



COMPANIA NAȚIONALĂ DE AUTOSTRĂZI
ȘI DRUMURI NAȚIONALE

BULETIN TEHNIC RUTIER

ISSN: 1583-802X

SERIE NOUĂ

Publicație lunară editată de C.N.A.D.N.R.
Anul VI, nr. 4/2010

**COMPANIA NATIONALA DE AUTOSTRĂZI SI DRUMURI NATIONALE DIN
ROMANIA - S.A.**

DECIZIA

**Directorului General al Companiei Nationale de Autostrazi si Drumuri Nationale din
Romania S.A.**

Nr. 898/11.11.2010

In conformitate cu O.U.G. Nr. 84/2003 privind infiintarea Companiei Nationale de Autostrazi si Drumuri Nationale din Romania S.A., prin reorganizarea Regiei Autonome Administratia Nationala a Drumurilor din Romania, aprobata prin Legea nr. 47/2004, in baza Ordinului Ministrului Transporturilor si Infrastructurii nr. 813/11.10.2010, Directorul General al C.N.A.N.D.R.-S.A. emite prezenta

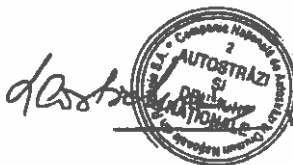
DECIZIE

Art. 1. Se aproba reglementarea tehnica „Normativ pentru amenajarea intersectiilor la nivel pe drumuri publice” – AND 600-2010.

Art. 2. Prezenta decizie se comunica prin grija Serviciului Reglementari Tehnice si Trafic din cadrul Directiei Tehnice a CNADNR SA, la DRDP 1-7 si CESTRIN care vor duce la indeplinire prevederile prezentei decizii.

Art. 3. Prezenta decizie s-a emis in 2 exemplare, un exemplar pentru Serviciul Arhiva si un exemplar la Serviciul Reglementari Tehnice si Trafic.

**DIRECTOR GENERAL,
Liviu COSTACHE**



VIZA DE LEGALITATE

NORMATIV PENTRU AMENAJAREA INTERSECȚIILOR LA NIVEL PE DRUMURI PUBLICE

CUPRINS

1. GENERALITĂȚI.....	8
1.1. Obiect și domeniu de aplicare.....	8
1.2. Terminologie.....	8
1.3. Referințe.....	10
2. CONDIȚII TEHNICE.....	13
2.2. Funcția arterelor de circulație.....	13
2.3. Clasificarea intersecțiilor după funcționalitate.....	14
2.4. Densitatea intersecțiilor.....	15
2.5. Amplasarea intersecțiilor în plan orizontal.....	16
2.6. Amplasarea intersecțiilor în plan vertical.....	17
2.7. Date necesare proiectării intersecțiilor.....	17
3. METODOLOGIE GENERALĂ.....	20
3.1. Condiții tehnice.....	20
3.2. Tipuri de analize.....	20
3.3. Perioada de analiză.....	21
3.4. Justificarea introducerii semaforizării.....	22
4. INTERSECȚII SEMAFORIZATE.....	26
4.1. Considerații generale.....	26
4.2. Geometria intersecțiilor semaforizate.....	27
4.3. Elemente de capacitate a intersecțiilor semaforizate.....	27
4.4. Calculul capacității intersecției.....	29
4.5. Determinarea nivelului de serviciu.....	35
4.6. Determinarea elementelor semaforizării.....	38
5. INTERSECȚII NESEMAFORIZATE.....	42
5.1. Considerații generale.....	42
5.2. Geometria intersecțiilor.....	43

5.3. Capacitatea intersecțiilor nesemaforizate.....	50
5.4. Calculul capacității. Benzi dedicate.....	53
5.5. Calculul capacității. Benzi mixte.....	56
5.6. Determinarea întârzierilor de control.....	57
6. INTERSECȚII GIRATORII.....	58
6.1. Considerații generale.....	58
6.2. Geometria sensurilor giratorii.....	59
6.3. Capacitatea sensurilor giratorii.....	62
6.4. Semaforizarea intersecțiilor giratorii.....	66
7. TURBOGIRAȚII.....	67
7.1. Considerații generale.....	67
8. ACCESE.....	70
8.1. Drumuri colectoare de gardă.....	70
9. PUNCTE DE ÎNTOARCERE.....	72
10. ILUMINAREA INTERSECȚIILOR.....	73
11. VIZIBILITATEA ÎN INTERSECȚII.....	74
11.2. Distanța de oprire.....	75
11.3. Distanța de decizie.....	75
11.4. Distanța de vizibilitate în plan orizontal.....	76
11.5. Distanța de vizibilitate în profil longitudinal (convex).....	76
11.6. Distanța de vizibilitate în profil longitudinal (concav).....	77
ANEXA 1.....	80
ANEXA 2.....	103

1. GENERALITĂȚI

1.1. Obiect și domeniu de aplicare

1.1.1. Prezentul normativ cuprinde principii generale și condiții tehnice privind amenajarea intersecțiilor la nivel între toate drumurile publice precum și între acestea și drumurile private deschise circulației publice.

1.1.2. Normativul se aplică în cazul intersecțiilor situate atât în interiorul localităților cât și în afara acestora.

1.1.3. Normativul nu se aplică la calculul și proiectarea intersecțiilor denivelate sau în cazul nodurilor rutiere.

1.1.4. Normativul nu se aplică la calculul și proiectarea intersecțiilor cu circulația nedirijată la care se aplică regula priorității de dreapta.

1.1.5. Amenajarea, modificarea sau sistematizarea intersecțiilor la nivel se face în conformitate cu prezentele norme și se avizează de către organele competente conform prevederilor Ordonanței Guvernului nr. 43/1997 privind regimul drumurilor, cu modificările ulterioare la zi.

1.1.6. Intersecțiile la nivel care sunt tratate în prezentul normativ sunt:

- Intersecții negiratorii, semaforizate și nesemaforizate;
- Intersecții giratorii nesemaforizate și turbogirații.

1.2. Terminologie

1.2.1. Prin intersecție se înțelege suprafața pe care două sau mai multe căi de comunicație terestre rutiere se alătură sau se încrucișează, incluzând toate facilitățile de amenajare a acestei suprafețe în vederea asigurării scurgerii traficului.

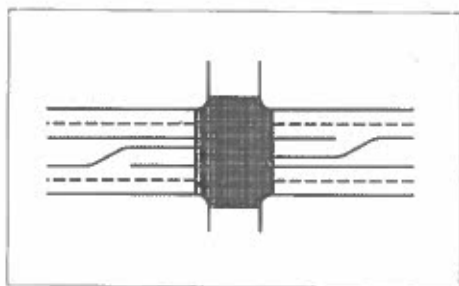
1.2.2. Prin suprafața fizică a intersecției se înțelege suprafața pe care

Elaborat de:
S.C. SEARCH CORPORATION S.R.L.

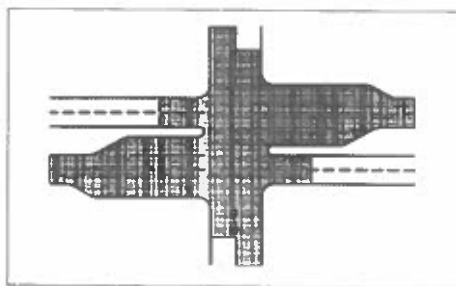
Aprobat de:
C.N.A.D.N.R.
cu Decizia nr. 898/11.11.2010

căile de comunicație terestre se intersectează, cu alte cuvinte suprafața efectivă comună, pe care se suprapun accesele în intersecție (Figura 1.a).

1.2.3. Prin suprafața funcțională a intersecției se înțelege suprafața extinsă în jurul intersecției care include (1) benzile suplimentare și canalizarea lor, (2) distanța de percepție-reacție, (3) distanța de manevrare, (4) distanța de stocare a vehiculelor în coada de așteptare (Figura 1.b).



(a) suprafața fizică



(b) suprafața funcțională

Figura 1. Suprafața fizică și suprafața funcțională a intersecției

1.2.4. Prin brațul intersecției se înțelege orice secțiune de drum adiacentă intersecției care permite accesul vehiculelor în intersecție. Un braț poate deservi mișcări multiple de trafic.

1.2.5. Prin mișcare de trafic se înțelege orice flux de vehicule sau de pietoni care efectuează o mișcare particulară în intersecție. În general, într-o intersecție, pentru fiecare braț, există patru tipuri de mișcări: mișcarea de înainte, mișcarea de stânga (sau virajul de stânga), mișcarea de dreapta (sau virajul de dreapta) și mișcarea de întoarcere.

1.2.6. Prin drept de acces se înțelege posibilitatea unui anumit vehicul sau pieton de a efectua mișcarea dorită prin intersecție.

1.2.7. Prin mișcarea protejată se înțelege o mișcare de trafic a vehiculelor care este permisă și se efectuează fără nevoia de a ceda prioritatea pietonilor sau altor mișcări de trafic conflictuale.

1.2.8. Prin mișcarea permisivă se înțelege o mișcare de trafic a vehiculelor care este permisă și se efectuează prin cedarea de prioritate a pietonilor și/sau altor mișcări de trafic conflictuale.

1.2.9. Prin intersecție necontrolată se înțelege o intersecție în care accesul vehiculelor nu este controlat nici prin indicatoare rutiere nici prin semafoare sau alte sisteme de control. În general, la intersecțiile necontrolate se aplică regula „priorității de dreapta”.

1.2.10. Prin intersecție controlată se înțelege o intersecție în care ac-

cesul vehiculelor este dirijat fie prin indicatoare rutiere fie prin semafoare sau alte sisteme de control. Pentru o diferențiere mai bună, în acest material, prin intersecție controlată se va înțelege o intersecție în care accesul vehiculelor este făcut pe baza indicatoarelor rutiere.

1.2.11. Prin ciclu de semaforizare se înțelege intervalul de timp corespunzător unei secvențe complete de schimbare a culorilor sau operațiilor de semnalizare la o instalație de semnalizare.

1.2.12. Prin circulație continuă se înțelege circulația atunci când pe un sector de drum nu intervin cauze de imobilizare sistematică a vehiculelor, în afară de acelea datorate evoluției proprii fluxului de circulație.

1.2.13. Prin circulație dirijată se înțelege reglementarea ordinii de trecere în intersecție prin semnale ale agentului de circulație sau semnale luminoase.

1.2.14. Prin circulație discontinuă se înțelege circulația în condițiile în care pe sectorul respectiv de drum există cauze de imobilizare sistematică a vehiculelor, exterioare fluxului de circulație propriu-zis (intersecții de nivel, bariere, indicatoare de pierdere a priorității etc).

1.2.15. Prin circulație rutieră se înțelege mișcarea pe un drum a vehiculelor și a celorlalți participanți la traficul rutier în condiții date de amenajări rutiere și de organizare a desfășurării ei.

1.2.16. Prin coeficient de echivalare a traficului se înțelege coeficientul de transformare a traficului de vehicule fizice dintr-o anumită grupă (categorie) în trafic de vehicule etalon. Coeficientul de echivalență poate reprezenta:

- raportul dintre ocuparea dinamică a suprafeței carosabile a drumului de către un vehicul fizic și cea corespunzătoare vehicului etalon autoturism (pentru determinarea capacității de circulație);
- raportul între solicitarea sistemului rutier (stare de eforturi, deformări, oboseala materialelor) de către un vehicul fizic și solicitarea produsă de vehiculul etalon (pentru dimensionarea capacității portante a sistemului rutier).

1.2.17. Prin componența (structura, compoziția) traficului rutier se înțelege alcătuirea traficului rutier pe grupe de vehicule.

1.2.18. Prin concentrația (densitatea) traficului rutier se înțelege numărul de vehicule existente la un moment dat pe unitatea de lungime de drum sau banda de circulație, exclusiv vehiculele parcate.

1.2.19. Prin curent de circulație rutieră se înțelege totalitatea vehiculelor fizice care se deplasează de la o zonă de origine spre o anumită zonă de destinație. Se caracterizează prin debit, viteza de circulație, sens și itinerar.

1.2.20. Prin diagrama intensității traficului se înțelege o reprezentare grafică a variației intensității traficului pe o perioadă de timp determinată (an,

zi). Se exprimă în număr de vehicule fizice sau vehicule etalon pe senzori de deplasare sau global pe ambele senzori.

1.2.21. Prin diagrama planurilor de trafic se înțelege o reprezentare grafică a fluxului de vehicule de pe o rețea rutieră. Se exprimă în număr de vehicule fizice sau vehicule etalon pe senzori de deplasare sau global pe ambele senzori.

1.2.22. Prin semafor (sau sistem de semaforizare) se înțelege orice unitate conectată la o sursă de alimentare cu energie care are rolul de a avertiza sau de a controla traficul, cu excepția luminilor adiționale de avertizare, a semnelor și a marcajelor.

1.2.23. Prin intersecție semaforizată se înțelege o intersecție în care accesul vehiculelor se face pe baza indicațiilor unui sistem de semaforizare.

1.2.24. Prin banda de accelerare/decelerare se înțelege un segment de bandă suplimentar benzilor curente cu rolul de a permite trecerea de la un regim de viteză la alt regim de viteză (accesul se execută prin inserție în trafic).

1.2.25. Prin buzunar de stocaj se înțelege un segment de bandă suplimentar benzilor curente cu rolul de a asigura stocajul autovehiculelor la traversarea prin intersecție.

1.2.26. Prin banda dedicată se înțelege o bandă de circulație de pe care se efectuează o singură mișcare (de stânga, de dreapta sau înainte).

1.2.27. Prin banda comuna se înțelege o bandă de circulație de pe care se pot executa două sau trei mișcări în același timp.

1.2.28. Prin nivelul de serviciu al unei intersecții se înțelege o încadrare în clase de mărime (litere de la A la F) a condițiilor de circulație într-o intersecție.

1.2.29. În Tabelul 1 este prezentată descrierea condițiilor de circulație pentru fiecare nivel de serviciu.

Tabelul 1. Condiții de circulație în funcție de nivelul de serviciu

Nivel de serviciu	Descriere
A	Circulație fluentă, fără cozi de așteptare, viteza liberă de circulație
B	Circulație fluentă, fără cozi de așteptare, viteza mai redusă
C	Circulație acceptabilă, posibilități pentru formarea cozilor de așteptare, viteza mai redusă
D	Circulație acceptabilă, cozi de așteptare reduse, viteză redusă
E	Circulație dificilă, cozi de așteptare permanente, viteză redusă
F	Circulație foarte dificilă, cozi de așteptare permanente, viteză redusă, opriri multiple

1.2.30. Prin fază de circulație se înțelege o mișcare particulară a traficului sau un grup de mișcări de trafic neconflictuale (mișcări protejate) sau conflictuale (mișcări permise) care primesc simultan indicația de „verde”.

1.2.31. Prin succesiunea de faze se înțelege ordinea în care fazele de trafic se derulează și sunt indicate participanților la trafic.

1.2.32. Prin lungimea ciclului de semaforizare se înțelege timpul necesar de deservire a tuturor fazelor unei intersecții. Este timpul măsurat de la începutul indicației de „verde” corespunzătoare unei faze până la începutul următoarei indicații de „verde” a aceleiași faze.

1.2.33. Prin timp de siguranță se înțelege timpul dedicat deciziei conducătorilor vehiculelor de a se pregăti să oprească, și să oprească efectiv, dacă oprirea se poate efectua în condiții de siguranță (indicația „galben”).

1.2.34. Prin timp de evacuare se înțelege timpul dedicat autovehiculelor surprinse în interiorul suprafeței fizice a intersecției la schimbul de faze pentru a evacua acest spațiu (indicația „roșu” integral - pentru toate accesele).

1.3. Referințe

- [1] Highway Capacity Manual, Transportation Research Board, National Research Council, Washington D.C., 2000, November 2004 Update;
- [2] A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, American Association of State Highway and Transportation Officials, 2004;
- [3] Signalized Intersections: Informational Guide, U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Publication No. FHWA-HRT-04-091;
- [4] Traffic Signal Timing and Coordination Manual, Minnesota Department of Transportation, 2009;
- [5] Roundabouts: Informational Guide, U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Publication No. FHWA-RD-00-067;
- [6] Roundabout Design Guidelines, State of Maryland, Department of Transportation, State Highway Administration;
- [7] Norme tehnice privind intersecțiile giratorii la același nivel pe drumurile din afara orașelor, Administrația Națională a Drumurilor, Centrul de Studii Rutiere și Informatică, BOMACO;
- [8] Roundabouts - Application and Design. A practical Manual, Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Royal Haskoning, 2009;
- [9] Handbook of Transportation Engineering, Myer Kruz, Editor;
- [10] Design Manual, Washington State, Department of Transportation, 2007;
- [11] SR 10144/4-95, Amenajarea intersecțiilor de străzi. Clasificare și prescripții de proiectare;

- [12] SR 10144/6-89, Calculul capacității de circulație a intersecțiilor de străzi;
[13] STAS 4032/2-92, Tehnica traficului rutier. Terminologie;
[14] CD 173-2001, Norme privind amenajarea intersecțiilor la nivel negiratorii din afara orașelor.

2. CONDIȚII TEHNICE

2.1.1. Alegerea tipului de soluție pe baza unor prevederi dintr-o normă sau manual nu exonerează inginerul specialist de calculul și dimensionarea acesteia. Tipologia intersecției se alege în funcție de mai mulți factori, după cum urmează:

- Tipul și funcțiunea arterelor în rețea;
- Capacitatea necesară, considerând traficul de perspectivă;
- Nivelul de siguranță rutieră;
- Politica de management a traficului;
- Posibilitățile spațiale și limitări;
- Costul de investiție, de operare și întreținere.

2.2. Funcția arterelor de circulație

2.2.1. În funcție de proporția traficului de tranzit (traficul de lungă distanță în raport cu zona de influență a teritoriului adiacent) de pe arterele de circulație, acestea se pot clasifica:

- Artere principale – sunt arterele care preiau în mare parte traficul de tranzit și în foarte mică măsură traficul de scurtă distanță sau local.
- Artere colectoare/distribuitoare – sunt arterele care preiau într-o măsură mică traficul de tranzit și într-o proporție mai însemnată traficul de legătură între diferite componente zonale relativ apropiate sau colectează/distribuie traficul din arealuri construite apropiate.
- Artere locale – sunt arterele care preiau în mod particular traficul local.

2.2.2. Actualele încadrări administrative ale drumurilor din România se clasifică în trei categorii funcționale așa cum se prezintă în Tabelul 2. Totuși, în anumite situații există părți ale unor drumuri europene și drumuri naționale principale care traversează pe lungimi mari zone construite din localități sau în lungul lor sunt dispuse localități la distanțe relativ mici și atunci ponderea traficului local crește, apare nevoia de a amenaja intersecții dese cu acces cu viraj stânga și în acest caz aceste drumuri nu mai pot funcționa ca drumuri de tranzit.

2.2.3. Pentru aceste situații desigur ca soluțiile sunt de reconfigurare a rețelei și apariția arterelor ocolitoare.

Tabelul 2. Clase de artere. Funcționalitate

Clasa funcțională	Denumire clasa	Categorie drum	Trafic tranzit [%]	Trafic local [%]
Clasa I	Artere principale	Autostrăzi Drumuri express Drumuri europene Drumuri naționale principale	75-95	5-25
Clasa II	Artere colectoare / distribuitoare	Drumuri naționale secundare Drumuri județene	35-75	25-65
Clasa III	Artere locale	Drumuri județene Drumuri comunale	5-15	85-95

2.3. Clasificarea intersecțiilor după funcționalitate

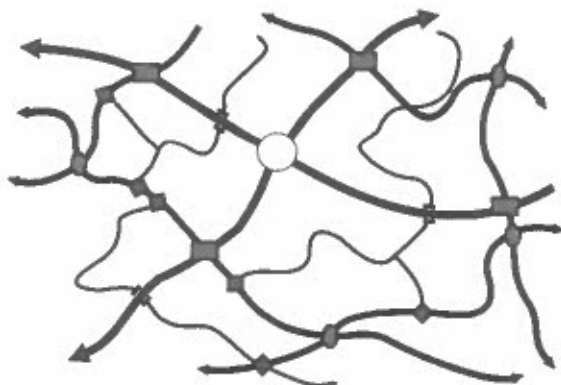
2.3.1. În funcție de clasa funcțională a arterelor care se intersectează, intersecțiile se clasifică în patru clase funcționale:

- Clasa I de intersecții include nodurile rutiere și intersecții denivelate de mare capacitate.
- Clasa II de intersecții include intersecții denivelate, intersecții semaforizate cu geometrie completă, turbogirații de mare capacitate.
- Clasa III de intersecții include intersecții semaforizate, turbogirații, sensuri giratorii de mare capacitate, intersecții nesemaforizate cu geometrie completă.
- Clasa IV de intersecții include sensuri giratorii, minigirații, intersecții nesemaforizate, accese necontrolate.

2.3.2. Pentru a putea păstra clasa funcțională a arterelor ce se intersectează, alegerea tipului de intersecții din punct de vedere al funcționalității arterelor se face conform tabelului 3.

Tabelul 3. Clase de intersecții. Principii de alegere

	Artera principală	Artera colectoare	Artera locală
Artera principală	Clasa I	Clasa I,II	-
Artera colectoare	Clasa I,II	Clasa II	Clasa II,III
Artera locală	-	Clasa II,III	Clasa IV



	Artera principală		Nod rutier (clasa I)
	Artera colectoră		Intersecție derivate (clasa II)
	Artera locală		Intersecție la nivel (clasa III)
			Intersecție la nivel (clasa IV)
			Pasaj fără acces

Figura 2. Clase de intersecții

2.3.3. Amenajarea intersecțiilor între arterele principale și arterele locale nu este recomandată. În cazul în care este necesară totuși amenajarea unei intersecții între o arteră principală și o arteră locală, aceasta va face parte din clasa I sau din clasa II.

2.4. Densitatea intersecțiilor

2.4.1. Poziționarea intersecțiilor la distanțe apropiate una de alta creează probleme în ceea ce privește:

- vizibilitatea în intersecție;
- percepția intersecției și implicit adaptarea la condițiile de circulație;
- anticiparea evenimentelor rutiere;
- observarea și înțelegerea semnificației indicatoarelor rutiere.

2.4.2. Densitatea intersecțiilor de pe o arteră de circulație se determină în funcție de viteza de circulație (viteza de proiectare sau viteza reglementată - cea care are o valoare mai mică) și în funcție de clasa funcțională a arterei.

Tabelul 4. Distanțe minime între intersecții [m]

Clasa intersecției	Viteza reglementată		
	< 60 km/h	60 .. 90 km/h	90..110 km/h
Clasa I	--	1000	1500
Clasa II	600	800	1200
Clasa III	400	600	800
Clasa IV	200	400	--

2.4.3. Limitarea numărului de intersecții de pe artere are scopul de:

- a crește siguranța circulației prin reducerea numărului zonelor potențiale de conflict
- a crește capacitatea de circulație și fluența traficului prin reducerea numărului de perturbații în trafic

2.5. Amplasarea intersecțiilor în plan orizontal

2.5.1. La proiectarea intersecțiilor noi amplasarea acestora în plan orizontal se face respectând condițiile minime indicate în tabelul 5, în funcție de clasa funcțională a acestora.

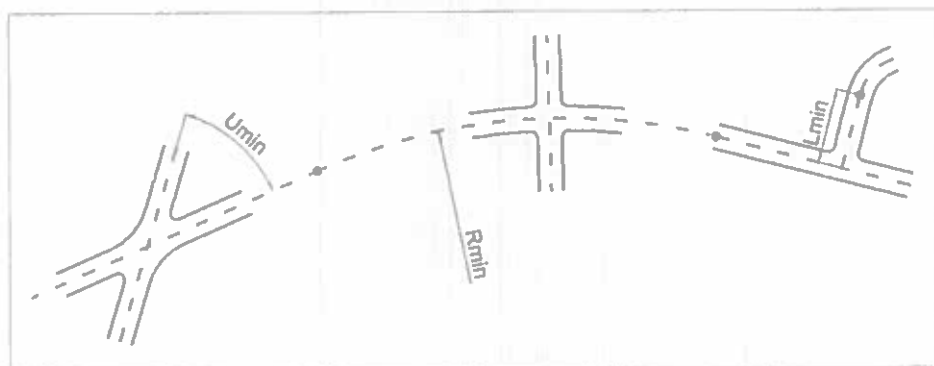


Figura 3. Elementele geometrice ale traseului

Tabelul 5. Valorile minime ale elementelor de traseu

Clasa intersecției	Raza minimă (R_{min} , m)	Unghiul minim (U_{min} , °)	Tangenta minimă (L_{min} , m)
Clasa I	500	70	300
Clasa II	300	70	100
Clasa III	200	65	25
Clasa IV	100	60	15

2.6. Amplasarea intersecțiilor în plan vertical

2.6.1. Declivitatea maximă pe brațe la accesul în intersecțiile situate pe artere cu viteza de circulație reglementată de maxim 70 km/h se recomandă să nu depășească 6%.

2.6.2. Declivitatea maximă pe brațe la accesul în intersecțiile situate pe artere cu viteza de circulație reglementată mai mare de 70 km/h se recomandă să nu depășească 3%.

2.7. Date necesare proiectării intersecțiilor

2.7.1. Intersecțiile noi, reabilitate sau modernizate, se vor proiecta luând în considerare valorile de trafic pentru ora de vârf a traficului de perspectivă. În funcție de clasa intersecției, orizontul minim de perspectivă este indicat în tabelul 6.

Tabelul 6. Orizontul de timp pentru proiectarea intersecțiilor

Clasa intersecției	Perioada de perspectivă
Clasa I	20 ani
Clasa II	15 ani
Clasa III	10 ani
Clasa IV	5-10 ani

2.7.2. Pentru verificarea capacității de circulație a intersecțiilor la nivel, indiferent de modul de control al traficului, este necesară colectarea datelor de trafic curente:

- Valorile de trafic
- Geometria intersecției
- Controlul circulației prin intersecție

2.7.3. Valorile de trafic (sau numărul vehiculelor) se vor colecta pentru fiecare direcție de mers, pe categorii de vehicule.

În cazul în care intersecția are capacitatea depășită (se observă cozi de așteptare remanente) se vor colecta suplimentar valorile de trafic care se apropie de intersecție într-o secțiune cu trafic fluid învecinată, separat pentru fiecare braț, pe categorii de vehicule. Se vor nota lungimile cozilor de așteptare (exprimate în număr de vehicule), înainte de a începe măsurătoarea, precum și la intervale prestabilite (ex. 5 minute, 15 minute) în funcție de necesitate, separat pentru fiecare braț.

Duratele minime de colectare a valorilor de trafic se stabilesc în funcție de clasa intersecției, conform tabelului 7.

Tabelul 7. Durata de colectare a valorilor de trafic

Intersecție	Număr ore	Număr zile	Observații
Clasa I	24 ore / zi	Min 21 zile	Să evidențieze sezonabilitatea, evenimente speciale
Clasa II	Min 16 ore/ zi	Min 7 zile	Să evidențieze orele de vârf
Clasa III	Min 8 ore / zi	Min 7 zile	Să evidențieze orele de vârf
Clasa IV	Min 8 ore / zi	Min 3 zile	Să evidențieze orele de vârf și traficul de weekend

2.7.4. Alte elemente necesare:

- Factorul orei de vârf;
- Numărul pietonilor ce traversează fiecare acces/braț;
- Numărul autobuzelor care opresc în zona funcțională a intersecției (număr de opriri/h);
- Numărul de manevre de parcare în zona de influență a intersecției (număr de manevre de parcare/h);
- Tipul de sosire pe fiecare braț (a se vedea clasificarea tipurilor de sosire pentru intersecții semaforizate);
- Viteza de circulație reglementată pe fiecare braț.

2.7.5. Metode de colectare a datelor de trafic:

- Contorizare automată: Pentru contorizări care sunt efectuate pe durata mai multor zile este recomandată instalarea unor contori automați, care diferențiază tipurile de vehicule.
- Contorizare semi-automată: Pentru contorizări pe durata mai multor ore este recomandată utilizarea unor contori manipulați manual, care diferențiază tipurile de vehicule și direcții de mers.
- Contorizare manuală: Pentru contorizări simple, de scurtă durată se recomandă utilizarea fie a contorilor semiautomati, fie a fișelor de recensământ de trafic pe categorii de vehicule și direcții de mers.

2.7.6. Se vor culege elementele geometrice ale intersecției necesare realizării unei schițe relevante a acesteia:

- Numărul și lățimea benzilor, pe fiecare braț al intersecției;
- Numărul, lungimea și lățimea benzilor buzunarelor pentru viraje, dacă există;
- Configurația și dedicația benzilor;

- Declivitatea (înclinarea longitudinală) carosabilului pe fiecare braț;
- Raza de racordare a bordurilor (aproximativă);
- Lungimea maximă de stocaj – prezența intersecțiilor adiacente;
- Benzi (pene) de accelerare sau de decelerare;
- Poziția și lățimea trecerilor de pietoni;
- Alte elemente particulare.

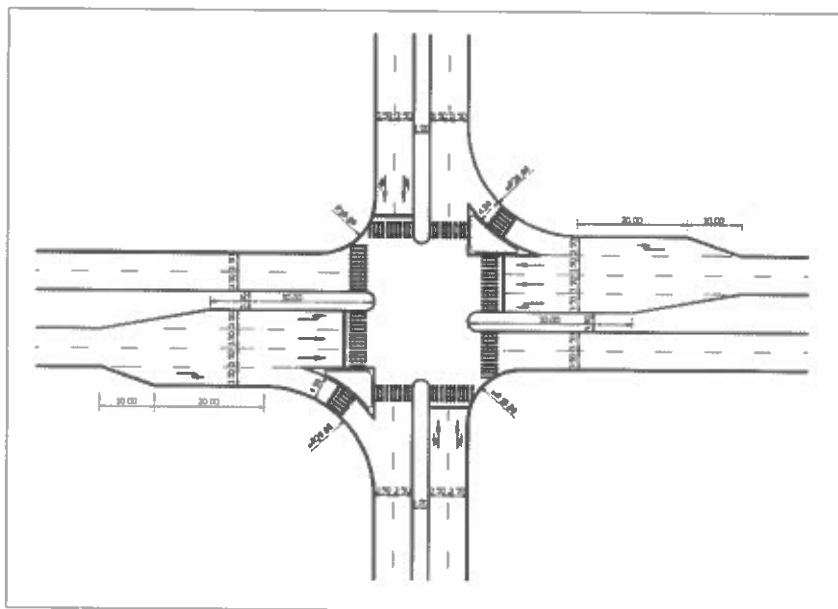


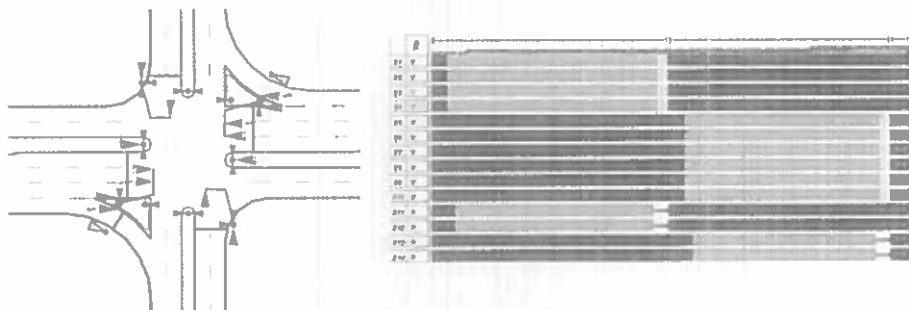
Figura 4. Exemplificare schematică
elemente geometrice intersecție clasică în cruce

2.7.7. Se vor identifica elementele caracteristice controlului circulației prin intersecție:

- Drumurile/străzile/accesele cu prioritate;
- Drumurile/străzile/accesele fără prioritate, precum și modul de control (cedează trecerea, stop);
- Semaforizare:
 - Lungimea ciclului; numărul și lungimea fazelor;
 - Timpul de siguranță și timpul de evacuare;
 - Planul (diagrama) de semaforizare;
 - Mișcările permise pentru fiecare fază;
 - Timpul minim pentru traversarea pietonilor.

- Zone de inserție în trafic.

2.7.8. Pentru intersecțiile semaforizate se va evidenția poziția semafoarelor și se vor atribui coduri acestora ce vor fi incluse în diagrama de semaforizare.



a. Poziția semafoarelor

b. Diagrama de semaforizare

Figura 5. Poziția semafoarelor și diagrama de semaforizare

3. METODOLOGIE GENERALĂ

3.1. Condiții tehnice

3.1.1. Se recomandă ca intersecțiile noi proiectate să funcționeze la nivelul de serviciu minim „C” pentru toate perioadele de analiză.

3.1.2. Se recomandă ca intersecțiile supuse oricăror amenajări de îmbunătățire să funcționeze la nivelul de serviciu minim „D” pentru toate perioadele de analiză.

3.1.3. Metodologiile de calcul a capacității intersecțiilor, metodologii prezentate în acest normativ sunt aplicabile doar intersecțiilor la care capacitatea nu este depășită cu mai mult de 50%. În cazul intersecțiilor foarte congestionate, rezultatele calculelor de capacitate nu reflectă condițiile reale din teren. Pentru aceste intersecții trebuie utilizate metode alternative de calcul, și anume microsimularea traficului.

3.2. Tipuri de analize

3.2.1. Tipurile de analize ce pot fi efectuate la intersecții sunt indicate în tabelul 8.

Tabelul 8. Tipuri de analiză

Tip analiză	Date necesare	Obiectiv	Observații
Verificare	Volume trafic Semaforizare Geometrie	Nivel de serviciu	
Proiectare semaforizare	Volume trafic Geometrie Nivel de serviciu	Timpi de semaforizare	Este necesară o estimare inițială a timpilor de semaforizare și apoi o verificare
Proiectare geometrie	Volume trafic Semaforizare Nivel de serviciu	Elementele geometrice ale intersecției	Este necesară o propunere inițială a geometriei intersecției și apoi o verificare
Proiectare trafic	Nivel de serviciu Semaforizare Geometrie	Debitul maxim de trafic	Include un proces iterativ de calcul pentru estimarea nivelului de serviciu dorit

3.3. Perioada de analiză

3.3.1. Analiza de capacitate a intersecțiilor se va face pentru unul sau mai multe din scenariile descrise mai jos.

- Scenariul 1: Analiza unei singure perioade de timp, $T=1$ oră (ora de vârf);
 - Optim pentru ora de vârf
 - Posibile ineficiențe în afara orei de vârf
- Scenariul 2: Analiza mai multor perioade de timp, $T=2, 3$ sau 4 ore (orele cu traficul cel mai intens);
 - Optim pentru diferite perioade de timp
 - Posibile ineficiențe în timpul orei de vârf
- Scenariul 3: Analiza mai multor perioade de timp, $T=8$ ore (orele din cursul unei zile);
 - Optim pentru durate îndelungate de timp
 - Posibile ineficiențe în perioadele în timpul orelor mai încărcate

3.3.2. Alegerea perioadelor de analiză se face ținând seama de variația traficului în timp (variație zilnică, săptămânală, lunară, anuală), precum și de clasă funcțională a intersecției.

3.3.3. Analiza de capacitate va ține cont de variația săptămânală a traficului, de variația lunară a traficului, și de orice alt efect de sezonalitate a traficului identificat în teren.

3.3.4. În cazul în care există mai multe perioade critice în cursul unei zile (ora de vârf de dimineața, ora de vârf de seara), perioade în care intensitatea și structura traficului se modifică radical, este necesară efectuarea analizei de capacitate pentru toate aceste perioade.

3.3.5. Vârful maxim de 15 minute se determină din măsurătorile ore-re efectuate în teren. Debitul orar maxim (sau debitul de calcul) se poate calcula ca expresie a intensității maxime derivate din înmulțirea cu patru a sferului maxim.

$$FV = \frac{V}{4 \cdot v_p}, \text{ unde}$$

FV este factorul orei de vârf

V este debitul orar, (veh/oră)

v_p este debitul maxim pentru perioada de 15 minute (veh/oră)

3.4. Justificarea introducerii semaforizării

3.4.1. Un studiu de capacitate asupra condițiilor de circulație, asupra traficului pietonal și asupra elementelor geometrice ale unei intersecții este necesar pentru a justifica introducerea controlului acesteia prin semaforizare.

3.4.2. Este recomandat ca semaforizarea unei intersecții să nu fie considerată, decât în cazul în care una sau mai multe condiții prezentate în continuare sunt îndeplinite. În cazul în care cel puțin una dintre condițiile de mai jos este îndeplinită, introducerea semaforizării ca metoda de control a circulației este supusă rezultatelor unui studiu de specialitate.

3.4.3. Condiția 1: Volumul de trafic corespunzător unei perioade de 8 ore. Necesitatea introducerii unui sistem de semaforizare la o intersecție poate fi considerată ca o soluție dacă următoarele condiții sunt îndeplinite pentru oricare dintre 8 ore ale unei zile normale:

- a. Traficul orar specificat în tabelul 9, coloana (3) există pe artera considerată principală și traficul orar specificat în tabelul 9, coloana

(4) există pe artera considerată secundară (condiția de volum minim).

b. Traficul orar specificat în tabelul 10 coloana (3) există pe artera considerată principală și traficul orar specificat în tabelul 10, coloana (4) există pe artera considerată secundară (condiția întrerupere a fluxului major).

Tabelul 9. Condiția de volume minime, 8 ore

(1) Numărul de benzi pe fiecare acces		(3) Debit orar pe artera principală (total, ambele brațe)	(4) Debit orar pe artera secundară (o singură direcție)
Artera principală	Artera secundară		
1	1	500	150
>2	1	600	150
>2	>2	600	200
1	>2	500	200

Tabelul 10. Condiția de întrerupere a fluxului major, 8 ore

(1) Numărul de benzi pe fiecare acces		(3) Debit orar pe artera principală (total, ambele brațe)	(4) Debit orar pe artera secundară (o singură direcție)
Artera principală	Artera secundară		
1	1	750	75
>2	1	900	75
>2	>2	900	100
1	>2	750	100

3.4.4. Condiția 2: Volumul de trafic corespunzător unei perioade de 4 ore
Necesitatea introducerii unui sistem de semaforizare la o intersecție poate fi considerată ca o soluție dacă pentru oricare patru ore ale unei zile normale punctele grafice reprezentând debitele orare pe artera considerată majoră (totalul ambelor direcții) și debitele orare corespunzătoare pe artera considerată secundară (o singură direcție) se situează deasupra curbei aplicabile pentru geometria corespunzătoare intersecției din nomograma din figura 6.

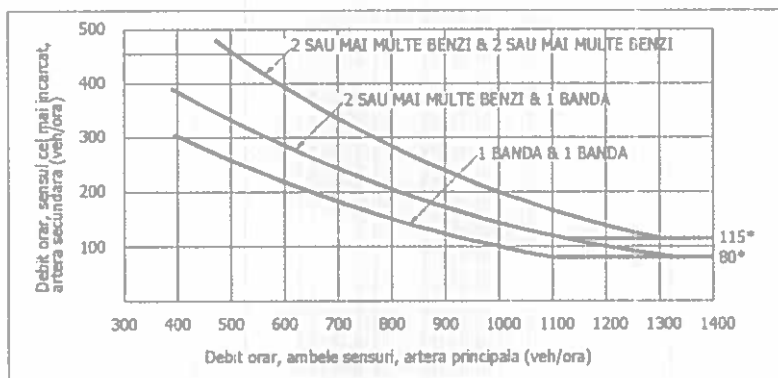


Figura 6. Condiția de volum, 4 ore

3.4.5. Condiția 3: Volumul de trafic corespunzător orei de vârf

Necesitatea introducerii unui sistem de semaforizare la o intersecție poate fi considerată ca o soluție dacă pentru oricare oră a unei zile normale (oricare patru intervale consecutive de 15 minute) punctele grafice reprezentând debitele orare pe artera considerată majoră (totalul ambelor direcții) și debitele orare corespunzătoare pe artera considerată secundară (o singură direcție) se situează deasupra curbei aplicabile pentru geometria corespunzătoare intersecției din nomograma din figura 7.

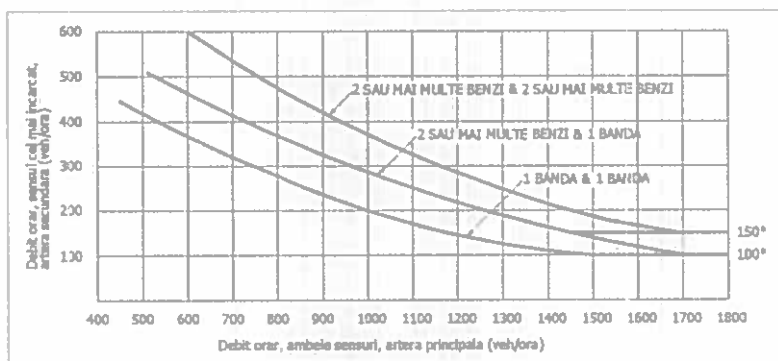


Figura 7. Condiția de volum, ora maximă

3.4.6. Condiția 4: Volumul de pietoni

Necesitatea introducerii unui sistem de semaforizare la o intersecție poate fi considerată ca o soluție dacă:

- a. pentru oricare patru ore dintr-o zi normală, punctele grafice repre-

zentând debitele orare pe artera considerată majoră (totalul fluxului de vehicule în ambele direcții) și debitele pietonale orare corespunzătoare (total în ambele direcții) se situează deasupra curbei din nomograma din figura 8.

b. pentru oricare oră dintr-o zi normală, punctul grafic reprezentând debitele orare pe artera considerată majoră (totalul ambelor direcții) și debitele pietonale orare corespunzătoare (total în ambele direcții) se situează deasupra curbei din nomograma din figura 9.

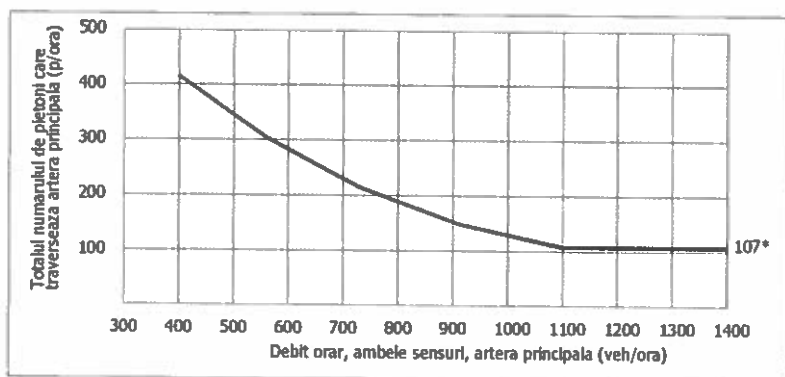


Figura 8. Condiția de volum de pietoni, 4 ore

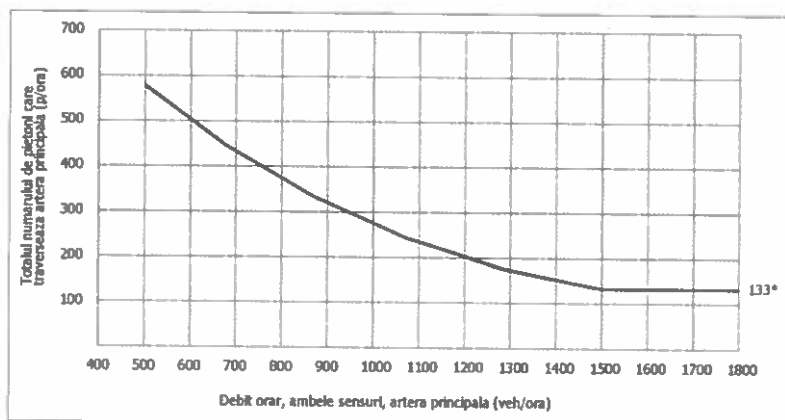


Figura 9. Condiția de volum de pietoni, ora maximă

Această condiție nu este aplicabilă în cazul în care există o altă trecere de pietoni semaforizată la o distanță mai mică de 100 m.

3.4.7. Condiția 5: Traversarea pietonală în dreptul școlilor sau altor obiective care generează fluxuri importante de pietoni
Necesitatea introducerii unui sistem de semaforizare la o trecere de pietoni situată în zona unei școli va fi luată în considerare dacă un studiu va indica faptul ca succesiunea vehiculelor în trafic nu asigură timpii necesari pentru ca pietonii să traverseze în perioada în care aceștia folosesc trecerea de pietoni.

3.4.8. Condiția 6: Sistem de coordonare a semaforizării
Necesitatea introducerii unui sistem de semaforizare pentru o intersecție aflată pe o axă de circulație cu intersecții semaforizate sincronizate va fi luată în considerare dacă aceasta nu asigură un grad suficient de condensare a vehiculelor în plutoane necesar asigurării sincronizării circulației.

3.4.9. Condiția 7: Rata de accidente
Necesitatea introducerii unui sistem de semaforizare pentru o intersecție va fi luată în considerare în cazul în care un studiu de siguranță a circulației indică faptul că numărul accidentelor produse în intersecție se va reduce. Studiul trebuie să indice că tipologia dominantă a accidentelor din zona de influență a intersecției va fi eliminată prin introducerea semaforizării.

4. INTERSECȚII SEMAFORIZATE

4.1. Considerații generale

4.1.1. Calculul, dimensionarea și geometrizarea intersecțiilor semaforizate se face în baza conceptului de volum critic pe bandă. Pentru aceasta este necesară o propunere inițială a configurației intersecției și a elementelor semaforizării, care vor fi verificate.

4.1.2. Pentru fiecare fază de semaforizare, o mișcare particulară va avea volumul maxim de trafic, redus la o bandă. Acest volum este volumul critic al fazei de semaforizare.

4.1.3. Prin volumul critic de bandă al intersecției se înțelege suma volumelor critice aferente fiecărei faze de semaforizare. Pentru diferite tipuri de semaforizare, volumul critic pe bandă poate să difere, în aceleași condiții geometrice.

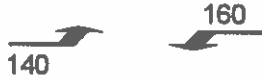
Faza 1		$V_{c1}=160$
Faza 2		$V_{c2}=560/2$ $V_{c2}=280$
Faza 3		$V_{c3}=365$
$V_c=V_{c1}+V_{c2}+V_{c3}=805 \text{ veh/oră}$		

Figura 10. Determinarea volumului critic pe bandă

4.1.4. Pentru asigurarea unei circulații fluente este recomandat ca volumul critic pe bandă să nu depășească valoarea de 1600 vehicule etalon pe oră.

4.2. Geometria intersecțiilor semaforizate

4.2.1. Amenajările geometrice ale intersecțiilor semaforizate urmăresc asigurarea unei capacități și fluente adecvate pentru toți participanții la trafic, dar și o siguranță rutieră ridicată prin:

- Canalizarea mișcărilor în intersecție;
- Asigurarea unor elemente geometrice corespunzătoare în plan orizontal și în plan vertical;
- Asigurarea unei vizibilități corespunzătoare și posibilitatea detectării eventualelor obstacole;
- Controlul dreptului de acces în intersecție;
- Asigurarea facilităților pentru pietoni, bicicliști.

4.2.2. Principiile de amenajare geometrică a benzilor și buzunarelor suplimentare pentru virajele de stânga și de dreapta indicate la intersecțiile nesemaforizate se aplică și în cazul intersecțiilor semaforizate.

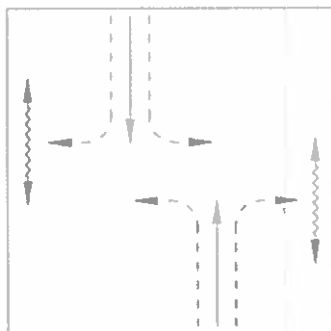
4.3. Elemente de capacitate a intersecțiilor semaforizate

4.3.1. Grupurile de benzi sunt combinații de benzi și mișcări care pot fi efectuate în același timp în cadrul unei faze de semaforizare.

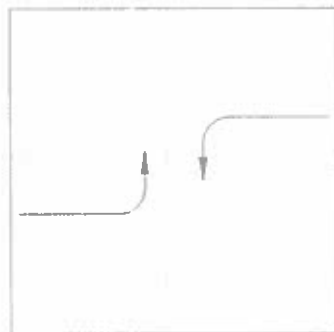
	Nr. benzi	Amenajari clasice
1 banda		
2 benzi		
3 benzi		

4.3.2. Mișcarea protejată este mișcarea care se execută pe culoarea verde a semaforului fără a avea nici o altă mișcare conflictuală (de vehicule, pietoni sau bicicliști) care să îi ia dreptul de acces.

4.3.3. Mișcarea permisă este mișcarea care se execută pe culoarea verde a semaforului, pe traiectoria acesteia existând una sau mai multe mișcări conflictuale (de vehicule, pietoni sau bicicliști) căreia trebuie să îi cedeze dreptul de acces.



(a) Viraj la dreapta conflictual cu pietonii
(b) Viraj la stânga conflictual cu mișcarea opusă de înainte și cu pietonii



(a) Viraj la stânga protejat, mișcare executată prin evitare

4.4. Calculul capacității intersecției

4.4.1. În cadrul analizei intersecțiilor pentru care virajul de dreapta este permis când semaforul indică culoarea roșie (o mișcare permisă, nu protejată), volumele de trafic aferente acestor viraje pot fi reduse cu volumele de trafic care traversează intersecția pe culoarea roșie.

Numărul vehiculelor care pot efectua virajul de dreapta pe culoarea roșie a semaforului depinde o serie de factori:

- Alocarea benzilor (existența benzii speciale pentru virajul de dreapta);
- Volumele de trafic care efectuează virajul;
- Distanța de vizibilitate pe brațele intersecției;
- Gradul de saturație ale mișcărilor conflictuale cu virajul de dreapta;
- Structura sosirilor în intersecție;
- Fazele de semaforizare ale virajelor de stânga conflictuale;
- Conflictul cu pietonii.

Pentru intersecțiile existente, volumul de trafic aferent virajului de dreapta care accede în intersecție pe culoarea roșie a semaforului se va determina în urma măsurărilor în teren.

În cazul intersecțiilor ce urmează a fi implementate este preferabil a se ignora proporția de vehicule care virează la dreapta pe culoarea roșie. Astfel, nu se va efectua nici o ajustare a volumului de trafic total aferent virajului de dreapta.

Dacă virajul de dreapta se efectuează în condiții de trafic liber, aceste volume se vor elimina din orice analiză de capacitate a intersecției corespunzătoare.

4.4.2. Fluxul de saturație pentru fiecare grup de benzi este fluxul de vehicule care poate fi preluat de grupul de benzi presupunând că faza cu drept de acces pentru grupul respectiv (culoarea verde) durează 100% din timp ($g/C=1$).

$$S = S_0 \cdot N \cdot f_w \cdot f_{HV} \cdot f_g \cdot f_p \cdot f_{bb} \cdot f_s \cdot f_{LU} \cdot f_{LT} \cdot f_{RT} \cdot f_{LTp} \cdot f_{RTp}, \text{ unde}$$

S este debitul de saturație pentru un grup de benzi (veh/oră)

S_0 este debitul de saturație de bază pe bandă (veh et/oră)

N este numărul de benzi din grupul de benzi

f_w este factorul de ajustare pentru lățimea benzilor

f_{HV} este factorul de ajustare pentru procentul de vehicule grele

f_d este factorul de ajustare pentru declivitatea accesului

f_p este factorul de ajustare pentru numărul manevrelor de parcare

f_{ob} este factorul de ajustare pentru numărul de opriri ale autobuzelor

f_i este factorul de ajustare pentru zona în care se află intersecția

f_{w} este factorul de ajustare pentru utilizarea benzilor

f_{LT} este factorul de ajustare pentru virajele la stânga din grupul de benzi

f_{RT} este factorul de ajustare pentru virajele la dreapta din grupul de benzi

f_{LTP} este factorul de ajustare pentru virajul la stânga datorat pietonilor

f_{RTP} este factorul de ajustare pentru virajul la dreapta datorat pietonilor

4.4.3. Fluxul de saturație de bază (s_0)

Calculul începe cu selectarea fluxului de saturație de bază, (s_0), în general situat între valorile de 1850-1900 veh/h/b. Această valoare va fi ajustată în continuare în concordanță cu o serie de condiții particulare fiecărei intersecții.

4.4.4. Factorul de ajustare pentru lățimea benzii (f_w)

Factorul de ajustare pentru lățimea benzilor ia în considerare impactul negativ pe care benzile înguste îl au asupra fluxului de saturație.

$$f_w = 1 + \frac{W - 3.5}{9}, \text{ unde}$$

W este lățimea benzii în m, $W \geq 2.4$ m

Pentru o lățime a benzilor în aliniament mai mare de 4.80 m se poate efectua o analiză suplimentară, considerând două benzi înguste. De notat că, fluxul de saturație va rezulta întotdeauna mai mare în cazul unei analize cu două benzi înguste decât cu o bandă mai lată. Astfel este important ca analiza să fie efectuată în conformitate cu situația reală care se întâmplă sau care este așteptată să se întâmple.

4.4.5. Factorul de ajustare pentru procentul de vehicule grele (f_{HV})

Factorul de ajustare pentru procentul de vehicule grele ia în considerare spațiul suplimentar necesar vehiculelor grele pentru a fi acomodate în trafic, precum și diferențele între capacitatea acestora de a fi operate în comparație cu vehiculele mici. Un vehicul greu este considerat orice vehicul care are mai mult de patru pneuri care ating partea carosabilă.

Echivalentul unui vehicul greu în vehicule etalon pentru verificarea capacității de circulație a unei intersecții se face prin coeficientul $E_T=2$.

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + \%HV \cdot (E_T - 1)}, \text{ unde}$$

$\%HV$ este procentul de vehicule grele din trafic din grupul de benzi

$$E_T = 2 \text{ vet/HV}$$

4.4.6. Factorul de ajustare pentru declivitate (f_g)

Factorul de ajustare pentru declivitatea longitudinală a brațelor intersecției ia în considerare efectul înclinării asupra operării tuturor vehiculelor.

$$f_g = 1 - \frac{\%G}{200}, \text{ unde}$$

$\%G$ este declivitatea terenului, $-6 \leq \%G \leq +10$

Declivitatea negativă este la coborâre, iar declivitatea pozitivă este la urcare.

4.4.7. Factorul de ajustare pentru parcare (f_p)

Factorul de ajustare pentru parcare ia în considerare efectul negativ pe care parcările laterale în benzi adiacente celor alocate traficului sau parcare ocazională în benzile curente îl au asupra fluxului de saturație.

Fiecare manevră de parcare (intrare sau ieșire) aduce, în medie, o întârziere de 18 secunde.

Lungimea de influență este considerată de circa 75 m, măsurată de la linia de STOP, și un maxim de 180 manevre de parcare pe oră sunt acceptate.

Dacă parcare se efectuează adiacent unei benzi speciale de viraj (buzunar), ajustarea se va efectua doar pentru această bandă.

În cazul sensurilor unice fără benzi speciale de viraj, numărul total de manevre de parcare se va considera că totalul ambelor părți ale grupului de benzi respectiv.

De notat că condițiile de parcare fără manevre de parcare (un număr de 0 parcări) sunt diferite de condițiile în care parcare este interzisă.

$$f_p = \frac{N - 0.1 - \frac{18 \cdot N_m}{3600}}{N}, \quad f_p \geq 0.050, \text{ unde}$$

N este numărul de benzi din grup

N_m este numărul de manevre de parcare pe oră, $0 \leq N_m \leq 180$

În cazul în care nu se parchează în zona de influență a intersecției, $f_p = 1.000$

4.4.8. Factorul de ajustare pentru opriri ale autobuzelor (f_{bb})

Factorul de ajustare pentru opriri ale autobuzelor ia în considerare impactul negativ pe care stațiile de autobuz aflate pe lungimea de influență, excluzând cazul în care sunt amenajate alveole, le are asupra fluxului de saturație. Fiecare autobuz aduce, în medie, o întârziere de 14.40 secunde pentru fiecare ciclu de semaforizare.

Lungimea de influență este considerată de circa 75 m, și un maxim de 250 autobuze pe oră sunt acceptate.

$$f_{bb} = \frac{N - \frac{14.4 \cdot N_b}{3600}}{N}, \quad f_{bb} \geq 0.050, \text{ unde}$$

N este numărul de benzi din grup

N_b este numărul de opriri ale autobuzelor pe oră, $0 \leq N_b \leq 250$

4.4.9. Factorul de ajustare pentru tipul zonei (f_a)

Factorul de ajustare pentru tipul zonei în care este situată intersecția ia în considerare o relativă ineficiență a intersecțiilor aflate în zonele centrale ale marilor aglomerări urbane (orașe, municipii) în comparație cu intersecțiile aflate în alte zone. Aplicarea acestui coeficient depinde de condițiile particulare ale fiecărei intersecții și nu este obligatorie aplicarea lui în toate zonele urbane.

$f_a = 0.900$ pentru zone puternic urbanizate

$f_a = 1.000$ pentru alte zone

4.4.10. Factorul de ajustare pentru utilizarea benzilor (f_{LU})

Factorul de ajustare pentru utilizarea benzilor ia în considerare distribuția inegală a traficului pe benzile de circulație.

$$f_{LU} = \frac{V_L}{V_{L1} \cdot N}, \text{ unde}$$

V_L este volumul de vehicule neajustat al grupului de benzi, veh/h

V_{L1} este volumul de vehicule neajustat pe banda cea mai încărcată, veh/h

N este numărul de benzi din grup

Acest factor se aplică în aproape toate condițiile, în special în situațiile în care există variații semnificative între condițiile de trafic de pe benzile de circulație datorate caracteristicilor geometrice (schimbări ale numărului de benzi, prepoziționarea vehiculelor pe anumite grupuri de benzi, influența sosirilor din intersecții apropiate etc.).

Dacă este cunoscut, se va aplica factorul de ajustare determinat prin măsurători. Dacă distribuția pe benzi a traficului este uniformă, se poate folosi un factor se ajustare de 1.0.

4.4.11. Factor de ajustare pentru virajul de stânga (f_{LT})

Factor de ajustare pentru virajul de stânga ia în considerare condițiile de trafic aplicabile virajelor de stânga:

- Benzile de viraj la stânga sunt mixte sau exclusive;
- Tipul de fază aplicată virajului la stânga (protejată, permisă, mixtă);
- Proportia de vehicule care virează la stânga;
- Volumul de vehicule care intră în conflict cu virajul la stânga, în cazul fazelor permise;

Factorul de ajustare pentru virajul de stânga este 1.0 dacă nu există viraj la stânga.

Tabelul 11. Factor de ajustare pentru virajul de stânga

Benzile de viraj stânga exclusive		Benzile de viraj stânga mixte	
Mișcare protejată	Mișcare permisă	Mișcare protejată	Mișcare permisă
0.95	$f_{LT} = \frac{1}{1 + 0.05 \cdot P_{LT}}$	0.85	$f_{LT} = \frac{1}{1 + 0.25 \cdot P_{LT}}$

, unde

P_{LT} este proporția de vehicule care virează la stânga

4.4.12. Factor de ajustare pentru virajul de dreapta (f_{RT})

Factor de ajustare pentru virajul de dreapta ia în considerare condițiile geometrice aplicabile virajelor de dreapta:

- Benzile de viraj la dreapta sunt mixte sau exclusive;
- Proporția de vehicule care virează la dreapta;

Factorul de ajustare pentru virajul de dreapta este 1.0 dacă nu există viraj la dreapta.

$f_{RT} = 0.85$ pentru benzi exclusive de viraj la dreapta

$f_{RT} = 1 - 0.15 \cdot P_{RT}$ pentru benzi mixte de viraj la dreapta, $f_{RT} \geq 0.050$

$f_{RT} = 1 - 0.135 \cdot P_{RT}$ pentru o singură bandă, $f_{RT} \geq 0.050$

unde

P_{RT} este proporția de vehicule care virează la dreapta din debitul orar corespunzător întregului grup.

4.4.13. Factorul de ajustare pentru impactul pietonilor asupra virajelor (f_{LTP} , f_{RTP}).

Factorii de ajustare pentru impactul pietonilor se determină în funcție de valorile traficului pietonal care intră în conflict cu vehiculele și procentul vehiculelor care virează.

Tabelul 12. Factori de ajustare pentru impactul pietonilor

f_{LTP} , f_{RTP}	10%	20%	30%	50%
100 p/oră	0.97	0.95	0.92	0.90
300 p/oră	0.96	0.92	0.88	0.84
500 p/oră	0.95	0.91	0.86	0.82
700 p/oră	0.94	0.90	0.84	0.80
900 p/oră-	0.94	0.89	0.82	0.78

4.5. Determinarea nivelului de serviciu

4.5.1. Capacitatea

Capacitatea se determină pentru fiecare grup de benzi al fiecărui braț al intersecției. Elementele de calcul sunt fluxul de saturație al grupului de benzi și raportul dintre durata de acces (timp de verde) și lungimea ciclului de semaforizare efectiv.

$$c_i = s_i \frac{g_i}{C_d}, \text{ unde}$$

c_i este capacitatea grupului de benzi i

s_i este debitul de saturație pentru grupul de benzi i

$\frac{g_i}{C_d}$ este raportul dintre timpul de verde și lungimea efectivă a ciclului pentru grupul de benzi i

4.5.2. Raportul debit-capacitate (v/c)

Raportul debit-capacitate este definit ca raportul dintre fluxul de trafic efectiv și capacitate. Se calculează independent pentru fiecare grup de benzi.

$$X_i = \left(\frac{v}{c} \right)_i = \frac{v_i}{s_i \cdot \left(\frac{g_i}{C_d} \right)} = \frac{v_i \cdot C_d}{s_i \cdot g_i}, \text{ unde}$$

X_i este raportul debit-capacitate pentru grupul de benzi i

s_i este debitul de saturație pentru grupul de benzi i

$\frac{g_i}{C_d}$ este raportul dintre timpul de verde și lungimea efectivă a ciclului pentru grupul de benzi i

Valori ale raportului (v/c) apropiate de 0 indică fluxuri de trafic foarte reduse. Valori ale raportului (v/c) apropiate de 1 indică o cerere de trafic apropiată de capacitatea de circulație.

4.5.3. Calculul întârzierilor de control

• Întârzieri uniforme

$$D_{ui} = \frac{0.5 \cdot C \cdot \left(1 - \frac{g_i}{C}\right)^2}{1 - \left[\min(1, X_i) \cdot \frac{g_i}{C}\right]}, \text{ unde}$$

C este lungimea ciclului de semaforizare

X_i este raportul debit-capacitate pentru grupul de benzi i

$\frac{g_i}{C_d}$ este raportul dintre timpul de verde și lungimea efectivă a ciclului pentru grupul de benzi i

• Factor de progresie

$$FP_i = \frac{1 - P_i}{1 - \frac{g_i}{C_d}}, \text{ unde}$$

FP_i este factorul de progresie pentru grupul de benzi i

P_i este proporția de vehicule care ajung în intersecție pe durata luminii verzi

C este lungimea ciclului efectiv de semaforizare

$\frac{g_i}{C_d}$ este raportul dintre timpul de verde și lungimea efectivă a ciclului pentru grupul de benzi

• Întârzieri incrementale

$$D_{ii} = 900 \cdot T \cdot \left[(X_i - 1) + \sqrt{(X_i - 1)^2 + \frac{4 \cdot X_i}{c_i \cdot T}} \right], \text{ unde}$$

T este durata de analiză în ore

X_i este raportul debit-capacitate pentru grupul de benzi i

c_i este capacitatea grupului de benzi i

• Întârzieri inițiale din cozile de așteptare

Pentru determinarea întârzierilor inițiale produse de cozile de așteptare existente este necesară cunoașterea valorilor cozilor de așteptare inițiale, Q_0 , măsurată în număr de vehicule.

$$D_{Q_i} = 0, \text{ dacă } Q_{M_i} = 0$$

$$D_{Q_i} = \frac{1800 \cdot Q_{M_i} \cdot (1 + u)}{c_i}, \text{ dacă } Q_{M_i} \geq 0 \text{ și } X_i \leq 1, \text{ unde}$$

$$u = 1 - \frac{c_i \cdot T}{Q_0} \cdot [1 - \min(1, X_i)]$$

$$D_{Q_i} = \frac{3600 \cdot Q_{M_i}}{c_i}, \text{ dacă } Q_{M_i} \geq 0 \text{ și } X_i > 1$$

• Întârzieri de control

$$D_{C_i} = D_{C_i} \cdot FP_i + D_{u_i} + D_{Q_i}$$

• Agregarea întârzierilor

Agregarea întârzierilor la nivel de braț $D_C^b = \frac{\sum D_{C_i} \cdot v_i}{\sum v_i}$, unde

D_C^b sunt întârzierile de control pentru brațul b

D_{C_i} sunt întârzierile de control pentru grupul de benzi i

V_i este volumul de trafic pentru grupul de benzi

Agregarea întârzierilor la nivel de intersecție $D_c = \frac{\sum D_c^b \cdot V_b}{\sum V_b}$, unde

D_c sunt întârzierile de control la nivelul intersecției

D_c^b sunt întârzierile de control pentru brațul b

V_b este volumul de trafic pentru brațul b

4.5.4. Nivelul de serviciu

Legătura dintre întârzierile medii de control și nivelul de serviciu al intersecției este redat în tabelul 12.

Tabelul 13. Nivelul de serviciu. Intersecții semaforizate

Nivel de serviciu	Întârzieri de control (sec/veh)
A	<10
B	10-20
C	20-35
D	35-55
E	55-80
F	>80

4.6. Determinarea elementelor semaforizării

4.6.1. Tipuri de control

- Control predefinit

Controlul predefinit al semnalelor luminoase se face în baza unui program fix al succesiunii și duratei intervalelor (fazelor) de semaforizare. Elementele caracteristice ale semaforizării predefinite sunt: (1) lungime fixă a ciclului de semaforizare; (2) lungime fixă a fazelor de semaforizare; (3) număr fix și succesiune identică a fazelor de semaforizare.

- Control adaptiv

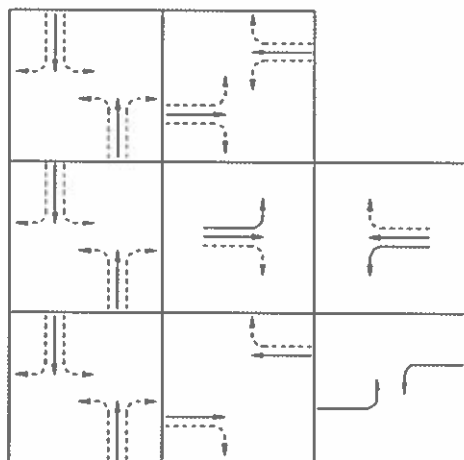
Controlul adaptiv al intersecțiilor izolate presupune ajustarea continuă a timpilor de semaforizare și chiar a succesiunii fazelor în concordanță cu valo-

rile de trafic măsurate în timp real de diferită categorii de detectori de vehicule.

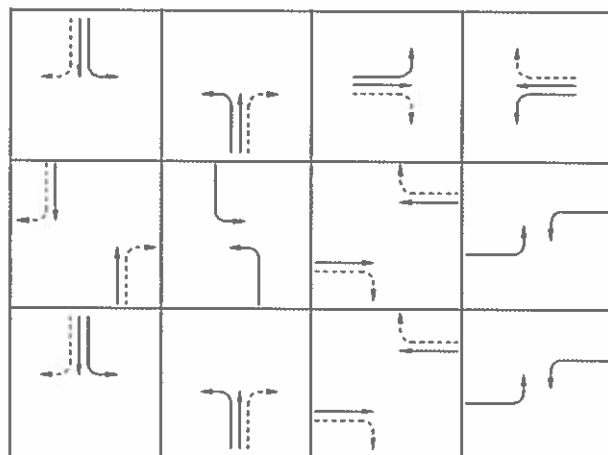
Principalele categorii de control adaptiv sunt: (1) controlul semi-adaptiv; (2) controlul semi-adaptiv sincronizat; (3) controlul semi-adaptiv nesincronizat; (4) control adaptiv complet.

4.6.2. Planul de semaforizare

- Plan cu 2 (sau 3) faze de semaforizare



- Plan cu faze de semaforizare multiple



4.6.3. Determinarea intervalelor de schimb și protecție a fazelor (galben + roșu integral)

$$L = C_g + C_r = t + \frac{V}{2 \cdot a + g \cdot G} + \frac{l + w}{V}, \text{ unde}$$

L este lungimea intervalului de schimb (sau timpul pierdut) corespunzător unei faze de semaforizare

C_g este timpul pentru galben, (s)

C_r este timpul pentru roșu integral, (s)

t este timpul de reacție (poate fi considerat 1 s)

V este viteza de circulație pe brațele de acces în intersecție ($\frac{m}{s}$),

$$1 \frac{km}{h} = 0.27 \frac{m}{s}$$

a este decelerația vehiculelor (poate fi considerată $3 \frac{m}{s^2}$)

g este accelerația gravitațională ($9.81 \frac{m}{s^2}$)

G este declivitate terenului (%), pozitivă la urcare, negativă la coborâre

l este lungimea vehiculului (m)

w este lățimea intersecției de traversat (m)

4.6.4. Determinarea timpilor minimi necesari traversării pietonale

$$G_p = 3.2 + \frac{L}{S_p} + \left(0.81 \cdot \frac{N_{ped}}{W_B} \right), \text{ dacă } W_E > 3.0$$

$$G_p = 3.2 + \frac{L}{S_p} + \left(0.27 \cdot \frac{N_{ped}}{W_B} \right), \text{ dacă } W_E \leq 3.0, \text{ unde}$$

G_p este timpul minim de verde pentru pietoni (s)

L este lungimea trecerii de pietoni, (m)

S_p este viteza medie a pietonilor, $S_p = 1.20 \text{ m/s}$

W_E este lățimea efectivă a trecerii de pietoni (m)

3.2 este timpul de pornire aferent pietonilor (s)

N_{pot} este numărul pietonilor care traversează într-un interval (p). În cazul în care nu se poate face o estimare apriori a valorii ciclului de semaforizare se poate considera numărul de pietoni care traversează în 1 sau 2 minute.

- Timp de verde

Timpul de verde efectiv destinat traversării pietonale este cuprins între patru și șapte secunde.

- Timpul de siguranță

Timpul de siguranță (verde intermitent) este timpul în care un pieton parcurge lungimea trecerii pietonale.

4.6.5. Grupuri critice de benzi

Un concept foarte important în cadrul analizei intersecțiilor este raportul critic dintre debit și capacitate (sau debit de saturație) pentru fiecare grup de mișcări. Acest raport este calculat ca maximum dintre toate rapoartele critice dintre debit și capacitate (sau debit de saturație) ale tuturor grupurilor componente ale unei faze de semaforizare.

Grupul corespunzător valorii maxime este grupul critic al fazei, el necesitând mai mult verde decât celelalte grupuri.

4.6.6. Determinarea lungimii ciclului de semaforizare

$$C = \frac{1.50 \cdot L + 5}{1 - \sum_{i, \text{critic}} Y_i}, \text{ unde}$$

C este lungimea ciclului de semaforizare

L este timpul total pierdut pe o fază de semaforizare, timp care include timpul de siguranță (galben) și timpul de evacuare (roșu integral)

$Y = \sum_{i \in \text{critice}} Y_i = \sum_{i \in \text{critice}} \left(\frac{v}{s} \right)_i$ este suma rapoartelor debit-debit saturație pentru grupurile critice

Nota: a se face diferența între $Y_i = \left(\frac{v}{s} \right)_i$ și $X_i = \left(\frac{v}{c} \right)_i$

Ciclul de semaforizare trebuie să verifice condițiile minime de traversare pietonală pentru fiecare fază de semaforizare în parte.

4.6.7. Determinarea lungimii fazelor de semaforizare

$$g_i = \left(\frac{v}{s} \right)_i \cdot \left(\frac{C_d}{Y} \right), \text{ unde}$$

$Y_i = \left(\frac{v}{s} \right)_i$ este raportul debit-debit saturație pentru grupul de benzi critic i

C_d este lungimea efectivă a ciclului de semaforizare (lungimea ciclului din care se scade timpul pierdut corespunzător tuturor fazelor de semaforizare)

$Y = \sum_{i \in \text{critice}} \left(\frac{v}{s} \right)_i$ este suma rapoartelor debit-debit saturație pentru grupurile critice

5. INTERSECȚII NESEMAFORIZATE

5.1. Considerații generale

5.1.1. Intersecțiile nesemaforizate sunt intersecțiile pentru care controlul traficului la parcurgerea intersecției se realizează prin cedarea priorității.

5.1.2. Intersecțiile nesemaforizate sunt localizate în general în afara localităților, iar condițiile de circulație redusă nu necesită semaforizare.

5.2. Geometria intersecțiilor

5.2.1. În nomograma din figura 11 sunt prezentate recomandări privind amenajarea virajelor de dreapta pe brațele intersecțiilor.

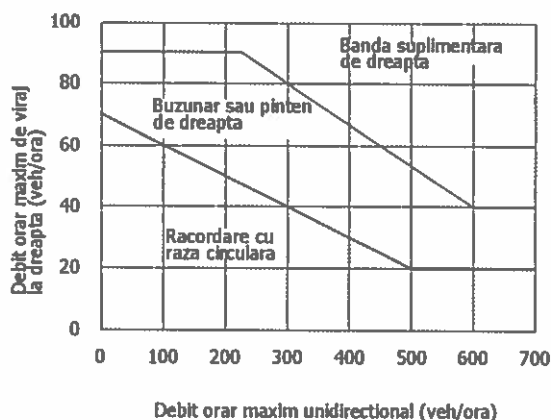


Figura 11. Amenajarea virajului de dreapta

5.2.2. Elementele geometrice necesare amenajării virajelor de dreapta la intrare în intersecție trebuie să îndeplinească condițiile minime din tabelul 14.

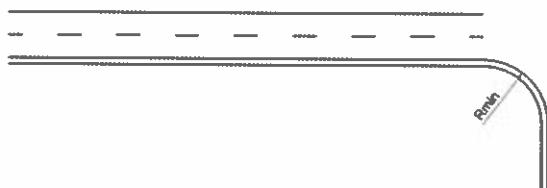


Figura 12. Amenajarea virajului de dreapta la intrare. Raza circulară

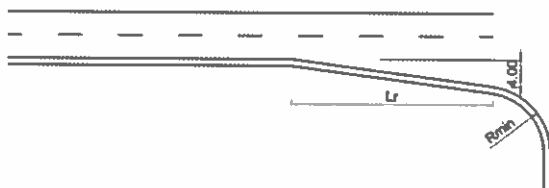


Figura 13. Amenajarea virajului de dreapta la intrare. Pană (pinten) de viraj

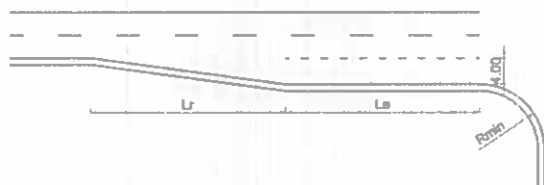


Figura 14. Amenajarea virajului de dreapta la intrare.
Buzunar de stocaj

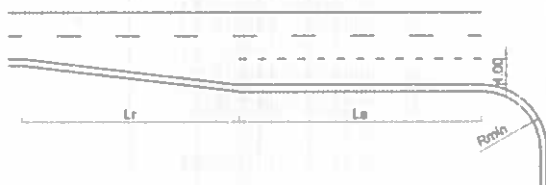


Figura 15. Amenajarea virajului de dreapta la intrare.
Banda de decelerare

Tabelul 14. Elementele geometrice ale virajului de dreapta
la intrarea în intersecție

Element	R_{min} [m]	L_r [m]	L_a [m]	Viteza proiectare [km/h]
Racordare circulară	12	--	--	< 50 km/h
Pană (pinten) de viraj	15	35	--	< 50 km/h
Buzunar de stocaj	20	35	35	> 70 km/h
Bandă de decelerare	25	35	70	> 90 km/h

5.2.3. Elementele geometrice necesare amenajării virajelor de dreapta la ieșirea din intersecție trebuie să îndeplinească condițiile minime din tabelul 15.

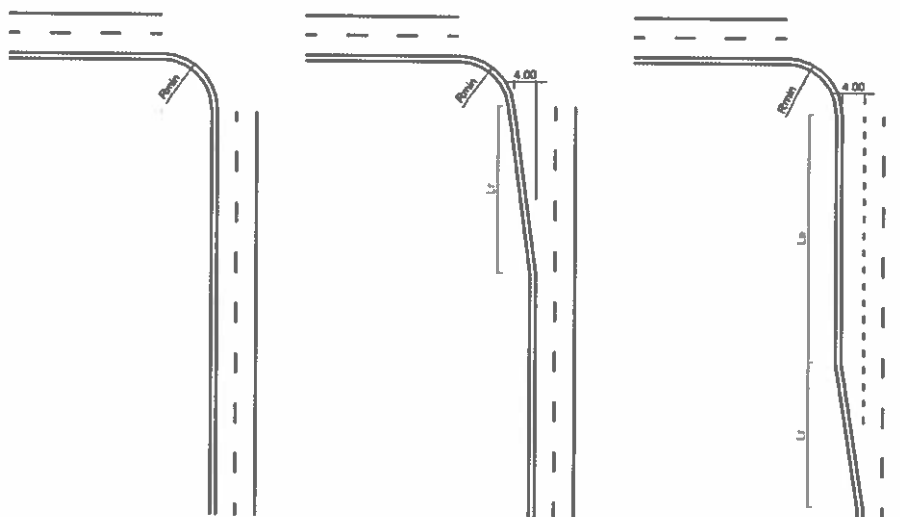


Figura 16. Amenajarea virajului de dreapta la ieșire

Tabelul 15. Elementele geometrice ale virajului de dreapta la ieșirea din intersecție

Element	R_{min} [m]	L_r [m]	L_e [m]	Viteza proiectare [km/h]
Racordare circulară	12	--	--	<50 km/h
Pană (pinten) de viraj	15	35	--	<50 km/h
Bandă de accelerare	25	35	70	>90 km/h

5.2.4. În nomograma din figura 17 sunt prezentate recomandări de amenajare a benzilor de stânga pe brațele intersecțiilor dintre artere cu două benzi. Dacă punctul geometric format din totalul vehiculelor care circulă pe artera (în ambele direcții) și procentul de vehicul care virează la stânga este situat deasupra curbei corespunzătoare vitezei de circulație, se recomandă o analiză a introducerii benzilor pentru viraj la stânga.

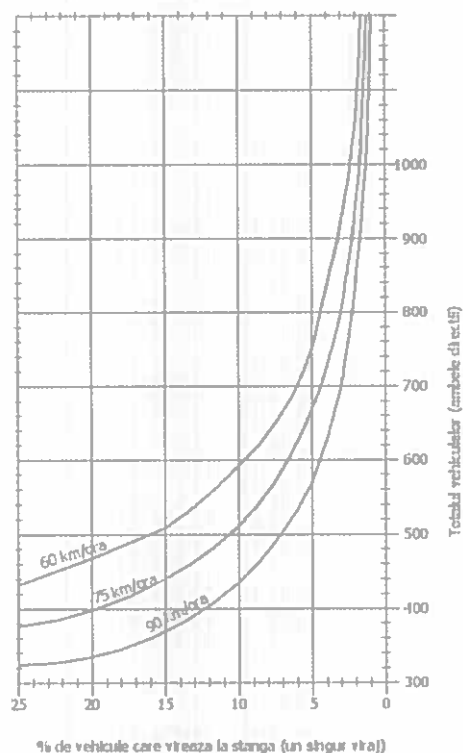


Figura 17. Banda de stocaj pentru stânga, artere cu două benzi

5.2.5. În nomograma din figura 11 sunt prezentate recomandări privind amenajarea și lungimea benzilor de stânga pe brațele intersecțiilor dintre artere cu patru benzi.

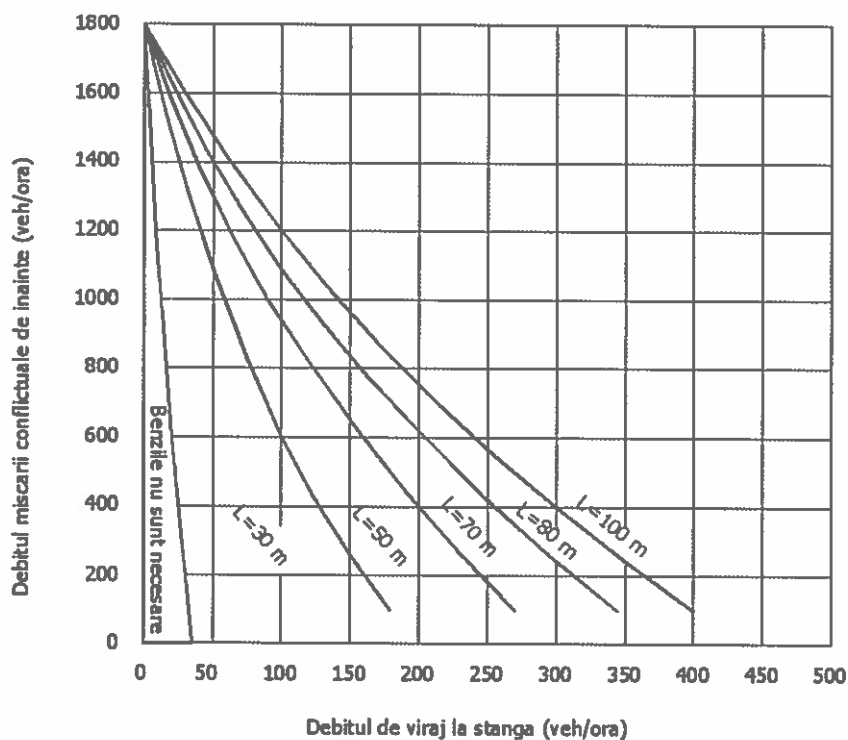


Figura 18. Lungimea benzii de stocaj pentru stînga, artere cu patru benzi

5.2.6. Amenajarea corespunzătoare a benzilor suplimentare pentru virajul de stînga are un rol foarte important în asigurarea fluentei și siguranței rutiere.

5.2.7. Figura 19 indică o serie de posibile amenajări ale virajelor la stînga.

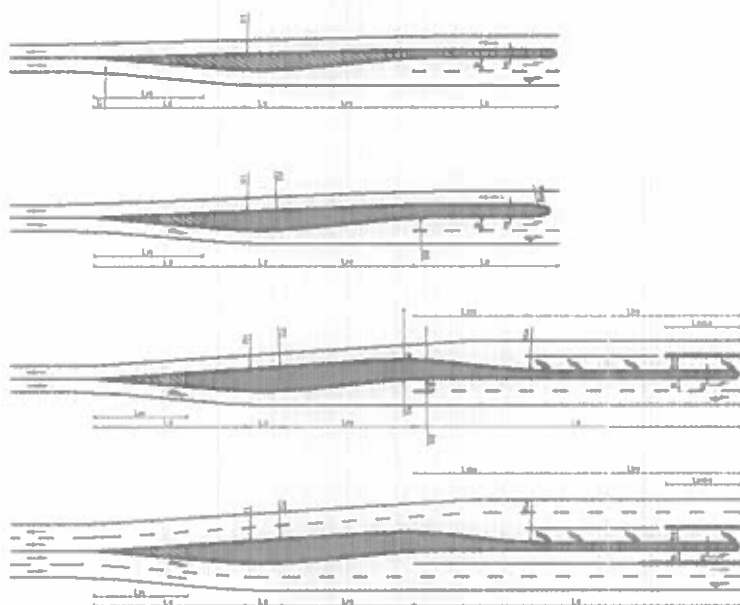


Figura 19. Amenajarea benzilor de viraj la stânga

5.2.8. Elementele geometrice ale benzilor de viraj la stânga se determină pentru fiecare intersecție în parte în funcție de condițiile geometrice și de trafic particulare, și ținând seama din recomandările din tabelul 16.

Tabelul 16. Elementele geometrice ale benzilor pentru virajul de stânga

Element	Valoare recomandată	Valoare minimă
Lungime marcaj, L_{mr} [m]	75	30
Lungimea de trecere la intrare, L_{tr} [m]	35	30
Lungime segment adițional, L_{sa} [m]	30	-
Lungimea de trecere la intrare, L_{tr} [m]	45	30
Lungime buzunar de stânga, L_{bs} [m]	75	30
Lungime bandă încadrare dreapta, L_{bd} [m]	50	25
Lungime de trecere banda de încadrare, L_{trb} [m]	35	30
Raze de racordare, R_1, R_2, R_3, R_4 [m]	100	75
Lățimea buzunarului de stânga, l_{bs} [m]	3.50	3.00
Lățimea benzii de încadrare la dreapta, l_{bd} [m]	3.50	3.00
Lățimea insulei mediane, l_{m} [m]	3.00	1.50

5.2.9. Insulele direcționale și separatoare au roluri importante în asigurarea fluenței și siguranței circulației:

- Separarea fluxurilor de circulație și delimitarea părții carosabile;
- Reducerea suprafețelor de conflict;
- Reducerea unghiurilor de conflict;
- Protecția pietonilor la traversare.

5.2.10. Dimensiunile minime pentru amenajarea insulelor canalizatoare de dreapta sunt indicate în tabelul 16.

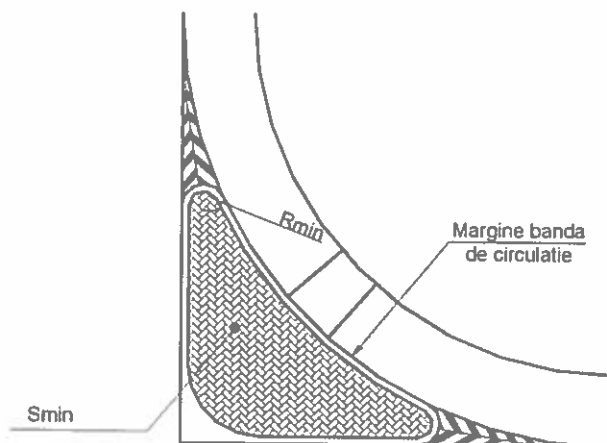


Figura 20. Insula canalizatoare de dreapta

Tabelul 17. Elementele geometrice ale insulelor separatoare de dreapta

Element	Valoare
Rază de racordare R_{min} [m]	0.50
Distanța de siguranță D_{min} [m]	0.30
Suprafața efectivă S_{min} [mp]	5.00

5.2.11. Insulele separatoare au rolul de genera un spațiu fizic care delimitează sensurile de mers de pe aceeași direcție.

5.2.12. În cazul intersecțiilor unde se regăsește o circulație pietonală intensă, insulele separatoare se vor realiza obligatoriu denivelat și se vor întrerupe în dreptul trecerilor pietonale. Aceste insule preiau și funcția de refugiu pietonal.

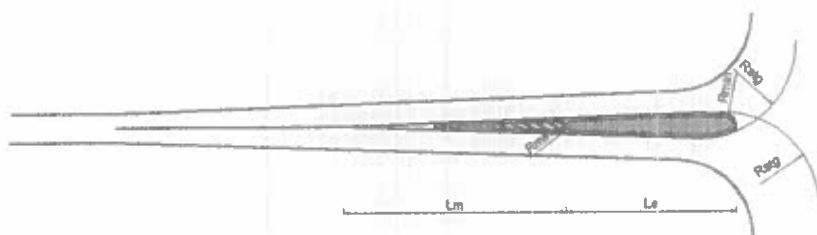


Figura 21. Insula separatoare

Tabelul 18. Elementele geometrice ale insulelor separatoare

Element	Valori minime	Valori recomandate
Rază racord viraj stânga R_{stg} , m	12.00	15.00
Lungime element L_e , m	5.00	30.00
Lungime marcaj L_m , m	15.00	60.00
Rază racord insulă, R_{ins} , m	0.50	1.50

5.3. Capacitatea intersecțiilor nesemaforizate

5.3.1. Identificarea priorității. Numerotarea mișcărilor

În calculul elementelor de capacitate pentru intersecțiile nesemaforizate este necesară identificarea arterei principale (cu prioritate) și a arterei secundare (fără prioritate), numerotarea mișcărilor de viraj în intersecție și clasificarea acestora pe ranguri, în funcție de numărul mișcărilor cărora le cedează dreptul de acces, după cum urmează.

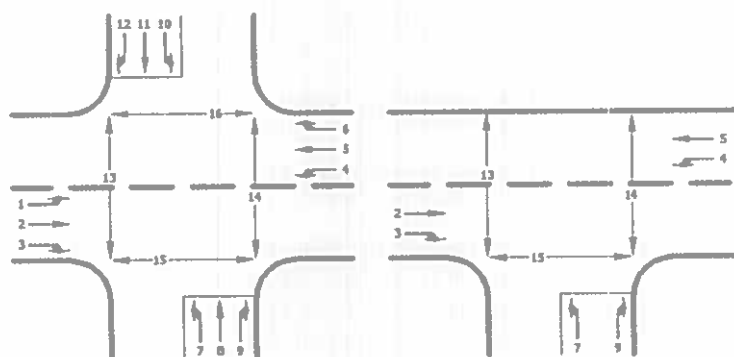


Figura 22. Numerotarea mișcărilor de viraj

Rang	Mișcare		Rang	Mișcare
1	2,3,5,6,15,16		1	2,3,5,15
2	1,4,13,14,9,12		2	4,13,14,9
3	8,11		3	7
4	7,10			

5.3.2. Volumele de conflict

Volumele de conflict sunt volumele de trafic care se opun unei mișcări specifice. Ele se determină după cum urmează.

Normativul de față nu tratează intersecțiile nesemaforizate pentru care accesul de pe artera secundară se efectuează în două etape.

Volumele de conflict					
Stanga, din artera principală		$V_{r,2} = v_2 + v_2^{(d)} + v_{14}$	Înainte din artera secundară		$V_{r,2} = 2 \cdot v_2 + v_2 + 0.5 \cdot v_2^{(d)} + v_{13} + 2 \cdot v_4 + v_1 + v_4^{(d)} + v_{10}$
		$V_{r,2} = v_2 + v_2^{(d)} + v_{14}$			$V_{r,21} = 2 \cdot v_2 + v_2 + 0.5 \cdot v_2^{(d)} + v_{14} + 2 \cdot v_1 + v_1 + v_1^{(d)} + v_{11}$
Dreapta din artera secundară		$V_{r,2} = \frac{v_2^{(d)}}{N} + 0.5 \cdot v_2^{(d)} + v_{14} + v_{15}$	Stanga din artera secundară		$V_{r,21} = 2 \cdot v_2 + v_2 + 0.5 \cdot v_2^{(d)} + v_{14} + 2 \cdot v_1 + \frac{v_1}{N} + 0.5 \cdot v_1^{(d)} + 0.5 \cdot v_1^{(d)} + 0.5 \cdot v_1 + v_{11}$
		$V_{r,21} = \frac{v_2^{(d)}}{N} + 0.5 \cdot v_2^{(d)} + v_{14} + v_{15}$			$V_{r,21} = 2 \cdot v_2 + v_2 + 0.5 \cdot v_2^{(d)} + v_{14} + 2 \cdot v_1 + \frac{v_1}{N} + 0.5 \cdot v_1^{(d)} + 0.5 \cdot v_1^{(d)} + 0.5 \cdot v_1 + v_{11}$

Observații:

[a] Dacă mișcarea la dreapta din artera principală este separată de o insulă triunghiulară și nu are indicator de stop sau cedează trecerea V_6 , respectiv V_3 pot fi ignorate

[b] Dacă pe artera principală există mai mult de o bandă de circulație pe sens atunci debitele orare se consideră a fi v_2/N , respectiv v_1/N , unde N este numărul de benzi

[c] Dacă există banda dedicată virajului la dreapta atunci V_6 , respectiv V_3 pot fi ignorate

[d] Dacă artera principală are mai mult de o bandă de circulație pe sens atunci V_6 , respectiv V_3 pot fi ignorate

[e] Dacă mișcarea la dreapta din artera principală este separată de o insulă triunghiulară și nu are indicator de stop sau cedează trecerea atunci V_6 ,

respectiv V_{12} pot fi ignorate

[f] Dacă arterele care se intersectează au mai mult de o bandă de circulație pe sens, atunci V_9 , respectiv V_{12} pot fi ignorate

5.3.3. Timp critic de acces

Timpul critic de acces, t_c , este intervalul de timp minim în fluxul de trafic de pe artera considerată principală care permite unui vehicul de pe artera considerată secundară să intre în intersecție.

5.3.4. Timp de urmare

Timpul de urmare, t_f , este intervalul de timp dintre plecarea unui vehicul de pe artera considerată secundară și plecarea următorului vehicul, în condiții de așteptare în coadă.

Valorile timpului critic de acces și a timpului de urmare sunt indicate în tabelul 5.

Tabelul 19. Timp de bază (sec)

Mișcarea vehiculului	Timpul critic de acces de bază		Timpul de urmare de bază
	2 benzi, artera principală	4 benzi, artera principală	
Stânga, artera principală	4.1	4.1	2.2
Dreapta, artera secundară	6.2	6.9	3.3
Înainte, artera secundară	6.5	6.5	4.0
Stânga, artera secundară	7.1	7.5	3.5

5.3.5. Ajustarea timpului critic de acces și timpului de urmare

$$t_{c,x} = t_{c,baz} + t_{c,HV} \cdot P_{HV} + t_{c,G} \cdot G - t_{x,LT}, \text{ unde}$$

$t_{c,x}$ este timpul critic de acces aferent mișcării x , (sec)

$t_{c,baz}$ este timpul critic de acces de bază, (sec)

$t_{c,HV}$ este timpul critic de ajustare pentru vehicule grele, (sec)

$t_{c,HV} = 1$ pentru artere principale cu două benzi, (sec)

$t_{e,HV} = 2$ pentru artere principale cu patru sau mai multe benzi, (sec)

P_{HV} este proporția de vehicule grele de pe artera secundară, (%)

$t_{e,G}$ este timpul critic de ajustare pentru declivitate, (sec)

$t_{e,G} = 0.1$ pentru mișcările 9 și 12, (sec)

$t_{e,G} = 0.2$ pentru mișcările 7,8,10,11, (sec)

G este declivitatea brațului, (%)

$t_{3,LT}$ este timpul critic de ajustare pentru geometrie, (sec)

$t_{3,LT} = 0.7$ pentru mișcarea de stânga din artera secundară la o intersecție cu trei brațe, (sec)

$t_{3,LT} = 0$ pentru orice alt caz, (sec)

$$t_{r,x} = t_{r,baza} + t_{r,HV} \cdot P_{HV}$$

$t_{r,x}$ este timpul de urmare aferent mișcării x , (sec)

$t_{r,baza}$ este timpul de urmare de bază, (sec)

$t_{r,HV}$ este timpul de urmare de ajustare pentru vehicule grele, (sec)

$t_{r,HV} = 0.9$ pentru artere principale cu două benzi, (sec)

$t_{r,HV} = 1.0$ pentru artere principale cu patru sau mai multe benzi, (sec)

P_{HV} este proporția de vehicule grele de pe artera secundară, (%)

5.4. Calculul capacității. Benzi dedicate

5.4.1. Capacitatea potențială

Capacitatea potențială a fiecărei mișcări aferente arterei considerată secun-

dară, precum și mișcărilor de stânga aferente arterei considerate principale se determină astfel:

$$C_{p,x} = V_{c,x} \cdot \frac{e^{\frac{V_{c,x} \cdot t_{c,x}}{3600}}}{1 - e^{\frac{V_{c,x} \cdot t_{f,x}}{3600}}}, \text{ unde}$$

$C_{p,x}$ este capacitatea potențială aferentă mișcării x

$V_{c,x}$ este volumul de conflict aferent mișcării x

$t_{c,x}$ este timpul critic de acces aferent mișcării x

$t_{f,x}$ este timpul de urmare aferent mișcării x

Condițiile de aplicare:

- Intersecția nu este blocată
- Toate mișcările au benzi dedicate
- Intersecția poate fi considerată izolată
- Nu există alte mișcări în intersecție

Capacitatea potențială este ilustrată grafic în figurile următoare pentru valorile de bază ale timpului critic de acces și ale timpului de urmare.

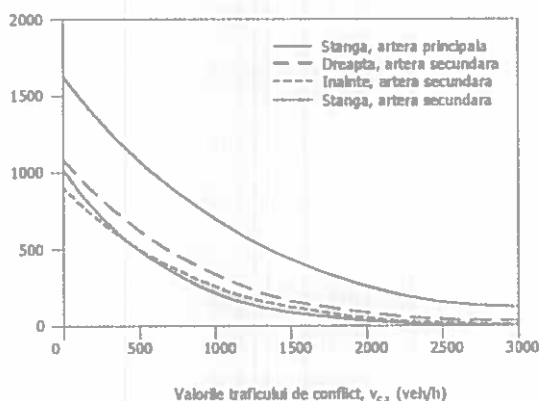


Figura 23. Capacitatea potențială, artere cu două benzi

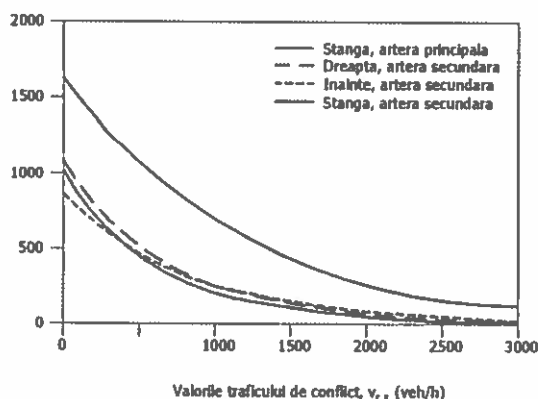


Figura 24. Capacitatea potențială, artere cu patru benzi

5.4.2. Capacitatea unei mișcări

Capacitatea unei mișcări este dată de capacitatea potențială a acesteia ajustată în funcție de rangul mișcării.

• Impedanța la traversare datorată vehiculelor

Vehiculele folosesc spațiile de acces într-o manieră de cedare a priorității. Dacă traficul devine congestionat pentru o mișcare prioritară (de rang superior), acest lucru poate cauza întârzieri suplimentare pentru mișcările secundare (de rang inferior).

Tabelul 20. Impedanța datorată vehiculelor

Rangul mișcării	Coefficient ajustare capacitate	Observații
1	1.0	Mișcările de rangul 1 sunt prioritare
2	1.0	Mișcările de rangul 2 sunt conflictuale doar cu cele de rangul 1, metodologia ține cont de aceste conflicte
3	f_k	Mișcările de rangul 3 sunt conflictuale cu mișcările de rangul 1 și 2, ajustarea se face pentru conflictul cu mișcările de rang 2
4	f_l	Mișcările de rangul 4 sunt conflictuale cu mișcările de rangul 1, 2 și 3, ajustarea se face pentru conflictul cu mișcările de rang 2 și 3

$$f_k = \prod_j \left(1 - \frac{v_j}{c_{m,j}} \right), \text{ unde}$$

f_k este coeficientul de ajustare al capacității potențiale pentru mișcările de rangul 3

V_j sunt volumele pentru toate mișcările j de rang 2

$c_{m,j}$ sunt capacitățile pentru toate mișcările j de rang 2

$$f_i = \prod_j \left(1 - \frac{V_j}{c_{m,j}}\right) \cdot \prod_l \left(1 - \frac{V_l}{c_{m,l}}\right), \text{ unde}$$

f_i este coeficientul de ajustare al capacității potențiale pentru mișcările de rangul 4

V_j sunt volumele pentru toate mișcările j de rang 2

$c_{m,j}$ sunt capacitățile pentru toate mișcările j de rang 2

V_l sunt volumele pentru toate mișcările l de rang 3

$c_{m,l}$ sunt capacitățile pentru toate mișcările l de rang 3

Rangul mișcării	Capacitatea mișcării
1	$c_{m,i} = c_{p,i}$
2	$c_{m,j} = c_{p,j}$
3	$c_{m,k} = f_k \cdot c_{p,k}$
4	$c_{m,l} = f_l \cdot c_{p,l}$

5.5. Calculul capacității. Benzi mixte

$$c_{SH} = \frac{\sum_y V_y}{\sum_y \left(\frac{V_y}{c_{m,y}}\right)}, \text{ unde}$$

c_{SH} este capacitatea unei benzi mixte, (veh/oră)

V_y este debitul orar aferent mișcării y din banda mixtă, (veh/oră)

$c_{m,y}$ este capacitatea mișcării y din banda mixtă, (veh/oră)

5.6. Determinarea întârzierilor de control

$$d = \frac{3600}{c_{m,x}} + 900 \cdot T \left[\frac{V_x}{c_{m,x}} - 1 + \sqrt{\left(\frac{V_x}{c_{m,x}} - 1 \right)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{c_{m,x}} \right) \cdot \left(\frac{V_x}{c_{m,x}} \right)}{450 \cdot T}} \right] + 5, \text{ unde}$$

d este valoarea întârzierilor de control, (sec/veh)

$c_{m,x}$ este capacitatea potențială aferentă mișcării x , (veh/oră)

V_x este volumul de conflict aferent mișcării x , (veh/oră)

T este perioada de analiză, (ore)

Este recomandat ca analiza să fie efectuată pe durata unei perioade de 15 minute (0.25 ore).

Valoarea de 5 sec/veh inclusă în ecuație ține cont de decelerarea vehiculelor de la viteza de circulație la viteza de așteptare în coadă și de accelerarea de la linia de stop la viteza de circulație.

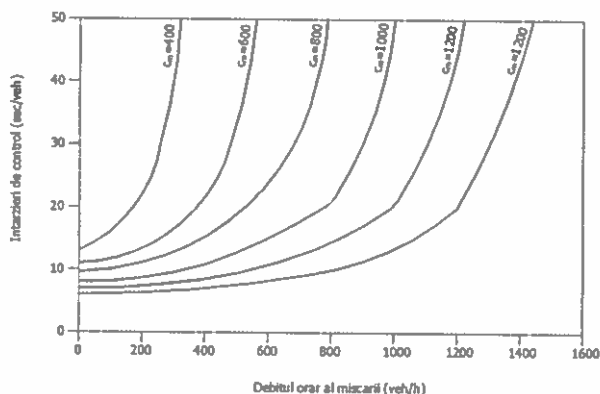


Figura 25. Întârzierile de control

5.6.1. Agregarea întârzierilor

• Agregarea întârzierilor pe brațe

$$d_b = \frac{d_{ax} \cdot v_{ax} + d_m \cdot v_m + d_{ax} \cdot v_{ax}}{v_{ax} + v_m + v_{ax}}, \text{ unde}$$

d_b este întârzierea de control pentru brațul b

d_{ax}, d_m, d_{ax} sunt întârzierile de control pentru mișcările de pe brațul b

v_{ax}, v_m, v_{ax} sunt volumele de trafic corespunzătoare mișcărilor

• Agregarea întârzierilor pe intersecție

$$d_i = \frac{d_{b1} \cdot v_{b1} + d_{b2} \cdot v_{b2} + d_{b3} \cdot v_{b3} + d_{b4} \cdot v_{b4}}{v_{b1} + v_{b2} + v_{b3} + v_{b4}}$$

5.6.2. Pentru stabilirea nivelului de serviciu al intersecției, valorile întârzierilor de control agregate la nivelul întregii intersecții se vor compara cu cele din Tabelul 19.

Tabelul 21. Intersecții nesemaforizate

Nivel de serviciu	Întârzieri de control (sec/veh)
A	<10
B	10-15
C	15-25
D	25-35
E	35-50
F	>50

6. INTERSECȚII GIRATORII

6.1. Considerații generale

6.1.1. Intersecțiile de tip giratoriu se clasifică în funcție de raza cercului interior în trei categorii. Tabelul 20 indică o serie de elemente geometrice și recomandări privind alegerea tipului de soluție.

Tabelul 22. Intersecții giratorii

Denumire	R_{min} [m]	R_{max} [m]	Observații
Minigirație	3	6	Au rolul de a calma și uniformiza traficul; Se amplasează în zone rezidențiale, comerciale; Nu se amplasează pe artere cu trafic greu care depășește 10% ;
Sens giratoriu	6	20	Au rolul de a distribui traficul între brațele intersecției; Nu se amplasează pe artere cu trafic greu care depășește 40%;
Rotoare	20	--	Au rolul de a spori capacitatea intersecției; Pot fi semaforizate;

6.2. Geometria sensurilor giratorii

6.2.1. Principalele elemente constitutive ale sensurilor giratorii sunt indicate în figura 26.

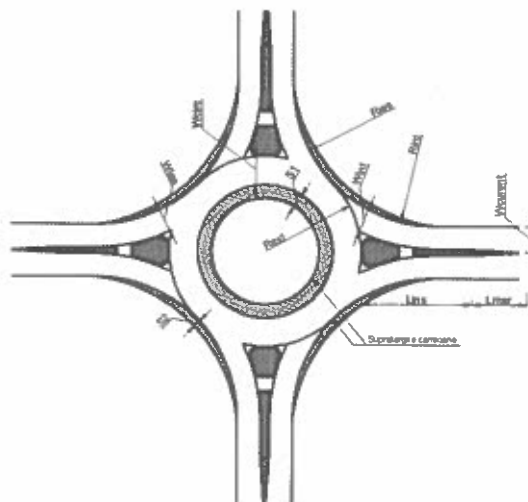


Figura 26. Elementele geometrice ale sensurilor giratorii

6.2.2. Valorile minime recomandate ale elementelor geometrice ale sensurilor giratorii sunt indicate în tabelul 23.

Tabelul 23. Elementele geometrice ale sensurilor giratorii

Element	Valoare recomandată
Raza interioară, R_i , [m]	6.00
Raza exterioară, R_e , [m]	11.50
Raza de racordare la intrare, R_{int} , [m]	25.00
Raza de racordare la ieșire, R_{ies} , [m]	25.00
Lățimea părții carosabile pe calea înelară, W_{circ} , [m]	5.50
Lățimea părții carosabile la intrare, W_{int} , [m]	3.00
Lățimea părții carosabile la ieșire, W_{ies} , [m]	3.50
Supralărgirea la interior, S_1 , [m]	2.00
Supralărgirea la exterior, S_2 , [m]	1.50
Lungimea insulei separatoare denivelate, L_{ins} , [m]	25.00
Lățimea insulei, l_{min} , [m]	2.00
Lungimea marcajului insulei separatoare, L_{mar} , [m]	25.00

6.2.3. Dacă este posibil, se recomandă aplicarea principiului razelor succesive: $R_{int} < R_{circ} < R_{ies}$.

6.2.4. Suprafețele de supralărgire se vor executa din materiale diferite din punct de vedere al culorii și texturii, față de materialele folosite în calea curentă. Se recomandă utilizarea pavajelor.

6.2.5. Se recomandă ca axele brațelor de intrare să fie centrate sau decalate la stânga față de centrul sensului giratoriu (a se vedea figura 27).

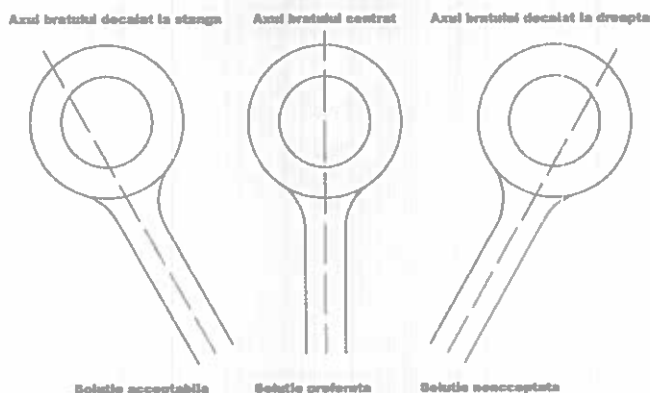
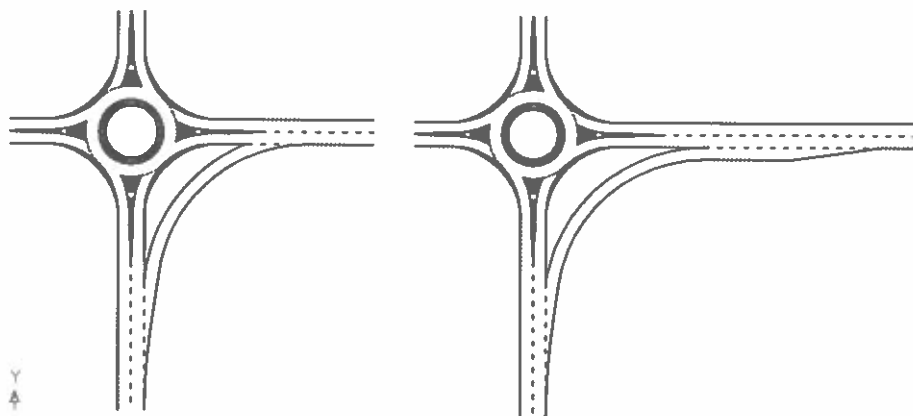


Figura 27. Alinierea axelor

6.2.6. Razele de racordare la intrarea în intersecția giratorie se vor stabili în funcție de raza interioară a intersecției giratorii și de viteza de circulație care urmează a fi reglementată.

6.2.7. Lățimea benzilor pe calea inelară se vor stabili în funcție de compoziția traficului care circula pe arterele care se intersectează. În cazul în care traficul greu este ocazional, lățimea benzilor se poate dimensiona corespunzătoare traficului ușor, prevăzându-se în același timp supralărgiri pavate în interior căii inelare și la interiorul virajelor de dreapta.

6.2.8. Separarea virajului de dreapta prin construcția de benzi dedicate virajului de dreapta se va realiza dacă în urma calculelor de capacitate se constată că acest lucru este necesar.



(a) fără bandă de accelerare

(b) cu bandă de accelerare

Figura 28. Separarea virajului de dreapta

6.2.9. Insule separatoare de trafic din axul brațelor de acces se vor dimensiona conform valorilor minime din tabelul 24. Se recomandă ca aceste insule să fie denivelate.

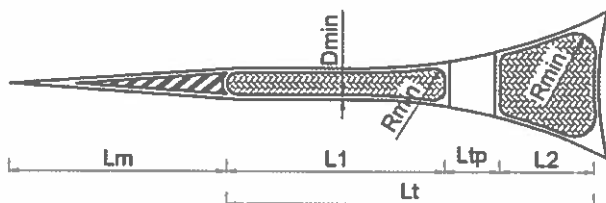


Figura 29. Amenajarea insulei separatoare

Tabelul 24. Elementele geometrice ale insulelor separatoare

Element	Valoare recomandată
Lăţimea insulei, $l_{\min}$, [m]	2.00
Raza de racordare, $R_{\min}$, [m]	0.50
Distanţa de siguranţă, $D_{\min}$, [m]	0.50
Suprafaţa efectivă, $S_{\min}$, [mp]	5.00
Lungimea marcajului, L_m , [m]	25.00
Lungimea insulei, L_1 , [m]	10.00
Lungimea insulei, L_2 , [m]	6.00
Lăţimea trecerii de pietoni, L_p , [m]	2.50
Lungimea totală, L_t , [m]	18.50

6.2.10. Trecerile de pietoni vor fi amplasate la distanţa de punctul de tangenţă de ieşire de pe calea inelară, în aşa fel încât între calea inelară şi trecerea de pietoni să încapă minimum două vehicule.

6.2.11. În cazul intersecţiilor giratorii se pot prevedea elemente suplimentare de calmare a traficului pe braţele de acces în intersecţie.

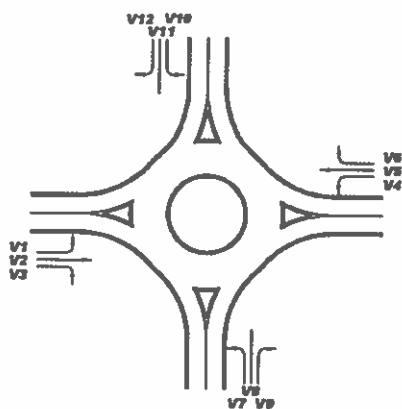
6.3. Capacitatea sensurilor giratorii

6.3.1. Capacitatea limită a sensurilor giratorii este data de limită superioară a volumului de trafic de încărcare (suma volumului de conflict de pe calea inelară în dreptul accesului şi a volumului de intrare de pe accesul respectiv). Nu sunt recomandate minigiraţii şi sensuri giratorii cu mai mult de trei benzi pe calea inelară.

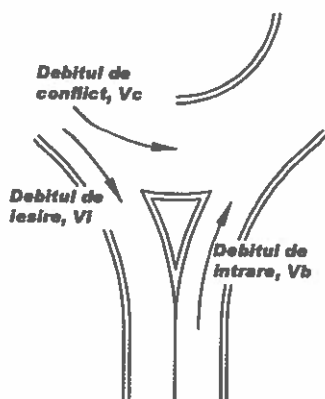
Tabelul 25. Capacitatea sensurilor giratorii

Număr benzi pe calea inelară	Număr benzi la intrare/ieşire	Capacitate vehicule etalon/oră
1	1	1500
2	1	1800
2	2	2100-2400

6.3.2. Traficul conflictual pe inelul median se determină conform metodologiei indicată în continuare.



(a) Fluxurile de intrare



(b) Definirea debitelor/volumelor

Figura 30. Elementele de trafic ale sensurilor giratorii

$$V_c^b = V_{\text{intrare}}^{b-1} + V_{\text{stanga}}^{b-2} + V_{\text{inainte}}^{b-3}, \text{ unde}$$

V_c^b este volumul conflictual aferent brațului b , brațul calculat

V_{intrare}^{b-1} este volumul de intrare care întoarce, aferent brațului situat în dreapta celui calculat (sens invers acelor de ceasornic)

V_{stanga}^{b-2} este volumul de intrare care virează stânga, aferent brațului opus celui calculat

V_{inainte}^{b-3} este volumul de intrare merge înainte, aferent brațului situat în stânga celui calculat (sensul acelor de ceasornic)

6.3.3. Valorile recomandate pentru timpul critic de acces și pentru timpul de urmare sunt indicate în tabelul 26.

Tabelul 26. Timpii specifici (secunde)

	Timp critic de acces	Timp de urmare
Limita superioară	4.1	2.6
Limita inferioară	4.6	3.1

6.3.4. Capacitatea unui sens giratoriu cu o bandă pe calea inelară se determină după cum urmează.

$$c_s = \frac{V_c \cdot e^{\frac{-V_c \cdot t_c}{3600}}}{1 - e^{\frac{-V_c \cdot t_r}{3600}}}, \text{ unde}$$

c_s este capacitatea brațului (veh/oră)

V_c este volumul conflictual aferent brațului (veh/oră)

t_c este timpul critic de acces (sec)

t_r este timpul de urmare (sec)

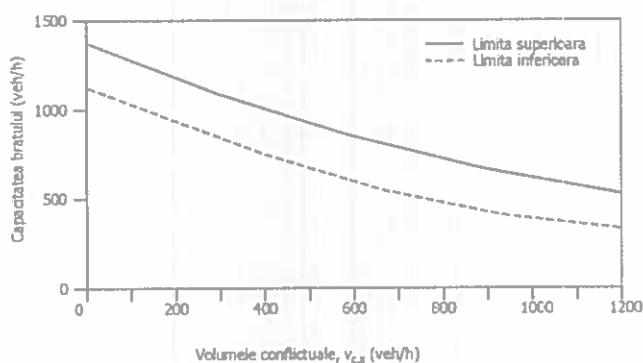


Figura 31. Capacitatea sensurilor giratorii cu o bandă pe calea inelară

6.3.5. Capacitatea sensurilor giratorii cu o bandă pe calea inelară se va verifica și utilizând metode alternative:

(1) $c_s = 1500 - v_c - 0.3 \cdot v_i$, unde

1500 este valoarea maximă a traficului care poate fi conflictual (suma $v_c + v_i$)

c_s este capacitatea accesului (brațului)

v_c este volumul conflictual aferent brațului

v_f este volumul de ieșire corespunzător brațului

$$(2) \ c_a = 1300 - 0.77 \cdot v_c$$

6.3.6. Capacitatea unui sens giratoriu cu două benzi pe calea inelară se determină după cum urmează.

$$c_a = 3600 \cdot \frac{n_c}{t_f} \cdot e^{\frac{v_c}{3600} \left(t_c - \frac{t_f}{2} \right)}, \text{ unde}$$

c_a este capacitate accesului (brațului)

t_c este timpul critic de acces (sec)

t_f este timpul de urmare (sec)

v_c este volumul conflictual aferent brațului

n_c parametru pentru numărul de benzi, $n_c = 1.14$ pentru două benzi

6.3.7. Determinarea întârzierilor de control se face cu formula:

$$d_b = \frac{3600}{c_s} + 900 \cdot T \left[\frac{v_b}{c_s} - 1 + \sqrt{\left(\frac{v_b}{c_s} - 1 \right)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{c_s} \right) \cdot \left(\frac{v_b}{c_s} \right)}{450 \cdot T}} \right] + S, \text{ unde}$$

d este valoarea întârzierilor de control, (sec/veh)

c_s este capacitatea aferentă brațului, (veh/oră)

v_b este volumul de intrare aferent brațului, (veh/oră)

T este perioada de analiză, (ore)

Este recomandat ca analiza să fie efectuată pe durata unei perioade de 15

minute (0.25 ore).

Valoarea de 5 sec/veh inclusă în ecuație ține cont de decelerarea vehiculelor de la viteza de circulație la viteza de așteptare în coadă și de accelerarea de la linia de stop la viteza de circulație.

6.3.8. Agregarea întârzierilor pe intersecție

$$d_i = \frac{d_{b,1} \cdot v_{b,1} + d_{b,2} \cdot v_{b,2} + d_{b,3} \cdot v_{b,3} + d_{b,4} \cdot v_{b,4}}{v_{b,1} + v_{b,2} + v_{b,3} + v_{b,4}}$$

6.3.9. Determinarea nivelului de serviciu se face conform tabelului 27.

Tabelul 27. Intersecții nesemaforizate, inclusiv sensuri giratorii

Nivel de serviciu	Întârzieri de control (sec/veh)
A	<10
B	10-15
C	15-25
D	25-35
E	35-50
F	>50

6.4. Semaforizarea intersecțiilor giratorii

6.4.1. Se recomandă ca intersecțiile giratorii cu raza mai mică de 20 m să nu fie semaforizate. Semaforizarea este recomandată doar în cazul intersecțiilor giratorii de tip „rotor”.

6.4.2. În cazul intersecțiilor giratorii, se recomandă ca semaforizarea să fie realizată în două faze distincte, cu stocarea virajului de stânga pe calea inelară. În general, se poate prevedea un timp de evacuare a căii inelare între cele două faze.

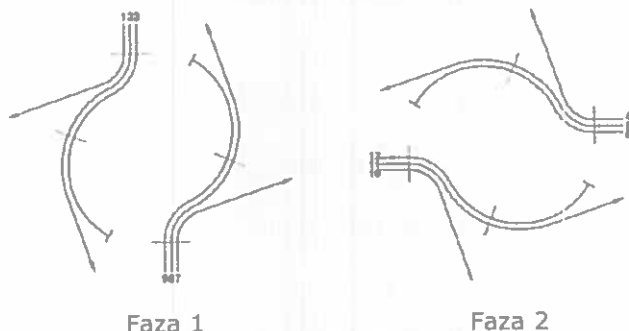


Figura 32. Faze de semaforizare la intersecții giratorii

6.4.3. Analiza semaforizării intersecțiilor giratorii nu se va efectua pe principiul optimizării întârzierilor de control, ci pe principiul cozilor de așteptare de pe calea inelară. Astfel, lungimea ciclului și a fazelor de semaforizare vor fi stabilite ținând cont și de lungimea spațiului de stocare de pe calea inelară, în așa fel încât coada de așteptare aferentă virajelor de stânga să nu blocheze benzile pentru mișcarea de înainte corespunzătoare.

7. TURBOGIRAȚII

7.1. Considerații generale

7.1.1. Intersecții care fac parte din categoria „turbogirații” se caracterizează prin două elemente funcționale distincte:

- Grad ridicat de siguranță a circulației;
- Grad ridicat de funcționalitate, ambele obținute datorită canalizării traficului pe benzi de circulație utilizând separatori mediani.

7.1.2. Tabelul 28 indică principalele caracteristici funcționale ale intersecțiilor de tip „turbogirație”.

Tabelul 28. Tipologii funcționale ale „turbogirațiilor”

Tip intersecție	Număr brațe	Capacitatea estimată Veh. Etalon/oră	Trafic preponderent
Turbogirație „clasică”	4	3500	Mișcarea de înainte
Turbogirație „genunchi”	4	3500	Mișcarea de dreapta
Turbogirație „spirală”	4	4000	Mișcarea de înainte
Turbogirație „rotor”	4	4500	Toate mișcările
Turbogirație „genunchi” lărgită	3	3800	Mișcarea de înainte
Turbogirație „stea”	3	5500	Toate mișcările

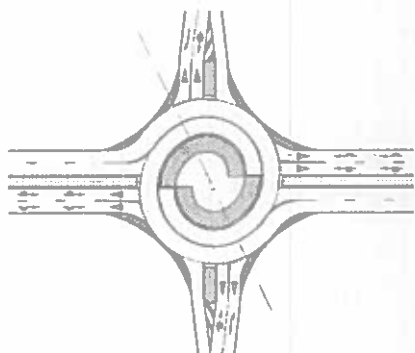


Figura 33. Turbogirație „clasică”

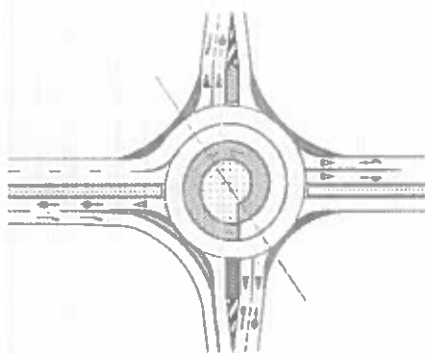


Figura 34. Turbogirație „genunchi”

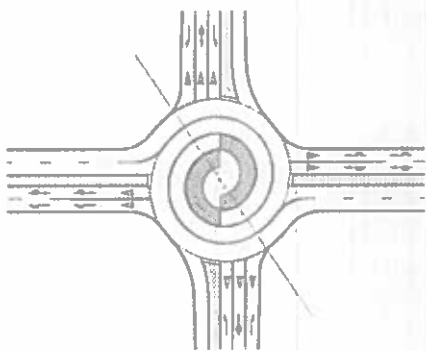


Figura 35. Turbogirație „spirală”

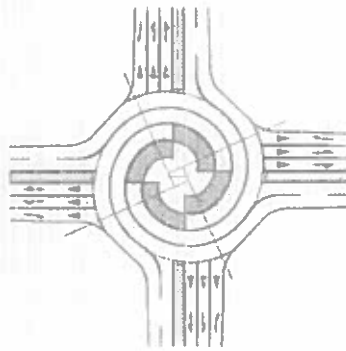


Figura 36. Turbogirație „rotor”

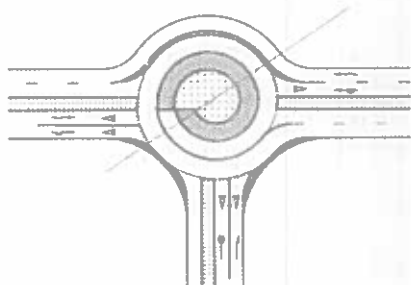


Figura 37. Turbogirație
„genunchi” lărgită

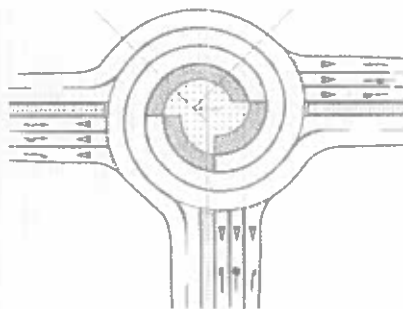


Figura 38. Turbogirație „stea”

7.1.3. Tabelele 29-31 indică principalele caracteristici geometrice ale intersecțiilor de tip „turbogirație”.

Tabelul 29. Elementele geometrice recomandate ale „turbogirațiilor” clasice și tip genunchi

Element				
Raza interioară a benzii interioare R1	10.50	12.00	15.00	20.00
Raza exterioară a benzii interioare R2	15.85	17.15	20.00	24.90
Raza interioară a benzii exterioare R3	16.15	17.45	20.30	25.20
Raza exterioară a benzii exterioare R4	21.15	22.45	25.20	29.90
Raza curbei de racordare la intrare și ieșire	10.00	10.00	10.00	10.00
Lățimea benzii interioare pentru vehicule grele	5.00	5.00	5.00	5.00

Tabelul 30. Elementele geometrice recomandate ale „turbogirațiilor” tip rotor

Element				
Raza interioară a benzii interioare R1	12.00	15.00	20.00	
Raza exterioară a benzii interioare R2	17.25	20.15	24.95	
Raza interioară a benzii centrale R3	17.55	20.45	25.25	
Raza exterioară a benzii centrale R4	22.55	25.35	29.95	
Raza interioară a benzii exterioare R5	22.85	25.85	30.25	
Raza exterioară a benzii exterioare R6	27.80	30.50	34.90	
Raza curbei de racordare la intrare și ieșire	10.00	10.00	10.00	
Lățimea benzii interioare pentru vehicule grele	5.00	5.00	5.00	

Tabelul 31. Elementele geometrice recomandate ale „turbogirațiilor” tip stea

Element		
Raza interioară a benzii interioare R1	12.00	
Raza exterioară a benzii interioare R2	17.10	
Raza interioară a benzii centrale R3	17.40	
Raza exterioară a benzii centrale R4	22.30	
Raza interioară a benzii exterioare R5	22.60	
Raza exterioară a benzii exterioare R6	27.30	
Raza curbei de racordare la intrare și ieșire	10.00	
Lățimea benzii interioare pentru vehicule grele	5.00	

8. ACCESE

8.1.1. Accesele asigură legătura dintre diferite zone funcționale ale teritoriului la rețeaua de drumuri publice.

8.1.2. Din punct de vedere funcțional, accesele se clasifică în:

- accese locale (1 unitate locativă);
- accese rezidențiale;
- accese comerciale;
- accese industriale.

8.1.3. Accesele locale vor fi prevăzute doar în cazul în care artera în care se face accesul este din clasa funcțională IV, sau are rolul drum colector de gardă.

8.1.4. Nu se recomandă prevederea acceselor locale pe arterele de clasele superioare clasei funcționale III.

8.1.5. Accesele locale nu sunt considerate intersecții și se vor amenaja cu racordare circulară simplă sau cu pană scurtă de viraj la dreapta (atât pentru ieșirea din unitatea locativă cât și pentru intrarea în unitatea locativă), conform schiței principale din figura 39.

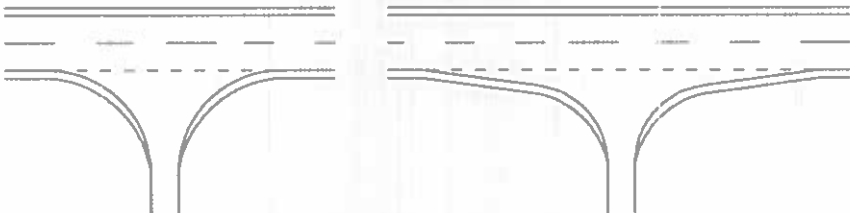


Figura 39. Amenajarea acceselor locale

8.1.6. Accesele rezidențiale, comerciale și industriale vor fi tratate ca intersecții și se vor amenaja în consecință, în funcție de valorile de trafic estimate.

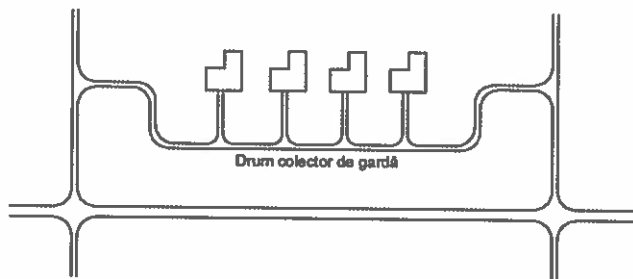
8.1. Drumuri colectoare de gardă

8.1.1. Drumuri colectoare suplimentare vor fi prevăzute în scopul de a limita accesele (indiferent de tipul acestora) în arterele de clasă funcțională superioară în scopul păstrării clasei funcționale a acestor artere.

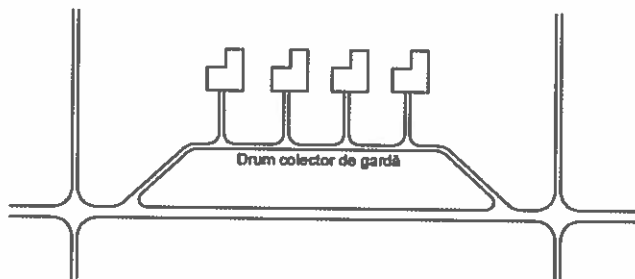
8.1.2. Capacitatea drumurilor colectare de gardă se va determina în funcție de funcționalitatea zonei pe care o deservesc și de volumul de trafic estimat.

8.1.3. Clasa funcțională a drumurilor colectoare de gardă este clasa III.

8.1.4. Figura 40 indică principiile de amenajare a drumurilor colectoare de gardă.

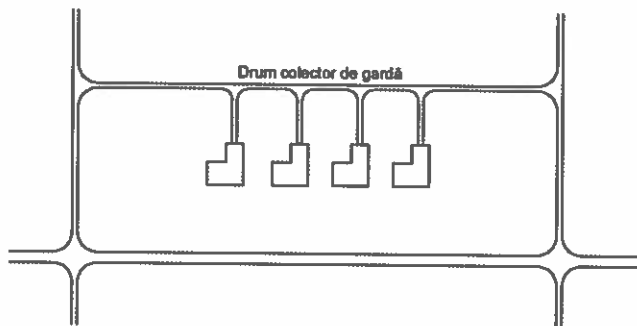


Drum colector de gardă recomandat în cazul arterelor din clase funcționale I și II.



Drum colector de gardă recomandat în cazul arterelor din clasa funcțională II.

Drum colector de gardă nerecomandat în cazul arterelor din clasa funcțională I.



Drum colector de gardă recomandat în cazul arterelor din clase funcționale I și II.

Figura 40. Amenajarea drumurilor colectoare de gardă

9. PUNCTE DE ÎNTOARCERE

9.1.1. În cazul în care, din motive tehnice sau funcționale, în anumite intersecții sunt restricționate o parte din mișcări, este necesar ca pe arterele adiacente să fie prevăzute puncte de întoarcere.

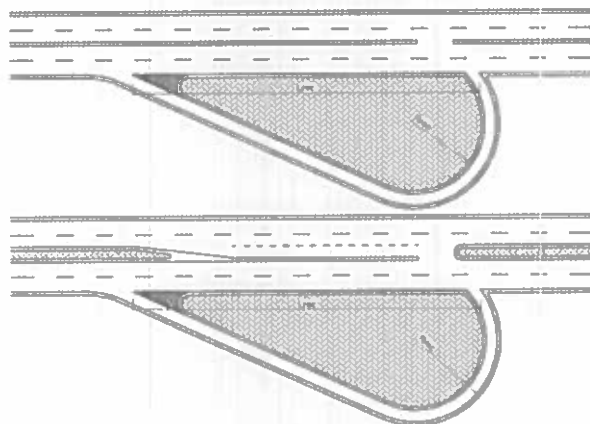


Figura 41. Punct de întoarcere tip 1

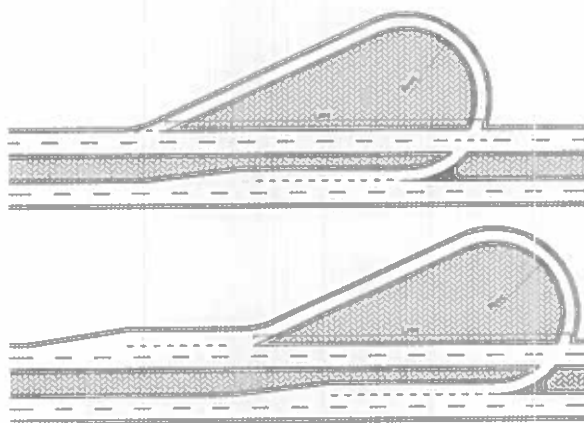


Figura 42. Punct de întoarcere tip 2

9.1.2. Tabelul 32 prezintă elementele caracteristice recomandate ale punctelor de întoarcere.

Tabelul 32. Elementele geometrice recomandate punctelor de întoarcere

Punct întoarcere tip 1		Punct întoarcere tip 2	
Rază recomandată (Rrec, m)	20.00	Rază recomandată (Rrec, m)	20.00
Lungime recomandată (Lrec, m)	50.00	Lungime recomandată (Lrec, m)	50.00

9.1.3. Benzile suplimentare se vor dimensiona conform metodologiei indicate în capitolele anterioare astfel încât să asigure stocajul și încadrarea vehiculelor în condiții de siguranță.

9.1.4. La proiectarea punctelor de întoarcere se va avea în vedere asigurarea gabaritelor orizontale de trecere prin introducerea supralărgirilor în curbe.

10. ILUMINAREA INTERSECȚIILOR

10.1.1. Iluminarea intersecțiilor pe durata perioadei de noapte este recomandată pentru creșterea siguranței circulației prin identificarea mai facilă de către conducătorii auto atât a obstacolelor fixe și a configurației intersecției, cât și a celorlalți participanți la trafic (autovehicule, vehicule nemotorizate, pietoni).

10.1.2. Iluminarea intersecțiilor în afara localităților este recomandat a fi realizată în toate intersecțiile, și este obligatoriu a fi realizată în următoarele cazuri:

- În intersecțiile în care traficul este canalizat cu ajutorul insulelor canalizatoare sau separatoare denivelate;
- În intersecțiile semaforizate;
- În intersecțiile în care au fost identificate o rată ridicată de accidente pe timpul nopții care nu prezintă alte cauze evidente de producere (o rată medie acceptată este de trei accidente nocturne pe an);
- În intersecțiile adiacente zonelor cu o iluminare intensă (de exem-

plu zone comerciale, stații de alimentare cu carburant);

- În intersecțiile în care din motive tehnice elementele geometrice minime de proiectare a intersecțiilor nu sunt satisfăcute;
- În intersecțiile prevăzute cu treceri de pietoni.

10.1.3. Intensitatea iluminării intersecțiilor se va realiza în conformitate cu recomandările din Tabelul 33.

Tabelul 33. Iluminarea intersecțiilor (lucși)

Clasa funcțională		Trafic pietonal			Uniformitate E_{med}/E_{min}
		intens	mediu	reduc	
Cel puțin un braț al intersecției este iluminat continuu	Clasa I	34	26	18	3:1
	Clasa II	29	22	15	3:1
	Clasa III	26	18	13	4:1
	Clasa IV	21	16	10	4:1
Nici unul din brațele intersecției nu este iluminat continuu	Clasa I	21	16	10	6:1
	Clasa II				
	Clasa III				
	Clasa IV				

11. VIZIBILITATEA ÎN INTERSECȚII

11.1.1. Abilitatea conducătorilor autovehiculelor de a vedea traseul pe care îl au de urmat, de a identifica din timp eventualele obstacole, de a avea timpul necesar pentru luarea deciziei corecte și de a putea să aplice măsurile corespunzătoare sunt critice în zona intersecțiilor.

11.1.2. Elementele de vizibilitate în intersecții tratează:

- Distanța de decizie (distanța parcursă în timpul luării deciziei), D_{dec} ;
- Distanța de oprire/manevrare (după identificarea obstacolului), D_{stop} ;
- Distanța de vizibilitate în plan orizontal, $D_{viz}^{plan} = D_{dec} + D_{stop}$;
- Distanța de vizibilitate în profil longitudinal, D_{viz}^{profil} .

11.2. Distanța de oprire

11.2.1. Distanța de oprire este distanța necesară ca un autovehicul să perceapă și să reacționeze la un obiect aflat în calea sa și să oprească total autovehiculul înainte de atingerea obiectului în condiții de siguranță.

11.2.2. Distanțele minime de oprire sunt funcții directe de viteză de circulație pe brațele intersecției și sunt indicate în tabelul 34.

Tabelul 34. Distanțe minime de oprire

Viteza [km/h]	Distanța de oprire [m]
20	20
30	35
40	50
50	65
60	85
70	105
80	130
90	160
100	185
110	220
120	250

11.3. Distanța de decizie

11.3.1. Distanța de decizie este distanța de care un autovehicul are nevoie pentru a detecta o informație neașteptată sau o condiție particulară de trafic sau de mediu înconjurător, pentru a conștientiza problema, pentru a selecta viteza și traiectoria necesară și pentru a iniția și completa între setul de manevre în condiții de siguranță.

11.3.2. Distanțele minime de decizie sunt funcții directe de viteză de circulație pe brațele intersecției și sunt indicate în tabelul 35.

Tabelul 35. Distanțe minime de decizie

Viteza [km/h]	Distanța de decizie [m] - pentru oprire -	Distanța de decizie [m] - pentru manevrare -
50	155	195
60	195	235
70	235	275
80	280	315
90	325	360
100	370	400
110	420	430
120	470	470

11.4. Distanța de vizibilitate în plan orizontal

11.4.1. Distanța de vizibilitate este suma distanței de decizie (sau reacție) și a distanței de oprire.

$$D_{viz} = D_{dec} + D_{op}$$

11.4.2. Pe brațele direcției principale a intersecțiilor nesemaforizate la calculul distanței de vizibilitate se va lua în considerare distanța pentru manevrare.

11.4.3. Pe brațele direcției secundare a intersecțiilor nesemaforizate la calculul distanței de vizibilitate se va lua în considerare distanța pentru oprire.

11.4.4. Pe brațele intersecțiilor semaforizate la calculul distanței de vizibilitate se va lua în considerare distanța pentru oprire.

11.4.5. Pe brațele intersecțiilor giratorii la calculul distanței de vizibilitate se va lua în considerare distanța pentru manevrare.

11.5. Distanța de vizibilitate în profil longitudinal (convex)

11.5.1. Distanța de vizibilitate în profil longitudinal se verifică pe baza distanței de vizibilitate determinată în plan orizontal și a lungimii curbei de racordare verticale.

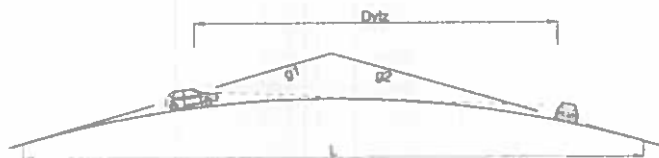


Figura 43. Schema de calcul pentru distanța de vizibilitate în profil longitudinal (convex)

11.5.2. Pentru cazul în care $D_{viz}^{plan} < L$, $L = \frac{m \cdot D_{viz}^{plan}}{407}$ unde $m = |g_1 - g_2|$ și L este lungimea curbei de racordare verticală.

11.5.3. Pentru cazul în care $D_{viz}^{plan} < L$, $L = 2 \cdot D_{viz}^{plan} - \frac{407}{m}$, unde $m = |g_1 - g_2|$ și L este lungimea curbei de racordare

11.5.4. În funcție de viteza de proiectare a sectorului de drum pe care este situată intersecția, se recomandă valorile parametrului care măsoară curbura $K = \frac{L}{m}$ (K reprezintă lungimea în plan orizontal necesară pentru a produce un schimb de 1° în curbura).

Tabelul 36. Valorile recomandate ale parametrului de curbura K

Viteza [km/h]	K
50	15
60	20
70	30
80	45
90	65
100	85
110	120

11.6. Distanța de vizibilitate în profil longitudinal (concav)

11.6.1. Distanța de vizibilitate în profil longitudinal se verifică pe baza distanței de vizibilitate determinată în plan orizontal și a lungimii curbei de racordare verticale. Aceste calcule țin cont de înălțimea standard și unghiul standard ale farurilor vehiculelor.

11.6.2. Pentru cazul în care $D_{viz}^{plan} < L$, $L = \frac{m \cdot (D_{viz}^{plan})^2}{120 + 3.5 \cdot D_{viz}^{plan}}$, unde $m = |g_1 - g_2|$ și L este lungimea curbei de racordare verticale.

11.6.3. Pentru cazul în care $D_{viz}^{plan} > L$,

$L = 2 \cdot D_{viz}^{plan} - \frac{120 + 3.5 \cdot D_{viz}^{plan}}{m}$, unde $m = |g_1 - g_2|$ și L este lungimea curbei de racordare verticale.

11.6.4. În funcție de viteza de proiectare a sectorului de drum pe care este situată intersecția, se recomandă valorile parametrului care măsoară curbura $K = \frac{L}{m}$ (K reprezintă lungimea în plan orizontal necesară pentru a produce un schimb de 1° în curbura).

Tabelul 37. Valorile recomandate ale parametrului de curbura K

Viteza [km/h]	K
50	13
60	18
70	23
80	30
90	38
100	45
110	55

ANEXA 1

EXEMPLE DE CALCUL

1. VERIFICAREA UNEI INTERSECȚII SEMAFORIZATE.....	80
2. OPTIMIZAREA SEMAFORIZĂRII.....	85
3. VERIFICAREA UNEI INTERSECȚII NESEMAFORIZATE.....	91
4. VERIFICAREA UNUI SENS GIRATORIU.....	96

1. VERIFICAREA UNEI INTERSECȚII SEMAFORIZATE

Pentru o intersecție semaforizată, se cere încadrarea într-un nivel de serviciu în baza datelor inițiale identificate în teren.

1.1. Date inițiale

1.1.1. Geometria intersecției

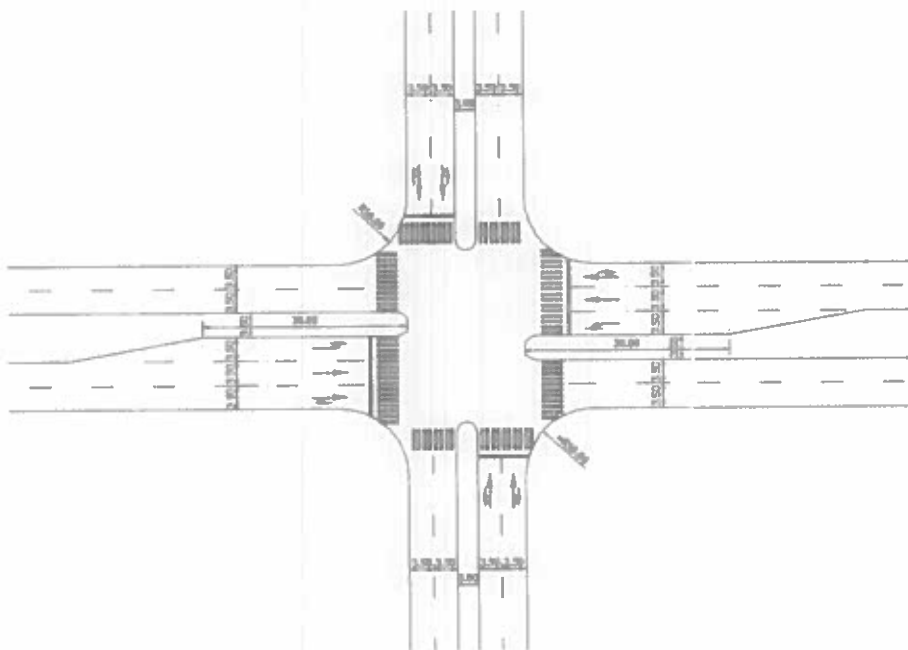


Figura 1. Date necesare. Geometria intersecției

1.1.2. Volumele de trafic de calcul. Date despre semaforizare

g1=35 sec	g2=20 sec	g3=25 sec	g4=20 sec

Figura 2. Date necesare. Semaforizare. Volume de trafic de calcul

Ciclul de semaforizare este de 140 secunde, din care ciclul efectiv (doar durata de verde este de 120 secunde).

Timp de siguranță (galben) este de 3 secunde pe fază.

Timpul de evacuare (roșu integral) este de 2 secunde pe fază.

1.1.3. Alte date

Procentul de vehicule grele, toate direcțiile: **%HV = 5%**

Declivități direcția Est-Vest: **%G = 0%**

Declivități direcția Nord-Sud: **%G = 5%**, coborâre spre Nord

Parcarea interzisă pe toate brațele intersecției

Numărul de opriri autobuze pe oră pe brațul Sud: **$N_{\text{ab}} = 120$**

Intersecția este situată într-o zonă urbană

Benzile din fiecare grup sunt uniform utilizate

Un număr de 300 pietoni pe oră pe fiecare braț al intersecției

Pietonii traversează conflictual cu virajele de dreapta

1.2. Soluție

1.2.1. Determinarea grupurilor de benzi

grup 1	grup 2	grup 3	grup 4	grup 5	grup 6

Figura 3. Grupuri de benzi

(nota) Dacă există, benzile dedicate de dreapta se tratează separat, ca grup independent.

1.2.2. Fluxuri de saturație pe grupuri de benzi

Date	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5	Grup 6
S ₀	1900	1900	1900	1900	1900	1900
f _w	1	1	1	1	1	1
f _{HV}	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
f _g	1	1	1	1	0.98	1.03
f _o	1	1	1	1	1	1
N	2	2	1	1	2	2
f _{hh}	1	1	1	1	1	0.76
f _s	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
f _{LU}	1	1	1	1	1	1
f _{LT}	1	1	0.95	0.95	0.85	0.85
P _{RT}	0.17	0.16	0	0	0.14	0.15
f _{RT}	0.93	0.94	1	1	0.94	0.94
f _{LTp}	1	1	1	1	1	1
f _{RTp}	0.97	0.98	1	1	0.98	0.98
S	2931	2993	1543	1543	2493	1991

Formule utilizate:

$$f_w = 1 + \frac{W - 3.5}{9}$$

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + \%HV \cdot (E_T - 1)}, \text{ unde } E_T = 2$$

$$f_g = 1 - \frac{\%G}{200}$$

$$f_{bb} = \frac{N - \frac{14.4 \cdot N_R}{3600}}{N}$$

$$P_{RT} = \frac{V_{desp}}{\sum_{i=1}^n V_{mixcr}}$$

$$f_{RT} = 1 - 0.15 \cdot P_{RT}, \text{ pentru benzi mixte, 2 benzi pe sens}$$

$$s = s_0 \cdot N \cdot f_w \cdot f_{HV} \cdot f_g \cdot f_p \cdot f_{bb} \cdot f_s \cdot f_{LU} \cdot f_{LT} \cdot f_{RT} \cdot f_{LTp} \cdot f_{RTp}$$

1.2.3. Capacitatea, pe grupuri de benzi

Date	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5	Grup 6
s	2931	2993	1543	1543	2493	1991
g (sec)	35	35	20	20	25	20
C _d (sec)	120	120	120	120	120	120
c	855	873	257	257	519	332

Formule utilizate:

$$c_i = s_i \frac{g_i}{C_d}$$

1.2.4. Raport volum/capacitate, pe grupuri de benzi

Date	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5	Grup 6
v	750	500	140	30	430	340
c	855	873	257	257	519	332
X (v/c)	0.88	0.57	0.54	0.12	0.83	1.02

Formule utilizate:

$$X_i = \left(\frac{v}{c} \right)_i = \frac{v_i}{s_i \cdot \left(\frac{g_i}{C_d} \right)} = \frac{v_i \cdot C_d}{s_i \cdot g_i}$$

1.2.5. Calculul întârzierilor

Date	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5	Grup 6
C _{efectiv} (sec)	140	140	140	140	140	140
g (sec)	35	35	20	20	25	20
X (v/c)	0.88	0.57	0.54	0.12	0.83	1.02
D _{III}	50.48	45.92	55.73	52.33	55.45	60
P _i	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
FP _i	0.71	0.71	0.6	0.6	0.63	0.6
c	855	873	257	257	519	332
D _{II}	14.47	2.72	8.14	0.95	16.09	119.38
D _{OI}	0	0	0	0	0	0
D _{CI}	50.31	35.32	41.58	32.35	51.02	155.38

Formule utilizate:

$$D_{ui} = \frac{0.5 \cdot C \cdot \left(1 - \frac{g_i}{C}\right)^2}{1 - \left[\min(1, X_i) \cdot \frac{g_i}{C}\right]}$$

$$FP_i = \frac{1 - P_i}{1 - \frac{g_i}{C_d}} \quad - \text{se presupune } P_i = 0.50, \text{ în lipsa datelor concrete}$$

$$D_n = 900 \cdot T \cdot \left[(X_i - 1) + \sqrt{(X_i - 1)^2 + \frac{4 \cdot X_i}{C \cdot T}} \right], \text{ pentru } T = 1 \text{ ora}$$

Se presupune că nu există cozi de așteptare inițiale.

1.2.6. Agregarea întârzierilor. Nivelul de serviciu

Date	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5	Grup 6
D_{ci}	50.31	35.32	41.58	32.35	51.02	155.38
v	750	500	140	30	430	340
D_T	62.54					

Formule utilizate:

$$D_T = \frac{\sum D_{ci} \cdot v_i}{\sum v_i}$$

Tabel: Nivelul de serviciu. Intersecții semaforizate

Nivel de serviciu	Întârzieri de control (sec/veh)
A	<10
B	10-20
C	20-35
D	35-55
E	55-80
F	>80

1.3. Concluzii

În urma analizei capacității de circulație, intersecția se încadrează la limita superioară a nivelului „E” de serviciu, adică circulația este dificilă, caracterizată prin cozi de așteptare permanente și viteze mici de mișcare.

2. OPTIMIZAREA SEMAFORIZĂRII

Pentru intersecția care a fost verificată anterior, se cere optimizarea semaforizării și încadrarea într-un nivel de serviciu în baza acesteia.

2.1. Date inițiale

2.1.1. Geometria intersecției

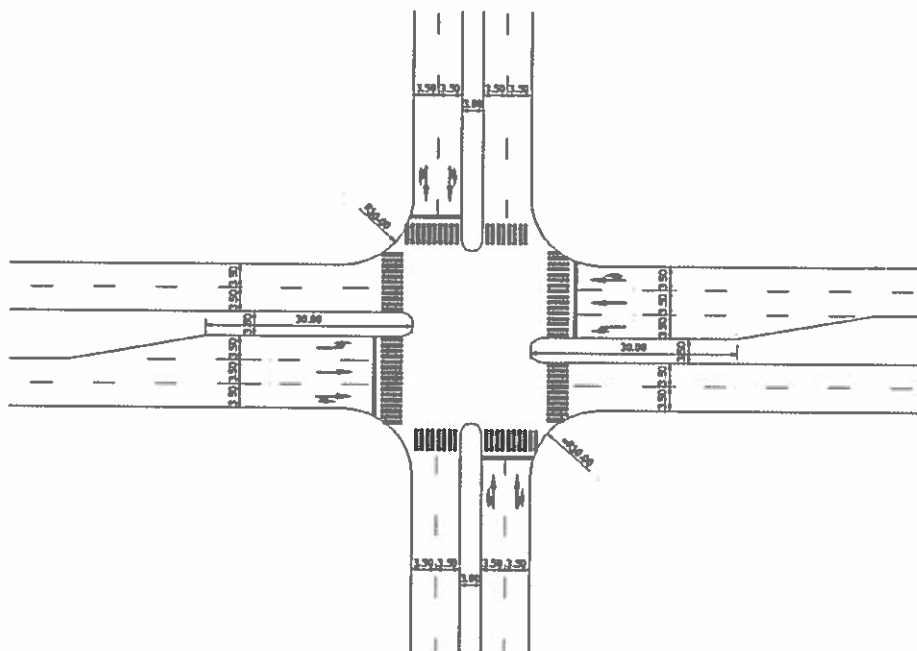


Figura 4. Date necesare. Geometria intersecției

2.1.2. Volumele de trafic de calcul

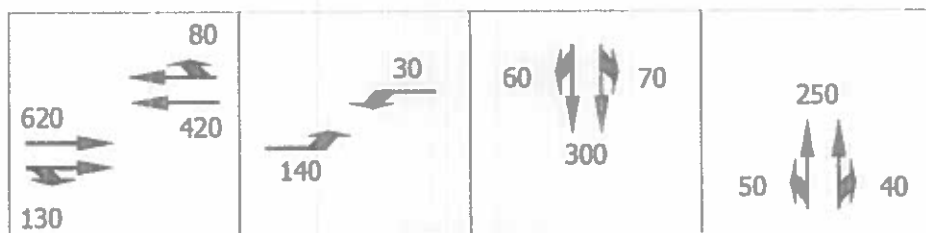


Figura 5. Date necesare. Volume de trafic de calcul

2.1.3. Alte date

Procentul de vehicule grele, toate direcțiile: **%HV = 5%**

Declivități direcția Est-Vest: **%G = 0%**

Declivități direcția Nord-Sud: **%G = 5%** coborâre spre Nord

Parcarea interzisă pe toate brațele intersecției

Numărul de opriri autobuze pe oră pe brațul Sud: **$N_{ab} = 120$**

Intersecția este situată într-o zonă urbană

Benzile din fiecare grup sunt uniform utilizate

Un număr de 300 pietoni pe oră pe fiecare braț al intersecției

Pietonii traversează conflictual cu virajele de dreapta

2.2. Soluție

Se va păstra aceeași structură a fazelor de semaforizare.

2.2.1. Determinarea grupurilor de benzi

grup 1	grup 2	grup 3	grup 4	grup 5	grup 6

Figura 6. Grupuri de benzi

2.2.2. Fluxuri de saturatie pe grupuri de benzi

Date	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5	Grup 6
S ₀	1900	1900	1900	1900	1900	1900
f _w	1	1	1	1	1	1
f _{HV}	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
f _g	1	1	1	1	0.98	1.03
f _n	1	1	1	1	1	1
N	2	2	1	1	2	2
f _{hh}	1	1	1	1	1	0.76
f _s	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
f _{LU}	1	1	1	1	1	1
f _{LT}	1	1	0.95	0.95	0.85	0.85
P _{RT}	0.17	0.16	0	0	0.14	0.15
f _{RT}	0.93	0.94	1	1	0.94	0.94
f _{LTp}	1	1	1	1	1	1
f _{RTp}	0.97	0.98	1	1	0.98	0.98
S	2931	2993	1543	1543	2493	1991

2.2.3. Determinarea intervalelor de schimb de faze (galben + roșu integral)

Date	Faza 1		Faza 2		Faza 3	Faza 4
	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5	Grup 6
t (sec)	1	1	1	1	1	1
q (m/s ²)	9.81	9.81	9.81	9.81	9.81	9.81
a (m/s ²)	3	3	3	3	3	3
G (%)	0	0	0	0	-5	5
l (m)	5	5	5	5	5	5
w (m)	17	17	17	17	21	21
V (m/s)	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5
L (sec)	4.88	4.88	4.88	4.88	2.61	3.17

Viteza de circulație este de 50 km/h.

Formule utilizate:

$$L = C_g + C_r = t + \frac{V}{2 \cdot a + g \cdot G} + \frac{l + w}{V}$$

galben roșu

Acoperitor, se consideră un timp de 3 secunde pentru durata timpului de galben și 2 secunde pentru durata timpului de roșu integral pentru fiecare fază de semaforizare.

2.2.4. Determinarea timpilor minimi necesari traversării pietonale

Date	Faza 1	Faza 2	Faza 3	Faza 4
L (m)	7	7	10.5	10.5
S _p (m/s)	1.20	1.20	1.20	1.20
N _{red}	5	5	5	5
W _E	2.50	2.50	2.50	2.50
G _{L,p}	10	10	12	12

Prezența insulelor mediane asigură o trecere pietonală în 2 etape.
Se presupune că lățimea trecerii de pietoni este de 2.50 m.

Formule utilizate:

$$G_p = 3.2 + \frac{L}{S_p} + \left(0.27 \cdot \frac{N_{red}}{W_E} \right)$$

Observație: Ciclul minim de semaforizare trebuie să fie de 64 secunde (suma timpilor de siguranță și a timpilor minimi de trecere a pietonilor). În plus, acesta va trebui să verifice condițiile minime de traversare pietonală pentru fiecare fază de semaforizare în parte.

2.2.5. Grupuri critice. Rapoarte volum/debit saturație critice

În faza 1 de semaforizare au acces grupurile 1 și 2.

În faza 2 de semaforizare au acces grupurile 3 și 4.

În faza 3 de semaforizare are acces grupul 5.

În faza 4 de semaforizare are acces grupul 6.

Date	Faza 1		Faza 2		Faza 3	Faza 4
	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5	Grup 6
v (total)	750	500	140	30	430	340
s	2931	2993	1543	1543	2493	1991
Y _i	0.26	0.17	0.09	0.02	0.17	0.17
Grup critic ?	da	nu	da	nu	da	da
Y _c	0.26		0.09		0.17	0.17
Y = Σ Y _i			0.69			
L (sec)			5			
C (sec)			40			

Formule utilizate:

$$C = \frac{1.50 \cdot L + 5}{1 - Y}$$

2.2.6. Corectarea ciclului de semaforizare

Date	Faza 1	Faza 2	Faza 3	Faza 4
V_c	750	140	430	340
S	2931	1543	2493	1991
$C_{l,ef}$	27	77	49	49

Formule utilizate:

$$C_d = \max_{i=1,2,3,4} (C_{l,ef}) = \max_{i=1,2,3,4} \left(Y \cdot \frac{1}{Y_c} \cdot G_p^i \right)$$

Soluție: Ciclul de semaforizare ales este de 100 secunde, din care 80 secunde de verde efectiv.

2.2.7. Durata fazelor de semaforizare

Date	Faza 1	Faza 2	Faza 3	Faza 4
C	100	100	100	100
C_{ef}	80	80	80	80
$g_{l,ef}$	30	10	20	20

Formule utilizate:

$$g_i = \left(\frac{v}{s} \right)_i \cdot \left(\frac{C_d}{Y} \right)$$

2.2.8. Capacitatea, pe grupuri de benzi

Date	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5	Grup 6
s	2931	2993	1543	1543	2493	1991
g (sec)	30	30	10	10	20	20
C_{ef} (sec)	80	80	80	80	80	80
c	1099	1122	193	193	623	498

Formule utilizate:

$$c_i = s_i \cdot \frac{g_i}{C_d}$$

2.2.9. Raport volum/capacitate, pe grupuri de benzi

Date	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5	Grup 6
v	750	500	140	30	430	340
c	1099	1122	193	193	623	498
X (v/c)	0.68	0.45	0.73	0.16	0.69	0.68

Formule utilizate:

$$X_i = \left(\frac{v}{c} \right)_i = \frac{v_i}{s_i \cdot \left(\frac{g_i}{C_d} \right)} = \frac{v_i \cdot C_d}{s_i \cdot g_i}$$

2.2.10. Calculul întârzierilor

Date	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5	Grup 6
C _d (sec)	100	100	100	100	100	100
g (sec)	30	30	10	10	20	20
X (v/c)	0.68	0.45	0.73	0.16	0.69	0.68
D _{III}	30.78	28.32	43.69	41.16	37.12	37.04
P _i	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
FP _i	0.8	0.8	0.57	0.57	0.67	0.67
c	1099	1122	193	193	623	498
D _{II}	3.46	1.31	24.03	1.77	6.36	7.58
D _d	0	0	0	0	0	0
D _d	28.08	23.97	48.93	25.23	31.23	32.4

Formule utilizate:

$$D_{II} = \frac{0.5 \cdot C \cdot \left(1 - \frac{g_i}{C} \right)^2}{1 - \left[\min(1, X_i) \cdot \frac{g_i}{C} \right]}$$

$$FP_i = \frac{1 - P_i}{1 - \frac{g_i}{C_d}} \quad \text{- se presupune } P_i = 0.50, \text{ în lipsa datelor concrete.}$$

$$D_s = 900 \cdot T \cdot \left[(X_i - 1) + \sqrt{(X_i - 1)^2 + \frac{4 \cdot X_i}{c_i \cdot T}} \right], \text{ pentru } T=1 \text{ oră}$$

Se presupune că nu există cozi de așteptare inițiale.

2.2.11. Agregarea întârzierilor. Nivelul de serviciu

Date	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5	Grup 6
D_{ci}	28.08	23.97	48.93	25.23	31.23	32.4
v	750	500	140	30	430	340
D_T	29.72					

Formule utilizate:

$$D_T = \frac{\sum D_{ci} \cdot v_i}{\sum v_i}$$

2.3. Concluzii

În urma optimizării semaforizării, întârzierile medii ale vehiculelor scad semnificativ ca valoare, iar intersecția trece în nivelul de serviciu „C”.

3. VERIFICAREA UNEI INTERSECȚII NESEMAFORIZATE

Pentru o intersecție nesemaforizată, se cere încadrarea într-un nivel de serviciu în baza datelor inițiale identificate în teren.

3.1. Date inițiale

3.1.1. Geometria intersecției

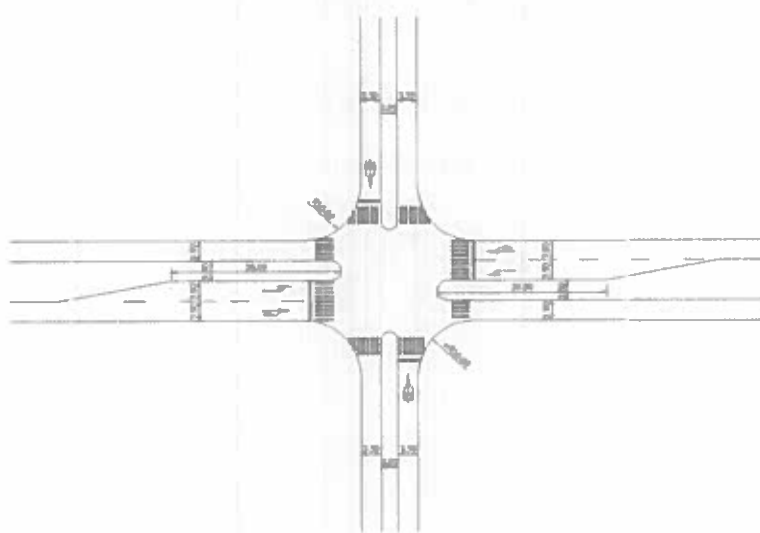


Figura 7. Date necesare. Geometria intersecției

3.1.2. Volumele de trafic de calcul

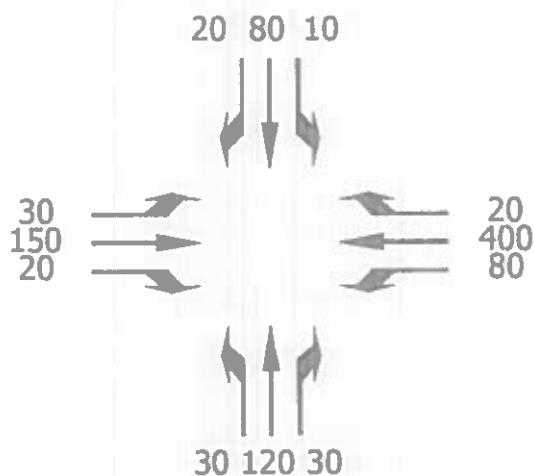


Figura 8. Date necesare. Volume de trafic de calcul

3.1.3. Alte date

Procentul de vehicule grele, toate direcțiile: **%HV = 5%**

Declivități **%G = 0%** pe toate direcțiile

Se vor analiza 2 scenarii:

- Fără traversări pietonale
- 100 pietoni pe oră pe fiecare braț al intersecției

3.1.4. Codificarea mișcărilor

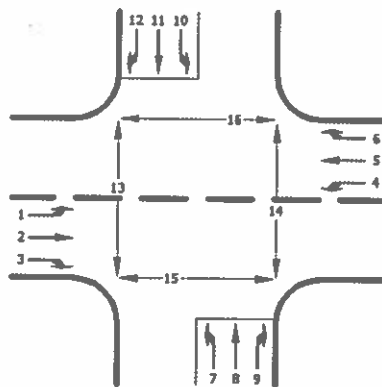


Figura 9. Codificarea mișcărilor

Rang	Cod mișcare
1	2,3,5,6,15,16
2	1,4,13,14,9,12
3	8,11
4	7,10

3.2. Soluții

Tabel: Nivelul de serviciu. Intersecții nesemaforizate

Nivel de serviciu	Întârzieri de control (sec/veh)
A	<10
B	10-15
C	15-25
D	25-35
E	35-50
F	>50

3.2.1. Soluția 1: fără pietoni

Cod mig- care	Rang mig- care	Debite trafic	Debite conflict	Timp critic de acces de bază	Timp de urmă de bază	Timp critic de acces ajustat	Timp de urmă ajustat	Capaci- tatea poten- țială	Impe- danță	Capaci- tatea migrării	Capaci- tate benzi mixte	Debite de calcul	Intâr- zieri de control	Intâr- zieri modul	Nivel de serviciu
1	2	30	420	4.1	2.2	4.1	2.25	1128	1	1128	1128	30	8.28	26.93	0
2	1	250													
3	1	20													
4	2	80	270	4.1	2.2	4.1	2.25	1279	1	1279	1279	80	8		
5	1	400													
6	1	20													
7	4	30	540	7.1	3.5	7.1	3.55	451	0.87	392					
8	3	120	900	6.5	4	6.5	4.05	278	0.85	236	289	180	37.44		
9	2	30	260	6.2	3.3	6.2	3.35	773	1	773					
10	4	10	965	7.1	3.5	7.1	3.55	234	0.87	204	262	110	28.59		
11	3	80	900	6.5	4	6.5	4.05	278	0.85	236					
12	2	20	410	6.2	3.3	6.2	3.35	638	1	638					
13	2	0													
14	2	0													
15	1	0													
16	1	0													

3.2.2. Soluția 2: 100 pletoni pe oră pe fiecare braț

Cod mij- mig- care	Rang mig- care	Debita trafic	Debite conflict	Timp critic de acces de bază	Timp de urmă de bază	Timp critic de acces ajustat	Timp de urmă ajustat	Capaci- tatea poten- țială	Impe- denta miş- cării	Capaci- tatea mişcării	Capaci- tate benzi mixte	Debite de calcul pe benzi	Întâr- zieri de control	Întâr- zieri medii	Nivel de serviciu
1	2	30	520	4.1	2.2	4.1	2.25	1037	1	1037	1037	30	8.57	66'15"	L
2	1	250													
3	1	20													
4	2	80	270	4.1	2.2	4.1	2.25	1279	1	1279	1279	80	8		
5	1	400													
6	1	20													
7	4	30	540	7.1	3.5	7.1	3.55	451	0.87	392					
8	3	120	900	6.5	4	6.5	4.05	278	0.85	236	289	180	37.44		
9	2	30	260	6.2	3.3	6.2	3.35	773	1	773					
10	4	10	965	7.1	3.5	7.1	3.55	234	0.87	204					
11	3	80	900	6.5	4	6.5	4.05	278	0.85	236	262	110	28.59		
12	2	20	410	6.2	3.3	6.2	3.35	638	1	638					
13	2	0													
14	2	0													
15	1	0													
16	1	0													

4. VERIFICAREA UNUI SENS GIRATORIU

Pentru un sens giratoriu cu o singură bandă atât la intrare cât și la ieșire, dar și pe calea inelară, se cere încadrarea într-un nivel de serviciu în baza datelor inițiale identificate în teren.

4.1. Date inițiale

4.1.1. Geometria intersecției

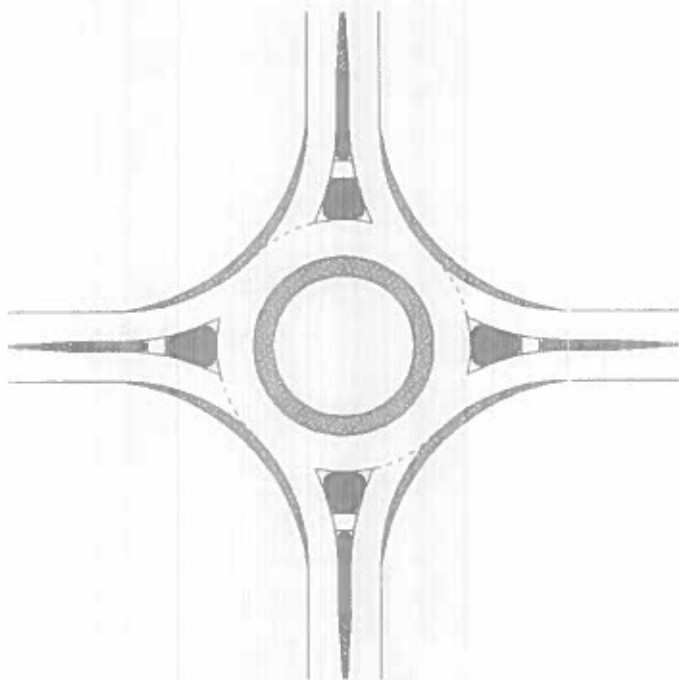


Figura 7. Date necesare. Geometria intersecției

4.1.2. Volumele de trafic de calcul

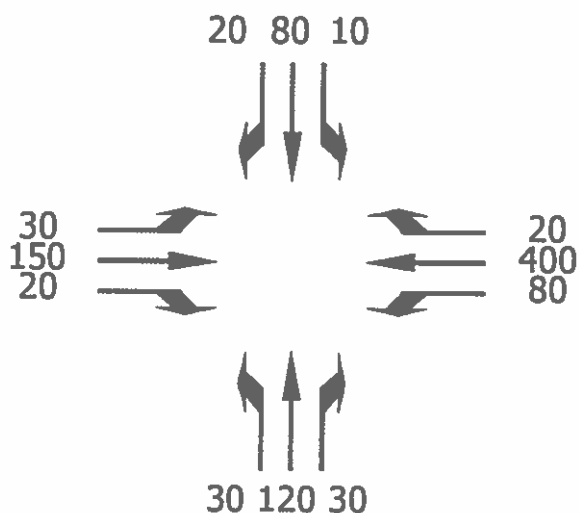


Figura 8. Date necesare. Volume de trafic de calcul

4.2. Solutii

Tabel: Nivelul de serviciu. Intersectii nesemaforizate

Nivel de serviciu	Întârzieri de control (sec/veh)
A	<10
B	10-15
C	15-25
D	25-35
E	35-50
F	>50

4.2.1. Soluția 1 (exponentiale)

Sens mers	Mișcare	Debite trafic	Debite braț	Debite conflict	Debite leșire	Timp critic acces	Timp urmare	Capacitate braț	Întârzieri pe braț	Întârzieri medii	Nivel de serviciu
E	Stânga	30	300	160		4.4	2.8	1124	9.37	96.6	4
	Înainte	250									
	Dreapta	20									
V	Stânga	80	500	150		4.4	2.8	1134	10.67		
	Înainte	400									
	Dreapta	20									
S	Stânga	30	180	260		4.4	2.8	1033	9.22		
	Înainte	120									
	Dreapta	30									
N	Stânga	10	110	430		4.4	2.8	894	9.59		
	Înainte	80									
	Dreapta	20									

4.2.2. Soluția 2 (ajustare 1500)

Sens mers	Mișcare	Debite trafic	Debite braț	Debite conflict	Debite leșire	Timp critic acces	Timp urmărire	Capacitate braț	Întârzieri pe braț	Întârzieri medii	Nivel de serviciu
E	Stânga	30	300	160	450	4.4	2.8	1205	8.98	9.25	4
	Înainte	250									
	Dreapta	20									
V	Stânga	80	500	150	290	4.4	2.8	1263	9.72		
	Înainte	400									
	Dreapta	20									
S	Stânga	30	180	260	180	4.4	2.8	1186	8.58		
	Înainte	120									
	Dreapta	30									
N	Stânga	10	110	430	170	4.4	2.8	1019	8.96		
	Înainte	80									
	Dreapta	20									

4.2.3. Soluția 3 (ajustare 1300)

Sens mers	Mișcare	Debite trafic	Debite braț	Debite conflict	Debite leșire	Timp critic acces	Timp urmare	Capacitate braț	Întârzieri pe braț	Întârzieri medii	Nivel de serviciu	
E	Stânga	30	300	160		4.4	2.8	1177	9.1	9.61	V	
	Înainte	250										
	Dreapta	20										
V	Stânga	80	500	150		4.4	2.8	1185	10.25			
	Înainte	400										
	Dreapta	20										
S	Stânga	30	180	260		4.4	2.8	1100	8.91			
	Înainte	120										
	Dreapta	30										
N	Stânga	10	110	430		4.4	2.8	969	9.19			
	Înainte	80										
	Dreapta	20										

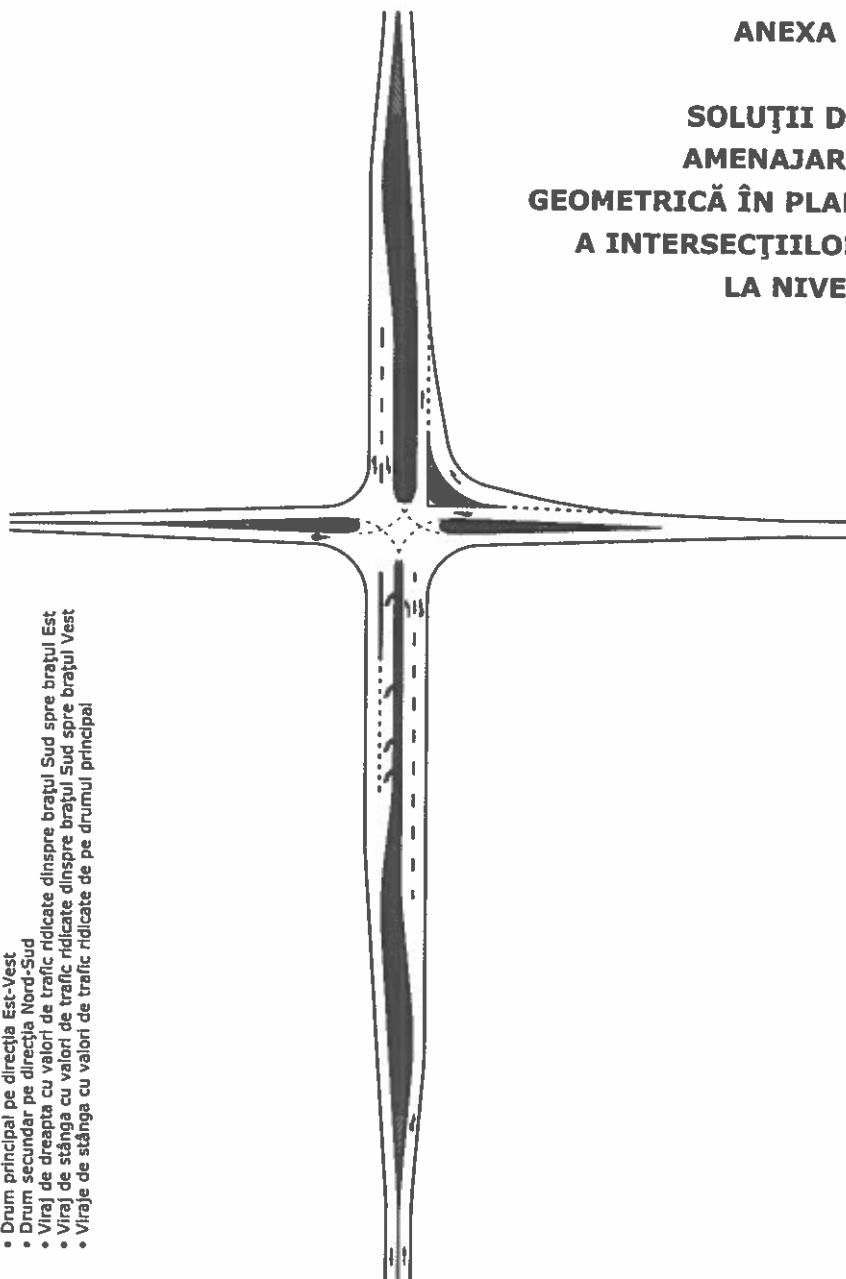
4.2.4. Soluția 4 (factor n_e)

	$n_e=1$		Debite trafic	Debite braț	Debite conflict	Debite leșire	Timp critic acces	Timp urmare	Capacitate braț	Întârzieri pe braț	Întârzieri medii	Nivel de serviciu
E	Miscare											
	Stânga	30		300	160		4.4	2.8	1469	8.08		
	Înainte	250										
V	Dreapta	20										
	Stânga	80		500	150		4.4	2.8	1134	10.67		
	Înainte	400										
S	Dreapta	20										
	Stânga	30		180	260		4.4	2.8	1033	9.22		
	Înainte	120										
N	Dreapta	30										
	Stânga	10		110	430		4.4	2.8	894	9.59		
	Înainte	80										
	Dreapta	20										

Intersecție tipică între drumuri cu 2 benzi de circulație, soluția 1

Caracteristici:

- Drum principal pe direcția Est-Vest
- Drum secundar pe direcția Nord-Sud
- Viraj de dreapta cu valori de trafic ridicate dinspre brațul Sud spre brațul Est
- Viraj de stânga cu valori de trafic ridicate dinspre brațul Sud spre brațul Vest
- Viraje de stânga cu valori de trafic ridicate de pe drumul principal



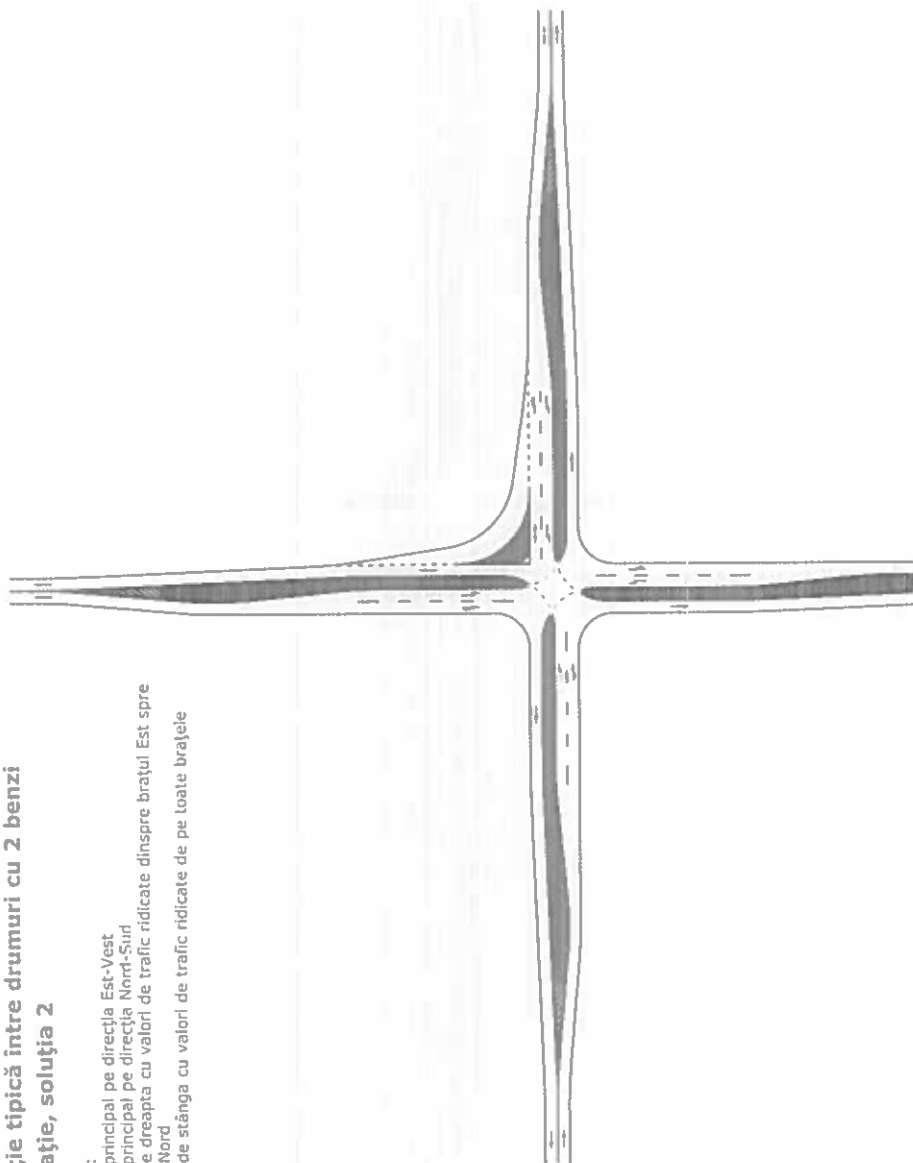
ANEXA 2

SOLUȚII DE AMENAJARE GEOMETRICĂ ÎN PLAN A INTERSECȚIILOR LA NIVEL

Intersecție tipică între drumuri cu 2 benzi de circulație, soluția 2

Caracteristici:

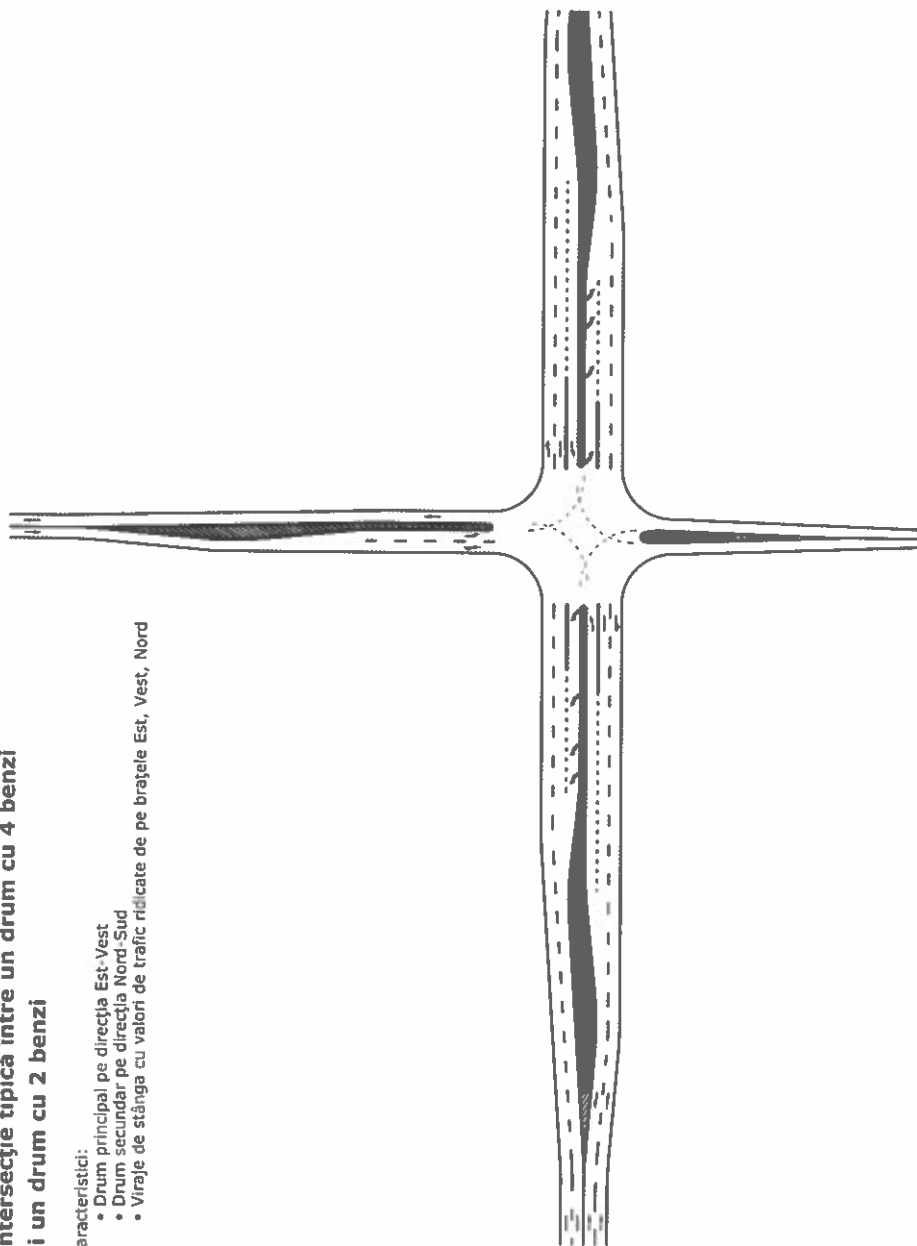
- Drum principal pe direcția Est-Vest
- Drum principal pe direcția Nord-Sud
- Viraj de dreapta cu valori de trafic ridicate dinspre brațul Est spre brațul Nord
- Viraje de stânga cu valori de trafic ridicate de pe toate brațele



Intersecție tipică între un drum cu 4 benzi și un drum cu 2 benzi

Caracteristici:

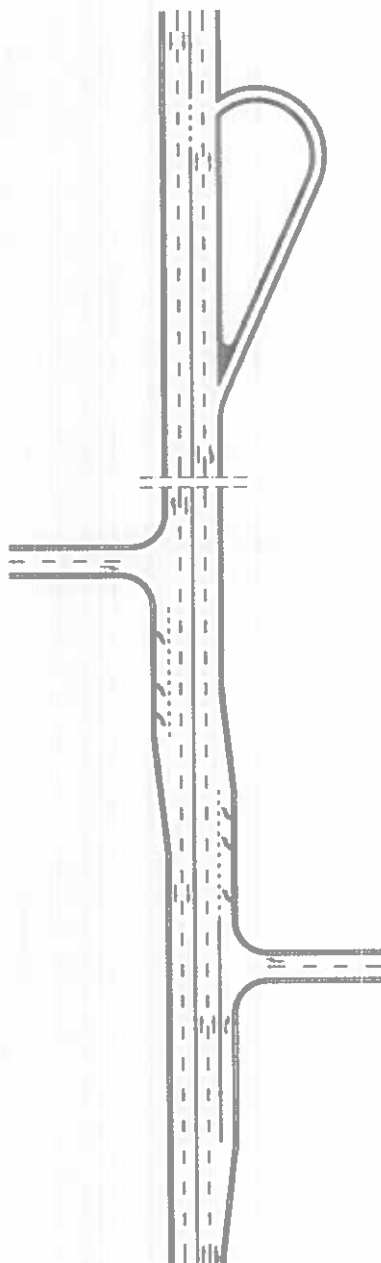
- Drum principal pe direcția Est-Vest
- Drum secundar pe direcția Nord-Sud
- Viraje de stânga cu valori de trafic ridicate de pe brațele Est, Vest, Nord



Amenajare intersecțiilor succesive în „T” cu punct de întoarcere

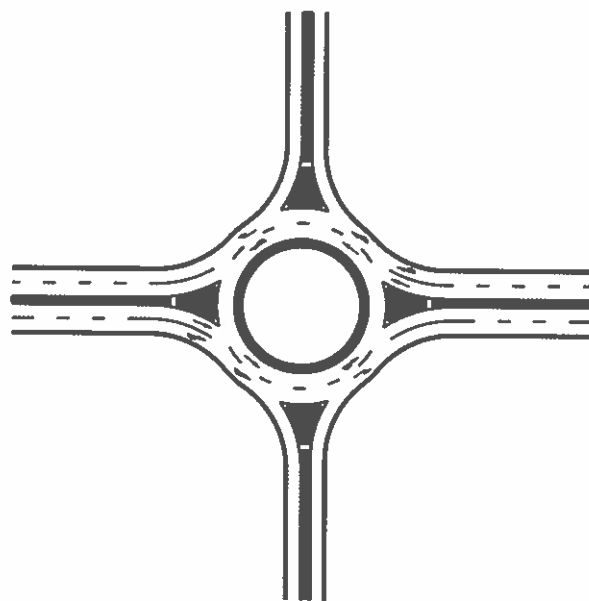
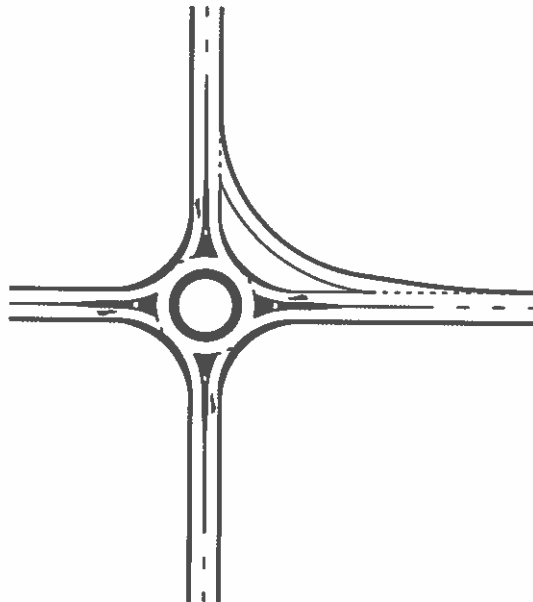
Caracteristici:

- Drum principal pe direcția Est-Vest
- Drumuri secundare pe direcțiile Nord, respectiv Sud



Sensuri giratorii

- (a) între artere cu 2 benzi de circulație
 • 1 vira] de dreapta efectuat în afara căii înelare
 (b) între o arteră cu 2 benzi de circulație și una cu 4 benzi de circulație





Beneficiar: **COMPANIA NAȚIONALĂ DE AUTOSTRĂZI
ȘI DRUMURI NAȚIONALE DIN ROMÂNIA**

Proiectant: **SEARCH CORPORATION**

Vicepreședinte Trafic și Amenajări Circulație:

Ing. David Suciu

Director Divizie Trafic și Amenajări Circulație:

Ing. Petru HORVATH

Director Departament Proiectare și Amenajări Circulație:

Ing. Daniel COTIGĂ

Director Departament Studii Trafic:

Matem. Anca BRÂNZĂREA

the 1990s, the number of people in the world who are under 15 years of age is expected to increase from 1.1 billion to 1.5 billion.

As the world's population grows, the demand for food and other resources will increase. This will put pressure on the environment and on the world's resources.

One of the ways to deal with this problem is to increase the efficiency of our food production.

Another way is to reduce the amount of food that is wasted.

There are many other ways to deal with this problem, but these are the two most important.

It is our responsibility to make sure that we have enough food for everyone.

We must work together to make sure that we have enough food for everyone.

We must work together to make sure that we have enough food for everyone.

We must work together to make sure that we have enough food for everyone.

We must work together to make sure that we have enough food for everyone.

We must work together to make sure that we have enough food for everyone.

We must work together to make sure that we have enough food for everyone.

We must work together to make sure that we have enough food for everyone.

We must work together to make sure that we have enough food for everyone.

We must work together to make sure that we have enough food for everyone.

We must work together to make sure that we have enough food for everyone.

We must work together to make sure that we have enough food for everyone.

We must work together to make sure that we have enough food for everyone.

We must work together to make sure that we have enough food for everyone.

We must work together to make sure that we have enough food for everyone.

We must work together to make sure that we have enough food for everyone.

We must work together to make sure that we have enough food for everyone.

We must work together to make sure that we have enough food for everyone.

We must work together to make sure that we have enough food for everyone.

We must work together to make sure that we have enough food for everyone.

We must work together to make sure that we have enough food for everyone.

C.N.A.D.N.R.: Bd. Dinicu Golescu nr. 38, sector 1, București
Tel.: 021/264.3411; Fax: 021/264.3330