscate	Toată țara	Șisturi cristaline, gresii, nisipuri	Bun fixator de sol
Aninul alb (Alnus incana)	A	Munte	Făgete și rășinoase	800-1000 metri	Umede	Toată țara	Substraturi argiloase	Fixator de sol
Aninul verde (Alnus viridis)	a	Munte	Rășinoase	Către limita superioară a vegetației forestiere	Umede	Toată țara	Pietrișuri, șisturi cristaline	Fixator de sol
Zmeurul (Rubus idaeus)	a	Munte	Făgete și rășinoase	600-1400 metri	Reavăne-umede	Toată țara	Brun forestiere și podzolice	Fructe mult căutate la export
Salcâmul (Robinia pseudoaccacia)	A	Deal și câmpie	Făgete și cvercinee	Până la 900 m	Reavăne - uscate	Cu precădere în jumătatea de sud a țării	Substraturi cristaline, gresii și nisipuri	Fixator de sol, melifer excepțional
Pinul silvestru (Pinus silvestris)	A	Deal și câmpie	Cvercinee	Până la 1000 m	Reavăne-umede	Toată țara	Șisturi cristaline, gresii, nisipuri	Bun fixator de sol
Pinul austriac (Pinus nigra var. austriacă)	A	Deal și câmpie	Făgete și cvercinee	Până la 800 m	Uscate	Cu precădere în jumătatea de sud a țării	Substraturi calcaroase, marnoase	Bun fixator de sol
Aninul negru (Alnus glutinosa)	A	Deal și câmpie	Făgete și cvercinee	Până la 900 m	Umede, permanente și înprospătate	Toată țara	Substraturi argiloase, poale de versanți	Bun fixator de sol
Salcia albă (Salix alba)	A	Deal și câmpie	Cvercinee și în jumătatea inferioară a făgetelor	Până la 800 m	Reavăne, umede, ude	Toată țara	Substraturi argiloase, poale de versanți	Foarte bun fixator de sol
Alunul (Corylus avellana)	a	Deal și câmpie	Cvercinee	Până la 700 m	Reavăne	Toată țara	Brun roșcate de pădure și brun forestiere	Bun fixator de sol, fructe comestibile
Coacăzul negru și roșu (Ribes nigrum și Ribes rubrum)	a	Deal și câmpie	Făgete și cvercinee	Până la 800 m	Reavăne	Toată țara	Brun roșcate de pădure, brun forestiere, nisipo-argiloase	Fructe mult căutate la export
Cătina albă (Hippophae rhamnoides)	a	Deal și câmpie	Cvercinee	Până la 1000 m	Uscate până la umede	Oltenia, Muntenia, Moldova, Dobrogea	Substraturi argiloase și marnoase	Foarte bun fixator de sol, fructe căutate pentru vitamina C

Cornul (Cornus mas)	a	Deal și câmpie	Cvercinee	Până la 700 m	Uscate până la reavăne	Toată țara	Șisturi și argile	Foarte bun fixator de sol, fructe comestibile
Singerul (Cornus sanguinea)	a	Deal și câmpie	Cvercinee	Până la 700 m	Reavăne	Toată țara	Șisturi și argile	Bun fixator de sol
Lemnul câinesc (Ligustrum vulgare)	a	Deal și câmpie	Cvercinee	Până la 800 m	Reavăne	Toată țara	Șisturi și argile	Bun fixator de sol
Salbă moale (Evonymus europaea)	a	Deal și câmpie	Făgete și cvercinee	Până la 800 m	Reavăne	Toată țara	Brun roșcate de pădure, brun forestiere	Bun fixator de sol
Dârmoxul (Viburnum lantana)	a	Deal și câmpie	Cvercinee	Până la 700 m	Uscate	Jumătatea de sud a țării	Șisturi, argile, marne, calcare	Bun fixator de sol
Păducelul (Crataegus monogyna)	a	Deal și câmpie	Cvercinee	Până la 800 m	Uscate	Toată țara	Nisipo-argiloase, șisturi, argile	Bun fixator de sol, fructe comestibile
Măceșul (Rosa canina)	a	Deal și câmpie	Făgete și cvercinee	Până la 800 m	Uscate	Toată țara	Șisturi și argile	Fructe bogate în vitamine
Scumpia (Cotinus coggygria)	a	Deal și câmpie	Cvercinee	Până la 500 m	Uscate	Sudul țării	Substraturi calcaroase	Foarte bun fixator de sol., ornamental
Pațachina (Rhamnus fragula)	a	Deal și câmpie	Cvercinee	Până la 600 m	Uscate	Toată țara	Argiloase, gleizate	Fixator de sol
Porumbarul (Prunus spinosa)	a	Deal și câmpie	Cvercinee	Până la 700 m	Uscate	Toată țara	Substraturi calcaroase, soluri uscate	Fixator de sol, fructe comestibile

ANEXA 11.2

Impactul lucrărilor de execuție a drumurilor forestiere asupra mediului

Formele de manifestare ale impactului	Prejudicii	Măsuri de prevenire sau reducere a impactului
1.Înteruperea integrității masivelor păduroase prin deschiderea culoarului pentru drum	<ul style="list-style-type: none"> ◇ pierderi de suprafață productivă; ◇ expunerea arboretelor la vătămări calitative (insolație, atacuri de ciuperci și de insecte); ◇ sporirea pericolului doborâturilor de vânt. 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ conducerea adecvată a traseelor; ◇ adoptarea unor lățimi minime pentru ampriza drumului; ◇ echilibrarea volumelor de săpătură cu cele de umplutură; ◇ valorificarea suprafeței taluzurilor.
2.Modificarea condițiilor de echilibru a terenului	<ul style="list-style-type: none"> ◇ eroziuni; ◇ alunecări de teren; 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ colectarea și evacuarea apelor de suprafață; ◇ drenaje; ◇ protejarea taluzurilor; ◇ lucrări de sprijinire.
3.Deteriorarea peisajului natural	<ul style="list-style-type: none"> ◇ apariția de suprafețe denudate (taluzuri de rambleu și debleu); ◇ dezvelirea stâncilor în urma amplasării de cariere locale pentru procurarea materialelor pietroase. 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ acoperirea taluzurilor cu vegetație; ◇ mascarea cu vegetație a urmelor lăsate de exploatare a carierelor locale; ◇ realizarea de ecrane de protecție din arbori și arbuști pentru tronsoanele de drum aflate în afara pădurii (drumuri de legătură).
4.Vătămarea vegetației forestiere	<ul style="list-style-type: none"> ◇ răniri ale arborilor (vârfuri rupte, trunchiuri retezate, zdreliri ale scoarței etc.) în urma lucrărilor cu explozivi și a împingerii sfărâmurilor de rocă în aval de drum. 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ evitarea exploziilor cu efect de azvârlire; ◇ executarea pe versant, în aval de drum, în zonele periclitate, a unor parapete din lemn pentru reținerea bolovanilor.
5.Poluarea mediului	<ul style="list-style-type: none"> ◇ poluarea atmosferei cu gaze de eșapament și praf; ◇ poluarea apelor de suprafață și a celor subterane; ◇ poluarea fonică a zonei datorită funcționării utilajelor folosite la execuție și a transportului motorizat. 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ utilizarea unor carburanți ecologici și a unor autovehicule cu sisteme de admisie cu efect poluant redus; ◇ interzicerea folosirii sării și a substanțelor chimice la combaterea lunecărilor pe timp de iarnă; ◇ controlul și menținerea calității apei; ◇ extinderea în execuție a unor utilaje rutiere mai silențioase (excavator, utogreder) și limitarea folosirii utilajelor zgomotoase (buldozer, motocompresor, ciocan perforator etc.).
6.Distrugerea habitatului faunei din sol	<ul style="list-style-type: none"> ◇ deteriorarea echilibrului ecologic. 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ interzicerea folosirii utilajelor cu șenile; ◇ conducerea adecvată a traseelor.
7.Perturbarea habitatului faunei cinegetice și piscicole	<ul style="list-style-type: none"> ◇ migrarea faunei; ◇ reducerea efectivelor de vânat și a celor piscicole; ◇ reducerea bonității fondului de vânătoare și a fondului de pescuit; ◇ contaminarea cu depuneri nocive (plumb) a suprafețelor cultivate pentru hrana vânatului, precum și a vegetației necesare alimentației generale. 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ reducerea poluării fonice; ◇ respectarea ariilor protejate; ◇ conservarea biodiversității; ◇ prevenirea poluării apelor și a lacurilor; ◇ ecrane de protecție din arbori și arbuști în lungul tronsoanelor de drumuri forestiere din afara pădurii.

12. ELABORAREA PROIECTULUI TEHNIC

12.1. Generalități

12.1.1. Proiectarea drumurilor forestiere se face, de regulă, în următoarele faze:

- **studiul de prefezabilitate (SPF)**, prin care se justifică necesitatea și oportunitatea investiției (numai pentru obiective care se aprobă prin H.G.);

- **studiul de fezabilitate (SF)**, care stabilește și justifică varianta de traseu cea mai avantajoasă, în funcție de complexul de factori de ordin economic, tehnic, turistic și strategic al zonei și care prezintă date de fond forestier și suprafața bazinului hidrografic al cursului de apă traversat. **Studiul de fezabilitate (SF)** va prezenta și situația dezvoltării rețelei de drumuri forestiere din zonă, actuală și viitoare, altitudine, relief și zonă geografică;

12.1.2. Proiectul tehnic (PT), prin care se definitivează pe teren și la birou, varianta de traseu aleasă, incluzându-se detaliile tehnice și devizele de execuție necesare. Proiectul tehnic va conține și documentația pentru schimbarea categoriei de folosință a terenului.

12.1.3. Proiectul tehnic (PT) se întocmește, în conformitate cu legislația și instrucțiunile în vigoare.

12.2. Organizarea elaborării proiectului tehnic

12.2.1. Elaborarea proiectului tehnic presupune desfășurarea de **lucrări pe teren**, precum și **la birou**.

Lucrările de teren comportă următoarele:

- pichetarea traseului și efectuarea de măsurători topografice pe direcția liniei călăuză;
- studii de geologie tehnică și geotehnice în zona traseului;
- studiul traversării cursurilor de apă.

Lucrările de birou constau din realizarea pieselor scrise și 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 și punctele principale ale curbilor (în situația în care racordările se studiază pe teren);
- punctele de traversare ale văilor, viroagelor etc.;

- punctele în care se schimbă înclinarea terenului în lung, pe direcția traseului sau, în profil transversal, perpendicular pe traseu;
- punctele de schimbare a naturii geotehnice a terenului;
- punctele în care se schimbă categoria de folosință sau de proprietate a terenului;
- punctele de intersecție cu liniile parcelare.

Fiecare punct se materializează prin 2 picheți, unul care semnifică **punctul matematic**, iar celalalt **țărșul martor** prin care se fac inscripțiile necesare.

Distanța dintre picheți nu va depăși 10...15 m, în terenurile accidentate și 15...20 m, în terenurile așezate.

Din loc în loc, unii dintre picheții de pe traseu se reperează, prin măsurarea distanțelor față de cel puțin 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 execuția drumului.

Pichetarea serpentinelor pe teren este obligatorie.

12.2.3. Lucrările topografice, respectiv cele planimetrice și cele altimetrice (nivelment longitudinal și nivelment transversal) se realizează cu aparatură topografică adecvată, folosindu-se carnete de teren corespunzătoare.

12.2.4. Studiile geologo-tehnice și geotehnice din zona traseului au, în principal, următoarele obiective:

- cartarea geologică a terenului;
- determinarea porțiunilor periculoase sau mai puțin stabile ale traseului, pentru care sunt necesare lucrări de construcții speciale;
- calificarea tehnică a pământului ca material de construcții terasamente;
- precizarea pantelor taluzurilor de rambleu și de debleu pentru diferite categorii de roci și pământuri întâlnite în lungul traseului;
- stabilirea condițiilor de fundare pentru poduri, podețe și ziduri de sprijin;
- indicarea surselor locale de materiale de construcție, cu menționarea calității și a posibilităților de exploatare ale acestora.

Atunci când este necesar se vor efectua sondaje în adâncime, recoltări de probe pe teren și determinări de laborator.

12.2.5. Studiul traversării cursurilor de apă stabilește și oferă informații privind:

- posibilitățile optime de traversare în zona de intersecție a cursului de apă cu drumul;

- caracteristicile regimului de scurgere a apelor în zona de traversare;
- particularitățile geomorfologice ale albiei majore în zona traversării.

În baza acestor elemente se stabilesc amplasamentul, tipul constructiv și dimensiunile lucrării de artă.

12.2.6. Lucrările de birou urmăresc realizarea următoarelor *piese scrise și desenate* ale proiectului, în vederea redării detaliilor pentru execuție.

A. Piese scrise

- Descrierea generală a lucrărilor (antemăsurători, trasări etc.);
- Anexă privind categoria de importanță a lucrărilor proiectate;
- Programul de control al calității lucrărilor, faze determinante, avizat I.S.C.;
- Memorii tehnice avizate de verificator tehnic atestat;
- Breviarul de calcule, sintetizat în următoarele tabele:
 - mărimea suprafeței părții carosabile;
 - poziția și dimensiunile stațiilor de încrucișare și de întoarcere;
 - corecțiile de albie;
 - calculul și mișcarea terasamentelor;
 - recapitulația volumului și mișcării terasamentelor;
 - volumul de material pietros;
 - lucrări de apărare – consolidare;
 - șanțuri de scurgere;
 - stâlpi de dirijare și parapeti;
 - indicatoare și table de avertizare;
- Caietele de sarcini;
- Devizul general și „Liste cu cantități de lucrări”;
- Graficul general de realizare a investiției.

B. Piese desenate

- Harta de ansamblu, scara 1:20000;
- Planul rectificărilor de traseu, scara 1:1000;
- Plan de situație, scara 1:1000 (ANEXA 12.1);
- Profil longitudinal, scara 1:1000 și 1:100 (ANEXA 12.2);
- Profile transversale de execuție, scara 1:100 (ANEXA 12.3);
- Profil transversal tip, scara 1:50 (ANEXA 12.4);

- Detalii sau dispoziții generale pentru lucrări de apărare – consolidare și lucrări de artă.

12.2.7. Proiectul tehnic, în alcătuirea de mai sus, se elaborează de către ingineri silvici sau ingineri constructori atestați în domeniu. Verificarea proiectului se face de către un specialist atestat ca verificador tehnic de proiect.

12.3. Proiectarea drumurilor forestiere asistată de calculator

12.3.1. În vederea sporirii calității proiectelor, în activitatea de proiectare se impune extinderea utilizării calculatorului electronic la rezolvarea diferitelor faze de elaborare a documentației 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 operațiuni ce intervin în proiectarea drumului, astfel că se poate folosi întregul set de programe sau/doar o parte din acestea, pe baza cărora se soluționează anumite probleme. Fazele de proiectare în care nu se folosește calculatorul se rezolvă conform proiectării uzuale.

12.3.4. Proiectarea asistată de calculator prezintă următoarele avantaje:

- reduce volumul de lucrări și 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 influenței tuturor factorilor ce intervin în procesul producției forestiere;
- permite ca, într-o primă etapă, să se obțină o soluție aproximativă, pe baza căreia proiectantul să ia decizii, care, la o nouă accesare a programului, să conducă la finisarea și definitivarea proiectului.

12.3.5. Culegerea datelor de teren, în cazul proiectării asistate de calculator comportă, următoarele operații specifice:

- stabilirea și 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 și a lucrărilor de apărare - consolidare, cartarea geotehnică a terenului, delimitarea suprafețelor pe proprietăți etc., se obțin ca și în cazul procedurii clasice de proiectare.

12.3.6. Stabilirea și materializarea 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 diferențe la realizarea profilului longitudinal;

- distanța dintre picheții drumului și axul definitiv al drumului, ce apare în profil transversal, să fie minimă;

- linia poligonală să fie, pe cât posibil, fără schimbări bruște de direcție;

- vârfurile liniei poligonale se vor situa la distanțe de 20...100 m, în funcție de relieful terenului și vizibilitate, iar distanțele dintre eventualele puncte intermediare situate pe laturile mai lungi ale liniei poligonale nu vor depăși 20...30 m, astfel ca, la execuție, conducătorul de utilaj să aibă suficiente date pentru a „ataca” corect terasamentul;

- picheții din teren se numerotează în ordine crescătoare, cu mențiunea că vârfurile drumului primesc și indicativul „V”.

12.3.7. Ridicarea în plan a liniei poligonale inclusiv a elementelor de altimetrie are un caracter strict topografic și se efectuează cu aparatură adecvată. În principiu, se folosește procedeul drumuirii cu radieri (măsurători de unghiuri și distanțe).

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 și, în final, se obțin coordonatele X, Y și 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 execuție, care redau linia terenului și linia proiectului din dreptul fiecărui pichet și permit calculul volumelor de lucrări (terasamente, lucrări de apărare - consolidare).

În funcție de condițiile 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, situație întâlnită, de obicei, la drumurile de versant, situate la o oarecare distanță de firul văii;
- cu nivela topografică (așezată în afara profilului transversal), în situații deosebite.

12.4. Prelucrarea la calculator a datelor de teren și elaborarea pieselor scrise și desenate ale proiectului tehnic

12.4.1. Folosirea calculatorului electronic permite limitarea și simplificarea la minimum a lucrărilor cu specific topografic.

12.4.2. Pieseile principale ale proiectului, respectiv **planul de situație, profilul longitudinal și profilele transversale de execuție** se elaborează **simultan**, datorită interdependenței dintre ele.

12.4.3. Redactarea planului de situație, în ipoteza prezentării drumului în coordonate, comportă următoarea succesiune de operații:

- stabilirea orientării laturii formate din două puncte cunoscute;
- calculul orientărilor laturilor liniei poligonale;
- calculul distanțelor reduse la orizont și a cotei Z;
- calculul coordonatelor X,Y și a cotei Z pentru fiecare punct, în baza aceluiași program;
- raportarea drumuirii;
- stabilirea axului drumului proiectat;
- determinarea elementelor principale ale curbei, în funcție de unghiul de vârf și raza R;
- determinarea elementelor principale ale serpentinei, în funcție de datele culese pe teren.

12.4.4. Redactarea profilului longitudinal are drept scop să redea declivitățile drumului și totodată să indice, în fiecare pichet, cota de lucru pozitivă sau negativă necesară așezării platformei drumului.

Succesiunea operațiilor este următoarea:

- **raportarea liniei terenului și stabilirea hectometrajului**; linia terenului se raportează pe baza datelor prelucrate cu ajutorul programului D1 / I.S.;
- **stabilirea niveletei**, se face, ca și în cazul procedurii uzual de proiectare, cu respectarea aceleiași metodologii de lucru; odată stabilită graphic, niveleta pe profilul longitudinal, se precizează hectometrajul și cotele capetelor de panou.

În continuare, pe baza programului D7 și a elementelor menționate mai sus, calculatorul determină și tipărește declivitatea exactă a panoului respectiv, după care se introduc hectometrajul și cota terenului din fiecare pichet, în ordinea lor crescătoare.

Calculatorul determină și tipărește următoarele elemente: distanța dintre picheți, cota proiectului și cota de lucru (de execuție) în fiecare pichet.

- **completarea profilului longitudinal**, constă în introducerea următoarelor elemente necesare: natura terenului, amplasarea lucrărilor de artă, amplasarea lucrărilor de apărare – consolidare, precum și indicarea elementelor principale ale aliniamentelor și curbelor.

12.4.5. Redactarea profilelor transversale de execuție, în vederea redării lor la scara 1:100, este necesară pentru reprezentarea terasamentelor și lucrărilor de apărare – consolidare, pentru toți picheții stabiliți în teren, specificându-se următoarele date:

- linia terenului și poziția pichetului;
- numărul și poziția hectometrică a pichetului;
- cota de lucru;
- lățimea platformei, cât și a șanțului de scurgere;
- taluzurile de rambleu și de debleu;
- suprafețele terasamentelor și ale lucrărilor de apărare – consolidare, ce apar în profil transversal.

12.4.6. Folosind programele existente, la calculator se rezolvă următoarele operații:

- optimizarea profilului transversal, pe baza principiului compensării transversale a volumelor de rambleu și debleu;
- calculul suprafețelor de rambleu și debleu.

Optimizarea profilului transversal, respectiv determinarea profilului optim în fiecare pichet, necesită cunoașterea următoarelor elemente:

- lățimea platformei din ax spre rambleu;
- lățimea platformei din ax spre debleu, inclusiv lățimea șanțului;
- înclinarea taluzului de rambleu;
- înclinarea taluzului de debleu;
- cota de lucru;
- panta transversală a terenului în aval și amonte de pichet.

Prin prelucrarea datelor menționate se obține distanța dintre pichet și axa profilului optim, cu semnul (-) dacă axa platformei se situează spre debleu și semnul (+) dacă se situează spre rambleu.

Calculul suprafețelor de rambleu și 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 posibilități de calcul:

a) Axul drumului se situează în planul pichetului materializat, caz în care calculatorul, rulând programul D8, determină și tipărește suprafețele de debleu și de rambleu, în funcție de următoarele elemente: lățimea 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 și D12, determină și tipărește suprafețele de debleu și de rambleu, folosind următoarele elemente: înclinarea taluzurilor, lățimea platformei, cota de lucru, distanța dintre pichet și axa platformei și panta transversală a terenului.

În cazul profilelor transversale ridicate cu lata prevăzută cu nivelă cu bulă de aer, calculul suprafețelor se poate face pe baza a două programe și anume:

- programul D14, dacă profilul este omogen (în debleu sau în rambleu);
- programul D15, dacă profilul transversal este mixt.

Pentru determinarea suprafețelor, proiectantul se orientează după înclinarea terenului și valoarea cotei de lucru.

12.4.7. Calculul volumelor terasamentelor se face pe baza programului D24 și a următoarelor elemente:

- distanța dintre picheți;
- suprafețele de debleu și rambleu.

Calculatorul determină și tipărește, în acest caz, următoarele date:

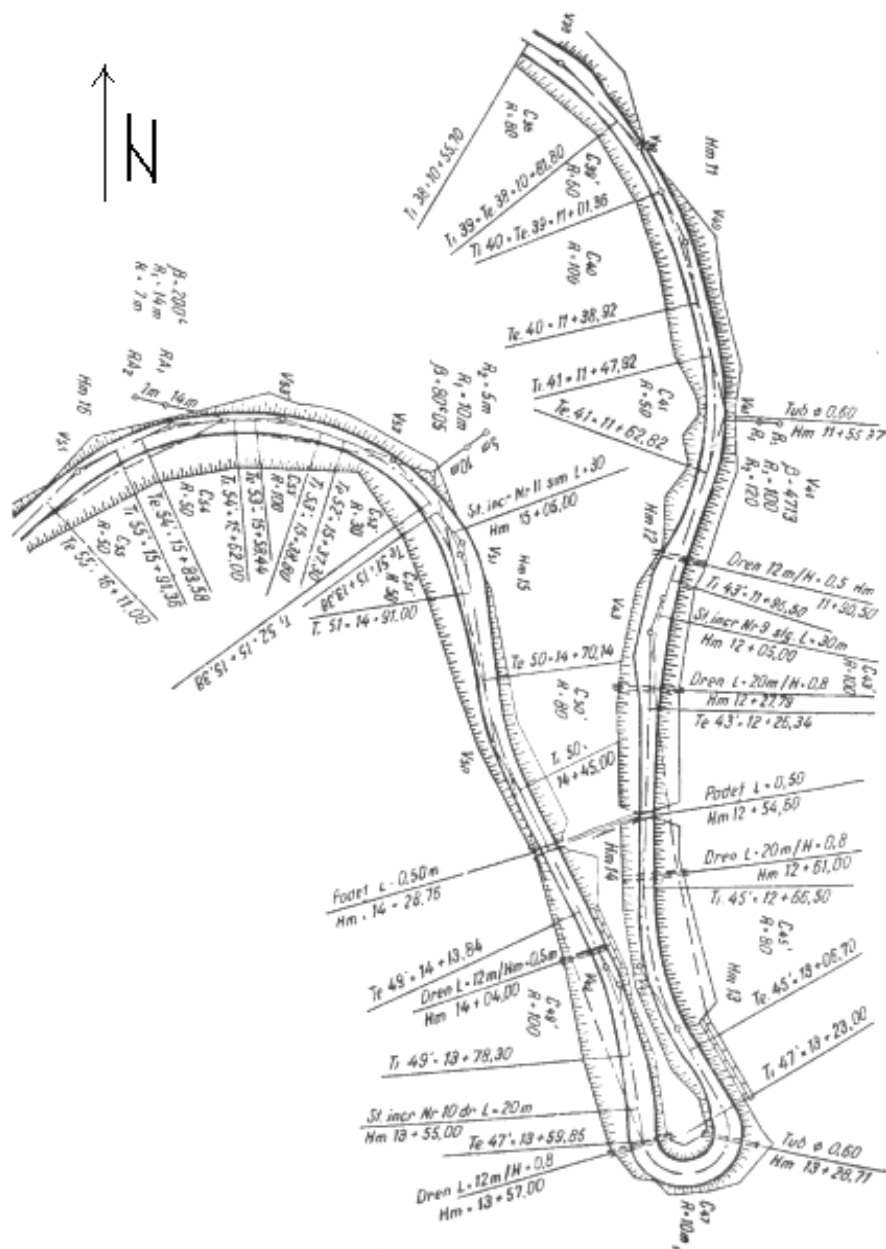
- distanța aplicabilă;
- volumul terasamentelor pe interprofil;
- excedentul de volum pe interprofil.

12.4.8. Mișcarea terasamentelor se rezolvă prin programul EXCEL care redă și rezolvă:

- mișcarea terasamentelor între profile, în depozite și/sau în gropi de împrumut;
- centralizarea volumelor de terasamente.

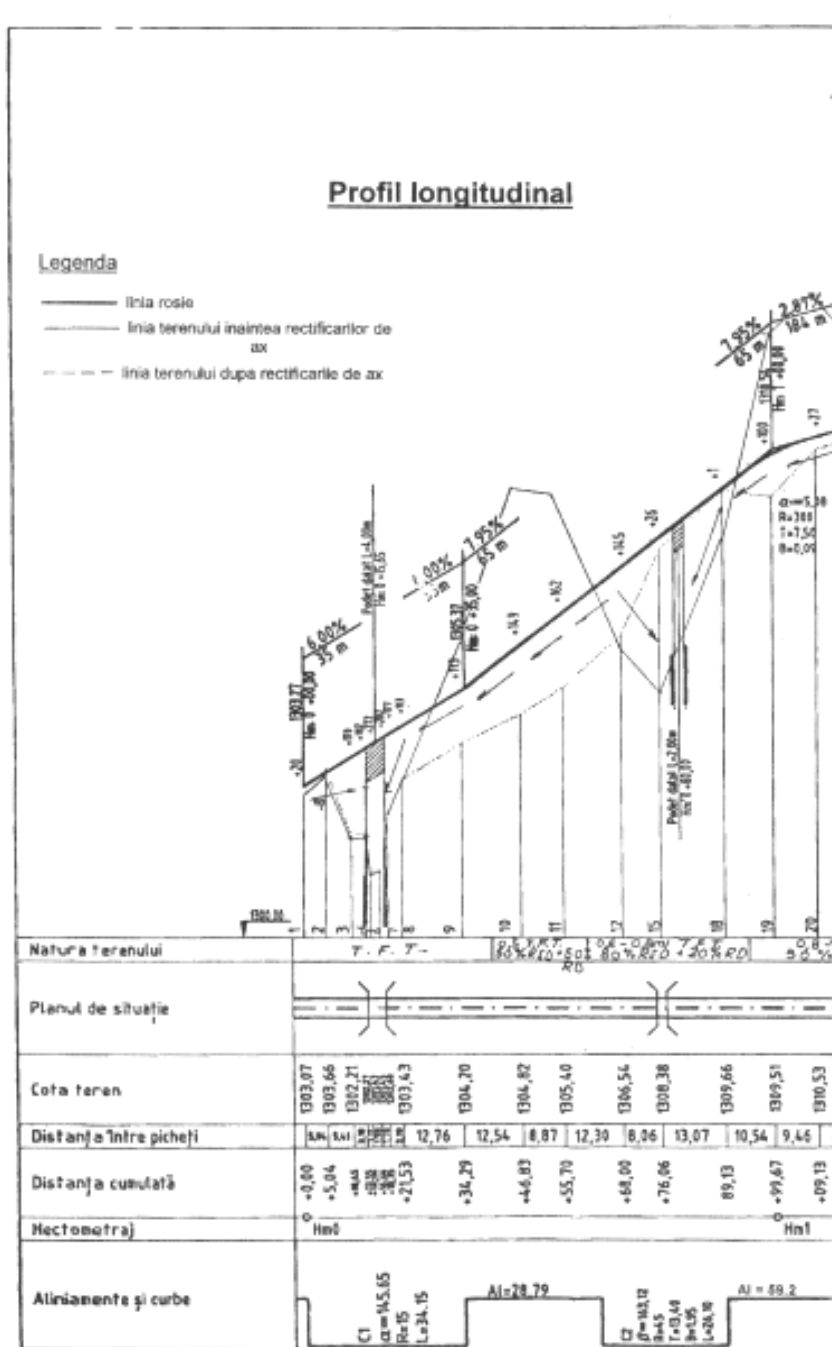
ANEXA 12.1

PLAN DE SITUAȚIE



Notă: Se elaborează la scara 1:1000

ANEXA 12.2

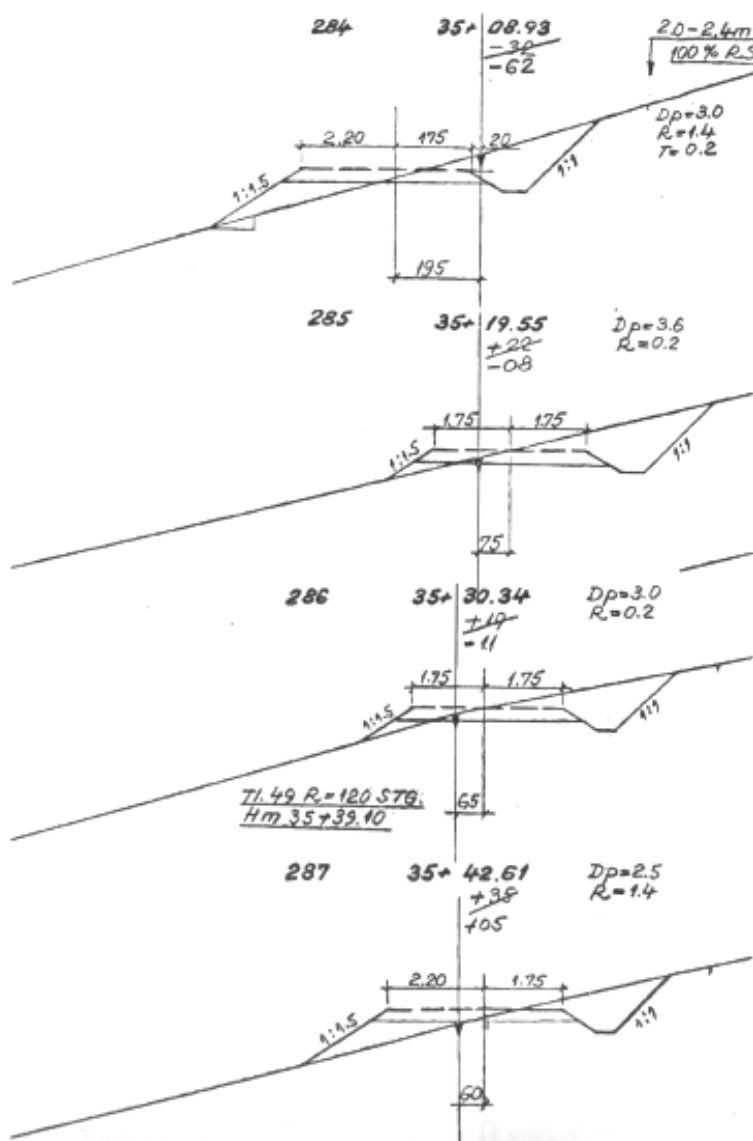


Notă: Se elaborează la scările:

- pentru lungimi 1:1000
- pentru înălțimi 1:100

ANEXA 12.3

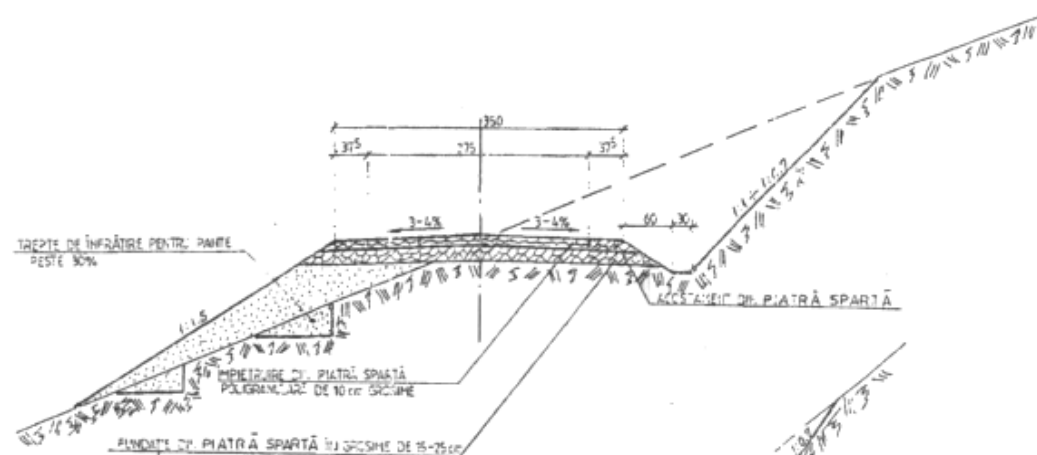
PROFILE TRANSVERSALE DE EXECUTIE



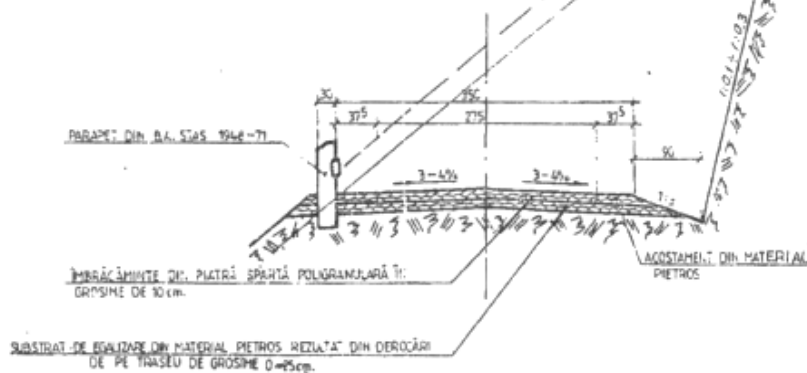
Notă: Se elaborează la scara 1:100

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. SIGURANȚA CIRCULAȚIEI ȘI BORNAREA HECTOMETRICĂ

13.1. Generalități

13.1.1. Siguranța circulației pe drumurile forestiere reprezintă un obiectiv obligatoriu, care, pe de o parte, se asigură încă din faza de proiectare, prin elementele geometrice și constructive adoptate, iar, pe de altă parte, se asigură și prin prevederea de lucrări accesorii ale suprastructurii. Din categoria acestora fac parte: stâlpii de dirijare, parapeții, și indicatoarele pentru circulație. La acestea se adaugă bornele kilometrice și hectometrice, care constituie sistemul de orientare al conducătorului auto, precum și de reperaj pentru urmărirea comportării în timp și localizarea zonelor cu lucrări de intervenții necesare.

13.2. Stâlpi de dirijare

13.2.1. Stâlpii de dirijare, la drumurile forestiere, se confecționează din lemn, de regulă cel din defrișări, folosindu-se lemnul de esență tare (stejar, salcâm) și se plantează înclinat la 25^0 față de verticală pentru a nu fi dislocați de vehicule (fig. 13.1).

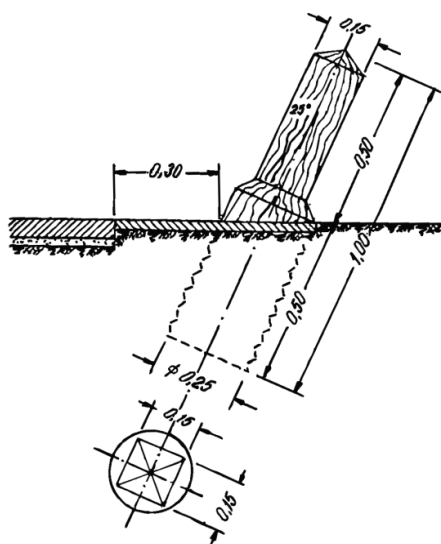


Fig. 13.1 Stâlp de dirijare pentru drumuri forestiere

Așezarea lor se face, pe rambleurile de peste 1 m (care nu au parapeți), la încrucișări de drumuri, precum și la intrările și ieșirile de pe podețe. Distanța dintre stâlpi depinde de categoria drumului, fiind redată în ANEXELE 13.1 și 13.2.

13.3. Parapeți

13.3.1. Parapeții reprezintă dispozitive de siguranță care se execută în porțiunile periculoase pentru circulație, cum sunt: rambleurile înalte, serpentinele, curbele aspre etc. și împiedică căderea vehiculelor de pe drum.

La drumurile forestiere se execută parapeți de tip ușor, din beton armat și lise din lemn sau numai din lemn (fig. 13.2); pe unele drumuri forestiere, de importanță mai mare, se pot folosi și parapeți metalici (fig. 13.3).

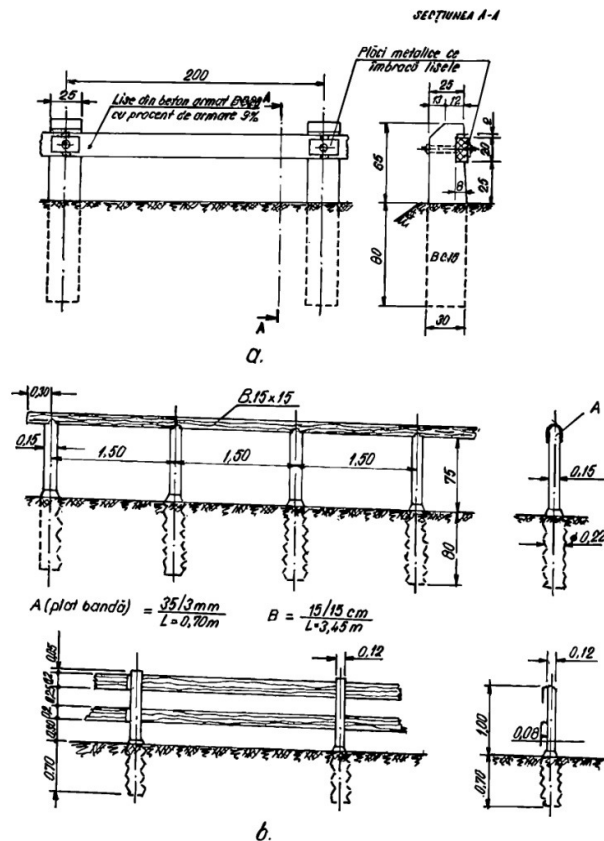


Fig. 13.2 parapeți de tip ușor:
a – din beton armat și lise din lemn; b – din lemn

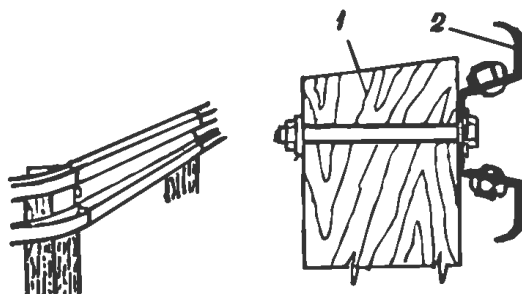


Fig. 13.3 Parapeți cu glisieră metalică deformabilă:
1 – stâlp din lemn; 2 – tolă de 3 mm

13.4. Indicatoare pentru circulație

13.4.1. Indicatoarele pentru circulație servesc la orientarea și reglementarea acestora. După semnificația lor pot fi:

- indicatoare de avertizare (pentru locuri periculoase);
- indicatoare de orientare și informare;

13.4.2. Toate tipurile de indicatoare pentru circulația pe drumurile forestiere se montează pe câte un singur stâlp. Pe același stâlp se pot monta mai multe indicatoare, cu condiția ca înălțimea 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 același 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 rețelei de transport.

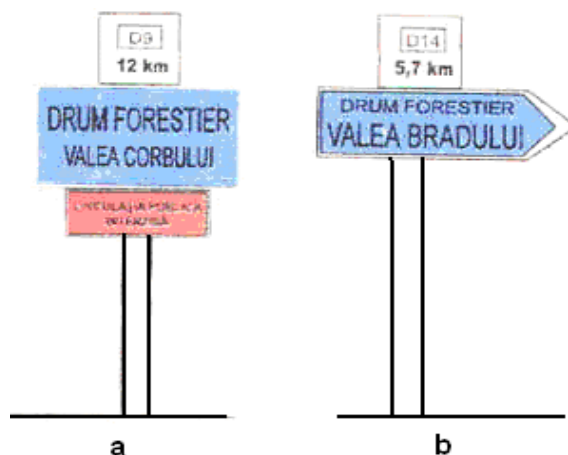


Fig. 13.4 Model de grupare și montare a indicatoarelor pe stâlp

13.4.3. Indicatoarele de avertizare, orientare și informare, corespund celor utilizate pentru drumurile publice; respectă întocmai forma, culorile și dimensiunile prevăzute de legislația în vigoare și se amplasează acolo unde se consideră necesar pentru asigurarea protecției muncii.

13.4.4. Indicatoarele specifice drumurilor forestiere sunt redată în ANEXA 13.3.

13.5. Bornele kilometrice și hectometrice

13.5.1. Bornele kilometrice și hectometrice se confecționează din lemn, piatră sau beton și au scopul de a înlesni stabilirea poziției oricărui punct de pe traseu.

Așezarea bornelor trebuie făcută în funcție de originea drumului (pe partea dreaptă) și astfel încât inscripțiile de pe bornă să fie ușor vizibile din mersul vehiculelor. Forma și dimensiunile lor, conform normelor în vigoare, sunt redată în figurile 13.5 și 13.6.

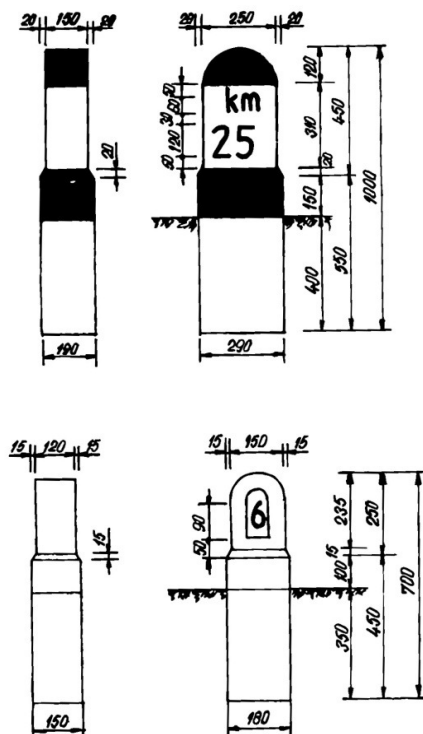


Fig. 13.5 Borne kilometrice și hectometrice din beton

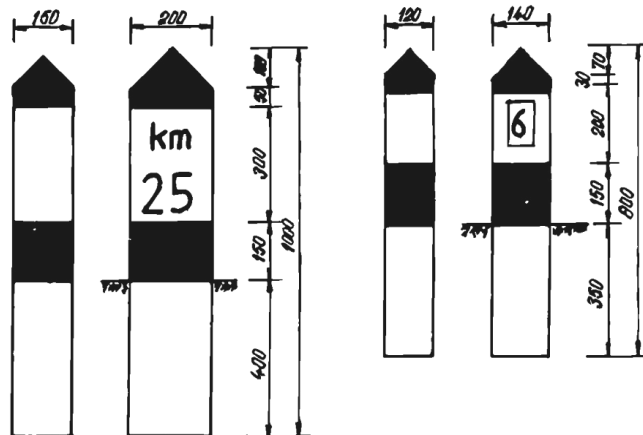


Fig. 13.6 Borne kilometrice și hectometrice din lemn

Bornele kilometrice din beton au partea centrală vopsită în alb, iar capătul semicilindric și soclul în brun deschis. La bornele din lemn vopsirea se face în același mod, dar, partea care se încastrează în pământ, se protejează antiseptic.

13.5.2. În zonele stâncoase, unde instalarea este dificilă, bornele kilometrice și 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

**Așezarea stâlpilor de dirijare și a parapeților la drumurile
forestiere magistrale și principale**

Specificații	Stâlpi de dirijare				Parapeți de tip ușor
	la 50m (facultativ)	la 25m	la 10m	la 5m	
0	1	2	3	4	5
A. ÎN ALINIAMENT (în funcție de înclinarea taluzului și înălțimea rambleului)					
Taluzuri 2/3 și 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 funcție de înclinarea taluzului de rambleu și mărimea razei)					
Interiorul curbei de debleu și rambleu cu taluzuri 2/3 și $h \leq 2m$	$R > 100$	$100 \geq R > 50$	$50 \geq R > 25$	$R \geq 25$	
Exteriorul curbei de debleu și rambleu cu taluzuri 2/3 și $h < 2m$.	$R > 150$	$150 \geq R > 100$	$100 \geq R > 50$	$50 \geq R > 25$	$R \leq 25$
Interiorul curbei în rambleu cu taluzuri 2/3 și $2 < h \leq 3m$ sau cu taluzuri mai abrupte și $h < 2m$.	$R > 150$	$150 \geq R > 100$	$100 \geq R > 50$	$50 \geq R > 30$	$R \leq 30$

Exteriorul curbei în rambleu cu taluzuri 2/3 și $2 < h \leq 3\text{m}$ sau cu taluzuri mai abrupte și $h < 2\text{m}$.	-	$R > 150$	$150 \geq R > 100$	$100 \geq R > 40$	$R \leq 40$
Interiorul curbei în rambleu cu taluzuri 2/3 și $3 < h \leq 4\text{m}$ sau cu taluzuri mai abrupte și $2 < h \leq 3\text{m}$.	-	$R > 150$	$150 \geq R > 100$	$100 \geq R > 40$	$R \leq 40$
Exteriorul curbei în rambleu cu taluzuri 2/3 și $3 < h \leq 4\text{m}$ sau cu taluzuri mai abrupte și $2 < h \leq 3\text{m}$.	-	-	$R > 150$	$150 \geq R > 50$	$R \leq 50$
Interiorul curbei în rambleu cu taluzuri 2/3 și $4 < h \leq 5\text{m}$ sau cu taluzuri mai abrupte și $3 < h \leq 4\text{m}$.	-	-	$R > 150$	$150 \geq R > 50$	$R \leq 50$
Exteriorul curbei în rambleu cu taluzuri 2/3 și $4 < h \leq 5\text{m}$ sau cu taluzuri mai abrupte și $3 < h \leq 4\text{m}$.	-	-	-	$R > 150$	$R \leq 100$
Exteriorul și interiorul curbei în rambleu cu taluzuri 2/3 și $5 < h \leq 6\text{m}$ sau cu taluzuri mai abrupte și $4 < h \leq 5\text{m}$.	-	-	-	$R > 150$	$R \leq 150$
Exteriorul și interiorul curbei în rambleu cu taluzuri 2/3 și $h > 6\text{m}$ sau cu taluzuri mai abrupte și $h \geq 5\text{m}$.	-	-	-	-	toate curbele

Notă: În tabel, h este înălțimea rambleului și R raza curbei, în metri. La declivități mai mari de 9% se adoptă elementele imediat superioare.

ANEXA 13.2

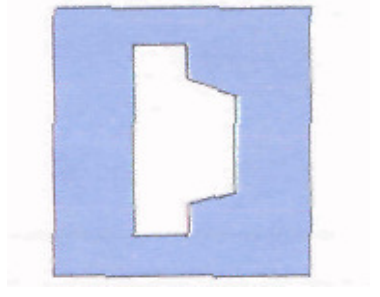


Așezarea stâlpilor de dirijare și a parapetilor la drumurile forestiere secundare

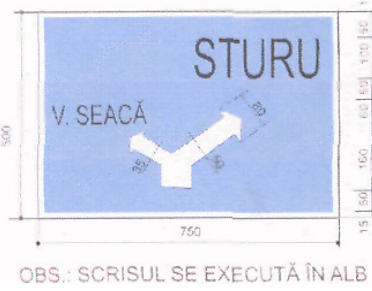

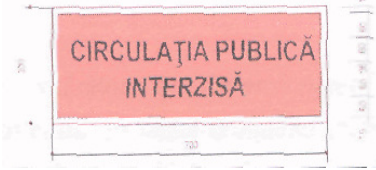
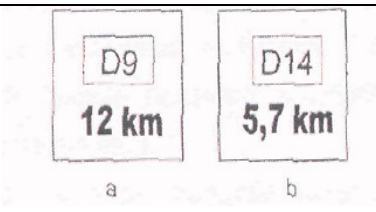
Specificații	Stâlpi de dirijare			Parapete
	la 50m (facultativ)	la 25m	la 10m	
0	1	2	3	4
A. ÎN ALINIAMENT ȘI ÎN CURBE CU $R > 120\text{m}$				
Taluz de cel mult 2/2,5 cu arborete în aval de drum	-	-	-	-
Taluz de cel mult 2/2,5 fără arborete în aval de drum	$h \geq 5\text{m}$	-	-	-
Taluz mai abrupt de 2/2,5 cu arborete în aval de drum	-	$h \geq 5\text{m}$	-	-
Taluz mai abrupt de 2/2,5 fără arborete în aval de drum	-	-	$h \geq 5\text{m}$	-
B. ÎN CURBE CU $R \leq 120\text{m}$				
- cu arbori în aval de drum și taluzuri de cel mult 2/2,5 având înălțimea: $2 < h \leq 3\text{m}$	$120 \geq R > 80$	$80 \geq R$	-	-
$3 < h \leq 5\text{m}$	$120 \geq R > 100$	$100 \geq R > 40$	$40 \geq R$	-
$h > 5\text{m}$	-	$120 > R > 60$	$60 > R > 20$	$R \leq 20$

- fără arbori în aval de drum și taluzuri de cel mult 2/2,5 având înălțimea: $1 < h \leq 3\text{m}$	$120 \geq R > 80$	$80 \geq R > 40$	$40 > R$	
$3 < h \leq 5\text{m}$	-	$120 \geq R > 60$	$60 \geq R > 20$	$R \leq 20$
$h > 5\text{m}$	-	-	$120 \geq R > 40$	$R \leq 40$
- cu arbori în aval de drum și taluzuri mai abrupte de 2/2,5 având înălțimea: $2 < h \leq 3\text{m}$	$120 \geq R > 80$	$80 \geq R > 40$	$40 \geq R > 40$	$R \leq 20$
$3 < h \leq 5\text{m}$	-	$120 \geq R > 60$	$80 \geq R > 40$	$R \leq 40$
$h \geq 5\text{m}$	-	-	$120 \geq R > 60$	$R \leq 60$
- fără arbori în aval de drum și taluzuri mai abrupte de 2/2,5 având înălțimea: $1 < h \leq 3\text{m}$		$120 \geq R > 60$	$80 \geq R > 30$	$R \leq 30$
$3 < h \leq 5\text{m}$	-	-	$120 \geq R > 60$	$R \leq 60$
$h > 5\text{m}$	-	-	$120 \geq R > 60$	$R \leq 100$
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 și culoarea	Locul de amplasare
1. Stație (loc) de încrucișare.		La 50...100 m de intrarea în stația (locul) unde se pot încrucișa 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 folosește numai pentru drumurile fără ieșire. Denumirea drumului se înscrie complet, fără prescurtări și cu aplicarea tuturor semnelor la litere: "ă", "î", "â", "ș", "ț".

Denumirea indicatorului	Forma și culoarea	Locul de amplasare
4. Indicator de pre-semnalizare și orientare la ramificații importante de drum forestier.		Pe partea dreaptă a drumului forestier, la 50 m înainte de ramificațiile importante (drumuri de categoria I cu drumuri de categoria II-a, respectiv ramificațiile de ordinul 2). Unghiurile dintre săgeți trebuie să corespundă situației reale a traseului ce se ramifică: grosimea liniilor care indică direcția de mers va fi diferită după importanța drumului; grosimea liniilor va fi aceeași în cazul ramificațiilor de drumuri de aceeași categorie. Mărimea inscripțiilor evidențiază, de asemenea, importanța fiecărui drum.
5. Indicator simplu de orientare la ramificații de drumuri forestiere.		La locul de ramificație a două drumuri forestiere, situate în interiorul rețelei. Se folosește la toate ramificațiile de ordinul 2 și ordinul 3, pentru a indica atât ramificația cât și denumirea drumului (cu excepția drumurilor de legătură).
6. Indicator pentru interzicerea circulației publice.		Însoțește indicatorul 3 la toate drumurile forestiere, pe care circulația publică este interzisă. Se montează pe același stâlp cu indicatoarele menționate.
7. Indicator pentru identificarea drumurilor forestiere.		Se amplasează pe același stâlp cu indicatoarele de la nr. 3 și 5 și servește la identificarea numărului de ordine al drumurilor forestiere.

14. PROTECȚIA MUNCII ȘI RECOMANDĂRI TEHNOLOGICE NECESARE ÎN ACEST SCOP

14.1. Protecția muncii

14.1.1. La executarea lucrărilor de drumuri forestiere se va ține seama de normele de tehnica securității muncii cuprinse în : „Legea 319/2006 a securității și sănătății în muncă”, completată de „H.G. 1425/2006 privind aprobarea normelor metodologiei de aplicare” a acestei legi, „Normele generale de protecția muncii (Ministerul Muncii și Ministerul Sănătății - 2002)”, „Normele specifice de securitate a muncii pentru exploatare și transporturi forestiere (INL - 1995)” și „Normele silvice de protecția muncii” precum și 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: cunoașterea 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 protecție, lipsa de calificare profesională, lipsa de instructaj etc.

14.1.3. Efectuarea săpăturilor pentru terasamente va fi precedată de recunoașterea traseului, în vederea identificării locurilor periculoase și semnalizării acestora cu indicatoare de avertizare (stânci instabile, terenuri expuse alunecărilor, zone cu infiltrații de apă etc.).

14.1.4. Înainte de începerea săpăturilor de pământ sau a derocărilor se va executa defrișarea culoarului pentru drum, pe întreg traseul ce străbate suprafețe împădurite; materialul rezultat din defrișare 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 execuție a drumului, evitându-se astfel producerea unor pericole de accidentare.

14.1.6. În cazul lucrărilor de organizare și de pregătire a șantierului, se vor înlătura, de pe întregul traseu și din zonele învecinate, bolovanii, stâncile în echilibru nestabil, cioatele, arborii aninați etc., care pot provoca accidente.

14.1.7. Înclinările taluzurilor de rambleu și/sau debleu vor ține seama de natura terenului și de condițiile 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 ieșindurilor în consolă (cozoroace sau lambe);
- b) se vor îndepărta din taluzuri bucățile desprinse sau care tind să se desprindă și 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 și 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, așezate la un nivel de cel mult 1,50 m.

14.1.11. Frontul săpăturilor va fi permanent supravegheat; dacă apar crăpături la suprafața terenului, alunecări sau surpări, se vor evacua imediat lucrătorii și 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 substanțe nocive, ori se constată lipsa de oxigen, conducătorul locului de muncă va evacua lucrătorii și va înștiința pe conducătorul tehnic de situația creată, spre a decide măsurile ce se impun.

14.1.13. Este interzisă circulația vehiculelor pe tronsoanele drumurilor aflate în execuție. Sunt exceptate de la această prevedere vehiculele care execută transporturi de șantier, cu condiția ca și acestea să nu pătrundă în zonele unde se desfășoară lucrări de terasamente, lucrări de apărare – consolidare (ziduri de sprijin, anrocamente, gabioane, căsoaie) și/sau lucrări de artă.

14.2. Recomandări tehnologice necesare protecției muncii

A. Cu privire la execuția 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, defrișarea culoarului pentru drum, îndepărtarea arborilor aninați sau putregăioși, care periclitează desfășurarea lucrărilor, îndepărtarea blocurilor de stâncă și a bolovanilor, asanarea zonei drumului, scoaterea cioatelor, curățirea amprizei drumului de crengi și frunze, îndepărtarea pământului

vegetal etc., în vederea asigurării unor condiții normale de muncă, a concentrării atenției mecanicului deservant de utilaj asupra lucrărilor de bază și evitării accidentelor de muncă.

14.2.2. La executarea săpăturilor cu excavatorul, în condiții de teren accidentat, se va urmări asigurarea stabilității utilajului prin staționarea 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 acțiune a excavatorului, în vederea încărcării pământului săpat.

14.2.3. Conducătorul de utilaj va urmări permanent ca raza de acțiune a excavatorului să fie liberă, adică în ea să nu se găsească alți lucrători care ar putea fi accidentați.

14.2.4. Cercetările întreprinse au demonstrat că zgomotul provocat de excavator este de circa 87 dB (A), iar vibrațiile sunt neglijabile, fapt care îl recomandă și din punct de vedere al protecției muncii față de buldozer ca utilaj terasier.

14.2.5. Executarea săpăturilor cu buldozerul va fi practică, cu precădere, în cazul traseelor în profil mixt, adaptându-se o tehnologie de lucru care să permită mecanizarea întregului ansamblu de operații.

14.2.6. Pentru sporirea productivității se va urmări ca efectuarea săpăturilor, inclusiv 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% și o scădere substanțială a efortului uman, mai ales că buldozeristul este expus la zgomote ($L_{eq} = 100$ dB (A)), precum și la vibrații nocive care, asociate, influențează 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 operațiile specifice, inclusiv cele necesare colectării și evacuării rapide a apelor meteorice.

14.2.8. Pentru menținerea capacității 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. Excavatoriștii și buldozeriștii vor fi dotați cu echipamentul de protecție și de lucru prevăzut în normativele în vigoare.

B. Cu privire la compactarea terasamentelor

14.2.10. Compactarea terasamentelor, pe lângă circulația de șantier (care se dirijează pe toată lățimea platformei), se va face, după caz, cu următoarele mijloace: cilindri compactori (cu tamburi netezi, cu picior de oaie, cu pneuri, vibratori) și maiuri acționate pneumatic, electric sau manual.

14.2.11. În funcție 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 și la umpluturile de deasupra lucrărilor de artă (locuri greu accesibile cilindrilor compactori).

14.2.12. Compactarea se va face în condițiile unei umidități optime a terasamentelor.

14.2.13. Efectuarea lucrărilor se va face printr-o succesiune de treceri longitudinale (înainte și 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 aceeași 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 și 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, frecvența schimbărilor de sens, iar, pe de altă parte, pentru a evita instalarea senzației 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 descoperirea masivelor de stâncă, asigurarea accesului utilajelor la frontul de lucru și 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 ușor înclinate față 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 distanța dintre locul de forare cu ciocane perforatoare și motocompresor să fie, pentru evitarea unor pierderi substanțiale de aer, de circa 20 m, iar distanța dintre ciocane 5...10 m, reducându-se astfel intensitatea zgomotului recepționat de operatori la valori admise.

14.2.19. Formația de lucru la executarea forărilor, în cazul motocompresoarelor care alimentează două ciocane perforatoare, va fi alcătuită din doi mineri operatori și un mecanic, care să asigure buna desfășurare a activității, inclusiv o productivitate corespunzătoare.

14.2.20. În regimul de muncă al formației 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 întreținerea utilajului, contribuindu-se prin aceasta la funcționarea normală a utilajului și la ușurarea efortului fizic al muncitorilor.

14.2.22. Personalul muncitor folosit va fi dotat cu întreg echipamentul de protecție și de lucru, conform normelor în vigoare, inclusiv antifoane de tip interior, mănuși antivibrații (tip A.V.) și măști contra prafului, recomandate de institutul de cercetări în domeniul protecției 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 și 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 și parapeți care să oprească rostogolirea bolovanilor pe versant.

D. Cu privire la execuția și întreținerea suprastructurii drumurilor forestiere

14.2.27. În vederea reducerii consumului de energie umană, execuția și întreținerea suprastructurii drumurilor forestiere împietruite se va face **mecanizat**, folosindu-se, după caz, autogrederul, buldozerul, cilindrul compactor și, respectiv, TID-ul (tractorul pentru întreținerea drumurilor).

14.2.28. Lucrările se vor desfășura pe sectoare de 100...500 m, care să se poată finisa pe parcursul unei zile.

14.2.29. În cazul drumurilor cu îmbrăcămînți bituminoase, în vederea reducerii consumurilor de timp și de efort uman, ca și pentru evitarea unor pericole, se recomandă ca mixtura asfaltică să fie adusă de la stații speciale de preparare de tip modern, care asigură totodată și o dozare riguroasă a componentelor.

14.2.30. Transportul și cilindrarea mixturii asfaltice se va face cu autobasculante și, respectiv, cu cilindri compacatori. Mixtura caldă, la minimum 90⁰ C (în cazul execuției „la cald”) sau rece (în cazul execuției „la rece”) se va așterne la șablon pe partea carosabilă. Sculele și uneltele vor fi încălzite, respectiv umezite cu apă, iar roțile cilindrului compactor se vor unge cu ulei, respectiv se vor uda cu apă.

14.2.31. Lucrătorii vor fi dotați cu echipament de lucru adecvat (salopete sau vestoane galbene ori portocalii, vizibile de la distanță) și vor purta încălțăminte cu talpă de lemn, pe care se presară filer, în cazul execuției „la cald”, respectiv încălțăminte 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 siguranță deosebite:

- evacuarea oamenilor și oprirea circulației în zona expusă pericolului, care se va marca totodată cu semnale și placarde avertizoare;

- efectuarea exploziilor se va face conform unui cod special de semnalizare optică sau acustică și se va desfășura după un program riguros stabilit, anunțat din timp autorităților 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 și a eventualelor camere de mină, executarea burajelor, aprinderea încărcăturilor și 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 cuarțoase, 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”; lățimea minimă a unei trepte va fi egală cu înălțimea treptei, la care se adaugă spațiul necesar amplasării căilor de transport; unghiul de taluzare depinde de natura rocii și nu va fi mai mare de 60° la rocile mai dure;

- mersul exploziei se va urmări cu atenție de către artificieri, care vor da semnalul de încetare a pericolului; întoarcerea muncitorilor la locul de muncă va avea loc la 15 minute după recepționarea semnalului, timp necesar pentru primenirea atmosferei viciate de gazele și praful rezultate din explozii;

- prelucrarea materialului pietros, prin concasare, necesită măsuri, care să împiedice răspândirea sfărâmurilor de piatră, și echipament adecvat împotriva prafului; în cazul spargerii manuale și la cioplirea pietrei, muncitorii vor purta ochelari de protecție cu celuloid sau sită metalică și cască.

14.2.33. În cazul balastierelor se impun, ca măsuri de siguranță, următoarele:

- extracția produselor va fi precedată de lucrări de descopertă, îndepărtarea sterilului făcându-se astfel încât să nu pericliteze securitatea lucrătorilor și utilajelor folosite la efectuarea operațiunilor;

- înălțimea frontului de lucru se va limita la 4 m pentru extracția manuală și la 6 m pentru extracția cu utilaje mecanice;

- extracția materialului se va face de sus în jos, evitându-se surpările de mal și avându-se grijă ca, pe toată lungimea frontului de lucru, să se mențină un taluz cu aceeași înclinare ca aceea a taluzului natural;

- recomandările ergonomice privind relația om-mașină se vor prelua din paragraful A.

F. Cu privire la încadrarea în muncă, orientarea, selecționarea și pregătirea personalului deservant

14.2.34. Se va face în conformitate cu cerințele de aptitudini și trăsături menționate în **biopsihoprofesiogramele** respectivelor meserii.

14.2.35. Examenele medicale, la încadrare sau pe parcurs, vor respecta Legea 319/2006 a securității și sănătății în muncă precum și orice acte normative ulterioare care înlocuiesc, modifică sau completează prevederile acestuia și sunt în vigoare la data elaborării prezentului normativ.

14.2.36. Verificarea aptitudinilor necesare efectuării selecției profesionale, pentru o anumită meserie, se va face în baza unor baterii de teste adecvate meseriei respective, menționate 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 – Contribuții la studiul avalanșelor de zăpadă din zona drumului Transfăgărășan (teză de doctorat), Universitatea din Brașov.
2. Alexandru, V., 1997 – Ergonomie. Elemente generale, Editura Lux Libris, Brașov.
3. Alexandru, V., 2000 – Construcția și întreținerea drumurilor forestiere, Editura Infomarket, Brașov.
4. Bereziuc, R., 1981 – Drumuri forestiere, Editura Didactică și Pedagogică, București.
5. Bereziuc, R., Oprița, V., Olteanu, N., 1987 – Rețele de drumuri forestiere, Editura Ceres, București.
6. Bereziuc, R., Alexandru, V., Olteanu, N., Pop, I., 1989 – Drumuri forestiere, Editura Tehnică, București.
7. Bereziuc, R., Alexandru, V., Ciobanu, V., Ignea, Gh., Abrudan, I., Derczeni, R., 2006 – Ghid pentru proiectarea, construcția și întreținerea drumurilor forestiere, Editura Universității „Transilvania” din Brașov.
8. Bereziuc, R., Alexandru, V., Ciobanu, V., Ignea, Gh., 2008 – Elemente pentru fundamentarea normativului de proiectare a drumurilor forestiere, Editura Universității „Transilvania” din Brașov.
9. Ciobanu, D.V., 1998 – Cercetări privind utilizarea geogrilelor la consolidarea părții carosabile a drumurilor forestiere amplasate în terenuri argiloase (Teză de doctorat), Universitatea „Transilvania” din Brașov.
10. Ciobanu, D.V., 1999 - Utilaje și instalații pentru construcții forestiere, Editura Universității „Transilvania” din Brașov.
11. Ciubotaru, A., 1998 – Exploatarea pădurilor, Editura Lux Libris, Brașov.
12. Dorobanțu, S., Jercan, S., Pâncă, C., Romanescu, C., Răcănel, I., 1980 – Drumuri. Calcul și proiectare., Editura Tehnică, București.
13. Iliescu, M., 1994 – Geosinteticele, Editura Dacia, Cluj-Napoca.
14. Ivănuș, E.P., 1998 – Cercetări privind realizarea pe drumurile forestiere a unor lucrări de apărare-consolidare eficiente tehnic și economic (Teză de doctorat), Universitatea „Transilvania” din Brașov.
15. Kellner, L., Găzdaru, A., Teodorov, V., 1994 – Geosinteticele în construcții, Editura Inedit, București.

16. Lucaci, Gh., Costescu, I., Belc, Fl., coordonator Nicoară, L., 2000 – Construcția drumurilor, Editura Tehnică, București.
17. Mătășaru, Tr., 1968 – Construcția drumurilor, Editura Didactică și Pedagogică, București.
18. Olteanu, N., 2008 – Drumuri forestiere. Proiectarea drumurilor forestiere. Rețele de drumuri forestiere., Editura Universității „Transilvania” din Brașov.
19. Oprea, I., Sbera, I., 2004 – Tehnologia exploatării lemnului, Editura Tridona, Oltenița.
20. Popovici, V., Bereziuc, R., Clinciu, I., 2006 – Considerații privind extinderea rețelei 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, Șt., 2006 – Concepții, strategii și 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 Iași.
25. Zarojanu, D., 2007 – Drumuri forestiere, Editura Universității Suceava.
26. xxx, 1999 – Normativ departamental PD 67-80 privind proiectarea drumurilor forestiere pentru circulația autovehiculelor (reactualizat și aprobat cu Ord. Nr. 560/21.06.1999), Ministerul Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului, Regia Națională a Pădurilor, București.
27. xxx, 2002 – Procedura de evaluare a impactului asupra mediului și de emitere a acordului de mediu (O.M. al M.A.P.M. Nr. 860).
28. xxx, 2006 – Construcțiile forestiere în contextul gospodăririi durabile a pădurilor, Asociația Constructorilor Forestieri (A.C.F.), Editura Lux Libris, Brașov.

REFERINȚE

1. STAS 10796/1-77 – Lucrări de drumuri. Construcții anexe pentru colectarea și evacuarea apelor. Prescripții generale de proiectare.
2. STAS 10796/2-79 – Lucrări de drumuri. Construcții anexe pentru colectarea și evacuarea apelor. Rigole, șanțuri și casiuri. Prescripții de proiectare și execuție.
3. STAS 10796/3-79 – Construcții anexe pentru colectarea și evacuarea apelor. Rigole, șanțuri și casiuri. Prescripții de proiectare și execuție.
4. STAS 1913/13-83 – Teren de fundare. Determinarea caracteristicilor de compactare. Încercarea Proctor.
5. STAS 2914-84 – Lucrări de drumuri. Terasamente. Condiții tehnice generale de calitate.
6. STAS 8840-83 – Lucrări de drumuri. Straturi de fundație din pământuri stabilizate mecanic. Condiții tehnice generale de calitate.
7. SR 6400-84 – Lucrări de drumuri. Straturi de bază și de fundație. Condiții tehnice generale de calitate.
8. STAS 863-85 – Lucrări de drumuri. Elemente geometrice ale traseelor. Prescripții de proiectare.
9. SR 599-87 – Lucrări de drumuri. Tratamente bituminoase. Condiții tehnice generale de calitate.
10. STAS 2916-87 – Lucrări de drumuri și căi ferate. Protejarea taluzurilor și șanțurilor. Prescripții generale de calitate.
11. STAS 1243-88 – Teren de fundare. Clasificarea și identificarea pământurilor.
12. STAS 2900-89 – Lucrări de drumuri. Lățimea drumurilor.
13. xxx, 1982 – Norme de protecția muncii specifice activității de construcții-montaj pentru transporturi feroviare, rutiere și navale, aprobate prin ordinul M.T. nr.9/1982 (capitolele 8, 12, 13, 14, 16, 54 și 56).
14. STAS 10796/3-88 – Construcții pentru colectarea și evacuarea apelor. Drenuri de asanare. Prescripții de proiectare și amplasare.
15. STAS 1709/2-90 – Acțiunea fenomenului de îngheț-dezghet la lucrările de drumuri. Prevenirea și remedierea degradărilor din îngheț-dezghet. Prescripții tehnice.
16. Legea 10/1995 privind calitatea în construcții și regulamentele de aplicare ale acesteia.

17. Legea 137/1995 protecției mediului.
18. SR 179-95 – Lucrări de drumuri. Macadam. Condiții tehnice generale de calitate.
19. SR 1120-95 – Lucrări de drumuri. Straturi de bază și îmbrăcămini bituminoase de macadam semipenetrat și penetrat. Condiții tehnice de calitate.
20. xxx, 1995 – Norme specifice de securitatea muncii pentru transporturi rutiere, aprobate de Ministerul Muncii și Protecției Sociale prin Ord. Nr. 355/24.10.1995 (cap.K6).
21. xxx, 1998 – Norme privind încadrarea în categorii a drumurilor naționale, Ord. MT nr.43/1998.
22. xxx, 1998 – Normativ pentru dimensionarea straturilor bituminoase de ranforsare a sistemelor rutiere suple și 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 protecția muncii, aprobate cu Ordinul Ministrului Muncii și Protecției Sociale nr. 578/1998.
25. SR 4032/1-2000 – Lucrări de drumuri. Terminologie.
26. AND 582-2002 – Normativ privind proiectarea și execuția pietruirii drumurilor de pământ. Condiții tehnice de calitate.
27. AND 571-2002 – Catalog de soluții tip de ranforsare a structurilor rutiere suple și 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 național, contract ICAS nr. 64/2006, MAPDR.
29. xxx, – Legea 319/2006 a securității și sănătății în muncă.
30. H.G. 28/9.01.2008 privind conținutul – cadru al documentației tehnico-economice aferente investițiilor publice, precum și a structurii și metodologiei de elaborare a devizului general pentru obiective de investiții și lucrări de intervenții, publicat în Monitorul Oficial nr.48 din 22.01.2008.
31. xxx – Colecția standardelor de stat.

