

**ELENA DIACONU MIHAI DICU CARMEN RACANEL**

# **CAI DE COMUNICATII RUTIERE**

## **principii de proiectare**

CONSPRESS



BUGURESTI

2006

**Elena DIACONU :** profesor doctor inginer la  
Catedra de Drumuri și Căi Ferate din cadrul  
Facultății de Căi Ferate, Drumuri și Poduri,  
Universitatea Tehnică de Construcții București

**Mihai DICU :** profesor doctor inginer la  
Catedra de Drumuri și Căi Ferate din cadrul  
Facultății de Căi Ferate, Drumuri și Poduri,  
Universitatea Tehnică de Construcții București

**Carmen RĂCĂNEL :** conferențiar doctor inginer la  
Catedra de Drumuri și Căi Ferate din cadrul  
Facultății de Căi Ferate, Drumuri și Poduri,  
Universitatea Tehnică de Construcții București

**ISBN 973-7797-80-9**

**Prof.univ.dr.ing.  
Elena DIACONU**

**Prof.univ.dr.ing.  
Mihai DICU**

**Conf.univ.dr.ing.  
Carmen RĂCĂNEL**

# **CĂI DE COMUNICAȚII RUTIERE**

## **principii de proiectare**

**2006**

## **PREFAȚA**

*Lucrarea « CAI DE COMUNICAȚII RUTIERE – principii de proiectare », prin conținutul său și nivelul de abordare a problemelor, se încadrează în categoria disciplinelor de cultură tehnică generală și este utilă atât celor care vor studia și vor lucra în continuare în domeniul rutier cât și celor care au doar tangență cu această ramură a construcțiilor, ajutând la o mai bună corelare între specialități.*

*În cadrul acestei lucrări sunt puse la dispoziția celor interesați elemente de proiectare legate de caracteristicile traseelor de drumuri și străzi, parcaje și platforme industriale. Sunt prezentate, în concordanță cu standardele și normativele în vigoare, aspecte privind proiectarea în plan, profil în lung și transversal, amenajări de curbe și sistematizare verticală.*

*Lucrarea poate fi utilă atât studenților de la facultățile de construcții (« Căi Ferate, Drumuri și Poduri », « Hidrotehnică », « Construcții Civile, Industriale și Agricole », « Geodezie » sau « Utilaj Tehnologic ») cât și de la « Arhitectură » și/sau « Arhitectură Peisageră ».*

*De asemenea, de noțiunile de proiectare oferite pot beneficia tinerii specialiști de la institutele sau firmele de proiectare care găsesc în paginile lucrării un volum de cunoștințe concentrat și actualizat.*

*Autorii*

# CAPITOLUL 1

## GENERALITĂȚI

### 1.1 INTRODUCERE

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

Pentru efectuarea transporturilor sunt necesare căile de comunicații și mijloacele de transport.

**Căile de comunicații** sunt medii naturale sau realizate de om în mod special, care asigură circulația mijloacelor de transport pentru transportul oamenilor și a bunurilor materiale.

Din punct de vedere al mediului ce servește drept cale de comunicație, transporturile pot fi:

- **aeriene**: deserveșc orașele mari, se efectuează pe distanțe mari (500 – 5000 km) cu încărcături mici ( $\leq 50$ tf) și viteze mari (250 – 1000 km/h);
- **pe apă (maritime sau fluviale)**: pe distanțe mari cu încărcături mari (1000 -200 000 tf) și viteze mici (20 – 40 km/h);
- **terestre (drumuri, căi ferate)**. Căilor ferate le sunt caracteristice transporturile la distanțe relativ mici (100 – 1000 km) cu încărcături și viteze relativ mici (500 – 1000 tf și 40 – 120

---

km/h). Transporturile pe drumuri sunt caracterizate de distanțe mici (până la 100 km) cu încărcături relativ reduse.

Între diversele modalități de transport există o interdependență, ele împletindu-se în mod armonios în funcție de caracteristicile tehnice și economice ale fiecăruia dintre ele și de necesitățile de transport.

Căile de comunicație trebuie să asigure transporturile ieftine, în condiții de siguranță și confort maxim, regularitate și punctualitate, independent de condițiile climatice.

În ansamblul transporturilor care se efectuează în țara noastră, transportul rutier ocupă un loc important. Volumul mărfurilor transportate cu mijloace auto reprezintă un procent important din totalul transporturilor efectuate. Încă din anul 1964 acest procent era de aproximativ 50 %. Acest procentul ridicat apare datorită progreselor înregistrate de caracteristicile mijloacelor de transport și avantajelor tehnico-economice pe care le are transportul rutier și anume:

- capacitatea de a pătrunde în locuri inaccesibile altor mijloace de transport;
- marea mobilitate și suplețe de orar și traseu;
- efectuarea directă a transporturilor fără manipulări și transbordări repetate;
- posibilitatea de a transporta aproape orice fel de mărfuri datorită marii varietăți a tipurilor de autovehicule;
- realizarea unor viteze comerciale ridicate.

Pentru stabilirea limitelor economice ale distanțelor de transport s-au efectuat calcule care scot în evidență faptul că până la 20 km transportul auto este mai economic chiar dacă expeditorul și destinatarul posedă linii de garaj. Pe distanțe cuprinse între 30 și 60 km transportul auto este mai avantajos atunci când transportul feroviar necesită transbordarea în puncte de expediere

sau destinație, iar pe distanțe până în 200 km transportul auto este avantajos când se folosește autovehiculul la întreaga sa capacitate, în ambele sensuri

Structura transportului de mărfuri și călători, pe moduri de transport, la nivelul anului 2000, este prezentată în figura 1.1 și este după cum urmează:

- transport de mărfuri pe moduri de transport:
  - transport rutier – 73,5 %
  - transport feroviar – 20 %
  - căi navigabile – 4 %
  - conducte petroliere – 2,5 %
- transport de pasageri pe moduri de transport:
  - transport rutier – 63,4 %
  - transport feroviar – 36,2 %
  - transport aerian – 4 %

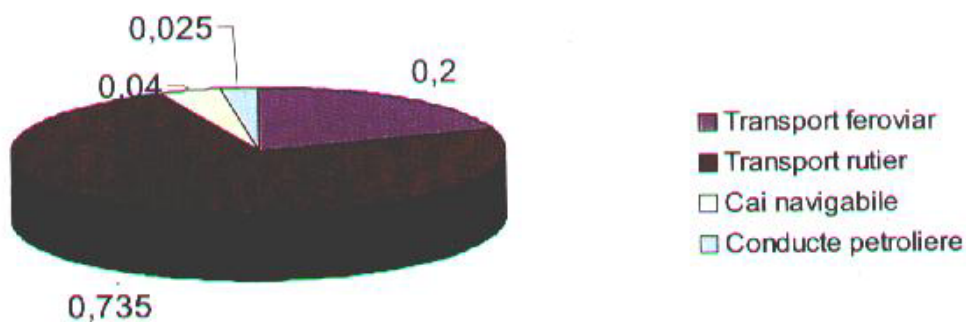
Se constată că atât la transportul de mărfuri cât și de călători, transportul rutier este predominant.

Ce este drumul? **Drumul** (provine de la grecescul „*dromos*”) este o fâșie îngustă și lungă de teren, relativ subțire, care în mod natural sau amenajată în mod special, este destinată exclusiv circulației. În general noțiunea de „*drum*” se referă la „*șosea*”.

**Șoseaua** (provine de la francezescul „*chausée*”) este un drum lucrat, amenajat în mod special pentru satisfacerea circulației vehiculelor și oamenilor în orice condiții de anotimp. Când șoseaua traversează o localitate ea se numește **stradă**.

Ce este calea ferată? **Calea ferată** este acea cale de comunicație la care vehiculele, prevăzute cu roți de construcție specială, circulă pe o cale metalică proprie lor, realizată din șine de oțel.

### Transportul de marfuri pe moduri de transport



### Transportul de pasageri pe moduri de transport

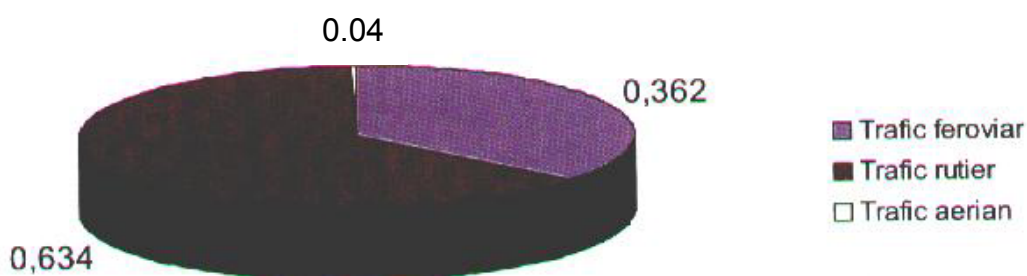


Figura 1.1  
Structura transportului de mărfuri și călători pe moduri de transport

## 1.2 SURT ISTORIC AL DRUMURILOR

Istoria drumurilor este la fel de veche ca și omenirea. Cărarea, poteca, drumul, într-un cuvânt calea de acces (terestră, navală, aeriană) asigură comunității umane relații cu lumea imediată sau îndepărtată. Natura firii



omenești și natura relațiilor dinlăuntrul unei colectivități se recunoaște în natura căilor de acces către toți membrii grupului, către centrul așezării civice sau către punctele sale economice și socio-culturale. Ideea de progres se testează și prin natura căii de comunicație.

Inginerul francez Bolssano, angajat de Gh. Bibescu în anul 1845 sa faca harta rețelei rutiere necesara tarii pentru dezvoltarea economica si a legaturilor cu vecinii, spunea că *"soselele sunt cel mai intai semn al inceperii civilizatiei unui neam si singurul mijloc al dezvoltarii sale"*.

Semn evident al dezvoltării comerțului, implicit al industriei producătoare, al excedentului de mărfuri, al dezvoltării culturii până la a fi preluată sau transmisă unor colectivități, poteca, drumul, autostrada etc. însoțesc etapele istoriei unui popor și nu de puține ori contribuie la desăvârșirea acestora.

Din punct de vedere istoric, primele căi rutiere atestate documentar sunt cele din interiorul localităților, ca *ulițe comerciale* și de *acces* la temple, *artere de penetrare* prin porțile cetății, *piețe* etc. Astfel, castrele și cetățile romane, cele grecești de pe malul Mării Negre, precum și cetățile dacice de pe întreg teritoriul țării, păstrează până în zilele noastre pe lespezile de piatră cu care erau pavate intrările, unele ulițe și piețe interioare, urmele create de trecerea repetată a roților căruțelor.

Între cetăți, drumurile erau neamenajate, astfel încât, funcție de anotimp, starea acestora era foarte diferită și schimbarea traseelor, frecventă. Pe aceste drumuri se creau șleauri (urme) în urma roților, de unde denumirea acestora de *șleahuri* pentru drumurile de șes pe care circulau în special vehiculele trase de boi sau cai (sec. XII – XIII). Treptat, pe măsura dezvoltării relațiilor de schimb, transport și din raționamente militare, traseele dificile sunt părăsite în favoarea unor drumuri mai convenabile operațiunilor militare. De asemenea, se fac amenajări ale scurgerii apelor, iar pe terenuri slabe, mocirloase, se asigură stabilitatea platformei printr-o saltea de crengi

---

acoperită cu bolovani, sau printr-o podină de lemn. În acest fel, în timp, platformele drumurilor încep a fi consolidate astfel încât să se poată circula pe orice vreme, pe drumuri mai importante, ca în cetăți.

Unul dintre primele drumuri este considerat a fi drumul adiacent Marelui Zid Chinezesc a cărui construcție a început în anii 311 ,, 309 î. Hr.

### **DRUMURILE ROMANE**

În antichitate, cei mai mari constructori au fost romanii. Ei au preluat cunoștințele tehnice rutiere de la etrusci și cartaginezi (executau pavaje din piatră încă din secolul al VIII-lea î. Hr.).

Primul drum roman (*via romane*) se pare că a fost Via Appia, executat în anul 312 î. Hr., cu o structură din mai multe straturi, care avea îmbrăcămintea rutieră impermeabilă.

La cucerirea Daciei de către romani, populația autohtonă era deținătorea unei culturi și civilizații aproape de nivelul celei a cuceritorilor. Pe teritoriul Daciei apariția și dezvoltarea căilor de comunicație terestre precede cu mult perioada cuceririlor romane. Astfel, încă din prima jumătate a mileniului al II-lea î.Hr., populația băștinașă avea relații comerciale cu regiunea din nord-vestul Italiei. Legătura se făcea pe valea râului Sava, unde se ajungea de la Aquileia, de pe malul Adriaticii.

În perioada năvălirii sciților (sec. VII î.Hr.) începe exercitarea unei influențe elene în sudul și sud-estul Daciei. Astfel, au fost construite o serie de drumuri care legau cetățile grecești Histria și Tomis de cetățile Carsium (Hârșova), Callatis (Mangalia), Odeessos (Varna) ș.a. Aceste drumuri puteau fi parcurse călare sau chiar și cu căruțele de transportat mărfuri.

În Transilvania străveche se cunoaște un singur drum de legătură, prin pasul Oituz, de-a lungul văilor Troțușului și Siretului, până la Barboși.

Încă înainte de cucerirea Daciei de către romani, din ordinul împăratului roman Tiberius, s-a început în anii 33 ,, 34 d.Hr. construirea unui drum de-a lungul Dunării, pe malul drept al fluviului. Acest drum trecea prin Belgrad

(Singidunum) și Kostolac (Viminacium), traversa marele cot al Dunării, prin văi, direct la Brza Palanka și continua spre Vidin (Bononia) (inscripție în stâncă la Gospodin Vir, în partea din amonte a Cazanelor Dunării, dedicată împăratului Traian). Lucrarea a fost continuată și îmbunătățită sub împărații Claudius, Vespasian și Domițian (41 ,, 86 d.Hr.) și terminată în timpul împăratului Traian (100 d.Hr. – Tabula Traiana, săpată în stâncă la ieșirea Dunării din Cazanele Mici).

Tot din perioada anilor 86 ,, 87 d.Hr. este atestată existența unui pod peste Dunăre, format din “corăbii legate între ele”, pod care a fost construit cu ocazia expediției generalului roman Cornelius Fuscus împotriva dacilor. De asemenea, în anul 100 d.Hr. se evidențiază existența, în zona Porților de Fier, a unui canal de cca 3,0 km lungime, construit de romani cu scopul evitării sectorului impracticabil pentru navigație al Dunării, iar în anul 101 d.Hr. se pare că existau două poduri “pe corăbii” peste Dunăre, unul la Lederata (Palanca) și altul la Dierna (Orșova).

În jurul anilor 60 ,, 125 d.Hr. Apolodor din Damasc, din ordinul lui Traian construiește podul din zidărie de piatră peste Dunăre dintre Drobeta și Pontes (Kastal, Iugoslavia) de 1 135 m lungime și 18 m lățime, considerat a fi cea mai mare lucrare tehnică a antichității.

Venirea romanilor a fost însoțită de o rapidă punere la punct a căilor de comunicație din Dacia. Rețeaua drumurilor romane de pe teritoriul țării noastre cuprindea trasee ce porneau din drumul construit pe malul Dunării, până aproape de vărsare și ajungeau până la cele mai importante centre politice, militare sau comerciale ale Daciei.

Cele mai importante drumuri romane de pe teritoriul Daciei, construite în perioada anilor 100 ,, 120 d.Hr. erau:

- Lederata (Palanca) – Arcidava (Vărădia) – Centrum Putei (Surduc) – Tibiscum (Jupa)

- 
- Dierna (Orșova) – Ad Mediam (Băila Herculane) – Tibiscum (Jupa)
  - Tibiscum (Jupa) – Sarmizegetusa – Germisara (Geoagiu) – Apulum (Alba Iulia)
  - Sucidava (Celei) – Valea Oltului – Cdonia (Sibiu) – Apulum (Alba Iulia)
  - Drobeta – Valea Jiului – Germisara (Geoagiu)
  - Apulum (Alba Iulia) – Potaisa (Turda) – Napoca

Principalul nod al drumurilor romane din Dacia acelor vremuri era Apulum (Alba Iulia).

Drumurile romane se împărțeau în:

- drumuri publice (militare și secundare – pietruite)
- drumuri particulare (din pământ)

Criteriul de proiectare a traseelor de către romani era cel al distanței minime dintre două localități. Astfel, romanii s-au angajat în execuția celor mai variate și dificile lucrări de artă: ramblee înalte, viaducte, tuneluri, fundații pe piloți sau poduri din bârne pe mlaștini etc.

Drumurile romane erau alcătuite dintr-un ansamblu de straturi din diverse materiale ce formau o “*structură rutieră*”.

**Structurile rutiere romane** erau formate în două sau din patru straturi. În primul caz, fundația și îmbrăcămintea drumului erau alcătuite din piatră, de duritate diferită, adesea aglomerată cu var hidraulic. Rezulta astfel o grosime totală a structurii rutiere mai mare de 50 cm ceea ce conducea, în majoritatea cazurilor, la evitarea pericolului de degradare a acesteia datorită acțiunii de îngheț-dezghet.

În cazul structurilor rutiere formate din patru straturi, structura lor avea următoarea alcătuire:

- stratul inferior (*statumen*) era format din blocuri sau lespezi, așezate manual în unul, două sau chiar trei rânduri suprapunse.

Piatra era legată cu mortar de argilă iar grosimea stratului varia între 20 și 50 cm;

- al doilea strat (*rudus*) era realizat din piatră spartă mare având o grosime de 30 ,, 40 cm;
- al treilea strat (*nucleus*) era realizat din piatră spartă mai mărunță aglomerată cu var hidraulic; avea grosimea de 20 ,, 25 cm și era impermeabil;
- ultimul strat de îmbrăcămintă (*summum dorsum*) de 20 ,, 25 cm grosime era format din piatră spartă mărunță de mare duritate sau din pavele sau lespezi (*pavimentum* sau *summa crusta*). Când îmbrăcămintea era formată din piatră spartă sau pietriș aglomerate cu var hidraulic drumul de numea *via calciata* sau *via glareata*.

Partea carosabilă (calea) era uneori încadrată între borduri mari din piatră. Pentru asigurarea scurgerii apelor meteorice, calea avea pante transversale. Drumurile erau executate preponderent în rambleu și erau prevăzute cu șanțuri laterale pentru scurgerea apelor.

Modul cum făceau romanii străzile se vede astăzi în orașul Pompei din Italia, dezgropat de sub lava Vezuviului.

### **DRUMURILE PÂNĂ ÎN SECOLUL XX**

În perioada care a urmat retragerii administrației și armatei romane din provincia Dacia (271 ,, 275 d.Hr.), ca urmare a noilor condiții social-istorice create și a năvălirii popoarelor migratoare, daco-romanii nu au mai construit alte drumuri, iar drumurile existente nefiind întreținute, cu timpul s-au distrus (sec. III ... XII).

Începând cu secolul al XII-lea și până la mijlocul secolului al XIX-lea se remarcă o nouă etapă în dezvoltarea și amenajarea drumurilor din țara noastră, aceasta fiind motivată de existența marilor centre comerciale și meșteșugărești, de prezența unor exploatare miniere, de sporirea legăturilor

---

politice, economice și spirituale dintre statele feudale românești și dintre acestea cu statele vecine.

Drumurile evului mediu au urmat traseele vechilor drumuri romane apărând în același timp și unele noi.

Dintre principalele drumuri ale evului mediu, amplasate în cele trei principate române, putem să amintim:

- drumurile de legătură ale porturilor dunărene cu orașele Sibiu și Brașov
- Sibiu – Valea Oltului – Curtea de Argeș
- Sibiu – Vulcan – Târgu Jiu – Craiova
- Râmnicu Sărat – Buzău – Pitești – Craiova – Drobeta Turnu Severin
- Cernăuți – Suceava – Roman – Bacău – Galați
- Bran – Rucăr – Câmpulung – Târgoviște – Târgușor – Brăila
- Mamornița – Dorohoi – Botoșani – Iași – Vaslui – Bârlad – Galați
- Oradea – Cluj Napoca – Turda – Valea Mureșului
- Arad – Deva – Alba Iulia
- Alba Iulia – Mediaș – Sighișoara - Brașov

În afara acestor drumuri special amenajate existau drumuri tradiționale:

- drumuri pastorale (pentru oieri și apicultori)
- drumurile sărarilor, lemnarilor, diferiților negustori
- drumurile meșteșugarilor

Drumurile din Dobrogea acelor vremi nu au cunoscut o dezvoltare deosebită, rămânând, în general, aceleași ca și pe vremea romanilor.

În mijlocul secolului al VII-lea apar preocupări pentru menținerea curățeniei, mai ales în centrele capitalelor Iași și București. În acest scop străzile centrale sunt podite cu bârne după un anumit sistem, care permitea și evacuarea apelor din ploii.

Până la mijlocul sec. XIII nu se înregistrează nici o noutate demnă de remarcat în domeniul structurilor rutiere. Drumurile erau de tip pietruire cu

balast sau piatră spartă (așa numita „șoseluire” a drumurilor), pavate cu bolovani sau piatră cioplită iar străzile erau podite cu dulapi din lemn.

O dată cu creșterea traficului și a sarcinilor pe osie, ca urmare a accentuării schimburilor comerciale, după anul 1750 procesul de degradare a drumurilor se face tot mai simțit în întreaga Europă.

În multe țări se instituie comisii însărcinate cu analizarea și soluționarea problemei drumurilor și se constată apariția primelor măsuri tehnice și organizatorice din sectorul rutier.

În a doua jumătate a secolului al XIII-lea în Principatele Române se organizează așa-numitele *menziluri* sau *stații de poștă* (denumire venită de la latinescul „*posita statio agreorum*”). Pe „drumurile mari” trasate de interesele comerciale și sociale, cărăușia nu se putea face decât în sistem de caravană din cauza numeroșilor tâlhari care atacau și jefuiau carele izolate. Negustorii se adunau în grupuri mari pentru siguranță și ajutor reciproc și numai astfel se încumetau să pornească la drum. La intervale de 7 - 8 km erau așa numitele „*locuri de popas*” sau de „*mas*” unde se făcea și schimbul cailor de „*poștă*”. Circulația se făcea în condiții vitrege și doar în anumite perioade din timpul verii sau iernii, când drumurile erau uscate sau înghețate.

Pentru starea drumurilor, autoritățile publice au început să ia măsuri de reparare, obligându-i pe locuitori să presteze munca denumită „*beilic*” sau „*salahorie publică*”.

Noile tehnici de pietruire concepute în Franța și Anglia ajung în Principatele Române după câțiva ani, astfel că în anul 1823 Transilvania dispunea de cca 4200 km drumuri mai importante, din care 219 km erau șoseluite cu fundație de piatră, 780 km erau șoseluite fără fundație, 96 km erau în construcție, 280 km erau drumuri naturale și 313 km erau prevăzute cu șanțuri.

Progresul societății impunea menținerea viabilității drumurilor în tot timpul anului, dar acest lucru pretindea eforturi materiale și financiare și din

---

partea statului. De asemenea se prevedeau sume speciale, în bugetul statului, pentru construcția și întreținerea șoselelor. Adevăratele măsuri concrete legate de modernizarea căilor de comunicații le găsim în „*Regulamentul Organic*”, considerat *prima lege a drumurilor din țara noastră* (anul 1832).

Conform acestui regulament drumurile se împărțeau în două categorii:

- drumuri mari (șosele naționale și județene) – întreținerea lor cădea în sarcina statului
- drumuri mici – întreținerea lor cădea în sarcina comunelor

Cu timpul, prestația locuitorilor pentru întreținerea drumurilor s-a modificat, astfel că în locul prestației în natură s-a introdus „*darea în bani*”.

La 30 martie 1868 a fost promulgată „*Legea drumurilor din Principatele Române*”, prima lege unitară a drumurilor din cadrul statului român modern. Această lege împărțea drumurile în trei categorii:

- drumuri naționale, cu lărgimea de 26 m
- drumuri județene, cu lărgimea de 20 m
- drumuri vicinale și comunale, cu lărgimea de 15 m

Legea a rămas în vigoare până în anul 1906.

În anul 1890 apare prima lege pentru sistematizarea căilor publice de comunicație din Transilvania. Clasificarea drumurilor făcută după această lege este următoarea:

- drumuri de stat sau naționale
- drumuri de comitat, departamentale, respectiv județene
- drumuri de acces la căile ferate
- drumuri vicinale
- drumuri comunale
- drumuri publice

### **DRUMURILE DUPĂ ANUL 1900**

Începutul secolului al XX-lea este caracterizat prin revoluționarea transporturilor rutiere, datorită apariției automobilului.



*Legea drumurilor din 1906* prevede înființarea în cadrul fiecărui județ a unui *serviciu tehnic* pentru toate drumurile. Conform legii, lățimea drumurilor trebuia să fie de 20 m pentru cele naționale, 15 m pentru cele județene, 12 m pentru cele vicinale și 10 m pentru cele comunale. Legea împărțea drumurile în patru categorii: naționale, județene, vicinale, comunale.

Până în zilele noastre, legea drumurilor se modifică, drumurile clasificându-se în diferite moduri iar construcția drumurilor se îmbunătățește continuu, ajungând ca astăzi să avem în țara noastră o rețea de drumuri publice în lungimea totală de 198 589 km din care:

- 14 810 km drumuri naționale, din care 113 km autostrăzi
- 36 010 km drumuri județene
- 27 781 km drumuri comunale
- 119 988 km străzi
- 642 km drumuri private deschise circulației publice

Peste 50 % din drumurile din România au îmbrăcăminți moderne.

### 1.3 TERMINOLOGIE

Terminologia în domeniul drumurilor este legată de noțiunea de „tehnică rutieră”.

Prin **tehnică rutieră** (în franceză, route – drum) se înțelege totalitatea metodologiilor, tehnologiilor, principiilor de proiectare, execuție și întreținere a elementelor geometrice, a suprastructurii, a infrastructurii drumului.

Prin **trafic** se înțelege totalitatea vehiculelor care circulă în ambele sensuri pe un drum sau pe o rețea de drumuri în scopul efectuării unei călătorii sau a unui transport.

Traficul poate fi caracterizat din punct de vedere al:

- felului tracțiunii (mecanic, animal sau mixt)

- intensității (foarte intens, intens, mijlociu, slab)
- numărului de vehicule grele (foarte greu, greu, mijlociu, ușor)
- omogenității (omogen, eterogen)
- punctelor pe care le leagă vehiculele (local, de tranzit)

*Caracteristicile traficului* care intervin în problemele rutiere sunt:

- viteza de circulație
- componența traficului
- caracteristicile constructive ale vehiculului
- intensitatea traficului

*Viteza vehiculelor* se exprimă fie în kilometri pe oră (km/h) și în acest caz se notează cu  $V$ , fie în metri pe secundă (m/s), caz în care se notează cu  $v$ . Între cele două există următoarea relație:

$$v = \frac{V}{3,6} \quad (1.1)$$

Drumurile se proiectează pe baza unui parametru important numit viteză de proiectare (de referință sau de bază).

**Viteza de proiectare** este viteza maximă ce trebuie asigurată unui autoturism în punctele cele mai dificile ale traseului astfel încât circulația să se desfășoare în condiții de maximă siguranță și confort, presupunând că starea suprafeței este bună și condițiile climatice favorabile.

În funcție de clasa tehnică a drumului și de condițiile de relief se prevăd mai multe categorii de viteze de proiectare.

**Clasa tehnică** a drumului se stabilește în funcție de intensitatea traficului de perspectivă (vehicule etalon) exprimată prin media zilnică maximă sau prin debitul maxim orar.

În afara vitezei de proiectare este necesar să se cunoască și viteza medie cu care circulă vehiculele pe un anumit traseu. Această viteză medie se stabilește pe baza vitezelor efective cu care se realizează circulația autovehiculelor.

Pe baza vitezei de proiectare se determină elementele geometrice ale unui drum nou și se sistematizează elementele geometrice ale unui drum existent.

**Elementele geometrice** reprezintă totalitatea elementelor componente ale unui drum în plan, în secțiune longitudinală și în secțiune transversală.

Prin sistematizare a unui drum se înțelege adaptarea elementelor geometrice ale drumului existent la cerințele circulației autovehiculelor.

**Suprastructura** (structura rutieră) este partea consolidată care este alcătuită dintr-un pachet de straturi a căror ordine, grosime, calitate depind și se calculează în funcție de trafic.

**Infrastructura** reprezintă totalitatea lucrărilor care au ca scop susținerea, rezemarea suprastructurii, colectarea și evacuarea apelor și asigură stabilitatea și continuitatea drumului.

## 1.4 CLASIFICAREA DRUMURILOR

Drumurile fac parte din sistemul național de transport. Ele sunt căi de comunicație terestră special amenajate pentru circulația vehiculelor și pietonilor.

Clasificarea drumurilor este prevăzută în Legea Drumurilor publicată în Monitorul Oficial al României.

**Din punct de vedere al destinației**, drumurile se împart în:

- a) *drumuri publice*: obiective de utilitate publică destinate transportului rutier în scopul satisfacerii cerințelor economiei naționale, ale populației și de apărare a țării; acestea aparțin proprietății publice;
- b) *drumuri de utilitate privată*: servesc activităților economice, forestiere, petroliere, miniere, agricole, energetice, industriale și

---

altora asemenea, de acces în incinte, ca și cele din interiorul acestora, precum și cele pentru organizări de șantier; ele sunt administrate de persoane fizice sau juridice care le au în proprietate sau în administrație.

***Din punct de vedere al circulației drumurilor***, acestea se împart în:

- a) *drumuri deschise circulației publice*, care cuprind toate drumurile publice și acele drumuri de utilitate privată care servesc obiectivelor turistice ori altor obiective la care publicul are acces;
- b) *drumuri închise circulației publice*, care cuprind acele drumuri de utilitate privată care servesc obiectivelor la care publicul nu are acces.

***Din punct de vedere funcțional și administrativ-teritorial***, în ordinea importanței, drumurile publice se împart în următoarele categorii:

- a) drumuri de *interes național*
- b) drumuri de *interes județean*
- c) drumuri de *interes local*

*Drumurile de interes național* aparțin proprietății publice a statului și cuprind drumurile naționale care asigură legătura cu Capitala țării, cu orașele reședință de județ, cu obiectivele de interes strategic național, între ele, precum și cu țările vecine și pot fi:

- autostrăzi
- drumuri expres
- drumuri naționale europene (E)
- drumuri naționale principale
- drumuri naționale secundare

*Drumurile de interes județean* fac parte din prioritatea publică a județului și cuprind drumurile județene care asigură legăturile între:

- municipiile reședință de județ și reședințele de comune, municipii, orașe, stațiuni balneoclimaterice și turistice, porturi, aeroporturi, obiective importante legate de apărarea țării și obiective istorice importante;
- orașe și municipii între ele

*Drumurile de interes local* aparțin proprietății publice a unității administrative pe teritoriul căreia se află și cuprind:

- a) drumurile comunale care asigură legăturile între reședința de comună și satele componente sau între orașe și satele care îi aparțin, precum și alte sate
- b) drumurile vicinale sunt drumuri care deserveșc mai multe proprietăți, fiind situate la limitele acestora
- c) străzile sunt drumuri publice din interiorul localităților, indiferent de denumire: stradă, bulevard, cale, chei, splai, șosea, alee, fundătură, uliță etc.

Drumurile europene de pe teritoriul României se notează prin litera E urmată de un număr:

E60: frontiera cu Ungaria – Borș – Oradea – Cluj Napoca – Turda – Târgu Mureș – Brașov – Ploiești – București – Urziceni – Slobozia – Hârșova - Constanța

Drumurile naționale europene, principale, secundare se notează prin DN urmat de un număr și o literă, eventual:

DN1: București – Brașov – Sibiu – Sebeș – Alba Iulia – Cluj Napoca – Oradea – Borș – Frontiera cu Ungaria

DN1C: Cluj Napoca – Dej

DN19A: Supuru de Jos – Satu Mare

DN1A: București – Buftea – Ploiești – Cheia – Săcele – DN1

DN1F: Supuru de Jos (intersecția cu DN 19A) – Urziceni – Frontiera cu Ungaria

---

Drumurile județene se notează prin DJ urmată de un număr și o literă.

**După gradul de perfecționare tehnică** drumurile se clasifică după cum urmează:

- drumuri moderne cu *îmbrăcămiți permanente*: șosele executate din materiale aglomerate și/sau pavajele din blocuri fasonate, cu o durată de serviciu de 15 – 30 ani;
- drumuri moderne cu *îmbrăcămiți semipermanente*: șosele executate din materiale aglomerate și/sau pavajele din blocuri fasonate, cu o durată de serviciu de 5 – 10 ani;
- drumuri cu *îmbrăcămiți provizorii*: sunt drumurile împietruite cu pietriș natural, piatră spartă cilindrată sau macadamuri;
- drumuri *de pământ*: infrastructura și lucrările de artă sunt executate pe baza unui proiect, iar platforma este sumar amenajată ca să poată suporta o circulație ușoară. În această categorie intră drumurile de pământ profilate, drumurile de pământ îmbunătățit și drumurile de pământ stabilizat;
- drumuri *naturale*: în general nu sunt amenajate, nu au o cale amenajată pentru circulație. Cele mai multe sunt drumuri de cultură și pot avea cel mult unele amenajări în punctele dificile de circulație.

**Din punct de vedere tehnic** drumurile se clasifică în cinci clase, astfel:

- a) drumuri de clasă tehnică I: trafic foarte intens, autostrăzi
- b) drumuri de clasă tehnică II: trafic intens, drumuri cu patru benzi de circulație
- c) drumuri de clasă tehnică III: trafic mediu, drumuri cu două benzi de circulație
- d) drumuri de clasă tehnică IV: trafic redus, drumuri cu două benzi de circulație

- e) drumuri de clasă tehnică V: trafic foarte redus, drumuri cu una sau două benzi de circulație

Vitezele de proiectare pentru diferitele clase tehnice ale drumurilor publice sunt următoarele:

- pentru drumuri de clasă tehnică I: 80 – 120 km/h
- pentru drumuri de clasă tehnică II: 60 – 100 km/h
- pentru drumuri de clasă tehnică III: 40 – 80 km/h
- pentru drumuri de clasă tehnică IV: 30 – 60 km/h
- pentru drumuri de clasă tehnică V: 25 – 50 km/h

Valorile mici ale vitezelor de mai sus sunt date pentru regiunile de munte iar cele mari, pentru regiunile de șes.

***Din punct de vedere al tipului de structură rutieră***, drumurile se clasifică în:

- drumuri cu *structură rutieră suplă* (structură rutieră în alcătuirea căreia nu intră nici un strat care conține lianți hidraulici sau puzzolanici, iar îmbrăcămintea este de natură bituminoasă);
- drumuri cu *structură rutieră rigidă* (structură rutieră care are îmbrăcămintea din beton de ciment sau macadam cimentat);
- drumuri cu *structură rutieră mixtă* (structură rutieră care are în alcătuirea sa un strat sau straturi din materiale stabilizate cu lianți hidraulici sau puzzolanici, iar straturile de acoperire și îmbrăcămintea sunt de natură bituminoasă).

## 1.5 CLASIFICAREA STRĂZILOR

***Străzile din localitățile urbane*** se clasifică, în raport cu intensitatea traficului și funcțiile pe care le îndeplinesc, astfel:

- 
- a) străzi de categoria I – *magistrale*, care asigură preluarea fluxurilor majore ale orașului pe direcția drumului național ce traversează orașul sau pe direcția principală de legătură cu acest drum; au minimum 6 benzi de circulație, viteza de proiectare – 60 km/h;
  - b) străzi de categoria a II a – *de legătură*, care asigură circulația majoră între zonele funcționale și de locuit; au 4 benzi de circulație, viteza de proiectare – 50 ,, 60 km/h;
  - c) străzi de categoria a III a – *colectoare*, care preiau fluxurile de trafic din zonele funcționale și le dirijează spre străzile de legătură sau magistrale; au 2 benzi de circulație, viteza de proiectare – 40 ,, 50 km/h;
  - d) străzi de categoria a IV a – *de folosință locală*, care asigură accesul la locuințe și pentru servicii curente sau ocazionale, în zonele cu trafic foarte redus; au o bandă de circulație, viteza de proiectare – 25 km/h.

**Străzile din localitățile rurale** se clasifică în:

- a) străzi *principale*: au două benzi de circulație pentru trafic în dublu sens;
- b) străzi *secundare*: au o singură bandă de circulație și platforme de încrucișare pentru trafic de intensitate redusă.



## CAPITOLUL 2

### DRUMUL ÎN PLAN

#### 2.1 ELEMENTELE DRUMULUI ÎN PLAN

La elaborarea proiectului unei căi de comunicații rutiere, soluția concepută este reprezentată grafic în proiecție ortogonală pe un plan orizontal, pe un plan vertical paralel cu axul căii și pe un plan vertical perpendicular pe axul căii.

Reprezentările grafice obținute din proiecția ortogonală pe cele trei planuri poartă denumirea de plan de situație, profil longitudinal și profil transversal al căii de comunicații.

Elementele caracteristice ale căii de comunicație rutiere care apar în reprezentarea ei proiectivă pe cele trei planuri sunt: *traseul drumului*, *profilul longitudinal* și *profilul transversal*.

***Traseul drumului în plan*** reprezintă proiecția pe un plan orizontal a axei drumului.

Axa drumului este locul geometric al punctelor de pe partea carosabilă egal depărtate de marginile căii (exceptând supralărgirile).

Traseul drumului reprezintă o succesiune de aliniamente – porțiuni rectilinii - racordate între ele prin curbe (arc de cerc, arce de curbă progresivă sau combinații ale acestora) – porțiuni curbilinii (figura 2.1).

Problema principală care se pune la proiectare este determinarea elementelor geometrice astfel încât să asigure o circulație sigură și comodă,

cu viteza cerută prin condițiile de proiectare, la care să se obțină un traseu cu lungime cât mai mică, iar lucrările pentru realizarea căii să fie cât mai reduse ca volum și ca preț de cost.

Determinarea elementelor geometrice ale traseului se face pe baza vitezei de proiectare și a condițiilor tehnice naturale și economice.

În general pe drumuri se preferă un traseu ușor sinuos deoarece:

- aliniamentele lungi sunt monotone și produc somnolență
- în timpul nopții farurile din sens opus stânjenesc
- se încadrează mai bine în peisaj și relief

Lungimea aliniamentelor ( $L$ ) ca și cea a curbelor ( $C$ ) trebuie să fie mai mare decât spațiul parcurs de vehicul în 5 secunde; aceasta corespunde unei valori convenționale  $L \geq 1,4V$ ,  $C \geq 1,4V$  (în care  $L$  și  $C$  sunt exprimate în metri iar  $V$  în Km/h).

De asemenea lungimea aliniamentelor se limitează la cca 3 - 4 km din condiții estetice și de siguranță.

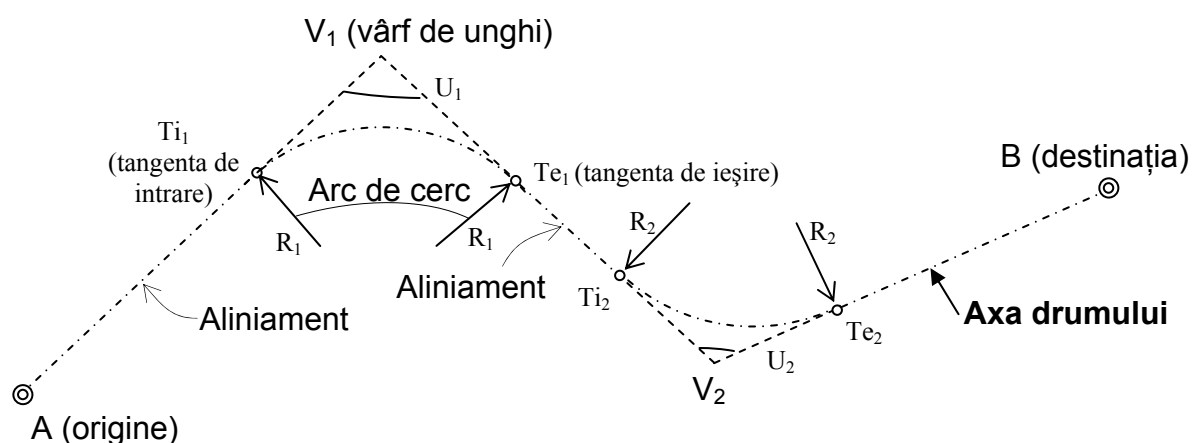
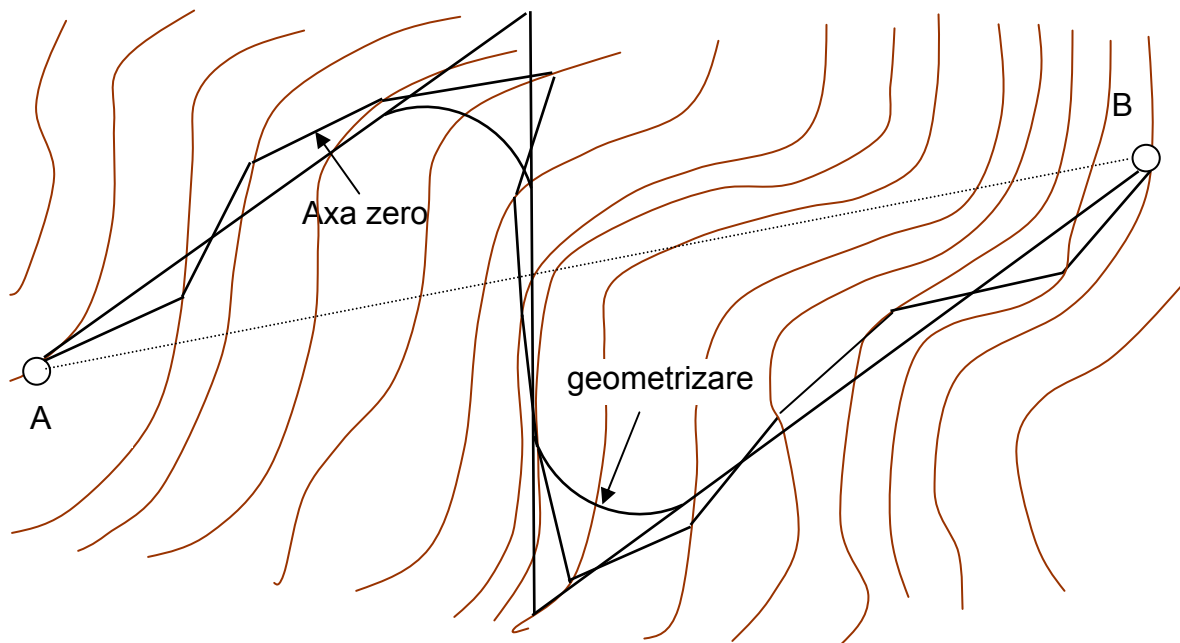


Figura 2.1  
Traseul drumului în plan

*Axa drumului* rezultă prin studiu pe planul de situație cu metoda axei zero. Planul de situație este planul ce conține curbele de nivel (curbe ce unesc punctele de egală cotă) și traseul drumului.

*Axa zero* este un traseu sinuos, informativ, ce se desfășoară cu declivitate constantă pe sectoare de o anumită lungime (pas de proiectare) la suprafața terenului, cu lucrări minime de terasament și artă (figura 2.2).

*Axa zero* se geometrizează (traseul sinuos se înlocuiește prin aliniamente și curbe) și astfel rezultă axa drumului.



*Figura 2.2*  
*Planul de situație cu axa zero și geometrizarea traseului*

Lungimea aliniamentelor, frecvența curbilor și mărimea razelor depind de relieful regiunii, de viteza de proiectare, de condițiile geologice, hidrologice și de alte condiții naturale și locale care determină existența unor puncte obligate sau evitarea unor sectoare necorespunzătoare și deci fac necesară frângerea aliniamentelor și racordarea lor prin curbe.

---

Din puncte de vedere al dezavantajului traseului în curbă trebuie precizat faptul că pentru a se asigura circulația autovehiculelor în curbă cu viteza de proiectare, în afară de faptul că se caută folosirea unor curbe cu raze cât mai mari, se adoptă o serie de măsuri, ca:

- introducerea unor curbe progresive între aliniamente și arcul de cerc
- supraînălțarea căii în curbă
- supralărgirea căii în curbă
- asigurarea vizibilității în curbă prin îndepărtarea obstacolelor din partea interioară a curbei

## **2.2 RACORDAREA ALINIAMENTELOR CU ARCE DE CERC**

Aliniamentele se racordează între ele, cel mai frecvent, prin curbe arc de cerc, a căror rază trebuie să fie mai mare sau egală cu raza minimă.

### **2.2.1 Elementele curbelor circulare**

Curbele folosite pentru racordarea aliniamentelor traseului se definesc prin elementele lor caracteristice. Elementele principale care definesc curbele arc de cerc sunt următoarele (figura 2.5):

- unghiul la vârf,  $U$  (în grade centesimale sau sexagesimale)
- mărimea razei arcului de cerc,  $R$  (în m)
- mărimea tangentei,  $T$  (în m)
- lungimea arcului de cerc,  $C$  (în m)
- mărimea bisectoarei,  $B$  (în m)

Calculul acestor elemente va fi prezentat în continuare.

*Unghiul la vârf* este unghiul interior pe care îl fac cele două aliniamente succesive ce urmează să fie racordate. Valoarea unghiului la vârf se stabilește prin metoda grafo-analitică, în felul următor:

a) *unghiul la vârf*,  $U, > 100^g$  ( $90^o$ ), figura 2.3

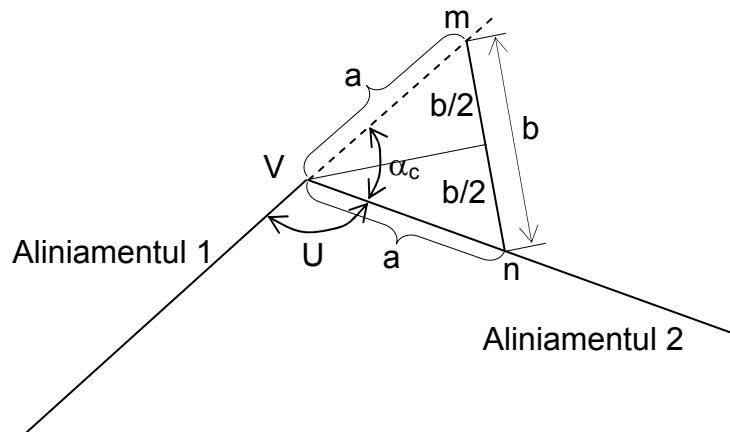


Figura 2.3

*Determinarea mărimii unghiului  $U > 100^g$  ( $90^o$ ). Metoda grafo-analitică*

În acest caz se prelungește unul din cele două aliniamente și se consideră câte un segment de mărime “a” (de regulă egal cu 50 m) atât pe prelungirea aliniamentului cât și pe celălalt aliniament, care determină punctele m și n. Se formează un triunghi isoscel cu  $\alpha_c$  unghiul dintre laturile “a” ( $\alpha_c = 200^g - U$ ). Se măsoară latura “b” și se determină unghiul  $\alpha_c$ :

$$\sin \frac{\alpha_c}{2} = \frac{b/2}{a} \quad (2.1)$$

$$\alpha_c = 2 \arcsin \frac{b}{2a} \quad (2.2)$$

pentru  $a = 50 \text{ m} \Rightarrow$

$$\alpha_c = 2 \arcsin \frac{b}{100} \quad (2.3)$$

Unghiul la vârf,  $U$  se calculează în funcție de  $\alpha_c$  în grade, minute și secunde:

$$U = 200^g - \alpha_c \quad [\text{g, c, cc}] \quad (2.4)$$

b) unghiul la vârf,  $U, \leq 100^\circ$  ( $90^\circ$ ), figura 2.4

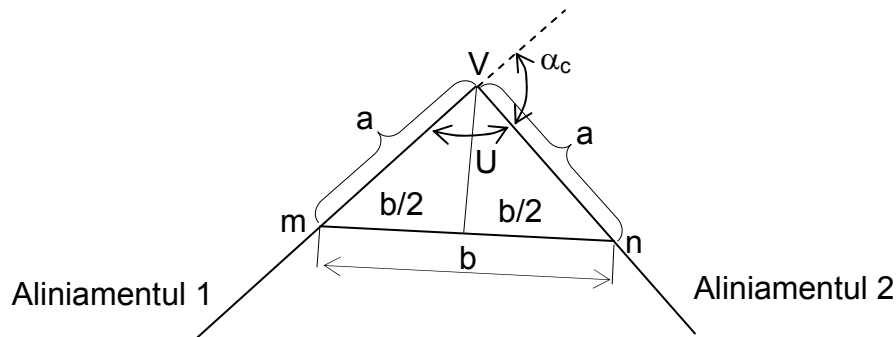


Figura 2.4

Determinarea mărimii unghiului  $U \leq 100^\circ$  ( $90^\circ$ ). Metoda grafo-analitică

În acest caz procedura este asemănătoare, dar segmentele de mărime “a” se consideră chiar pe cele două aliniamente. Din triunghiul isoscel care s-a creat rezultă direct unghiul  $U$  la vârf:

$$U = 2 \arcsin \frac{b}{100} \quad [g, c, cc] \quad (2.5)$$

Unghiul  $\alpha_c$  rezultă imediat:

$$\alpha_c = 200^\circ - U \quad (2.6)$$

Raza curbei circulare se alege mai mare decât raza minimă admisă, funcție de viteza de proiectare și de condițiile de confort la parcurgerea curbei. Valoarea razei unei curbe arc de cerc se dă în metri.

Având cunoscute unghiul la vârf,  $U$  și raza,  $R$  se pot calcula celelalte elemente ale arcului de cerc.

Mărimea tangentei este mărimea segmentului  $T_iV$ , cuprinsă între vârful de unghi și punctul teoretic de tangență (figura 2.5). Ea se determină din triunghiul  $T_iVO$ :

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha_c}{2} = \frac{T}{R} \quad (2.7)$$

$$T = R \operatorname{tg} \frac{\alpha_c}{2} \quad (2.8)$$

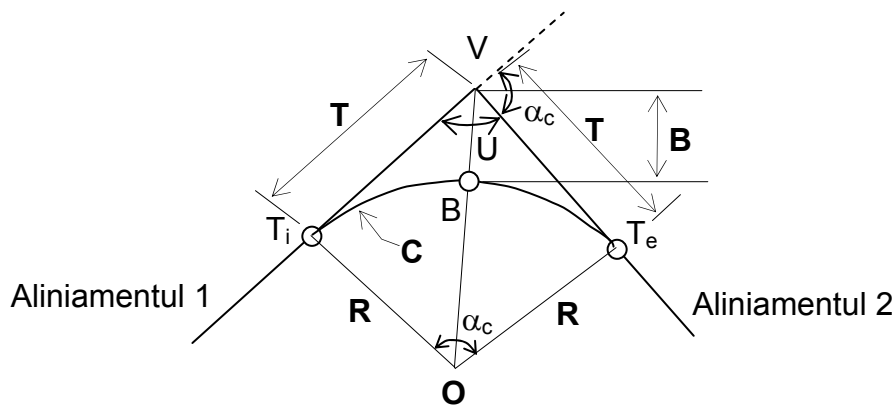


Figura 2.5  
Elementele curbei arc de cerc

Lungimea curbei arc de cerc se calculează cu formula:

$$C = \frac{\pi R \alpha_c}{200} \quad (2.9)$$

și reprezintă lungimea curbei cuprinsă între punctul teoretic de tangență la intrarea în curbă,  $T_i$  și punctul teoretic de tangență la ieșirea din curbă,  $T_e$  (figura 2.5).

Mărimea bisectoarei este mărimea segmentului VB, cuprins între vârful de unghi și punctul teoretic de bisectoare (figura 2.5) și se obține din triunghiul  $OT_iV$ :

$$B = OV - OB = \frac{R}{\cos \frac{\alpha_c}{2}} - R \quad (2.10)$$

$$B = R \left[ \sec \frac{\alpha_c}{2} - 1 \right] \quad (2.11)$$

Valorile mărimii tangentei, mărimii bisectoarei și lungimii arcului de cerc se dau în metri și se rotunjesc la centimetru.

### 2.2.2 Trasarea curbilor circulare

Cele trei puncte care definesc arcul de cerc  $T_i$ ,  $B$ ,  $T_e$  nu sunt suficiente pentru a materializa curba circulară pe teren. Prin urmare, trebuie determinat un număr de puncte pentru trasarea fiecărei jumătăți de arc de cerc.

Distanța între două puncte succesive folosite pentru trasarea unei curbe circulare trebuie să fie suficient de mică astfel încât diferența între lungimea arcului „a” și lungimea corzii „c” subîntinse, să nu depășească o anumită toleranță,  $\varepsilon$ .

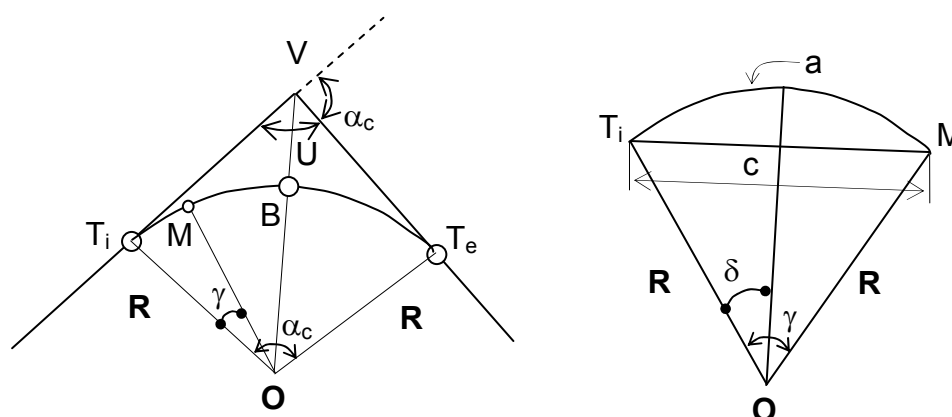


Figura 2.6

*Stabilirea numărului de puncte necesar trasării arcului de cerc*

Se consideră două aliniamente racordate printr-un arc de cerc (figura 2.6). Se dorește *stabilirea numărului de puncte necesar trasării arcului de cerc* ( $T_i$   $T_e$ ). Pe arcul de cerc se ia punctul  $M$  care determină arcul  $T_iM = a$ , al cărui unghi la centru este  $\gamma$ .

Separat s-a desenat sectorul de cerc  $T_iMO$  luat în discuție. S-a notat cu  $c$ , coarda subîntinsă de arc  $a$ . Dacă se duce înălțimea în triunghiul isoscel  $T_iMO$  atunci putem scrie:

$$\gamma = 2\delta \quad (2.12)$$



$$\sin \delta = \frac{c/2}{R} \quad (2.13)$$

în care R este raza curbei arc de cerc.

Conform desenului din figura 2.6 și a celor specificate mai sus rezultă următoarele:

$$a - c \leq \varepsilon \quad (2.14)$$

$$a = R \gamma = 2R \delta \quad (2.15)$$

$$a[\text{m}] = R[\text{m}] \gamma[\text{radiani}]$$

$$c = 2R \sin \delta \quad (2.16)$$

$$2R \delta - 2R \sin \delta \leq \varepsilon \quad (2.17)$$

$$\varepsilon \cong \frac{a}{1000} \quad (2.18)$$

$$2R (\delta - \sin \delta) \leq \frac{a}{1000} \quad (2.19)$$

Din dezvoltarea în serie Taylor a sinusului:

$$\sin \delta = \frac{\delta}{1!} - \frac{\delta^3}{3!} + \frac{\delta^5}{5!} - \dots \quad (2.20)$$

reținem doar primii doi termeni.

$$2R \left( \delta - \frac{\delta^3}{3!} \right) \leq \frac{a}{1000} \quad (2.21)$$

$$R \frac{\delta^3}{3!} \leq \frac{a}{1000} \quad (2.22)$$

$$a = 2R\delta \Rightarrow \delta = \frac{a}{2R} \quad (2.23)$$

$$\frac{R \cdot a^3}{3 \cdot 2^3 \cdot R^3} \leq \frac{a}{1000} \quad (2.24)$$

$$\frac{a^2}{24R^2} \leq \frac{1}{1000} \quad (2.25)$$

$$a \leq R \sqrt{\frac{24}{1000}} \cong \frac{R}{7} \quad (2.26)$$

În practică se consideră: 
$$a \leq \frac{R}{10} \quad (2.27)$$

Se calculează numărul de puncte,  $n$ , situate pe jumătatea virajului arc de cerc astfel:

$$n = \left[ \frac{C/2}{R/10} \right] + 1 = \left[ \frac{5C}{R} \right] + 1 \quad (2.28)$$

în care  $C$  este lungimea arcului de cerc care racordează două aliniamente succesive

$R$  – raza cercului care racordează două aliniamente succesive

Trasarea arcului de cerc pe planul de situație se face prin puncte, recurgând la diverse metode de pichetare care vor fi prezentate în continuare. Trebuie specificat faptul că în metodele de trasare, punctele se numesc *picheți* care practic de materializează și pe teren.

*a) metoda coordonatelor rectangulare (coordonatelor pe tangentă)*

Un punct oarecare  $M$  de pe curbă este definit prin cele două coordonate măsurate față de axele de referință care trec prin punctele de tangentă.

În acest caz (figura 2.7) se aleg valorile absciselor  $x$  pentru diverse puncte și se calculează valorile ordonatelor  $y$ .

Din triunghiul  $OMM'$ : 
$$(R - y_M)^2 = R^2 - x_M^2 \quad (2.29)$$

$$\Rightarrow y_M = R - \sqrt{R^2 - x_M^2}$$

(2.30)

Datele se pot sistematiza într-un tabel care trebuie să conțină numărul pichetului, abscisa  $x$  aleasă pentru fiecare pichet de pe curbă, expresia de sub radical din relația (2.30) și în final ordonata  $y$  a fiecărui pichet.

Metoda se utilizează la trasarea pe teren plan și cu vizibilitate bună pe direcțiile aliniamentelor din vârful de unghi. Nu se recomandă folosirea ei în

cazul curbilor de rază mare și a unghiului la vârf  $U$  mic, deoarece pot conduce la ordonate mari ceea ce implică erori de perpendicularitate.

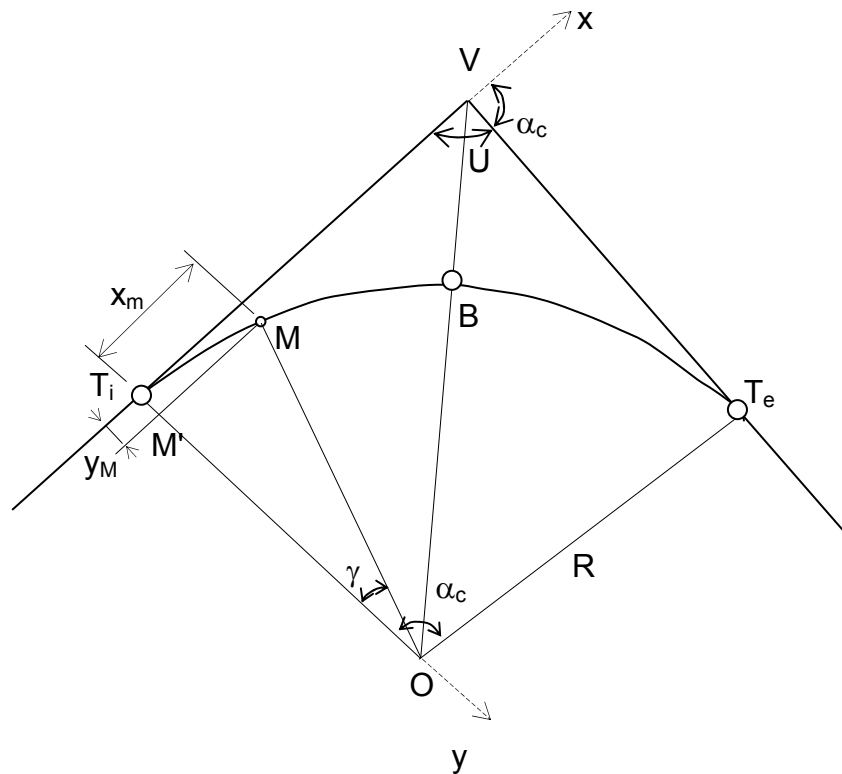


Figura 2.7  
Metoda coordonatelor rectangulare

*b) metoda coordonatelor polare*

Considerând  $T_i$  sau  $T_e$  ca origine și aliniamentul  $T_iV$  sau  $T_eV$  ca dreaptă orientată, un punct  $M$  de pe curbă poate fi definit prin raza polară  $r$  și unghiul polar  $\varphi$  (figura 2.8).

Punctele  $T_i$  și  $M$  de pe arcul de cerc ce urmează a fi trasat determină coarda  $T_iM = r$ . Arcul  $T_iM$  subîntinde unghiul la centru  $\gamma$ .

Unghiul la centru  $\alpha_c$  (subîntins de arcul de cerc  $C$ ) va fi împărțit într-un număr egal de unghiuri  $\gamma$ :

$$\gamma = \frac{\alpha_c / 2}{n} = \frac{\alpha_c}{2n} \quad (2.31)$$

unde  $n$  este numărul de puncte, exprimat în valori absolute, situate pe jumătate din arcul de cerc, determinat anterior (relația 2.28).

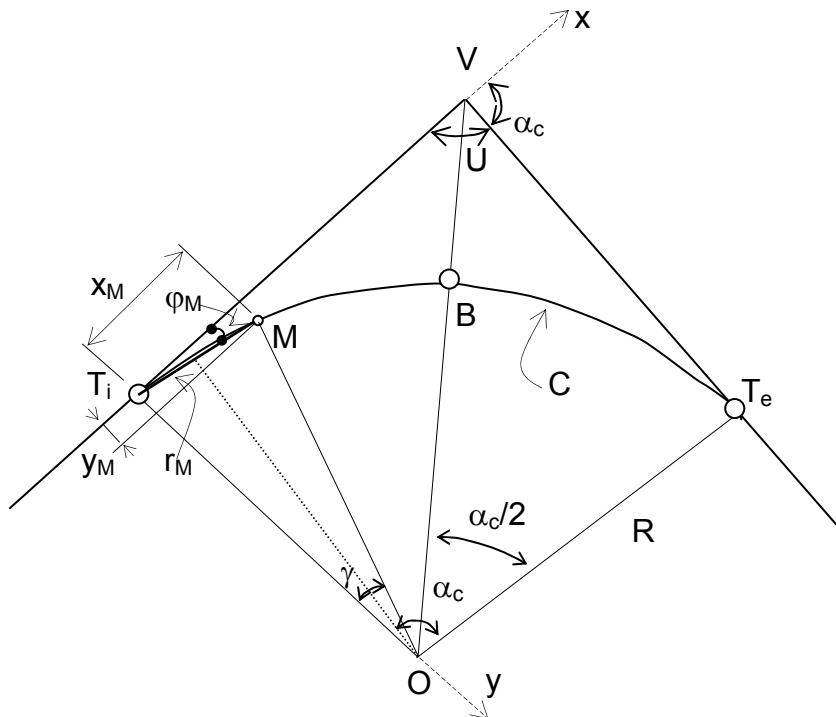


Figura 2.8  
Metoda coordonatelor polare

Unghiul polar  $\varphi$  se calculează în funcție de unghiul  $\gamma$  astfel:

$$\varphi = \frac{\gamma}{2} = \frac{\alpha_c}{4n} \quad (2.32)$$

Valoarea unghiul  $\varphi$  corespunzătoare primului punct de pe arcul de cerc se numește unghi periferic.

Raza polară  $r$  se calculează în funcție de raza arcului de cerc și de unghiul polar  $\varphi$  din triunghiul  $OT_iM$ :

$$r = 2R \sin \varphi \quad (2.33)$$

Calcululele se pot sistematiza într-un tabel de tipul următor.

Tabelul 2.1

Pichetul	Coordonate polare		Coordonate carteziene		Lungimea arcului de cerc, $C = \frac{\pi R \varphi}{100^s}$
	$\varphi$	$r = 2R \sin \varphi$	$x = r \cos \varphi$	$y = r \sin \varphi$	
<i>T<sub>i</sub></i>	0°0'0"	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>M</i>	$\frac{\alpha_c}{4n} \cdot 1$				
<i>N</i>	$\frac{\alpha_c}{4n} \cdot 2$				
⋮	⋮				
<i>B</i>	$\frac{\alpha_c}{4n} \cdot n$				C/2

Această metodă se poate utiliza pentru trasarea curbei arc de cerc pe suprafețe accidentate dar cu vizibilitate pe direcția de vizare.

*c) metoda coordonatelor pe coardă*

Metoda utilizează un sistem de coordonate cu originea în B' având axa absciselor pe coarda T<sub>i</sub>T<sub>e</sub> și axa ordonatelor pe bisectoarea unghiului U (figura 2.9).

Un punct oarecare A de pe curbă este determinat de x<sub>A</sub> și y'<sub>A</sub> (x<sub>A</sub> se alege și y'<sub>A</sub> rezultă):

$$y'_A = \overline{OA'} - \overline{OB'} = \sqrt{R^2 - x_A^2} - R \cos \frac{\alpha_c}{2} \quad (2.34)$$

Dacă se consideră tangenta la curbă în B avem:

$$y'_A = y_B - y_A = R(1 - \cos \frac{\alpha_c}{2}) - y_A \quad (2.35)$$

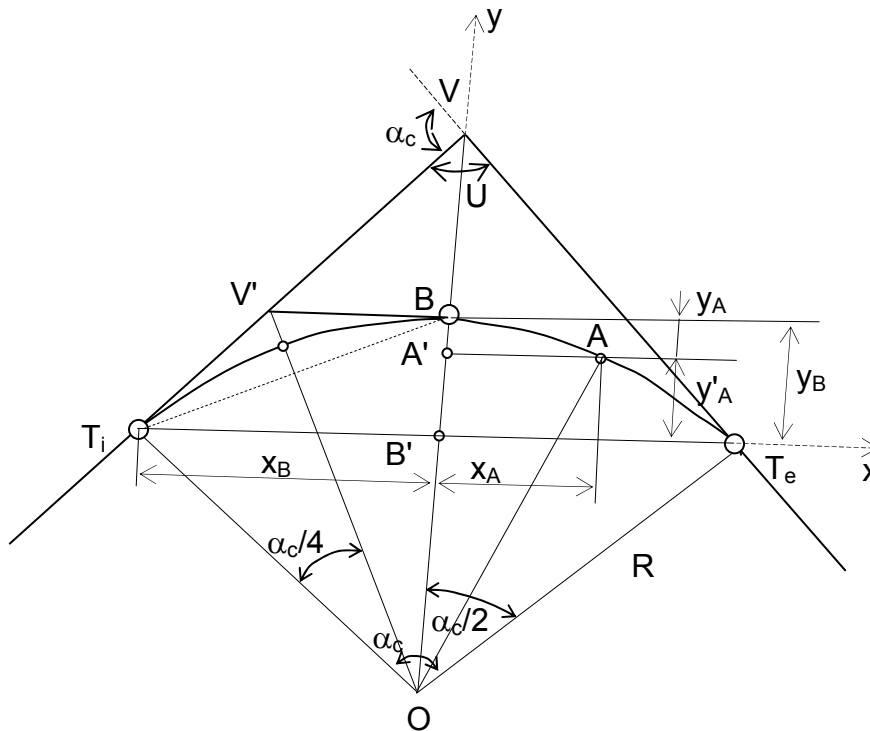


Figura 2.9  
Metoda ordonatelor pe coardă

Metoda se utilizează la trasarea arcului de cerc când vârful V este inaccesibil sau foarte îndepărtat, când nu este vizibil din  $T_i$  sau  $T_e$ , când curba este lungă și când spațiul dintre arc și axa absciselor este lipsit de obstacole.

*d) metoda tangentelor succesive*

Metoda se folosește fie la trasarea curbilor care se desfășoară în spații înguste sau lipsite de vizibilitate (în localități printre clădiri, în tuneluri în curbă),

fie la retrasarea curbelor în săpături sau umpluturi mari. În toate aceste cazuri trasarea trebuie făcută din aproape în aproape.

Metoda constă în împărțirea curbei care urmează să fie trasată într-un număr de curbe auxiliare de mărime egală (unghiuri la centru egale). În acest scop se determină un număr de vârfuri ajutatoare  $V'$ ,  $V''$  etc., astfel încât vizele să fie posibile de la un vârf ajutător la următorul. Dintr-un vârf ajutător se fixează două puncte pe curbă (bisectoarea și punctul de tangență următor) precum și vârful ajutător următor (figura 2.10). Se consideră fracțiuni din unghiul la centru (de exemplu  $\alpha_c/8$ ) și se calculează  $T_iV'=C_2V'$ ,  $C_2V''=BV''$ .

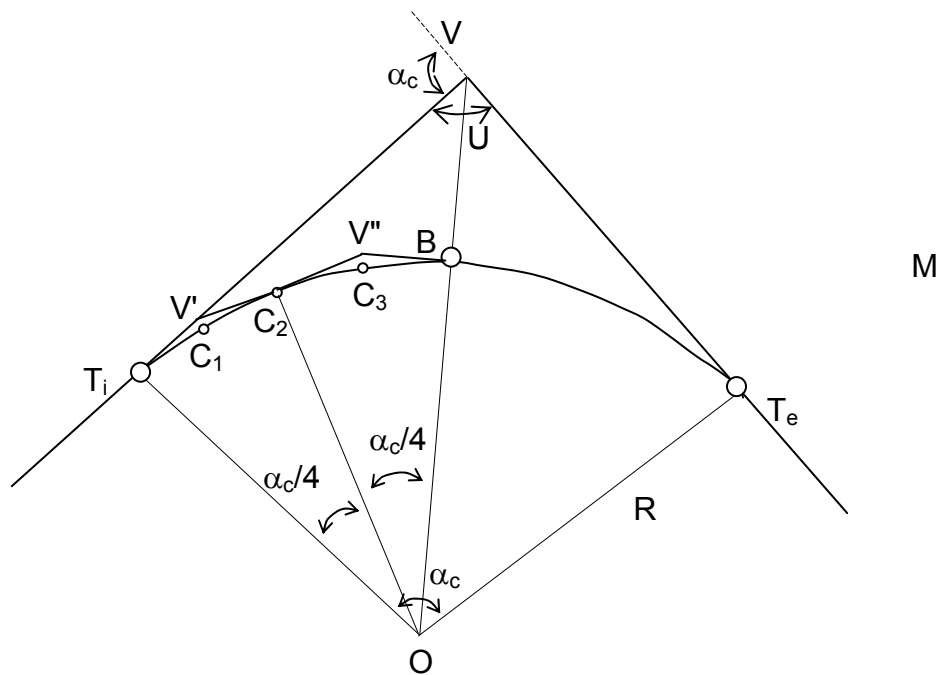


Figura 2.10  
Metoda tangentelor succesive

Problema se reduce la trasarea unor curbe de lungime mai mică ale căror elemente principale sunt:

$$U' = 200^g - \frac{\alpha_c}{4} \quad (2.36)$$

$$R' = R \quad (2.37)$$

$$T' = R' \operatorname{tg} \frac{\alpha_c}{8} \quad (2.38)$$

$$B' = R \left( \sec \frac{\alpha_c}{8} - 1 \right) \quad (2.39)$$

$$C' = \frac{C}{4} \quad (2.40)$$

## 2.3 RACORDAREA ALINIAMENTELOR CU ARCE DE CURBĂ PROGRESIVĂ

În curbele cu raze mici, pentru a asigura confortul și siguranța circulației în condițiile vitezei de proiectare date, se execută unele amenajări, printre care și racordările progresive.

### 2.3.1 Necesitatea introducerii curbilor progresive

Presupunând un traseu curb (figura 2.11), la intrarea în curba circulară autovehiculul este supus acțiunii forței centrifuge, dirijată spre exteriorul curbei, de valoare:

$$F_c = \frac{mv^2}{R} = \frac{P v^2}{g R} \quad (2.41)$$

unde  $m$  este masa autovehiculului (kg)

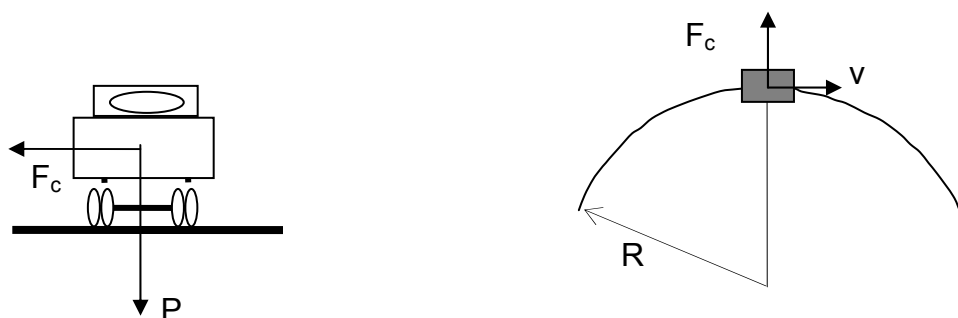
$P$  - greutatea autovehiculului (kgf)

$g$  - accelerația gravitațională ( $\text{m/s}^2$ )

$v$  - viteza cu care circulă autovehiculul (m/s)

$R$  - raza curbei arc de cerc (m)





*Figura 2.11*  
*Autovehiculul parcurgând un traseu curb*

Forța centrifugă este direct proporțională cu pătratul vitezei și masa autovehiculului și invers proporțională cu raza,  $R$  a curbei parcurse.

În dreptul punctelor de tangență  $T_i$ ,  $T_e$  apare o creștere bruscă a curburii de la valoarea zero din aliniament la valoarea  $1/R$  din curbă (fig.2.12). Această variație a curburii și deci a forței centrifuge, implică o tendință de deplasare transversală a autovehiculului însoțită de un șoc lateral, care crește cu sporirea vitezei de circulație și cu scăderea valorii razei de racordare.

Pentru asigurarea unei treceri line, fără șocuri a autovehiculului de pe aliniament pe curba principală arc de cerc este necesară introducerea unor curbe de tranziție (progresive) care au proprietatea că raza de curbura (sau curbura) are valoare variabilă de la  $\infty$  (respectiv 0) în punctul de tangență cu aliniamentul la valoarea  $R$  (respectiv  $1/R$ ) în punctul de tangență cu arcul de cerc.

Datorită variației uniform crescătoare a curburii în cazul acestor curbe de tranziție, forța centrifugă care acționează asupra autovehiculului nu mai apare brusc ci treptat pe lungimea curbei progresive astfel că nu se mai manifestă acel șoc lateral brusc.

Introducerea curbei progresive este posibilă dacă se asigură o deplasare  $\Delta$  a arcului de cerc, spre interiorul curbei, denumită „strămutarea tangentei”.

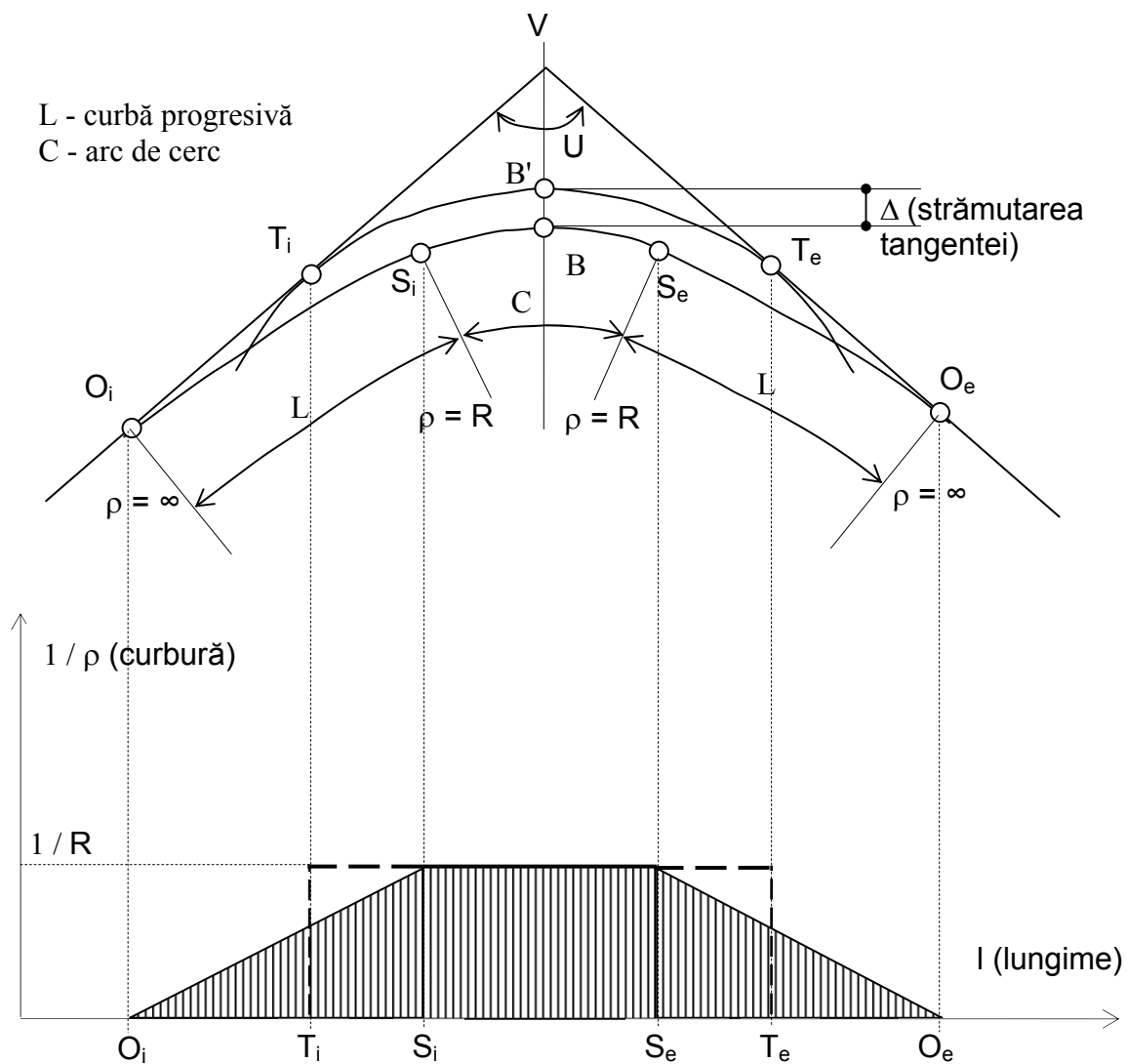


Figura 2.12  
Necesitatea introducerii curbelor progresive

Introducerea curbelor progresive trebuie să satisfacă două criterii:

a) *criteriul geometric* care se referă la condițiile:

- curba progresivă să fie tangentă la aliniament în punctele  $O_i$ ,  $O_e$ , unde raza de curbură este  $\infty$ ;

- raza de curbură  $\rho$  descreește treptat pe lungimea arcului de curbă progresivă până în punctul  $S_i$ ,  $S_e$  de tangență cu arcul de cerc unde  $\rho = R$ ;
- în punctul comun cu virajul arc de cerc,  $S_i$ ,  $S_e$ , curba progresivă admite tangență comună cu arcul iar razele sunt egale.

b) *criteriul mecanic* se referă la condiția:

- accelerația normală variază proporțional cu timpul,  $t$ :

$$a_n = \frac{v^2}{R} = j \cdot t \text{ sau forța centrifugă variază progresiv de}$$

la valoarea zero în  $O_i$ ,  $O_e$  la valoare maximă în  $S_i$ ,  $S_e$ .

**Procedee pentru introducerea curbelor progresive.** În ipoteza realizării unei racordări simetrice (centrul de curbură al virajului arc de cerc se află pe bisectoarea unghiului „U”) există două procedee pentru introducerea curbelor progresive:

a) se păstrează centrul de curbură  $O$ , introducând un viraj arc de cerc de rază  $R$  în locul celui teoretic de rază  $R+\Delta$  (figura 2.13);

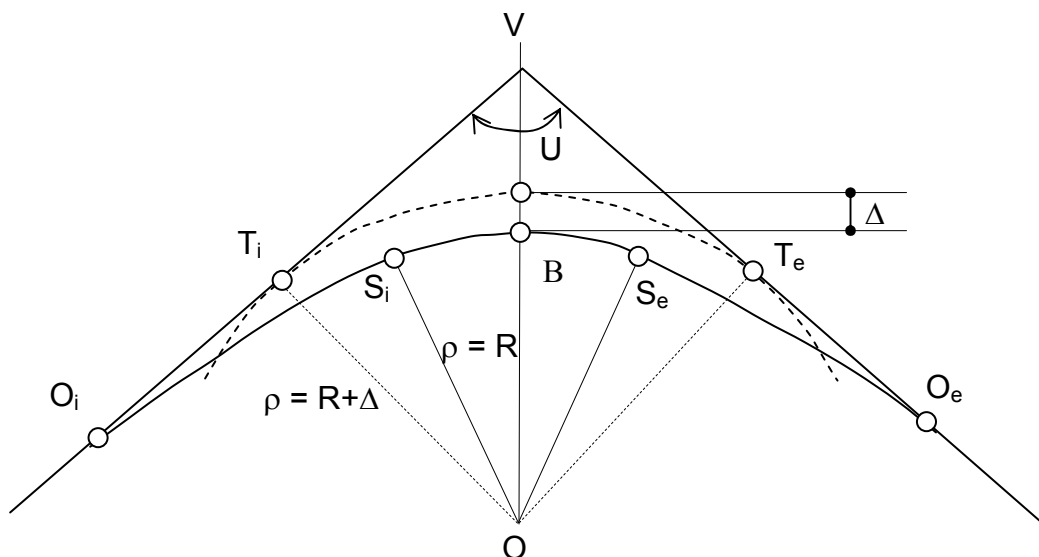


Figura 2.13

*Păstrarea centrului cercului  $O$ , în vederea introducerii curbei progresive*

b) se păstrează valoarea razei  $R$ , dar se deplasează centrul de curbură  $O$  pe direcția bisectoarei cu cantitatea  $\Delta$  (2.14).

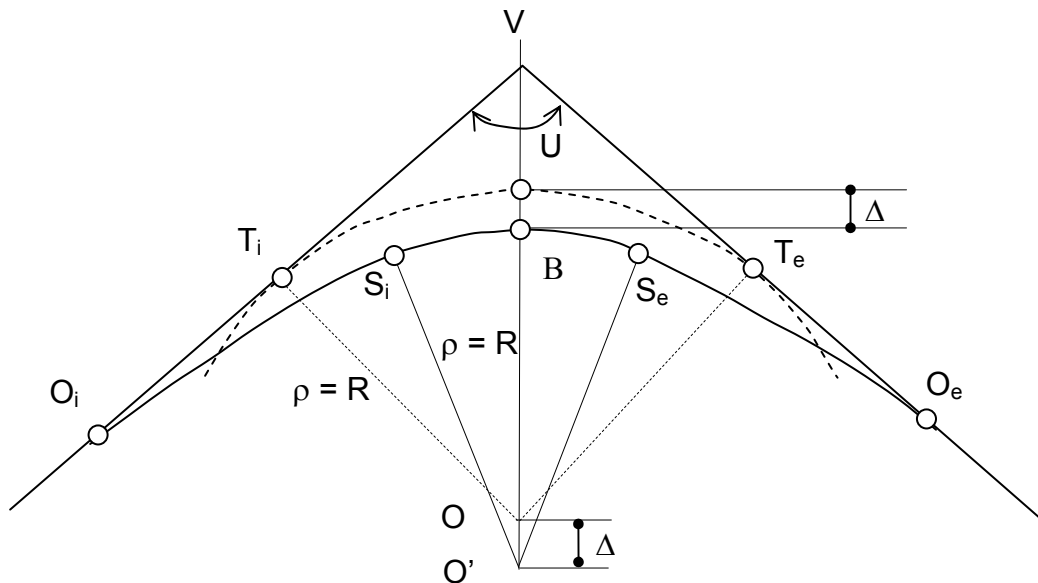


Figura 2.14

*Păstrarea valorii razei  $R$ , în vederea introducerii curbei progresive*

### 2.3.2 Tipuri de curbe progresive

Curbele progresive se bucură de proprietatea că produsul dintre două elemente ale curbei rămâne constant.

a) **Parabola cubică** (figura 2.15) este curba plană pentru care produsul dintre raza de curbură  $\rho$  și abscisa  $x$ , pentru oricare punct de pe curbă, este constant:

$$\rho \cdot x = \text{const.} = k^2 \quad (2.42)$$

Ecuția în coordonate carteziene este:

$$y = k \cdot x^3 \quad (2.43)$$

unde parametrul parabolei cubice este  $k = \frac{1}{6RL}$  (2.44)

Se folosește mai mult la calea ferată. La drumuri se poate folosi numai pentru valori mici ale lui  $K$  (produsul  $RL$  trebuie să fie mare).

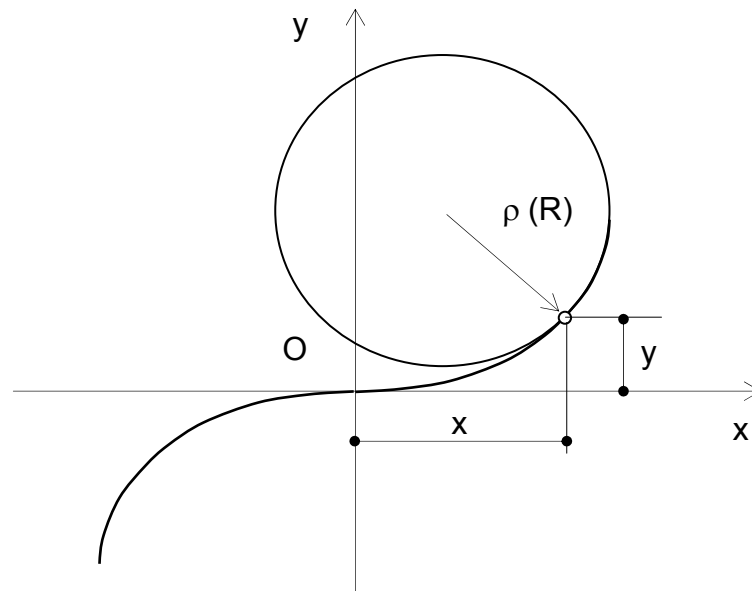


Figura 2.15  
Parabola cubică

- b) **Lemniscata lui Bernoulli** (figura 2.16) este curba progresivă pentru care produsul dintre raza de curbură și raza polară rămâne constant, iar punctele se distribuie după o lemniscată. Altfel spus, lemniscata (caz particular al ovalelor lui Casini) este locul geometric al tuturor punctelor din plan pentru care produsul distanțelor la două puncte fixe, numite focare, rămâne constant.

$$\rho \cdot r = \text{const.} = A^2 \quad (2.45)$$

$$\overline{MF}_1 \cdot \overline{MF}_2 = c^2 \quad (2.46)$$

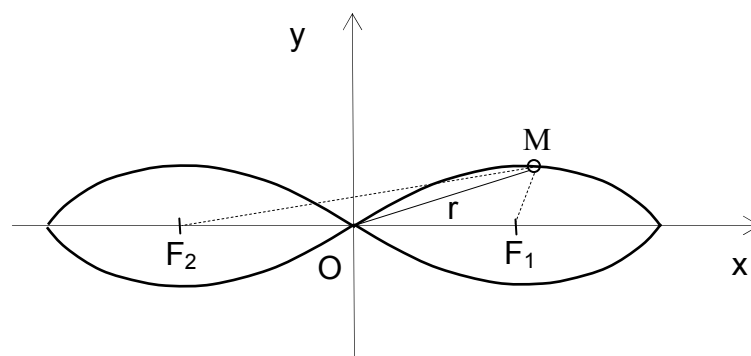


Figura 2.16  
Lemniscata lui Bernoulli

- c) **Clotoida (spirală lui Cornu sau spirală lui Euler)** este curbă mecanică prin excelență deoarece ea reprezintă traiectoria unui vehicul care se deplasează cu viteză constantă, rotirea volanului făcându-se uniform. În cazul ei, produsul dintre raza de curbură  $\rho$  și lungimea arcului corespunzător, pentru oricare punct de pe curbă, este constant. Din punct de vedere grafic se reprezintă prin două ramuri simetrice cu două puncte asimptotice I și II.

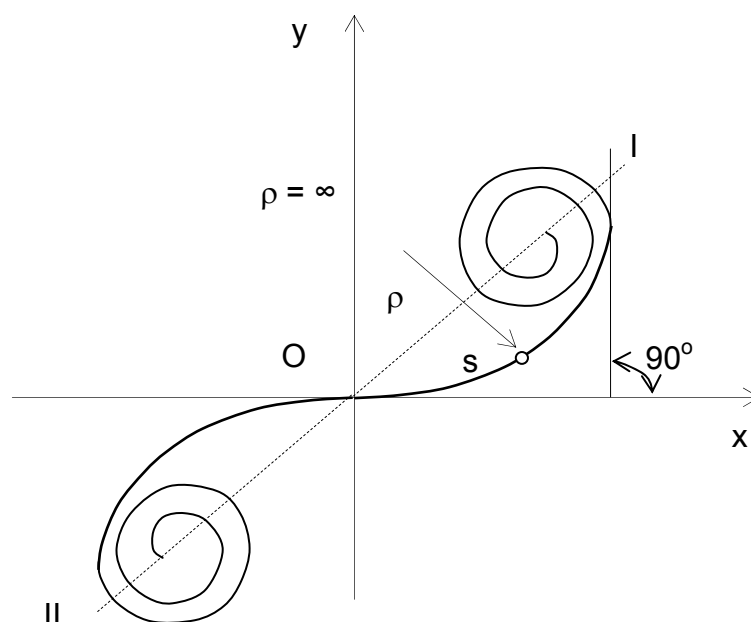


Figura 2.17  
Clotoida

$$\rho \cdot s = \text{const.} = A^2 \quad (2.47)$$

**Elemente pentru trasare.** Clotoida, precum și celelalte curbe progresive, au proprietatea de *omotetie* (asemănarea figurilor geometrice și proporționalitatea elementelor geometrice). Pe baza acestei proprietăți au putut fi calculate elementele principale ale unei clotoide numite *de bază* (de referință) (figura 2.18) și întocmite tabele.

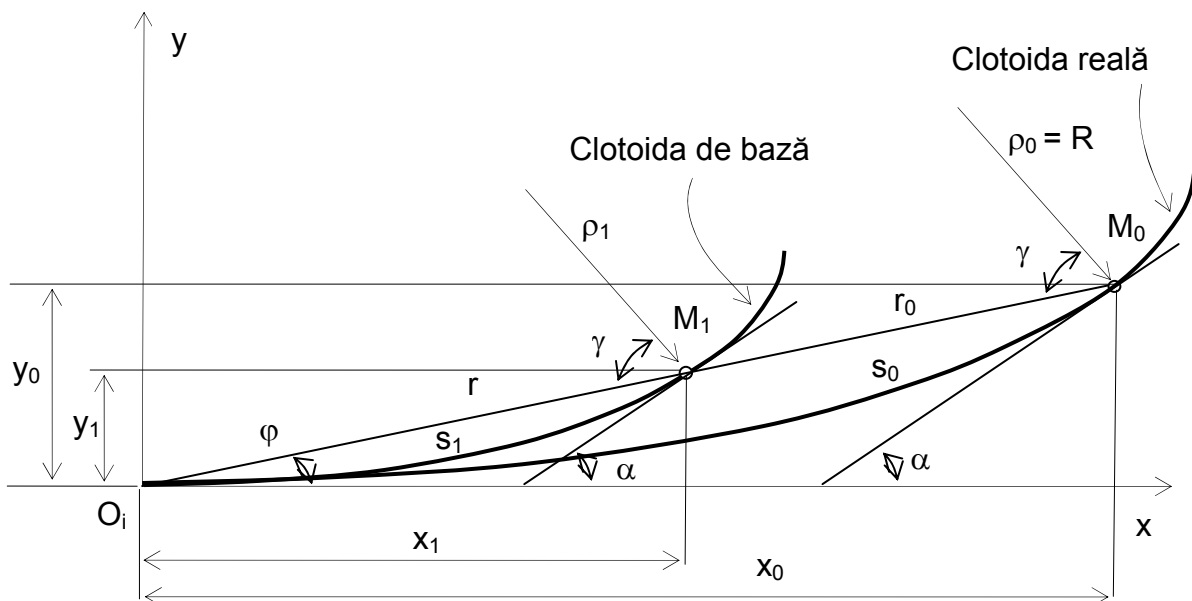


Figura 2.18

*Proprietatea de omotetie a clotoidei*

Un element al clotoidei se poate determina dacă se cunoaște omologul său și modulul clotoidei:

$$\frac{x_0}{x_1} = \frac{y_0}{y_1} = \frac{r_0}{r_1} = \frac{s_0}{s_1} = \frac{\rho_0}{\rho_1} = \frac{\Delta_0}{\Delta_1} = \frac{x'_0}{x'_1} = \frac{x''_0}{x''_1} = \frac{n_0}{n_1} = \frac{b_0}{b_1} = \frac{A}{A_1} = \omega \quad (2.48)$$

unde  $\omega$  este coeficientul de omotetie, iar  $A$  este modulul clotoidei. Restul elementelor au semnificația de la paragraful 2.3.4.

S-au putut calcula toate elementele principale ale clotoidei de bază care sunt prezentate în tabele.

$t$	$\alpha$		$\gamma$		$\varphi$		$r_1$	$x_1$	$x'_1$
	(°, ', ")	(g, c, cc)	(°, ', ")	(g, c, cc)	(°, ', ")	(g, c, cc)			
0,280	4.29.31	4,9911	87.00.19	96,6725	1.29.50	1,6636	0,3959	0,3957	0,1979
0,285	4.39.14	5,1709	86.53.50	96,5526	1.33.04	1,7236	0,4029	0,4028	0,2015
0,290	4.49.07	5,3540	86.47.15	96,4306	1.36.22	1,7846	0,4100	0,4098	0,2050
0,295	4.59.10	5,5402	86.40.33	96,3064	1.39.43	1,8466	0,4171	0,4168	0,2085
0,300	5.09.24	5,7296	86.33.44	96,1802	1.43.07	1,9097	0,4241	0,4239	0,2121
0,305	5.19.48	5,9222	86.26.48	96,0518	1.46.35	1,9739	0,4312	0,4310	0,2156
0,310	5.30.22	6,1179	86.19.45	95,9212	1.50.07	2,0391	0,4382	0,4380	0,2191
0,315	5.41.07	6,3169	86.12.35	95,7886	1.53.42	2,1054	0,4453	0,4450	0,2226
0,320	5.52.02	6,5190	86.05.18	95,6538	1.57.20	2,1718	0,4523	0,4521	0,2262
0,325	6.03.07	6,7243	85.57.55	95,5169	2.01.01	2,2412	0,4594	0,4591	0,2297
0,330	6.14.22	6,9328	85.50.24	95,3779	2.04.47	2,3107	0,4664	0,4661	0,2333
0,335	6.25.48	7,1445	85.42.47	95,2368	2.08.35	2,3812	0,4735	0,4732	0,2368

## ANEXA I (continuare)

$x'_1$	$y_1$	$\delta_1$	$\rho_1$	$s_1$	$n_1$	$b_1$	$y_{01}$	$t$
0,1978	0,0103	0,0026	2,5254	0,3960	0,3965	0,0104	2,5280	0,280
0,2013	0,0109	0,0027	2,4811	0,4031	0,4037	0,0109	2,4838	0,285
0,2048	0,0115	0,0029	2,4383	0,4101	0,4108	0,0115	2,4412	0,290
0,2083	0,0121	0,0030	2,3970	0,4172	0,4179	0,0121	2,4000	0,295
0,2118	0,0127	0,0032	2,3570	0,4243	0,4251	0,0128	2,3602	0,300
0,2154	0,0134	0,0033	2,3184	0,4313	0,4322	0,0134	2,3217	0,305
0,2189	0,0140	0,0035	2,2810	0,4384	0,4395	0,0141	2,2845	0,310
0,2224	0,0147	0,0037	2,2448	0,4456	0,4465	0,0148	2,2485	0,315
0,2259	0,0154	0,0039	2,2097	0,4525	0,4537	0,0155	2,2136	0,320
0,2294	0,0162	0,0040	2,1757	0,4596	0,4608	0,0163	2,1797	0,325
0,2328	0,0169	0,0042	2,1427	0,4667	0,4680	0,0170	2,1469	0,330
0,2364	0,0177	0,0044	2,1108	0,4738	0,4752	0,0178	2,1152	0,335

Figura 2.19  
Anexa 1

## ANEXA II. Rapoarte ale elementelor clotoidei independente de modulul A

$t$	$s_1/\rho_1$	$\delta_1/\rho_1$	$x'_1/\rho_1$	$n_1/\rho_1$	$\delta_1/s_1$	$n_1/s_1$
0,005	5,00 E-5	1,06 E-10	2,54 E-5	5,02 E-5	2,11 E-6	1,0000
0,010	0,0002	1,70 E-9	1,90 E-4	1,99 E-4	0,85 E-5	1,0000
0,015	0,0004	8,48 E-9	2,25 E-4	4,50 E-4	1,89 E-5	1,0000
0,020	0,0008	2,66 E-9	3,99 E-4	7,98 E-4	3,33 E-5	1,0000
0,025	0,0012	6,36 E-8	6,26 E-4	1,25 E-3	5,08 E-5	1,0000
0,030	0,0018	1,36 E-7	8,99 E-4	1,80 E-3	7,55 E-5	1,0000
0,035	0,0025	2,47 E-7	1,22 E-3	2,44 E-3	1,01 E-4	1,0000
0,040	0,0032	4,24 E-7	1,60 E-3	3,20 E-3	1,33 E-4	1,0000
0,045	0,0041	7,00 E-7	2,02 E-3	4,05 E-3	1,73 E-4	1,0000
0,050	0,0050	1,06 E-6	2,50 E-3	5,00 E-3	2,12 E-4	1,0000
0,055	0,0061	1,56 E-6	3,03 E-3	6,05 E-3	2,57 E-4	1,0000
0,060	0,0072	2,12 E-6	3,60 E-3	7,20 E-3	2,94 E-4	1,0000
0,065	0,0085	2,94 E-6	4,23 E-3	8,45 E-3	3,48 E-4	1,0000
0,070	0,0098	3,96 E-6	4,90 E-3	9,80 E-3	4,04 E-4	1,0000

Figura 2.20  
Anexa 2



Pentru tipurile de racordări obișnuite, tabelele sunt organizate în două părți (figura 2.19, 2.20):

- partea I (*Anexa 1*): elementele principale ale clotoidei de bază pentru diverse valori ale variabilei ajutoare „t”;
- partea a II-a (*Anexa 2*): rapoarte parametrice independente de modulul clotoidei pentru aceleași valori ale lui „t”.

### 2.3.3 Lungimea minimă necesară curbei progresive

Lungimea minimă necesară curbelor progresive se determină pe baza următoarelor criterii:

- a) **Criteriul empiric**: autovehiculele trebuie să parcurgă arcul de curbă progresivă în minimum două secunde:

$$L = 2v = \frac{2V}{3,6} = 0,556V \quad (2.49)$$

unde L este lungimea arcului de curbă progresivă, m;

V – viteza, km/h.

- b) **Criteriul variației accelerației normale**: arcul de curbă progresivă parcurs de autovehicule cu viteză constantă trebuie să asigure apariția treptată, progresivă a accelerației normale proporțional cu timpul:

$$L = \left( \frac{V}{3,6} \right)^3 \frac{1}{R \cdot j} = \frac{V^3}{47R \cdot j} \quad (2.50)$$

unde L și V semnificația de mai sus;

R – raza în punctul comun al arcului de curbă progresivă cu arcul de cerc, m;

j – coeficient de variație a accelerației normale, cu semnificația unui coeficient de confort, m/s<sup>3</sup>; are următoarele valori:

j = 0,5 ... 0,7 m/s<sup>3</sup> pentru drumuri obișnuite;

j = 0,3 ... 0,5 m/s<sup>3</sup> pentru autostrăzi.

De regulă se folosește  $j = 0,5 \text{ m/s}^3$ . Atunci rezultă:

$$L \approx \frac{V^3}{24R} \quad (2.51)$$

- c) **Criteriul de confort optic**: pentru a asigura trecerea lină de pe aliniament pe arcul de cerc printr-o curbă perceptibilă, care să elimine efectul de frântură și pentru a se înscrie armonios în formele de relief este necesar ca arcul de curbă progresivă să realizeze o schimbare de direcție:

$$\alpha \geq 3^\circ \quad \text{sau} \quad \alpha \geq \frac{1}{18} \text{ rad} \quad (2.52)$$

$$L = \frac{R}{9} \quad (2.53)$$

unde  $\alpha$  este unghiul format de tangenta într-un punct al curbei progresive cu sensul pozitiv al axei absciselor;

L și R au semnificația de mai sus.

Există țări precum Italia, Franța, Rusia care pun condiția de confort optic cu privire la valoarea deplasării  $\Delta$ :

$$\Delta \geq 0,50 \text{ m} \quad (2.54)$$

$$L = \sqrt{12R} \quad (2.55)$$

unde  $\Delta$  este strămutarea tangentei;

L și R au semnificația de mai sus.

- d) **Criteriul lungimii rampei de supraînălțare**: pentru a asigura modificarea treptată și uniformă a pantei profilului transversal astfel încât suprafața căii să se realizeze fără discontinuități, ca și pentru mărirea siguranței și confortului circulației, este necesar ca marginea exterioară a căii să aibă o anumită declivitate,  $i_r$  în raport cu declivitatea în axa căii,  $i$ :

$$L = \frac{Bp_s}{i_r} \quad (2.56)$$

unde B este lățimea căii, m;

$p_s$  – panta supraînălțării maxime în curba de rază R, %;

$i_r$  – declivitatea marginii exterioare a căii pe rampa supraînălțării față de declivitatea în axa drumului, %; are valori în funcție de viteză:

- pentru drumuri obișnuite:

$$i_r = 1,0 - 1,5 \% \text{ pentru } V \leq 60 \text{ km/h};$$

$$i_r = 0,75 - 1,0 \% \text{ pentru } V \geq 80 \text{ km/h};$$

- pentru autostrăzi:

$$i_r = 0,5 - 0,75 \% \text{ pentru } V = 80 \text{ km/h};$$

$$i_r = 0,5 \% \text{ pentru } V \geq 100 \text{ km/h}.$$

### 2.3.4 Elementele principale ale curbelor progresive

Elementele principale ale curbelor progresive (figura 2.21) sunt următoarele:

- raza de curbura,  $\rho$
- strămutarea tangentei,  $\Delta$
- coordonatele carteziane x, y
- abscisele parțiale  $x' = x - \rho \sin\alpha$  și  $x'' = \rho \sin\alpha$
- coordonatele polare r și  $\varphi$
- lungimea arcului, s
- unghiul format de tangenta într-un punct al curbei progresive cu sensul pozitiv al axei absciselor,  $\alpha$  ( $\theta$ )
- unghiul format de raza polară cu raza de curbura,  $\gamma$
- piciorul normalei, P
- abscisa piciorului normalei, n
- mărimea normalei, b

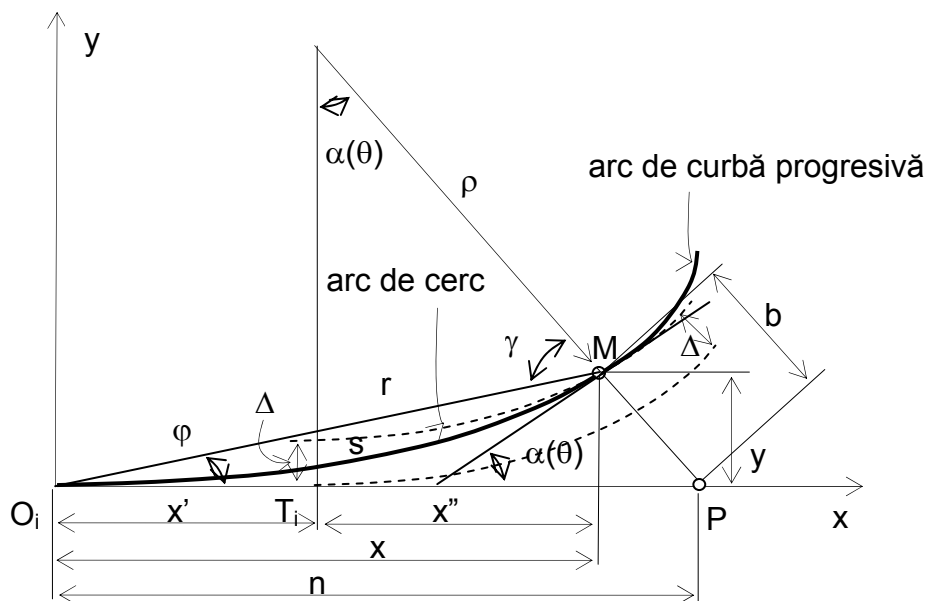


Figura 2.21  
Elementele principale ale curbei progresive

### 2.3.5 Tipuri de racordări cu clotoida

Tipurile caracteristice de racordări cu clotoida sunt următoarele:

- a) *racordarea a două aliniamente cu arce de clotoidă între care există un viraj central arc de cerc* (figura 2.22)

Acest tip de racordare se folosește atunci când raza virajului arc de cerc este cuprinsă între raza minimă și raza curentă.

Se cunosc următoarele elemente:

- vârful de unghi,  $V$ ;
- unghiul la vârf,  $U$  (în grade centesimale, de exemplu);
- unghiul la centru,  $\alpha_c$  (în grade centesimale, de exemplu);
- raza virajului arc de cerc,  $R$  (m);

- unghiul care subîntinde virajul arc de cerc,  $\alpha'_c$  (în grade centesimale, de exemplu).

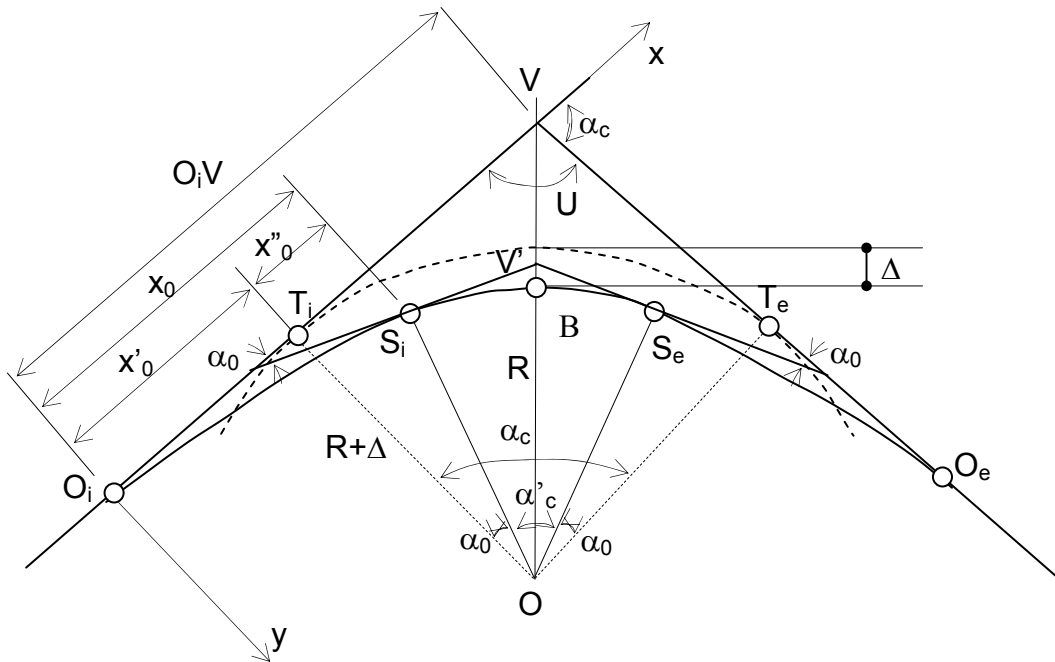


Figura 2.22  
Racordare cu arce de clotoidă și arc de cerc central

$$\alpha'_c = \alpha_c - 2\alpha_0 \quad (2.57)$$

Virajul arc de cerc poate exista dacă este îndeplinită următoarea condiție:

$$C' = \frac{\pi \cdot R \cdot \alpha'_c}{200} \geq \max.\left(\frac{V}{3,6}, 18,00m\right)$$

(2.58)

unde  $C'$  este lungimea virajului arc de cerc, (m);

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

Se calculează lungimea minimă necesară arcului de clotoidă:

$$L_{\min.nec.} = \frac{V^3}{48 \cdot R \cdot j} \quad (m) \quad (2.58)$$

Conform proprietății de omotetie avem:

$$\frac{L_{\min.nec.}}{R} = \frac{s_1}{\rho_1} \quad (2.59)$$

Raportul  $L_{\min.nec.}/R$  se cunoaște. Cu raportul  $s_1/\rho_1$  cunoscut, se intră în Anexa II reținându-se valoarea mai mare, imediat următoare, pentru care se citește variabila ajutătoare,  $t$ .

Pentru valoarea citită a variabilei ajutătoare,  $t$  se determină toate elementele clotoidei de bază.

Pentru a avea în final elementele clotoidei reale, se calculează modulul clotoidei reale astfel:

$$A = \frac{R}{\rho_1} \quad (2.60)$$

Din înmulțirea elementelor clotoidei de bază cu modulul clotoidei reale rezultă elementele clotoidei reale.

Poziția punctului de intrare în arcul de clotoidă,  $O_i$  față de vârful de unghi,  $V$  se calculează după cum urmează:

$$\overline{O_i V} = x'_0 + (R + \Delta)tg \frac{\alpha'_c}{2} \quad (2.61)$$

Elementele principale ale arcului de cerc central sunt următoarele:

$$U' = 200 - \alpha'_c \quad (2.62)$$

$$T' = Rtg \frac{\alpha'_c}{2} \quad (2.63)$$

$$C' = \frac{\pi \cdot R \cdot \alpha'_c}{200} \quad (2.64)$$

$$B' = R(\sec \frac{\alpha'_c}{2} - 1) \quad (2.65)$$

b) *racordarea a două aliniamente numai cu arce de clotoidă* (figura 2.23)

Acest tip de racordare se folosește atunci când raza cercului osculator este cuprinsă între raza curentă și raza recomandabilă.

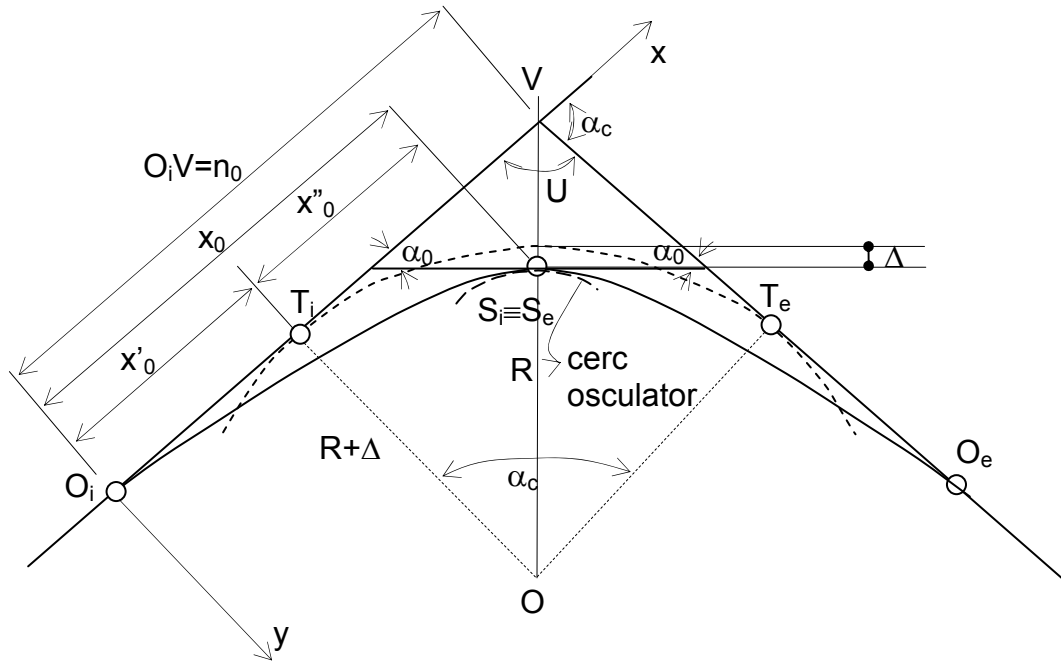


Figura 2.23  
Racordare numai cu două arce de clotoidă

În această situație virajul arc de cerc,  $C'$  nu mai poate exista deoarece:

$$C' = \frac{\pi \cdot R \cdot \alpha'_c}{200} < \max.\left(\frac{V}{3,6}, 18,00m\right) \quad (2.66)$$

și se transformă într-un cerc osculator care există numai în punctul  $S_i \equiv S_e$ .

Pentru o racordare *simetrică* cu două arce de clotoidă se calculează unghiul  $\alpha_0$  în funcție de unghiul la vârf,  $V$ :

$$U + 2 \cdot \alpha_0 = 200^g \Rightarrow \alpha_0 = 100 - \frac{U}{2} \quad (2.67)$$

Cu valoarea unghiului  $\alpha_0$  calculată cu relația (2.67) se intră în *Anexa 1* și se determină prin interpolare liniară toate elementele clotoidei de bază. Modulul clotoidei reale se calculează cu relația (2.60) iar elementele clotoidei reale rezultă din înmulțirea elementelor clotoidei de bază cu modulul clotoidei reale.

Pentru o racordare *nesimetrică* se vor calcula elementele celor două clotoide distincte. Între variabilele independente ale acestor clotoide și unghiul la vârf al aliniamentelor trebuie să existe relația:

$$\alpha_{01} + \alpha_{02} = 200 - U = \alpha_c \quad (2.68)$$

Dacă se determină, în funcție de condițiile locale, una din variabilele independente pentru un arc de clotoidă (de exemplu,  $\alpha_{01}$ ), cealaltă se obține din relația (2.68).

c) *racordarea în boltă numai cu arce de clotoidă* (figura 2.24)

Racordarea în boltă numai cu arce de clotoidă este racordarea a două aliniamente paralele atunci când direcția de mers se schimbă cu  $200^\circ$ .

Elementele care conduc la definirea clotoidei reale sunt:

$$y_0 = \frac{D}{2} \quad (2.69)$$

unde D este distanța dintre aliniamentele paralele și

$$\alpha_0 = 100^\circ \quad (2.70)$$

Cu valoarea  $\alpha_0$  se intră în *Anexa 1* de unde rezultă elementele clotoidei de bază. Modulul clotoidei reale se calculează astfel:

$$A = \frac{y_0}{y_1} = \frac{D}{2y_1} \quad (2.71)$$

Originea arcului de clotoidă se poate fixa în orice poziție pe aliniament, în funcție de condițiile locale.



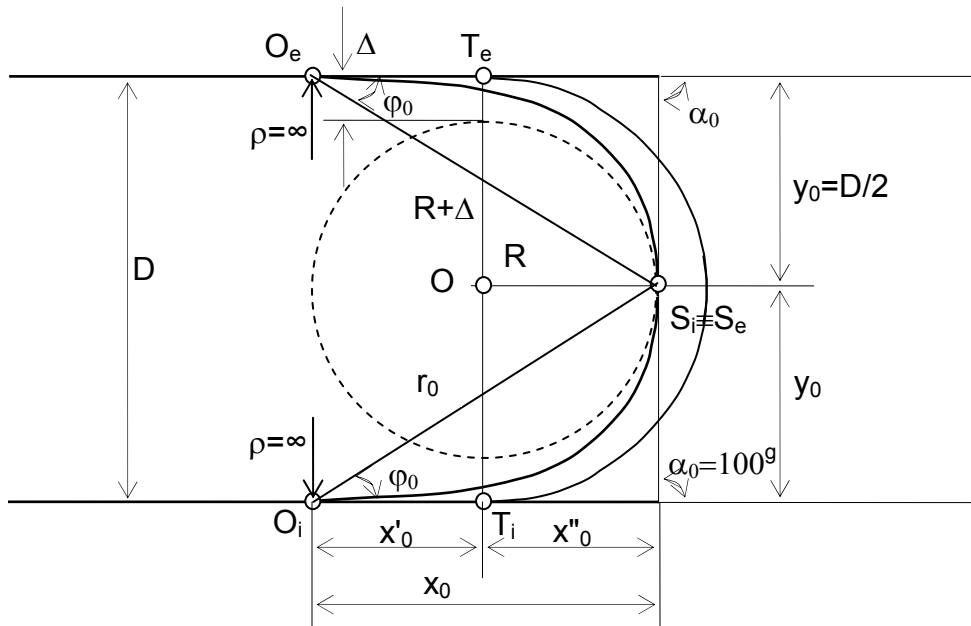


Figura 2.24  
Racordare în boltă numai cu arce de clotoidă

d) racordarea în turnantă (figura 2.25)

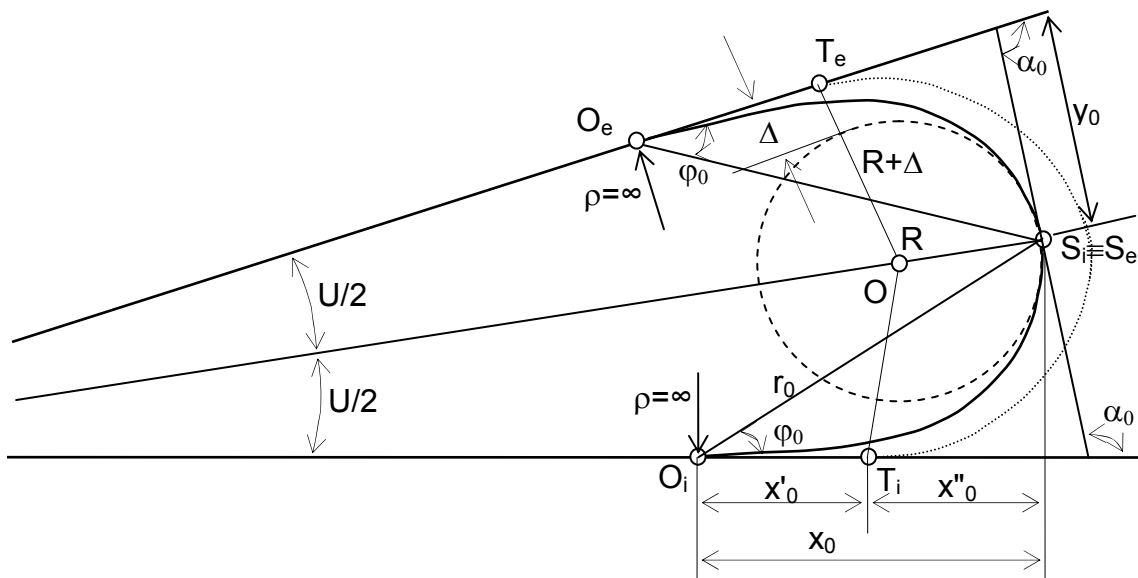


Figura 2.25  
Racordare în turnantă

Racordarea în turnantă este racordarea a două aliniamente divergente care formează între ele unghiul  $U$ .

Pentru determinarea elementelor principale ale turnantei sau curbei principale a serpentinei se calculează unghiul  $\alpha_0$ :

$$\alpha_0 = 100^g + \frac{U}{2} \quad (2.72)$$

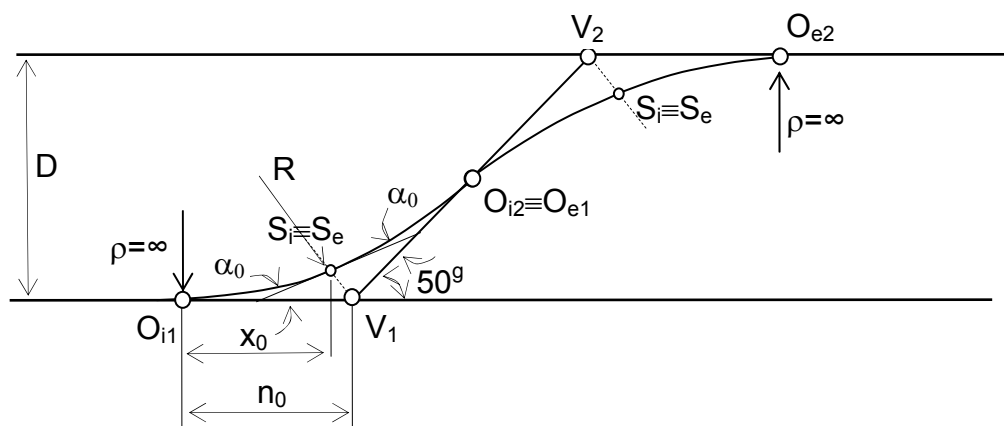
cu care se intră în *Anexa 1* și prin interpolare rezultă elementele clotoidei de bază. Modulul clotoidei reale se calculează conform relației (2.60).

Poziția punctului de tangență al arcului de clotoidă cu aliniamentul față de vârful  $V$  este dată de:

$$O_i V = \frac{y_0}{U} - x_0 \quad (2.73)$$

$$tg \frac{\alpha_0}{2}$$

e) *racordarea în dusină* (figura 2.26)



*Figura 2.26*  
*Racordare în dusină*

Racordarea în dusină este racordarea a două aliniamente paralele atunci când se menține direcția de mers.

Trecerea de pe un aliniament pe calălalt se face cu ajutorul a patru arce de clotoidă egale (dacă punctul  $O_{e1} \equiv O_{i2}$  se află la jumătatea distanței dintre aliniamente) sau două câte două egale (punctul  $O_{e1} = O_{i2}$  este mai apropiat de unul din aliniamente).

Considerăm un aliniament,  $V_1V_2$  înclinat cu un unghi de  $50^\circ$  de exemplu, față de aliniamentele principale.

Se pot determina elementele:

$$\text{- abscisa piciorului normalei } n_0 = D \frac{\sqrt{2}}{2} \quad (2.74)$$

$$\text{- variabila independentă } \alpha_0 = \frac{50^\circ}{2} \quad (2.75)$$

Modulul clotoidei reale se calculează astfel:

$$A = \frac{n_0}{n_1} \quad (2.76)$$

### 2.3.6 Trasarea arcului de clotoidă

Pentru trasarea arcului de clotoidă se folosește aceeași regulă ca și în cazul trasării arcului de cerc și anume aceea ca distanța maximă dintre punctele (picheții) de trasare să fie egală cu  $\rho/10$  ( $\rho$  este raza de curbură).

Lungimea  $s_1^M$  a arcului de clotoidă  $O_iM$  pentru  $A = 1$ , va fi:

$$s_1^M = s_1^{s_i} - \frac{1}{10} \rho_1^{s_i} \quad (2.77)$$

Cu valoarea rezultată se intră în *Anexa 1* pe coloana " $s_1$ " și se citesc, pentru valoarea imediat următoare (să notăm această valoare cu  $(s_1^M)^*$ ), valorile elementelor clotoidei de bază (vezi tabelul 2.2).

Pentru următorul pichet (N) lungimea  $s_1^N$  a arcului de clotoidă  $O_iN$  va fi:

$$s_1^N = (s_1^M)^* - \frac{1}{10} \rho_1^M \quad (2.78)$$

Ca și în cazul pichetului M, se intră în Anexa 1 pe coloana "s<sub>1</sub>" și se notează elementele clotoidei de bază, pentru valoarea imediat următoare, notată cu (s<sub>1</sub><sup>N</sup>)\*.

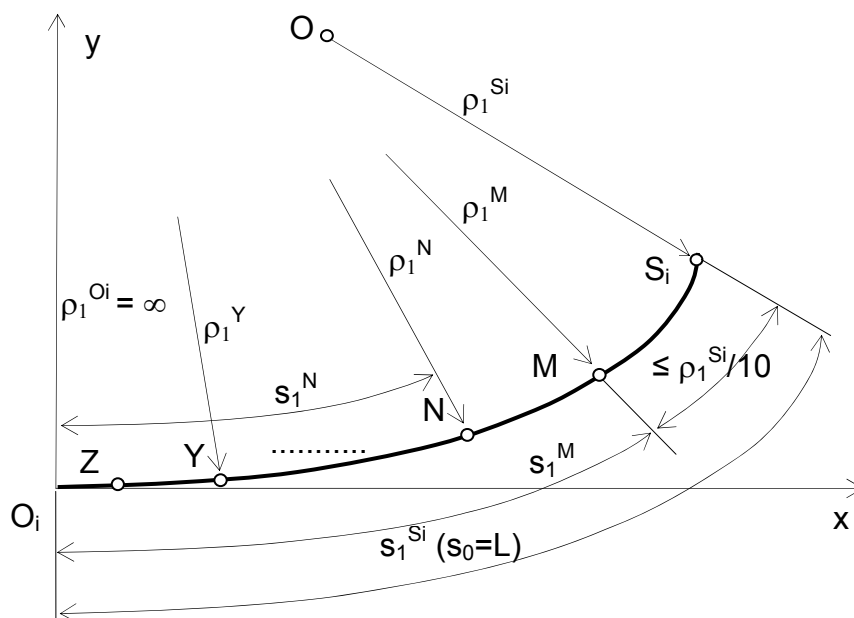


Figura 2.27  
Trasarea arcului de clotoidă

Tabelul 2.2. Tabel pentru trasarea arcului de clotoidă, A = .....

Pichet	$\alpha, g, cc, cc$	Coordonate polare			Coordonate carteziene				Lungime arc		Raza de curbură		$\gamma, g, cc, cc$
		$\varphi$	$r_1$	$r$	$x_1$	$y_1$	$x$	$y$	$s_1$	$s$	$\rho_1$	$\rho$	
S <sub>i</sub>	$\alpha_0$	$\varphi_0$		$r_0$			$x_0$	$y_0$		$s_0$		$\rho_0$	$\gamma_0$
M										$(s_1^M)^*$			
N										$(s_1^N)^*$			
.....													
Y										$(s_1^Y)^*$			
Z										$< \rho^Y/10$			
O <sub>i</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$\infty$	$\infty$	100

Procedura se repetă până când lungimea  $s_1^Z$  care rămâne între  $O_i$  și ultimul pichet,  $Z$  este mai mică de  $\rho^Y / 10$  ( $s_1^Y > \rho^X / 10$ ,  $X$  este pichetul precedent).

Se observă că toate elementele din tabelul de mai sus sunt în sistemul de coordonate  $xy$ .

În cazul în care avem de trasat o racordare cu două clotoide și viraj arc de cerc central (figura 2.28), arcul de cerc se trasează în sistemul de coordonate  $x'y'$ , după cum este prezentat în paragraful 2.2.2.

Pentru a avea ambele arcuri (de clotoidă și de cerc) trasate în același sistem de coordonate folosim expresiile care permit roto-translația de axe ale unor coordonate ale pichetilor:

$$x = x_0 + x' \cos \alpha_0 - y' \sin \alpha_0 \quad (2.79)$$

$$y = y_0 + x' \sin \alpha_0 + y' \cos \alpha_0 \quad (2.80)$$

unde  $x$  și  $y$  reprezintă coordonatele punctului de pe arcul de cerc față de sistemul de axe cu originea în  $S_i$ ;

$x', y'$  - coordonatele aceluiși punct de pe arcul de cerc față de sistemul de axe cu originea în  $O_i$ ;

$x_0, y_0$  - coordonatele punctului  $S_i$  în sistemul de axe  $xy$ ;

$\alpha_0$  - variabila independentă a clotoidei.

Calcululele pentru trasarea arcului de cerc pot fi sistematizate într-un tabel de forma tabelului 2.3.

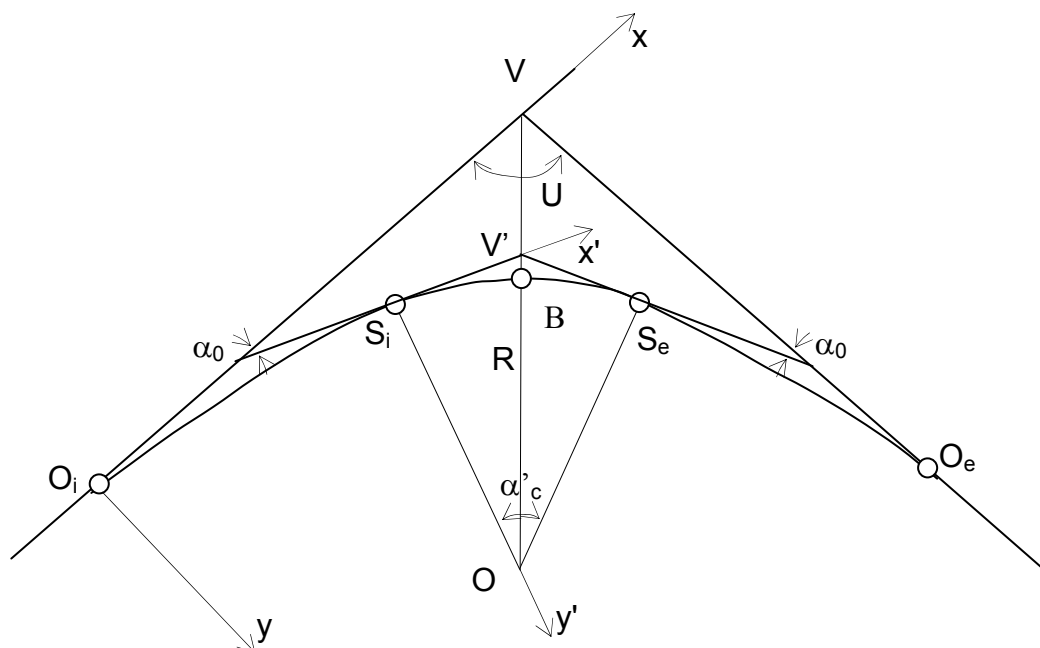


Figura 2.28

Sistemul de coordonate pentru trasarea arcului de clotoidă și a arcului de cerc

Tabelul 2.3. Tabel pentru trasarea arcului de cerc

Pichet	Coordonate polare față de $S_i$		Coordonate carteziene față de $S_i$		Coordonate polare față de $O_i$		Coordonate carteziene față de $O_i$		Lungime arc, $C'$
	$r'$	$\varphi'$	$x'$	$y'$	$r$	$j$	$x$	$z$	
$S_i$									
⋮									
$B$									

## 2.4 SUPRAÎNĂLȚAREA CĂII ÎN CURBĂ

Amenajarea supraînălțării căii în curbă se realizează în curbele cu raze mici, pentru a asigura confortul și siguranța circulației în condițiile vitezei de proiectare date.

### 2.4.1 Combaterea derapajului

#### **Combaterea derapajului numai prin efectul frecării transversale**

Asupra vehiculului ce traversează un traseu curb acționează forța centrifugă,  $F_c$ , forța de frecare  $F_f$  și greutatea sa (figura 2.29).

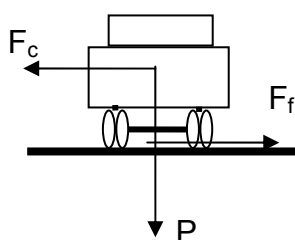


Figura 2.29  
Combaterea derapajului prin acțiunea frecării

În acest caz suprafața căii este orizontală; acest caz se întâlnește când se face trecerea de la deverul pozitiv la cel negativ (deverul pozitiv este panta suprafeței carosabile înclinate spre interiorul curbei).

Condiția de prevenire a derapajului este:

$$F_c \leq F_f \quad (2.81)$$

La limită, avem:

$$\frac{P}{g} \frac{v^2}{R} = P \cdot f \quad (2.82)$$

$$R = \frac{v^2}{g \cdot f} \quad (2.83)$$

unde P este greutatea autovehiculului;

R - raza curbei traversată de autovehicul;

v - viteza autovehiculului;

f - coeficientul de frecare transversală.

În aliniament frecarea transversală nu este mobilizată. Într-o curbă cu raza foarte mare, pentru o anumită viteză, forța centrifugă este mai mică și se mobilizează un anumit coeficient de frecare cu o valoare care să împiedice deraparea. În schimb, dacă pentru aceeași viteză, raza este foarte mică, forța centrifugă rezultă mare iar coeficientul de frecare transversal mobilizat trebuie să aibă o altă valoare astfel încât să nu se producă derapajul.

Valoarea coeficientului de frecare, f mai depinde de:

- starea suprafeței căii: f are valoare mică când suprafața căii este netedă;
- starea pneurilor: f crește cu descreșterea presiunii în pneu;
- climă: f scade atunci când suprafața căii este udă.

În cazul drumurilor uscate coeficientul de frecare, f are valoare 0,30.

Din punct de vedere al condițiilor de confort, s-a constatat că nu trebuie luată în calcul valoarea maximă a coeficientului de frecare f, ci o valoare mai mică, notată cu  $\varphi$ , ceea ce înseamnă o mobilizare parțială a frecării.

Din cercetările efectuate s-a ajuns la concluzia că o valoare  $\varphi$  de 0,10 face ca trecerea prin curbă să nu fie resimțită. Atunci când  $\varphi$  este 0,15, circulația în curbă se resimte slab, în timp ce pentru  $\varphi = 0,20$  șocul lateral crește iar călătorii au o senzație neplăcută. Pentru o valoare maximă  $\varphi$  de 0,30 circulația în curbă pare periculoasă, amenințând cu răsturnarea autovehiculului.

Considerând valorile  $\varphi$  de mai sus în relația (2.83) se constată că nu este rațional să se conteze numai pe frecare în combaterea derapajului



deoarece rezultă fie raze prea mari sau viteze prea mici, când frecarea mobilizată este mică sau circulația este lipsită de siguranță atunci când se admite frecarea maximă.

### **Combaterea derapajului numai prin supraînălțarea căii**

Forțele ce acționează asupra vehiculului care străbate o curbă sunt forța centrifugă ( $F_c$ ) și greutatea sa ( $P$ ) (figura 2.30), în cazul în care se neglijează efectul frecării între pneuri și partea carosabilă.

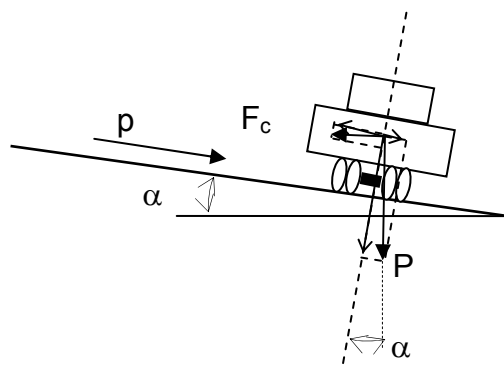


Figura 2.30  
Combaterea derapajului prin supraînălțare

Rezultanta dintre  $P$  și  $F_c$  trebuie să fie normală pe suprafața căii pentru a asigura stabilitatea autovehiculului:

$$\operatorname{tg} \alpha = p = \frac{F_c}{P} = \frac{P v^2}{g R P} \quad (2.84)$$

$$R = \frac{v^2}{g \cdot p} \quad (2.85)$$

În acest caz panta supraînălțării ajunge exagerat de mare. De exemplu pentru o viteză de 50km/h și o rază de 100 m supraînălțarea  $p$  devine 20%.

### **Combaterea derapajului atât prin efectul frecării transversale cât și prin supraînălțarea căii**

În figura 2.31 sunt reprezentate forțele ce acționează asupra vehiculului atunci când străbate un traseu curb.

Condiția de stabilitate la circulația autovehiculului în curbă este:

$$F_c \cos \alpha \leq P \sin \alpha + \varphi(P \cos \alpha + F_c \sin \alpha) \quad (2.86)$$

$F_c \sin \alpha$  fiind mic în raport cu ceilalți termeni, deci se poate neglija. De asemenea, pentru valori mici ale unghiului  $\alpha$  se aproximează  $\sin \alpha \cong \tan \alpha = p$ , iar  $\cos \alpha \cong 1$ .

$$F_c \leq P \cdot p + P \cdot \varphi \quad (2.87)$$

este relația forțelor pentru deverul pozitiv (pantă transversală care asigură stabilitatea autovehiculelor în curbă).

La limită: 
$$\frac{P}{g} \frac{v^2}{R} = P \cdot \varphi \pm P \cdot p \quad (2.88)$$

**Obs.:** semnul minus din relația de mai sus apare în cazul unui dever negativ.

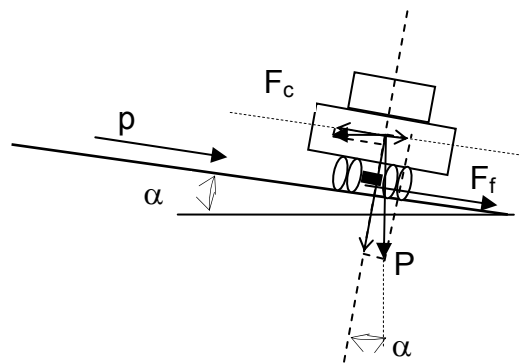


Figura 2.31

Combaterea derapajului prin efectul frecării transversale și supraînălțare

$$R = \frac{v^2}{g(\varphi \pm p)} = \frac{V^2}{3,6^2 g(\varphi \pm p)} = \frac{V^2}{12,7 g(\varphi \pm p)} \quad (2.89)$$

**Obs.:**  $v$  este viteza în m/s iar  $V$  este viteza în km/h.

Relația (2.89) reprezintă relația generală în cazul derapajului.

Din relația (2.87), împărțind prin masa  $m$  a vehiculului, avem:

$$\frac{F_c}{m} = \frac{P \cdot p}{m} + \frac{P \cdot \varphi}{m} \quad (2.90)$$

Astfel rezultă relația accelerațiilor în combaterea derapajului:

$$\frac{v^2}{g} = g \cdot p + a \quad (2.91)$$

unde  $a = \frac{F_f}{m} = \frac{P \cdot \varphi}{m} = \frac{P \cdot \varphi}{P/g} = g \cdot \varphi$  este accelerația frecării.

Prin urmare relația (2.90) devine, în funcție de dever:

$$\frac{v^2}{g} = g \cdot \varphi \pm g \cdot p \quad (2.92)$$

Se introduce noțiunea de *coeficient de confort*, notat prin  $k$  pentru definirea condițiilor de confort la parcurgerea curbei. Atâta timp cât accelerația frecării, „ $a$ ” nu depășește  $1,5\text{m/s}^2$  adică coeficientul de frecare ( $\varphi$ ) este sub  $0,15$  există condiții bune de confort. Atunci se consideră:

$$a = g \cdot \varphi = k \cdot p \quad (2.93)$$

Coeficientul de confort  $k$  are valori ce variază între  $10$  și  $40$ . Valorile rezultă din diferitele rapoarte în care intervin frecarea și supraînălțarea în combaterea derapajului:

$$\frac{k}{g} = \frac{\varphi}{p} \quad (2.94)$$

Cu cât  $k$  are valori mai mici cu atât se contează mai puțin pe frecarea mobilizată la contactul pneu - suprafața căii iar condițiile de confort sunt mai bune.

În această situație relația (2.89) devine:

$$R \cong \frac{V^2}{13(kp \pm gp)} = \frac{V^2}{13 \cdot p(k \pm g)} \quad (2.95)$$

#### 2.4.2 Raze caracteristice

Razele caracteristice se referă la razele curbelor ce urmează a fi folosite pentru racordarea aliniamentelor în plan, raze ce depind de relieful străbătut de traseul drumului și de viteza de proiectare. În funcție de forma profilului

transversal al căii în curbă se face o clasificare a razelor și deci a curbelor pentru o anumită viteză de proiectare și anumite condiții de confort.

Relația de bază în stabilirea razelor caracteristice este relația (2.95). Pe baza ei se realizează următoarea clasificare a razelor curbelor:

- raze minime
- raze curente
- raze recomandabile

**Raza minimă** este raza pentru care în anumite condiții date, folosim panta de supraînălțare maximă admisă:

$$R_{\min} = \frac{V^2}{13 \cdot p_s (k + g)} \quad (2.96)$$

Sub valoarea razei minime nu se poate coborî, în condiții date.

**Raza curentă** este raza pentru care în anumite condiții date, folosim panta din aliniament, dever pozitiv:

$$R_c = \frac{V^2}{13 \cdot p_a (k + g)} \quad (2.97)$$

Toate curbele care au raza curpinsă între  $R_{\min}$  și  $R_c$  formează categoria razelor minime. Pentru această categorie drumul prezintă o secțiune transversală supraînălțată. Circulația se face numai pe dever pozitiv.

**Raza recomandabilă** este raza pentru care în anumite condiții date, folosim panta din aliniament, dever negativ:

$$R_r = \frac{V^2}{13 \cdot p_a (k - g)} \quad (2.98)$$

Toate curbele care au raza curpinsă între  $R_c$  și  $R_r$  formează categoria razelor curente. Pentru aceasta categorie drumul prezintă o secțiune transversală convertită. Circulația se face numai pe dever pozitiv.

Toate curbele care au raza mai mare decât raza recomandabilă fac parte din categoria razelor recomandabile și păstrează ca secțiune

transversală forma de acoperiș. Autovehiculul circulă în condiții bune de confort atât pe deverul pozitiv cât și pe deverul negativ, în funcție de sensul de circulație.

Razele, din punct de vedere al valorii lor, se rotunjesc în plus la multiplu de 5 m până la 80,00 m apoi se rotunjesc în plus la multiplu de 10 m până la 400,00 - 500,00 m, după care se rotunjesc în plus la multiplu de 50 m.

### 2.4.3 Supraînălțarea căii în curbă

În aliniament calea prezintă un profil transversal cu două pante transversale,  $p_a(\%)$  în formă de *acoperiș*. În funcție de tipul de îmbrăcăminte rutieră, panta din aliniament,  $p_a$  poate varia.

Forma pe care o capătă secțiunea transversală a căii se numește *bombament*.

În curbă autovehiculul este supus acțiunii forței centrifuge care tinde să-l deplaseze lateral, spre exteriorul curbei, apărând fenomenul de *derapaj*. Derapajul reprezintă deplasarea laterală a autovehiculului care parcurge cu viteză mare o curbă de rază prea mică. Pentru a împiedica derapajul autovehiculului în curbă, bombamentul se *convertește* de la profilul de tip acoperiș la profilul de tip *streașină* cu o singură înclinare spre interiorul curbei și având panta transversală egală cu panta din aliniament,  $p_a$ . Atunci când, din cauza unor valori prea mici ale razelor curbelor, convertirea nu este suficientă pentru combaterea derapajului, se face și *supraînălțarea* căii prin sporirea pantei transversale de la  $p_a$  la  $p_s$  (figura 2.32).

Această procedură se numește *amenajare în spațiu a curbei*.

*Convertirea* reprezintă transformarea profilului cu două pante într-un profil cu pantă unică, egală cu cea din aliniament.

*Supraînălțarea* reprezintă creșterea treptată a profilului convertit până la valoarea pantei maxime din viraj.

Lungimea pe care se efectuează convertirea și supraînălțarea se numește *rampă de racordare*, lungimea pe care se face trecerea de la profilul convertit la cel supraînălțat se numește *rampă de supraînălțare* iar operația de trecere de la profilul acoperiș la cel streășină supraînălțat se numește operație de supraînălțare. Marginea exterioară a drumului devine o *suprafață riglată*.

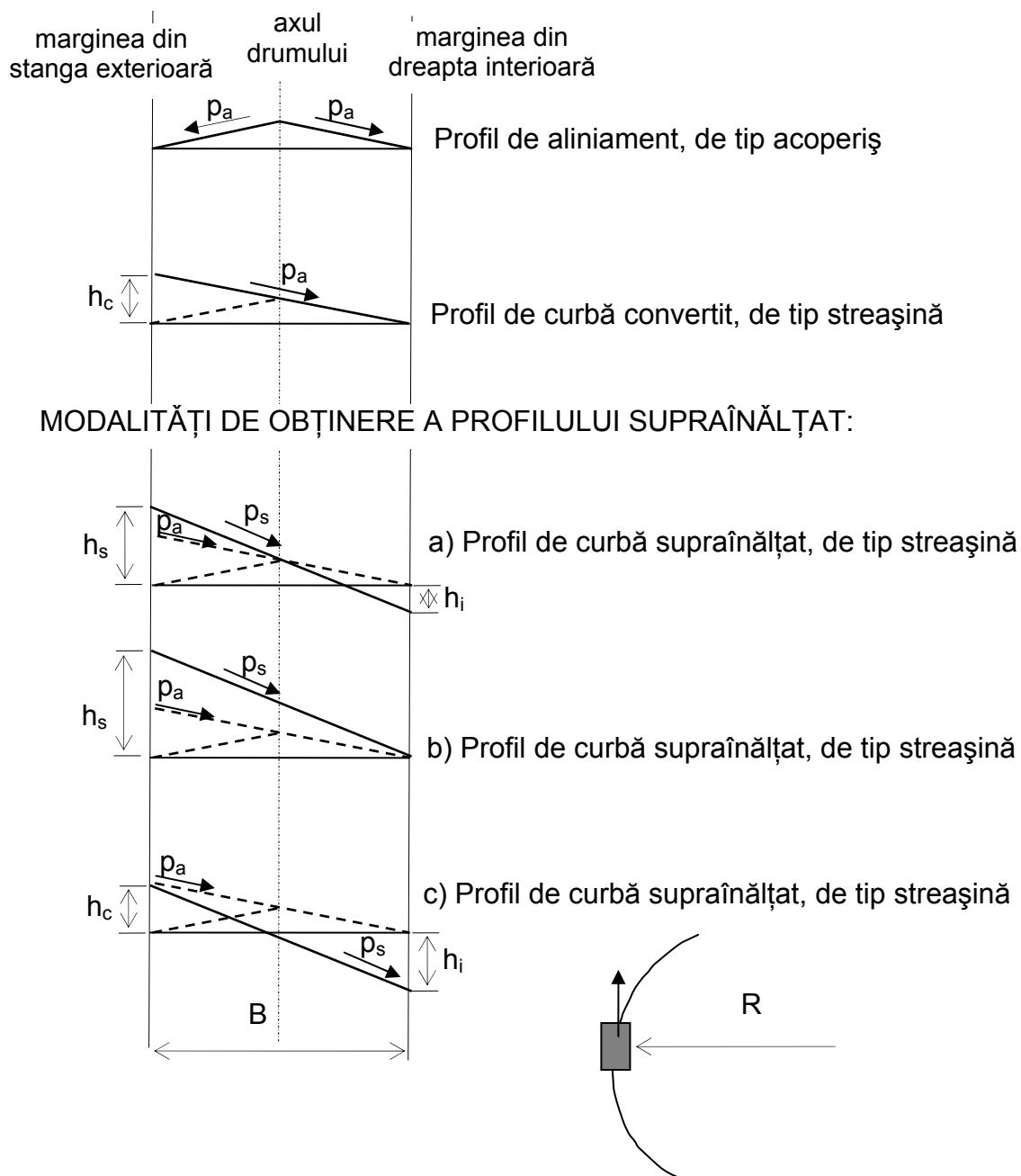


Figura 2.32

Bombamentul căii în aliniament și în curbă (cazul unei curbe la dreapta)

Supraînălțarea se poate realiza în raport cu diverse puncte (figura 2.32):

- a) se menține nemodificată cota în axul drumului
- b) se menține nemodificată cota la marginea din dreapta
- c) se menține nemodificată cota la marginea din stanga

În figura 2.32 s-au făcut următoarele notații:

$h_c$  - înălțime convertită

$h_s$  - înălțime supraînălțată, margine exterioară

$h_i$  - înălțime supraînălțată, margine interioară

Aceste înălțimi se calculează după cum urmează:

$$h_c = B \cdot p_a \quad (2.99)$$

$$h_s = \frac{B}{2}(p_a + p_s) \quad \text{pentru cazul a) din figura 2.32} \quad (2.100)$$

$$h_i = \frac{B}{2}(p_s - p_a) \quad \text{pentru cazul a) din figura 2.32} \quad (2.101)$$

$$h_s = B \cdot p_s \quad \text{pentru cazul b) din figura 2.32} \quad (2.102)$$

$$h_i = B \cdot (p_s - p_a) \quad \text{pentru cazul c) din figura 2.32} \quad (2.103)$$

Partea din exteriorul curbei care ar favoriza derapajul reprezintă *deverul negativ* iar partea din interiorul curbei care se opune derapajului reprezintă *deverul pozitiv* (figura 2.33).

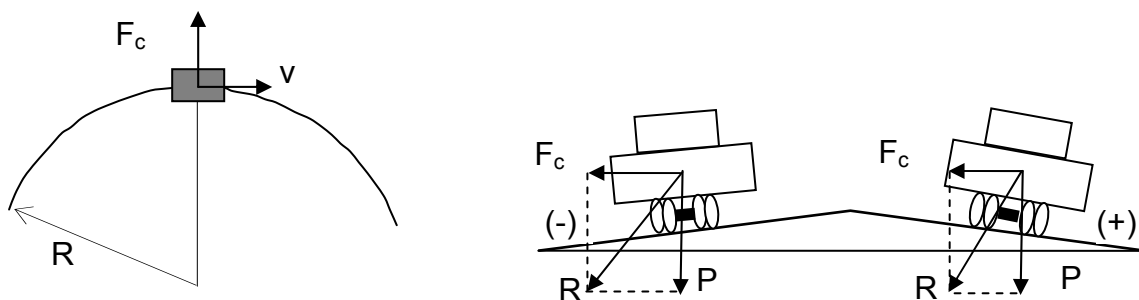


Figura 2.33  
Deverul negativ și deverul pozitiv

### 2.4.4 Amenajarea în spațiu pentru o curbă izolată

Se face referire la figura 2.32, cazul de supraînălțare prin menținerea nemodificată a cotei în axul drumului.

Se rotește banda exterioră în jurul axului, panta transversală variind de la valoarea  $-p_a$  la valoarea  $+p_a$ ; se obține profilul transversal în formă de streășină cu panta transversală unică.

Pentru a se realiza supraînălțarea, partea carosabilă se rotește în jurul axului până când panta transversală ajunge la valoarea  $p_s$ .

În acest caz marginea interioară a părții carosabile este coborâtă față de planul de referință al marginilor părții carosabile din aliniament.

Se consideră o racordare cu două arce de clotoidă și viraj arc de cerc (figura 2.34).

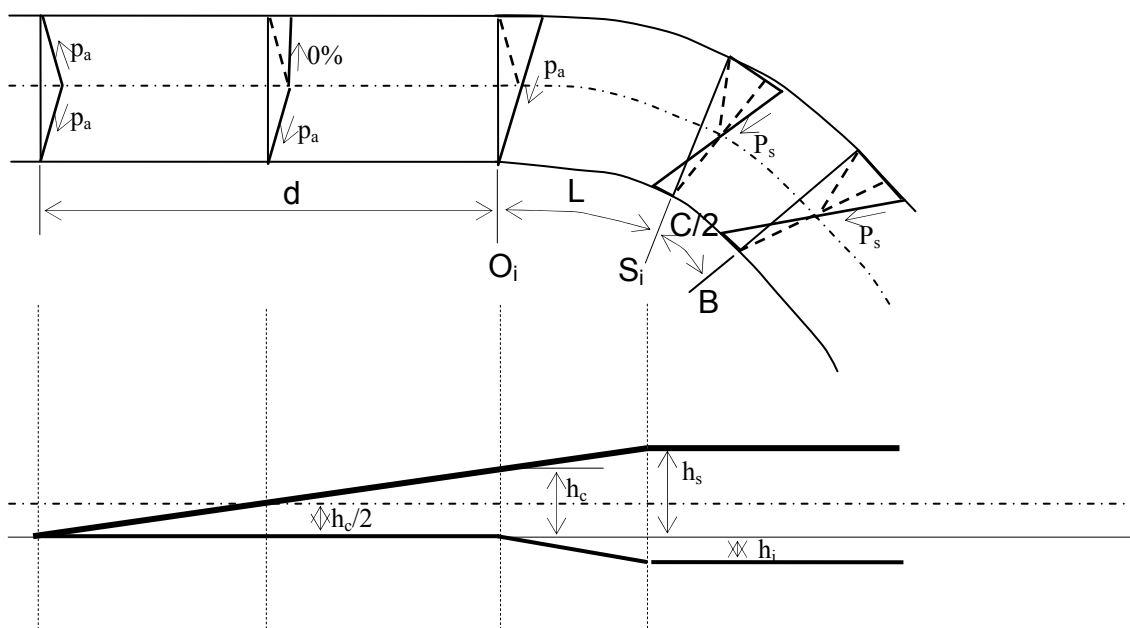


Figura 2.34  
Amenajarea în spațiu pentru o curbă izolată

Convertirea se realizează pe aliniament, pe distanța  $d$ , astfel încât la intrarea în clotoidă, în punctul  $O_i$ , profilul drumului este deja convertit. Pe



lungimea curbei progresive,  $s_0$ , se realizează supraînălțarea, astfel încât în punctul  $S_i$  de intrare în virajul arc de cerc, profilul este supraînălțat. În acest caz lungimea rampei de supraînălțare  $L$  este egală cu  $s_0$  (lungimea arcului de clotoidă). Acest profil supraînălțat se menține pe toată lungimea arcului de cerc.

În cazul în care racordarea este de tip clotoidă - clotoidă,  $S_i \equiv S_e$ , profilul supraînălțat se menține pe o distanță  $C = \max(V/3,6; 18,00 \text{ m}) / 2$  de o parte și de alta a punctului  $S_i$  ( $S_e$ ). Lungimea rampei de supraînălțare,  $L$  este în acest caz egală cu  $s_0 - C$ , unde  $s_0$  este lungimea curbei progresive. Convertirea se realizează ca și în cazul anterior.

Prin urmare lungimea rampei de racordare  $L_r$  este:

$$L_r = d + L \quad (2.104)$$

## 2.5 SUPRALĂRGIREA CĂII ÎN CURBĂ

Supralărgirea căii în curbă se realizează pentru a se asigura aceleași condiții de circulație autovehiculelor în curbă ca și în aliniament. Amenajarea supralărgirii rezultă din modul în care un vehicul se înscrie în curbă.

Valorile supralărgirilor sunt date în standardele și normativele în vigoare, în funcție de lățimea căii în curbă și lățimea căii în aliniament.

În general, lățimea căii în aliniament este prevăzută în standarde dar, în anumite cazuri, pentru autovehiculele speciale, ea se calculează.

### 2.5.1 Lățimea căii în aliniament

Se consideră un drum cu două benzi de circulație pe care circulă două vehicule cu gabarit diferit,  $b_1$  și  $b_2$ , cu aceeași viteză (viteza de proiectare,  $V$ ), distanța dintre roțile autovehiculelor fiind  $d_1$  și  $d_2$  (figura 2.35).

Se notează cu  $B$  lățimea părții carosabile.

Pentru o circulație în condiții de siguranță, conducătorul auto trebuie să păstreze anumite spații de siguranță,  $s_1$  și  $s'_1$  și o anumită distanță între ele,  $s_2$ .

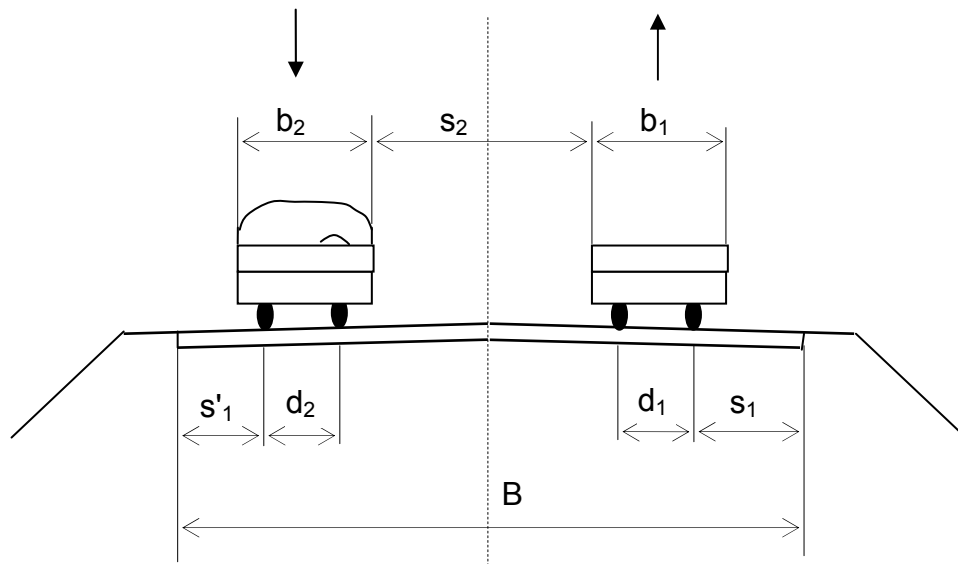
Spațiile de siguranță sunt determinate empiric, funcție de viteza de proiectare,  $V$ :

$$s_1 = \frac{1,3 \cdot V^2}{710 + V^2} \quad (2.105)$$

$$s_2 = \begin{cases} 0,75 \cdot s_1 & \text{in cazul depasirilor} \\ s_1 & \text{in cazul circulației in ambele sensuri} \end{cases} \quad (2.106)$$

În aceste condiții, lățimea căii rezultă:

$$B = s'_1 + d_2 + s_2 + d_1 + s_1 + \frac{b_2 - d_2}{2} + \frac{b_1 - d_1}{2} = 3s_1 + \frac{b_1 + b_2 + d_1 + d_2}{2} \quad (2.107)$$



**Figura 2.35**  
*Lățimea căii în aliniament*

### 2.5.2 Lățimea căii în curbă

Se consideră un autovehicul ce are de parcurs un aliniament urmat de un traseu curb (figura 2.36).

Se aproximează vehiculul cu un dreptunghi de dimensiuni ( $b \times B/2$ ) în aliniament. Dacă lățimea  $B$  se păstrează și în curbă atunci autovehiculul ajuns

În curbă va avea un colț din dreptunghi care va trece pe sensul opus de mers. Urmare a acestei constatări se impune realizarea unei supralărgiri în curbă.

Calculul acestei supralărgiri rezultă din figura 2.37.

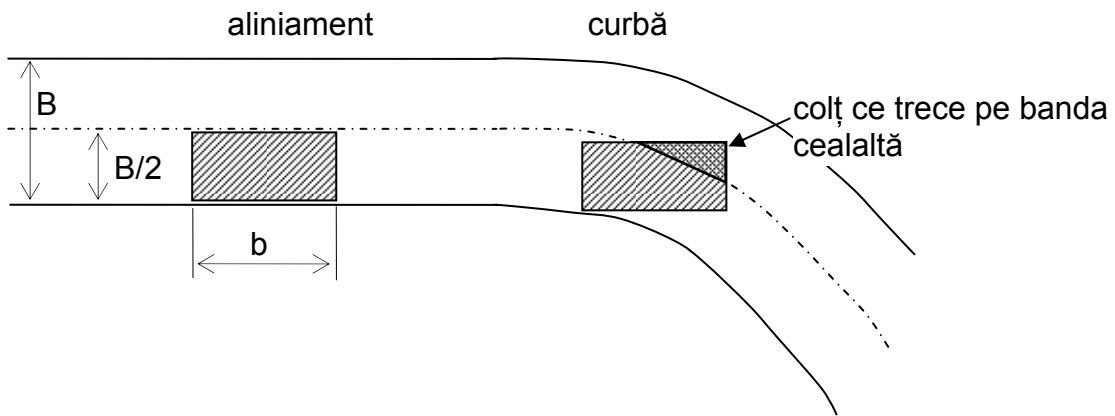


Figura 2.36  
Lățimea căii în aliniament

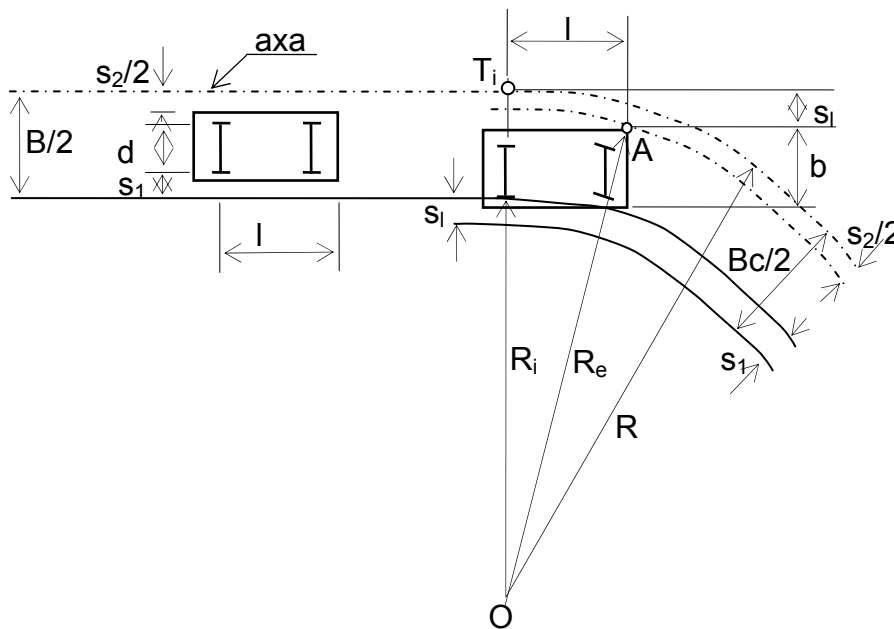


Figura 2.37  
Calculul supralărgirii

În timpul mișcării în curbă, roțile autovehiculului descriu arce de raze diferite: roata interioară din spate descrie curba cu raza cea mai mică ( $R_i$ ) iar roata exterioară din față descrie curba cu raza cea mai mare. Punctul A descrie curba cu raza  $R_e$  și determină supralărgirea.

Spațiile de siguranță în curbă rămân aceleași ca și cele din aliniament ( $s_1, s_1', s_2$ ).

Supralărgirea rezultă ca diferență între lățimea părții carosabile în curbă,  $B_c$  și lățimea părții carosabile în aliniament,  $B$ .

Pentru un drum cu două benzi de circulație supralărgirea căii este egală cu dublul supralărgirii pentru banda interioară.

Din figura 2.37 rezultă următoarele relații:

$$R_e = R - \frac{s_2}{2} \quad (2.108)$$

unde  $R$  este raza curbei.

$$R_e^2 = l^2 + \left[ R_i + \left( d + \frac{b-d}{2} \right) \right]^2 \quad (2.109)$$

$$\Rightarrow R_i = \sqrt{R_e^2 - l^2} - \frac{b+d}{2} \quad (2.110)$$

unde  $l$  este distanța dintre osia motoare și marginea din față a caroseriei

$b$  - lățimea autovehiculului;

$d$  - distanța între roți.

$$\frac{B_c}{2} = s_1 + \frac{s_2}{2} + (R_e - R_i) \quad (2.111)$$

Supralărgirea totală în cazul unui drum cu două benzi de circulație, va fi:

$$s_{lT} = 2 \cdot s_l = B_c - B \quad (2.112)$$

Supralărgirea se dă de regulă spre interiorul curbei.

Pentru un drum cu două benzi de circulație se poate stabili o relație simplificată, neglijând spațiile de siguranță,  $s_1$  și  $s_2$  (sunt mici în raport cu  $R$ ) (figura 2.38):

$$R^2 = l^2 + (R - s_l)^2 \quad (2.113)$$

$$\Rightarrow \text{prin neglijarea termenului } s_l^2, s_l = \frac{l^2}{2R} \quad (2.114)$$

unde  $l$  este lungimea autovehiculului.

Curbele cu raza peste 300,00 m nu se supralărgesc.

În tabelul 2.4 sunt prezentate valorile supralărgirilor pentru o bandă de circulație, în funcție de raza  $R$  a curbei.

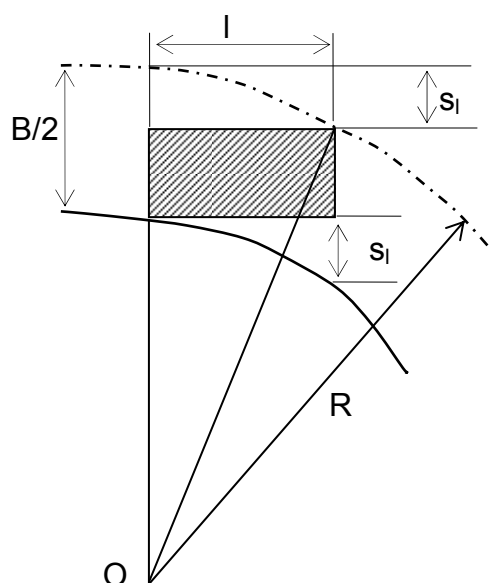


Figura 2.38  
Metodă simplificată pentru determinarea supralărgirii  
pe un drum cu două benzi de circulație

Tabelul 2.4

Raza (m)	20	25	30	35	40	50	60	70	80	90	100	125	125... 300
$s_l$ (m)	2	1,6	1,35	1,15	1	0,8	0,65	0,6	0,5	0,45	0,4	0,35	0,3... 0,25

Pentru valori  $R$  intermediare supralărgirea rezultă prin interpolare liniară.

### 2.5.3 Amenajarea supralărgirii

Pentru racordarea a două aliniamente cu două clotoide și viraj arc de cerc, supralărgirea are valoarea maximă,  $s_{IT}$  pe zona racordării, trecerea de la valoarea zero din aliniament la valoarea maximă din punctul de intrare în clotoidă,  $O_i$  făcându-se pe lungimea de convertire,  $d$  (figura 2.39).

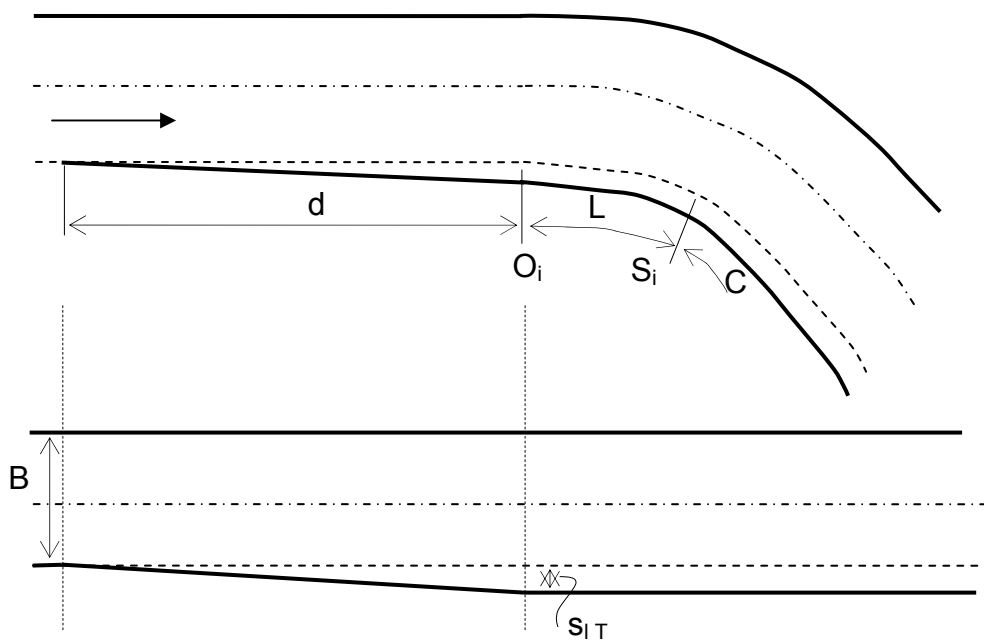


Figura 2.39  
Amenajarea supralărgirii

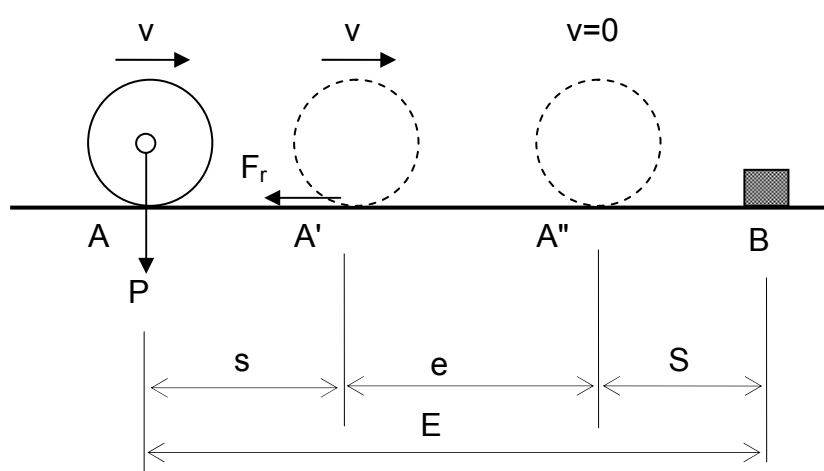
Aceeași amenajare se realizează pentru racordarea a două aliniamente numai cu arce de clotoidă.

## 2.6 VIZIBILITATEA ÎN PLAN

Studiul vizibilității în plan este important pentru evitarea accidentelor de circulație, în diferite condiții.

### 2.6.1 Distanța de vizibilitate în ipoteza stopării în fața unui obstacol staționar, în aliniament și palier

Se consideră un autovehicul care circulă pe un drum în aliniament și palier. Se reduce autovehiculul la o roată cu greutatea în centrul ei (punctul A) (figura 2.40).



*Figura 2.40*  
Distanța de vizibilitate în cazul stopării în fața unui obstacol staționar  
Drum în aliniament și palier

În figura 2.40 intervin următoarele notații:

$v$  este viteza cu care circulă vehiculul;

$A'$  - punctul în care începe frânarea;

$F_r$  - forța de frânare;

$A''$  - oprirea vehiculului;

$B$  - obstacolul;

$s$  - spațiul parcurs în timpul de deliberare,  $t$  de 0,75 ... 1,5 s;

$e$  - distanța efectivă de frânare;

$S$  - spațiul de siguranță între 5,00 și 10,00 m;

$E$  - distanța de vizibilitate.

$$s = v \cdot t = v \text{ pentru } t = 1 \text{ s} \quad (2.115)$$

$$S = 10,00m$$

$$E = v + e + S \quad (2.116)$$

În punctul A" energia cinetică,  $E_c$  este nulă:

$$\Delta E_c = L \quad (2.117)$$

unde L este lucrul mecanic al forțelor rezistente.

$$0 - \frac{P v^2}{g \cdot 2} = -F_r \cdot e \quad (2.118)$$

$$F_r = P \cdot f' \quad (2.119)$$

unde  $f'$  este coeficientul de frecare prin frânare; se poate calcula cu una din relațiile de mai jos:

$$\text{- pentru viteze } v \leq 30 \text{ m/s (} V \leq 108 \text{ km/h) } f' = \frac{0,34^3 \sqrt{900 - v^2}}{g} \quad (2.120)$$

$$\text{- pentru viteze, } V \text{ de până la } 200 \text{ km/h } f' = 0,64 - \frac{0,4 \cdot V}{100} \quad (2.121)$$

Se observă că atunci când viteza este mai mare, coeficientul de frecare prin frânare este mai mic.

Înlocuind pe  $F_r$  în relația (2.118) obținem distanța efectivă de frânare:

$$e = \frac{v^2}{2 \cdot g \cdot f'} = \frac{V^2}{254 f'} \quad (\text{unde } v = \frac{V}{3.6}, g = 9.81 \text{ m/s}^2) \quad (2.122)$$

Distanța de vizibilitate se obține cu relația (2.116).

### 2.6.2 Distanța de vizibilitate în ipoteza stopării în fața unui obstacol staționar, la deplasarea unui vehicul în aliniament, în rampă

Se consideră un autovehicul care circulă pe un drum în aliniament și pe o declivitate în rampă în profil longitudinal (+i) (figura 2.41).

Notațiile din figura 2.41 au aceeași semnificație ca cele din figura 2.40.



Distanța de vizibilitate este:

$$E = s + e + S \quad (2.123)$$

Se pune condiția:

$$\Delta E_c = L \quad (2.124)$$

$$0 - \frac{p v^2}{g 2} = -(F_r + P \sin \alpha) \cdot e \quad (2.125)$$

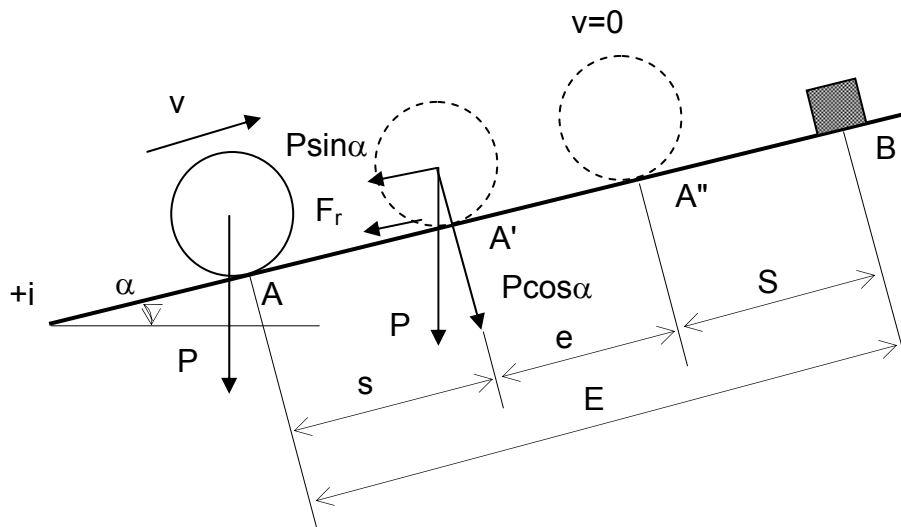


Figura 2.41

Distanța de vizibilitate în cazul stopării în fața unui obstacol staționar  
Drum în aliniament și rampă

$$F_r = f' \cdot P \cdot \cos \alpha \quad (2.126)$$

$$\frac{p v^2}{g 2} = (f' \cdot P \cdot \cos \alpha + P \sin \alpha) \cdot e \quad (2.127)$$

Rezultă în cele din urmă distanța de frânare:

$$e = \frac{v^2}{2g(f'+i)} = \frac{V^2}{254(f'+i)} \quad (2.128)$$

În cazul parcurgerii unei pante (-i), se modifică lucrul mecanic al forțelor rezistente și rezultă:

$$e = \frac{V^2}{254(f'-i)} \quad (2.129)$$

### 2.6.3 Distanța de vizibilitate necesară reducerii vitezei de la o valoare $v_1$ la o valoare $v_2$

Se consideră un autovehicul ce se deplasează cu viteza  $v_1$  pe un drum în aliniament și în rampă (figura 2.42, punctul A). Întrucât în punctul B există un alt autovehicul care se deplasează cu o viteză  $v_3$  autovehiculul care circulă cu  $v_1$  îl sesizează în punctul A' și începe să frâneze, până ajunge la viteza  $v_2$  în punctul A".

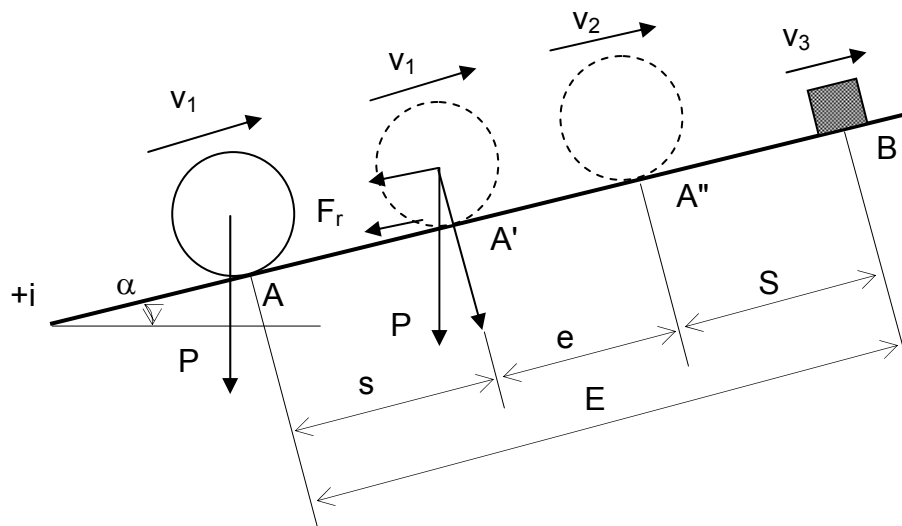


Figura 2.42  
Distanța de vizibilitate necesară reducerii vitezei  
Drum în aliniament și rampă

Notațiile din figura 2.42 au aceeași semnificație ca cele din figura 2.40.

Distanța de vizibilitate este conform relației (2.123).

Din egalarea variației energiei cinetice cu lucrul mecanic al forțelor rezistente se obține:

$$\frac{P}{g} \frac{v_2^2}{2} - \frac{P}{g} \frac{v_1^2}{2} = -(P \cdot f' \cdot \cos \alpha + P \cdot \sin \alpha) \cdot e \quad (2.130)$$

$$\frac{v_1^2 - v_2^2}{2g} = (f'+i) \cdot e \quad (2.131)$$

Distanța necesară reducerii vitezei rezultă:

$$e = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2g \cdot (f'+i)} = \frac{V_1^2 - V_2^2}{254(f'+i)} \quad (2.132)$$

În cazul în care autovehiculul străbate o pantă, avem:

$$e = \frac{V_1^2 - V_2^2}{254(f'-i)} \quad (2.133)$$

#### 2.6.4 Distanța de vizibilitate necesară pentru ocolirea unui obstacol staționar

Se consideră un autovehicul care circulă cu viteza  $v$  în punctul A. În punctul B se află un obstacol staționar, de lungime  $l$ . Conducătorul autovehiculului sesizează obstacolul și în punctul A' începe manevra de ocolire a obstacolului, descriind un arc de cerc pe lungimea  $x$ , pentru a trece pe banda a doua, după care descrie un nou arc de cerc pe aceeași lungime  $x$  pentru a merge paralel cu obstacolul. În mod asemănător procedează la revenirea pe sensul lui de mers (figura 2.43).

Se scrie teorema înălțimii în triunghiul dreptunghic format de diametrul cercului și cele două coarde.

$$x = \sqrt{\frac{B}{4}(2R - \frac{B}{4})} = \sqrt{\frac{RB}{2} - \frac{B^2}{16}} \cong \sqrt{\frac{RB}{2}} \quad (2.134)$$

$$E = s + 4x + l = v + l + 4\sqrt{\frac{RB}{2}} \quad (2.135)$$

Se consideră că  $x$  reprezintă spațiul parcurs în două secunde și jumătate:

$$x = 2,5v \quad (2.136)$$

Din egalitatea relațiilor (2.134) cu (2.136) rezultă:

$$R = \frac{2,5^2 \cdot 2 \cdot v^2}{B} = \frac{12,5 \cdot V^2}{12,96 \cdot B} \cong \frac{V^2}{B} \quad (2.137)$$

Pentru o ocolire în condiții de siguranță când autovehiculul circulă cu o viteză de 70 km/h rezultă o rază de 700m, conform relației (2.137).

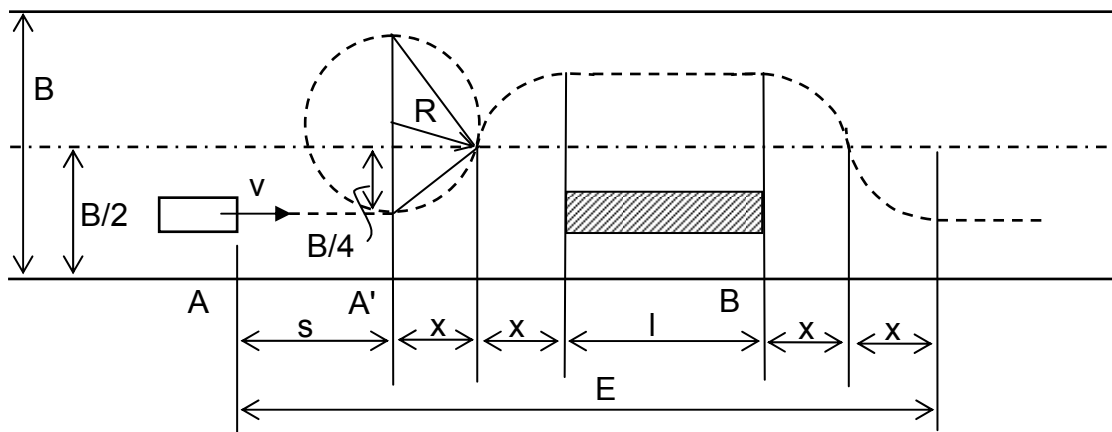


Figura 2.43

*Distanța de vizibilitate necesară ocolirii unui vehicul staționar*

### 2.6.5 Distanța de vizibilitate necesară pentru depășirea unui vehicul în mișcare

Se consideră un autovehicul care circulă cu viteza  $v_1$  în punctul A. În punctul B se află un alt vehicul care circulă cu viteza  $v_2$ . Conducătorul autovehiculului decide să efectueze depășirea și în punctul A' începe manevra. (figura 2.44). Din sens opus vine un alt vehicul care circulă cu viteza  $v'_1$ .

Calculul distanței de vizibilitate se face în ipoteza că în punctul D vehiculul care circulă cu  $v_1$  se întâlnește cu vehiculul care circulă cu  $v'_1$ , fiecare pe sensul lui de mers.

Vitezele cu care circulă autovehiculele sunt după cum urmează:

$$v_1 > v_2 \text{ și } v'_1 > v_2$$

Spațiile parcurse în timpul de deliberare  $s_1$ ,  $s_2$  și  $s'_1$  sunt:

$$s_1 = v_1, \quad s_2 = v_2, \quad s'_1 = v'_1 \quad (2.138)$$

Distanța de vizibilitate rezultă:

$$E = s_1 + s'_1 + \left(\frac{v_1}{2} + \frac{v_1}{2}\right) + v_2 t + 4x + v'_1 t = 3v_1 + (v_1 + v_2)t + 4x \quad (2.139)$$

relație valabilă pentru  $v_1 = v'_1$ .

Timpul total de depășire  $t = 8 - 10$  s.

Distanța minimă necesară efectuării depășirii în condiții normale (drum în aliniament și palier, suprafața de rulare în stare perfectă și uscată,  $t = 8 - 10$  s,  $l \leq 22$  m, cer degajat) este de 450 m.

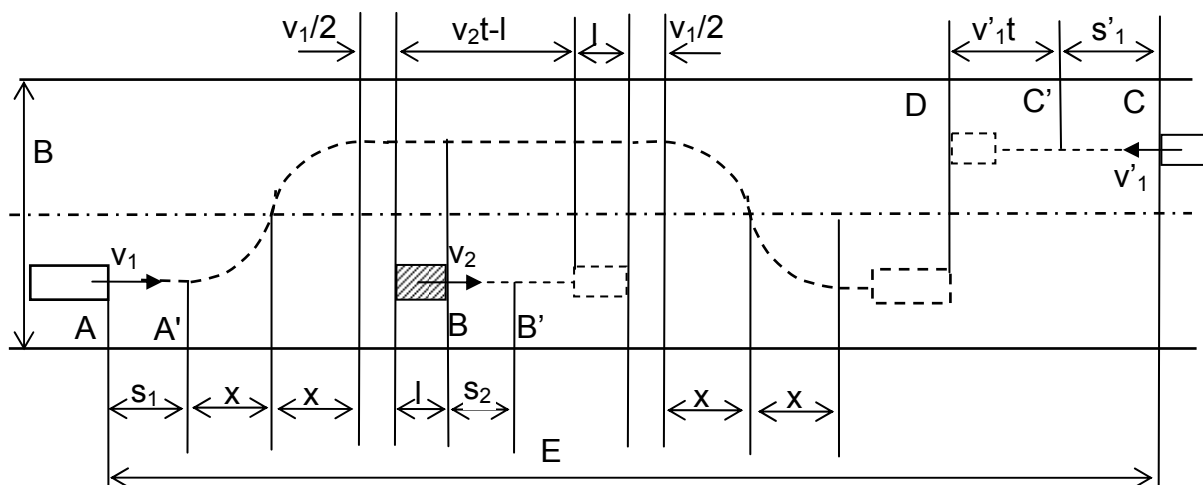


Figura 2.44

*Distanța de vizibilitate necesară depășirii unui vehicul în mișcare*

### 2.6.6 Distanța de vizibilitate în curbă, în ipoteza întâlnirii a două vehicule, unul circulând neregulamentar

Se consideră două vehicule care circulă pe aceeași bandă de circulație cu vitezele  $v_A$  și  $v_B$ . Autovehiculul din punctul B circulă neregulamentar. Conducătorii auto ai celor două vehicule trebuie să se vadă de la o distanță minimă (distanța de vizibilitate, pe coardă) necesară evitării ciocnirii.

Din figura 2.45 rezultă distanța de vizibilitate, E:

$$E = s_A + s_B + L_A + L_B \quad (2.140)$$

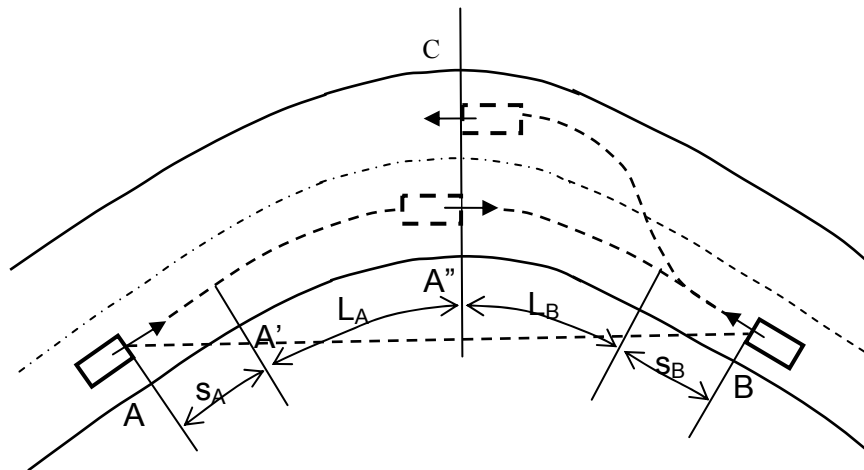


Figura 2.45  
Distanța de vizibilitate în curbă

Se face următoarea aproximație: distanța AB, pe coardă, de la care trebuie să se vadă conducătorii autovehiculelor este egală cu lungimea parcursă pe curbă, E.

Spațiul parcurs în 2,5 s cu viteza  $v_B$  este:

$$L_B = 2,5v_B \quad (2.141)$$

Distanța necesară reducerii vitezei de la  $v_A$  la  $v_{A''}$  este:

$$L_A = \frac{v_A^2 - v_{A''}^2}{2g(f' \pm i)} \quad (2.142)$$

Spațiul parcurs în 2,5 s cu o viteză medie de  $\frac{v_A + v_{A''}}{2}$  este:

$$L_A = \frac{v_A + v_{A''}}{2} \cdot 2,5 \quad (2.143)$$

$$\frac{v_A^2 - v_{A''}^2}{2g(f' \pm i)} = \frac{v_A + v_{A''}}{2} \cdot 2,5 \quad (2.144)$$

Rezultă viteza  $v_{A''}$ :

$$v_{A''} = v_A - 24,53(f' \pm i) \quad (2.145)$$

Înlocuind expresia  $v_{A''}$  în relația (2.143) obținem:

$$L_A = \frac{v_A + v_{A''} - 24,53(f' \pm i)}{2} \cdot 2,5 = 2,5 \cdot v_A - 30,7(f' \pm i) \quad (2.146)$$

Relația (2.143) devine:

$$\begin{aligned} E &= v_A + v_B + 2,5 \cdot v_A - 30,7 \cdot (f' \pm i) + 2,5 \cdot v_B = \\ &= 3,5(v_A + v_B) - 30,7 \cdot (f' \pm i) \end{aligned} \quad (2.147)$$

Pentru  $v_A = v_B = V/3,6$  distanța de vizibilitate devine:

$$E \cong 2V - 30,7 \cdot (f' \pm i) \quad (2.148)$$

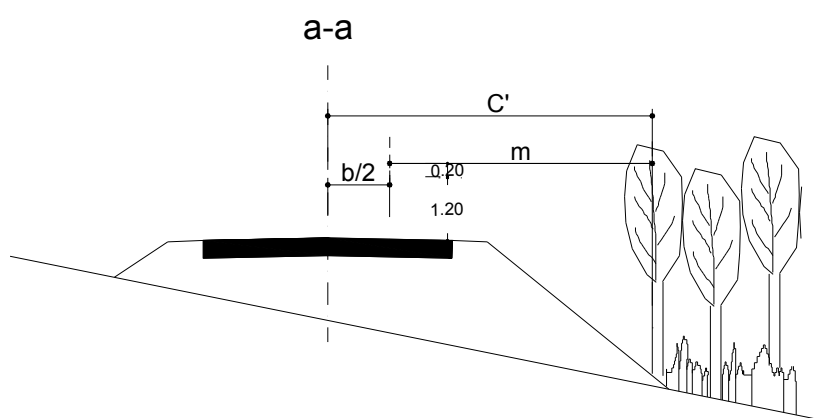
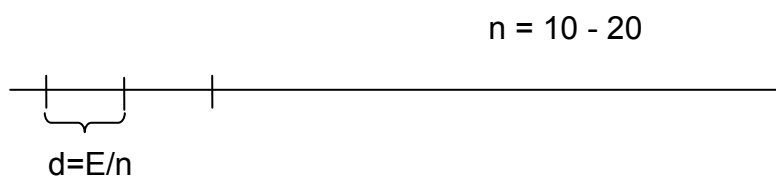
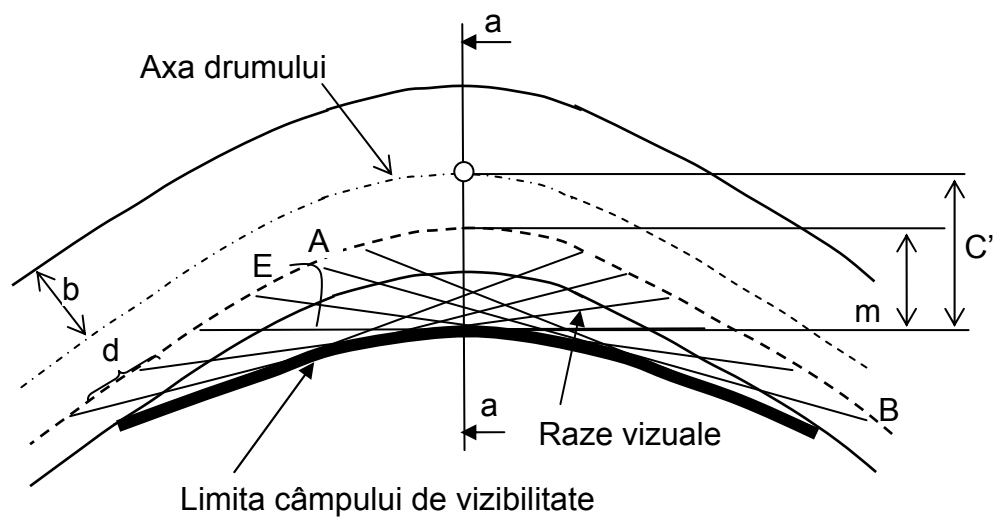
Când unghiul la vârf al curbei este mare, nu avem probleme de amenajare. Apar însă probleme când unghiul la vârf are valori mai mici de  $90^\circ$  ( $100^\circ$ ) (figura 2.46).

Câmpul de vizibilitate se determină grafic astfel: împărțim lungimea  $E$  (distanța de vizibilitate) în „ $n$ ” părți egale. Aplicând pe plan distanța „ $d$ ” pe axul benzii și unind punctele  $A$  și  $B$  aflate la distanța  $E$  rezultă familii de distanțe de vizibilitate care dau înfășurătoarea familiilor de vizibilitate. Această înfășurătoare se mai numește și curbă de vizibilitate.

În figura 2.46,  $C'$  este distanța liberă laterală (din axul drumului până la limita de vizibilitate), iar „ $m$ ” se numește măsura vizibilității (din axul benzii până la limita de vizibilitate):

$$C' = m + \frac{b}{2} \quad (2.149)$$

Interiorul câmpului de vizibilitate trebuie să fie liber astfel încât să nu existe probleme de vizibilitate. În cazul curbelor din văi, vegetația trebuie întreținută astfel încât să nu împiedice vizibilitatea.



1,20 reprezintă înălțimea ochiului conducătorului auto

**Figura 2.46**  
**Curba de vizibilitate**



### 2.6.7 Distanța de vizibilitate la intersecții de drumuri

Într-o intersecție de drumuri conducătorii auto trebuie să se vadă reciproc de la o distanță,  $E$  astfel încât să poată frâna și apoi opri în condiții de siguranță înainte de punctul de coliziune (figura 2.47).

Prin urmare, între punctele A și B nu trebuie să existe construcții astfel încât conducătorii auto să se poată observa.

Distanța AB se calculează în funcție de distanțele de frânare  $E_1$  și  $E_2$ :

$$\overline{AB} = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 - 2E_1E_2 \cos \alpha} \quad (2.150)$$

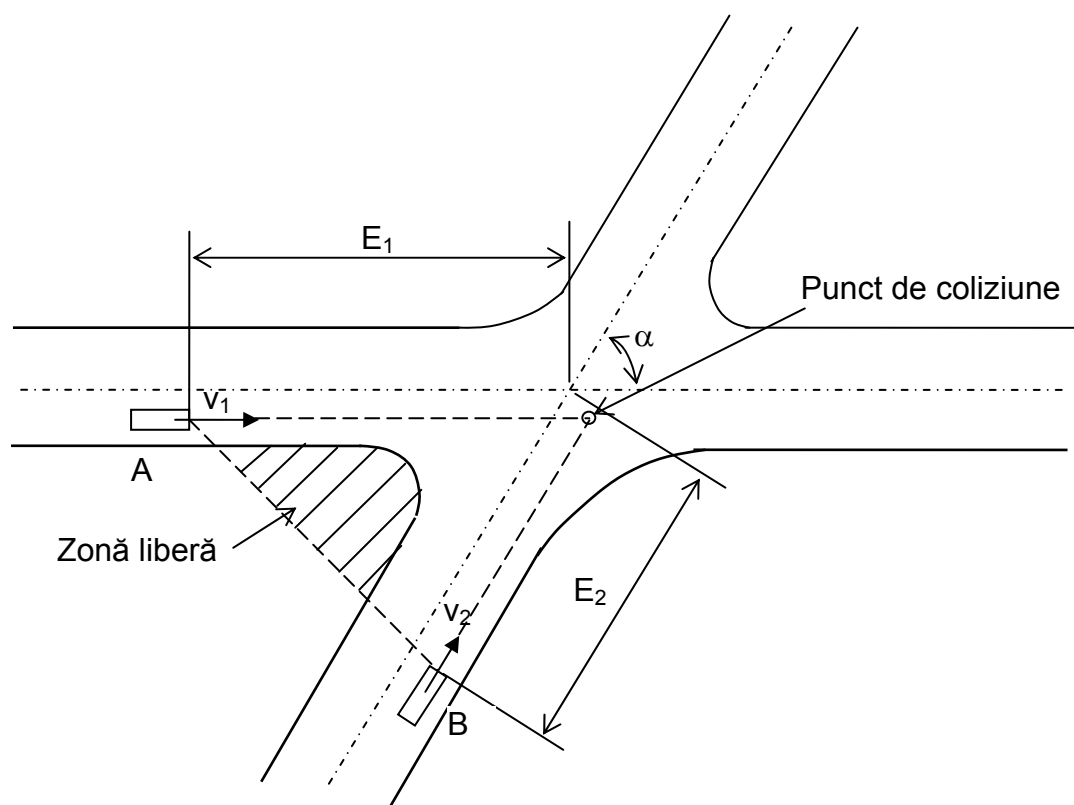
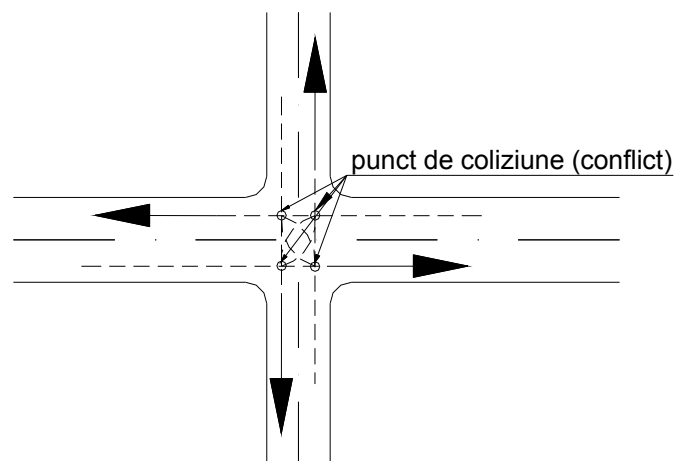


Figura 2.47  
Distanța de vizibilitate la intersecții de drumuri

## 2.7 INTERSECȚII DE DRUMURI

Intersecțiile de drumuri constituie o problemă importantă în rezolvarea circulației pe căile carosabile atunci când numărul de vehicule devine tot mai mare.

Intersecțiile reprezintă un punct de conflict între diferiți curenți de circulație, care se întâlnesc, deranjându-se unul pe altul (figura 2.48).



*Figura 2.48  
Puncte de conflict în intersecției*

Intersecțiile sunt puncte în care se întâlnesc două sau mai multe drumuri de aceeași categorie sau de categorii diferite, indiferent de unghiul sau unghiurile dintre axele lor și în care parte din trafic își schimbă direcția de mers după dorință, efectuând viraje la stânga sau la dreapta. Schimbarea direcției de mers intervine ca necesitate pe toate accesele sau numai pe unele din ele. În funcție de aceasta, fluxurile de trafic pot intra în conflict. În aceste situații se reduce foarte mult capacitatea de circulație iar pentru

preîntâmpinarea acestui lucru trebuie luate măsuri de organizare a circulației în intersecții.

La amenajarea intersecțiilor se urmărește soluționarea următoarelor probleme:

- asigurarea trecerii succesive a curenților de circulație de pe drumurile care pătrund în intersecție cu anumite viteze, în condiții maxime de siguranță și confort;
- asigurarea benzilor de circulație pentru debitele și direcțiile necesare de deplasare;
- reducerea la minimum a manevrelor de conducere a autovehiculelor și a timpului de traversare în intersecție;
- adoptarea unei soluții simple de intersecție care să fie posibilă de a fi completată și dezvoltată odată cu creșterea traficului.

O bună intersecție trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- să asigure o cât mai bună vizibilitate conducătorilor vehiculelor;
- să asigure trecerea nestânjenită a curenților de circulație;
- să prezinte un aspect estetic reușit;
- să fie economică.

Pentru proiectarea elementelor geometrice ale intersecției se vor lua în considerare următoarele aspecte:

- analiza curenților de circulație, a vitezelor de circulație;
- fixarea amplasamentului și a formei insulei de dirijare a circulației;
- fixarea lungimii benzilor de circulație pe care se face trierea și stocarea vehiculelor care necesită schimbarea direcției;
- stabilirea numărului și a lățimii benzilor corespunzător capacității necesare de circulație.

**Tipuri de intersecții.** Intersecțiile pot fi:

- *directe* sau la același nivel: vehiculele au posibilitatea de trecere directă prin intersecție

- *indirecte* sau denivelate: vehiculele sunt obligate să efectueze manevre suplimentare pentru trecerea prin intersecție

*Intersecțiile directe* se amenajează conform condițiilor locale și pot fi sub formă de T, Y, X, H, K, cu mai multe accese, giratorie (figura 7.49 a, b, c, d). Majoritatea intersecțiilor de drumuri se amenajează în acest fel deoarece necesită un volum minim de lucrări.

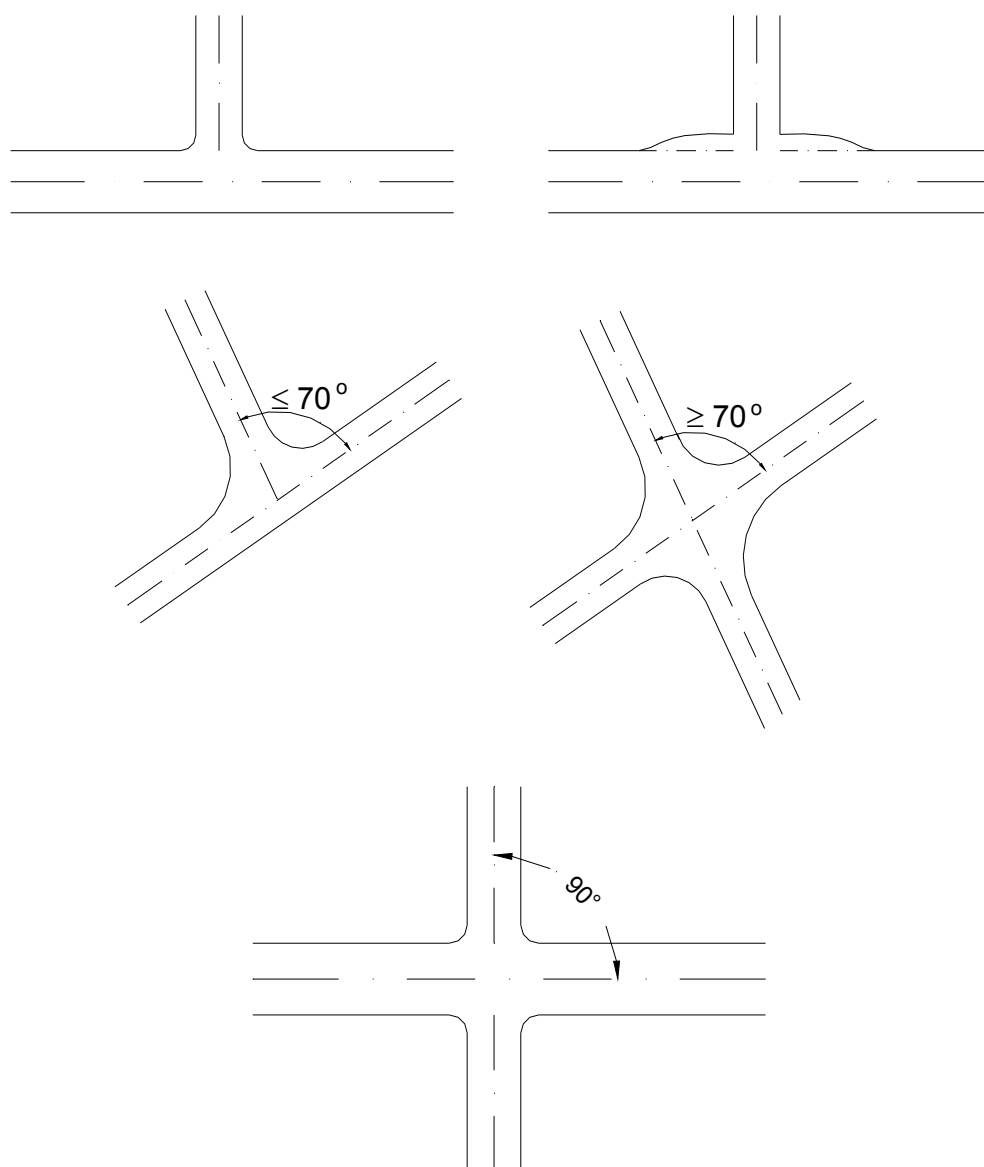
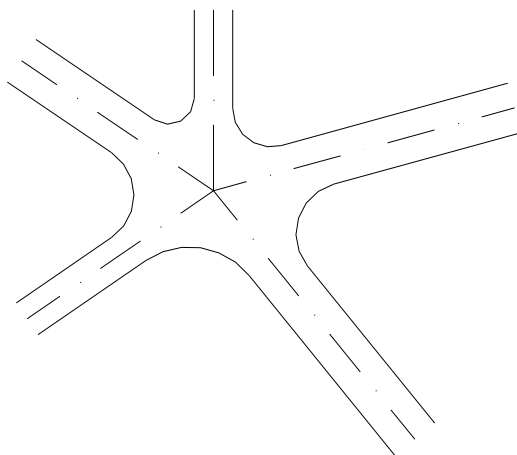
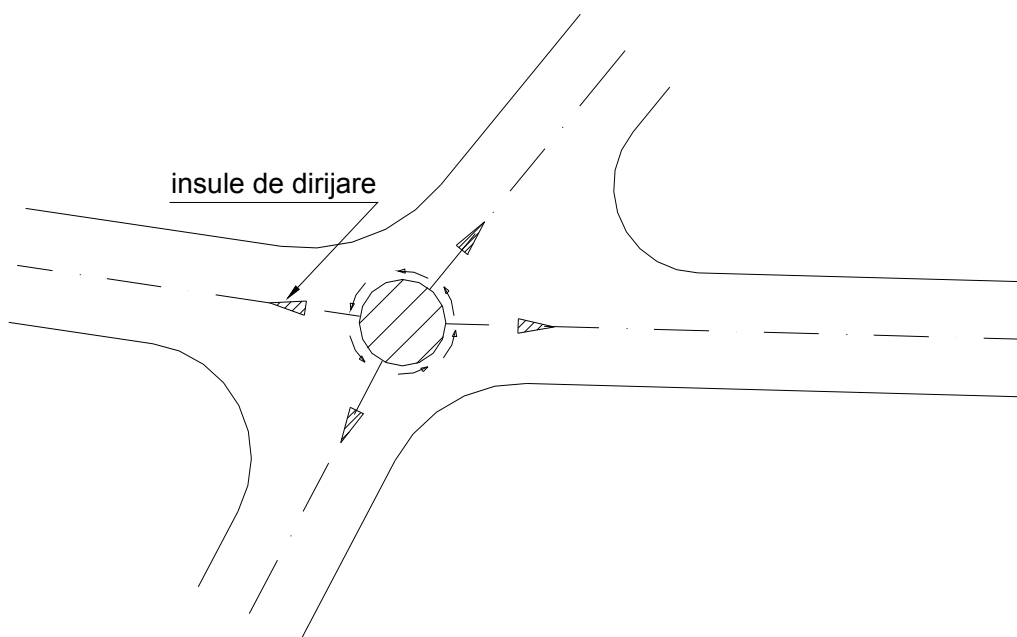


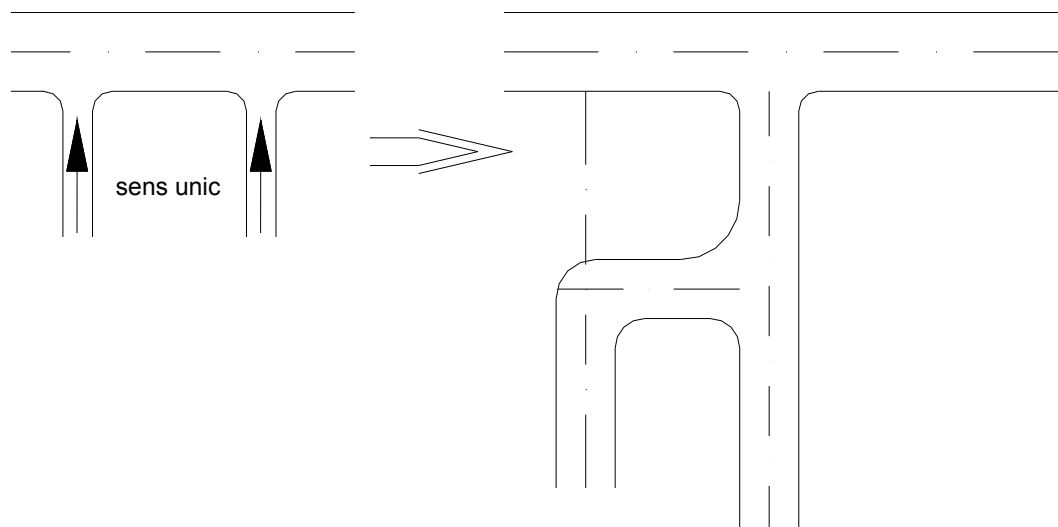
Figura 2.49 a  
Tipuri de intersecții directe: în T, Y, X



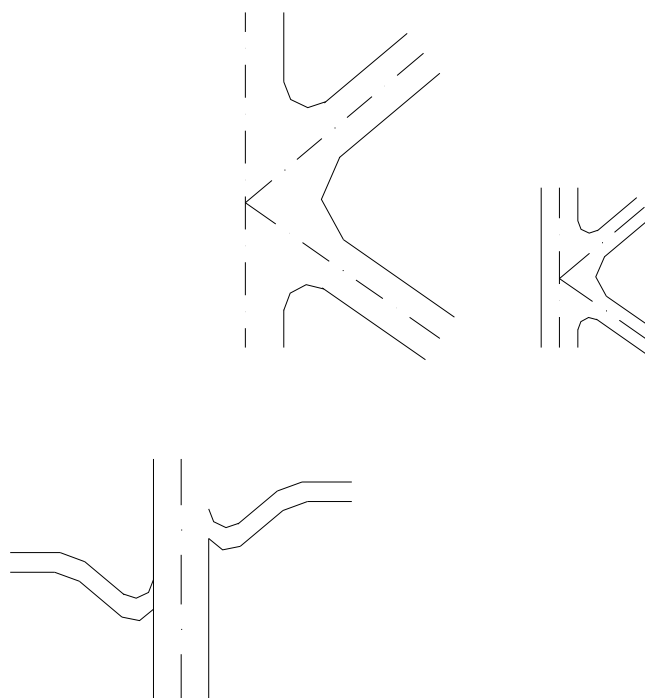
**Figura 2.49 b**  
**Tipuri de intersecții directe: cu mai multe accese**



**Figura 2.49 c**  
**Tipuri de intersecții directe: giratorie**



**Figura 2.49 c**  
**Tipuri de intersecții directe: în H**



**Figura 2.49 d**  
**Tipuri de intersecții directe: în K**

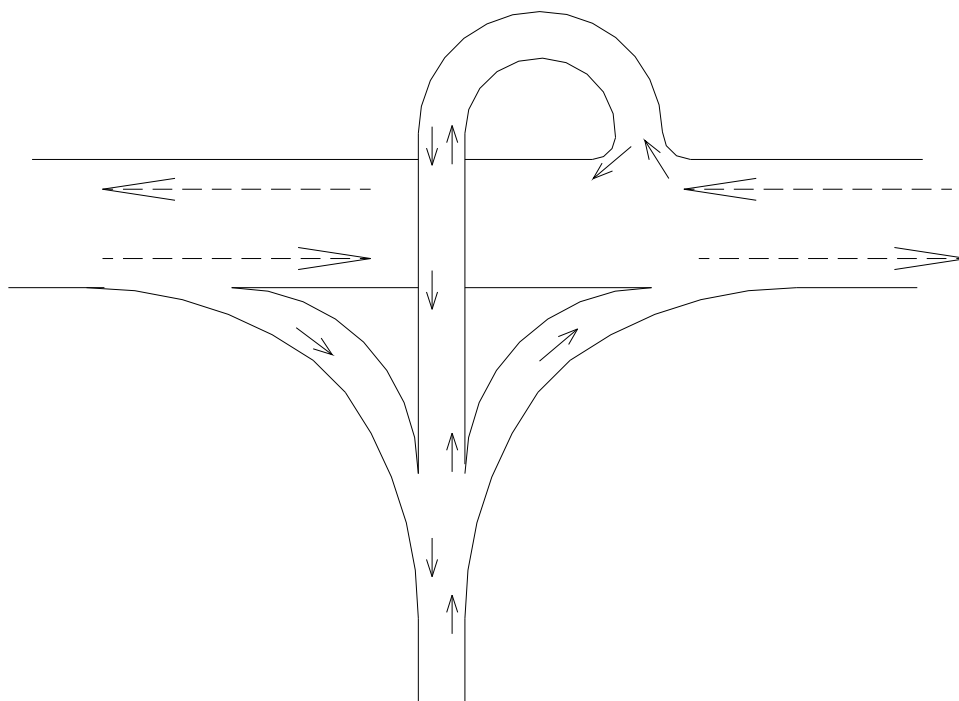
*Intersecțiile indirecte* reprezintă lucrări complexe care se stabilesc în urma unui calcul tehnico-economic. Necesitatea lor rezultă din asigurarea deplasării continue și în deplină siguranță a unor importante fluxuri de circulație.

Dacă un drum magistral sau o autostradă intersectează un drum secundar sau dacă există o intersecție între două drumuri magistrale sau autostrăzi, manevrele laterale ale vehiculelor se fac pe benzi speciale, numite bretele.

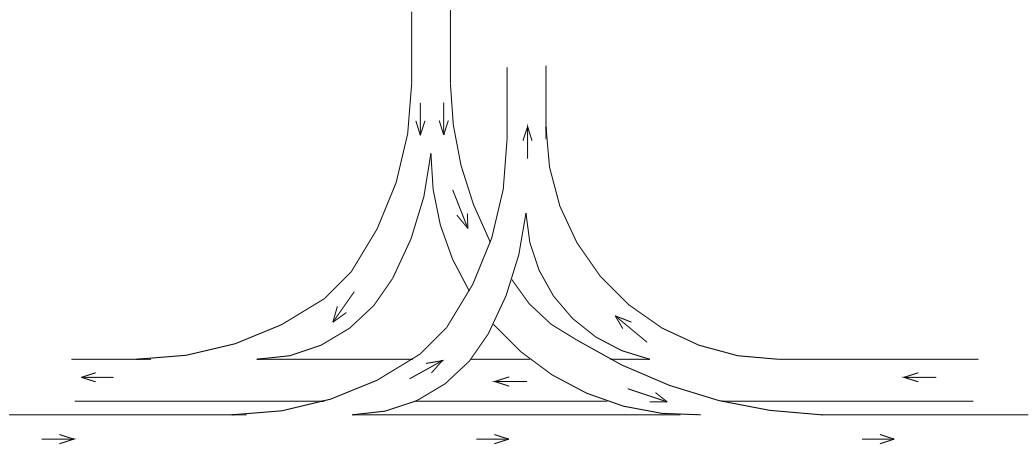
Amplasamentul și funcțiunile bretelelor sunt determinate de: volumul orar al autovehiculelor, caracterul traficului, viteza de proiectare, topografia zonei, direcția principală a fluxului rutier, cost.

Intersecțiile indirecte pot fi sub formă de trompetă,

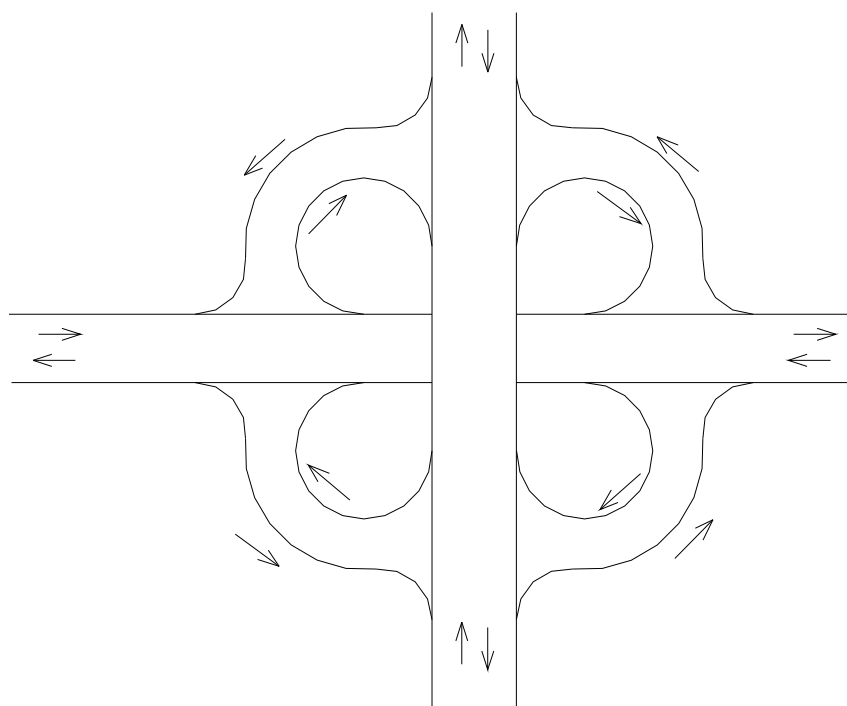
Intersecțiile indirecte pot fi sub formă de trompetă, Y, treflă, aliniament, giratorie (figura 2.50 a, b, c, d, e).



*Figura 2.50 a*  
*Tipuri de intersecții indirecte: în trompetă*

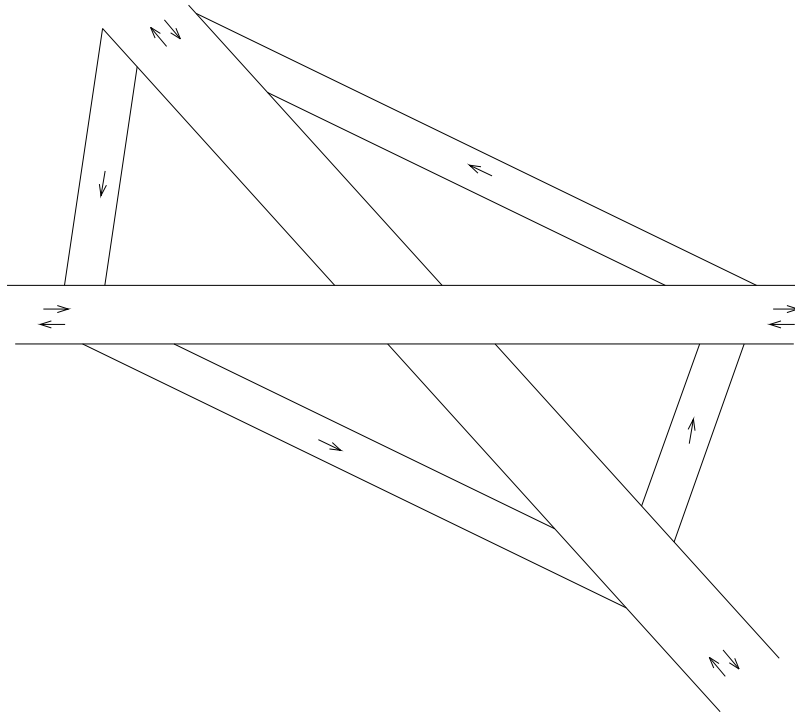


*Figura 2.50 b*  
*Tipuri de intersecții indirecte: în Y*

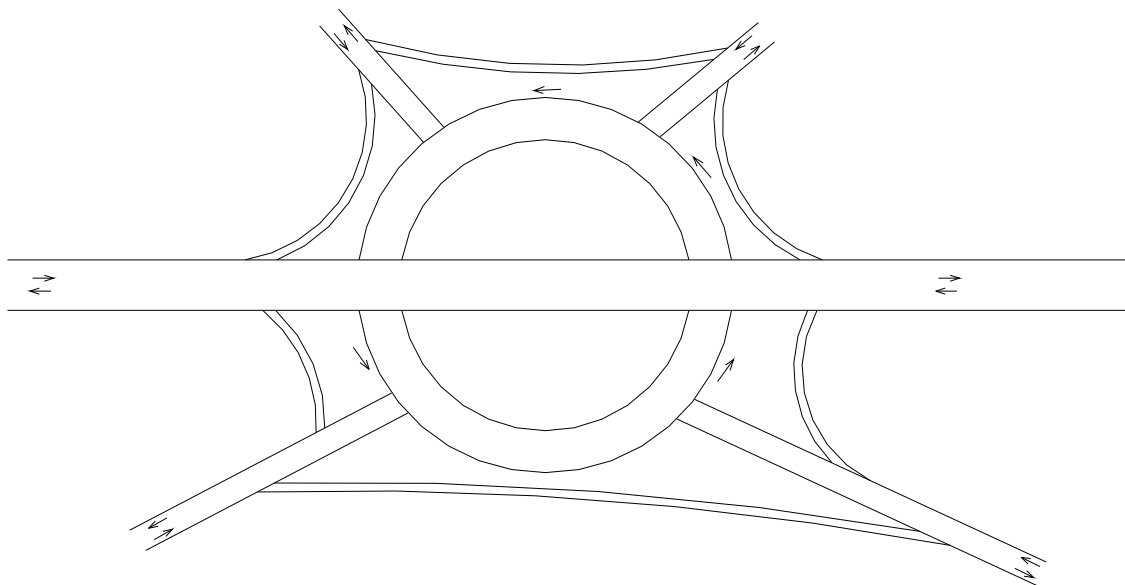


*Figura 2.50 c*  
*Tipuri de intersecții indirecte: în treflă*





**Figura 2.50 d**  
**Tipuri de intersecții indirecte: în aliniament**



**Figura 2.50 e**  
**Tipuri de intersecții indirecte: giratorie**

---

Avantajele unei intersecții directe, pentru direcția principală, sunt:

- reducerea întârzierii în trecerea pentru vehiculele din fluxul principal;
- un control al traficului de pe drumul secundar care pătrunde în direcția principală (reducerea semnificativă a accidentelor);
- sporirea capacității de circulație pe direcția principală.

Avantajele unei intersecții indirecte sunt:

- o capacitate de circulație constantă pe fiecare direcție;
- creșterea siguranței circulației (nu există puncte de conflict);
- eliminarea opririi și a schimbării vitezei;
- asigurarea lejerității în separarea relațiilor rutiere.

Dezavantajele unei circulații directe, pentru direcția principală de circulație, sunt:

- posibilitatea producerii de accidente din cauza creșterii vitezei de deplasare;
- creșterea timpului de deplasare în intersecții din cauza trecerilor pentru pietoni (acolo unde există);

Dezavantajele unei circulații indirecte, sunt:

- cost mare;
- sunt dificile pentru șoferii fără experiență;
- există multe racordări verticale (pasaje);
- apar dificultăți pentru intersecțiile cu mai multe drumuri.

## CAPITOLUL 3

### DRUMUL ÎN PROFIL LONGITUDINAL

#### 3.1 ELEMENTELE DRUMULUI ÎN PROFIL LONGITUDINAL

*Profilul longitudinal* este proiecția desfășurată pe un plan vertical lateral a intersecției suprafeței drumului cu o suprafață cilindrică verticală, având ca directoare axul drumului.

În urma acestei intersecții rezultă două linii: *linia terenului* sau *linia neagră* din proiecția intersecției cu suprafața terenului și *linia proiectului* sau *linia roșie* din proiecția intersecției cu suprafața proiectată (figura 3.1).

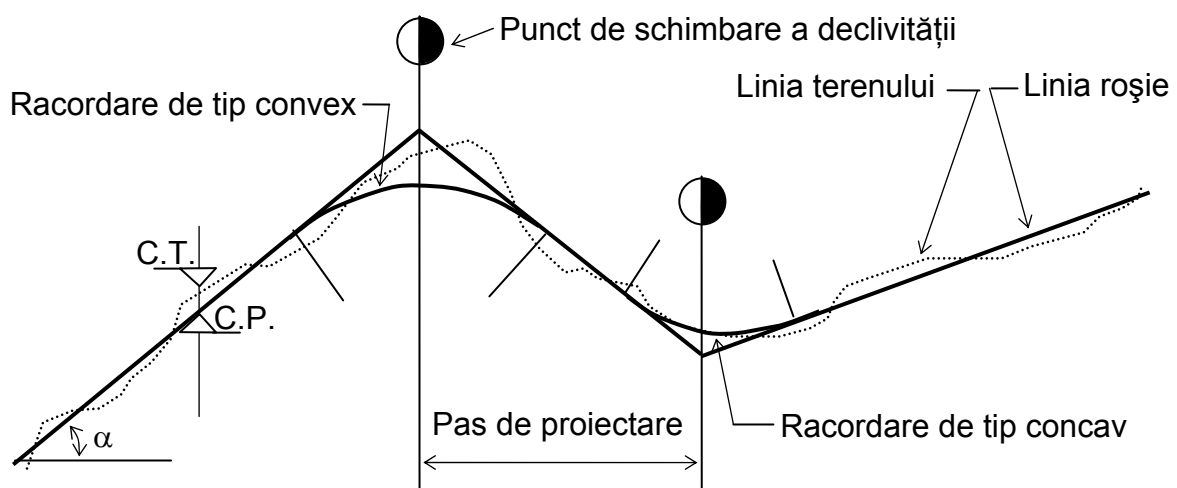


Figura 3.1  
Elementele profilului longitudinal

---

Profilul longitudinal se desenează la scară deformată. Scara pe orizontală (scara distanțelor) este aceeași cu scara planului de situație iar scara pe verticală (scara cotelor) este de 10 ori mai mare.

Linia terenului rezultă în concordanță cu geometrizarea axei zero în planul de situație. Fată de această linie se fixează linia proiectului (linia roșie) care trebuie să respecte anumite criterii.

Linia proiectului este formată din porțiuni drepte, numite *declivități* și porțiuni curbe, numite *racordări verticale*.

Prin declivitate, notată cu "i" se înțelege tangenta unghiului,  $\alpha$  format de linia roșie cu orizontala. Declivitatea se exprimă în procente. Ea poate fi pozitivă sau negativă. Declivitatea pozitivă se numește *rampă* iar cea negativă se numește *pantă*. Declivitatea cu valoare zero se numește *palier*.

Intersecția a două declivități se notează cu o verticală și un cerc și formează *punctele de schimbare a declivității*.

În dreptul punctelor de schimbare a declivității se introduc racordări verticale de regulă arc de cerc cu raze foarte mari. Din punct de vedere al centrului de curbură aceste racordări verticale pot fi *concave*, atunci când centrul de curbură se găsește deasupra nivelului liniei roșii (la traversarea văilor) și *convexe*, atunci când centrul de curbură se găsește sub nivelul liniei roșii (la traversarea creștelor).

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

Fiecare pichet de pe traseu, din planul de situație, se caracterizează prin două cote: *cota terenului* și *cota proiectului*. Diferența dintre cota de proiect și cota de teren se numește *cotă de execuție*.

Atunci când cota proiectului este deasupra cotei terenului, cota de execuție este pozitivă și vorbim despre o umplutură sau *rambleu*. Atunci când

cota proiectului este sub cota terenului, cota de execuție este negativă și vorbim despre o săpătură sau *debleu*.

Profilul longitudinal ne dă indicații asupra volumelor de săpătură și umplutură (volume de terasament) pe care le avem de-a lungul traseului. Cu cât geometrizarea axei zero în plan a fost mai bine realizată, cu atât volumele de terasamente necesare vor fi mai mici.

### 3.2 CRITERII DE FIXARE A LINIEI ROȘII

Fixarea liniei roșii este foarte importantă din punct de vedere al costului lucrării și al circulației vehiculelor în condiții de siguranță și confort.

Criteriile de fixare ale liniei roșii sunt *criterii tehnice* și *criterii economice*.

**A. Criteriile tehnice** se referă la declivități, pas de proiectare, condiții locale.

**Declivități.** Valoarea declivităților folosite pentru linia roșie se limitează superior, la o valoare maximă,  $i_{max}$  și inferior, la o valoare minimă,  $i_{min}$ .

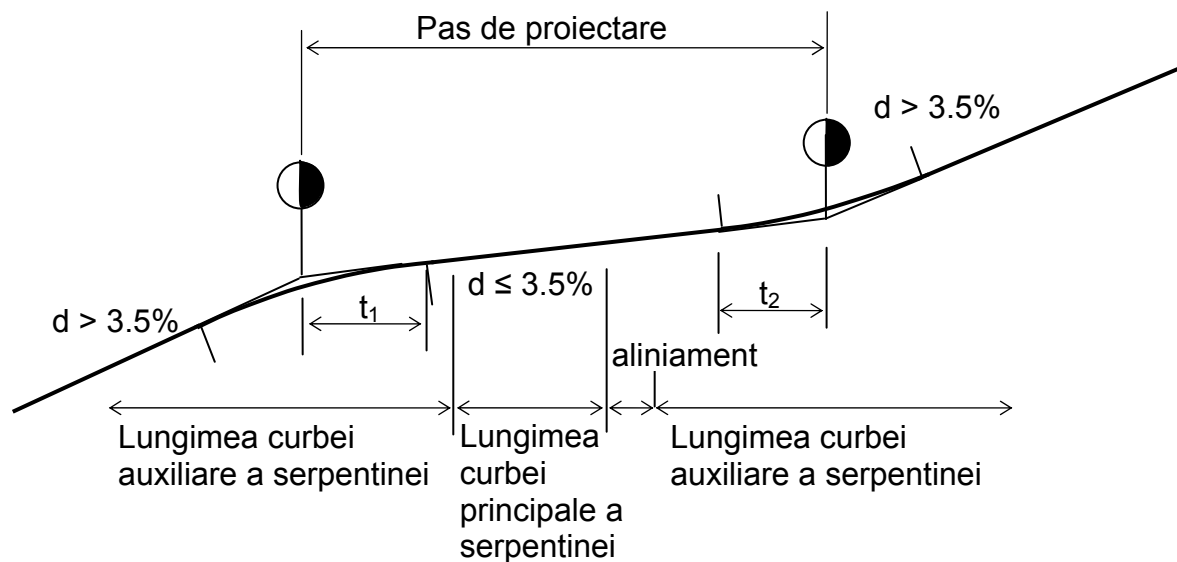
Stabilirea declivității maxime se face în funcție de viteza de proiectare, care depinde la rândul ei de relief. Ideal ar fi să se proiecteze linia roșie cu valori ale declivității cât mai mici pe lungimi cât mai mari. Acest principiu este legat de consumul de carburant al autovehiculului care va fi cu atât mai mare cu cât declivitatea este mai mare.

STAS-ul 863 furnizează valorile maxime ale declivităților pentru drumuri (tabelul 3.1).

Tabelul 3.1

V (km/h)	100	80	60	50	40	30	25
$i_{max}$ %	5	6	6,5	7	7	7,5	8
$i_{max,exceptional}$ %	-	-	-	-	8	8,5	9

În cazul curbelor principale ale serpentinei, declivitatea maximă admisă este de 3,5 % (figura 3.2).



*Figura 3.2*  
*Declivitatea maximă admisă în cazul serpentinei*

STAS-ul 10144/3-91 prevede valorile pentru declivități în cazul străzilor, cuprinse în tabelul 3.2.

*Tabelul 3.2*

Configurația terenului	Viteza de proiectare, km/h		
	Sub 40	40 ... 50	50 ... 60
	Declivități maxime, %		
Câmpie, terasă	6	5	4
Deal, coline	7,5	6	5
Munte	9	7	6

Declivitatea minimă folosită pentru linia roșie este de 0,5%, pentru drumuri și 0,2% pentru străzi, ceea ce asigură scurgerea apelor din precipitații. Nu se recomandă folosirea palierului.

O atenție deosebită trebuie acordată și modului de succesiune al declivităților. Trebuie evitate rampele pierdute și declivitățile excepționale. Pe sectoarele de drum cu rampe prelungite, a căror medie ponderată este mai mare sau cel puțin egală cu 5%, după fiecare diferență de nivel de 75 .. 90 m se introduc odihne de minimum 100 m lungime (măsurate între punctele de tangență ale racordărilor verticale) pe care declivitățile nu vor depăși 2 % (figura 3.23).

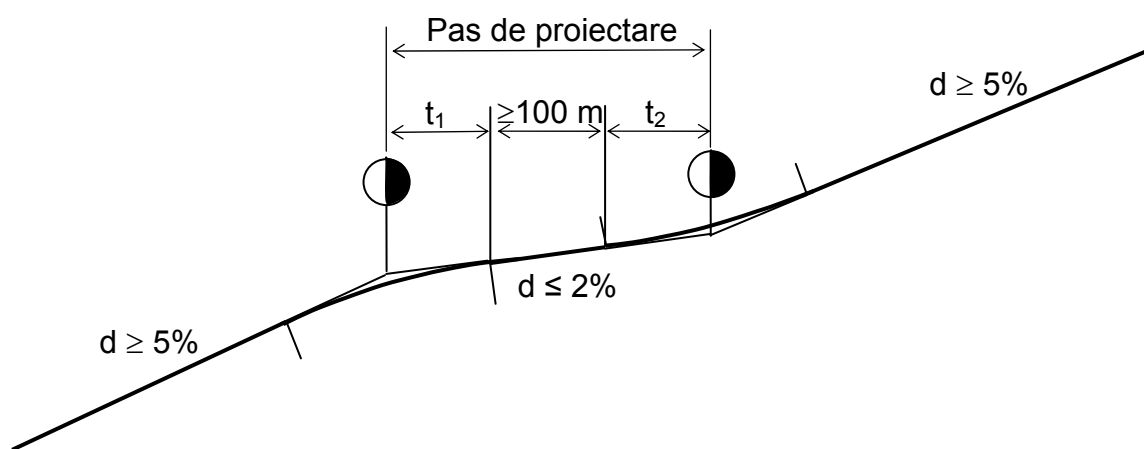


Figura 3.3  
Sectoare de drum cu rampe prelungite

Dacă terenul este foarte accidentat sau dacă traseul are puncte obligate, declivitățile din tabel se majorează cu 1 %.

**Pasul de proiectare.** Există prevăzută în norme o anumită lungime minimă a pasului de proiectare, funcție de viteza de proiectare (tabelul 3.3 pentru drumuri și tabelul 3.4 pentru străzi). Această distanță minimă se stabilește din condiția ca cele două tangente ale curbilor de racordare verticală să nu se suprapună (vezi 3.5 RACORDAREA DECLIVITĂȚILOR).

Tabelul 3.3

V (km/h)	100	80	60	50	40	30	25
pasul de proiectare, $l_{p, \text{minim}}$ m	150	100	80	60	50	50	50
$l_{p, \text{exceptional}}$ m	100	80	50	40	30	30	25

Valorile din tabel indică pasul de proiectare minim. Regula este de a se adopta un pas de proiectare cât mai mare.

Tabelul 3.4

Categori străzii	Lungimea minimă a pasului de proiectare, m
I	300
II	200
III	100
IV	50 și mai puțin

Pasul de proiectare pentru străzi poate fi redus cu până la 50 % față de valorile din tabel în cazul în care terenul este plat, dacă unghiul format de declivitățile adiacente are tangenta trigonometrică 0,4% .. 0,5 %, precum și în cazul ranforsărilor sau al cotelor obligate pentru racordarea la construcțiile din zonă.

**Odihne.** Este indicat ca la anumite distanțe să se intercaleze zone de odihnă (porțiuni cu declivitate mică) care îmbunătățesc condițiile de circulație.

Conform STAS 863, pe sectoarele de drum cu rampe prelungite, a căror medie ponderată este mai mare sau cel puțin egală cu 5 %, după fiecare diferență de nivel de 75 ... 90 m, se introduc odihne de minimum 100 m lungime (măsurată între punctele de tangență ale racordărilor verticale) pe care declivitățile nu trebuie să depășească 2 %.

**Suprapunerea efectelor.** Amenajările făcute în plan sau spațiu au anumite efecte asupra liniei roșii și a vehiculului:

- în curbele cu rază mică, declivitatea pe banda interioară este mai mare decât declivitatea stabilită în axă;
- marginea exterioară a drumului, în curbe, se supraînalță și din această cauză va avea o declivitate sporită cu 0,5 – 1 % (declivitatea rampei supraînalțării se adaugă declivității drumului în axă);
- în curbele cu raze mici, declivitatea liniei roșii se compune cu panta transversală a căii în curbă iar rezultanta acestora poate să tragă vehiculul spre interiorul curbei, trecând de pe o bandă pe cealaltă.

Pentru a se evita aceste trei suprapuneri, declivitatea maximă în curbe va fi:



$$i_{\max \text{ curba}} = i_{\max} - \frac{70}{R} \quad (3.1)$$

unde R este raza curbei, în m.

De asemenea, în cazul în care o racordare verticală se suprapune peste o curbă în plan orizontal, punctul de schimbare a declivității va trebui să fie în dreptul punctului de bisectoarea al curbei din plan.

**Condiții locale.** Acest criteriu se referă la punctele de cotă obligate care trebuie respectate atunci când se așează linia roșie.

a) tipul pământului din zona drumului (pământuri sensibile la apă, care își pierd proprietățile mecanice în prezența apei) și prezența apelor care stagnează în această zonă sau a apelor freatice (foarte aproape de suprafața terenului) determină cotele obligate ale liniei roșii. Astfel, pentru ca astfel de pământuri să nu influențeze suprastructura drumului, linia roșie se va fixa deasupra terenului cu:

- 50 ... 80 cm în cazul pământurilor de tip nisipos, alcătuite din balast, prund de râu;
- 80 ... 150 cm în cazul pământurilor de tip prăfos;
- 150 ... 250 în cazul pământurilor de tip argilos.

b) la traversări de râuri, cota căii la podurile definitive reprezintă punctul de cotă obligată (figura 3.4):

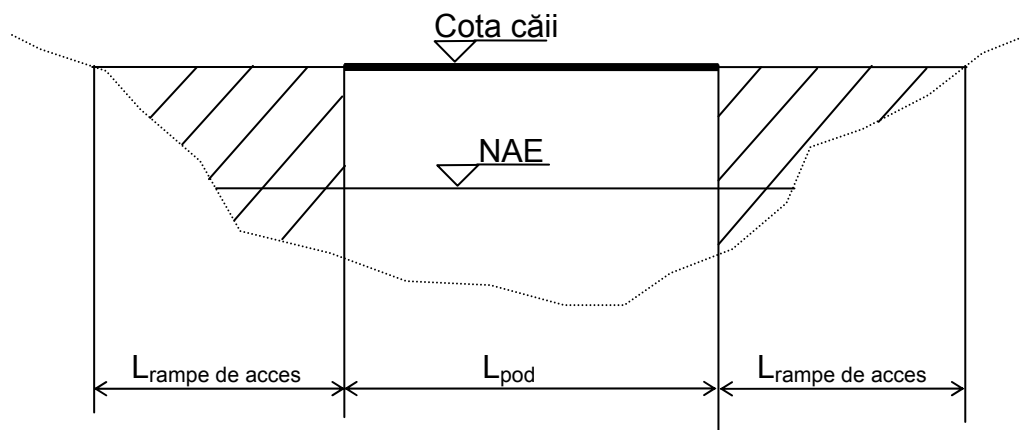
$$\text{cota căii} = NAE + h_l + h_g + h_c \quad (3.1)$$

unde: NAE este nivelul apelor extraordinare, care se determină pentru o anumită probabilitate;

$h_l$  - înălțimea liberă sub pod;

$h_g$  - înălțimea grinzii;

$h_c$  - grosimea căii pe pod.



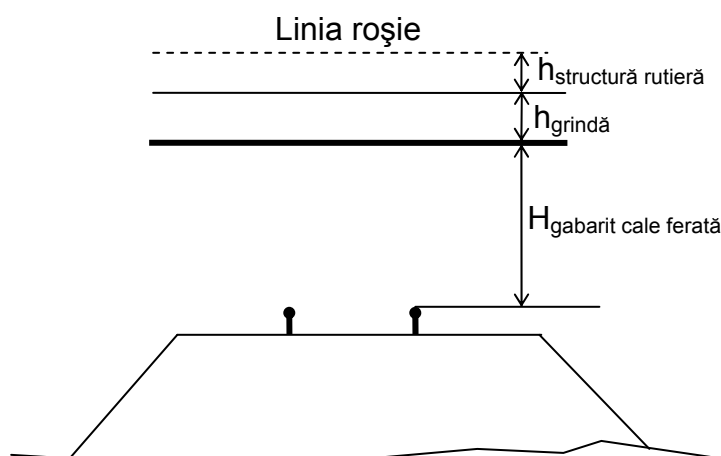
**Figura 3.4**  
**Cota obligată la traversări de râuri**

c) în cazul intersecțiilor cu alte căi de comunicații se impun cote obligate pentru linia roșie.

Când intersecțiile sunt la același nivel, se va impune noii linii roșii, cota căii de comunicații existentă.

Când intersecțiile sunt denivelate cota liniei roșii se stabilește în funcție de gabaritul de liberă trecere:

- pentru pasaj denivelat superior, drumul se află deasupra căii de comunicații existente (figura 3.5);
- pentru pasaj denivelat inferior, drumul se află sub calea de comunicație existentă (figura 3.6).



**Figura 3.5**  
**Cota obligată pentru pasaje superioare**

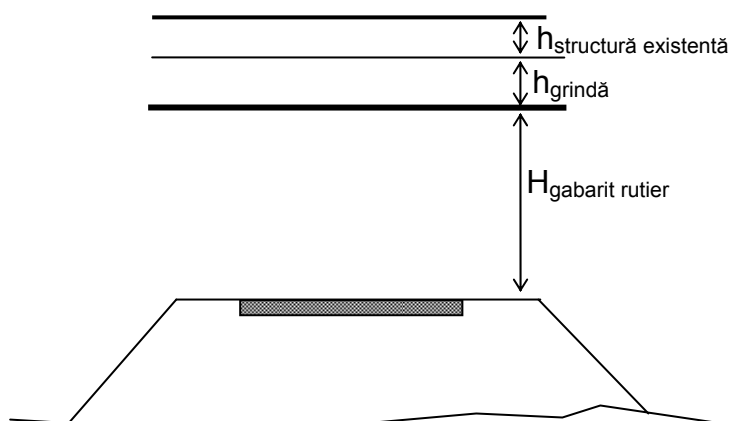


Figura 3.6  
Cota obligată pentru pasaje inferioare

d) pentru străzi, linia roșie a acestora dictează cota zero a clădirilor, care se obține prin sistematizare verticală.

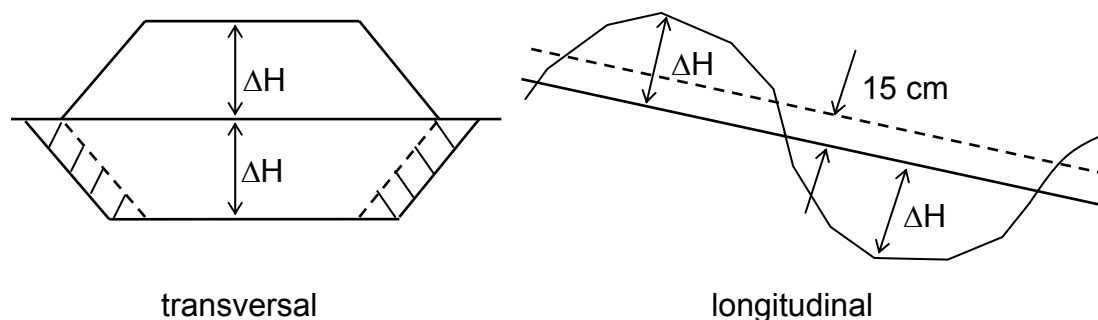
e) la așezarea liniei roșii în cazul drumurilor care se dezvoltă de-a lungul văilor (drumuri de coastă) va trebui respectată o anumită înălțime de asigurare peste 0,50 m deasupra nivelului apelor extraordinare, NAE.

f) la traversarea viroagelor, torenților și văilor seci trebuie să se asigure diferențe în ax (cote de execuție) care să permită adoptarea proiectelor tip de podețe pentru scurgerea apelor.

**B. Criterii economice** se referă la compensarea terasamentelor. Linia roșie trebuie astfel așezată încât să rezulte lucrări minime de săpătură și umplutură (de terasament) și să fie asigurată compensarea lor pe distanțe scurte (materialul rezultat din săpătură - *debleu* - să fie folosit, pe cât posibil în întregime, în lucrările de umplutură - *rambleu* -).

Egalitatea suprafețelor de săpătură și umplutură se face în profil longitudinal, luându-se în considerare și situația din profil transversal, care este diferită de la profil la profil. Astfel, pentru aceeași cotă de execuție (valoarea  $\Delta H$  din figura 3.7) linia roșie se va ridica cu 15 cm pentru a micșora suprafețele de săpătură și mări suprafețele de umplutură, deoarece suprafața

profilului transversal în săpătură este mai mare decât cea a profilului în umplutură.



*Figura 3.7*

*Ridicarea liniei roșii cu 15 cm pentru aceeași cotă de execuție rambleu-debleu*

Atunci când, în anumite situații, așezarea liniei roșii conduce la cote de execuție mai mari de 4,00 m, sunt necesare lucrări de sprijinire. Când diferențele în ax sunt mai mari de 7,00 m este necesar să se restudieze traseul drumului în plan de situație sau, dacă situația o impune și se justifică din punct de vedere economic, se vor executa viaducte sau tuneluri (de exemplu în cazul autostrăzilor).

Este de preferat ca linia roșie la drumuri să fie într-un mic rambleu, astfel încât drumul să fie deasupra liniei terenului, ceea ce conduce la o mai bună scurgere a apelor. În schimb, în cazul străzilor, linia roșie se va așeza în debleu, deoarece strada îndeplinește și rolul de colectare și evacuare a apelor din precipitații.

### 3.3 PICHETAREA TRASEULUI

Pichetarea traseului este o etapă intermediară între traseul drumului în plan de situație și profilul longitudinal. Este necesară pentru trasarea liniei terenului în plan longitudinal.

Această etapă constă în fixarea pe planul de situație a pichetilor pe axul drumului (figura 3.8). Picheții reprezintă:

- punctele de început și de sfârșit ale traseului;
- punctele de intersecție ale curbelor de nivel cu axul drumului ;
- punctele de tangență și de bisectoare ale curbelor de racordare în plan;
- punctele necesare trasării curbelor de racordare în plan.

Distanța minimă între doi picheti consecutivi pe axul drumului trebuie să fie de cel mult 30,00 m. În caz contrar se prevăd picheti intermediari.

Având pichetii astfel stabiliți, se întocmește un tabel (tabelul 3.5) care poartă denumirea de **foaie de pichetaj** (*carnet de pichetaj*, atunci când conține mai multe foi) și care conține toate datele necesare reprezentării liniei terenului în profil longitudinal.

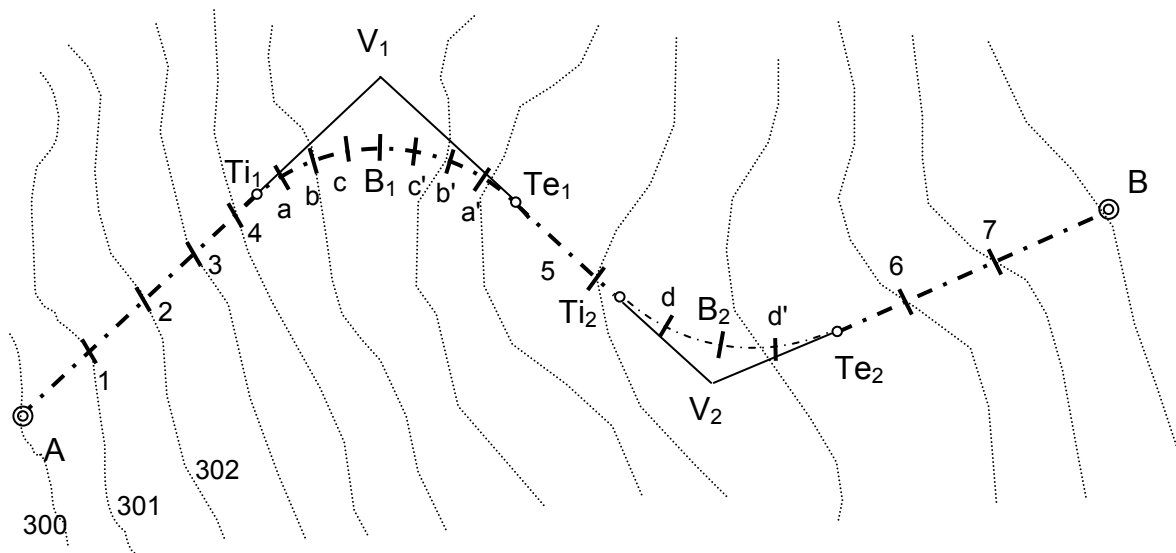


Figura 3.8  
Pichetarea traseului

Se poziționează rigla pe planul de situație cu originea în A. Se citesc valorile din dreptul pichetilor aflați pe aliniament. Distanța între picheti se obține făcând diferența între două citiri succesive. Distanța între pichetii aflați

pe curbă se cunoaște din tabelul de trasare al curbei.

Tabelul 3.5 Foaia de pichetaj

Pichet	Distanța între picheți, m	Poziția kilometrică	Cote teren, m	Traseu
A	12,50	0+0,00	300,00	<p>Aliniament 1 = 67.50 m</p> <p>U = 63.6943 R = 50.00 m T = 91.47 m C = 107.00 m B = 54.24 m</p> <p>Aliniament 2 = 39.50 m</p> <p>U = 89.5966 R = 60.00 m T = 70.70 m C = 104.00 m B = 32.73 m</p> <p>Aliniament 3 = 72.00 m</p>
1	15,00	+12,50	301,00	
2	11,50	+27,50	302,00	
3	13,50	+39,00	303,00	
4	15,00	+52,50	304,00	
T <sub>i1</sub>	9,00	+67,50	304,30	
a	14,00	+76,50	304,60	
b	14,00	+90,50	305,00	
c	14,00	+104,50	305,25	
B <sub>1</sub>	14,00	+118,50	305,50	
c'	14,00	+132,50	305,70	
b'	14,00	+146,5	306,00	
a'	14,00	+160,50	306,90	
T <sub>e1</sub>	14,00	+174,50	307,20	
5	25,50	+188,50	308,00	
T <sub>i2</sub>	20,00	+214,00	308,30	
d	28,00	+234,00	308,50	
B <sub>2</sub>	28,00	+262,00	308,70	
d'	28,00	+290,00	309,10	
T <sub>e2</sub>	28,00	+318,00	309,50	
6	24,50	+346,00	310,00	
7	20,00	+370,50	311,00	
B	29,00	+390,50	312,00	
		+419,50		

Poziția kilometrică a fiecărui pichet în parte se obține prin adunarea la poziția kilometrică anterioară, a distanțelor parțiale dintre picheți. Diferența între ultima valoare obținută pe coloana "poziția kilometrică" și prima valoare de pe aceeași coloană reprezintă lungimea traseului de la punctul de plecare, A la punctul de sosire, B.

Cotele de teren, în cazul picheților care se găsesc pe o curbă de nivel, se obțin prin citirea cotei curbei de nivel respective, pe planul de situație. În cazul picheților care se găsesc între două curbe de nivel, pe planul de situație, cota de teren va fi obținută prin interpolare liniară, pe linia de cea mai mare pantă.

Foia sau carnetul de pichetaj conține elementele de bază pentru redactarea profilului longitudinal.

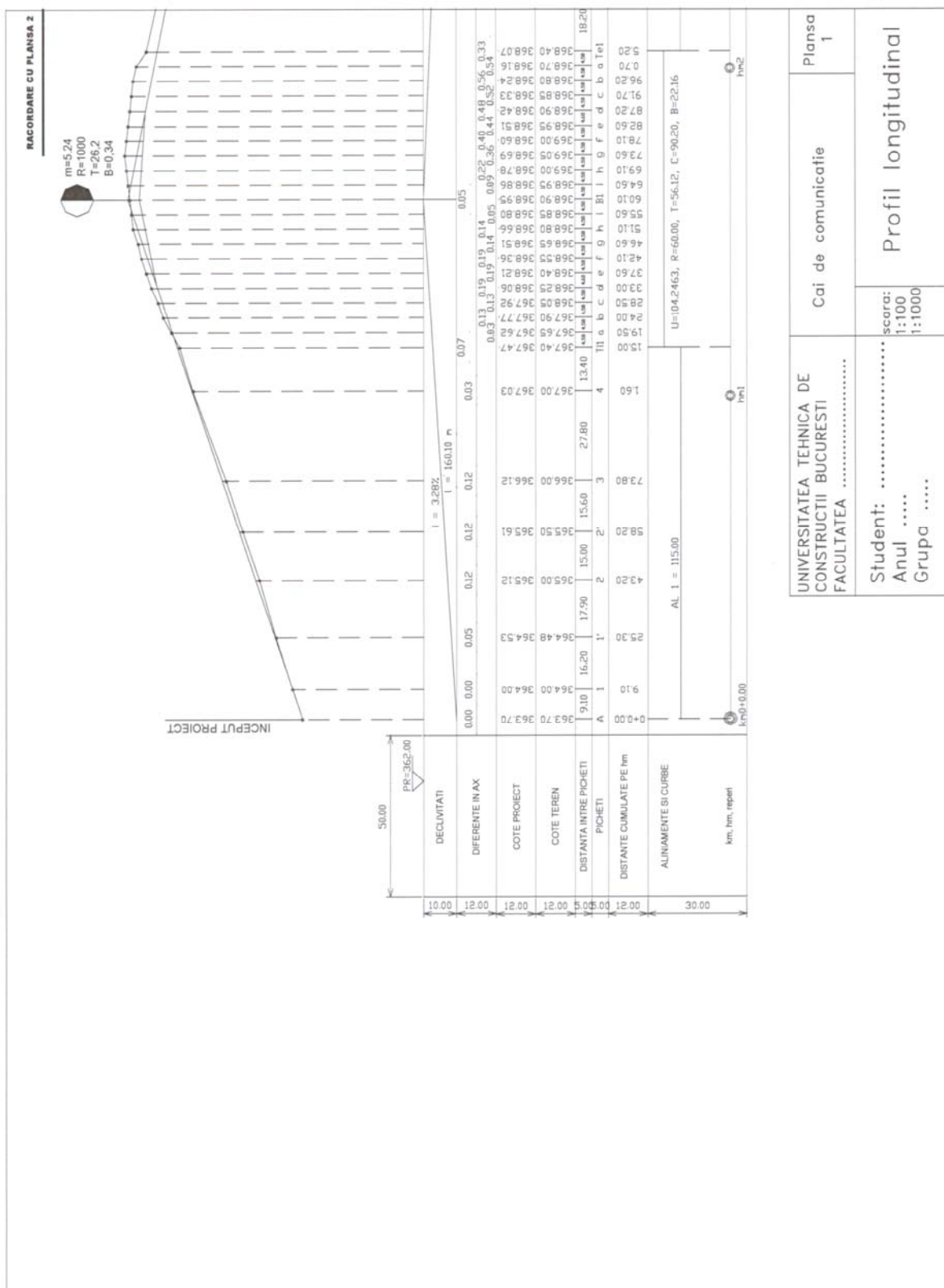
### 3.4 CALCULUL LINIEI ROȘII

Având linia terenului raportată pe baza foii sau carnetului de pichetaj, linia roșie sau linia proiectului (figura 3.9) se așează conform criteriile prevăzute în subcapitolul 3.2.

Calculul liniei roșii presupune determinarea valorii declivităților, a cotelor proiect și a cotelor de execuție pentru toți picheții stabiliți pe traseul drumului.

*Calculul declivităților* (figura 3.10).

Se consideră pasul de proiectare cuprins între picheții A și B. Pichetul A are cota proiect cunoscută (punct de cotă obligată):  $C_p^A$ . În pichetul B cota proiect este necunoscută, dar se poate determina, prin citire pe planșa profilului longitudinal, față de planul de referință PR. Astfel obținem o cotă proiect aproximativă în pichetul B.



**Figura 3.9**  
**Profilul longitudinal al drumului**



DRUMUL ÎN PROFIL LONGITUDINAL

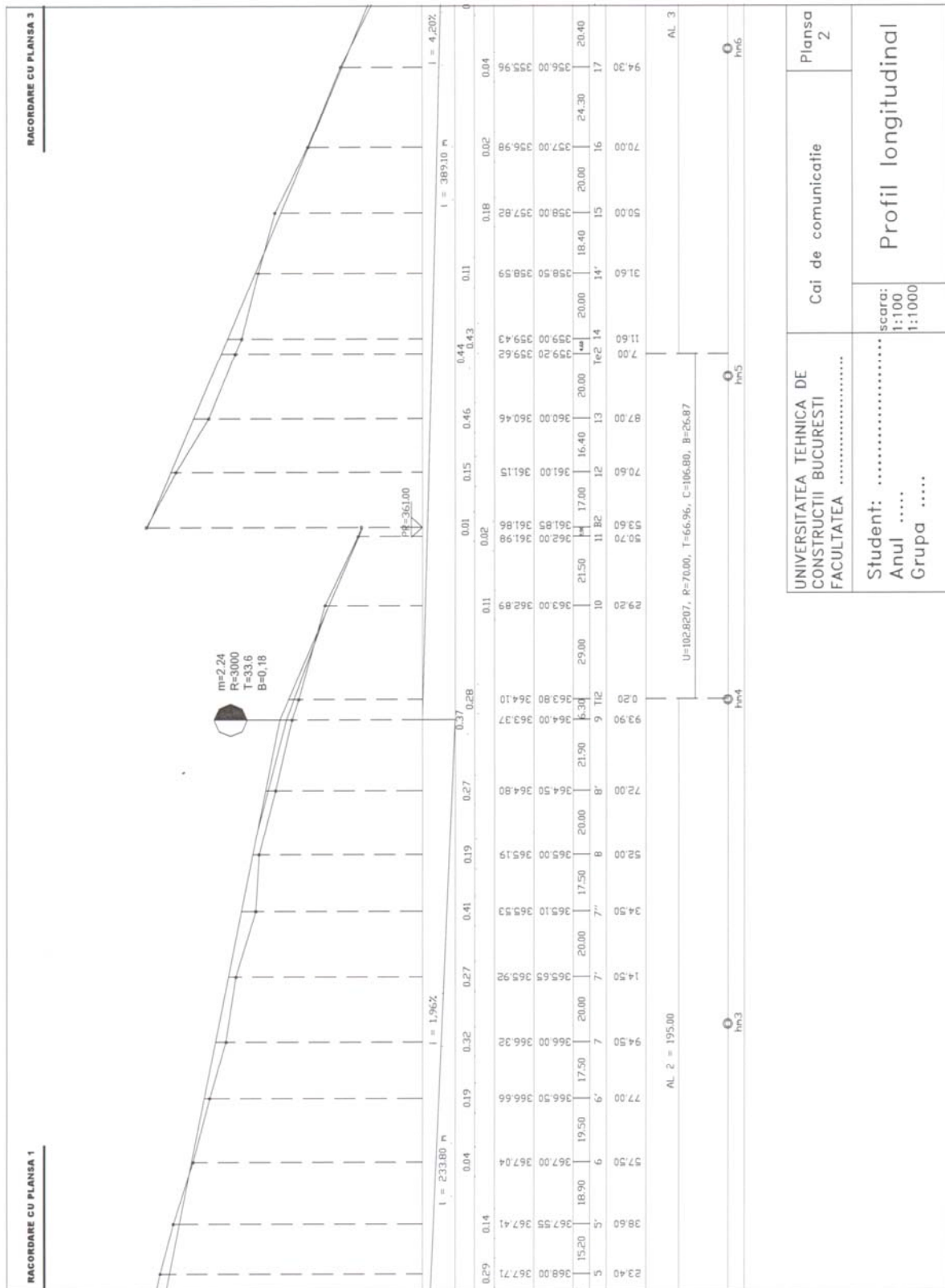


Figura 3.9  
Profilul longitudinal al drumului (continuare)

UNIVERSITATEA TEHNICA DE CONSTRUCTII BUCURESTI FACULTATEA .....	Cai de comunicare	Planşa 2
Student: .....	scara: 1:100 1:1000	Profil longitudinal
Anul .....		
Grupa .....		

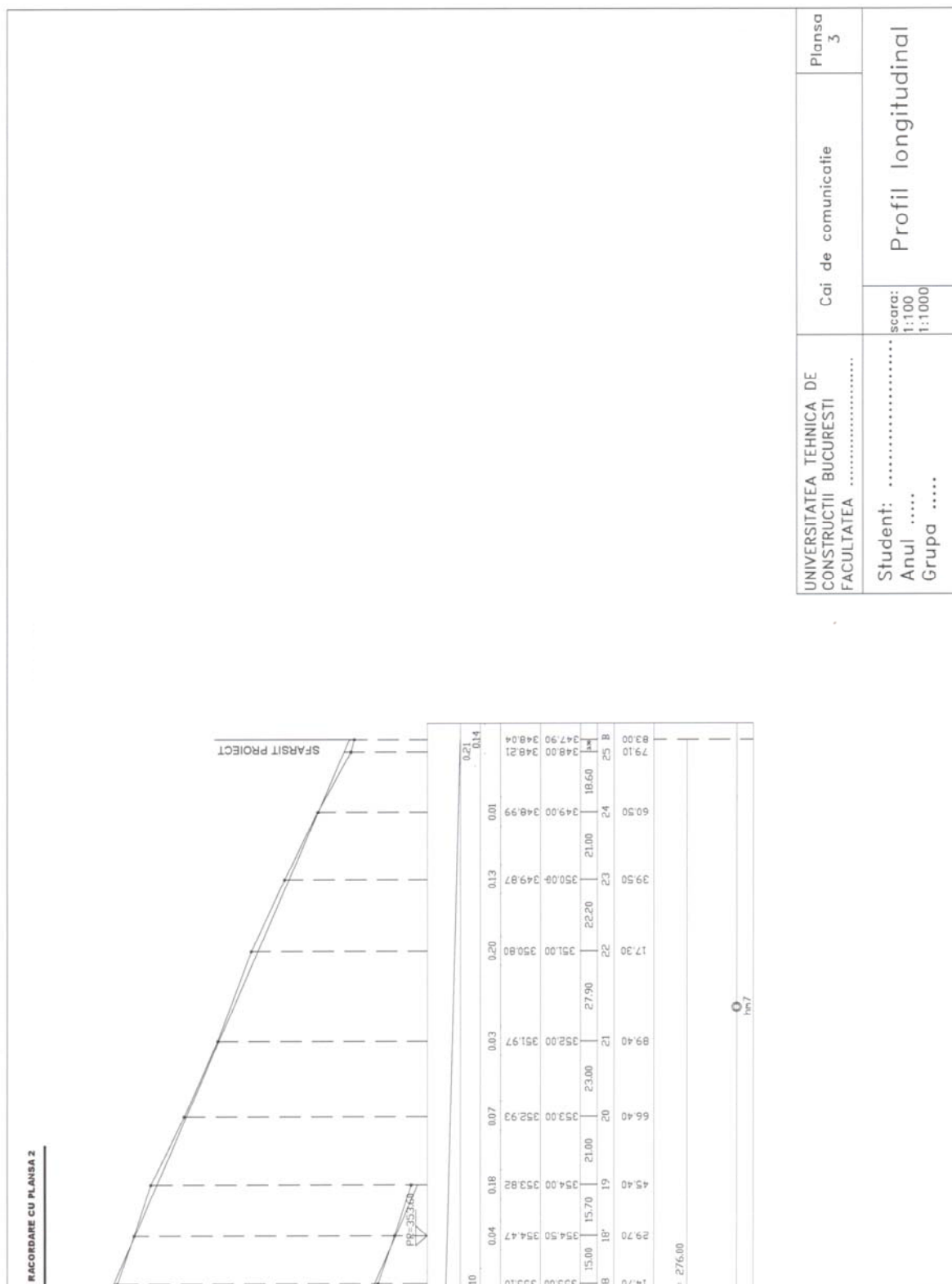


Figura 3.9  
Profilul longitudinal al drumului (continuare)

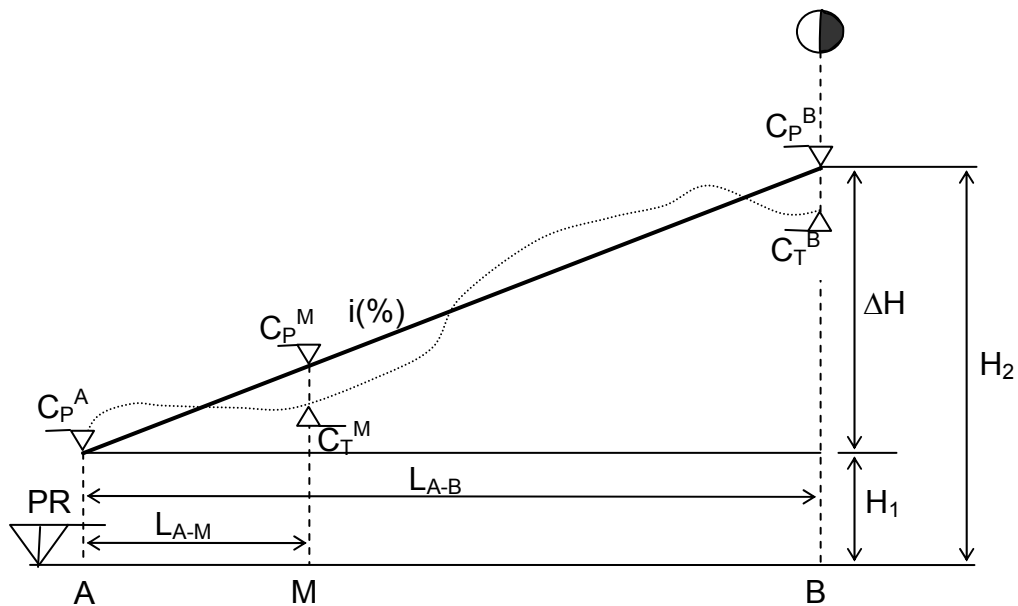


Figura 3.10  
Calculul liniei roșii

Declivitatea se calculează în funcție de diferența  $\Delta H$  dintre cotele proiect și distanța între picheți  $L_{A-B}$  obținută prin diferența între pozițiile kilometrice ale picheților:

$$i = \frac{\Delta H}{L_{A-B}} 100 \quad (\%) \quad (3.2)$$

Valoarea rezultată a declivității se rotunjește la a doua zecimală.

Calculul cotelor proiect (figura 3.10). Fie un pichet M intermediar între A și B. Cota sa proiect se determină în funcție de declivitatea  $i$ , de cota proiect a pichetului de început  $C_P^A$  și de distanța între picheți  $L_{A-M}$ :

$$C_P^M = C_P^A + \frac{i}{100} \cdot L_{A-M} \quad (3.3)$$

Dacă declivitatea  $i$  este o pantă, atunci avem:

$$C_P^M = C_P^A - \frac{i}{100} \cdot L_{A-M} \quad (3.4)$$

Distanța  $L_{A-M}$  se obține prin diferența pozițiilor kilometrice ale celor doi picheți.

Cota proiect în pichetul B se recalculează, obținându-se valoarea corectă:

$$C_P^B = C_P^A + \frac{i}{100} \cdot L_{A-B} \quad (3.5)$$

*Calculul cotelor de execuție.* Cunoscând cele două cote ce caracterizează un pichet de pe traseu,  $C_P^A$  și  $C_T^A$  se poate calcula diferența în ax sau cota de execuție:

$$\text{cota de execuție} = C_P^A - C_T^A \quad (3.6)$$

### 3.5 RACORDAREA DECLIVITĂȚILOR

Pentru a se asigura continuitatea circulației precum și vizibilitatea în profil longitudinal, declivitățile trebuie racordate prin curbe de racordare verticală. Racordarea a două declivități succesive prin curbe verticale se face atunci când diferența algebrică dintre ele, în valoare absolută (tangenta trigonometrică, m), este mai mare decât 0.5%.

Pentru fiecare racordare verticală se calculează elementele sale principale: tangenta T și bisectoarea, B. Lungimea curbei de racordare verticală nu se mai calculează, ea considerându-se egală cu lungimea traseului în plan orizontal.

Se presupune o racordare de tip convex între două declivități, ca în figura 3.11.

Cele două declivități considerate în figura de mai sus sunt determinate de unghiurile  $\alpha_1$  și  $\alpha_2$ :

$$i_1 = tg \alpha_1 \quad (+) \quad (3.7)$$

$$i_2 = tg \alpha_2 \quad (-) \quad (3.8)$$

Declivitatea  $i_1$  este o rampă (+) iar declivitatea  $i_2$  este o pantă (-).

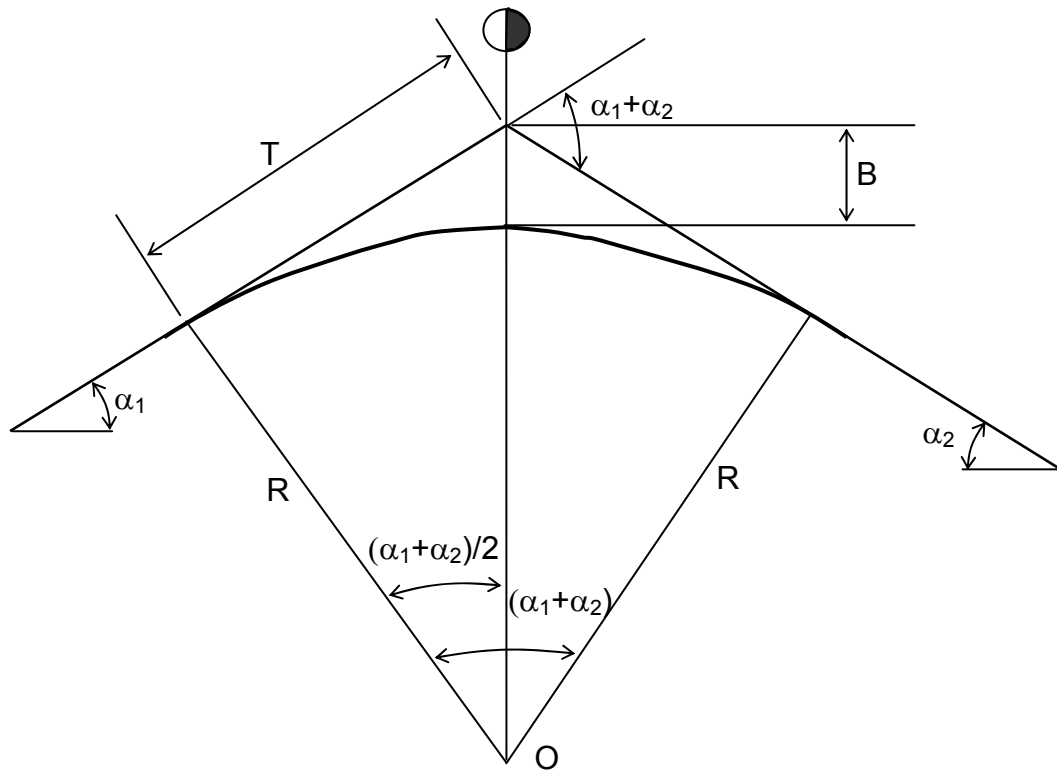


Figura 3.11  
Elementele racordării verticale

Mărimea tangentei T rezultă în funcție de unghiul la centru,  $(\alpha_1 + \alpha_2)$ :

$$T = R \operatorname{tg} \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} = R \frac{\operatorname{tg} \frac{\alpha_1}{2} + \operatorname{tg} \frac{\alpha_2}{2}}{1 - \operatorname{tg} \frac{\alpha_1}{2} \operatorname{tg} \frac{\alpha_2}{2}} \quad (3.9)$$

Pentru valori mici ale unghiurilor  $\alpha_1$  și  $\alpha_2$  produsul  $\operatorname{tg} \frac{\alpha_1}{2} \operatorname{tg} \frac{\alpha_2}{2}$  este neglijabil în comparație cu 1, deci putem scrie:

$$T = R \frac{i_1 + i_2}{2} = \frac{R \cdot m}{2} \quad (3.10)$$

unde m este tangenta trigonometrică a unghiului format de declivități (a doua declivitate minus prima declivitate, fiecare luată cu semnul lor, în valoare absolută):

$$m = |(-i_2) - (+i_1)| = |-(i_1 + i_2)| \quad (3.11)$$

Calculul lui  $m$  pentru alte cazuri de racordări este prezentat în figura 3.12.

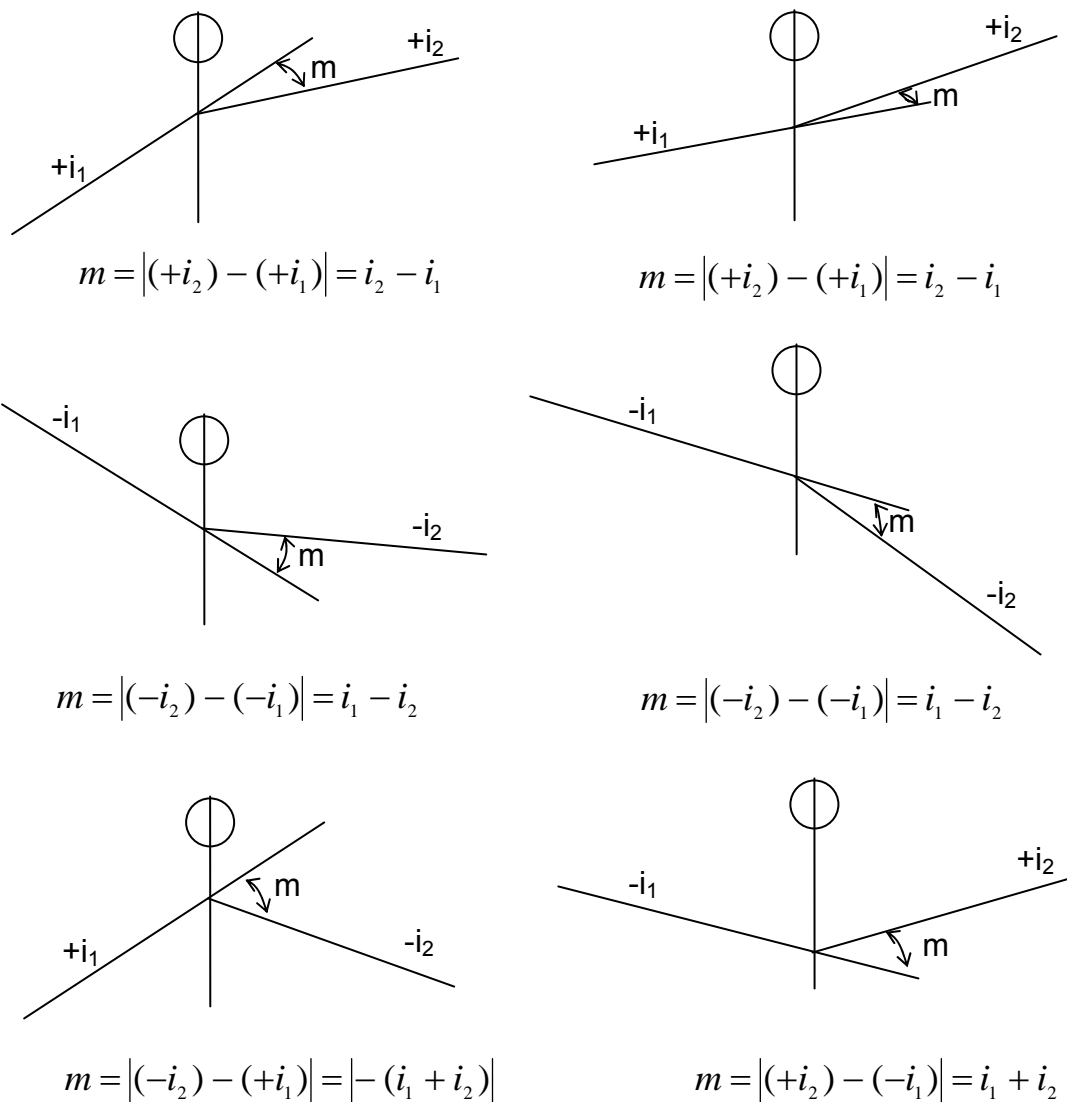


Figura 3.12

Calculul tangentei trigonometrice a unghiului dintre declivități

Dacă declivitățile se exprimă procentual, avem:

$$T = \frac{R \cdot m}{200} \quad (3.12)$$

Cunoscând lungimea tangentei se poate determina bisectoarea B (figura 3.11):

$$T^2 + R^2 = (R + B)^2 \quad (3.13)$$

Prin neglijarea termenului  $B^2$  care este mic în raport cu  $R$  și  $T$ , se obține:

$$B = \frac{T^2}{2R} \quad (3.14)$$

Deoarece profilul longitudinal se reprezintă la scară deformată, se admite că lungimea tangentei considerată pe declivitate (dreapta înclinată) este aproximativ egală cu lungimea considerată pe orizontală (figura 3.13). Pentru a calcula ordonata "y" a oricărui pichet (M) de pe curba de racordare se determină poziția sa față de punctul de tangență "x". Astfel, ordonata rezultă:

$$y = \frac{x^2}{2R} \quad (3.15)$$

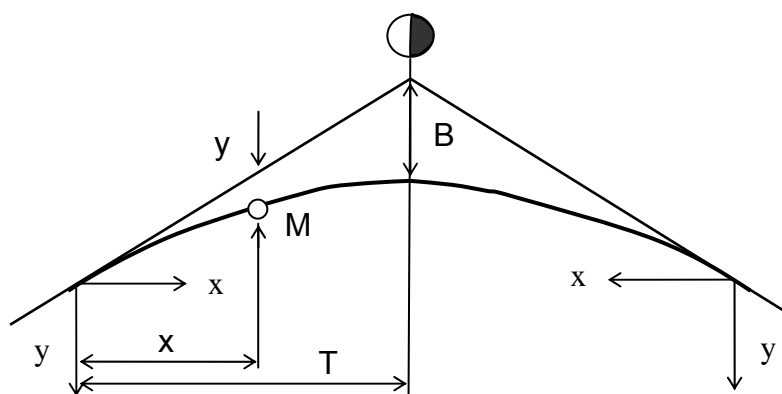


Figura 3.13

Calculul cotelor pentru pichetii de pe curba de racordare verticală

**Calculul razei minime în cazul racordării convexe.** Se face ținând seama de condițiile de asigurare a vizibilității (conducătorul autovehiculului aflat pe declivitate trebuie să observe la timp un obstacol situat pe partea carosabilă a celeilalte declivități pentru a putea stopa la timp în fața lui), în două ipoteze de calcul:

1<sup>o</sup>) vehiculul și obstacolul sunt situate pe curba de racordare verticală: figura 3.14.

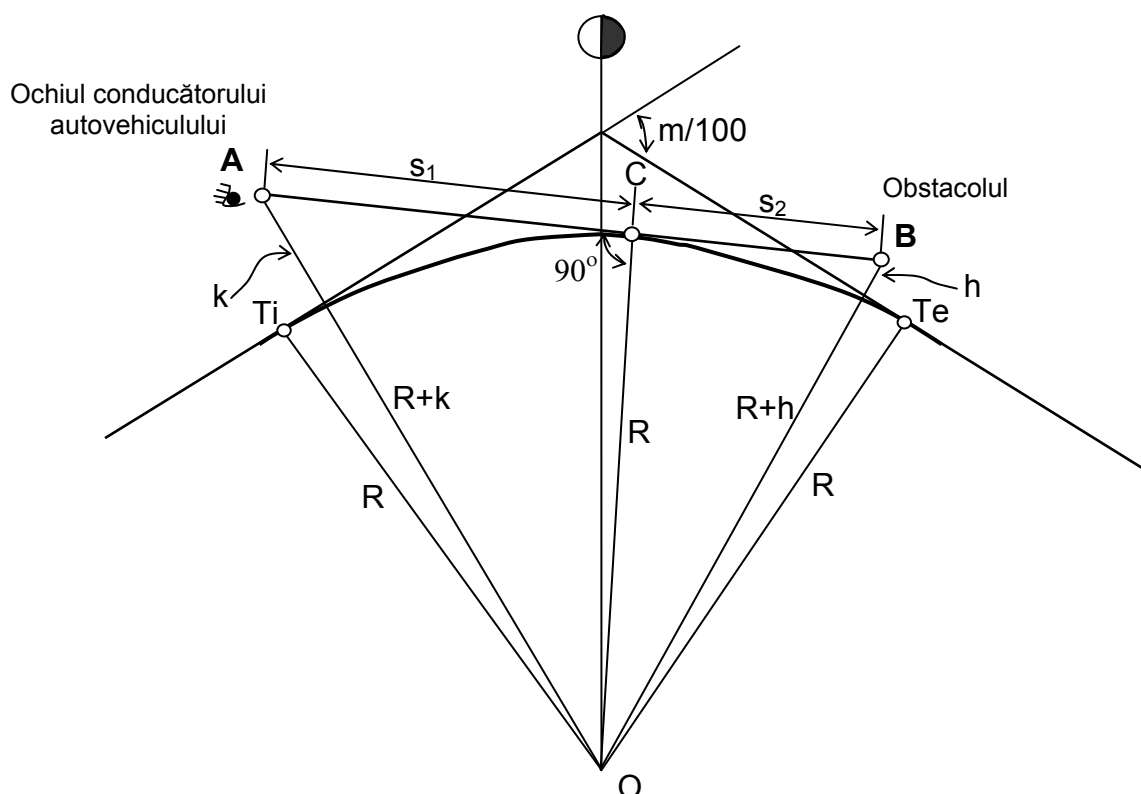


Figura 3.14

Calculul razei minime pentru racordarea convexă:  
vehiculul și obstacolul sunt situate pe curba de racordare verticală

În figura de mai sus s-a notat cu  $k$  înălțimea ochiului conducătorului autovehiculului (A), ce are valoarea 1,20 – 1,40 m și cu  $h$  înălțimea obstacolului (B), ce are valoare 0,10 - 0,20 m.

Raza vizuală din A este tangentă în C la suprafața căii și întâlnește obstacolul din B la distanța AB egală cu distanța de vizibilitate, E:

$$E = s_1 + s_2 \quad (3.16)$$

cu  $AC = s_1$  și  $BC = s_2$

În cele două triunghiuri dreptunghice care se formează conform figurii 3.10, cu raza  $R$  a racordării verticale se poate scrie:

$$(R + k)^2 = s_1^2 + R^2 \quad \text{și} \quad (R + h)^2 = s_2^2 + R^2 \quad (3.17)$$



Prin neglijarea termenilor  $k_2$  și  $h_2$  care sunt mici în raport cu ceilalți, se obține:

$$s_1 = \sqrt{2Rk} \text{ și } s_2 = \sqrt{2Rh} \quad (3.18)$$

$$E = \sqrt{2R}(\sqrt{k} + \sqrt{h}) \quad (3.19)$$

Astfel, rezultă expresia razei minime de racordare circulară convexă în cazul în care vehiculul și obstacolul sunt situate pe curba de racordare:

$$R_{1^o}) = \frac{E^2}{2(k + h + 2\sqrt{kh})} \quad (3.20)$$

2<sup>o</sup>) vehiculul și obstacolul sunt situate în afara curbei de racordare verticală: figura 3.15.

Raza vizuală AB este orizontală și tangentă la suprafața căii în punctul C:

$$AB = E = s_1 + s_2 + s_3 + s_4 \quad (3.21)$$

Conform figurii 3.15:

$$s_2 = s_3 = \frac{Rm}{400} \quad (3.22)$$

$$s_1 = \frac{k}{\sin \frac{m}{200}} = \frac{k}{\frac{m}{200} \sqrt{1 + \frac{m^2}{4000}}} = \frac{200k}{m} \quad (3.23)$$

$$s_4 = \frac{200h}{m} \quad (3.24)$$

Rezultă:

$$E = \frac{200k}{m} + \frac{Rm}{200} + \frac{200h}{m} \quad (3.25)$$

Expresia razei minime de racordare circulară convexă circulară convexă în cazul în care vehiculul și obstacolul sunt situate în afara curbei de racordare este următoarea:

$$R_{2^{\circ})} = \frac{200}{m} \left( E - \frac{200}{m} (k + h) \right) \quad (3.26)$$

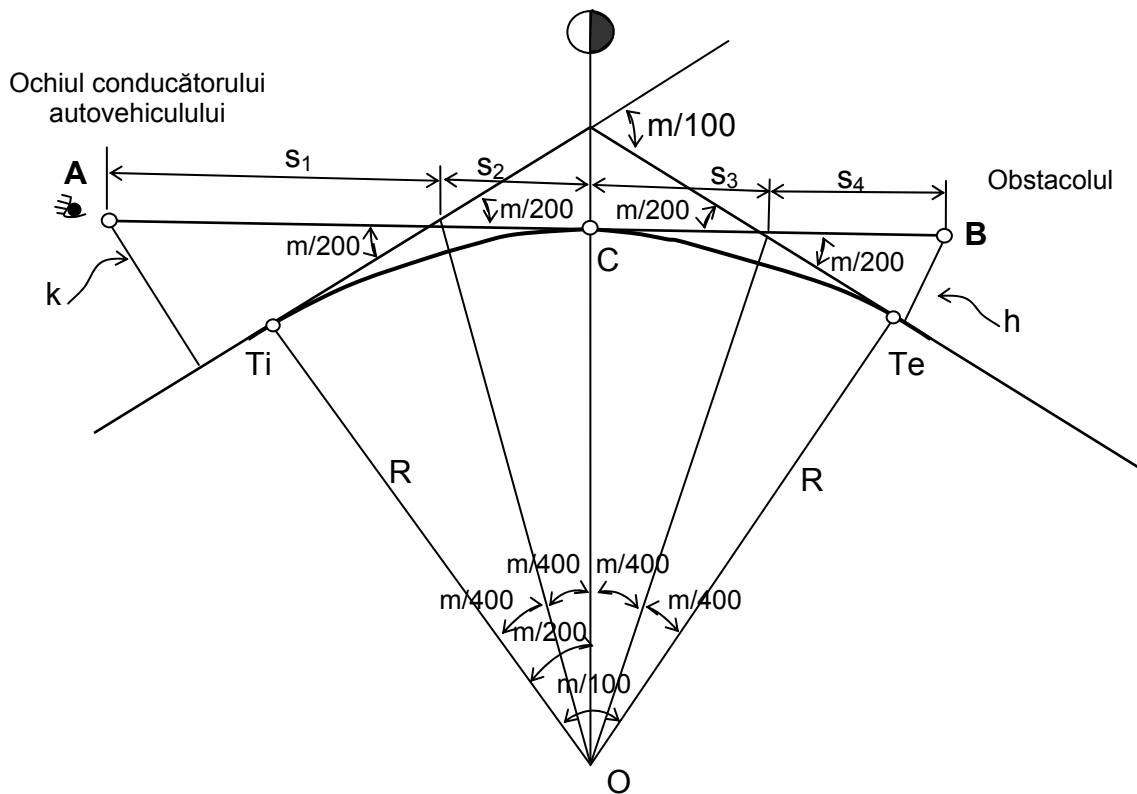


Figura 3.15

*Calculul razei minime pentru racordarea convexă: vehiculul și obstacolul sunt situate în afara curbei de racordare verticale*

Se consideră valoarea maximă obținută din expresiile (3.20) și (3.26):

$$R_{\min,convexa} = \max.(R_{1^{\circ}), R_{2^{\circ})}) \quad (3.27)$$

**Calculul razei minime în cazul racordării concave.** Se face în condiții impuse de asigurarea vizibilității la circulația pe timp de noapte, limitarea valorii accelerației normale (realizarea confortului circulației la parcurgerea curbei de racordare) și asigurarea lungimii minime a racordării.

1°) *condiția de confort la parcurgerea curbei:* se adoptă o valoare redusă pentru accelerația normală care ia naștere la parcurgerea curbei de racordare verticală (figura 3.16).

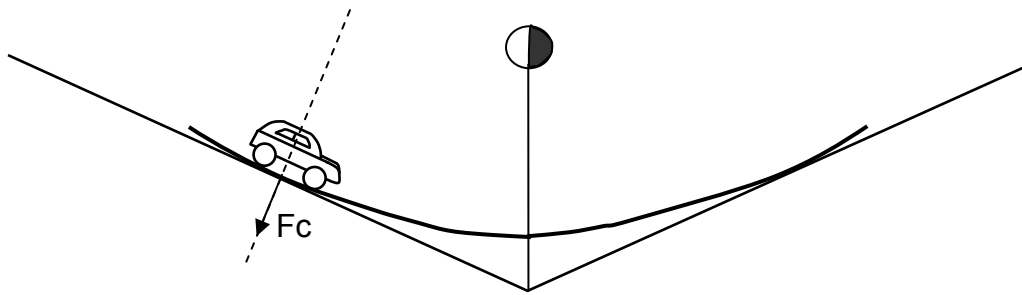


Figura 3.16  
Calculul razei minime pentru racordarea concavă:  
condiția de confort la parcurgerea curbei

Accelerația normală este:

$$a_n = \frac{v^2}{R} \quad (3.28)$$

și are valori cuprinse între 0,15 și 0,3 m/s<sup>2</sup>. Dacă se ia  $\frac{v^2}{R} = 0,2 \text{ m/s}^2$ , rezultă raza minimă în acest caz:

$$R_{1^o)} = \frac{V^2}{2,5} \quad (3.29)$$

2<sup>o</sup>) asigurarea vizibilității pe timp de noapte: se pune condiția ca, în timpul nopții, distanța de iluminare a farurilor unui autovehicul ce parcurge curba de racordare verticală să fie mai mare decât distanța de frânare, E (figura 3.17).

Pentru calcul se consideră înălțimea farului  $h_1 = 0,75 \text{ m}$ , înălțimea obiectului  $h = 0$ , unghiul sub care bat farurile,  $\alpha = 1^\circ$  iar distanța de frânare mai mică decât lungimea de racordare.

Pentru construcția grafică din figura 3.16 se poate scrie:

$$E^2 = (h_1 + E \sin \alpha)[2R - (h_1 + E \sin \alpha)] \quad (3.30)$$

$$E^2 = 2R(h_1 + E \sin \alpha) - (h_1 + E \sin \alpha)^2 \quad (3.31)$$

Prin neglijarea termenului al doilea din dreapta rezultă expresia razei minime în acest caz:

$$R_{2^{\circ})} = \frac{E^2}{2(h_1 + E \sin \alpha)} \quad (3.32)$$

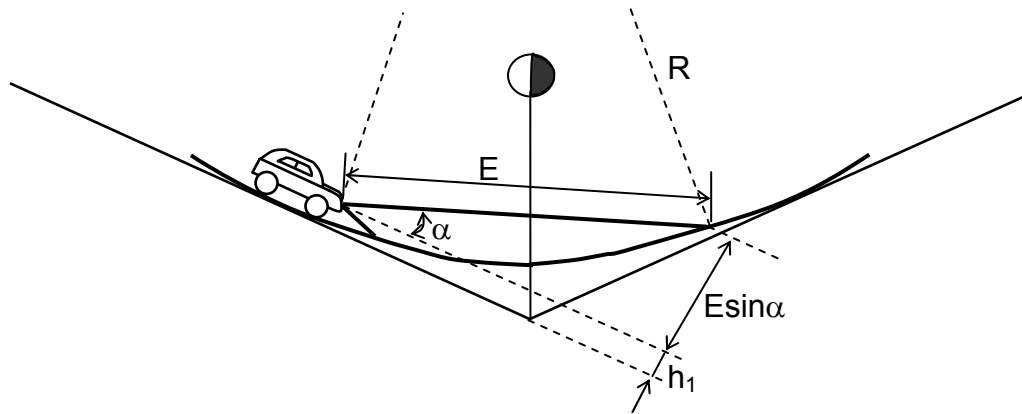


Figura 3.17  
Calculul razei minime pentru racordarea concavă:  
asigurarea vizibilității pe timp de noapte

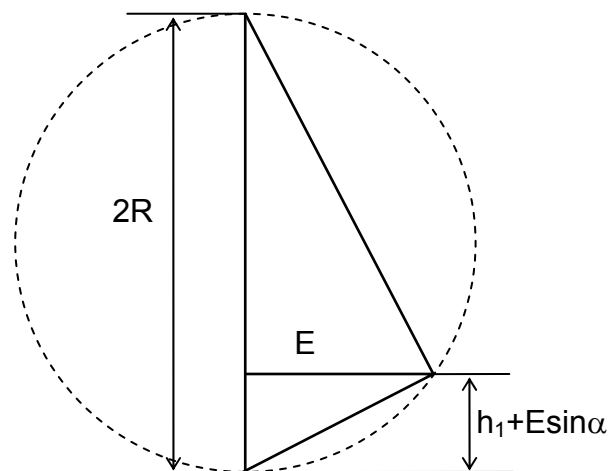


Figura 3.16  
Construcție grafică pentru determinarea razei de racordare verticală

3<sup>o</sup>) asigurarea lungimii minime de racordare: se pune condiția ca lungimea tangentei de racordare (în m) să fie:

$$T_{\min} = \frac{V}{2} \dots V \quad (3.33)$$

Dar  $T = \frac{R m}{200}$ . Rezultă raza minimă în acest caz:

$$R_{3^o) = \frac{200 T_{\min}}{m} \quad (3.34)$$

În final se alege valoarea maximă rezultată din considerarea celor trei cazuri de mai sus:

$$R_{\min,concava} = \max.(R_{1^o), R_{2^o), R_{3^o)}) \quad (3.35)$$

---

## CAPITOLUL 4

### DRUMUL ÎN PROFIL TRANSVERSAL

#### 4.1 ELEMENTELE DRUMULUI ÎN PROFIL TRANSVERSAL.

##### TIPURI DE PROFILE TRANSVERSALE PENTRU DRUMURI

*Profilul transversal* este proiecția pe un plan vertical frontal a intersecției suprafeței drumului cu un plan vertical normal pe axa sa.

Profilele transversale se execută în toți pichetii stabiliți în foaia sau carnetul de pichetaj și nu trebuie să depășească distanța de 50 de m între ele, în funcție de relief. Profilele transversale trebuie să surprindă toate punctele caracteristice ale traseului drumului: modificări ale înclinării terenului natural, modificări ale declivității drumului, podețe, ziduri de sprijin.

Reprezentarea unui profil transversal începe prin desenarea axei sale. Apoi, după efectuarea unui nivelment transversal se obține linia terenului. Conform „Legii drumului” se adoptă lățimea drumului în aliniament, se calculează apoi lățimea drumului în curbă iar după poziția în plan longitudinal va rezulta tipul de profil transversal.

Fiecare profil transversal se caracterizează prin poziție kilometrică și număr de ordine.

Profilele transversale cuprind:

- elementele necesare execuției infrastructurii drumului: dimensiuni, cote, pante, date privind amenajarea virajelor, elemente

caracteristice lucrărilor de artă și dispozitivelor pentru scurgerea apelor;

- elemente de suprastructură: lățimea și grosimea structurii rutiere, dimensiunea benzilor de încadrare, pantele transversale.

Scopul realizării profilelor transversale este acela de a prezenta situația reală, pichet cu pichet, în sens transversal drumului și de a putea calcula volumul de terasamente și suprafețele de taluzat și de a stabili eventualele exproprieri.

Elementele profilului transversal sunt:

- *partea carosabilă* sau *calea*: partea centrală special amenajată pentru circulația vehiculelor. Se caracterizează prin lățime și pantă transversală (dinspre ax spre acostament) în aliniament și curbă, mod de alcătuire și dimensiunile structurii rutiere. Valoarea pantei transversale depinde de tipul de îmbrăcămintă (1,5 ... 3 %) (figura 4.1, 4.2, 4.3);
- *acostamentele*: două fâșii de teren, amenajate sau nu, de o parte și de alta a părții carosabile. Au rol de protecție a căii, înlesnesc scurgerea apelor datorită pantelor transversale mai mari decât cele de pe carosabil, asigură circulația pietonilor, servesc pentru depozitarea materialelor necesare întreținerii drumului, pentru amplasarea unor lucrări accesorii și pentru staționarea vehiculelor în pană. Când au lățime suficientă pot fi folosite pentru lărgirea ulterioară a căii. Panta transversală depinde de modul de alcătuire și consolidare (4 ... 6 %). Fâșia din acostament care limitează partea carosabilă și este consolidată se numește *bandă de încadrare* și are lățimea cuprinsă între 0.25 m și 0.75 m în funcție de tipul drumului (figura 4.1, 4.2, 4.3);
- *plafoma*: partea carosabilă + acostamentele (figura 4.1, 4.2, 4.3);

- *taluzurile*: porțiuni înclinate, de o parte și de alta a platformei drumului care fac legătura cu terenul natural și limitează lateral lucrările de terasamente; punctul dinspre platformă, în cazul rambleului (marginea superioară, în general) se numește *creasta taluzului* iar cel care se găsește pe terenul natural, în cazul rambleului (marginea inferioară, în general) se numește *picioarul taluzului*. Taluzul se caracterizează prin *înclinare*, indicată printr-un raport care exprimă valoarea tangentei trigonometrice a unghiului format de taluz cu orizontala (de exemplu: 2:3, 1:3, 1:1, 3:1). Valoarea înclinării se stabilește în funcție de tipul pământului din terasament și de înălțimea taluzului (figura 4.1, 4.2, 4.3);
- *dispozitivul de scurgere a apelor*: poate fi *șanț* (trapezoidal) sau *rigolă* (triunghiulară) (figura 4.2, 4.3, 4.4), în funcție de formă, dimensiuni și de capacitatea de preluare a apelor de suprafață. Are rolul de a îndepărta de pe partea carosabilă apele provenite din precipitații atunci când drumul este în debleu. Atât șanțul cât și rigola au taluzuri cu diferite înclinări (1:1, 1:1.5, 1:2, 1:3), valoarea mai mică fiind folosită spre drum. Adâncimea variază între 0,15 m și 0,30 m în cazul rigolei și 0,30 m și 0,50 m în cazul șanțului, în funcție de debitul de apă care trebuie evacuat. În general rigola se preferă în regiunile accidentate, datorită pantelor mari de scurgere, în ciuda secțiunii reduse;
- *ampriza*: zona cuprinsă între picioarul taluzului stânga și picioarul taluzului dreapta (în cazul rambleului) sau zona cuprinsă între creasta taluzului stânga și creasta taluzului dreapta (în cazul debleului). Variază ca lățime în funcție de înălțimea rambleului respectiv adâncimea debleului (figura 4.1, 4.2, 4.3). În anumite cazuri se pot prevedea *șanțuri de gardă* (pentru apărarea picioarului taluzului de rambleu sau a taluzurilor de debleu de apele ce se scurg



de pe coastă, figura 4.5) mai ales la ramblee mici și atunci ampriza va fi delimitată de muchiile exterioare ale acestor șanțuri;

- *zona drumului*: zonă alcătuită din ampriză și două *zone de siguranță*, laterale (stânga, dreapta), cu lățimea cuprinsă între 1 și 5 m. Zonele de siguranță servesc la eventuala lărgire a platformei drumului, la depozitarea de materiale necesare întreținerii curente, amplasarea instalațiilor de semnalizare, pentru plantații, pentru circulația pietonilor sau pentru alte scopuri legate de exploatarea drumului (figura 4.1, 4.2, 4.3, 4.5).

După poziția platformei drumului în raport cu linia terenului se deosebesc următoarele tipuri de profile transversale:

- a) **profile transversale în rambleu** (umplutură) (figura 4.1): platforma se găsește deasupra terenului natural cu minim 0,50 m de la marginea platformei pentru a se evita executarea șanțurilor.

Când terenul natural prezintă o înclinare mai mare de 1:5 se execută trepte de înfrățire cu lățimea de minim 1,00 m și înclinarea de 2% spre vale.

Când înălțimea rambleului este mai mare de 4,00 m se amenajează la fiecare diferență de nivel de circa 2 m o banchetă numită *bermă* de cel puțin 0,50 m lățime care să permită frângerea înclinării taluzului precum și circulația lucrătorilor care se ocupă cu întreținerea taluzului.

Când rambleul este foarte înalt, pe baza unui studiu tehnico-economic, se înlocuiește prin viaduct.

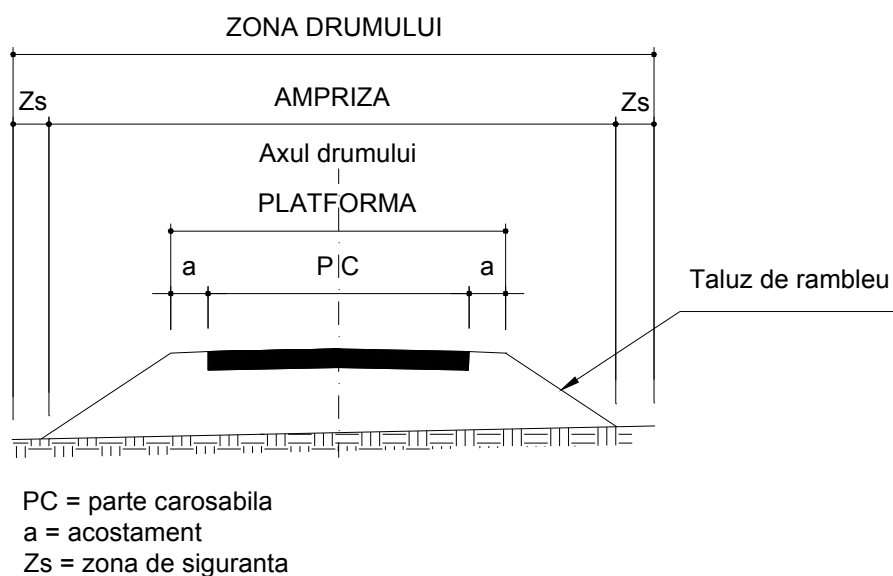
Umplutura se realizează cu pământ bun provenit din lucrări de săpătură, camere sau gropi de împrumut, după anumite reguli tehnice.

- b) **profile transversale în debleu** (săpătură) (figura 4.2): platforma se găsește sub nivelul terenului natural.

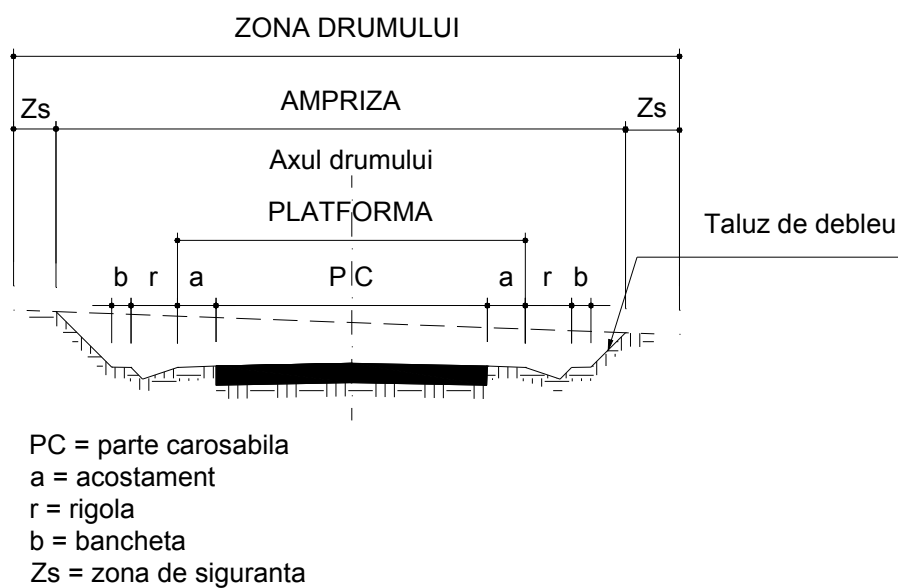
În acest caz se execută dispozitive de colectare și evacuare a apelor de suprafață (șanțuri, rigole).

Când săpătura este adâncă, pe baza unui studiu tehnico-economic, se înlocuiește prin tunel.

Pământul din săpătură va fi transportat în depozite.



*Figura 4.1*  
*Elementele profilului transversal în rambleu*



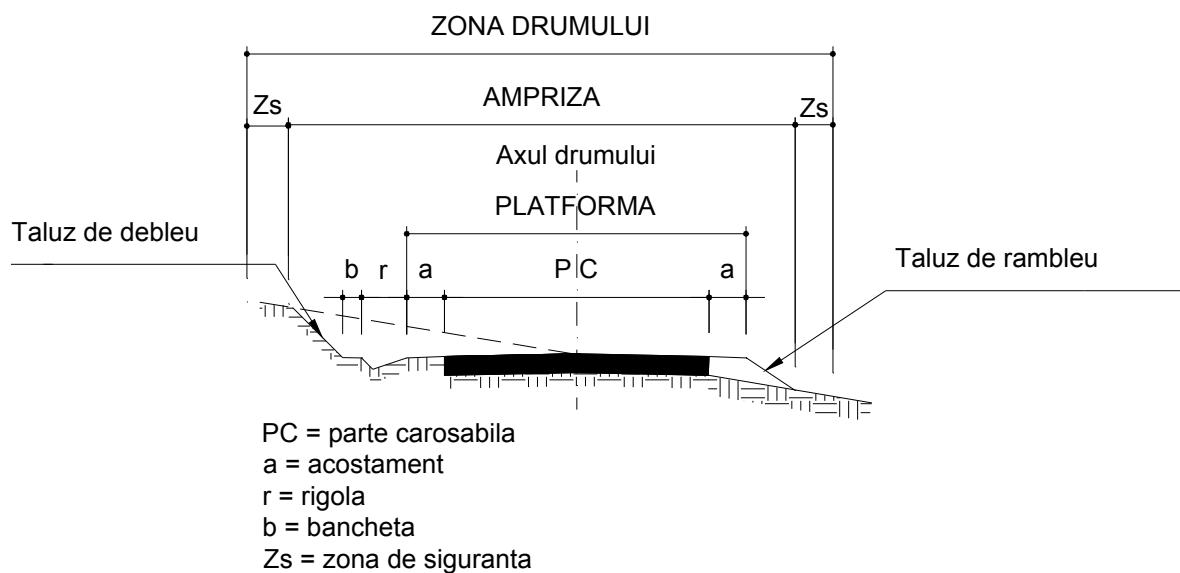
*Figura 4.2*  
*Elementele profilului transversal în debleu*

c) **profile transversale mixte** (figura 4.3): drumul se găsește parțial în rambleu, parțial în debleu.

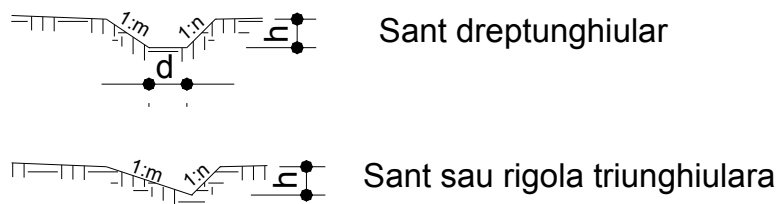
Sunt profile specifice drumurilor de coastă și reunesc elementele caracteristice profielor de rambleu respectiv de debleu.

Avantajele executării drumurilor în rambleu:

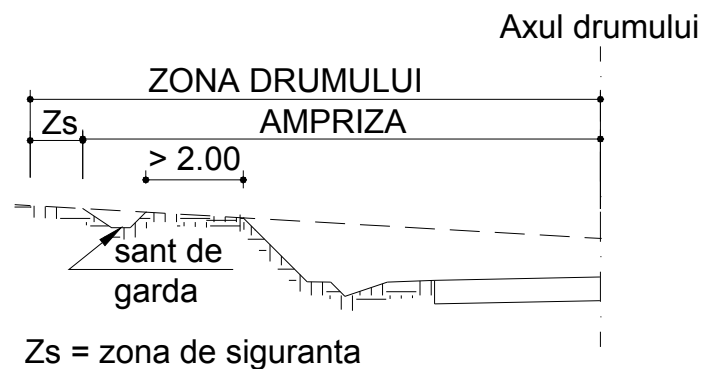
- construcție și întreținere mai puțin costisitoare rezultată din lipsa șanțurilor; apa din șanțuri poate umezi corpul șoselei și pământul din patul drumului, reducând capacitatea portantă a acestuia;
- eliminarea apelor de suprafață este mai eficientă datorită expunerii mai bune soarelui și vântului, drumul fiind uscat aproape în permanență;
- pământul din rambleu are caracteristici controlate;
- înzăpezirea este mai grea;
- ampriza drumului este mai mică.



**Figura 4.3**  
**Elementele profilului transversal mixt**



**Figura 4.4**  
**Dispozitive de scurgere a apelor**



**Figura 4.5**  
**Șanțuri de gardă**

Pentru înălțimi mari, atât de rambleu cât și de debleu, se vor calcula lucrări de sprijinire.

Lățimea platformei drumului rezultă din însumarea lățimii părții carosabile și a celor două acostamente. Ea se măsoară:

- între muchii superioare ale taluzelor de rambleu sau ale șanțurilor ori rigolelor, în cazul în care pe platformă nu sunt parapete;
- între fețele interioare ale lizelor sau glisierelor, în cazul în care pe platformă sunt parapete.

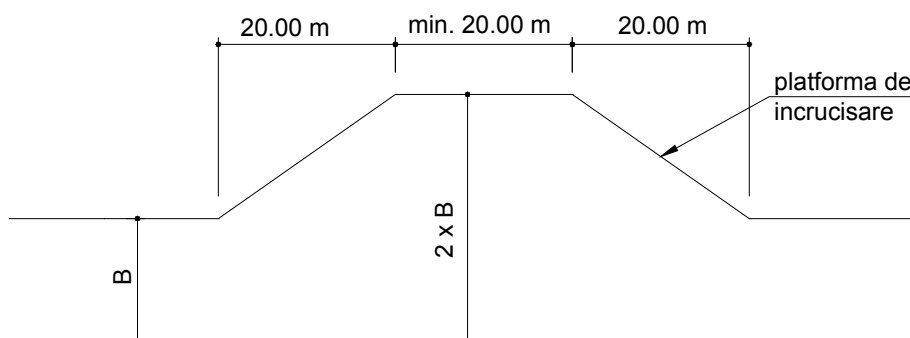
Lățimea platformei este prevăzută în standardele în vigoare și se consideră astfel:

- pentru drumurile publice, în funcție de:
  - intensitatea circulației care determină clasa tehnică a drumului;
  - relieful terenului la autostrăzi;

- funcționalitatea drumului care determină încadrarea în categoriile drumurilor publice.
  - pentru drumurile de exploatare, în funcție de:
    - cantitatea de produse care se transportă anual;
    - suprafața de pădure care se exploatează;
    - întreținerea și exploatarea canalelor de irigație sau a altor obiective;
    - gabaritele vehiculelor care circulă pe drum;
    - funcționalitatea drumului care determină încadrarea în categoriile drumurilor de exploatare.

Partea carosabilă poate avea una sau mai multe benzi de circulație, în funcție de compoziția și intensitatea traficului și de viteza de proiectare. *Banda de circulație* este fâșia din partea carosabilă destinată circulației unui singur șir de vehicule, care se deplasează în același sens. Lățimea benzii de circulație se stabilește în funcție de lățimea vehiculelor și de spațiile de siguranță necesare asigurării circulației cu o anumită viteză (vezi *Cap.2*).

Partea carosabilă cu o bandă de circulație se aplică acolo unde traficul este foarte redus sau drumul este de importanță secundară, în regiuni accidentate. În acest caz, pentru a se asigura circulația în ambele sensuri se prevăd platforme de încrucișare și depășire, la distanțe de 150 ... 300 m (figura 4.6).



**Figura 4.6**  
**Platforme de încrucișare în cazul drumurilor cu o bandă de circulație**

În tabelul 4.1 se prezintă lățimea platformei și a părții carosabile.

Tabelul 4.1

<b>Lățimea platformei</b>	<b>Lățimea părții carosabile</b>	<b>Tipul drumului</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
26.00 m	2 x 7.50 = 15.00 m	Autostrăzi, regiuni de șes și deal
23.50 m	2 x 7.00 = 14.00 m	Autostrăzi, regiuni de munte
19.00 m	14.00 m	Drumuri naționale cu patru benzi de circulație, din rețeaua drumurilor internaționale
17.00 m	14.00 m	Drumuri naționale cu patru benzi de circulație
12.00 m	7.00 m	Drumuri naționale din clasa tehnică III, din rețeaua drumurilor internaționale
9.00 m	7.00 m	Drumuri naționale și județene din clasa tehnică III
8.00 m	6.00 m	Drumuri naționale și județene din clasa tehnică IV și la unele drumuri județene de clasă tehnică III la care nu se poate adopta lățimea de 9.00 / 7.00 m
7.50 m	5.50 m	Drumuri comunale cu trafic mai intens la care adoptarea acestei lățimi, în mod excepțional, se poate justifica tehnico-economic
7.00 m	5.50 m	Drumuri comunale și la drumurile de exploatare din categoria I
5.00 m	4.00 m	Drumuri de exploatare, din categoria a II-a
3.50 m	2.75 m	Drumuri de exploatare, din categoria a III-a

## 4.2 ELEMENTELE STRĂZII ÎN PROFIL TRANSVERSAL

Strada, în profil transversal, se caracterizează prin:

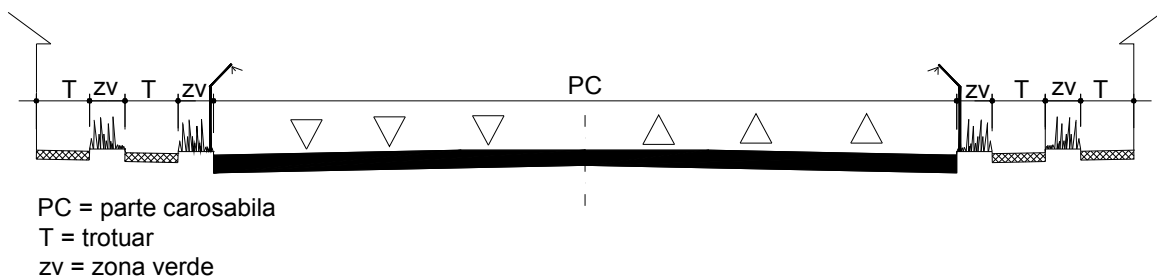
- parte carosabilă
- trotuare
- platforme pentru circulația tramvaielor (linii de tramvai)
- piste pentru cicliști
- borduri de încadrare

- benzi de staționare și spații de parcare adiacente părții carosabile sau trotuarelor
- fâșii libere respectiv zone verzi rezervate pentru amplasarea de instalații subterane, stâlpi de iluminat sau telefonie, parapete, indicatoare rutiere, plantații, coșuri de gunoi, rețele edilitare, eventual galerie vizitabilă etc.
- taluzuri, zone de racordare la construcții

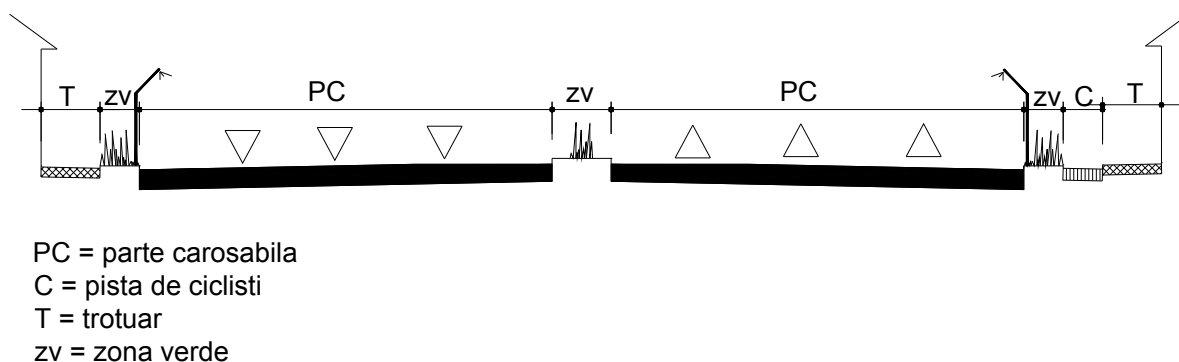
Ca și în cazul drumurilor, *partea carosabilă* este alcătuită din una sau mai multe benzi de circulație. Numărul benzilor de circulație se stabilește printr-un calcul al capacității de circulație a străzii. Lățimea unei benzi de circulație variază între 2,75 m în localitățile rurale și 3,50 m în cazul străzilor de categoria I și II.

Ca și în cazul drumurilor, pentru străzi de importanță secundară se poate amenaja o singură bandă de circulație, prevăzându-se la anumite distanțe platforme de încrucișare.

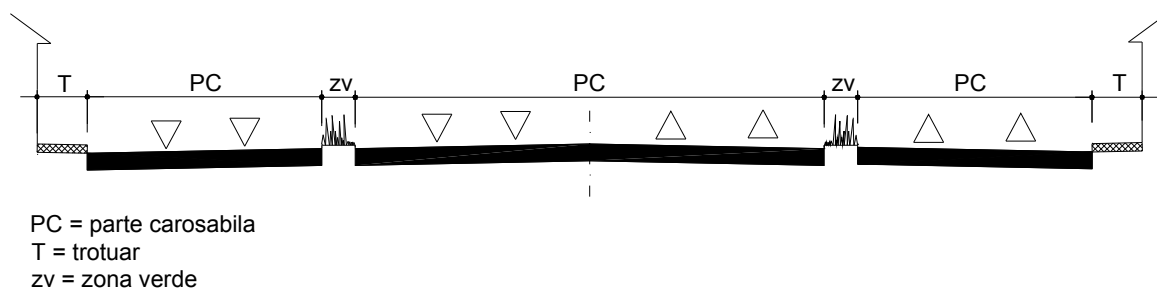
În funcție de intensitatea circulației partea carosabilă cuprinde benzi duble sau multiple pentru fiecare sens de circulație. Benzile de circulație pot fi grupate toate într-o singură cale de circulație sau pot fi despărțite între ele cu o zonă verde formând două sau trei căi de circulație. (figura 4.7, 4.8, 4.9).



**Figura 4.7**  
*Profil transversal de stradă cu o singură cale de circulație*



*Figura 4.8*  
*Profil transversal de stradă cu două căi de circulație*

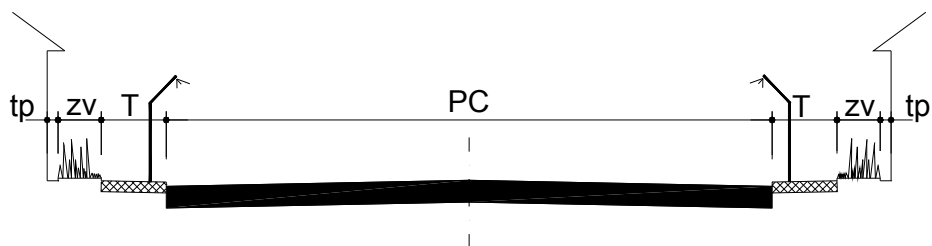


*Figura 4.9*  
*Profil transversal de stradă cu trei căi de circulație*

*Trotuarele* (figura 4.10, 4.11, 4.12, 4.13, 4.14) sunt elementele străzii, special amenajate și rezervate exclusiv circulației pietonilor. În general ele se construiesc pe ambele laturi ale părții carosabile având aceeași lățime sau lățimi diferite în funcție de intensitatea traficului pietonal.

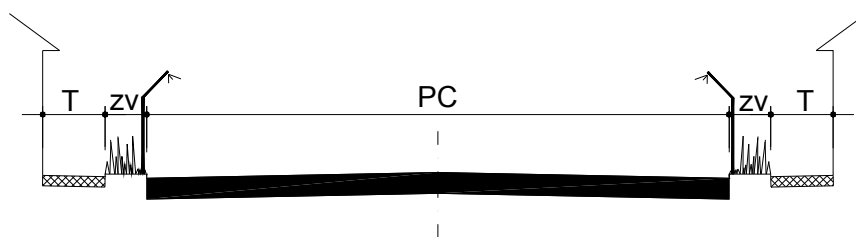
Poziționarea trotuarului în lățimea profilului transversal al străzii este diferită, în funcție de categoria străzii și destinația clădirilor ce mărginesc strada.





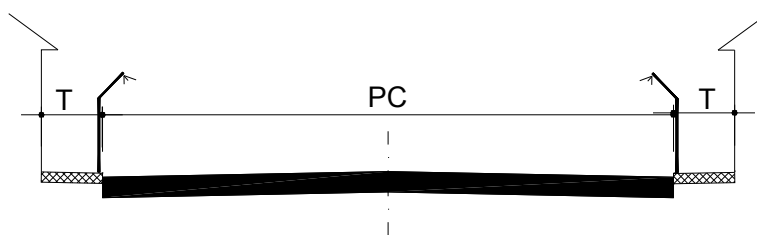
PC = parte carosabila  
T = trotuar  
zv = zona verde  
tp = trotuar de protectie

**Figura 4.10**  
**Elementele profilului transversal de stradă:**  
**străzi colectoare mărginite de construcții fără magazine la parter**



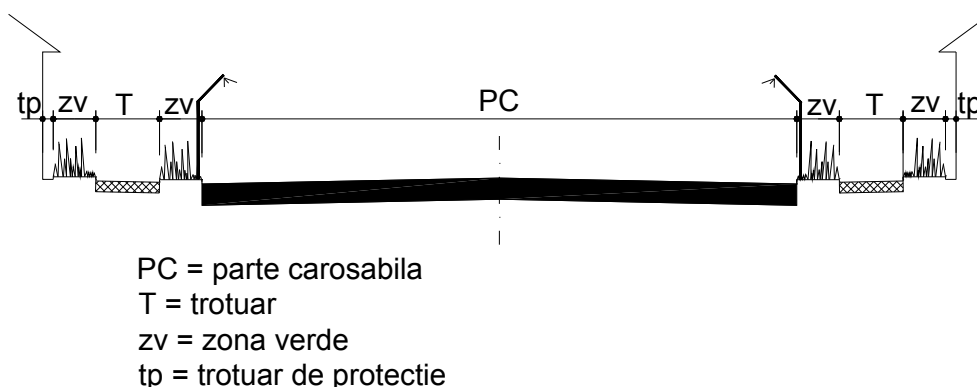
PC = parte carosabila  
T = trotuar  
zv = zona verde

**Figura 4.11**  
**Elementele profilului transversal de stradă:**  
**artere magistrale mărginite de construcții cu magazine la parter**

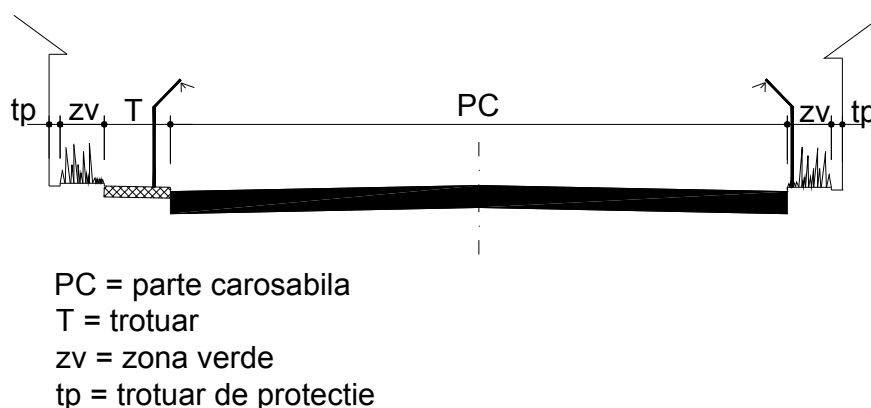


PC = parte carosabila  
T = trotuar

**Figura 4.12**  
**Elementele profilului transversal de stradă:**  
**artere magistrale mărginite de construcții cu magazine la parter**



**Figura 4.13**  
**Elementele profilului transversal de stradă:**  
**construcții fără magazine la parter, dar cu lățime mai mare, ce măresc**  
**confortul optic al străzii**



**Figura 4.14**  
**Elementele profilului transversal de stradă: cu trotuar numai pe o parte**

Lățimea trotuarelor se stabilește în funcție de fluxul pietonilor și de categoria străzii. Se are în vedere și spațiul necesar amplasării stâlpilor care susțin cablurile aeriene sau spațiul pentru plantarea copacilor. În acest caz lățimea trotuarului se va mări cu 0,50 – 2,00 m, funcție de categoria străzii.

Lățimea minimă a trotuarului, stabilită pentru circulația unui șir de pietoni este de 0,75 m; în zona piețelor sau a gărilor lățimea minimă este de 1,00 – 1,25 m. În mod curent trotuarele din localitățile urbane au lățimea cuprinsă

între 1.00 și 5.00 m, corespunzător intensității fluxului de pietoni și importanței străzii.

Lățimea trotuarelor în funcție de numărul de benzi al părții carosabile este prevăzută în tabelul 4.2.

Tabelul 4.2 Lățimea trotuarelor

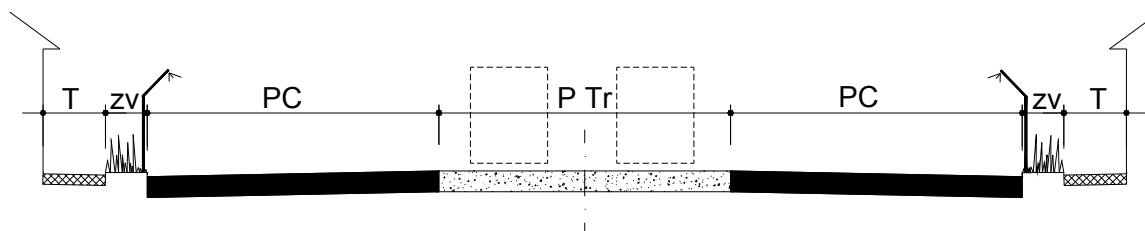
<b>Categoria străzii</b>	<i>IV</i>	<i>III</i>	<i>II</i>	<i>I</i>
<b>Numărul benzilor de circulație</b>	1	2	4	6
<b>Lățimea trotuarelor (m)</b>	1,00	1,00 - 3,00*	1,00 - 4,00*	1,00 - 5,00*

\* valori date în funcție de numărul de pietoni pe oră

Declivitatea maximă a trotuarelor este de 6% sau 8 % în funcție de intensitatea de circulație a pietonilor. Pantele transversale se stabilesc în funcție de tipul îmbrăcăminților și au valori cuprinse între 0.5 % și 3%.

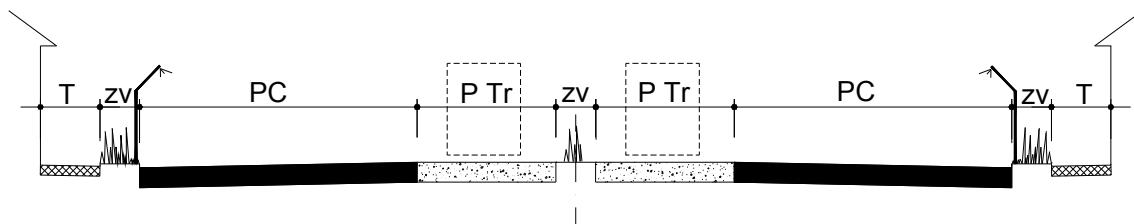
Platformele pentru circulația tramvaielor sunt cuprinse în lățimea părții carosabile. Lățimea acestor platforme depinde de gabaritul vagoanelor, de modul de pozare al șinelor și de amplasarea stâlpilor care susțin cablul de energie.

În general, șinele sunt amplasate la nivelul părții carosabile, în lungul axei sau de ambele părți ale platformei centrale care separă căile de circulație (figura 4.15 și 4.16).



PC = parte carosabila  
 P Tr = platforma tramvai  
 T = trotuar  
 zv = zona verde

Figura 4.15  
 Profil transversal de stradă: șine amplasate în lungul axei



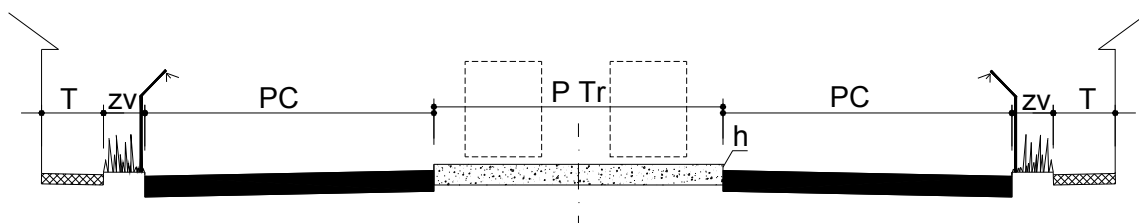
PC = parte carosabila  
 P Tr = platforma tramvai  
 T = trotuar  
 zv = zona verde

**Figura 4.16**  
**Profil transversal de stradă:**  
**șine amplasate de ambele părți ale platformei centrale**

Dacă circulația este foarte intensă, șinele sunt amplasate pe o platformă proprie, decalate cu 15 ... 20 cm față de nivelul părții carosabile (figura 4.17). Acest caz se poate aplica atunci când strada este suficient de lată și când intersecțiile cu celelalte străzi sunt la o distanță de peste 400 - 500 m.

Avantajele acestui mod de separare al șinelor sunt următoarele:

- creșterea siguranței circulației;
- creșterea capacității de circulație;
- cheltuielile de investiție pentru amenajarea platformei sunt mai reduse deoarece nu mai este necesar și un pavaj pentru circulația vehiculelor cu pneuri;
- zgomotul și vibrațiile au o intensitate mai mică.



PC = parte carosabila  
 P Tr = platforma tramvai  
 T = trotuar  
 zv = zona verde

**Figura 4.17**  
**Profil transversal de stradă: șine amplasate pe o platformă proprie denivelată**

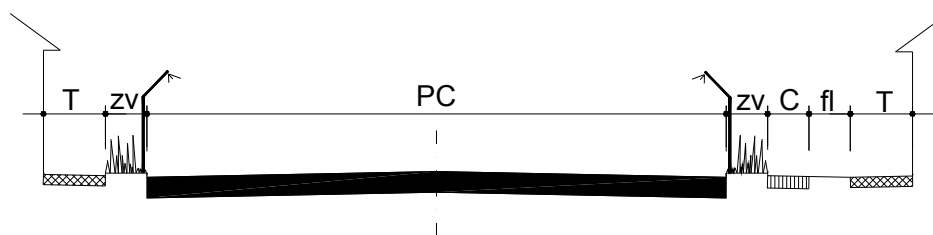
În stații de tramvai, lățimea platformei pentru linia dublă de tramvai (7,00 m) se mărește cu refugiu sau peron (în funcție de numărul de pietoni) de minim 1,50 m lățime.

La intersecții, platformele se aduc la nivelul părții carosabile printr-o coborâre treptată pe o distanță de 15 ... 20 m înainte de intersecție.

*Pistele pentru cicliști se execută în afara părții carosabile, mai exact între partea carosabilă și trotuar, pe o singură parte a străzii, pe străzi de categoria I, II sau III.*

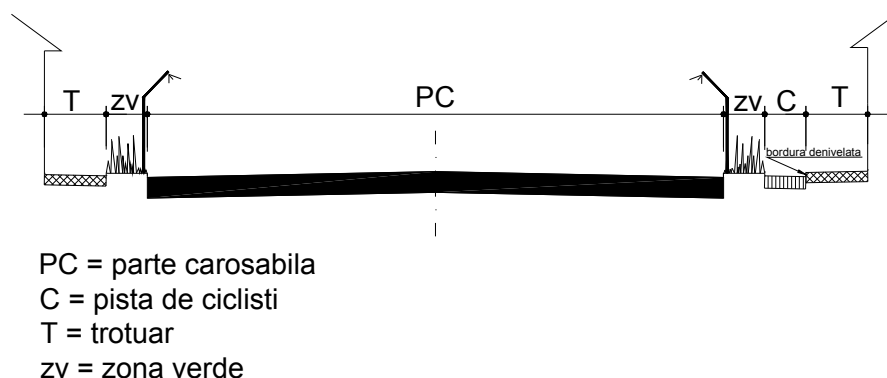
Lățimea pistei de cicliști este de 1,00 m pentru o bandă și un sens de circulație, de 1,50 m pentru două benzi și un sens de circulație și de 2,00 m pentru două benzi și două sensuri de circulație.

Pista de cicliști se separă de partea carosabilă printr-un spațiu cu lățimea de 2,00 m atunci când pista de cicliști are lățimea de 2,00 m și minim 1,50 m când pista are lățimea de 1,00 m. Separarea pistei de cicliști de trotuar se face printr-o fâșie liberă cu lățimea de minim 1,00 m sau, în lipsă de spațiu, printr-o bordură denivelată (figura 4.18, 4.19).



PC = parte carosabila  
 C = pista de ciclisti  
 T = trotuar  
 zv = zona verde  
 fl = fasie libera

*Figura 4.18  
 Profil transversal de stradă:  
 pistă pentru cicliști separată de trotuar printr-o fâșie liberă*



**Figura 4.19**  
**Profil transversal de stradă:**  
**pistă pentru cicliști separată de trotuar prin bordură denivelată**

Declivitatea în lung a pistei de cicliști urmărește declivitatea părții carosabile a drumului, fără a se depăși valoarea de 4 %. În cazuri justificate tehnic și economis se poate ajunge la 7%, dar pe lungimi reduse.

Panta transversală a pistei pentru cicliști este aceeași ca pentru trotuare.

### 4.3 ELEMENTELE AUTOSTRĂZII ÎN PROFIL TRANSVERSAL

*Autostrada* este un drum național de mare capacitate și viteză, rezervat exclusiv circulației autovehiculelor, ea prezentând un maximum de siguranță și confort.

Autostrada prezintă două două căi unidirecționale cu minimum două benzi de circulație pe sens, separate prin zonă mediană. Ocolește localitățile pentru a evita trecerile aglomerate, se intersectează denivelat cu alte căi de comunicație și are accesul și ieșirea numai în puncte special amenajate, numite *noduri rutiere*.

Din punct de vedere al elementelor geometrice se pot enumera următoarele principii de proiectare:

- folosirea zonei mediane pentru separarea sensurilor de circulație;
- continuitatea profilului pe toată lungimea traseului și interzicerea staționării pe partea carosabilă curentă;
- introducerea unor benzi de staționare consolidate cu o structură rutieră mai ușoară, pe toată lungimea traseului, alăturate căilor unidirecționale;
- introducerea unor benzi suplimentare destinate vehiculelor grele, pe zonele în rampă;
- introducerea de benzi suplimentare de decelerare și accelerare pentru ieșirea respectiv intrarea pe autostradă;
- amenajarea intersecțiilor denivelate;
- trasarea benzilor de încadrare;
- utilizarea unui sistem de marcaje și semnalizări special;
- asigurarea unor pante transversale pentru scurgerea și evacuarea apelor prin dispozitive de suprafață și prin sistem de drenaje.

Elementele componente ale profilului transversal de autostradă sunt, conform figurii 4.20:

- *partea carosabilă*, alcătuită din cel puțin două benzi de circulație pe sens, o bandă având lățimea de 3,75 m. Panta transversală a căii se dă spre exteriorul platformei și depinde de tipul îmbrăcăminții (2 – 2,5 %);
- *zona mediană*, ce are următoarele roluri:
  - separă căile unidirecționale, contribuind la evitarea accidentelor;
  - elimină sau reduce efectul de orbire a conducătorilor auto în timpul nopții sub efectul luminii farurilor vehiculelor care circulă din sens opus;

- constituie un spațiu de rezervă pentru eventuala lărgire a celor două căi.

Pe zona mediană se pot amplasa panouri indicatoare și de semnalizare la distanțe mari.

- *benzile de ghidare / încadrare* au lățimea de 0,50 – 0,25 m și îndeplinesc rolul de a proteja marginile părții carosabile și ajută la orientarea circulației și la realizarea confortului optic;
- *benzile de staționare* sunt prevăzute pe fiecare sens de circulație, pe toată lungimea traseului. Au lățimea de 2,50 m, panta transversală de 2 – 2,5 % și sunt consolidate. Benzile de staționare permit staționarea vehiculelor în afara părții carosabile și contribuie la mărirea spațiului de siguranță lateral, necesar vehiculelor care circulă cu mare viteză. La distanțe mari, de 4 – 5 km se prevăd benzi de parcare, pe ambele părți;
- *acostamentul* are lățime variabilă de 0,75 – 1,75 m și pantă transversală de 4 – 5 % pentru scurgerea apelor;
- *taluzurile* au înclinări mai dulci decât în cazul drumurilor obișnuite (1:2, 1:4 pentru umpluturi și 1:1.5 , 1:2 pentru săpături);
- *dispozitive de colectare și evacuare a apelor*: șanțuri și rigole în zonele de debleu, drenuri.



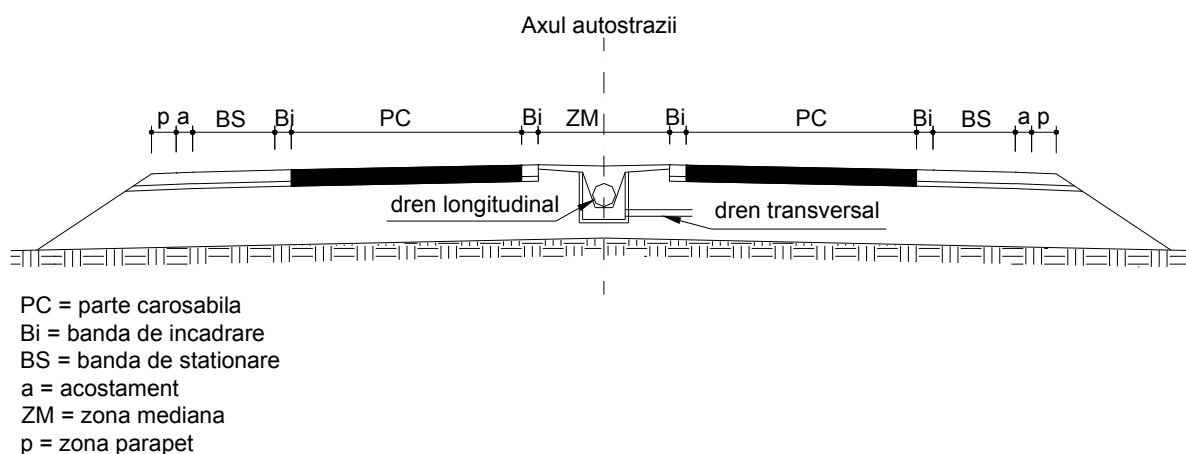


Figura 4.20  
 Profil transversal de autostradă în rambleu

#### 4.4 PROFILUL TRANSVERSAL TIP

Profilul transversal tip constituie una piesele desenate importante ale unui proiect de drum. Este un profil transversal care cuprinde toate datele de execuție ce caracterizează o anumită zonă de drum, atât din punct de vedere al infrastructurii cât și din punct de vedere al suprastructurii.

În general profilul transversal tip se desenează sub forma unui profil mixt, la scara 1:50 (o scară mai mică, comparativ cu scara profilelor transversal curente, 1:100) și nu conține linia terenului decât informativ. De-a lungul unui traseu de drum pot exista mai multe profile transversale tip.

Profilul transversal tip se schimbă ori de câte ori anumite elemente își modifică dimensiunile sau forma. Elementele care se pot modifica sunt:

- lățimea căii în aliniament
- lățimea acostamentelor
- panta transversală a căii și a acostamentelor
- înclinarea taluzurilor de rambleu și debleu
- forma și dimensiunile șanțurilor și rigolelor

- 
- modul de alcătuire și grosimea straturilor structurii rutiere
  - modul de consolidare a acostamentelor și a benzilor de încadrare
  - detalii constructive pentru banda de încadrare
  - modul de protejare și consolidare al taluzurilor
  - lucrări speciale: drenuri, ziduri de sprijin, apărări, parapete ș.a.

Întrucât profilul transversal tip coșine toate elementele constructive care sunt aceleași, profilele transversale curente vor fi completate numai cu elementele care le diferențiază de acesta.

În figura 4.21 este prezentat un profil transversal tip de drum.

DRUMUL ÎN PROFIL TRANSVERSAL

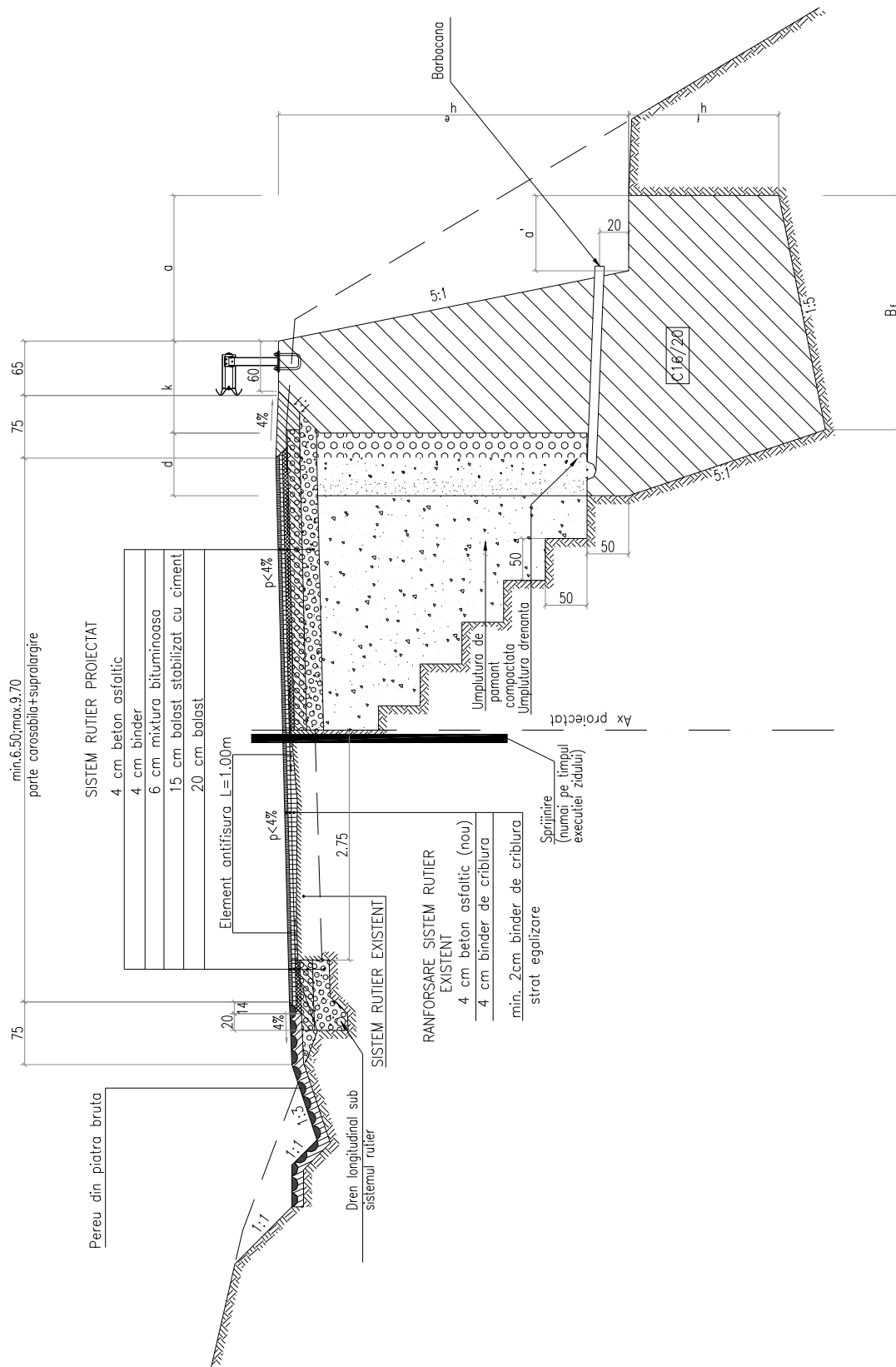
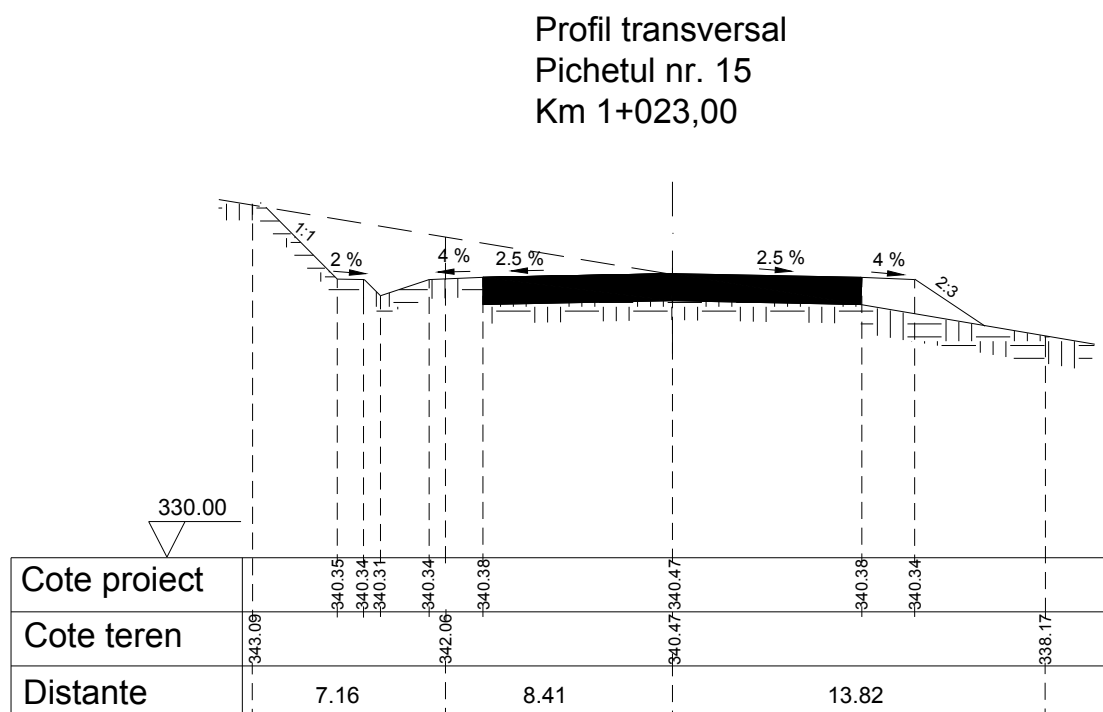


Figura 4.21  
 Profil transversal tip de drum

## 4.5 CALCULUL PROFILULUI TRANSVERSAL

Profilele transversale curente se desenează de regulă, scara 1:100. Se începe prin desenarea axei drumului. Apoi, de pe planul de situație se ridică linia terenului în sens transversal, care se reprezintă la scară, în raport cu planul de referință ales. Din profilul longitudinal se citește cota proiect a pichetului în care se dorește ridicarea profilului transversal și se reprezintă la scară. În continuare se reprezintă la scară platforma drumului iar, în funcție de poziția pe care aceasta o are față de linia terenului, rezultă racordarea cu terenul natural prin intermediul taluzului de rambleu sau a șanțului / rigolei și a taluzului de debleu. Calculul constă în determinarea cotelor proiect la marginea părții carosabile și a acostamentelor, la fundul rigolei și la marginea banchetelor. Un exemplu de profil transversal curent se găsește în figura 4.22.



*Figura 4.22*  
*Profil transversal curent de drum*

## CAPITOLUL 5

# SISTEMATIZAREA VERTICALĂ A STRĂZILOR ȘI PLATFORMELOR INDUSTRIALE ȘI COMERCIALE

Această etapă de proiectare este extrem de importantă atât în cazul străzilor cât și în cazul platformelor industriale și comerciale întrucât prezintă informații privind modul de colectare – evacuare a apelor de suprafață (din ploii și topirea zăpezii).

Prin definiție, sistematizarea este reprezentată de linii proiectate echidistante pe suprafața amenajată prin documentația de execuție. Aceste linii proiectate sunt echivalentul curbelor de nivel pe suprafața terenului, diferența fiind că acestea se desfășoară pe suprafața amenajată prin soluția de proiectare.

Fiind asemănătoare curbelor de nivel, liniile proiectate de cotă egală sunt echidistante, echidistanța fiind impusă de declivitatea în profilul longitudinal al străzii. Astfel, dacă declivitatea străzii este redusă,  $i < 3\%$  se recomandă aplicarea unor echidistanțe cuprinse între 0.05 ... 0.3 m, iar dacă declivitatea este mai mare  $i \geq 3\%$  se poate lua o echidistanță între  $e = 0,3 \dots 0,6$  m.

La echidistanță egală ( $e$ ) rezultă distanțe egale între linii proiectate de cotă egală, întrucât suprafața amenajată (proiectată) este plană.

Etapele de calcul și amenajare a sistematizării verticale sunt prezentate în cele ce urmează.

## 5.1 CALCULUL DISTANȚEI (d) ÎN PLAN, ÎNTRE LINII PROIECTATE DE COTĂ EGALĂ

Din profilul longitudinal al străzii se modulează sectoarele de amenajare a sistematizării verticale pe distanțele corespunzătoare declivităților calculate.

Pentru fiecare declivitate în parte se alege o echidistanță conform reglementărilor prezentate anterior (figura 5.1).

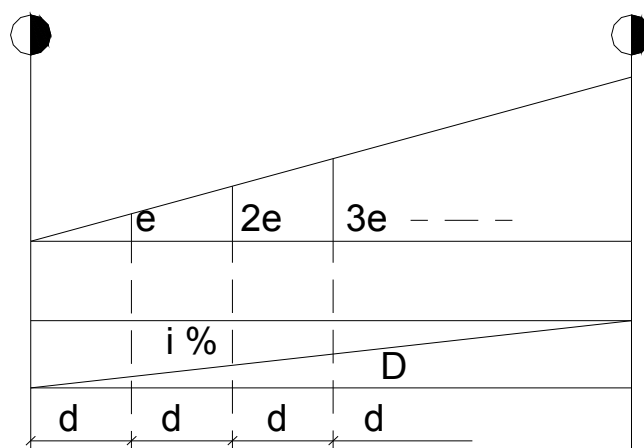


Figura 5.1  
Evaluarea echidistanței

$$d = e \cdot i / 100 \quad (6.1)$$

unde: d este distanța în plan

e – echidistanța

i – declivitatea

Pe distanța (d) aferentă declivității (i%) pot exista aliniamente și curbe care se amenajează în mod diferit, așa cum o să se prezinte în continuare. Și pe sectorul de traseu în aliniament și pe cel în curbă, distanța (d) se păstrează constant conform relației de mai sus.

## 5.2 ESTIMAREA LINIEI DE COTĂ EGALĂ PE SUPRAFAȚA PROIECTATĂ (IZOLINII DE COTĂ EGALĂ)

Ca și în cazul curbei de nivel, definită ca loc geometric al tuturor punctelor de pe suprafața terenului care au aceeași cotă, linia proiectată de cotă egală se definește ca loc geometric al punctelor de pe suprafața proiectată care au aceeași cotă. Curbele de nivel sunt rezultatul intersecției formei de relief cu planuri echidistante iar liniile proiectate de cotă egală ce pot fi numite și izolinii, rezultă ca intersecție a suprafeței proiectate cu planuri echidistante.

Pentru a estima poziția izoliniilor echidistante pe suprafața proiectată se procedează astfel:

- se aleg două profile situate la distanța  $2d$ , calculată anterior (figura 5.2)

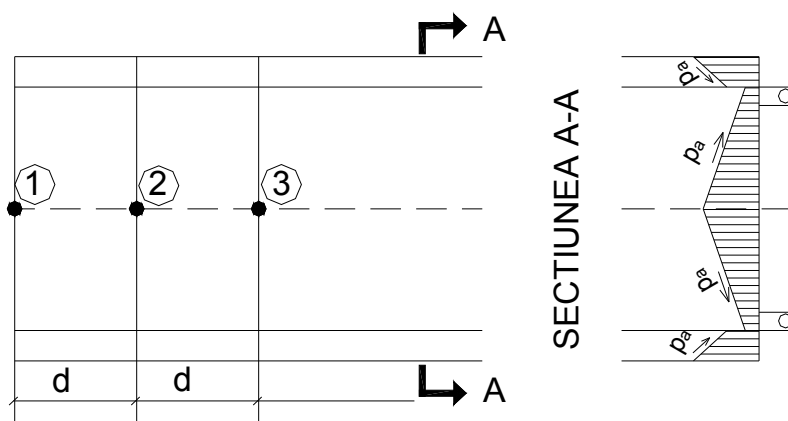


Figura 5.2  
Poziționarea secțiunilor de calcul pentru sistematizarea verticală

În figura de mai sus s-au făcut următoarele notații:

C este lățimea părții carosabile

T – lățimea trotuarului pietonal

d – echidistanța în profilele de calul a izoliniilor

① - profil transversal 1

$p_a$  – panta transversală a părții carosabile în aliniament

b) în profilul 1 și 3 se calculează cotele față de ax la rigolă (R) pe bordura (B) și la extremitatea trotuarului pietonal (T) (figura 5.3)

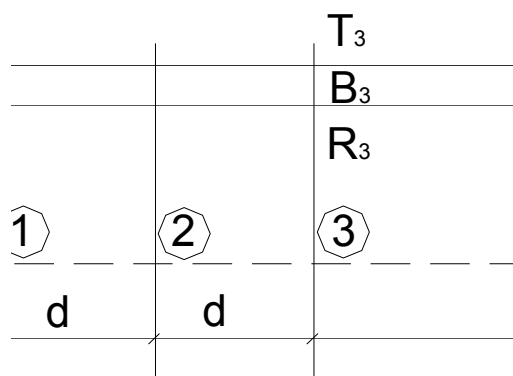


Figura 5.3

Calculul cotelor de proiect în secțiunile de calcul ale sistematizării verticale

c) prin interpolare liniară se determină cota  $R_2$ ,  $B_2$  și  $T_2$  care respectă cota din ax a pichetului 2 (figura 5.4)

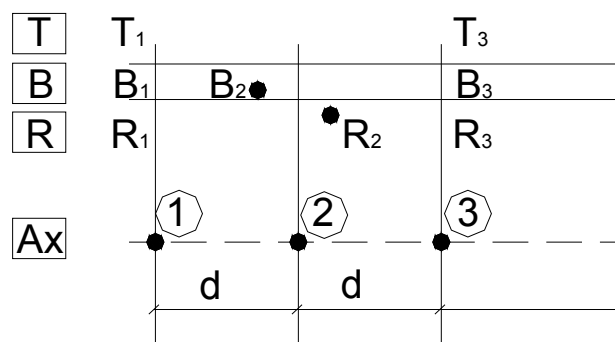


Figura 5.4

Identificarea cotelor de calcul pentru linia proiectată de cotă egală



d) unind 2 cu  $R_2$  și  $B_2$  cu  $T_2$ , rezultă locul geometric de pe suprafața carosabilă și de pe trotuarul pietonal, al punctelor de cotă egală cu cea existentă în pichetul 2 (figura 5.5)

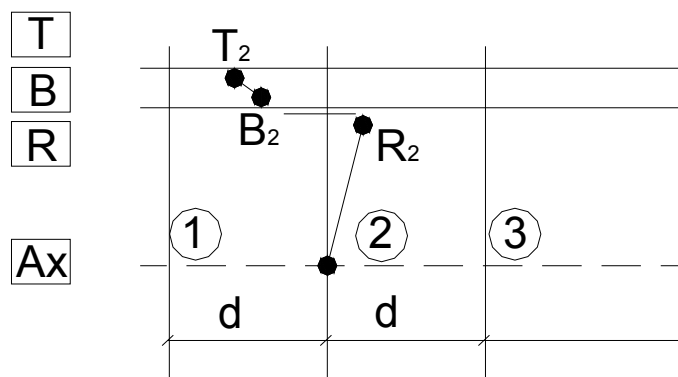


Figura 5.5

*Trasarea izoliniei de cotă predeterminedă pe suprafața de calcul*

Între  $R_2$  și  $B_2$  apare un salt care reprezintă diferența între cota rigolei și a bordurii.

Se procedează în mod simetric față de ax și pe cealaltă bandă de circulație și se determină izolinia de cotă corespunzătoare pichetului 2 (figura 5.6).

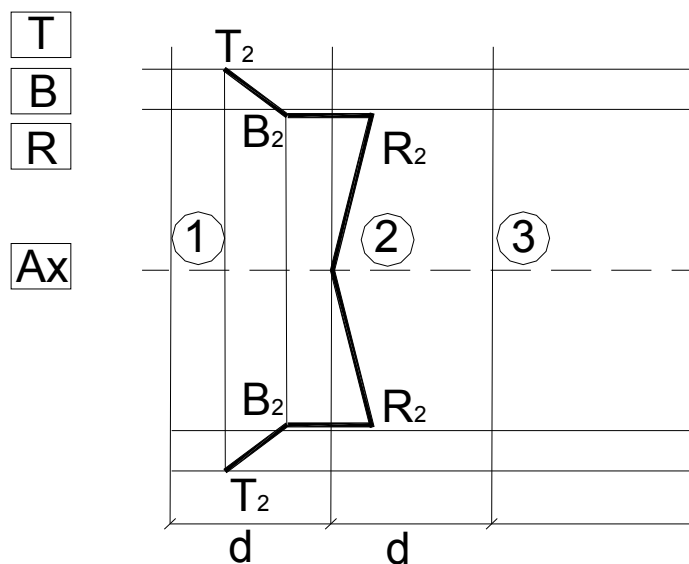
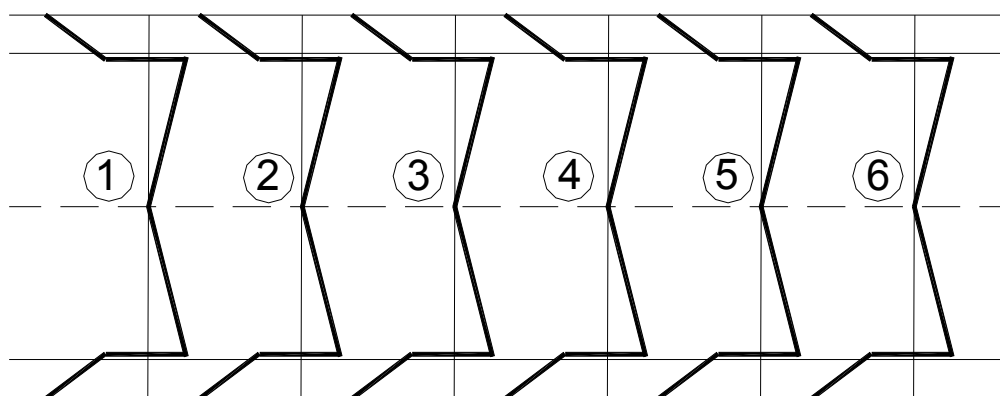


Figura 5.6

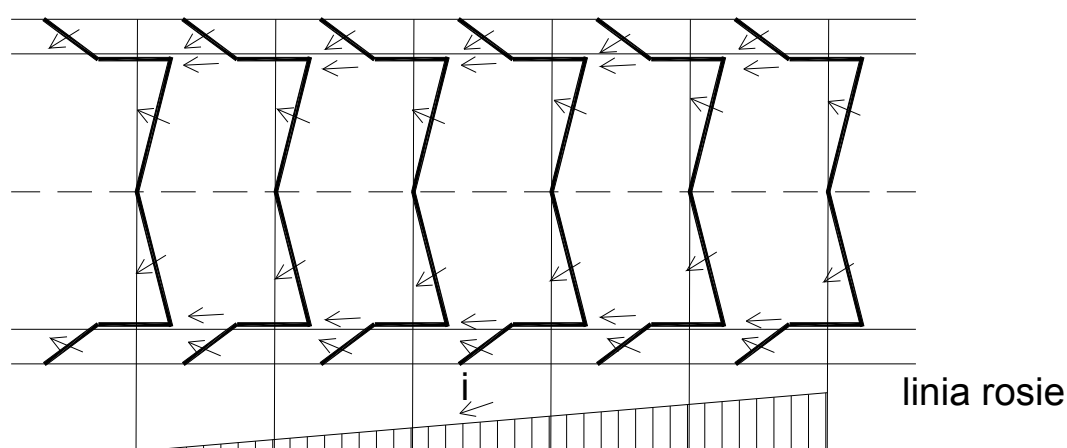
*Identificarea izoliniei pe suprafața proiectată în zona de amenajare a sistematizării verticale*

Întrucât suprafața carosabilă este plană, pe declivitatea liniei roșii constante (la care s-a făcut calculul conform procedurii enunțate), se reprezintă și celelalte izolinii în ceilalți pichetși echidistanți prin paralelism (figura 5.7).



*Figura 5.7*  
*Extinderea amenajării sistematizării verticale*  
*pe sectorul de cale rutieră cu aceeași declivitate*

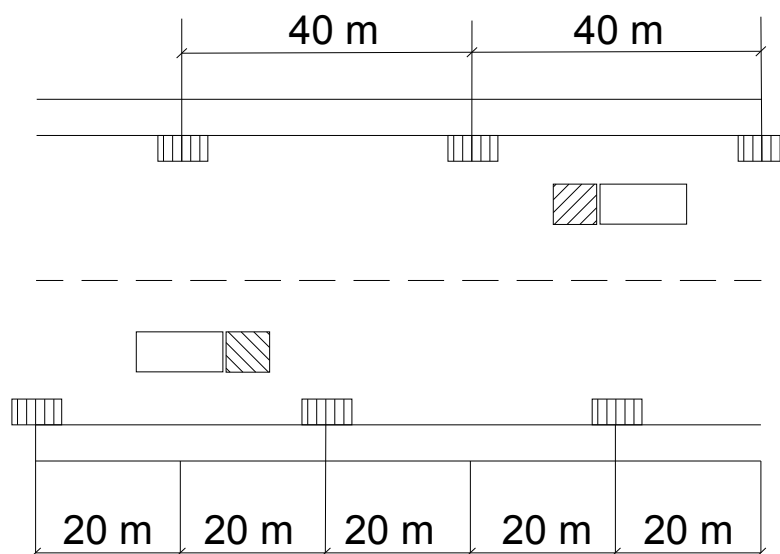
În felul acesta se verifică cu direcția liniei roșii, modul de scurgere a apelor de suprafață pe aceste izolinii. Apa din ploii și topirea zăpezii se va scurge pe linia de cea mai mare pantă (perpendicular pe izolinii) și în direcție descrescătoare a liniei roșii (figura 5.8).



*Figura 5.8*  
*Verificarea modului de scurgere a apelor pluviale*  
*pe suprafața sistematizată vertical*

Săgețile cu linie punctată arată modul de scurgere a apei pluviale în lungul bordurii pe direcția declivității liniei roșii din profilul longitudinal.

Din loc în loc, prin guri de canalizare dispuse în șah la circa 40 m, apa colectată la rigola străzii se descarcă în sistemul de canalizare subteran al localității (figura 5.9).



*Figura 5.9  
Amplasarea gurilor de canalizare pentru colectarea și evacuarea  
apelor pluviale din zona străzii*

În general, gurile de canalizare sunt dispuse în șah, de o parte și de alta a axului drumului la 20 m.

Izoliniile se prelungesc până la limita constructibilului, astfel încât apa de la fațada clădirilor să fie evacuată la rigola străzii (figura 5.10).

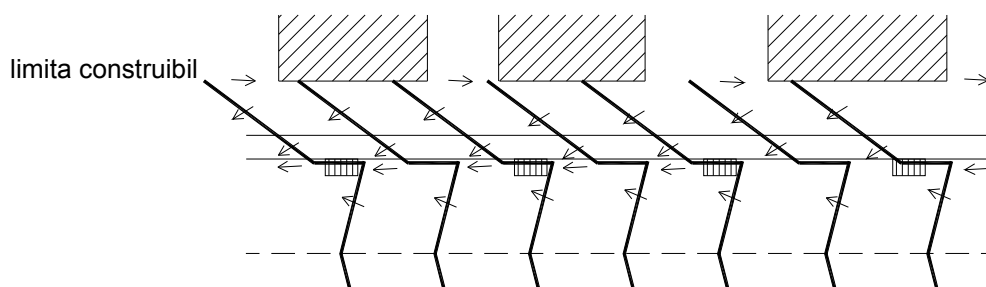


Figura 5.10

*Extinderea amenajării sistematizării verticale până la limita constructibilului*

### 5.3 SISTEMATIZAREA VERTICALĂ A TRASEULUI ÎN CURBĂ LA STRĂZI

În cazul racordării a două aliniamente în plan cu un traseu curb, trebuie pusă în evidență amenajarea în spațiu. Astfel, după cum se știe, amenajarea în spațiu a unei curbe în plan constă în supralărgirea marginii interioare și supraînălțarea marginii exterioare. Această procedură constă în modificarea secțiunii transversale a părții carosabile a străzii de la un profil cu două pante (din axa către margini), la un profil cu pantă mică de la marginea exterioară la cea interioară (figura 5.11).

În figura 6.11 s-au făcut următoarele notații:

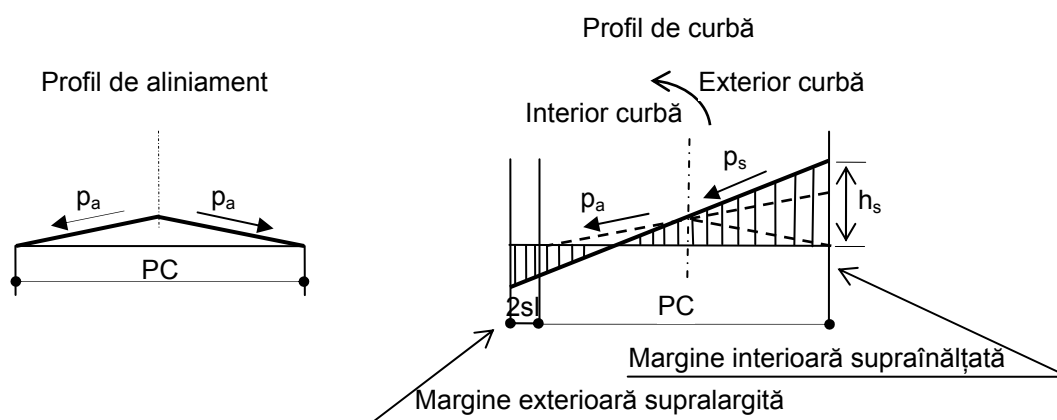
PC este lățimea părții carosabile

$s_l$  – lățimea supralărgirii în curbă

$h_s$  – supraînălțare margine exterioară curbă

$p_a$  – panta transversală în aliniament

$p_s$  – panta supraînălțării în curbă



*Figura 5.11*  
*Amenajarea în spațiu a părții carosabile*

Amenajarea în spațiu a traseului în curbă intervine și în amenajarea sistematizării verticale în sectorul de curbă în plan.

Legătura între amenajarea în spațiu și amenajarea sistematizării verticale în sectorul de curbă în plan, trebuie analizată conform regulei deja stabilite și anume:

- amenajarea supralărgirii și supraînălțării se face de la zero la valoarea maximă calculată pe lungimea arcului de curbă progresivă (clotoida L);
- supralărgirea și supraînălțarea rămân constante pe lungimea arcului de cerc intermediar (C') (figura 5.12).

Luând în considerare cele prezentate anterior, amenajarea sistematizării verticale este variabilă pe lungimea arcului de clotoidă L, în vederea trecerii de la secțiunea transversală cu două pante ( $p_a$ ) din aliniament la cea cu pantă unică ( $p_s$ ) din curbă, iar pe lungimea arcului de curbă intermediară (C') rămâne cu amenajare constantă (figura 5.13).

Amenajarea sisematizării verticale în curbă permite amplasarea gurilor de canalizare, care conform scurgerii apelor de suprafață, vor fi dispuse la bordura de la marginea interioară.

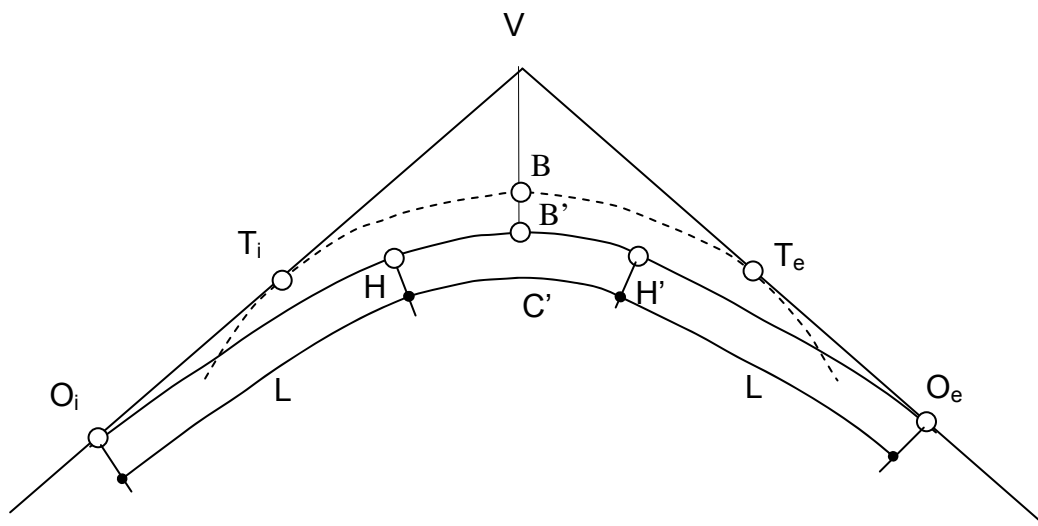


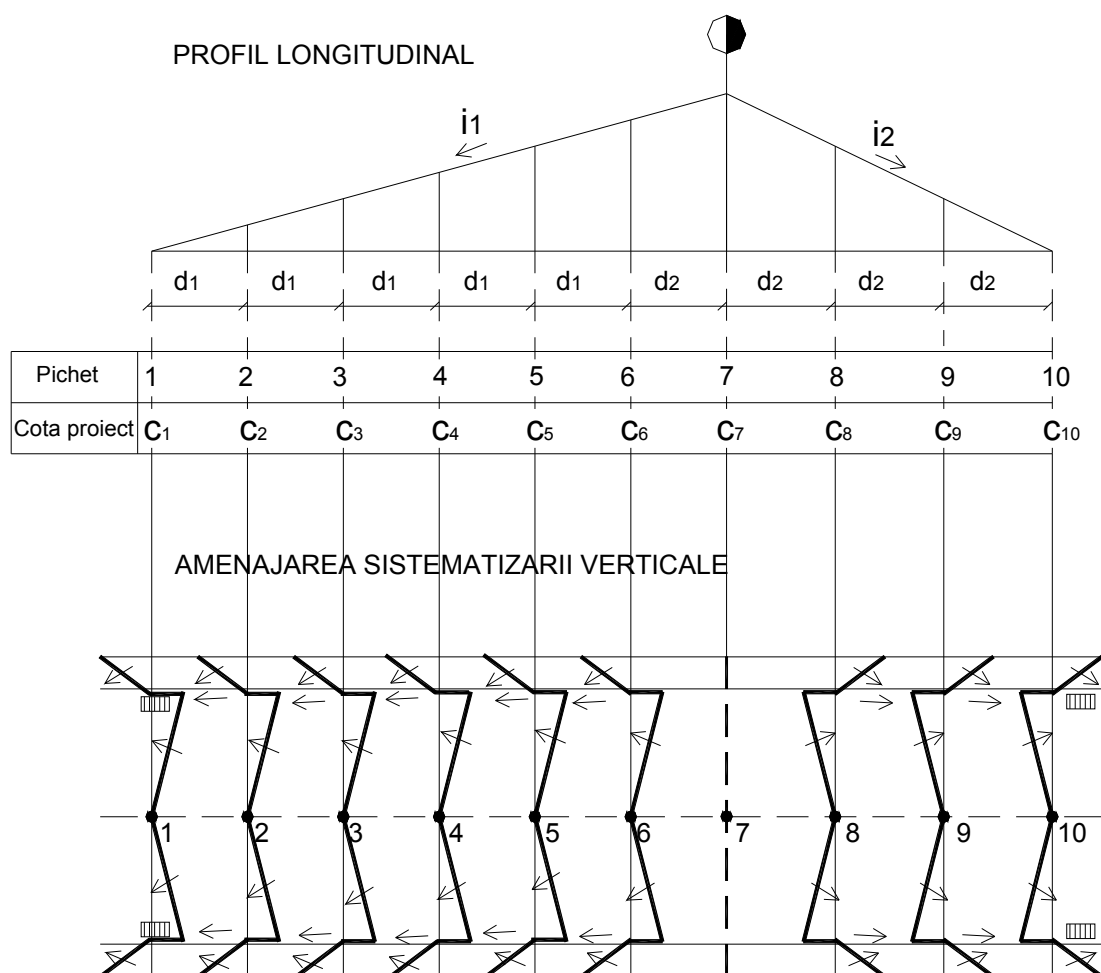
Figura 5.12

Schema de amenajare a traseului pentru introducerea curbelor progresive



## 5.4 SISTEMATIZAREA VERTICALĂ ÎN CAZUL SCHIMBĂRII DECLIVITĂȚII LINIEI ROȘII ÎN PROFIL LONGITUDINAL

În cazul schimbării declivității longitudinale, amenajarea sistematizării verticale suferă modificări în pichetul de schimbare a declivității, după cum este prezentat în figura 5.14.



*Figura 5.14  
Amenajarea sistematizării verticale la declivități longitudinale consecutive*



## 5.5 AMENAJAREA SISTEMATIZĂRII VERTICALE LA INTERSECȚII DE STRĂZI

Intersecțiile de străzi suportă o serie de amenajări din care enumerăm:

- amenajarea arhitecturală în plan
- amenajarea relațiilor de trafic rutier
- amenajarea câmpurilor de vizibilitate
- amenajarea sistematizării verticale

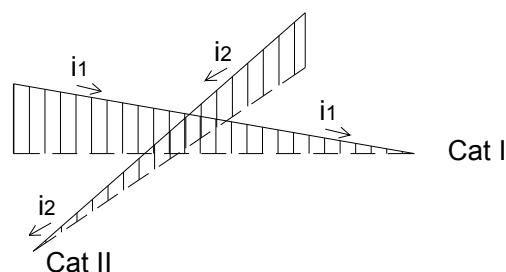
Acest paragraf se ocupă de ultima formă de amenajare și anume amenajarea sistematizării verticale. Aceasta este dictată de strada ce are categoria tehnică superioară respectiv în ordinea:

- stradă magistrală
- stradă de legătură
- stradă de deservire

Amenajarea propriu-zisă depinde de declivitățile liniei roșii pentru fiecare stradă, primordială fiind aceea a străzii de categorie mai mare.

Pentru exemplificarea amenajării verticale la intersecția a două străzi se iau în considerare următoarele variante (după declivitățile liniei roșii), figurile 5.15 – 5.18:

Varianta I



*Figura 5.15*  
*Declivități care traversează intersecția*

Varianta a II-a

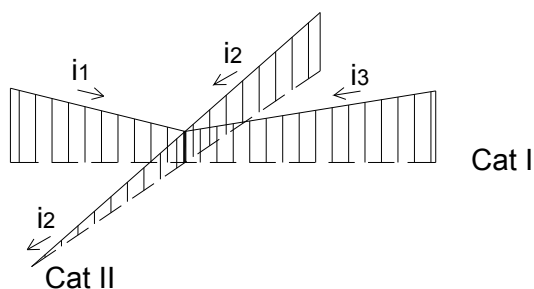


Figura 5.16

Declivitate concentrată în intersecție pe stradă de categorie superioară

Varianta a III-a

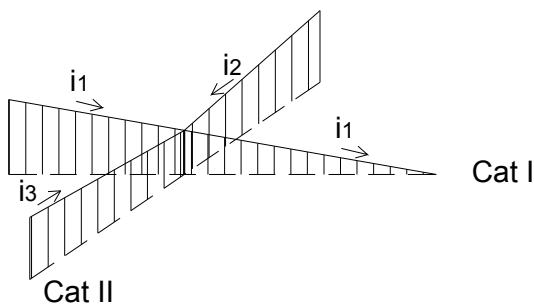


Figura 5.17

Declivitate concentrată în intersecție pe stradă de categorie secundară

Varianta a IV-a

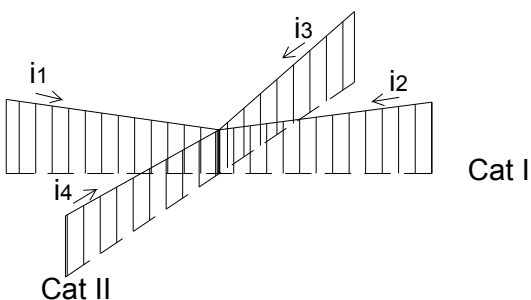


Figura 5.18

Declivități concentrate în intersecție

Amenajarea sistematizării verticale pentru fiecare variantă în parte se prezintă în continuare. Principiul de bază constă în faptul că trebuie realizată

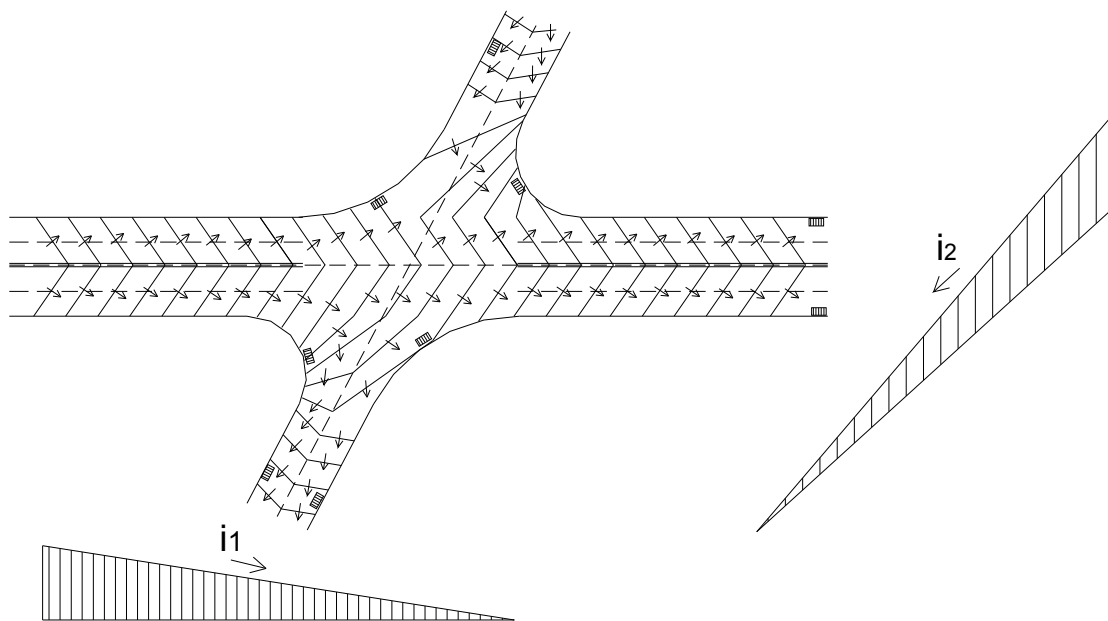
scurgerea apelor pluviale dinspre centrul intersecției către bordurile de racordare între cele două străzi.

Amenajarea variantei I este prezentată în figura 5.19.

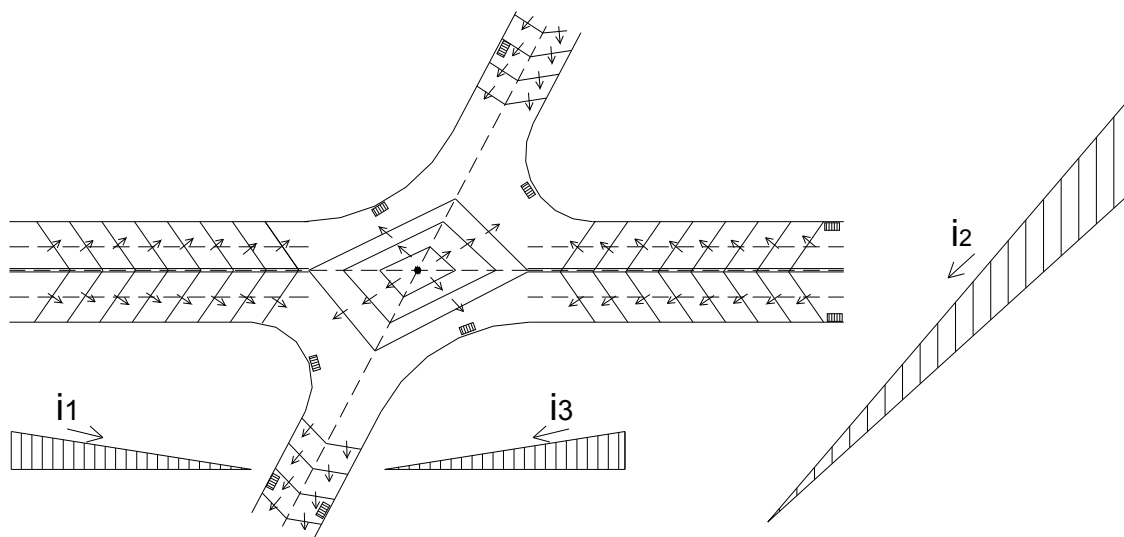
Amenajarea variantei a II-a este prezentată în figura 5.20.

Amenajarea variantei a III-a este prezentată în figura 5.21.

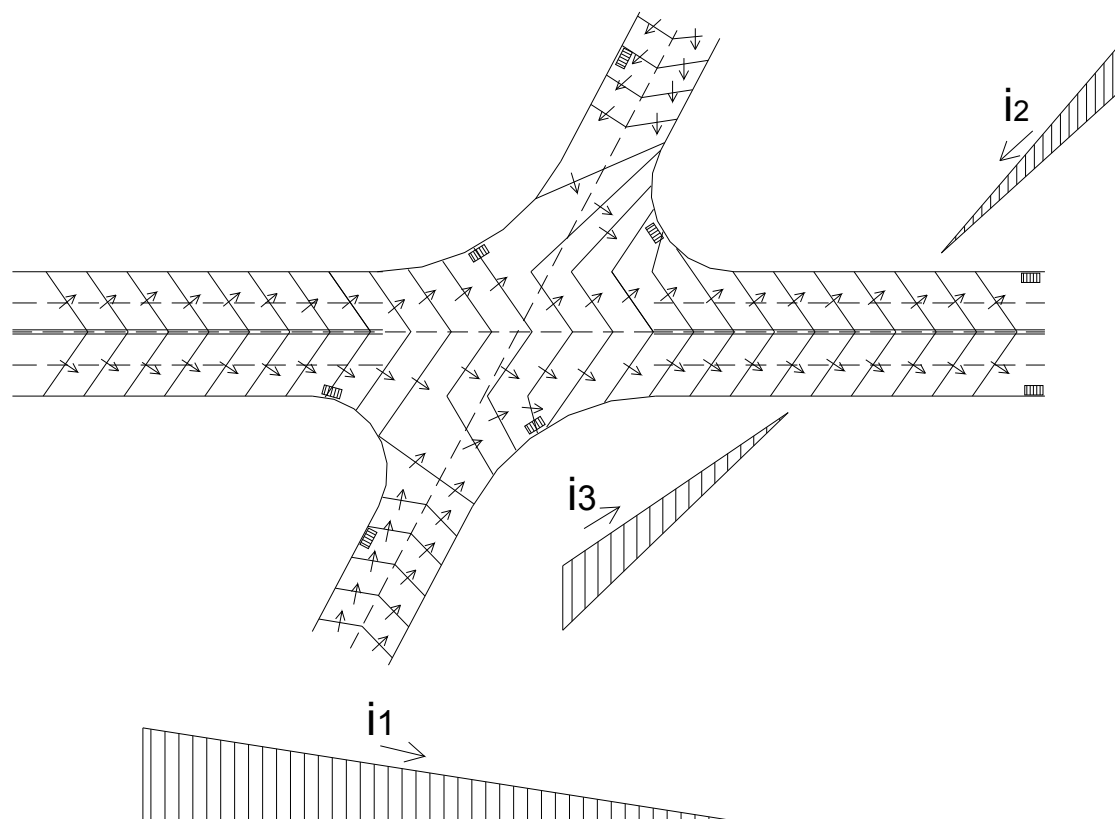
Amenajarea variantei a IV-a este prezentată în figura 5.22.



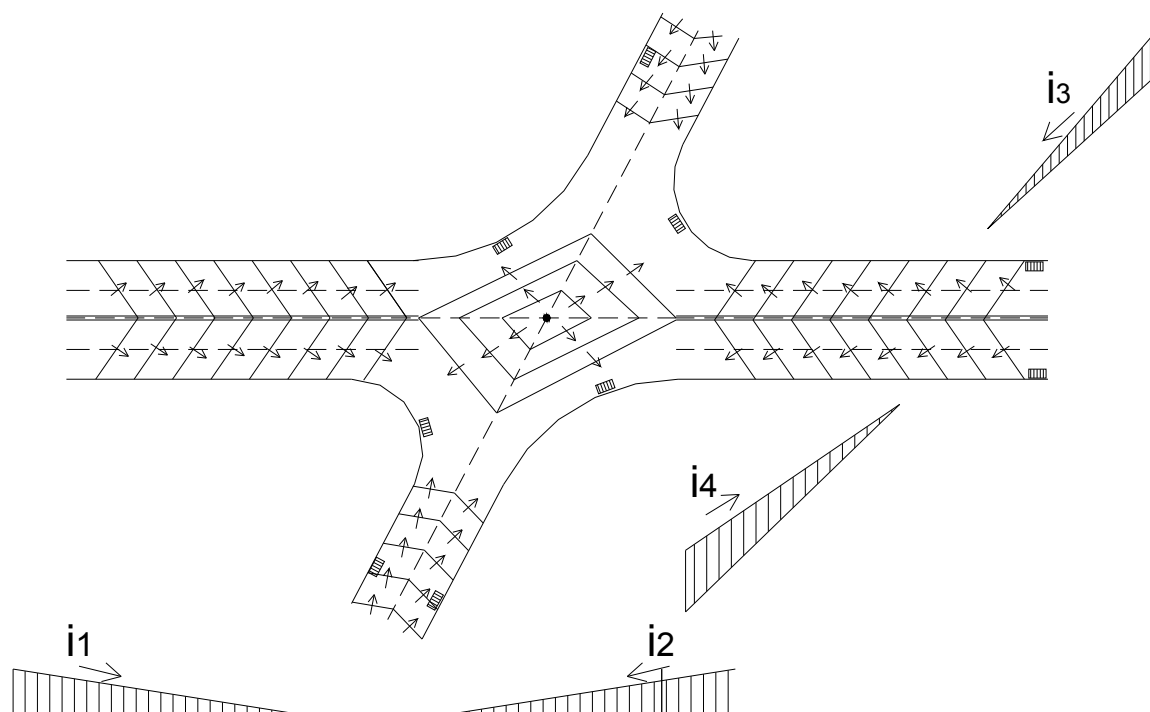
*Figura 5.19  
Amenajarea sistematizării verticale în varianta declivităților  
care traversează intersecția*



**Figura 5.20**  
**Amenajarea sistematizării verticale în varianta declivității concentrate în intersecție pe stradă de categorie superioară**



**Figura 5.21**  
**Amenajarea sistematizării verticale în varianta declivității concentrate în intersecție pe stradă de categorie secundară**



**Figura 5.22**  
*Amenajarea sistematizării verticale în varianta declivităților concentrate în intersecție*

## CAPITOLUL 6

### AMENAJAREA PARCAJELOR ȘI PLATFORMELOR

Parcajele sunt platforme carosabile amenajate pentru staționarea autovehiculelor.

Funcție de timpul de staționare a autovehiculelor se definesc două categorii de parcaje:

- parcaje de scurtă durată  $t \leq 4$  ore
- parcaje de lungă durată  $t >$  ore

Parcajele fac parte din rețeaua rutieră încadrându-se la categoria utilități, iar amenajarea lor se racordează la aceasta.

Amplasarea parcajelor în fiecare localitate depinde de obiectivele deservite, numărul locurilor de parcare fiind alocate funcție de numărul și tipurile autovehiculelor.

#### 6.1 PARCAJE DE SCURTĂ DURATĂ

Parcajele de scurtă durată, aferente unei staționări sub 4 ore sunt amplasate în general în vecinătatea instituțiilor publice, obiectivelor culturale și comerciale.

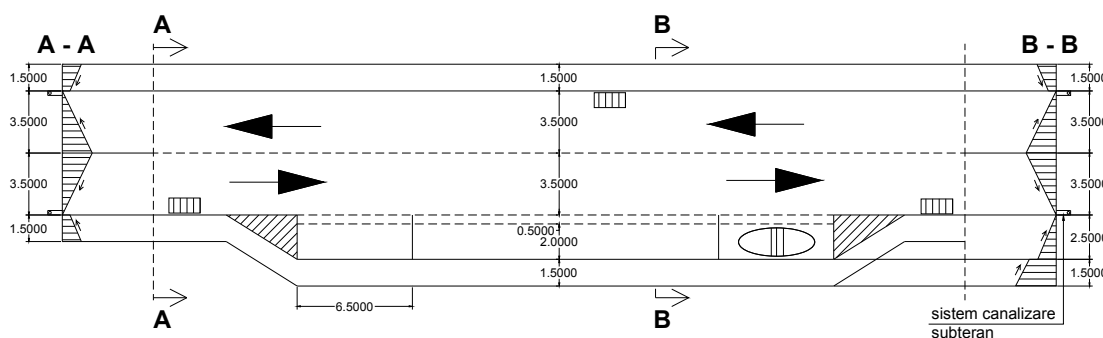
Aceste tipuri de parcaje sunt amenajate prin extinderea părții carosabile în zonele sus amintite, cu o lățime variabilă ce depinde de modul de dispunere

a suprafeței de staționare efectivă a vehiculelor. Din acest punct de vedere există următoarele tipuri de amenajare a parcajelor de scurtă durată, funcție de poziția de staționare a autovehiculului față de axul căii rutiere de acces:

- parcaje de scurtă durată laterale
- parcaje de scurtă durată oblice
- parcaje de scurtă durată perpendiculare

### 6.1.1 Parcaje de scurtă durată laterale

Parcajele de scurtă durată laterale necesită lățimea minimă a secțiunii transversale a căii de acces (figura 6.1).



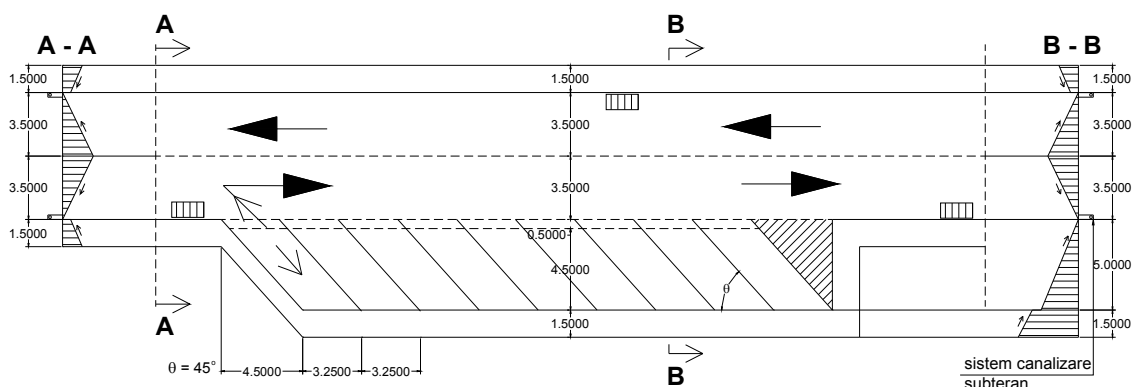
*Figura 6.1  
Amenajarea parcajului lateral de scurtă durată*

În figura 6.1 este prezentată amenajarea plană a parcării de scurtă durată laterală, precum și secțiunile transversale A-A și B-B, care conțin condițiile tehnice de amenajare și modul de scurgere a apelor de suprafață către rigolele de la bordură, respectiv la frontiera de amenajare a căii de circulație și a suprafeței de parcare.

Panta în secțiune transversală a parcajului de scurtă durată este aceeași cu cea din profilul transversal al căii rutiere.

### 6.1.2 Parcaje de scurtă durată oblice

Parcajele de scurtă durată oblice își iau denumirea din unghiul de  $45^\circ$  sau  $60^\circ$  pe care îl fac față de axul căii rutiere în care acced (figura 6.2).



*Figura 6.2*  
*Amenajarea parcajului oblic de scurtă durată*

După cum se observă, acest tip de parcare necesită un spor al lățimii părții carosabile a parcajului față de 2.5 m, dar permite parcare a unui număr mai mare de autovehicule.

### 6.1.3 Parcaje de scurtă durată perpendiculare

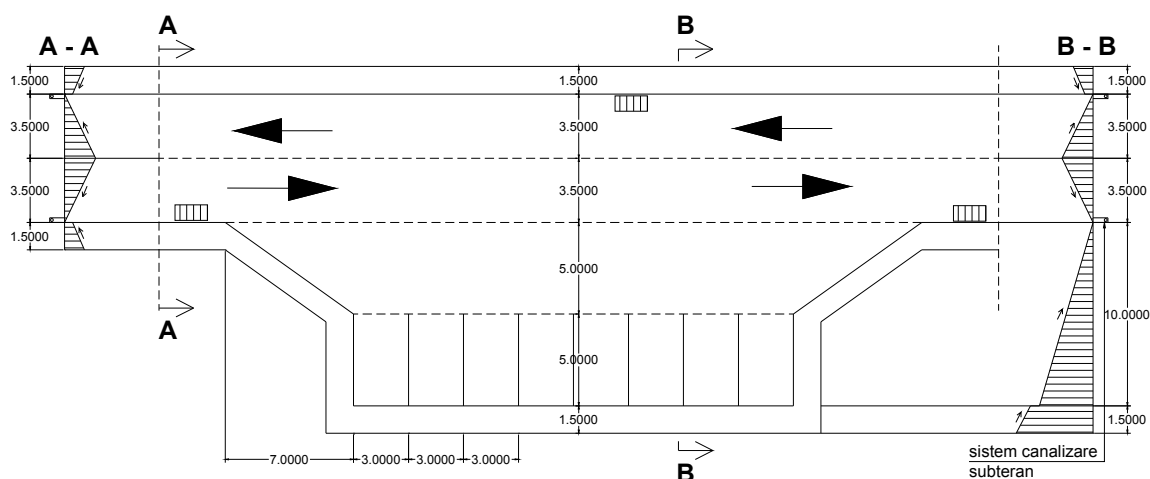
Aceste tipuri de parcaje necesită un spațiu de manevră de 5.0 m lățime pentru încadrarea în banda de circulație a căii rutiere (figura 6.3).

Pentru parcajele de scurtă durată se impun următoarele condiții tehnice pentru amenajare:

- fluxurile de circulație se separă prin marcaje rutiere discontinue pe suprafața carosabilă;
- se marchează spațiile aferente staționării vehiculelor astfel încât să se utilizeze în mod optim suprafața aferentă parcării;



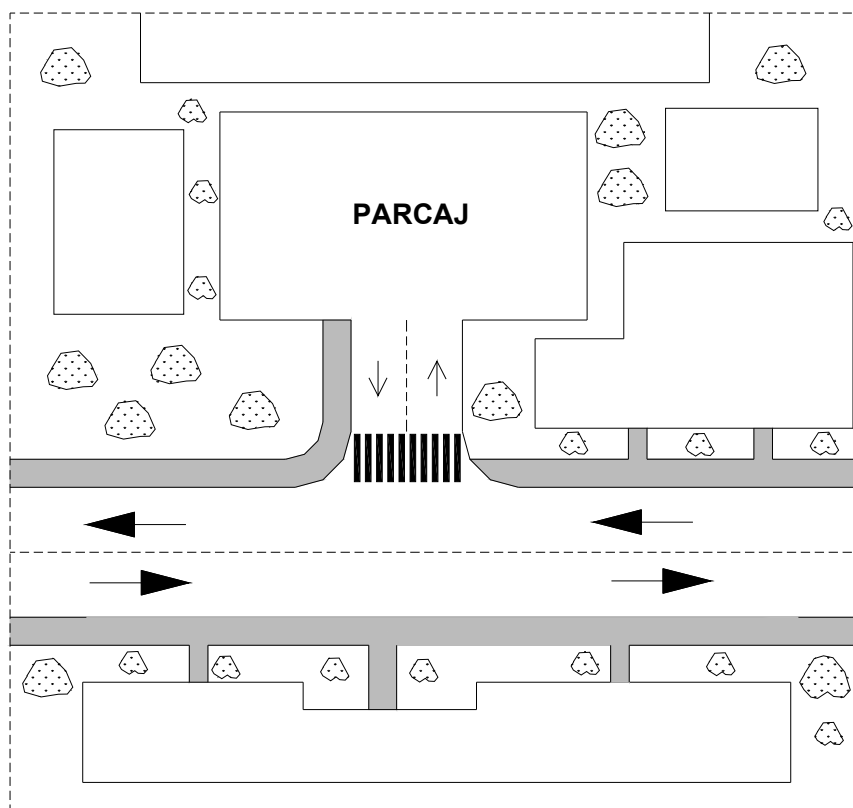
- se prevăd benzi de siguranță de 0.50 m pentru separarea fluxului pe calea de circulație față de suprafața parcajului;
- se va da atenție pantelor transversale pentru colectarea și evacuarea apelor pluviale din zonă.



*Figura 6.3*  
*Amenajarea parcajului rectangular de scurtă durată*

## 6.2 PARCAJE DE LUNGĂ DURATĂ

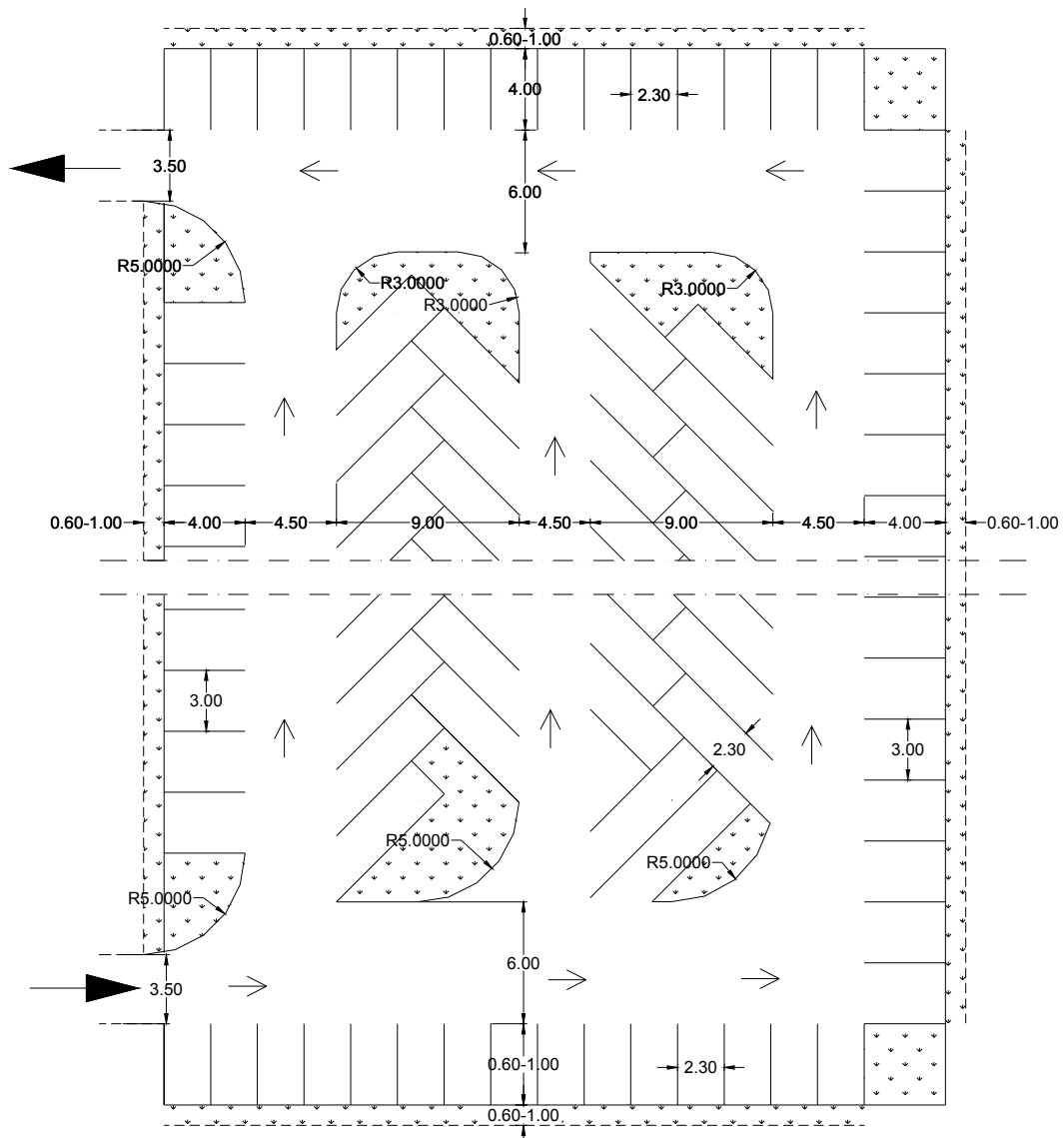
Parcajele de lungă durată sunt suprafețe de staționare pentru un timp de peste 4 ore și sunt amenajate în general în cartiere de locuit sau în zone industriale, comerciale, culturale cu un necesar mare de staționare a autovehiculelor. Aceste suprafețe se amenajează în afara părții carosabile, asigurându-se căi de acces la principalele rute de circulație din vecinătate (figura 6.4).



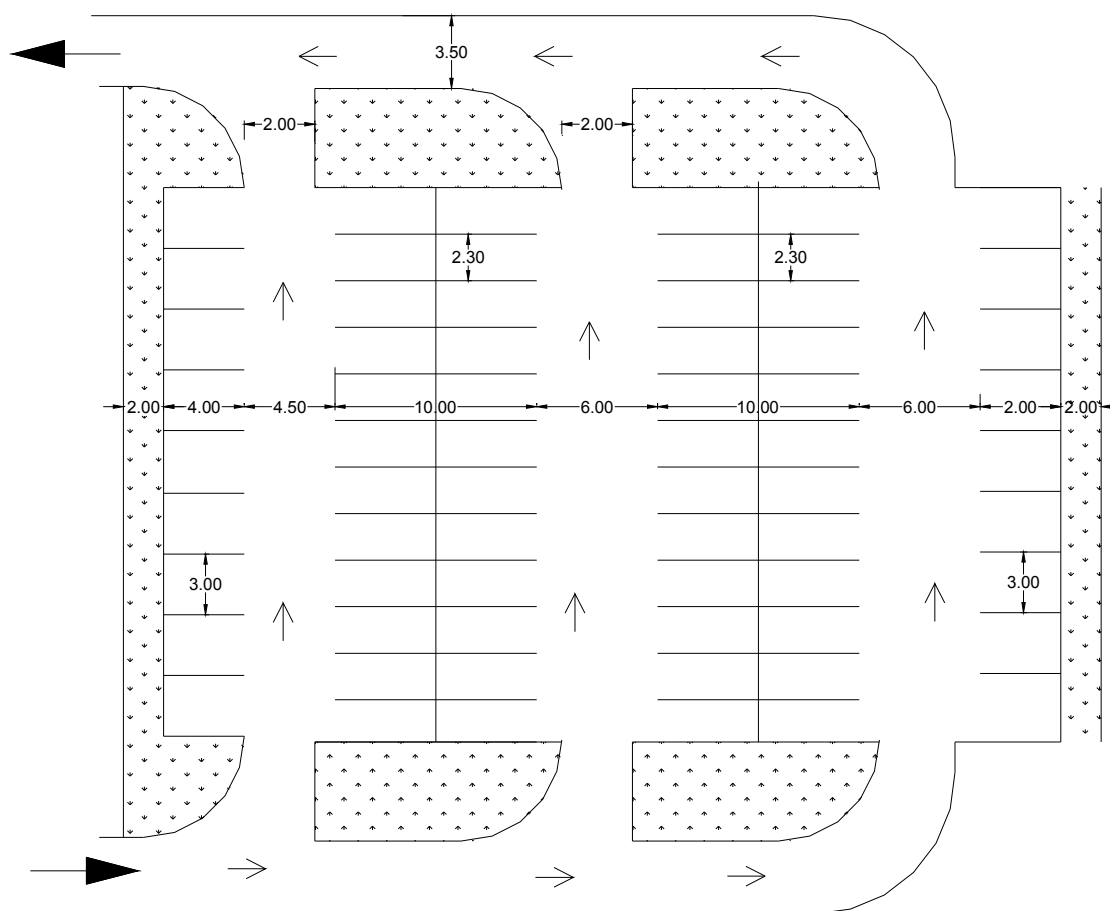
*Figura 6.4*  
*Amplasarea parcajului de lungă durată*

Există o multitudine de amenajări arhitecturale interioare a suprafeței parcajului de lungă durată. Accesesele din căile de circulație influențează în mare parte sistematizarea, deplasarea în interiorul parcajului, precum și repartizarea spațiilor de parcare (figura 6.5).

Fiind o suprafață mare de amenajat și separată de calea de circulație, unde se găsește amplasat sistemul de colectare și evacuare pentru apele pluviale cu rețeaua subterană de canalizare, parcajul de lungă durată trebuie sistematizat vertical în mod independent și racordat la sistemul de canalizare pluvială principal.



*Figura 6.5 a*  
*Variante de amenajare a parcajelor de lungă durată*



*Figura 6.5 b*  
*Variante de amenajare a parcajelor de lungă durată*

Pentru proiectarea suprafeței parcajului de lungă durată trebuie depășite mai multe etape de studiu:

- Liftarea suprafeței în vederea realizării compensării terasamentelor;
- Determinarea pantelor generale longitudinale și transversale pentru colectarea și evacuarea apelor de suprafață;
- Determinarea pantelor de construcție a suprafeței carosabile a parcajului de lungă durată;
- Marcarea suprafeței după planul de situație arhitectural.

---

Totodată trebuie avute în vedere o serie de reglementări tehnice în vigoare:

- parcajul se organizează pe funcțiuni și anume căi de circulație interne și suprafețe de staționare;
- organizarea deplasării în cadrul parcajului se face în așa fel încât să nu existe blocaje și să nu fie necesare manevre inutile;
- curbele de racordare la accesele în parcaj sunt limitate la 15 – 30 m;
- trebuie asigurată vizibilitatea în curbe
- curbele din interiorul parcajului trebuie să aibă raze mai mari de 3.0 m;
- declivitățile căilor de acces la parcaj să nu depășească 8 – 10 %;
- panta transversală trebuie să fie de 2 – 2.5 % funcție de tipul îmbrăcămînții rutiere.

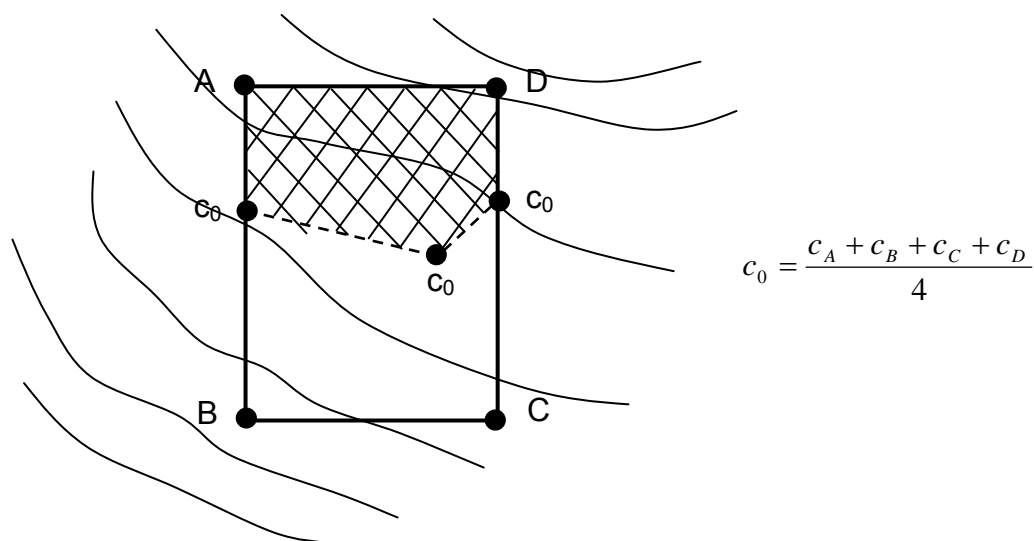
### **6.2.1 Liftarea suprafeței parcajului de lungă durată în vederea compensării terasamentelor**

O operație relativ simplă pentru identificarea cotei zero de amenajare a platformei, o reprezintă media simplă a cotelor de la colțurile dreptunghiului aferent parcajului pe planul de situație topografic (figura 6.6).

După determinarea cotei zero ( $c_0$ ), se determină prin interpolare cota zero pe laturile dreptunghiului ABCD afectat suprafeței de parcare pe planul de situație.

În acest fel se află linia geometrică care separă suprafața aferentă volumului de rambleu față de suprafața aferentă volumului de debleu.

Procedura cu titlul acoperitor permite ulterior calculul volumelor de terasamente aferente nivelării optime a suprafeței parcajului, respectiv se poate face compensarea terasamentelor.



*Figura 6.6*  
*Schema de evaluare a frontierei de compensare a terasamentelor*

### **6.2.2 Determinarea pantelor generale longitudinale și transversale pentru colectarea și evacuarea apelor de suprafață**

Această fază de proiectare permite identificarea pantelor longitudinale și transversale care se adaptează declivității reliefului pe care este amplasată suprafața parcajului.

Legat de exemplificarea din paragraful anterior există două variante de amenajare a declivităților longitudinale și transversale (figura 6.7).

Asigurarea pantelor generale pe cele două direcții sunt dirijate în sensul descrescător al pantei terenului.

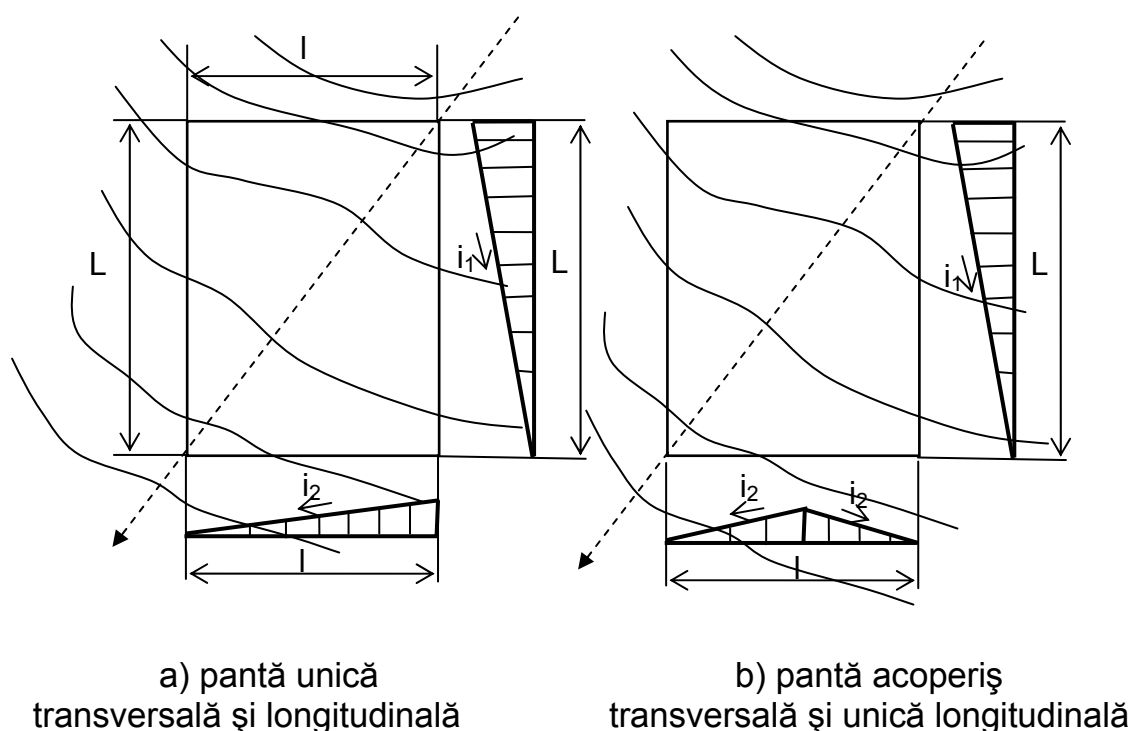


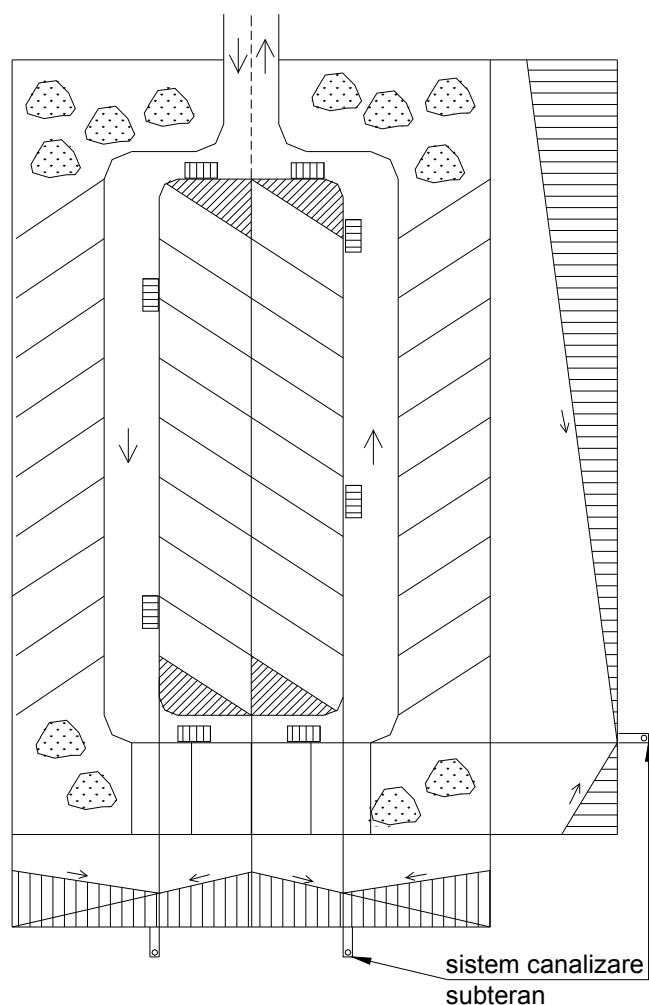
Figura 6.7

Organizarea pantelor generale de evacuare a apelor pluviale din zona platformei parcajului

### 6.2.3 Determinarea pantelor de construcție a suprafeței carosabile a parcajului

O fază importantă a proiectării unui parcaj de lungă durată o reprezintă determinarea pantelor de construcție. Este vorba de pantele suprafeței carosabile care trebuie să asigure scurgerea apelor de suprafață către gurile de canalizare din interiorul parcajului. Această condiție este legiferată prin norme civile care dispun ca scurgerea apelor pluviale de pe suprafața unei proprietăți să nu afecteze suprafețele de teren învecinate.

Pentru respectarea acestei condiții, amenajarea pantelor generale expuse în paragraful anterior se modifică conform figurii 6.8.



*Figura 6.8*  
*Corectarea declivităților interne pentru colectarea și evacuarea*  
*apelor pluviale în interiorul parcajului*

La acest nivel de concepție al parcajului de lungă durată se pot amplasa și pozițiile gurilor de scurgere care dictează traseul canalizării subterane.

#### **6.2.4 Marcarea suprafeței după planul de situație arhitectural**

Marcarea suprafeței carosabile amenajate conform paragrafelor anterioare se face cu vopsea specială repectând condițiile tehnice enunțate.



În figura 6.9 se prezintă câteva variante de amenajare prin marcaje rutiere la parcajele de lungă durată.

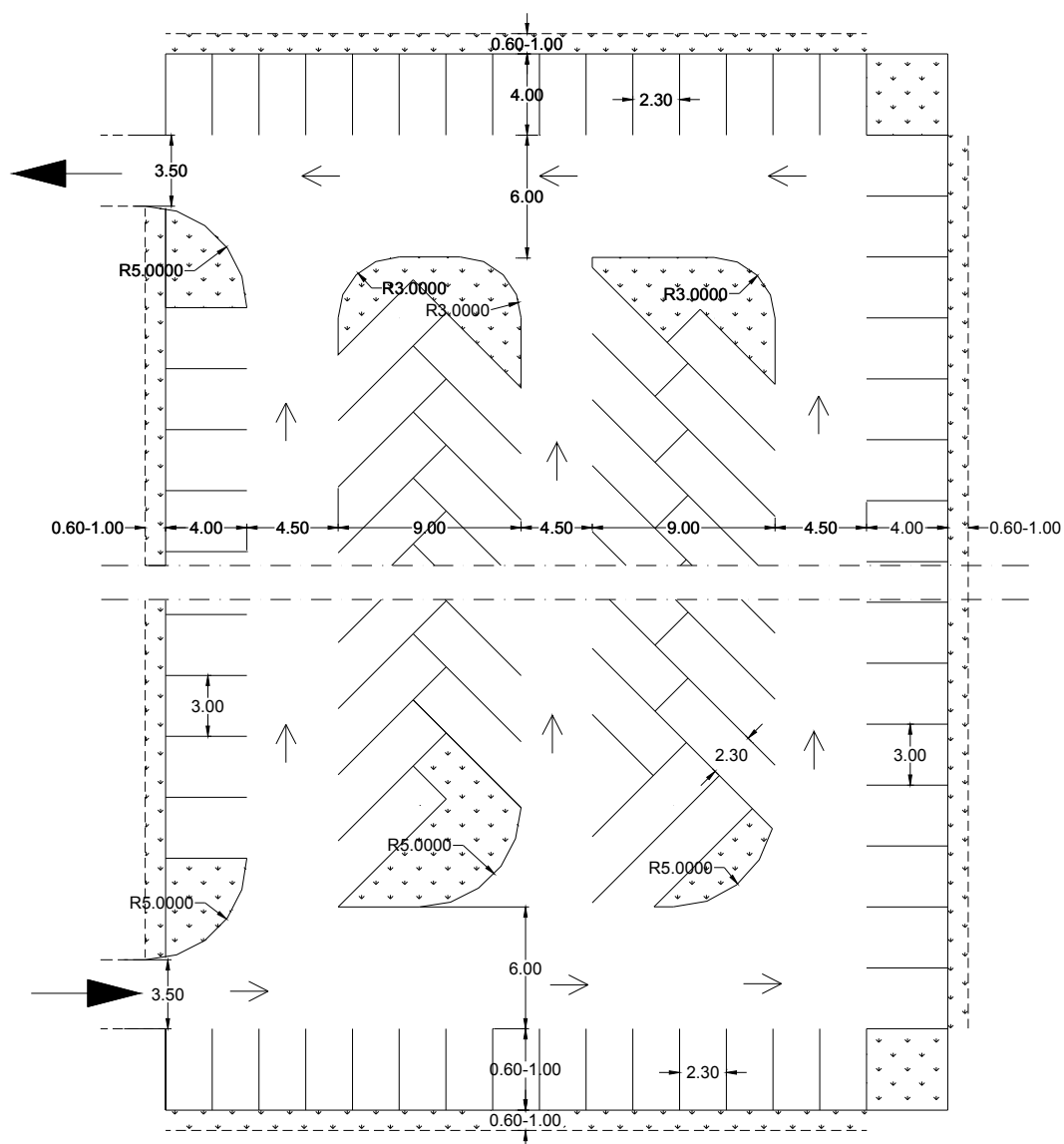
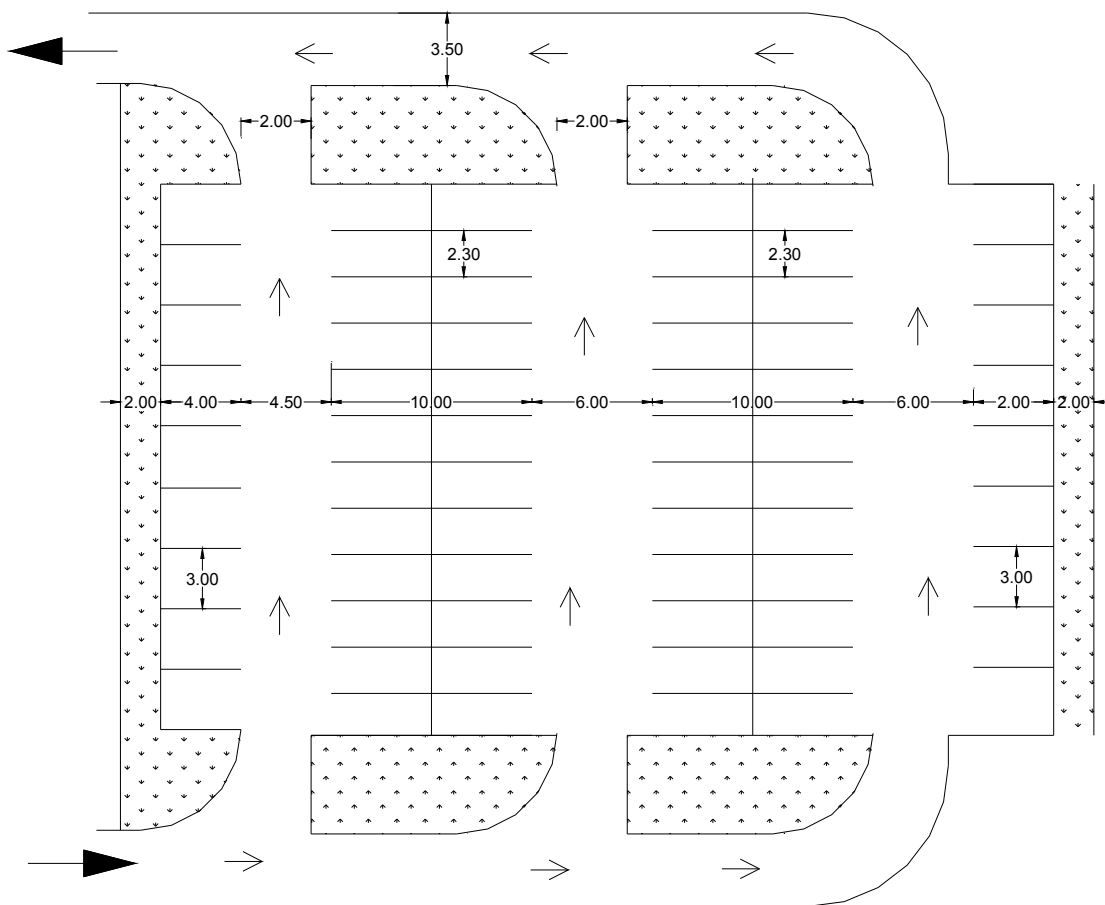
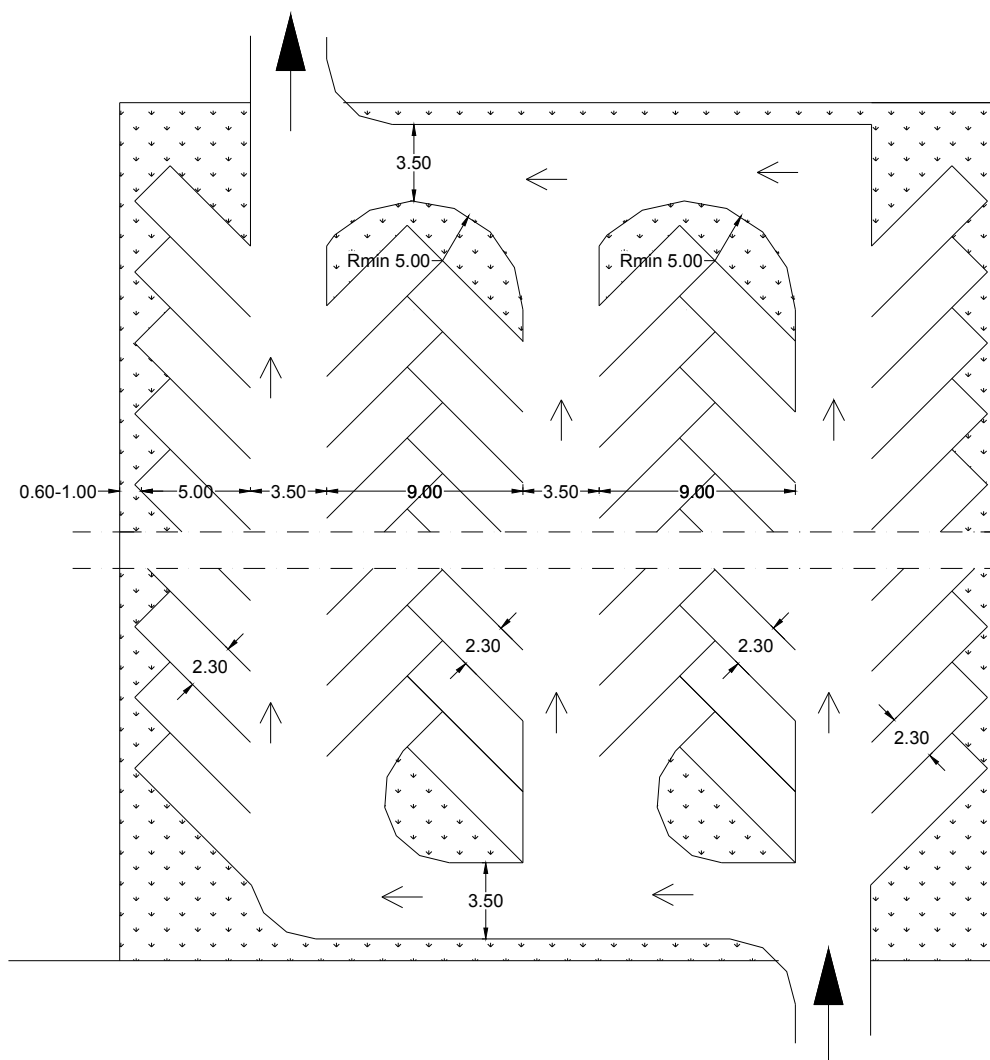


Figura 6.9 a  
Detalii de marcare a suprafeței parcajului



*Figura 6.9 b*  
*Detalii de marcare a suprafeței parcajului*



*Figura 6.9 c*  
*Detalii de marcare a suprafeței parcajului*

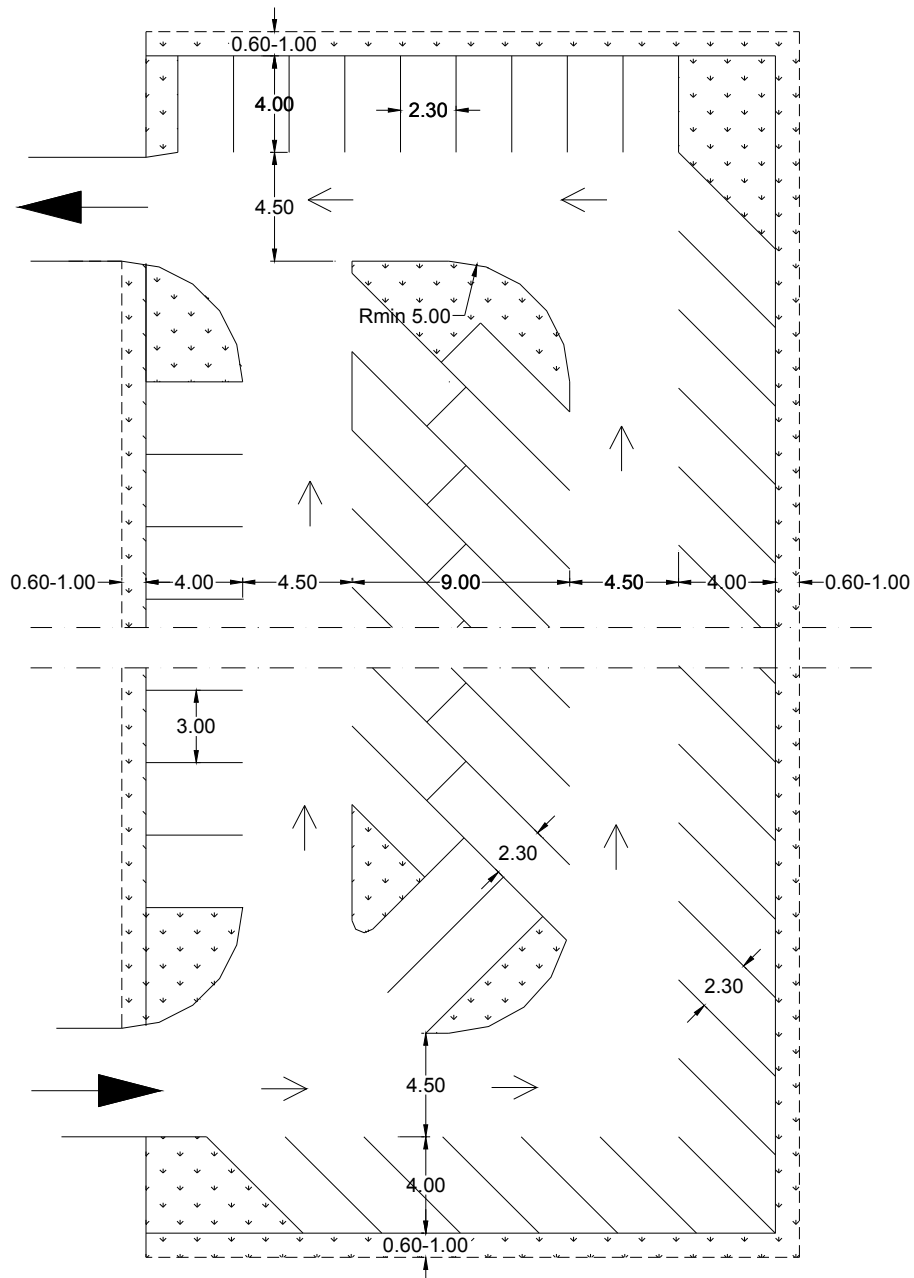


Figura 6.9 d  
Detalii de marcare a suprafeței parcajului



## BIBLIOGRAFIE

1. Dorobanțu S., Paucă C.: „Trasee și terasamente”, Editura Didactică și Pedagogică București, 1979
2. Dorobanțu S., ș.a.: „Drumuri – calcul și proiectare”, Editura Tehnică București, 1980
3. Mătășaru Tr., Craus I., Dorobanțu S.: „Drumuri”, Editura Tehnică, 1966
4. Pinescu A.: „Căi de comunicații. Proiectarea stăzilor”, ICB, 1974
5. Răcănel I.: „Introduction to transport engineering”, ICB, 1992
6. Răcănel I.: „Drumuri moderne. Racordări cu clotoida”, Editura Tehnică, 1987
7. x x x: „În memoria drumarilor”, Editura A.P.D.P., 2002
8. x x x: „Monitoul Oficial al României”
9. STAS 863-85: „Lucrări de drumuri. Elemente geometrice ale traseelor. Prescripții de proiectare”
10. STAS 4032/1-2002: „Lucrări de drumuri. Terminologie”
11. STAS 10144/1-90: „Străzi. Profiluri transversale. Prescripții de proiectare”
12. STAS 10144/2-91: „Străzi. Trotuare, alei de pietoni și piste de cicliști. Prescripții de proiectare”
13. STAS 2900-89: „Lucrări de drumuri. Lățimea drumurilor”

---

## CUPRINS

CAPITOLUL 1 GENERALITĂȚI .....	1
1.1 INTRODUCERE .....	1
1.2 SCURT ISTORIC AL DRUMURILOR .....	4
1.3 TERMINOLOGIE .....	13
1.4 CLASIFICAREA DRUMURILOR .....	15
1.5 CLASIFICAREA STRĂZILOR .....	19
CAPITOLUL 2 DRUMUL ÎN PLAN .....	21
2.1 ELEMENTELE DRUMULUI ÎN PLAN .....	21
2.2 RACORDAREA ALINIAMENTELOR CU ARCE DE CERC .....	24
2.2.1 Elementele curbelor circulare .....	24
2.2.2 Trasarea curbelor circulare .....	28
2.3 RACORDAREA ALINIAMENTELOR CU ARCE DE CURBĂ PROGRESIVĂ .....	36
2.3.1 Necesitatea introducerii curbelor progresive .....	36
2.3.2 Tipuri de curbe progresive .....	40
2.3.3 Lungimea minimă necesară curbelor progresive ..	45
2.3.4 Elementele principale ale curbelor progresive .....	47
2.3.5 Tipuri de racordări cu clotoida .....	48
2.3.6 Trasarea arcului de clotoidă .....	55
2.4 SUPRAÎNĂLȚAREA CĂII ÎN CURBĂ .....	59
2.4.1 Combaterea derapajului .....	59
2.4.2 Raze caracteristice .....	63
2.4.3 Supraînălțarea căii în curbă .....	65
2.4.4 Amenajarea în spațiu pentru o curbă izolată .....	68
2.5 SUPRALĂRGIREA CĂII ÎN CURBĂ .....	69
2.5.1 Lățimea căii în aliniament .....	69
2.5.2 Lățimea căii în curbă .....	70
2.5.3 Amenajarea supralărgirii .....	74
2.6 VIZIBILITATEA ÎN PLAN .....	74

---

2.6.1 Distanța de vizibilitate în ipoteza stopării în fața unui obstacol staționar, în aliniament și palier .....	75
2.6.2 Distanța de vizibilitate în ipoteza stopării în fața unui obstacol staționar, la deplasarea unui vehicul în aliniament, pe o declivitate de valoare (+i) .....	76
2.6.3 Distanța de vizibilitate necesară reducerii vitezei de la o valoare $v_1$ la o valoare $v_2$ .....	78
2.6.4 Distanța de vizibilitate necesară pentru ocolirea unui obstacol staționar .....	79
2.6.5 Distanța de vizibilitate necesară pentru depășirea unui vehicul în mișcare .....	80
2.6.6 Distanța de vizibilitate în curbă, în ipoteza întâlnirii a două vehicule, unul circulând neregulamentar .....	81
2.6.7 Distanța de vizibilitate la intersecții de drumuri .....	85
2.7 INTERSECȚII DE DRUMURI .....	86
CAPITOLUL 3 DRUMUL ÎN PROFIL LONGITUDINAL .....	95
3.1 ELEMENTELE DRUMULUI ÎN PROFIL LONGITUDINAL .....	95
3.2 CRITERII DE FIXARE A LINIEI ROȘII .....	97
3.3 PICHETAREA TRASEULUI .....	104
3.4 CALCULUL LINIEI ROȘII .....	107
3.5 RACORDAREA DECLIVITĂȚILOR .....	112
CAPITOLUL 4 DRUMUL ÎN PROFIL TRANSVERSAL .....	122
4.1 ELEMENTELE DRUMULUI ÎN PROFIL TRANSVERSAL. TIPURI DE PROFILE TRANSVERSALE PENTRU DRUMURI .....	122
4.2 ELEMENTELE STRĂZII ÎN PROFIL TRANSVERSAL .....	130
4.3 ELEMENTELE AUTOSTRĂZII ÎN PROFIL TRANSVERSAL .....	138
4.4 PROFILUL TRANSVERSAL TIP .....	141
4.5 CALCULUL PROFILULUI TRANSVERSAL .....	143



---

CAPITOLUL 5 SISTEMATIZAREA VERTICALĂ A STRĂZILOR ȘI PLATFORMELOR INDUSTRIALE ȘI COMERCIALE .....	144
5.1 CALCULUL DISTANȚEI (d) ÎN PLAN, ÎNTRE LINII PROIECTATE DE COTĂ EGALĂ .....	145
5.2 ESTIMAREA LINIEI DE COTĂ EGALĂ PE SUPRAFAȚA PROIECTATĂ (IZOLINII DE COTĂ EGALĂ) .....	146
5.3 SISTEMATIZAREA VERTICALĂ A TRASEULUI ÎN CURBĂ LA STRĂZI .....	151
5.4 SISTEMATIZAREA VERTICALĂ ÎN CAZUL SCHIMBĂRII DECLIVITĂȚII LINIEI ROȘII ÎN PROFIL LONGITUDINAL .....	155
5.5 AMENAJAREA SISTEMATIZĂRII VERTICALE LA INTERSECȚII DE STRĂZI .....	156
CAPITOLUL 6 AMENAJAREA PARCAJELOR ȘI PLATFORMELOR .....	161
6.1 PARCAJE DE SCURTĂ DURATĂ .....	161
6.1.1 Parcaje de scurtă durată laterale .....	162
6.1.2 Parcaje de scurtă durată oblice .....	163
6.1.3 Parcaje de scurtă durată perpendiculare .....	163
6.2 PARCAJE DE LUNGĂ DURATĂ .....	164
6.2.1 Liftarea suprafeței parcajului de lungă durată în vederea compensării terasamentelor .....	168
6.2.2 Determinarea pantelor generale longitudinale și transversale pentru colectarea și evacuarea apelor de suprafață .....	169
6.2.3 Determinarea pantelor de construcție a suprafeței carosabile a parcajului .....	170
6.2.4 Marcarea suprafeței după planul de situație arhitectural .....	171
BIBLIOGRAFIE .....	177