

R E P U B L I C A M O L D O V A



N O R M A T I V Î N C O N S T R U C Ț I I

D.02.03

CONSTRUCȚII HIDROTEHNICE, RUTIERE ȘI SPECIALE

NCM D.02.03:2018

Drumuri și poduri

Normativ pentru amenajarea intersecțiilor la nivel pe drumuri publice

EDIȚIE OFICIALĂ

MINISTERUL ECONOMIEI ȘI INFRASTRUCTURII

CHIȘINĂU 2018

NORMATIV ÎN CONSTRUCȚII**NCM D.02.03:2018**ICS 93.080.99

Drumuri și poduri**Normativ pentru amenajarea intersecțiilor la nivel pe drumuri publice**

CZU

Cuvinte cheie: sistem de documente, metodologie, reglementare, normative, metodă prescriptivă, metodă de performanță

Preambul

- 1 ELABORAT de către Institutul de Cercetări Științifice în Construcții „INCERCOM” Î.S.
- 2 ACCEPTAT de către Comitetul Tehnic pentru Normare Tehnică și Standardizare în Construcții CT-C 06 "Construcții hidrotehnice, rutiere și speciale", procesul-verbal nr. din .
- 3 APROBAT ȘI PUS ÎN APLICARE prin ordinul Ministerului Dezvoltării Regionale și Construcțiilor nr. din (Monitorul Oficial al Republicii Moldova, , nr. , art.), cu aplicare din .
- 4 Elaborat pentru prima dată.

Preambul național

Prezentul normativ în construcții reprezintă adaptarea, la condițiile naționale ale Republicii Moldova, a normei tehnice române AND 600-2010 „Normativ pentru amenajarea intersecțiilor la nivel pe drumuri publice”.

Drept temei pentru adaptare a servit Memorandum de înțelegere între Departamentul pentru Proiecte de Infrastructură, Investiții Străine, Parteneriat Public-privat și Promovarea Exporturilor pentru și în Numele Guvernului României și Ministerul Transporturilor și Infrastructurii din Republica Moldova privind cooperarea în domeniul drumurilor și podurilor.

Normativul în construcții NCM D.02.03:2018 „Normativ pentru amenajarea intersecțiilor la nivel pe drumuri publice” cuprinde norme, criterii, cerințe speciale pentru amenajarea intersecțiilor la nivel, precum și clasificarea acestora.

Aplicarea prezentului Normativ în construcții va contribui la sporirea siguranței rutiere prin aplicarea diferitor soluții de organizare a traficului de vehicule și pietoni.

Este adaptat pentru prima dată.

Cuprins

1 Domeniu de aplicare	1
2 Referințe normative	1
3 Termeni și definiții	2
4 Condiții generale	4
4.1 Alegerea tipului de intersecții.....	4
4.2 Clasificarea funcțională a drumurilor	4
4.3 Clasificarea intersecțiilor după funcționalitate	5
4.4 Densitatea intersecțiilor	6
4.5 Amplasarea intersecțiilor în plan orizontal.....	7
4.6 Amplasarea intersecțiilor în plan vertical	7
4.7 Date necesare proiectării intersecțiilor	7
5 Metodologie generală.....	10
5.1. Condiții tehnice	10
5.2. Tipuri de analize	11
5.3. Perioada de analiză	11
5.4. Justificarea introducerii semaforizării	12
6 Intersecții semaforizate	15
6.1. Principii generale.....	15
6.2. Geometria intersecțiilor semaforizate	15
6.3. Elemente de capacitate a intersecțiilor semaforizate	15
6.4. Calculul capacității intersecției	16
6.5. Determinarea nivelului de serviciu	21
6.6. Determinarea elementelor semaforizării	23
7 Intersecții nesemaforizate	26
7.1. Principii generale	26
7.2. Geometria intersecțiilor	26
7.3. Capacitatea intersecțiilor nesemaforizate	33
7.4. Calculul capacității. Benzi dedicate	35
7.5. Calculul capacității. Benzi mixte	37
7.6. Determinarea întârzierilor de control	38
8 Intersecții giratorii	39
8.1 Principii generale	39
8.2 Geometria sensurilor giratorii	39
8.3 Capacitatea sensurilor giratorii	42
8.4 Semaforizarea intersecțiilor giratorii	45
9 Turbogirații.....	46
10 Accese	50
10.1 Tipuri de accese	50
10.2 Drumuri colectoare de garda	51
11 Puncte de întoarcere	52
12 Iluminarea Intersecțiilor	53
13 Vizibilitatea în intersecții.....	54
13.1 Elementele de vizibilitate în intersecții	54
13.2 Distanța de oprire	54
13.3 Distanța de decizie	54
13.4 Distanța de vizibilitate în plan orizontal	55
13.5 Distanța de vizibilitate în profil longitudinal (convex)	55
13.6 Distanța de vizibilitate în profil longitudinal (concav)	56

Anexa A Exemple de calcul.....	58
A.1 Verificarea unei intersecții semaforizate.....	58
A.2 Optimizarea semaforizării.....	61
A.3 Verificarea unei intersecții nesemaforizate.....	66
A.4 Verificarea unui sens giratoriu	71
 Anexa B Soluții de amenajare geometrică în plan a intersecțiilor la nivel.....	77
B.1 Intersecție tipică între drumuri cu 2 benzi de circulație, soluția 1	77
B.2 Intersecție tipică între drumuri cu 2 benzi de circulație, soluția 2.....	78
B.3 Intersecție tipică între un drum cu 4 benzi și un drum cu 2 benzi	79
B.4 Amenajare intersecții succesive în „T” cu punct de întoarcere.....	80
B.5 Sensuri giratorii	81
 Traducerea autentică a documentului în limba rusă	82

N O R M A T I V Î N C O N S T R U C Ț I I

Normativ pentru amenajarea intersecțiilor la nivel pe drumuri publice

Норматив для организации пересечений на уровне дорог общего пользования

Normative for arranging intersections at the level of public roads

Data punerii în aplicare:

1 Domeniu de aplicare

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.

1.2 Prezentul Normativ se aplică în cazul intersecțiilor situate atât în interiorul localităților cât și în afara acestora.

1.3 Prezentul Normativ nu se aplică la calculul și proiectarea intersecțiilor denivelate sau în cazul nodurilor rutiere.

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

1.5 Amenajarea, modificarea sau sistematizarea intersecțiilor la nivel se face în conformitate cu prezentele norme.

1.6 Intersecțiile la nivel care sunt tratate în prezentul Normativ sunt:

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

1.7 Prezentul Normativ este pus în aplicare de către autoritățile publice în domeniul rutier, persoane fizice și juridice cu activități în domeniul drumurilor dar și de către instituțiile de proiectare, științifice și de învățământ din domeniul rutier. Normativul este destinat pentru elaborarea documentației de proiect, pentru construcția, reparația, amenajarea, reamenajarea și reconstrucția intersecțiilor la nivel.

2 Referințe normative

NCM D.02.01:2015	Proiectarea drumurilor publice
CP D.02.11:2014	Recomandări privind proiectarea străzilor și drumurilor din localități urbane și rurale
BCH 103-74	Технические указания по проектированию пересечений и примыканий автомобильных дорог
SM SR 4032-1:2013	Lucrări de drumuri. Terminologie.
SM STAS 4032/2:2005	Tehnica traficului rutier. Terminologie

3 Termeni și definiții

Banda comună - o bandă de circulație de pe care se pot executa două sau trei mișcări în același timp.

Banda de accelerare / decelerare - 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).

Banda dedicată - o bandă de circulație de pe care se efectuează o singură mișcare (de stânga, de dreapta sau înainte).

Brațul intersecției - orice secțiune de drum adiacentă intersecției care permite accesul vehiculelor în intersecție. Un braț poate deservi mișcări multiple de trafic.

Buzunar de stocaj - un segment de bandă suplimentar benzilor curente cu rolul de a asigura stocajul autovehiculelor la traversarea prin intersecție.

Ciclu de semaforizare - intervalul de timp corespunzător unei secvențe complete de schimbare a culorilor sau operațiilor de semnalizare la o instalație de semnalizare.

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

Circulație dirijată - reglementarea ordinii de trecere în intersecție prin semnale ale agentului de circulație sau semnale luminoase.

Circulație discontinuă - 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.).

Circulație rutieră - mișcarea pe un drum a vehiculelor și a celor alți participanți la traficul rutier în condiții date de amenajări rutiere și de organizare a desfășurării ei.

Coeficient de echivalare a traficului - 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 vehiculului etalon autoturism (pentru determinarea capacității de circulație);
- raportul între solicitarea structurii rutiere (stare de eforturi, deformații, oboseala materialelor) de către un vehicul fizic și solicitarea produsă de vehiculul etalon (pentru determinarea capacității portante a structurii rutiere).

Componenta (structura, compoziția) traficului rutier - alcătuirea traficului rutier pe grupe de vehicule.

Concentrația (densitatea) traficului rutier - numărul de vehicule existente la un moment dat pe unitatea de lungime de drum sau bandă de circulație, exclusiv vehiculele parcate.

Diagrama intensității traficului - 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 sensuri de deplasare sau global pe ambele sensuri.

Drept de acces - posibilitatea unui anumit vehicul sau pieton de a efectua mișcarea dorită prin intersecție.

Faza de circulație - o mișcare particulară a traficului sau un grup de mișcări de trafic neconflictuale (mișcări protejate) sau conflictuale (mișcări permissive) care primesc simultan indicația de „verde”.

Intersecție - 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.

Intersecție controlată - o intersecție în care accesul vehiculelor este dirijat fie prin indicatoare rutiere fie prin semafoare sau alte sisteme de control. În prezentul Cod, prin intersecție controlată se va înțelege o

intersecție în care accesul vehiculelor este făcut pe baza indicatoarelor rutiere.

Intersecție necontrolată - 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”.

Intersecție semaforizată - o intersecție în care accesul vehiculelor se face pe baza indicațiilor unui sistem de semaforizare.

Lungimea ciclului de semaforizare - 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.

Mișcare de trafic - 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.

Mișcarea permisivă - 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.

Mișcarea protejată - 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.

Nivelul de serviciu al unei intersecții - o încadrare în clase de mărime (litere de la A la F) a condițiilor de circulație într-o intersecție.

În Tabelul 3.1 este prezentată descrierea condițiilor de circulație pentru fiecare nivel de serviciu a intersecției.

Tabelul 3.1 - 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, viteza redusă
F	Circulație foarte dificilă, cozi de așteptare permanente, viteză redusă, opriri multiple

Semafor - instalație formată din una sau mai multe lămpi ce emit semnale luminoase care servesc la dirijarea circulației.

Sucesiunea de faze - ordinea în care fazele de trafic se derulează și sunt indicate participanților la trafic.

Suprafața fizică a intersecției - suprafața pe care căile de comunicație terestre se intersectează, cu alte cuvinte suprafața efectivă comună, pe care se suprapun accesele în intersecție (fig. 3.1(a)).

Suprafața funcțională a intersecției - suprafața extinsă în jurul intersecției care include (1) benzile suplimentare și canalizarea lor, (2) zonele de percepție-reacție, (3) zonele de manevrare, (4) zonele de stocare a vehiculelor în coada de așteptare (fig. 3.1 (b)).

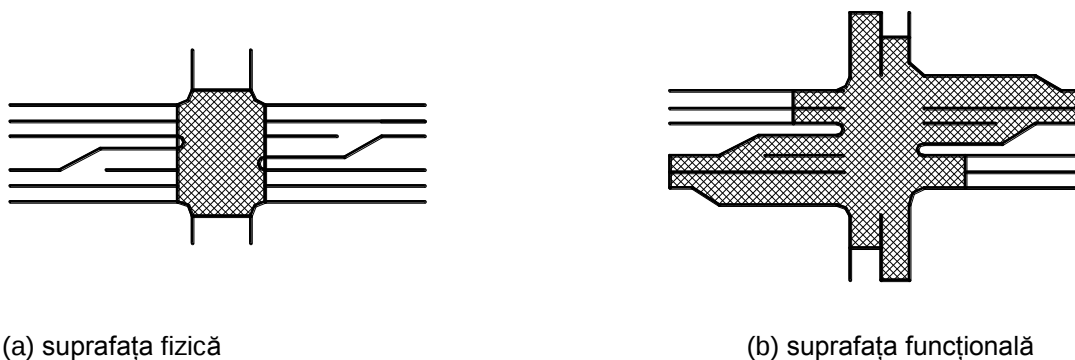


Fig.3.1 Suprafața intersecției

Timp de evacuare - 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).

Timp de siguranță - 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”).

În sensul prezentului Normativ se folosesc și alți termenii și definiții din SM SR 4032-1 și SM STAS 4032/2.

4 Condiții generale

4.1 Alegerea tipului de intersecții

4.1.1 Alegerea tipului de soluție pe baza unor prevederi din norme tehnice nu exonerează inginerul specialist de calculul și dimensionarea acestuia. Tipologia intersecției se alege în funcție de mai mulți factori, după cum urmează:

- tipul și funcțiunea drumurilor din 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.

4.2 Clasificarea funcțională a drumurilor

4.2.1 În sensul prezentului Normativ în funcție de proporția traficului de tranzit (traficul de lungă distanță în raport cu zona de influență a teritoriului adiacent) pe drumuri, acestea se pot clasifica:

- drumuri principale – sunt drumurile care preiau în mare parte traficul de tranzit și în foarte mică măsură traficul de scurtă distanță sau local;
- drumuri colectoare/distribuitoare – sunt drumurile 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;
- drumuri locale – sunt drumurile care preiau în mod particular traficul local.

4.2.2 Actualele încadrări administrative ale drumurilor din Republica Moldova se clasifică în 3 categorii funcționale așa cum se prezintă în tabelul 4.1. În situații particulare există părți ale unor drumuri naționale 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 necesitatea de a amenaja intersecții dese cu acces cu viraj stânga și în acest caz aceste drumuri nu mai pot funcționa ca drumuri de tranzit.

4.2.3 Pentru aceste situații ca soluțiile sunt aplicate reconfigurarea rețelei și construcția drumurilor de ocolire.

Tabelul 4.1 - Categoriile funcționale de drumuri

Categoria funcțională	Denumirea	Categorie drum public	Trafic tranzit [%]	Trafic local [%]
I	Drumuri principale	autostrăzi, drumuri expres, drumuri republicane	75-95	5-25
II	Drumuri colectoare / distribuitoare	drumuri regionale, drumuri locale	35-75	25-65
III	Drumuri locale	drumuri locale, comunale și străzi	5-15	85-95

4.3 Clasificarea intersecțiilor după funcționalitate

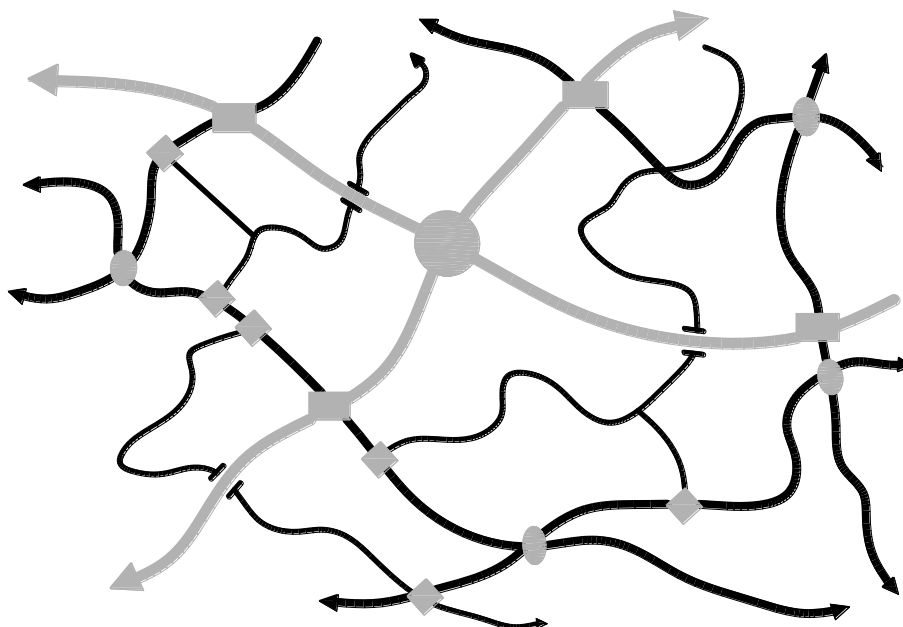
4.3.1 În funcție de categoria funcțională a drumurilor care se intersectează, intersecțiile se clasifică în patru clase funcționale:

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

4.3.2 Pentru a putea păstra clasa funcțională a drumurilor ce se intersectează, alegerea tipului de intersecții, din punct de vedere al funcționalității drumurilor, se face conform tabelului 4.2.

Tabelul 4.2 - Clase de intersecții. Principii de alegere

	Drumul principal	Drumul colector	Drumul local
Drumul principal	Clasa I	Clasa I,II	-
Drumul colector	Clasa I,II	Clasa II	Clasa II,III
Drumul local	-	Clasa II, III	Clasa IV



	Drum principal		Nod rutier (clasa I)
	Drum colector		Intersectie denivelata (clasa II)
	Drum local		Intersectie la nivel (clasa III)
			Intersectie la nivel (clasa IV)
			Pasaj fara acces

Fig.4.1 Clase de intersecții

4.3.3 Amenajarea intersecțiilor între drumurile principale și drumurile locale nu este recomandată. În cazul în care este necesară totuși amenajarea unei intersecții între un drum principal și un drum local, aceasta va face parte din clasa I sau din clasa II.

4.4 Densitatea intersecțiilor

4.4.1 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.

4.4.2 Densitatea intersecțiilor de pe un drum se determină în funcție de viteza de circulație (viteza de proiectare conform NCM D.02.01 sau viteza reglementată— cea care are o valoare mai mică) și de clasa funcțională a drumului.

Tabelul 4.3 - Distanțe minime între intersecții (m)

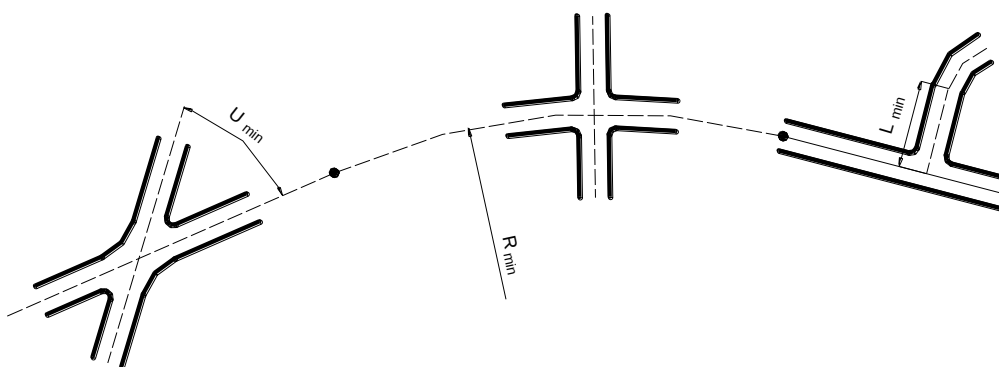
Clasa intersecției	Viteza reglementată		
	< 60 km/h	60 - 90 km/h	90 - 110 km/h
Clasa I	-	1000	1500
Clasa II	600	800	1200
Clasa III	400	600	800
Clasa IV	200	400	-

4.4.3 Limitarea numărului de intersecții de pe drumuri 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.

4.5 Amplasarea intersecțiilor în plan orizontal

4.5.1 La proiectarea intersecțiilor noi se va ține cont de prevederile BCH-103, iar amplasarea acestora în plan orizontal se va face respectând condițiile minime indicate în tabelul 4.4, în funcție de clasa funcțională a acestora.

**Fig.4.2** Elementele geometrice ale traseului**Tabelul 4.4 - 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

4.6 Amplasarea intersecțiilor în plan vertical

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

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

4.7 Date necesare proiectării intersecțiilor

4.7.1 Intersecțiile noi, reabilite sau modernizate, se vor proiecta luând în considerare prevederile NCM D.02.01 și CP D.02.11 în baza valorilor de trafic pentru ora de vârf a traficului de perspectivă. În funcție de clasa intersecției, orizontul minim de perspectivă este indicat în tabelul 4.5.

Tabelul 4.5 - 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

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

- valorile de trafic;
- geometria intersecției;
- controlul circulației prin intersecție.

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

4.7.4 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 (de exemplu 5 minute, 15 minute) în funcție de necesitate, separat pentru fiecare braț.

4.7.5 Duratele minime de colectare a valorilor de trafic se stabilesc în funcție de clasa intersecției, conform tabelului 4.6.

Tabelul 4.6 - 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

4.7.6 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.

4.7.7 Metode de colectare a datelor de trafic:

- contorizare automată: pentru contorizări care sunt efectuate pe durata mai multor zile este recomandată instalarea unor contoare automate, care diferențiază tipurile de vehicule;
- contorizare semi-automată: pentru contorizări pe durata mai multor ore este recomandată utilizarea

unor contoare manipulați manual, care diferențiază tipurile de vehicule și direcții de mers;

- contorizare manuală: pentru contorizări simple, de scurtă durată se recomandă utilizarea fie a contoarelor semiautomate, fie a fiselor de recensământ de trafic pe categorii de vehicule și direcții de mers.

4.7.8 Se vor culege datele privind 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 longitudinală a 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.

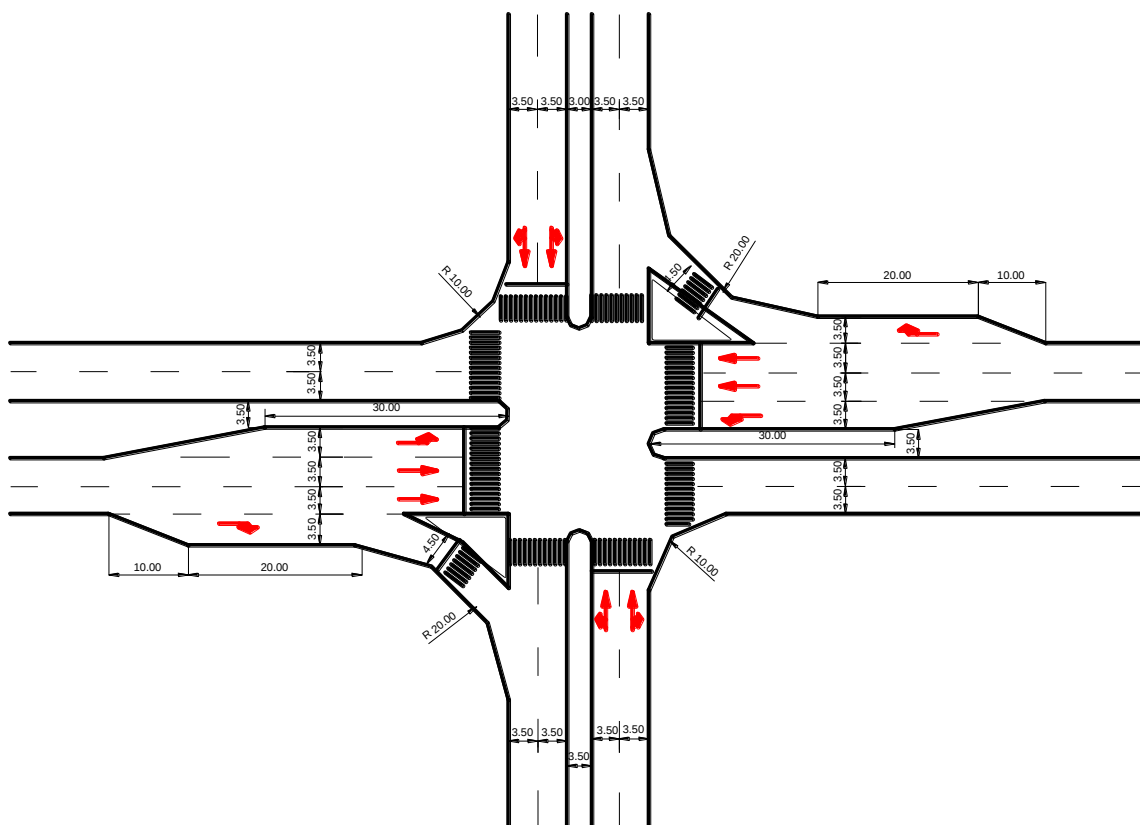


Fig. 4.3 Exemplificare schematică elemente geometrice intersecție clasică în cruce

4.7.9 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:

- 1) lungimea ciclului; numărul și lungimea fazelor;
- 2) timpul de siguranță și timpul de evacuare;
- 3) planul (diagrama) de semaforizare;
- 4) mișcările permise pentru fiecare faza;
- 5) timpul minim pentru traversarea pietonilor;

- zone de inserție în trafic.

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

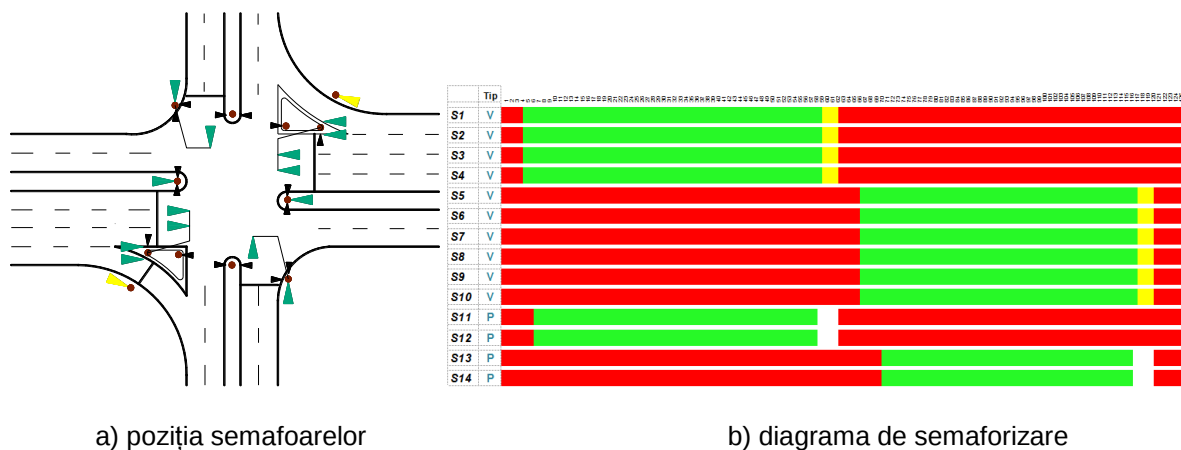


Fig. 4.4 Poziția semafoarelor și diagrama de semaforizare

5 Metodologie generală

5.1 Condiții tehnice

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

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

5.1.3 Metodologiile de calcul a capacității intersecțiilor, 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 micro-simularea traficului.

5.2 Tipuri de analize

5.2.1 Tipurile de analize ce pot fi efectuate la intersecții sunt indicate în tabelul 5.1.

Tabelul 5.1 - 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	Timpuri 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

5.3 Perioada de analiză

5.3.1 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 ora (ora de vârf);
 - 1) optim pentru ora de vârf;
 - 2) 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);
 - 1) optim pentru diferite perioade de timp;
 - 2) posibile ineficiențe în timpul orei de vârf;
- Scenariul 3: analiza mai multor perioade de timp, T=8 ore (orele din cursul unei zile);
 - 1) optim pentru durate îndelungate de timp;
 - 2) posibile ineficiențe în perioadele în timpul orelor mai incarnate.

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

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

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

5.3.5 Vârful maxim de 15 minute se determină din măsurătorile orare efectuate în teren. Debitul orar maxim (sau debitul de calcul) se poate calcula ca expresie a intensității maxime derivate din înmulțirea cu patru a sfertului maxim.

$$FV = \frac{V}{4 \cdot V_p} \quad (5.1)$$

unde:

FV - factorul orei de vârf;

V - debitul orar, (vehicul/ora)

V_p - debitul maxim pentru perioada de 15 minute (vehicul/ora).

5.4 Justificarea introducerii semaforizării

5.4.1 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.

5.4.2 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 unui studiu de specialitate.

5.4.3 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 5.2, coloana (3) există pe drumul considerat principal și traficul orar specificat în tabelul 5.2, coloana (4) există pe drumul considerat secundar (condiția de volum minim);
- b) traficul orar specificat în tabelul 5.3 coloana (3) există pe drumul considerat principal și traficul orar specificat în tabelul 5.3, coloana (4) există pe drumul considerat secundar (condiția întrerupere a fluxului major).

Tabelul 5.2 - Condiția de volume minime, 8 ore

Numărul de benzi pe fiecare acces		Debit orar pe drumul principal (total, ambele brațe)	Debit orar pe drumul secundar (o singură direcție)
Drumul principal	Drumul secundar		
(1)	(2)	(3)	(4)
1	1	500	150
>2	1	600	150
>2	>2	600	200
1	>2	500	200

Tabelul 5.3 - Condiția de întrerupere a fluxului major, 8 ore

Numărul de benzi pe fiecare acces		Debit orar pe drumul principal (total, ambele brațe)	Debit orar pe drumul secundar (o singură direcție)
Drumul principal	Drumul secundar		
(1)	(2)	(3)	(4)
1	1	750	75
>2	1	900	75
>2	>2	900	100
1	>2	750	100

5.4.4 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 4 ore ale unei zile normale punctele grafice reprezentând debitele orare pe drumul considerat principal (totalul ambelor direcții) și debitele orare corespunzătoare pe drumul considerat secundar (o singură direcție) se situează deasupra curbei aplicabile pentru geometria corespunzătoare intersecției din nomograma din figura 5.1.

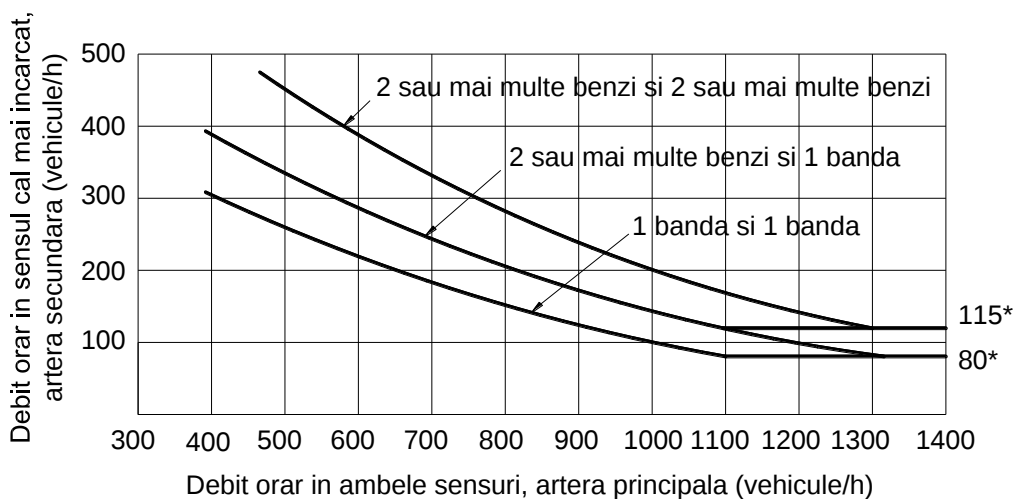


Fig.5.1 Condiția de volum, 4 ore

5.4.5 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 ora a unei zile normale (oricare 4 intervale consecutive de 15 minute) punctele grafice reprezentând debitele orare pe drumul considerat principal (totalul ambelor direcții) și debitele orare corespunzătoare pe drumul considerat secundar (o singură direcție) se situează deasupra curbei aplicabile pentru geometria corespunzătoare intersecției din nomograma din figura 5.2.

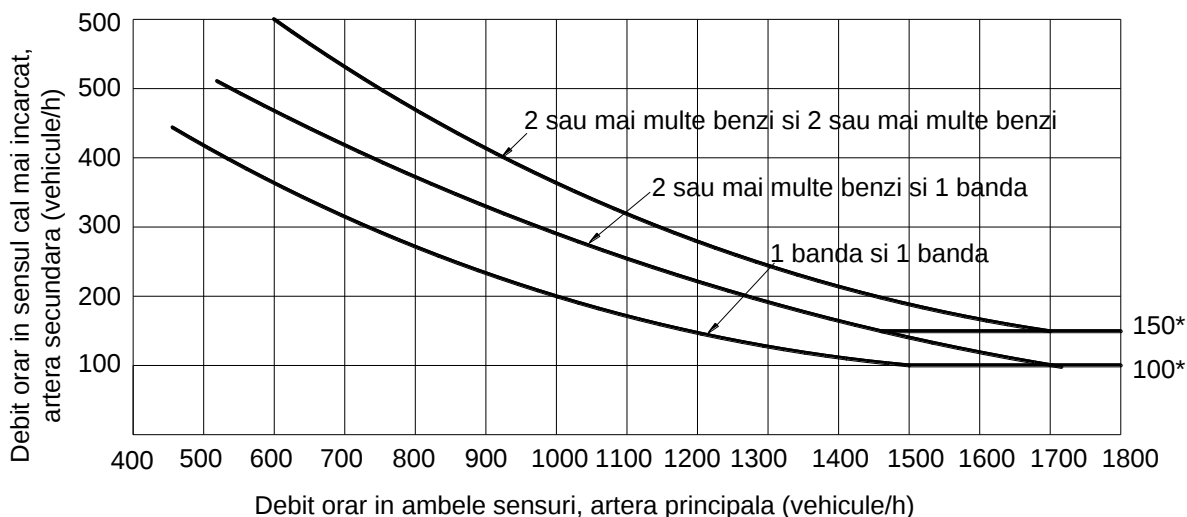


Fig.5.2 Condiția de volum, ora maximă

5.4.6 Condiția 4: Volumul de pietoni

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

- pentru oricare 4 ore dintr-o zi normală, punctele grafice reprezentând debitele orare pe drumul considerat principal (totalul fluxului de vehicule în ambele direcții) și debitele pietonale orare corespunzătoare (total în ambele direcții) se situează deasupra curbei din nomograma din figura 5.3.
- pentru oricare oră dintr-o zi normală, punctul grafic reprezentând debitele orare pe drumul considerat major (totalul ambelor direcții) și debitele pietonale orare corespunzătoare (total în ambele direcții) se situează deasupra curbei din nomograma din figura 5.4.

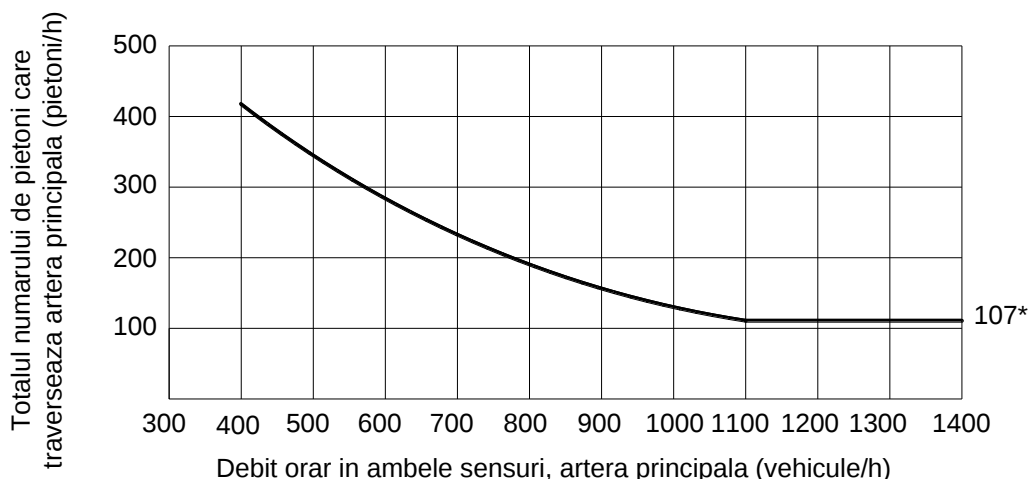


Fig.5.3 Condiția de volum de pietoni, 4 ore

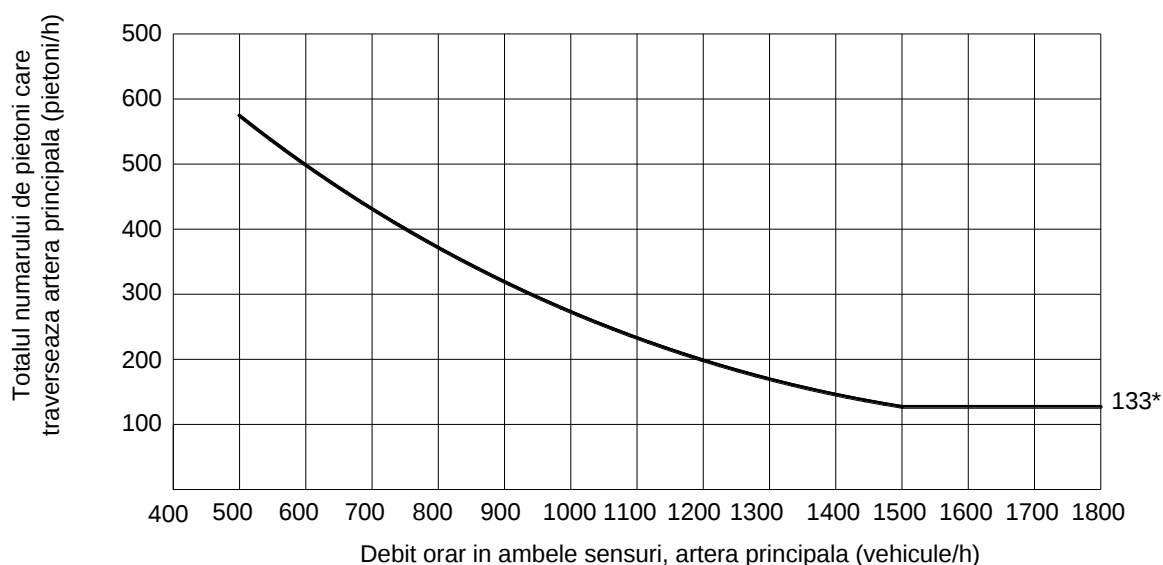


Fig.5.4 Condiția de volum de pietoni, ora maximă

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

5.4.7 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 că succesiunea vehiculelor în trafic nu asigură timpii necesari pentru ca pietonii să traverseze în perioada în care aceștia folosesc trecerea de pietoni.

5.4.8 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.

5.4.9 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.

6 Intersecții semaforizate

6.1 Principii generale

6.1.1 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.

6.1.2 Pentru fiecare fază de semaforizare, o mișcare particulară va avea volumul maxim de trafic, redus la 1 bandă. Acest volum este volumul critic al fazei de semaforizare.

6.1.3 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.

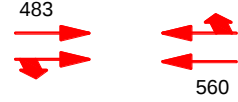
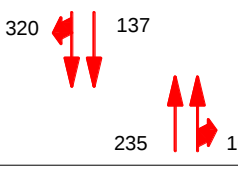
Faza 1		$V_{c1}=160$
Faza 2		$V_{c2}=560/2$ $V_{c2}=280$
Faza 3		$V_{c3}=365$
$V_c=V_{c1}+V_{c2}+V_{c3}=805 \text{ vehicule/ora}$		

Fig.6.1 Determinarea volumului critic pe bandă

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

6.2 Geometria intersecțiilor semaforizate

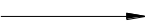
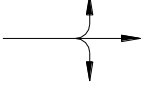
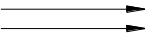
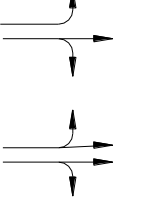
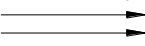
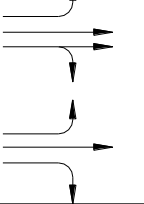
6.2.1 Amenajările geometrice ale intersecțiilor semaforizate urmăresc asigurarea unei capacități și fluente adecvate pentru toți participanții la trafic, dar și o siguranță rutieră ridicată prin:

- canalizarea mișcărilor în intersecției;
- 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.

6.2.2 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.

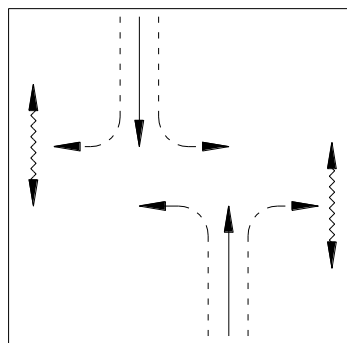
6.3 Elemente de capacitate a intersecțiilor semaforizate

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

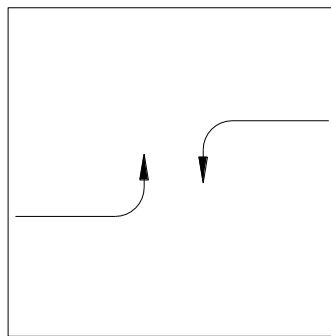
	Nr. benzi	Amenajeri clasice
1 banda		
2 benzi		
3 benzi		

6.3.2 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.

6.3.3 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 înaintă și cu pietonii



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

6.4 Calculul capacității intersecției

6.4.1 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 de o serie de factori:

- alocarea benzilor (existenta 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.

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

$$s = s_o \cdot N \cdot f_w \cdot f_{HV} \cdot f_g \cdot f_p \cdot f_{bb} \cdot f_a \cdot f_{LU} \cdot f_{LT} \cdot f_{RT} \cdot f_{LTP} \cdot f_{RTP} \quad (6.1)$$

unde:

- s - este debitul de saturație pentru un grup de benzi (vehicul/h);
- s_o - este debitul de saturație de bază pe bandă (vehicul etalon/h);
- 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_g - este factorul de ajustare pentru declivitatea accesului;
- f_p - este factorul de ajustare pentru numărul manevrelor de parcare;
- f_{bb} - este factorul de ajustare pentru numărul de opriri ale autobuzelor;
- f_a - este factorul de ajustare pentru zona în care se afla intersecția;
- f_{LU} - 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.

6.4.3 Fluxul de saturație de bază (s_o)

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

6.4.4 Factorul de ajustare pentru lăţimea benzii (f_w)

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

$$f_w = 1 + \frac{W - 3,5}{9} \quad (6.2)$$

unde:

W - este lăţimea benzii în m, $W \geq 2.4$ m

Pentru o lăţime a benzilor în aliniament mai mare de 4.80 m se poate efectua o analiză suplimentară, considerând 2 benzi înguste. De notat că, fluxul de saturaţie va rezulta întotdeauna mai mare în cazul unei analize cu 2 benzi înguste decât cu o bandă mai lată. Astfel este important ca analiza să fie efectuată în conformitate cu situaţia reală care se întâmplă sau care este aşteptată să se întâmple.

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

Factorul de ajustare pentru procentul de vehicule grele ia în considerare spaţiul suplimentar necesar vehiculelor grele pentru a fi acomodate în trafic, precum şi diferenţele între capacitatea acestora de a fi operate în comparaţie cu vehiculele mici. Un vehicul greu este considerat orice autovehicul având o masă totală tehnic admisibilă care depăşeşte 7,5 tone, cu excepţia autotractoroarelor pentru semiremorci, precum şi autobuz articulat.

Echivalentul unui vehicul greu în vehicule etalon pentru verificarea capacităţii de circulaţie a unei intersecţii se face prin coeficientul $E_T = 2$.

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + \%HV \cdot (E_T - 1)} \quad (6.3)$$

unde:

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

6.4.6 Factorul de ajustare pentru declivitate (f_g)

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

$$f_g = 1 - \frac{\%G}{200} \quad (6.4)$$

unde:

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

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

6.4.7 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 saturaţie.

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

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

Dacă parcare se efectuează adiacent unei benzi speciale de viraj, 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 ca totalul ambelor părți ale grupului de benzi respectiv.

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

$$f_p = \frac{N - 0,1 - \frac{18 \cdot N_m}{3600}}{N}, f_p \geq 0,050 \quad (6.5)$$

unde:

N - este numărul de benzi din grup;

N_m - este numărul de manevre de parcare pe ora, $0 < N_m < 180$.

În cazul în care nu se parchează în zona de influență a intersecției, $f_p = 1,000$

6.4.8 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 ora sunt acceptate.

$$f_{bb} = \frac{N - \frac{14,4 \cdot N_B}{3600}}{N}, f_{bb} \geq 0,050 \quad (6.6)$$

unde:

N - este numărul de benzi din grup;

N_B - este numărul de opriri ale autobuzelor pe oră, $0 < N_B < 250$.

6.4.9 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.

6.4.10 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.

$$f_{LU} = \frac{V_g}{V_{g1} \cdot N} \quad (6.7)$$

unde:

V_g - este volumul de vehicule neajustat al grupului de benzi, vehicule/h;

V_{g1} - este volumul de vehicule neajustat pe banda cea mai încărcată, vehicule/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 de ajustare de 1,0.

6.4.11 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);
- proporția 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 la stânga este 1,0 dacă nu există viraj la stânga.

Tabelul 6.1 - Factor de ajustare pentru virajul de stânga

Benzi de viraj stânga exclusive		Benzi 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.

6.4.12 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.

6.4.13 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 6.2 - Factori de ajustare pentru impactul pietonilor

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

6.5 Determinarea nivelului de serviciu

6.5.1 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.

$$c_i = s_i \frac{g_i}{C_{ef}} \quad (6.8)$$

unde:

c_i - este capacitatea grupului de benzi i , vehicule etalon/h;

s_i - este debitul de saturație pentru grupul de benzi i , vehicule etalon/h;

g_i/C_{ef} -este raportul dintre timpul de verde și lungimea efectivă a ciclului pentru grupul de benzi i , s.

6.5.2 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.

$$X_i = (v/c)_i = \frac{v_i}{s_i \cdot \left(\frac{g_i}{C_{ef}}\right)} = \frac{v_i \cdot C_{ef}}{s_i \cdot g_i} \quad (6.9)$$

unde:

X_i - este raportul debit-capacitate pentru grupul de benzi i ;

s_i - este debitul de saturație pentru grupul de benzi i ;

g_i/C_{ef} -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.

6.5.3 Calculul întârzierilor de control

- Întârzieri uniforme

$$D_{Ui} = \frac{0,5 \cdot C \cdot \left(1 - \frac{g_i}{C_{ef}}\right)^2}{1 - \left[\min\left(1, X_i \cdot \frac{g_i}{C_{ef}}\right)\right]} \quad (6.10)$$

unde:

C - este lungimea ciclului de semaforizare, s;

X_i - este raportul debit-capacitate pentru grupul de benzi i ;

g_i/C_{ef} - este raportul dintre timpul de verde și lungimea efectivă a ciclului pentru grupul de benzi i ;

- Factor de progresie

$$FP_i = \frac{1 - P_i}{1 - \frac{g_i}{C_{ef}}} \quad (6.11)$$

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;

g_i/C_{ef} - este raportul dintre timpul de verde și lungimea efectivă a ciclului pentru grupul de benzi i .

- Întârzieri incrementale

$$D_{li} = 900 \cdot T \cdot \left[(X_i - 1) + \sqrt{(X_i - 1)^2 + \frac{4 \cdot X_i}{c_i \cdot T}} \right] \quad (6.12)$$

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_b , măsurată în număr de vehicule.

$$D_{Qi} = 0, \text{ dacă } Q_{bi} = 0 \quad (6.13)$$

$$D_{Qi} = \frac{1800 \cdot Q_{bi} \cdot (1 + u)}{c_i} \text{ dacă } Q_{bi} \geq 0 \text{ și } X_i \leq 1 \quad (6.14)$$

unde:

$$u = 1 - \frac{c_i \cdot T}{Q_b} \cdot [1 - \min(1, X_i)] \quad (6.15)$$

$$D_{Qi} = \frac{3600 \cdot Q_{bi}}{c_i} \text{ dacă } Q_{bi} \geq 0 \text{ și } X_i > 1 \quad (6.16)$$

- Întârzieri de control

$$D_{Ci} = D_{Ui} \cdot FP_i + D_{li} + D_{Qi} \quad (6.17)$$

- Agregarea întârzierilor

Agregarea întârzierilor la nivel de braț:

$$D_C^b = \frac{\sum D_{Ci} \cdot V_i}{\sum V_i} \quad (6.18)$$

unde:

D_C^b - sunt întârzierile de control pentru brațul b ;

D_{Ci} - sunt întârzierile de control pentru grupul de benzi i ;

V_i - este volumul de trafic pentru grupul de benzi i .

Agregarea întârzierilor la nivel de intersecție:

$$D_c = \frac{\sum D_C^b \cdot V_b}{\sum V_b} \quad (6.19)$$

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 .

6.5.4 Nivelul de serviciu

Legătura dintre întârzierile medii de control și nivelul de serviciu al intersecției este redat în tabelul 6.3.

Tabelul 6.3 - Nivelul de serviciu. Intersecții semaforizate

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

6.6 Determinarea elementelor semaforizării

6.6.1 Tipuri de control

- Control predefinit

Controlul predefinit al semnalelor luminoase se face în baza unui program fix al succesiunii și duratei intervalor (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

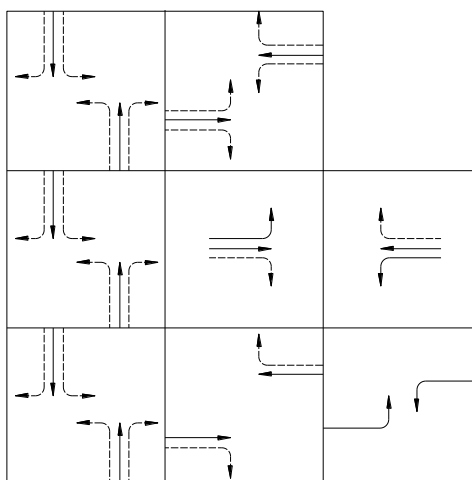
Controlul adaptiv al intersecțiilor izolate presupune ajustarea continuă a timpilor de semaforizare și chiar a succesiunii fazelor în concordanță cu valorile de trafic măsurate în timp real de diferite categorii de detectori de vehicule.

Principalele categorii de control adaptiv sunt:

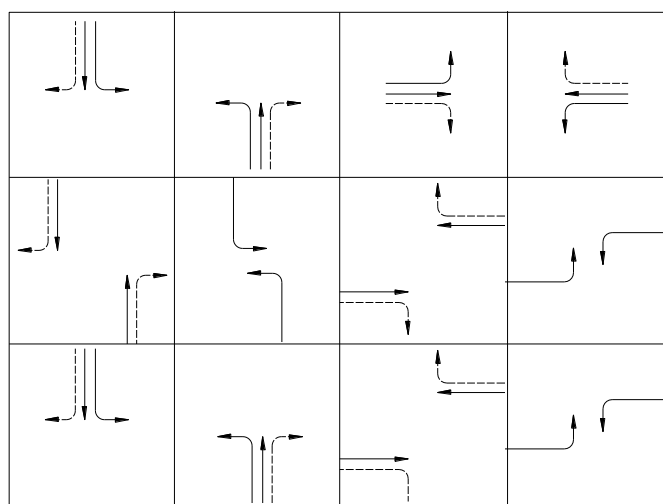
- 1) controlul semi-adaptiv;
- 2) controlul semi-adaptiv sincronizat;
- 3) controlul semi-adaptiv nesincronizat;
- 4) control adaptiv complet.

6.6.2 Planul de semaforizare

- Plan cu 2 (sau 3) faze de semaforizare



- Plan cu faze de semaforizare multiple



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

$$L = C_g + C_r = t + \underbrace{\frac{V}{2 \cdot a \cdot g \cdot G}}_{\text{galben}} + \underbrace{\frac{l + w}{V}}_{\text{roșu}} \quad (6.20)$$

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 1s);
- V - este viteza de circulație pe brațele de acces în intersecție (m/s), $1 \text{ km/h} = 0.27 \text{ m/s}$;
- a - este decelerația vehiculelor (poate fi considerată 3 m/s^2);
- g - este accelerația gravitațională (9.81 m/s^2);
- G - este declivitatea terenului (%), pozitivă la urcare, negativă la coborâre;
- l - este lungimea vehiculului (m);
- w - este lățimea intersecției de traversat (m).

6.6.4 Determinarea timpilor minimi necesari traversării pietonale

$$G_p = 3,2 + \frac{L}{S_p} + \left(0,81 \cdot \frac{N_{ped}}{W_E}\right), \text{ dacă } W_E > 3,0 \quad (6.21)$$

$$G_p = 3,2 + \frac{L}{S_p} + \left(0,27 \cdot \frac{N_{ped}}{W_E}\right), \text{ dacă } W_E \leq 3,0 \quad (6.22)$$

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, (poate fi considerată $S_p = 1.20 \text{ m/s}$);
- W_E - este lățimea efectivă a trecerii de pietoni (m);
- 3,2- este timpul de pornire aferent pietonilor (s);
- N_{ped} - 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 4 și 7 secunde.

- Timpul de siguranță

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

6.6.5 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.

6.6.6 Determinarea lungimii ciclului de semaforizare

$$C = \frac{1,50 \cdot L + 5}{1 - \sum_{i,critic} Y_i} \quad (6.23)$$

unde:

C - este lungimea ciclului de semaforizare;

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

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

NOTĂ – 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.

6.6.7 Determinarea lungimii fazelor de semaforizare

$$g_i = \left(\frac{v}{s}\right)_i \cdot \left(\frac{C_{ef}}{Y}\right) \quad (6.24)$$

unde:

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

C_{ef} - este lungimea efectivă a ciclului de semaforizare (lungimea ciclului din care se scade timpul pierdut corespunzător tuturor fazelor de semaforizare);

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

7 Intersecții nesemaforizate

7.1 Principii generale

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

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

7.2 Geometria intersecțiilor

7.2.1 În nomograma din fig.7.1 sunt prezentate recomandări privind amenajarea virajelor de dreapta pe brațele intersecțiilor.

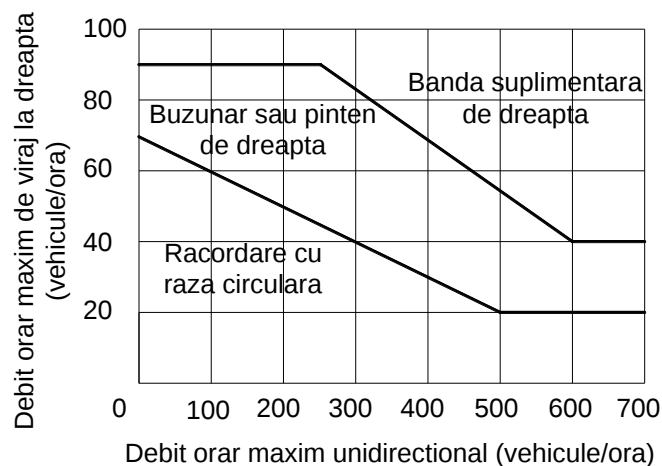


Fig.7.1 Amenajarea virajului de dreapta

7.2.2 Elementele geometrice necesare amenajării virajelor de dreapta la intrare în intersecție trebuie să îndeplinească condițiile minime din tabelul 7.1.

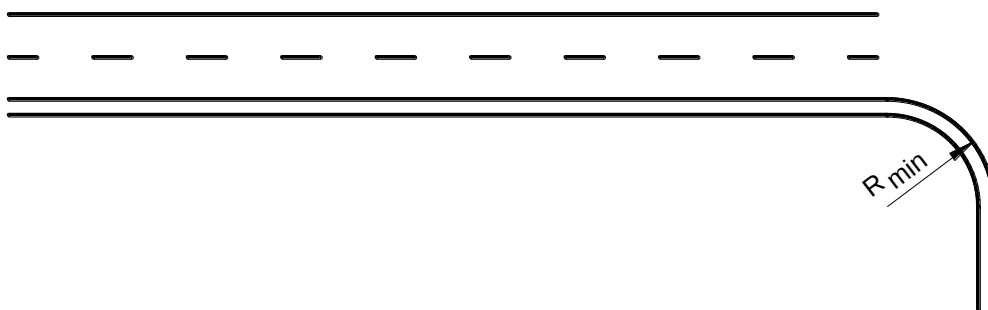


Fig.7.2 Amenajarea virajului de dreapta la intrare. Raza circulară

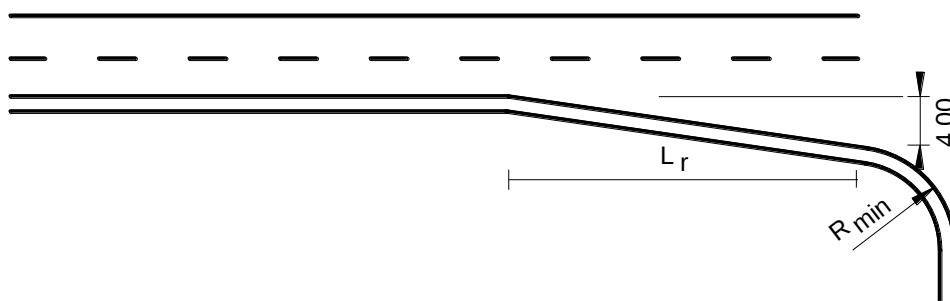


Fig.7.3 Amenajarea virajului de dreapta la intrare. Pana (pinten) de viraj

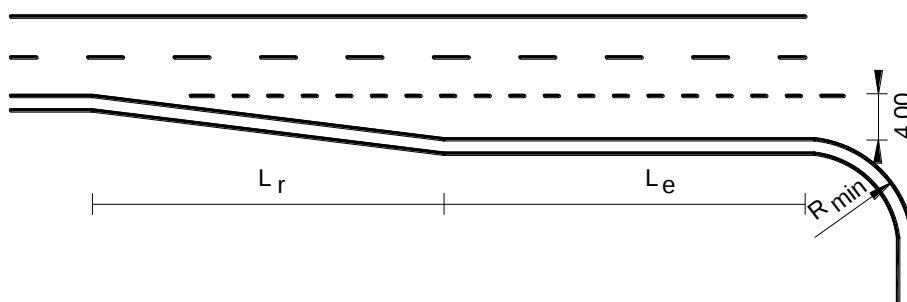


Fig.7.4 Amenajarea virajului de dreapta la intrare. Buzunar de stocaj

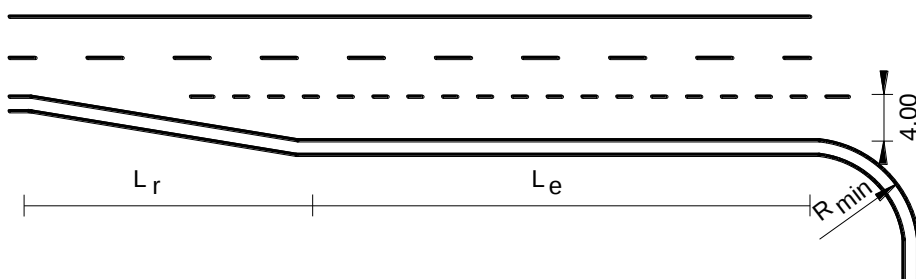


Fig.7.5 Amenajarea virajului de dreapta la intrare. Banda de decelerare

Tabelul 7.1 Elementele geometrice ale virajului de dreapta la intrarea în intersecție

Element	$R_{min}(m)$	$L_r(m)$	$L_e(m)$	Viteza de proiectare (km/h)
Racordare circulară	12	--	--	<50 km/h
Pana (pinten) de viraj	15	35	--	<50 km/h
Buzunar de stocaj	20	35	35	>70 km/h
Banda de decelerare	25	35	70	>90 km/h

7.2.3 Elementele geometrice necesare amenajării virajelor de dreapta la ieșirea din intersecție trebuie să îndeplinească condițiile minime din tabelul 7.2.

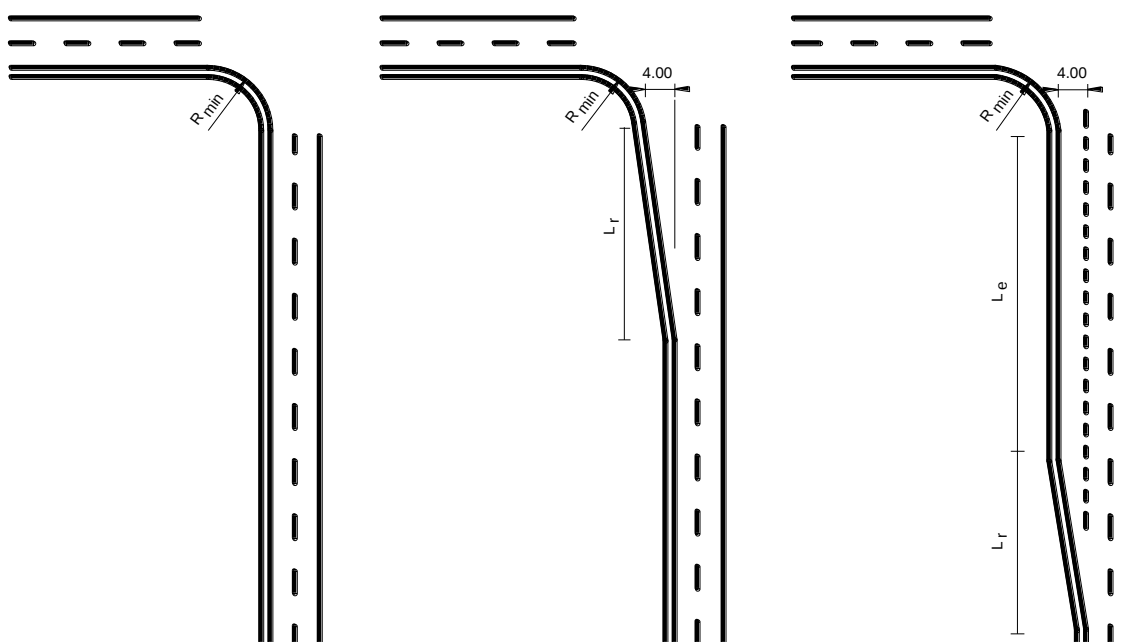
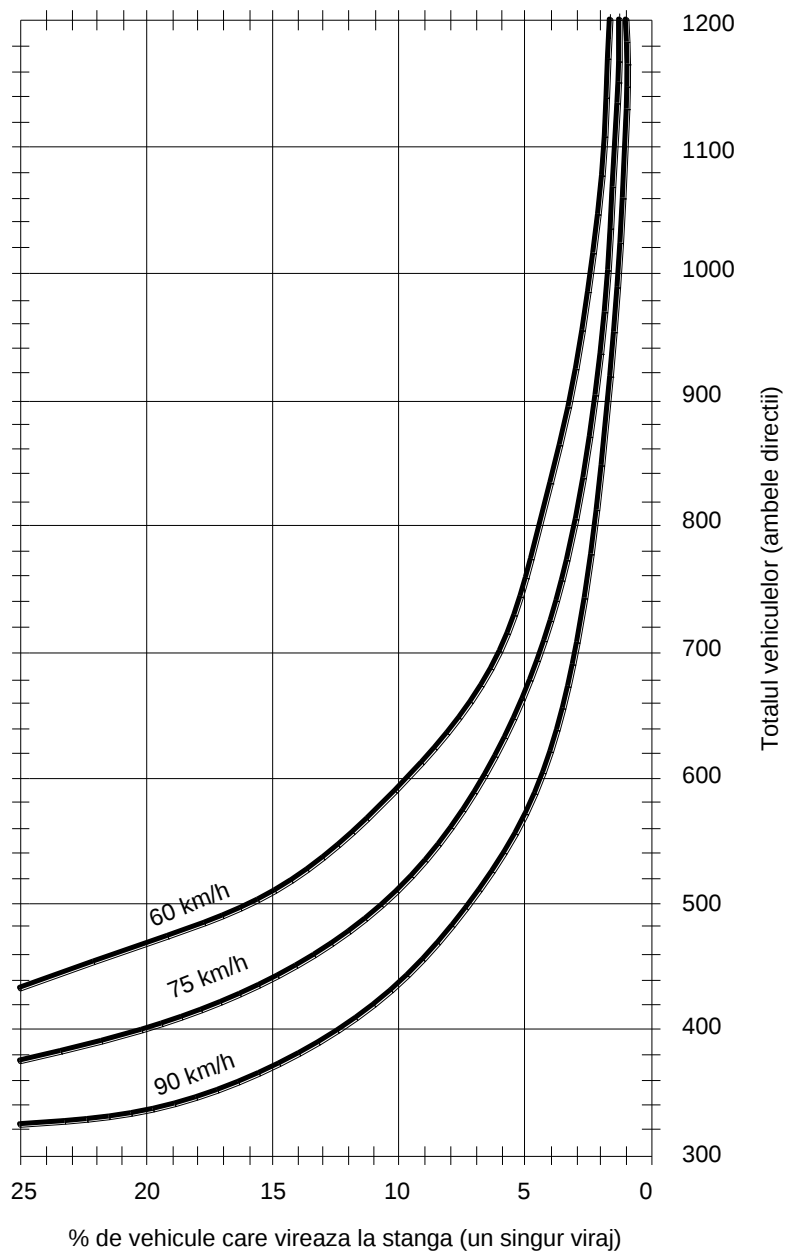


Fig.7.6 Amenajarea virajului de dreapta la ieșire

Tabelul 7.2 - Elementele geometrice ale virajului de dreapta la ieșirea din intersecție

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

7.2.4 În nomograma din figura 7.7 sunt prezentate recomandări de amenajare a benzilor de stânga pe brațele intersecțiilor dintre drumuri cu 2 benzi. Dacă punctul geometric format din totalul vehiculelor care circulă pe drumul (în ambele direcții) și procentul de vehicule care virează la stânga este situat deasupra curbei corespunzătoare vitezei de circulație, se recomandă o analiză a introducerii benzilor pentru viraj la stânga.

**Fig. 7.7** Banda de stocaj pentru stânga, drumuri cu 2 benzi

7.2.5 În nomograma din figura 7.8 sunt prezentate recomandări privind amenajarea și lungimea benzilor de stânga pe brațele intersecțiilor dintre drumuri cu 4 benzi.

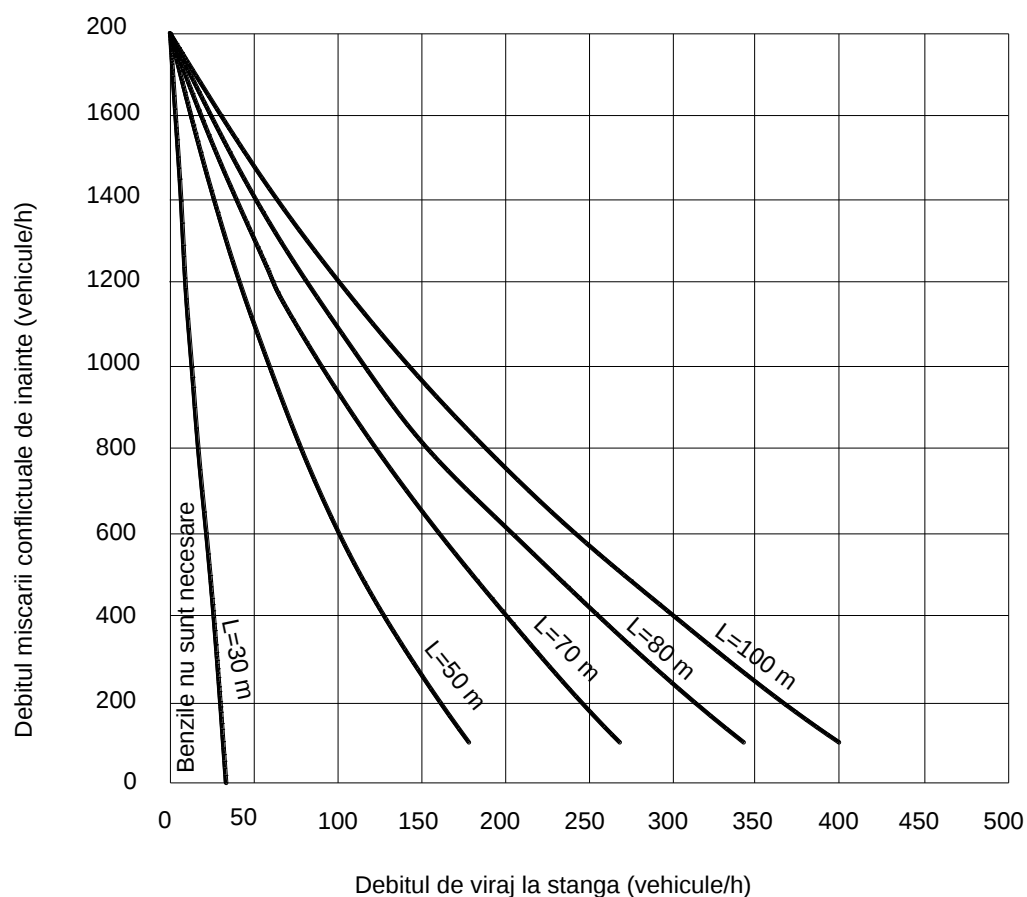
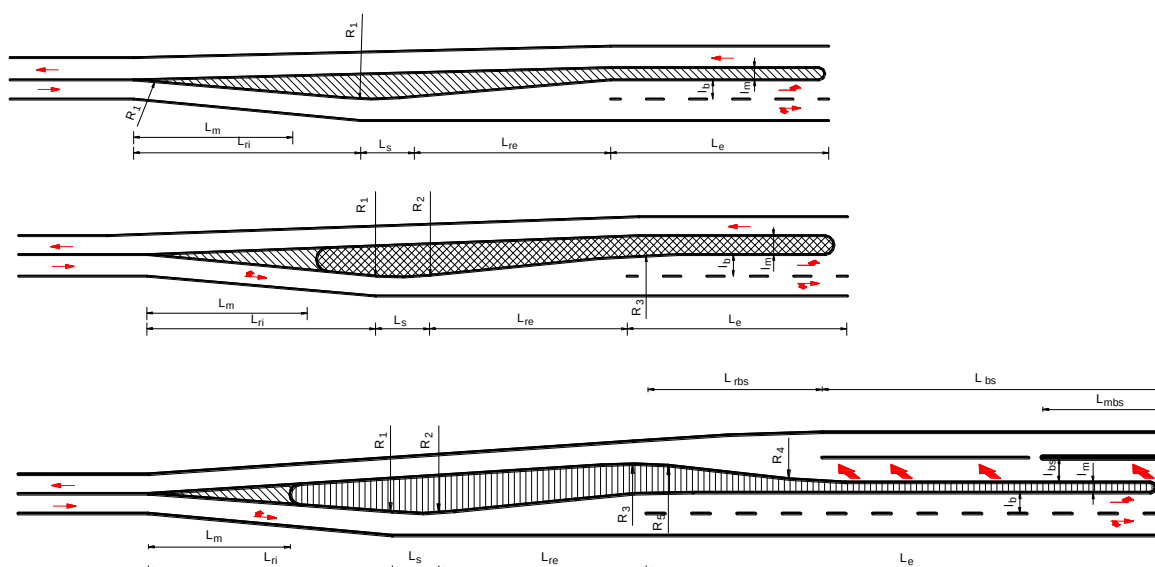


Fig.7.8 Lungimea benzii de stocaj pentru stânga, drumuri cu 4 benzi

7.2.6 Amenajarea corespunzătoare a benzilor suplimentare pentru virajul de stânga are un rol foarte important în asigurarea fluenței și siguranței rutiere.

7.2.7 Figura 7.9 indică o serie de posibile amenajări ale virajelor la stânga.



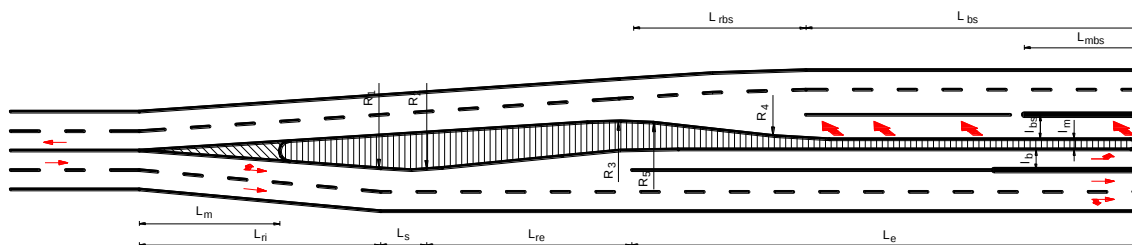


Fig.7.9 Amenajarea benzilor de viraj la stânga

7.2.8 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 de recomandările din tabelul 7.3.

Tabelul 7.3 - Elementele geometrice ale benzilor pentru virajul de stânga

Element	Valoare recomandată	Valoare minimă
Lungime marcaj, L_m , (m)	75	30
Lungimea de trecere la intrare, L_{ri} , (m)	35	30
Lungime segment adițional, L_s , (m)	30	-
Lungimea de trecere la ieșire, L_{re} , (m)	45	30
Lungime buzunar de stânga, L_e , (m)	75	30
Lungime banda de încadrare dreapta, L_{bs} , (m)	50	25
Lungime de trecere banda de încadrare, L_{rbs} , (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 stînga, l_b , (m)	3.50	3.00
Lățimea insulei mediane, l_m , (m)	3.00	1.50

7.2.9 Insulele direcționale și separatoare au roluri importante în asigurarea fluentei și siguranței circulației:

- separarea fluxurilor de circulație și delimitarea părții carosabile;
- reducerea suprafețelor de conflict;
- reducerea unghiurilor de conflict;
- protecția pietonilor la traversare.

7.2.10 Dimensiunile minime pentru amenajarea insulelor canalizatoare de dreapta sunt indicate în tabelul 7.4.

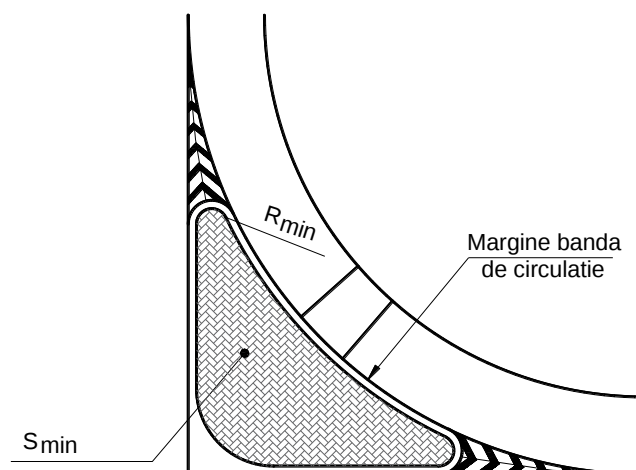


Fig.7.10 Insula canalizatoare de dreapta

Tabelul 7.4 - Elementele geometrice ale insulelor separatoare de dreapta

Element	Valoare
Raza de racordare R_{min} (m)	0,50
Distanța de siguranță D_{min} (m)	0,30
Suprafața efectivă S_{min} (m ²)	7,00

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

7.2.12 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.

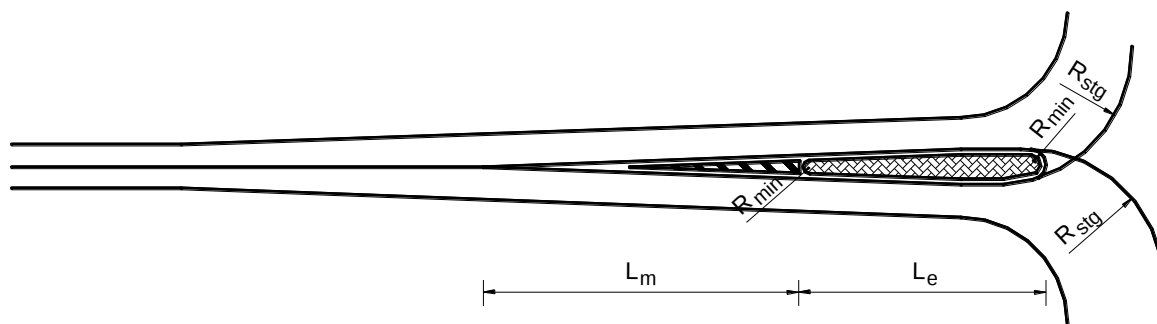


Fig.7.11 Insula separatoare

Tabelul 7.5 - Elementele geometrice ale insulelor separatoare

Element	Valori minime	Valori recomandate
Raza de racordare a virajului la stânga R_{stg} , m	12.00	17.00
Lungime element L_e , m	7.00	30.00
Lungime marcaj L_m , m	17.00	60.00
Raza de racordare a insulei, R_{min} , m	0.50	1.50

7.3 Capacitatea intersecțiilor nesemaforizate

7.3.1 Identificarea priorității. Numerotarea mișcărilor

În calculul elementelor de capacitate pentru intersecțiile nesemaforizate este necesară identificarea drumului principal (cu prioritate) și a drumului secundar (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:

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		

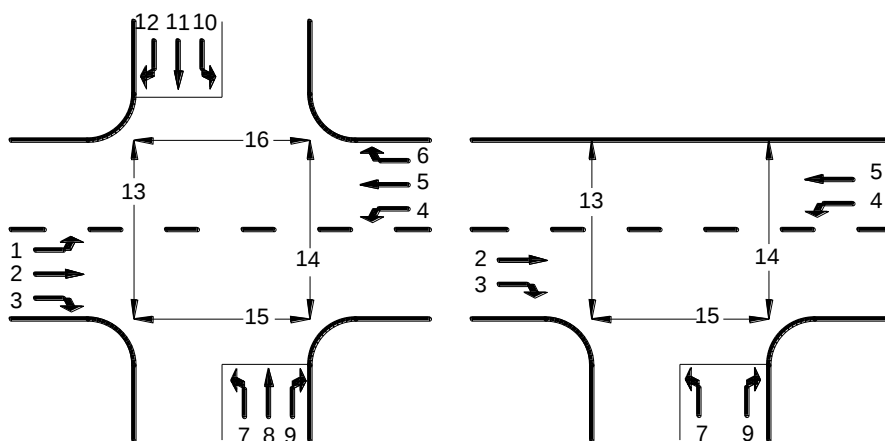


Fig.7.12 Numerotarea mișcărilor

7.3.2 Volumele de conflict

Prezentul Normativ nu tratează intersecțiile nesemaforizate pentru care accesul de pe drumul secundar se efectuează în 2 etape.

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

Volumele de conflict				
Stânga, de pe drumul principal			Înainte de pe drumul secundar	
	$v_{c,1} = v_5 + v_6^{(a)} + v_{16}$	$v_{c,4} = v_2 + v_3^{(a)} + v_{15}$		
				$v_{c,8} = 2 \cdot v_1 + v_2 + 0,5 \cdot v_3^{(c)} + v_{15} + 2 \cdot v_4 + v_5 + v_6^{(a)} + v_{16}$
				$v_{c,11} = 2 \cdot v_4 + v_5 + 0,5 \cdot v_6^{(c)} + v_{16} + 2 \cdot v_1 + v_2 + v_3^{(a)} + v_{15}$

Volumele de conflict			
Dreapta, de pe drumul secundar			Stânga de pe drumul secundar
	$v_{c,9} = \frac{v_2^{(b)}}{N} + 0,5 \cdot v_3^{(c)} + v_{14} + v_{15}$	$v_{c,9} = \frac{v_2^{(b)}}{N} + 0,5 \cdot v_3^{(c)} + v_{14} + v_{15}$	
Dreapta, de pe drumul principal			Stânga de pe drumul principal
	$v_{c,7} = 2 \cdot v_1 + v_2 + 0,5 \cdot v_3^{(c)} + v_{15} + 2 \cdot v_4 + \frac{v_5}{N} + 0,5 \cdot v_6^{(d)} + 0,5 \cdot v_{12}^{(b,f)} + 0,5 \cdot v_{16} + v_{13}$	$v_{c,10} = 2 \cdot v_4 + v_5 + 0,5 \cdot v_6^{(c)} + v_{16} + 2 \cdot v_1 + \frac{v_2}{N} + 0,5 \cdot v_3^{(d)} + 0,5 \cdot v_9^{(b,f)} + 0,5 \cdot v_8 + v_{14}$	

NOTE:

1. Dacă mișcarea la dreapta de pe drumul principal este separată de o insulă triunghiulară și nu are indicator „Trecerea fără oprire interzisă” sau „Cedează trecerea”, v_6 , și respectiv v_3 pot fi ignorate.
2. Dacă pe drumul principal există mai mult de 1 bandă de circulație pe sens atunci debitele orare se consideră a fi v_2/N , și respectiv v_2/N , unde N este numărul de benzi.
3. Dacă există banda dedicată virajului la dreapta atunci v_6 , și respectiv v_3 pot fi ignorate.
4. Dacă drumul principal are mai mult de 1 bandă de circulație pe sens atunci v_6 , și respectiv v_3 pot fi ignorate.
5. Dacă mișcarea la dreapta de pe drumul principal este separată de o insulă triunghiulară și nu are indicator de stop sau cedează trecerea, atunci v_9 , și respectiv v_{12} pot fi ignorate.
6. Dacă drumurile care se intersectează au mai mult de 1 bandă de circulație pe sens, atunci v_9 , și respectiv v_{12} pot fi ignorate.

7.3.3 Timp critic de acces

Timpul critic de acces, t_c , este intervalul de timp minim în fluxul de trafic de pe drumul considerat principal care permite unui vehicul de pe drumul considerat secundar să intre în intersecție.

7.3.4 Timp de urmare

Timpul de urmare, t_f , este intervalul de timp dintre plecarea unui vehicul de pe drumul considerat secundar și plecarea următorului vehicul, în condiții de așteptare în coadă.

Valorile timpului critic de acces și a timpului de urmare sunt indicate în tabelul 7.6.

Tabelul 7.6 - Timpul critic de acces de bază

Mișcarea vehiculului	Timpul critic de acces de bază, sec.		Timpul de urmare de bază, sec.
	2 benzi, drumul principal	4 benzi, drumul principal	
Stânga, drumul principal	4.1	4.1	2.2
Dreapta, drumul secundar	6.2	6.9	3.3
Înainte, drumul secundar	6.5	6.5	4.0
Stânga, drumul secundar	7.1	7.5	3.5

7.3.5 Ajustarea timpului critic de acces și timpului de urmare

Timpul critic de acces se calculează cu formula:

$$t_{c,x} = t_{c,baza} + t_{c,HV} \cdot P_{HV} + t_{c,G} - t_{3,LT} \quad (7.1)$$

unde:

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

$t_{c,baza}$ - 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 drumuri principale cu 2 benzi, (sec);

$t_{c,HV} = 2$ - pentru drumuri principale cu 4 sau mai multe benzi, (sec);

P_{HV} - este proporția de vehicule grele de pe drumul secundar, (%);

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

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

$t_{c,G} = 0.2$ - pentru mișcările 7, 8, 10 și 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 de pe drumul secundar la o intersecție cu 3 brațe, (sec);

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

Timpul de urmare se calculează cu formula:

$$t_{f,x} = t_{f,baza} + t_{f,HV} \cdot P_{HV} \quad (7.2)$$

unde:

$t_{f,x}$ - este timpul de urmare aferent mișcării x , (sec);

$t_{f,baza}$ - este timpul de urmare de baza, (sec);

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

$t_{f,HV} = 0.9$ - pentru drumuri principale cu 2 benzi, (sec);

$t_{f,HV} = 1.0$ - pentru drumuri principale cu 4 sau mai multe benzi, (sec);

P_{HV} - este proporția de vehicule grele de pe drumul secundar, (%).

7.4 Calculul capacității. Benzi dedicate

7.4.1 Capacitatea potențială

Capacitatea potențială a fiecărei mișcări aferente drumului considerat secundar, precum și a mișcărilor de stângă aferente drumului considerat principal se determină astfel:

$$C_{p,x} = V_{c,x} \cdot \frac{e^{\frac{V_{c,x} \cdot t_{c,x}}{3600}}}{1 - e^{\frac{V_{c,x} \cdot t_{f,x}}{3600}}} \quad (7.3)$$

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 7.13 și 7.14 pentru valorile de bază ale timpului critic de acces și ale timpului de urmare.

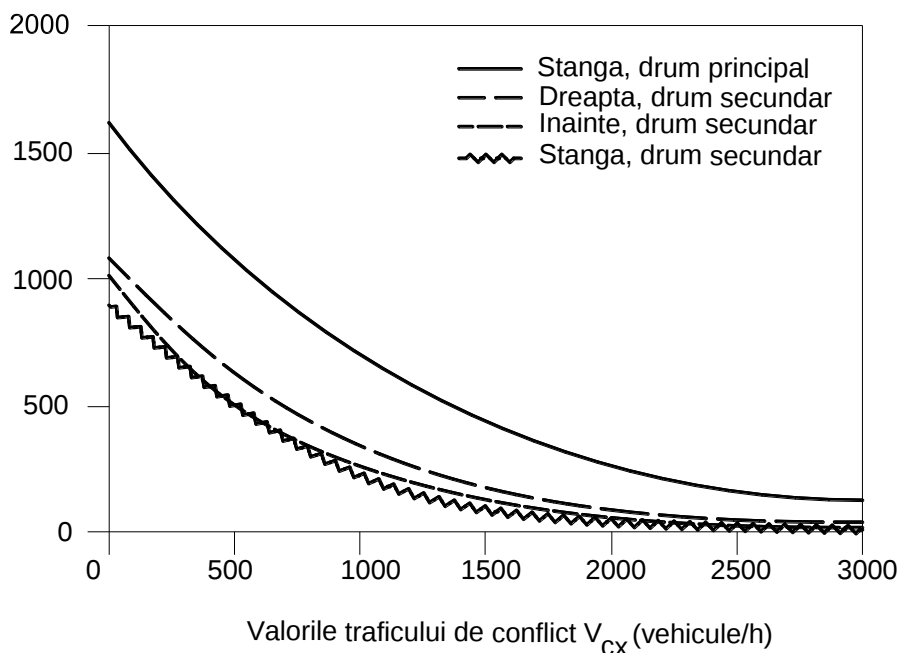


Fig.7.13 Capacitatea potențială, drumuri cu 2 benzi

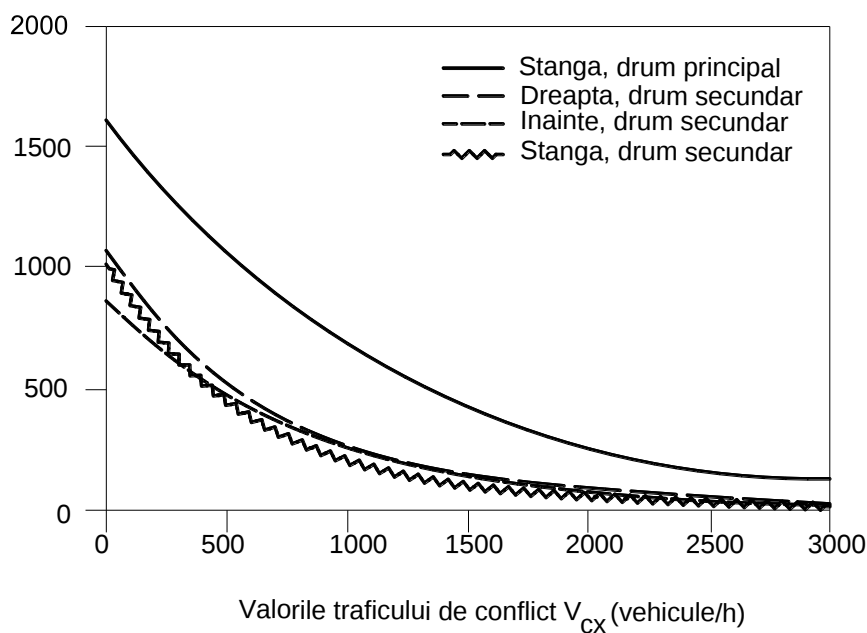


Fig.7.14 Capacitatea potențială, drumuri cu 4 benzi

7.4.2 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 7.7 - Impedanța datorată vehiculelor

Rangul mișcării	Coefficient de 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 mișcarea 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

Coeficientul de ajustare al capacității potențiale pentru mișcările de rangul 3 se calculează cu formula:

$$f_k = \prod_j \left(1 - \frac{V_j}{c_{m,j}} \right) \quad (7.4)$$

unde:

V_j - sunt volumele pentru toate mișcările j de rang 2;

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

Coeficientul de ajustare al capacității potențiale pentru mișcările de rangul 4 se calculează cu formula:

$$f_l = \prod_j \left(1 - \frac{V_j}{c_{m,j}} \right) \cdot \prod_i \left(1 - \frac{V_i}{c_{m,i}} \right) \quad (7.5)$$

unde:

V_j - sunt volumele pentru toate mișcările j de rang 2;

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

V_i - sunt volumele pentru toate mișcările i de rang 3;

$c_{m,i}$ - sunt capacitățile pentru toate mișcările i 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	$c_{m,l} = f_l \cdot c_{p,l}$

7.5 Calculul capacității. Benzi mixte

Capacitatea unei benzi mixte se calculează cu formula:

$$c_{SH} = \frac{\sum_y V_y}{\sum_y \left(\frac{V_y}{c_{m,y}} \right)} \quad (7.6)$$

unde:

c_{SH} - este capacitatea unei benzi mixte, (vehicul/h);

V_y - este debitul orar aferent mișcării y din banda mixtă, (vehicul/h);

$c_{m,y}$ - este capacitatea mișcării y din banda mixtă, (vehicul/h).

7.6 Determinarea întârzierilor de control

Valoarea întârzierilor de control se calculează cu formula:

$$d = \frac{3600}{c_{m,x}} + 900 \cdot T \cdot \left[\frac{V_x}{c_{m,x}} - 1 + \sqrt{\left(\frac{V_x}{c_{m,x}} - 1 \right)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{c_{m,x}} \right) \cdot \left(\frac{V_x}{c_{m,x}} \right)}{450 \cdot T}} \right] + 5 \quad (7.7)$$

unde:

d - este valoarea întârzierilor de control, (sec/vehicul);

$c_{m,x}$ - este capacitatea potențială aferentă mișcării x , (vehicul/h);

V_x - este volumul de conflict aferent mișcării x , (vehicul/h);

T - este perioada de analiză, (h).

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

Valoarea de 5 sec/vehicul inclusa 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.

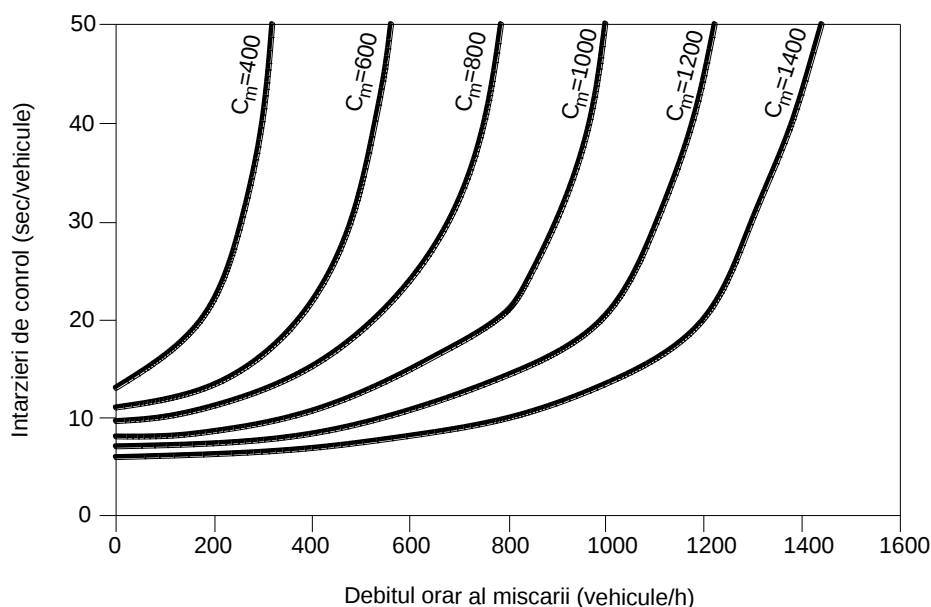


Fig.7.15 Întârzierile de control**7.6.1** Agregarea întârzierilor

- Agregarea întârzierilor pe brațe

$$d_b = \frac{d_{stg} \cdot v_{stg} + d_{in} \cdot v_{in} + d_{dr} \cdot v_{dr}}{v_{stg} + v_{in} + v_{dr}} \quad (7.8)$$

unde:

d_b - este întârzierea de control pentru brațul b ;

d_{stg} , d_{in} , d_{dr} - sunt întârzierile de control pentru mișcările de pe brațul b ;

v_{stg} , v_{in} , v_{dr} - sunt volumele de trafic corespunzătoare mișcărilor.

- Agregarea întârzierilor pe intersecție

$$d_l = \frac{d_{b,1} \cdot v_{b,1} + d_{b,2} \cdot v_{b,2} + d_{b,3} \cdot v_{b,3} + d_{b,4} \cdot v_{b,4}}{v_{b,1} + v_{b,2} + v_{b,3} + v_{b,4}} \quad (7.9)$$

7.6.2 Pentru stabilirea nivelului de serviciu al intersecției, valorile întârzierilor de control agregate la nivelul întregii intersecții se vor compara cu cele din Tabelul 7.8.

Tabelul 7.8 - Intersecții nesemaforizate

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

8 Intersecții giratorii**8.1 Principii generale**

8.1.1 Intersecțiile de tip giratoriu se clasifică în funcție de raza cercului interior în 3 categorii. Tabelul 8.1 indică valorile minime și maxime ale razei insulei centrale și recomandări privind alegerea tipului de soluție.

Tabelul 8.1 - 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 drumuri cu trafic greu care depășește 10%;
Sens giratoriu	6	20	Au rolul de a distribui traficul între brațele intersecției; Nu se amplasează pe drumuri cu trafic greu care depășește 40%;
Rotoare	20	--	Au rolul de a spori capacitatea intersecției; Pot fi semaforizate;

8.2 Geometria sensurilor giratorii

8.2.1 Principalele elemente constitutive ale sensurilor giratorii sunt indicate în figura 8.1.

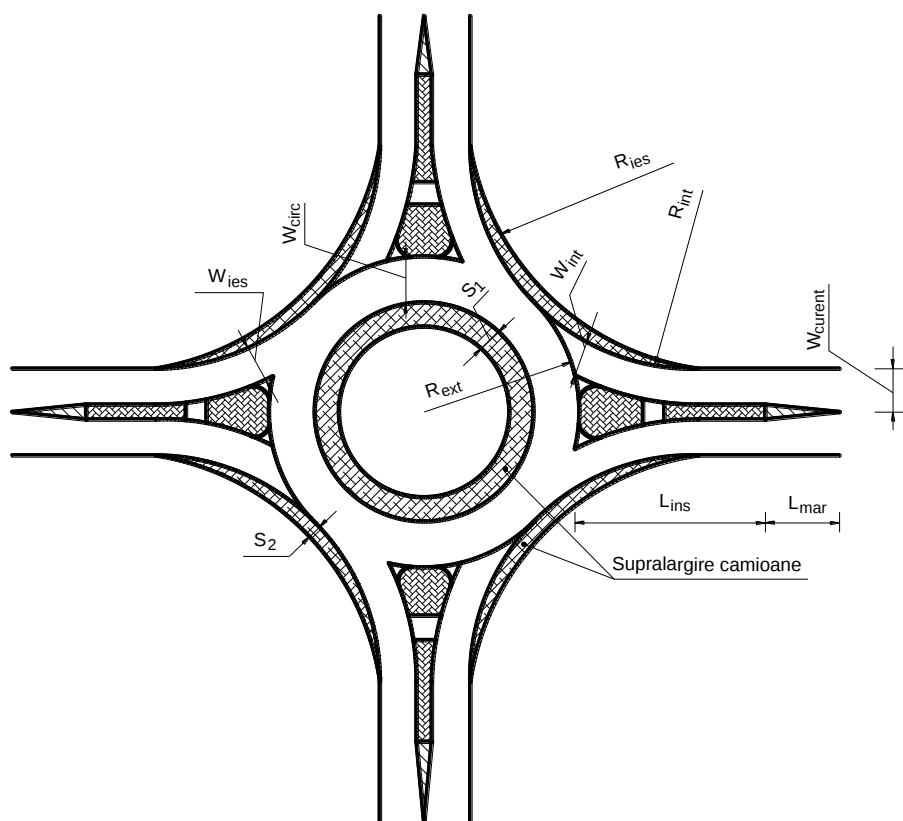


Fig. 8.1 Elementele geometrice ale sensurilor giratorii

8.2.2 Valorile minime recomandate ale elementelor geometrice ale sensurilor giratorii sunt indicate în tabelul 8.2.

Tabelul 8.2 - Elementele geometrice ale sensurilor giratorii

Element	Valoare recomandată
Raza interioară, R_i , (m)	8,00
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 inelară, 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

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

8.2.4 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.

8.2.5 Axele brațelor de intrare trebuie să fie centrate sau decalate la stânga față de centrul sensului giratoriu (a se vedea figura 8.2).

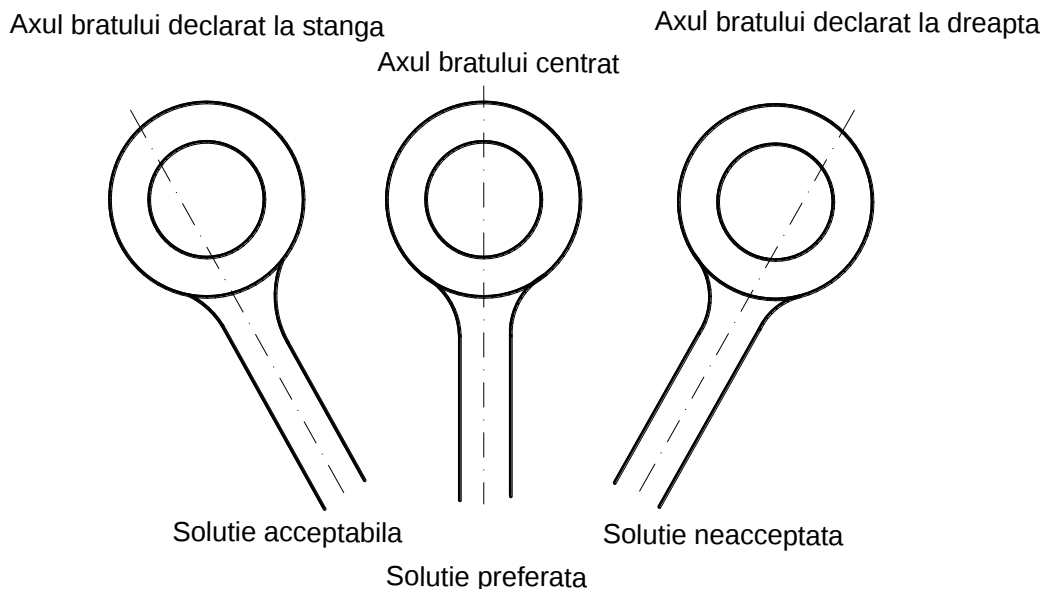


Fig.8.2 Alinierea axelor

8.2.6 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.

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

8.2.8 Separarea virajului de dreapta prin construcția de benzi dedicate virajului de dreapta se va realiza dacă în urma calculului de capacitate se constata că acest lucru este necesar.

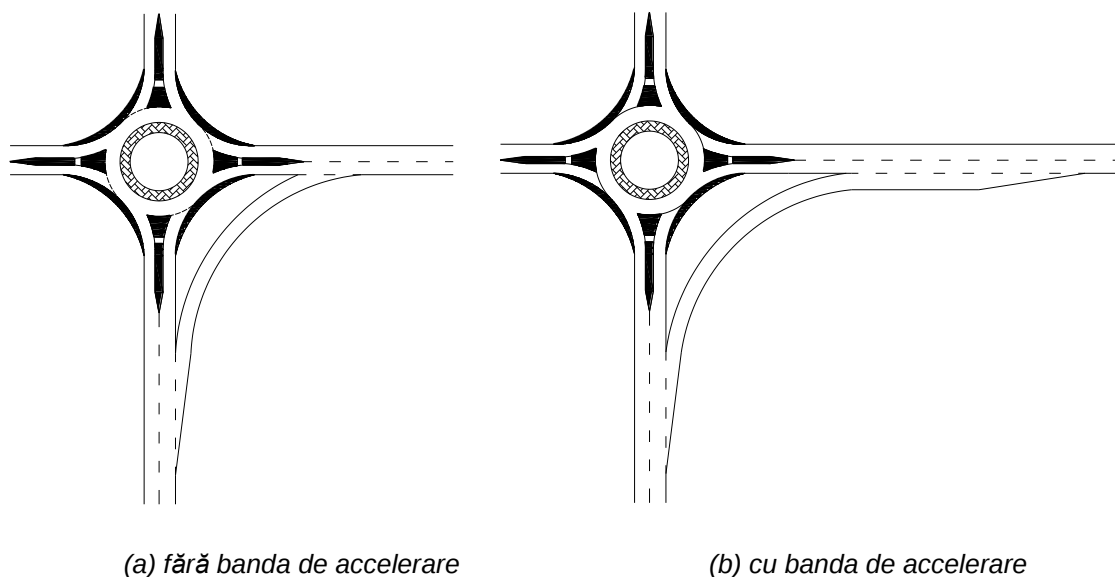


Fig.8.3 Separarea virajului de dreapta

8.2.9 Insule separatoare de trafic din axul brațelor de acces se vor dimensiona conform valorilor minime din tabelul 8.3. Se recomandă că aceste insule să fie denivelate.

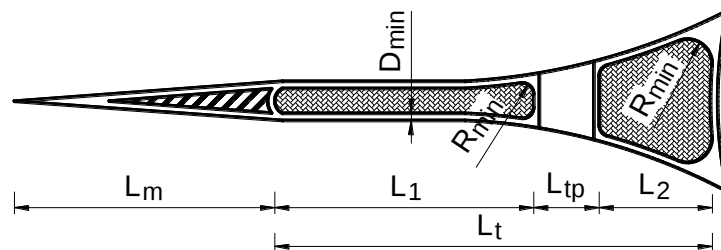


Fig.8.4 Elementele geometrice ale insulei separatoare

Tabelul 8.3 - Valorilor minime ale elementelor geometrice ale insulelor separatoare

Element	Valoare recomandată
Lățimea insulei, l_{min} , (m)	2.00
Raza de racordare, R_{min} , (m)	0.50
Distanța de siguranță, D_{min} , (m)	0.50
Suprafața efectivă, S_{min} , (m ²)	5.00
Lungimea marcatului, L_m , (m)	25.00
Lungimea insulei, L_1 , (m)	10.00
Lungimea insulei, L_2 , (m)	8.00
Lățimea trecerii de pietoni, L_{tp} , (m)	4.00
Lungimea totală, L_t , (m)	18.50

8.2.10 Trecerile de pietoni vor fi amplasate la distanța de punctul de tangență de ieșire de pe calea inelară, în așa fel încât între calea inelară și trecerea de pietoni să încapă minimum 2 vehicule.

8.2.11 În cazul intersecțiilor giratorii se pot prevedea elemente suplimentare de calmare a traficului pe brațele de acces în intersecție.

8.3 Capacitatea sensurilor giratorii

8.3.1 Capacitatea sensului giratoric este determinată ca numărul maxim de vehicule care pot intra în sensul giratoriu într-o unitate de timp. Capacitatea sensului giratoric prezintă suma capacităților brațelor de intrare a sensului giratoric.

Nu sunt recomandate minigirații și sensuri giratorii cu mai mult de 3 benzi pe calea inelară.

Tabelul 8.4 - Capacitatea sensurilor giratorii

Număr benzi pe calea inelara	Număr benzi la intrare/ieșire	Capacitate vehicule etalon/h
1	1	1500
2	1	1800
2	2	2100-2400

8.3.2 Traficul conflictual pe inelul median se determină conform metodologiei indicate în continuare.

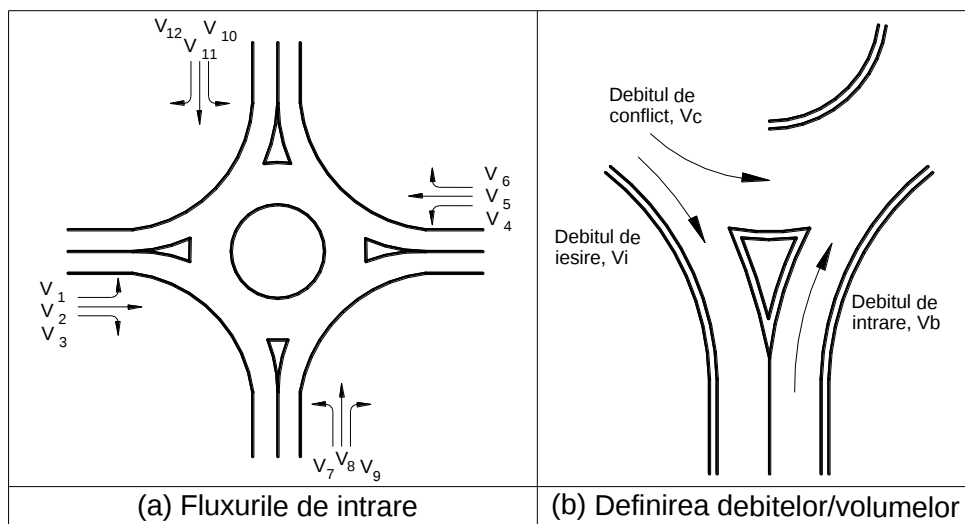


Fig.8.5 Elementele de trafic ale sensurilor giratorii

$$V_c^b = V_{\text{intoarcere}}^{b-1} + V_{\text{stânga}}^{b-2} + V_{\text{înainte}}^{b-3} \quad (8.1)$$

unde:

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

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

$V_{\text{stânga}}^{b-2}$ - este volumul de intrare care virează la stânga, aferent brațului opus celui calculat;

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

8.3.3 Valorile recomandate pentru timpul critic de acces și pentru timpul de urmare sunt indicate în tabelul 8.5.

Tabelul 8.5 - Timpii specifici (secunde)

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

8.3.4 Capacitatea unui sens giratoriu cu 1 bandă pe calea inelară se determină după cum urmează:

$$c_a = \frac{V_c \cdot e^{\frac{-V_c \cdot t_c}{3600}}}{1 - e^{\frac{-V_c \cdot t_f}{3600}}} \quad (8.2)$$

unde:

c_a - este capacitatea brațului (vehicul/h);

V_c - este volumul conflictual aferent brațului (vehicul/h);

t_c - este timpul critic de acces (sec);

t_f - este timpul de urmare (sec).

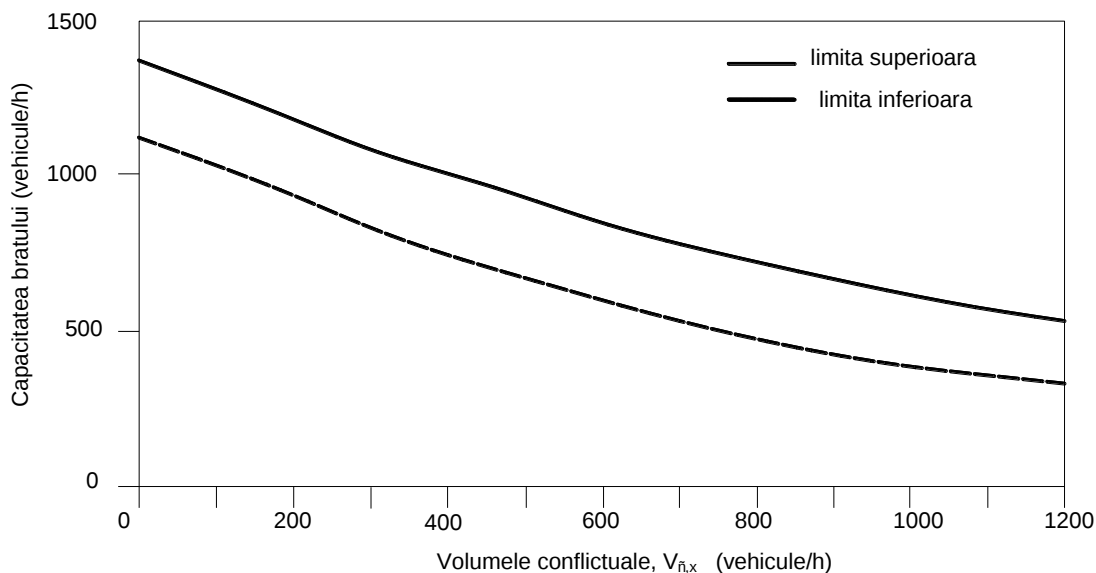


Fig.8.6 Capacitatea sensurilor giratorii cu 1 banda pe calea inelara

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

$$(1) \quad c_a = 1500 - v_c - 0.3 \cdot v_i \quad (8.3)$$

unde:

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

c_a - este capacitatea accesului (brațului);

v_c - este volumul conflictual aferent brațului;

v_i - este volumul de ieșire corespunzător brațului.

$$(2) \quad c_a = 1300 - 0.77 \cdot v_c \quad (8.4)$$

8.3.6 Capacitatea unui sens giratoriu cu 2 benzi pe calea inelara se determină după cum urmează:

$$c_a = 3600 \cdot \frac{n_e}{t_f} \cdot e^{\frac{v_c}{3600} \left(t_c \frac{t_f}{2} \right)} \quad (8.5)$$

unde:

c_a - este capacitatea accesului (brațului), (vehicul/h);

t_c - este timpul critic de acces (sec);

t_f - este timpul de urmare (sec);

v_c - este volumul conflictual aferent brațului, (vehicul/h);

n_e - parametru pentru numărul de benzi, $n_e=1.14$ pentru 2 benzi.

8.3.7 Determinarea întârzierilor de control se face cu formula:

$$d = \frac{3600}{c_a} + 900 \cdot T \cdot \left[\frac{v_b}{c_a} - 1 + \sqrt{\left(\frac{v_b}{c_a} - 1\right)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{c_a}\right) \cdot \left(\frac{v_b}{c_a}\right)}{450 \cdot T}} \right] + 5 \quad (8.6)$$

unde:

d - este valoarea întârzierilor de control, (sec/vehicul);

c_a - este capacitatea aferentă brațului, (vehicul/h);

v_b - este volumul de intrare aferent brațului, (vehicul/h);

T - este perioada de analiză, (h).

Analiza trebuie să fie efectuată pe durata unei perioade de 15 minute (0.25 h).

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

8.3.8 Agregarea întârzierilor pe intersecție

$$d_1 = \frac{d_{b,1} \cdot v_{b,1} + d_{b,2} \cdot v_{b,2} + d_{b,3} \cdot v_{b,3} + d_{b,4} \cdot v_{b,4}}{v_{b,1} + v_{b,2} + v_{b,3} + v_{b,4}} \quad (8.7)$$

8.3.9 Determinarea nivelului de serviciu se face conform tabelului 8.6.

Tabelul 8.6 - Intersecții nesemaforizate, inclusiv sensuri giratorii

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

8.4 Semaforizarea intersecțiilor giratorii

8.4.1 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”.

8.4.2 În cazul intersecțiilor giratorii, se recomandă ca semaforizarea să fie realizată în 2 faze distincte, cu stocarea virajului de stânga pe calea inelară. În general, se poate prevedea un timp de evacuare a caii inelare între cele 2 faze.

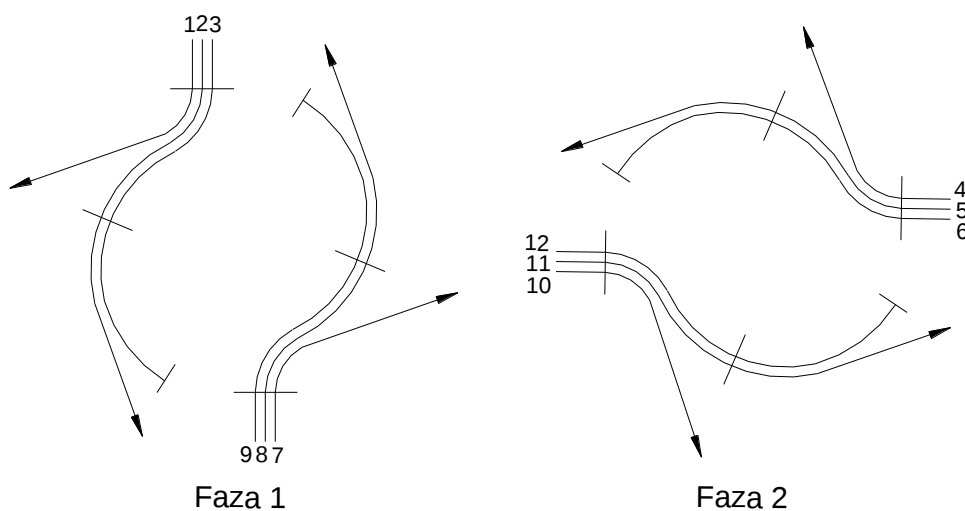


Fig.8.7 Faze de semaforizare la intersecții giratorii

8.4.3 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 benzii (benzilor) de stocare de pe calea inelară, în așa fel încât coada de așteptare aferentă virajelor de stânga să nu blocheze benzile pentru mișcarea de înaintă corespunzătoare.

9 Turbogirații

9.1 Intersecții care fac parte din categoria „turbogirații” se caracterizează prin 2 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.

9.2 Tabelul 9.1 indică principalele caracteristici funcționale ale intersecțiilor de tip „turbogirație”.

Tabelul 9.1 - Tipologii funcționale ale „turbogirațiilor”

Tip intersecție	Număr brațe	Capacitatea estimată, vehicul etalon/h	Trafic preponderent
Turbogirație „clasică”	4	3500	Mișcarea de înaintă
Turbogirație „genunchi”	4	3500	Mișcarea de dreapta
Turbogirație „spirală”	4	4000	Mișcarea de înaintă
Turbogirație „rotor”	4	4500	Toate mișcările
Turbogirație „genunchi” lărgită	3	3800	Mișcarea de înaintă
Turbogirație „stea”	3	5500	Toate mișcările

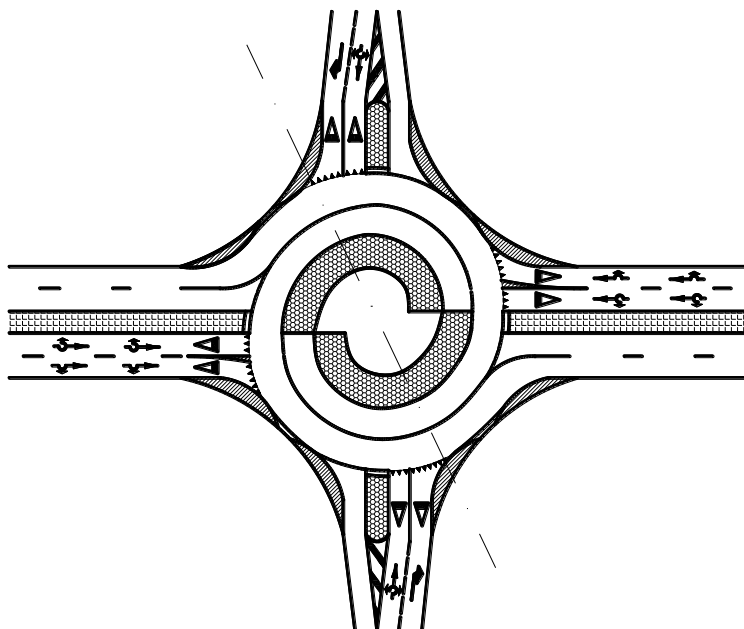


Fig. 9.1 Turbogirație „clasică”

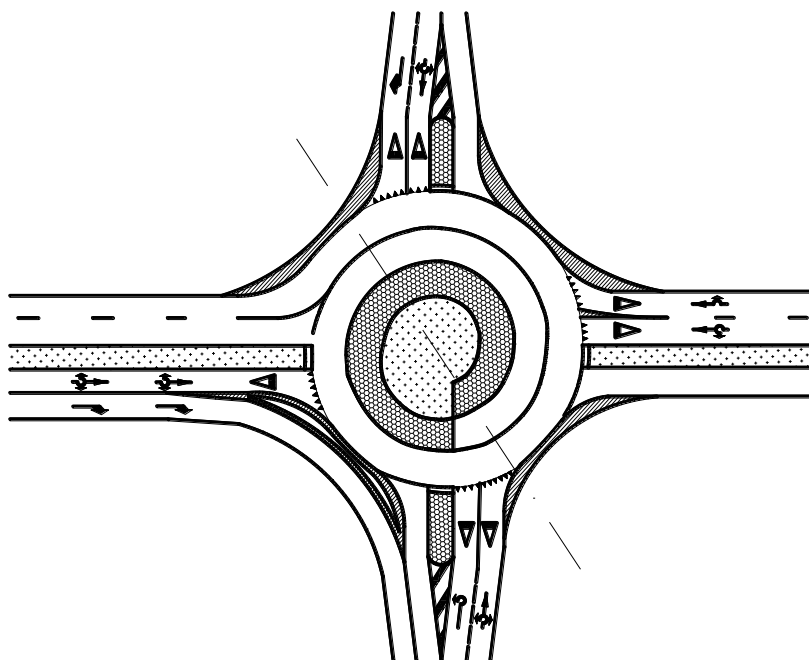


Fig. 9.2 Turbogirație „genunchi”

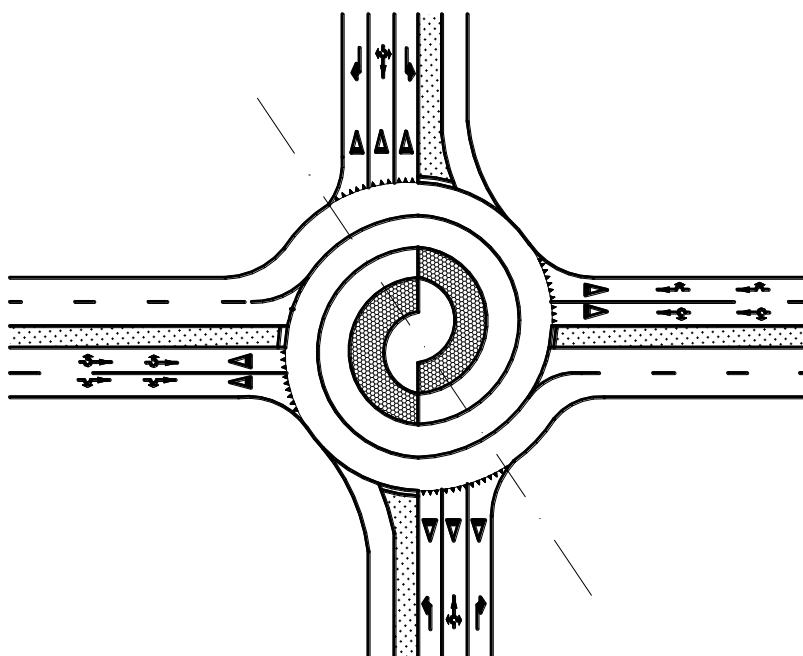


Fig. 9.3 Turbogirație „spirală”

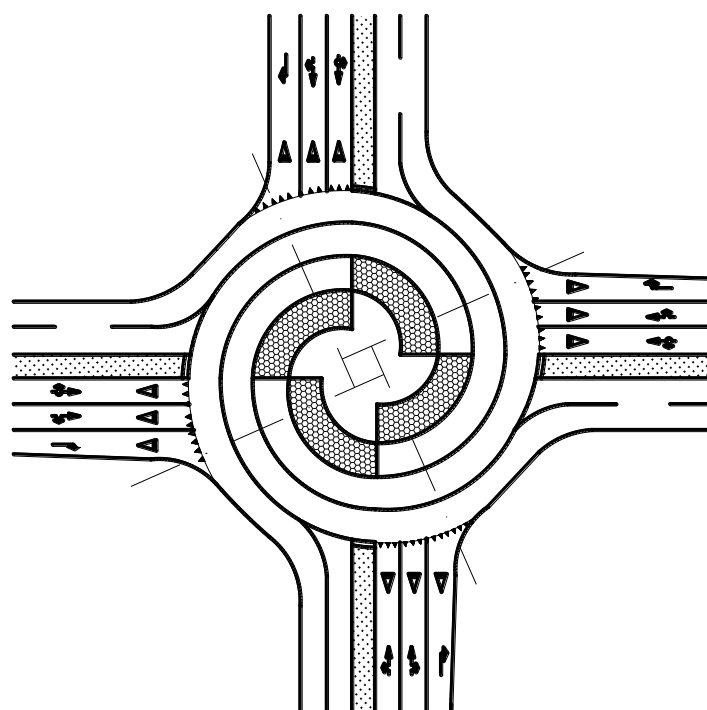


Fig. 9.4 Turbogirație „rotor”

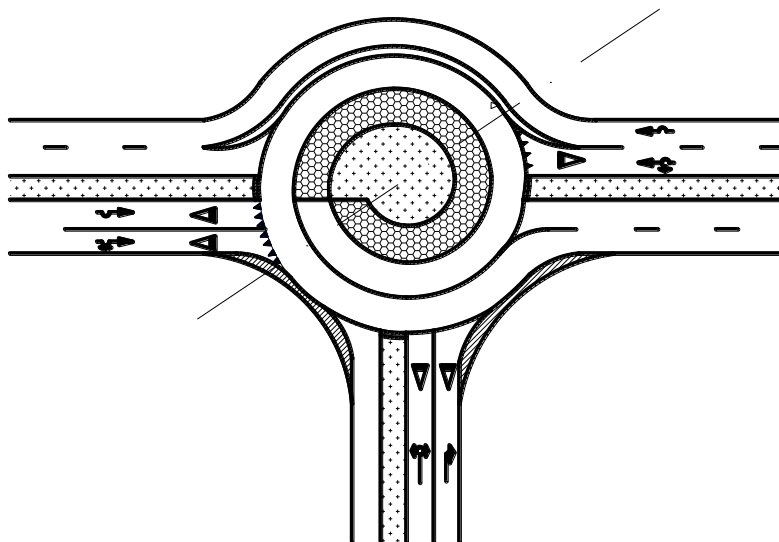


Fig. 9.5 Turbogirație „genunchi” lărgită

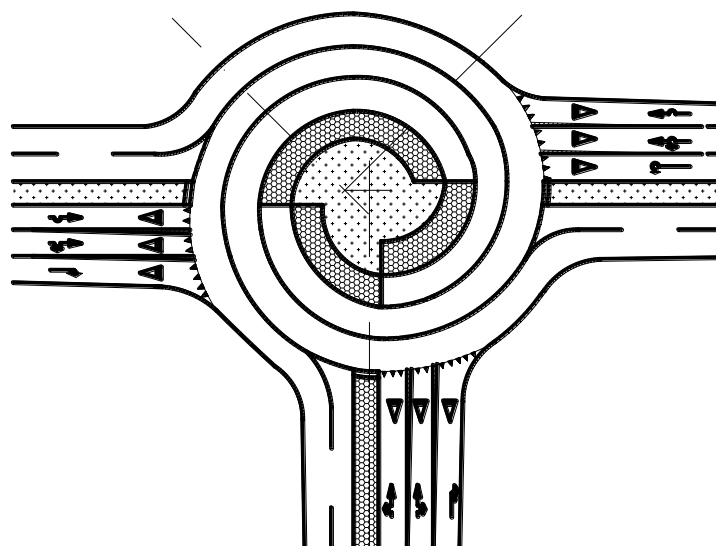


Fig.9.6 Turbogirație „stea”

9.3 Tabelele 9.2 – 9.4 indică principalele caracteristici a elementelor geometrice ale intersecțiilor de tip „turbogirație”.

Tabelul 9.2 - Elementele geometrice recomandate ale „turbogirațiilor” clasice și tip genunchi

Element		În condiții restrânse, m	De bază, m	Medii, m	Mari, m
Raza interioară a benzii interioare	R_1	10,50	12,00	15,00	20,00
Raza exterioară a benzii interioare	R_2	15,85	17,15	20,00	24,90
Raza interioară a benzii exterioare	R_3	16,15	17,45	20,30	25,20
Raza exterioară a benzii exterioare	R_4	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

Note:

- 1 Parametrii pentru condiții restrânse prezintă valori minime nu sunt recomandate în cazuri în care există spații libere.
- 2 Parametrii principali prezintă valori pentru „turbogirații” standard.
- 3 Parametrii medii prezintă valori pentru „turbogirații” medii cu limite de viteză mai puțin stricte.

- 4 Parametrii mari prezintă valori pentru „turbogirații” mari cu o viteză de proiectare mai mare.

Tabelul 9.3 - Elementele geometrice recomandate ale „turbogirațiilor” tip rotor

Element		De bază, m	Medii, m	Mari, m
Raza interioară a benzii interioare	R ₁	12,00	15,00	20,00
Raza exterioară a benzii interioare	R ₂	17,25	20,15	24,95
Raza interioară a benzii centrale	R ₃	17,55	20,45	25,25
Raza exterioară a benzii centrale	R ₄	22,55	25,35	29,95
Raza interioară a benzii exterioare	R ₅	22,85	25,85	30,25
Raza exterioară a benzii exterioare	R ₆	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 9.4 - Elementele geometrice recomandate ale „turbogirațiilor” tip stea

Element	De bază, m
Raza interioară a benzii interioare	R ₁ 12.00
Raza exterioară a benzii interioare	R ₂ 17.10
Raza interioară a benzii centrale	R ₃ 17.40
Raza exterioară a benzii centrale	R ₄ 22.30
Raza interioară a benzii exterioare	R ₅ 22.60
Raza exterioară a benzii exterioare	R ₆ 27.30
Raza curbei de racordare la intrare și ieșire	10.00
Lățimea benzii interioare pentru vehicule grele	5.00

10 Accese

10.1 Tipuri de accese

10.1.1 Accesese asigură legătura dintre diferite zone funcționale ale teritoriului la rețeaua de drumuri publice.

10.1.2 Din punct de vedere funcțional, accesesele se clasifică în:

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

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

10.1.4 Nu se recomandă prevederea acceselor locale pe drumurile de clasele superioare clasei funcționale III.

10.1.5 Accesesele 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 cat și pentru intrarea în unitatea locativă), conform schiței principale din figura 10.1.

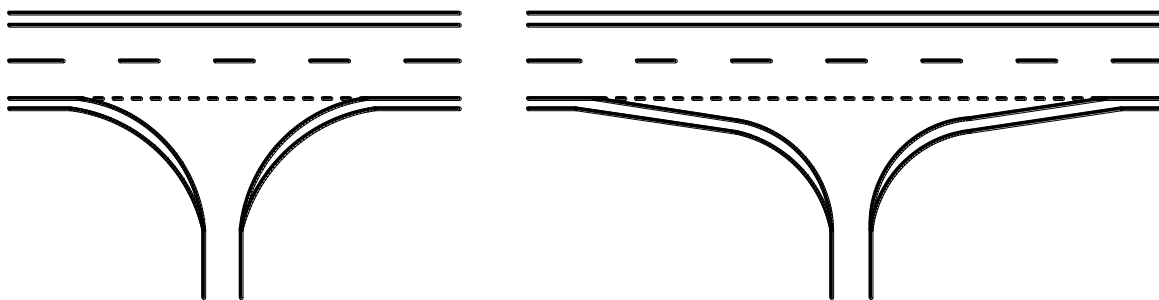


Fig.10.1 Amenajarea acceselor locale

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

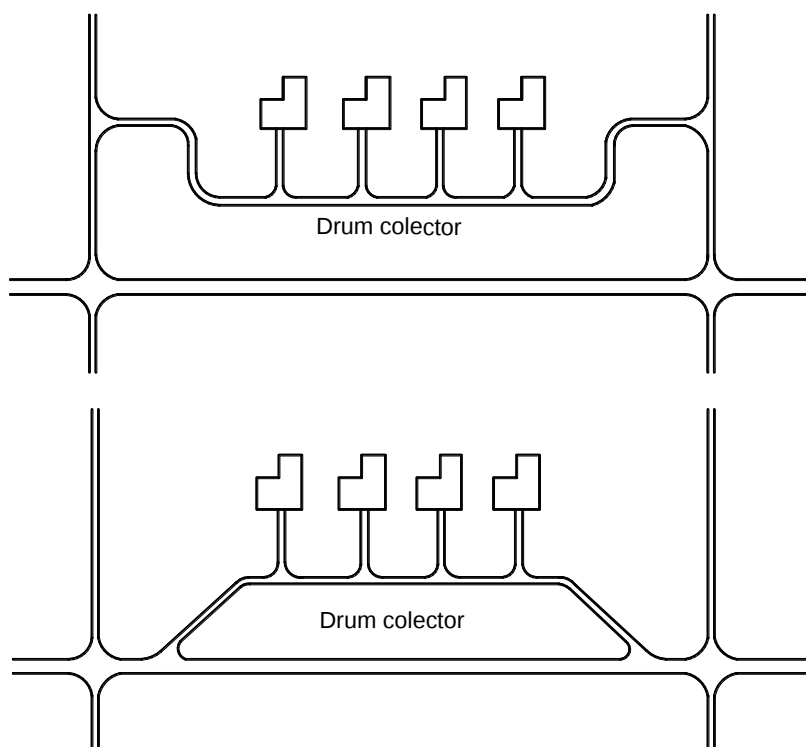
10.2 Drumuri colectoare

10.2.1 Drumuri colectoare suplimentare vor fi prevăzute în scopul de a limita accesele (indiferent de tipul acestora) la drumuri de categoria superioară.

10.2.2 Capacitatea drumurilor colectoare se va determina în funcție de funcționalitatea zonei pe care o deservesc și de volumul de trafic estimat.

10.2.3 Clasa funcțională a drumurilor colectoare este clasa III.

10.2.4 Figura 10.2 indica principiile de amenajare a drumurilor colectoare.



Drum colector recomandat în cazul drumurilor de categoria I și II

Drum colector recomandat în cazul drumurilor de categoria II.

Drum colector nerecomandat în cazul drumurilor de categoria I.

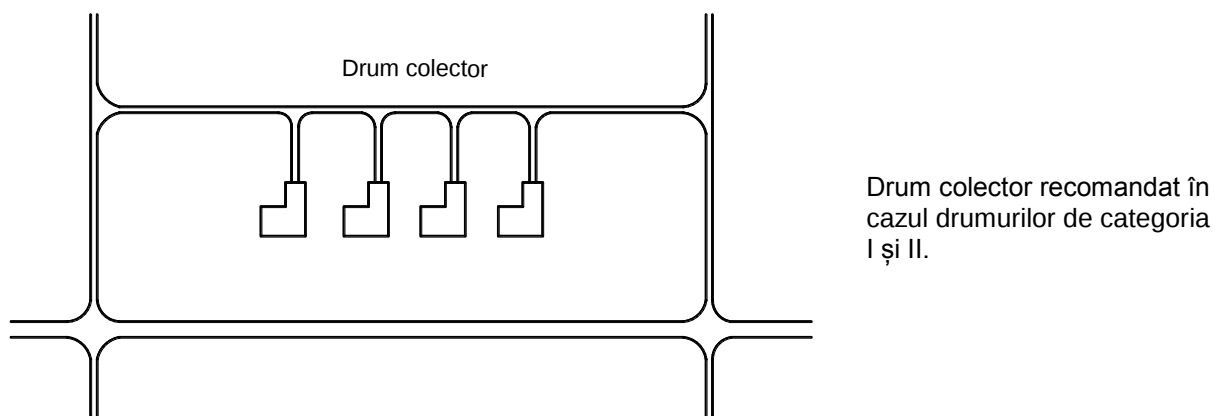


Fig.10.2 Amenajarea drumurilor colectoare

11 Puncte de întoarcere

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

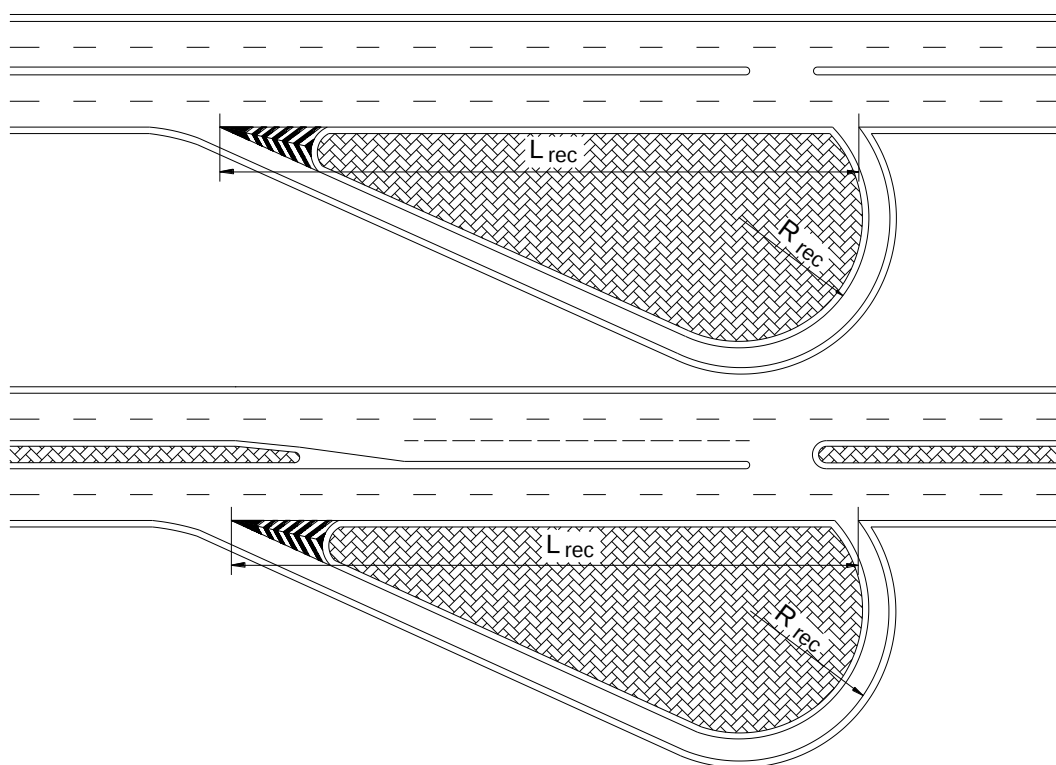


Fig.11.1 Punct de întoarcere tip 1

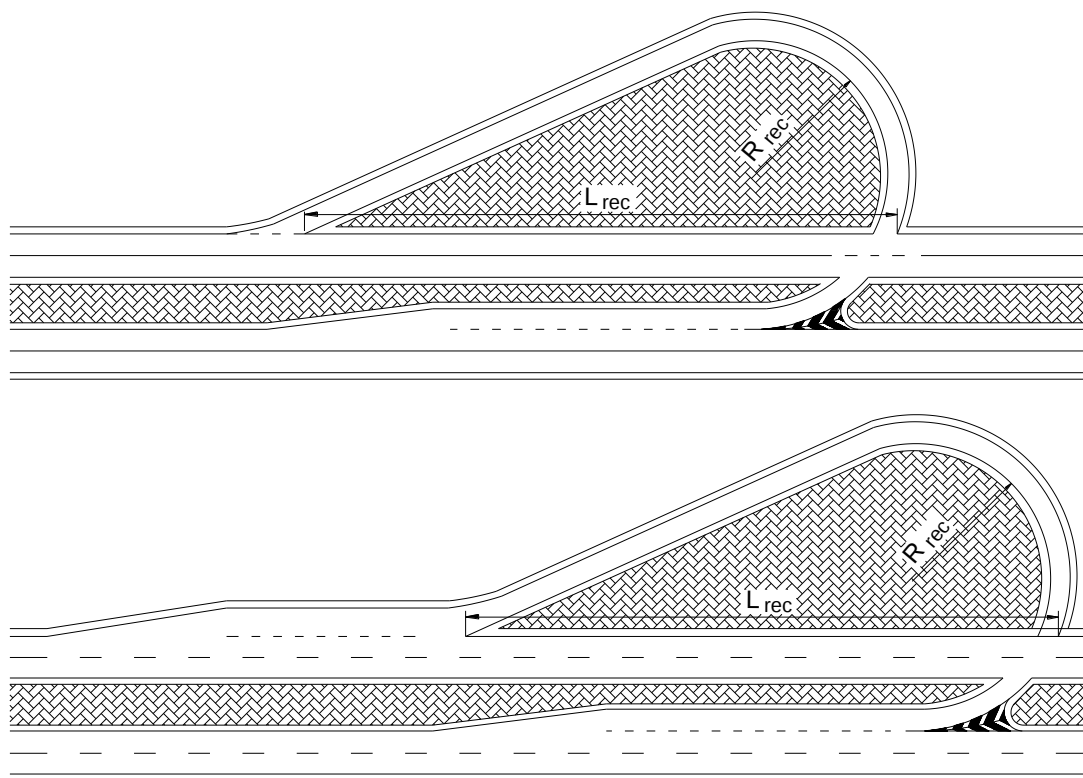


Fig.11.2 Punct de întoarcere tip 2

11.1.2 Tabelul 11.1 prezintă elementele caracteristice recomandate ale punctelor de întoarcere.

Tabelul 11.1 - Elementele geometrice recomandate punctelor de întoarcere

Punct de întoarcere tip 1		Punct de întoarcere tip 2	
Raza recomandată (R_{rec} , m)	20,00	Raza recomandată (R_{rec} , m)	20,00
Lungime recomandată (L_{rec} , m)	50,00	Lungime recomandată (L_{rec} , m)	50,00

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

11.1.4 La proiectarea punctelor de întoarcere se va lua în considerare asigurarea gabaritelor orizontale de trecere prin introducerea supralărgirilor în curbe.

12 Iluminarea intersecțiilor

12.1.1 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).

12.1.2 Iluminarea intersecțiilor în afara localităților este recomandată 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 identificată o rată ridicată de accidente pe timpul nopții care nu prezintă alte cauze evidente de producere (o rată medie acceptată este de 3 accidente nocturne pe an);

- în intersecțiile adiacente zonelor cu o iluminare intensă (de exemplu zone comerciale, stații de alimentare cu carburanți);
- în intersecțiile în care din motive tehnice elementele geometrice minime de proiectare a intersecțiilor nu sunt satisfăcute;
- în intersecțiile prevăzute cu treceri de pietoni.

12.1.3 Intensitatea iluminării intersecțiilor se va realiza în conformitate cu recomandările din tabelul 12.1.

Tabelul 12.1 - Iluminarea intersecțiilor (lucși)

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

13 Vizibilitatea în intersecții

13.1 Elementele de vizibilitate în intersecții

13.1.1 Vizibilitate în intersecții este 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 în situații critice în zona intersecțiilor.

13.1.2 Elementele de vizibilitate în intersecții sunt:

- 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}^{long} .

13.2 Distanța de oprire

13.2.1 Distanța de oprire este distanța necesară ca conducătorul autovehiculului să perceapă și să reacționeze la un obiect aflat în cale și să oprească total autovehiculul în condiții de siguranță, înainte de atingerea obiectului.

13.2.2 Distanțele minime de oprire sunt funcții directe de viteza de circulație pe brațele intersecției și sunt indicate în tabelul 13.1.

Tabelul 13.1 - 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

13.3 Distanța de decizie

13.3.1 Distanța de decizie este distanța de care un conducător al autovehiculului 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 setul de manevre în condiții de siguranță.

13.3.2 Distanțele minime de decizie sunt funcții directe de viteza de circulație pe brațele intersecției și sunt indicate în tabelul 13.2.

Tabelul 13.2 - 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

13.4 Distanța de vizibilitate în plan orizontal

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

$$D_{viz} = D_{dec} + D_{stop} \quad (13.1)$$

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

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

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

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

13.5 Distanța de vizibilitate în profil longitudinal (convex)

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

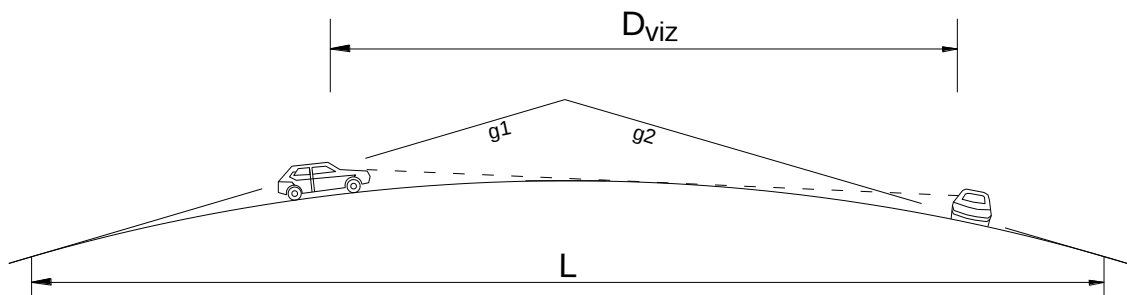


Fig.13.1 Schema de calcul pentru distanța de vizibilitate în profil longitudinal (convex)

13.5.2 Pentru cazul în care:

$$D_{viz}^{plan} < L \quad (13.2)$$

unde:

L este lungimea curbei de racordare verticale.

$$L = \frac{m \cdot D_{viz}^{plan}}{407} \quad (13.3)$$

$$m = |g_1 - g_2| \quad (13.4)$$

13.5.3 Pentru cazul în care:

$$D_{viz}^{plan} > L \quad (13.5)$$

unde:

L - este lungimea curbei de racordare verticale.

$$L = 2 \cdot D_{viz}^{plan} - \frac{407}{m} \quad (13.6)$$

$$m = |g_1 - g_2| \quad (13.7)$$

13.5.4 În funcție de viteza de proiectare a sectorului de drum pe care este situată intersecția, se recomandă valorile parametrului care măsoară curbura $K = L/m$ (K - reprezintă lungimea în plan orizontal necesară pentru a produce un schimb de 1° în curbura) prezentate în tabelul 13.3.

Tabelul 13.3 - Valorile recomandate ale parametrului de curbura K (convex)

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

13.6 Distanța de vizibilitate în profil longitudinal (concav)

13.6.1 Distanța de vizibilitate în profil longitudinal (concav) 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.

13.6.2 Pentru cazul în care:

$$D_{viz}^{plan} < L \quad (13.8)$$

unde:

L –este lungimea curbei de racordare verticale.

$$L = \frac{m \cdot (D_{viz}^{plan})^2}{120 + 3,5 \cdot D_{viz}^{plan}} \quad (13.9)$$

$$m = |g_1 - g_2| \quad (13.10)$$

13.6.3 Pentru cazul în care:

$$D_{viz}^{plan} > L \quad (13.11)$$

unde:

L - este lungimea curbei de racordare verticale.

$$L = 2 \cdot D_{viz}^{plan} - \frac{120 + 3,5 \cdot D_{viz}^{plan}}{m} \quad (13.12)$$

$$m = |g_1 - g_2| \quad (13.13)$$

13.6.4 În funcție de viteza de proiectare a sectorului de drum pe care este situată intersecția, se recomandă valorile parametrului care măsoară curbura $K = L/m$ (K - reprezintă lungimea în plan orizontal necesară pentru a produce un schimb de 1° în curbura) prezentate în tabelul 13.4.

Tabelul 13.4 - Valorile recomandate ale parametrului de curbura K (concav)

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

Anexa A Exemple de calcul

A.1 Verificarea unei intersecții semaforizate

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

A.1.1 Date inițiale

A.1.1.1 Geometria intersecției

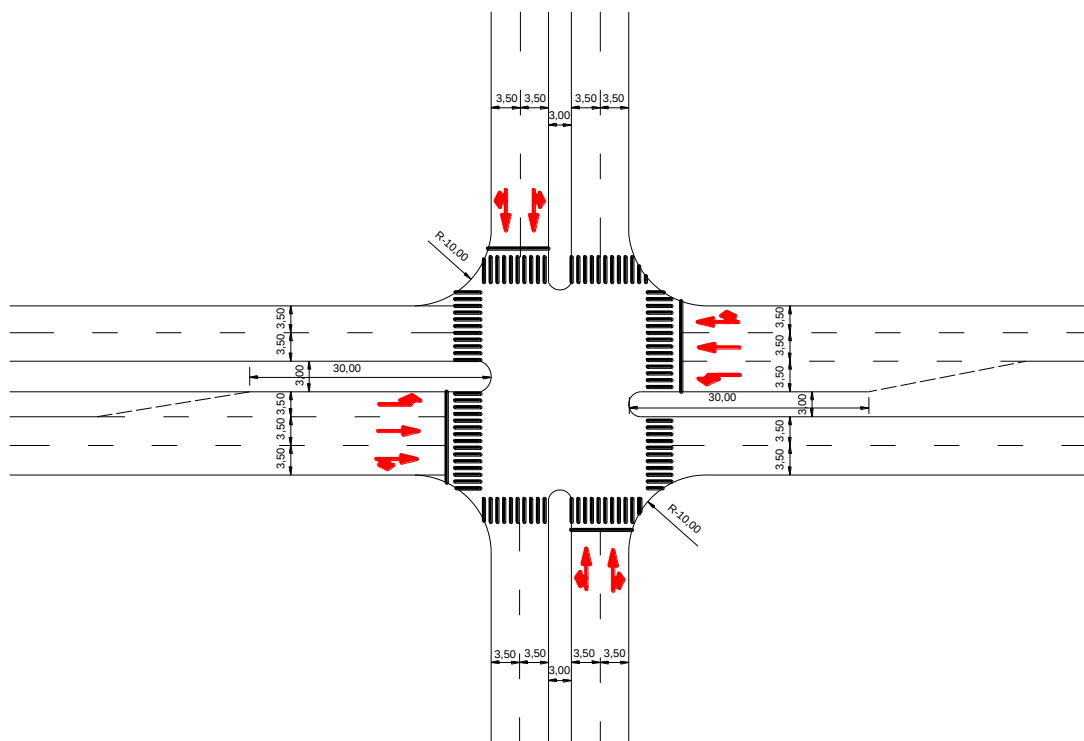


Fig. A.1.1 Date necesare. Geometria intersecției

A.1.1.2 Volumele de trafic de calcul. Date despre semaforizare

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

Fig.A.1.2 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.

A.1.1.3 Alte date

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

Declivitatea direcția Est-Vest: %G = 0%

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

Parcarea interzisă pe toate brațele intersecției

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

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

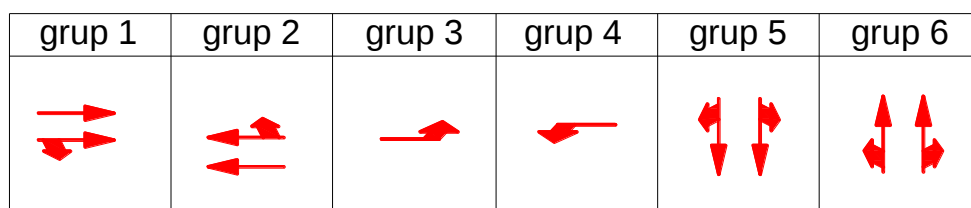
A.1.2 Soluție**A.1.2.1 Determinarea grupurilor de benzi**

Fig.A.1.3 Grupuri de benzi

Nota: Dacă există, benzile dedicate de dreapta se tratează separat, ca grup independent.

A.1.2.2 Fluxuri de saturație pe grupuri de benzi

Date	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5	Grup 6
s_o	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_p	1	1	1	1	1	1
N	2	2	1	1	2	2
f_{bb}	1	1	1	1	1	0,76
f_a	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:

$$f_w = 1 + \frac{W - 3,5}{9}$$

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

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

$$f_{bb} = \frac{N - \frac{14,4 \cdot N_B}{3600}}{N}$$

$$P_{RT} = \frac{V_{dreapta}}{\sum_{grup} V_{mișcare}^i}$$

$$f_{RT} = 1 - 0,15 \cdot P_{RT}, \text{ pentru benzi mixte, 2 benzi pe sens}$$

$$s = s_o \cdot N \cdot f_w \cdot f_{HV} \cdot f_g \cdot f_{bb} \cdot f_a \cdot f_{LU} \cdot f_{LT} \cdot f_{RT} \cdot f_{LTP} \cdot f_{RTP}$$

A.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 _{ef} (sec)	120	120	120	120	120	120
c	855	873	257	257	519	332

Formule utilizate:

$$c_i = s_i \frac{g_i}{C_{ef}}$$

A.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:

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

A.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 _{Ui}	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 _{Qi}	0	0	0	0	0	0
D _{Ci}	50,31	35,32	41,58	32,35	51,02	155,38

Formule utilizate:

$$D_{Ui} = \frac{0,5 \cdot C \cdot \left(1 - \frac{g_i}{C}\right)^2}{1 - \left[\min(1, X_i) \cdot \frac{g_i}{C}\right]}$$

$$FP_i = \frac{1 - P_i}{1 - \frac{g_i}{C_{ef}}} \quad - \quad \text{se presupune } P_i = 0,50, \text{ în lipsa datelor concrete}$$

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

Se presupune ca nu exista cozi de aşteptare iniţiale.

A.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	62,54					

Formule utilizate:

$$D_T = \frac{\sum D_{Ci} \cdot V_i}{\sum V_i}$$

Nivelul de serviciu. Intersecţii semaforizate

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

A.1.3 Concluzii

În urma analizei capacităţii de circulaţie, intersecţia se încadrează la limita superioară a nivelului „E” de serviciu, adică circulaţia este dificilă, caracterizată prin cozi de aşteptare permanente şi viteze mici de mişcare.

A.2 Optimizarea semaforizării

Pentru intersecţia care a fost verificata anterior, se cere optimizarea semaforizării şi încadrarea într-un nivel de serviciu în baza acesteia.

A.2.1 Date iniţiale

A.2.1.1 Geometria intersecţiei

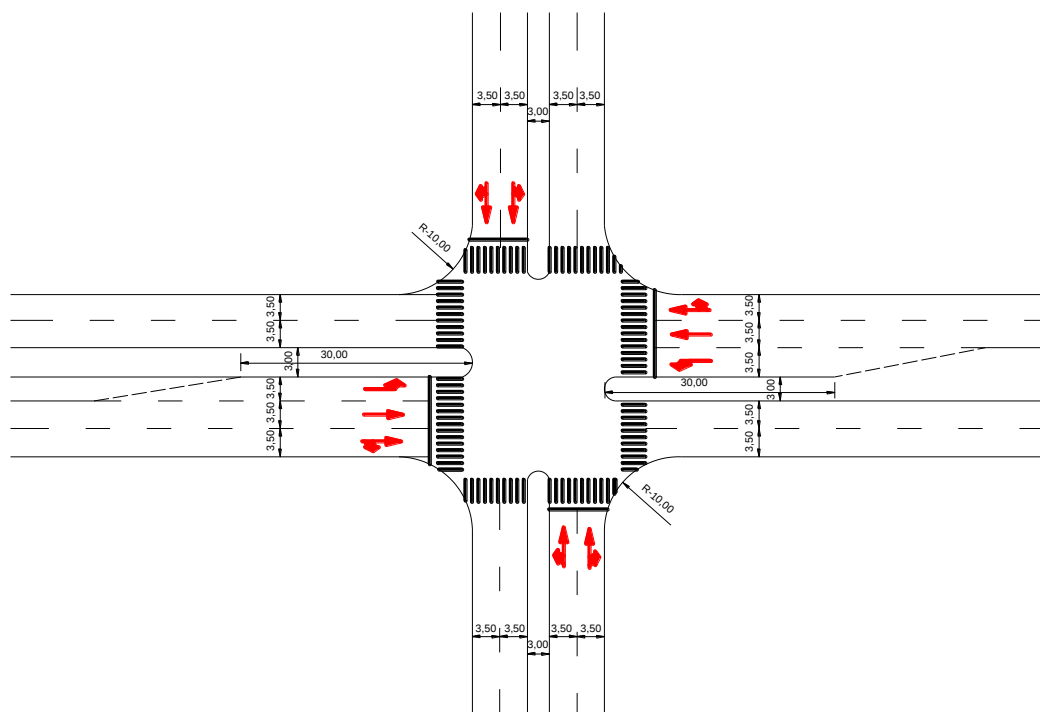


Fig.A.2.1 Date necesare. Geometria intersecției

A.2.1.2 Volumele de trafic de calcul

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

Fig.A.2.2 Date necesare. Volume de trafic de calcul

A.2.1.3 Alte date

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

Declivitatea direcția Est-Vest: %G = 0%

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

Parcarea interzisă pe toate brațele intersecției

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

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

A.2.2 Soluție

Se va păstra aceeași structură a fazelor de semaforizare.

A.2.2.1 Determinarea grupurilor de benzi

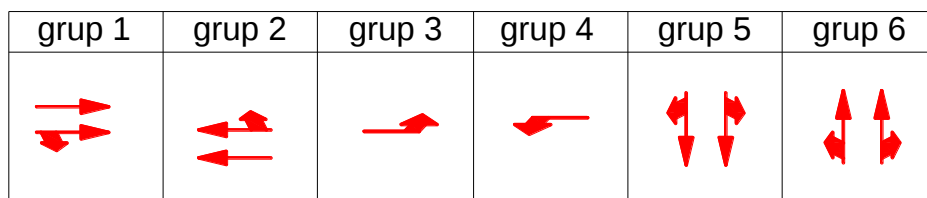


Fig. A.2.3 Grupuri de benzi

A.2.2.2 Fluxuri de saturație pe grupuri de benzi

Date	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5	Grup 6
s_o	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_p	1	1	1	1	1	1
N	2	2	1	1	2	2
f_{bb}	1	1	1	1	1	0,76
f_a	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

A.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
g (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:

$$L = C_g + C_r = t + \underbrace{\frac{V}{2 \cdot a + g \cdot G}}_{\text{galben}} + \underbrace{\frac{l + w}{V}}_{\text{roșu}}$$

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.

A.2.2.4 Determinarea timpilor minimi necesari traversări 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 _{ped}	5	5	5	5
W _E	4,00	4,00	4,00	4,00
G _{ip}	10	10	12	12

Prezența insulelor mediane asigură o trecere pietonală în 2 etape. Se presupune ca lățimea trecerii de pietoni este de 4,00 m.

Formule utilizate:

$$G_p = 3,2 + \frac{L}{S_p} + \left(0,27 \cdot \frac{N_{ped}}{W_E}\right)$$

NOTĂ - 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.

A.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 = TY _c	0.69					
L (sec)	5					
C (sec)	40					

Formule utilizate:

$$C = \frac{1,50 \cdot L + 5}{1 - Y}$$

A.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 _{i,ef}	27	77	49	49

Formule utilizate:

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

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

A.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 _{i,ef}	30	10	20	20

Formula utilizată:

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

A.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:

$$c_i = s_i \cdot \frac{g_i}{C_{ef}}$$

A.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:

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

A.2.2.10 Calculul întârzierilor

Date	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5	Grup 6
C _{ef} (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 _{ui}	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 _{qi}	0	0	0	0	0	0
D _{ci}	28,08	23,97	48,93	25,23	31,23	32,4

Formule utilizate:

$$D_{Ui} = \frac{0,5 \cdot C \cdot \left(1 - \frac{c_i}{C}\right)^2}{1 - \left[\min(1, X_i) \cdot \frac{g_i}{C}\right]}$$

$$FP_i = \frac{1 - P_i}{1 - \frac{g_i}{C_{ef}}}$$

Se presupune că $P_i = 0,50$, în lipsa datelor concrete.

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

Se presupune că nu există cozi de așteptare inițiale.

A.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:

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

A.2.3 Concluzii

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

A.3 Verificarea unei intersecții nesemaforizate

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

A.3.1 Date inițiale

A.3.1.1 Geometria intersecției

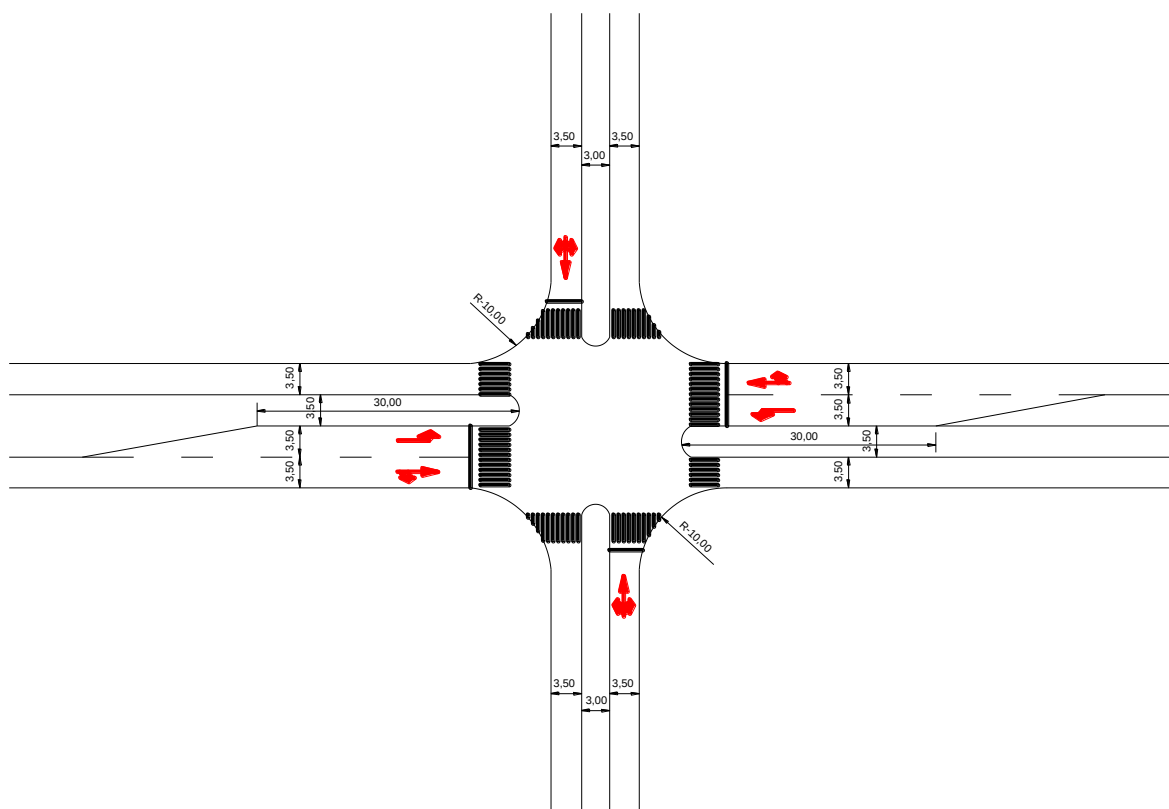


Fig. A.3.1 Date necesare. Geometria intersecției

A.3.1.2 Volumele de trafic de calcul

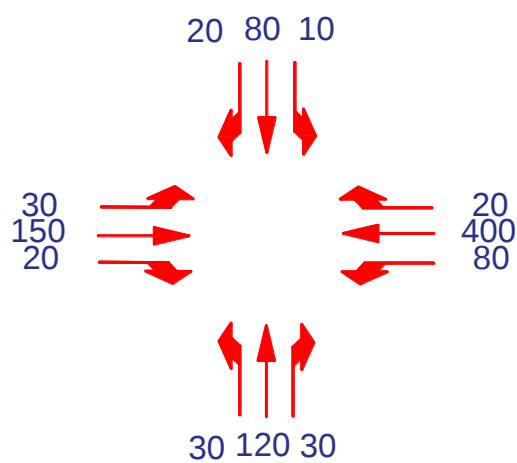


Fig.A.3.2 Date necesare. Volume de trafic de calcul

A.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.

A.3.1.4 Codificarea mișcărilor

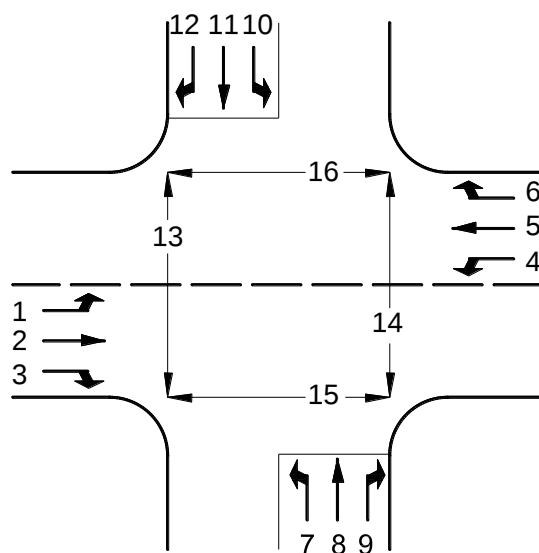


Fig.A.3.3 Codificarea mișcărilor

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

A.3.2 Soluții

Nivelul de serviciu, intersecții nesemaforizate

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

A.3.2.1 Soluția 1: fără pietoni

Codul mișcării	Rangul mișcării	Debite trafic	Debite conflict	Timp critic de acces de bază	Timp de urmare de bază	Timp critic de acces ajustat	Timp de urmare ajustat	Capacitatea mișcării	Capacitatea potențială	Impedanță mișcării	Capacitate benzi mixte	Debite de calcul	Întârzieri de control	Întârzieri medii	Nivel de serviciu	
1	2	30	420	4,1	2,2	4,1	2,25	1128	1128	1	1128	30	8,28	26,93	D	
2	1	250														
3	1	20														
4	2	80	270	4,1	2,2	4,1	2,25	1279	1279	1	1279	80	8			
5	1	400														
6	1	20														
7	4	30	540	7,1	3,5	7,1	3,55	392	451	0,87						
8	3	120	900	6,5	4	6,5	4,05	236	278	0,85	289	180	37,44			
9	2	30	260	6,2	3,3	6,2	3,35	773	773	1						
10	4	10	965	7,1	3,5	7,1	3,55	204	234	0,87						
11	3	80	900	6,5	4	6,5	4,05	236	278	0,85	262	110	28,59			
12	2	20	410	6,2	3,3	6,2	3,35	638	638	1						
13	2	0														
14	2	0														
15	1	0														
16	1	0														

A.3.2.2 Soluția 2: 100 pietoni pe ora pe fiecare braț

Codul mișcării	Rangul mișcării	Debite trafic	Debite conflict	Timp critic de acces de bază	Timp de urmare de bază	Timp critic de acces ajustat	Timp de urmare ajustat	Capacitatea mișcării	Capacitatea potențială	Impedanță mișcării	Capacitate benzi mixte	Debite de calcul pe benzi	Întârzieri de control	Întârzieri medii	Nivel de serviciu	
1	2	30	520	4,1	2,2	4,1	2,25	1037	1037	1	1037	30	8,57	51,99	F	
2	1	250														
3	1	20														
4	2	80	370	4,1	2,2	4,1	2,25	1176	1176	1	1176	80	8,28			
5	1	400														
6	1	20														
7	4	30	740	7,1	3,5	7,1	3,55	289	332	0,87						
8	3	120	1100	6,5	4	6,5	4,05	181	213	0,85	220	180	83,28			
9	2	30	460	6,2	3,3	6,2	3,35	598	598	1						
10	4	10	1165	7,1	3,5	7,1	3,55	149	171	0,87						
11	3	80	1100	6,5	4	6,5	4,05	181	213	0,85	200	110	44,43			
12	2	20	610	6,2	3,3	6,2	3,35	493	493	1						
13	2	100														
14	2	100														
15	1	100														
16	1	100														

A.4 Verificarea unui sens giratoriu

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

A.4.1 Date inițiale

A.4.1.1 Geometria intersecției

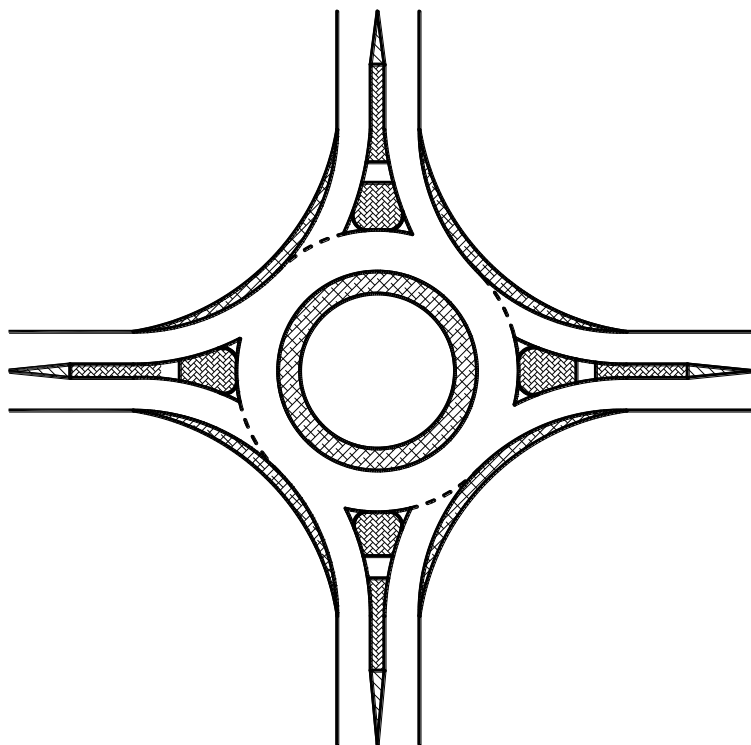


Fig. A.4.1 Date necesare. Geometria intersecției

A.4.1.2 Volumele de trafic de calcul

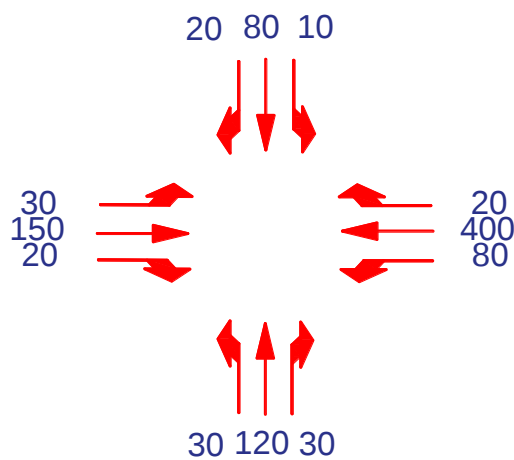


Fig. A.4.2 Date necesare. Volume de trafic de calcul

A.4.2 Soluții**Nivelul de serviciu, Intersecții nesemaforizate**

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

A.4.2.1 Soluția 1 (exponențiale)

Sens mers	Mișcare	Debite trafic	Debite braț	Debite conflict	Debite ieșire	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	9,96	A
	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									

A.4.2.2 Soluția 2 (ajustare 1500)

Sens mers	Mișcare	Debite trafic	Debite braț	Debite conflict	Debite ieșire	Timp critic acces	Timp urmare	Capacitate braț	Întârzieri pe braț	Întârzieri medii	Nivel de serviciu
E	Stânga	30	300	160	450	4,4	2,8	1205	8,98		
	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									

A.4.2.3 Soluția 3 (ajustare 1300)

Sens mers	Mișcare	Debite trafic	Debite braț	Debite conflict	Debite ieșire	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		
	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									

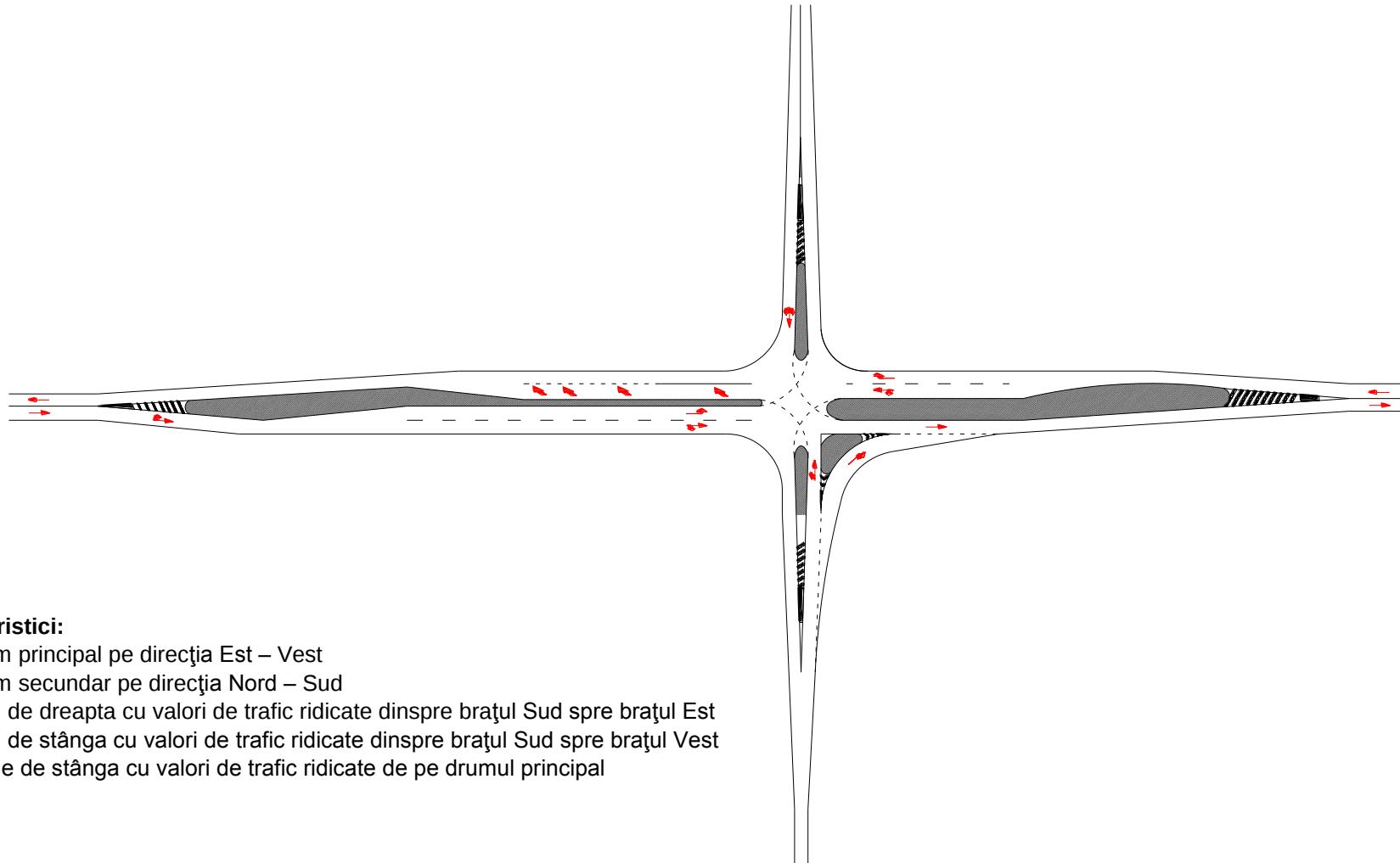
A.4.2.4 Soluția 4 (factor n_e)

	n _e =1										
Sens mers	Mișcare	Debite trafic	Debite braț	Debite conflict	Debite ieșire	Timp critic acces	Timp urmare	Capacitate braț	Întârzieri pe braț	Întârzieri medii	Nivel de serviciu
E	Stânga	30	300	160		4,4	2,8	1469	8,08		
	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									

Anexa B

Soluții de amenajare geometrică în plan a intersecțiilor la nivel

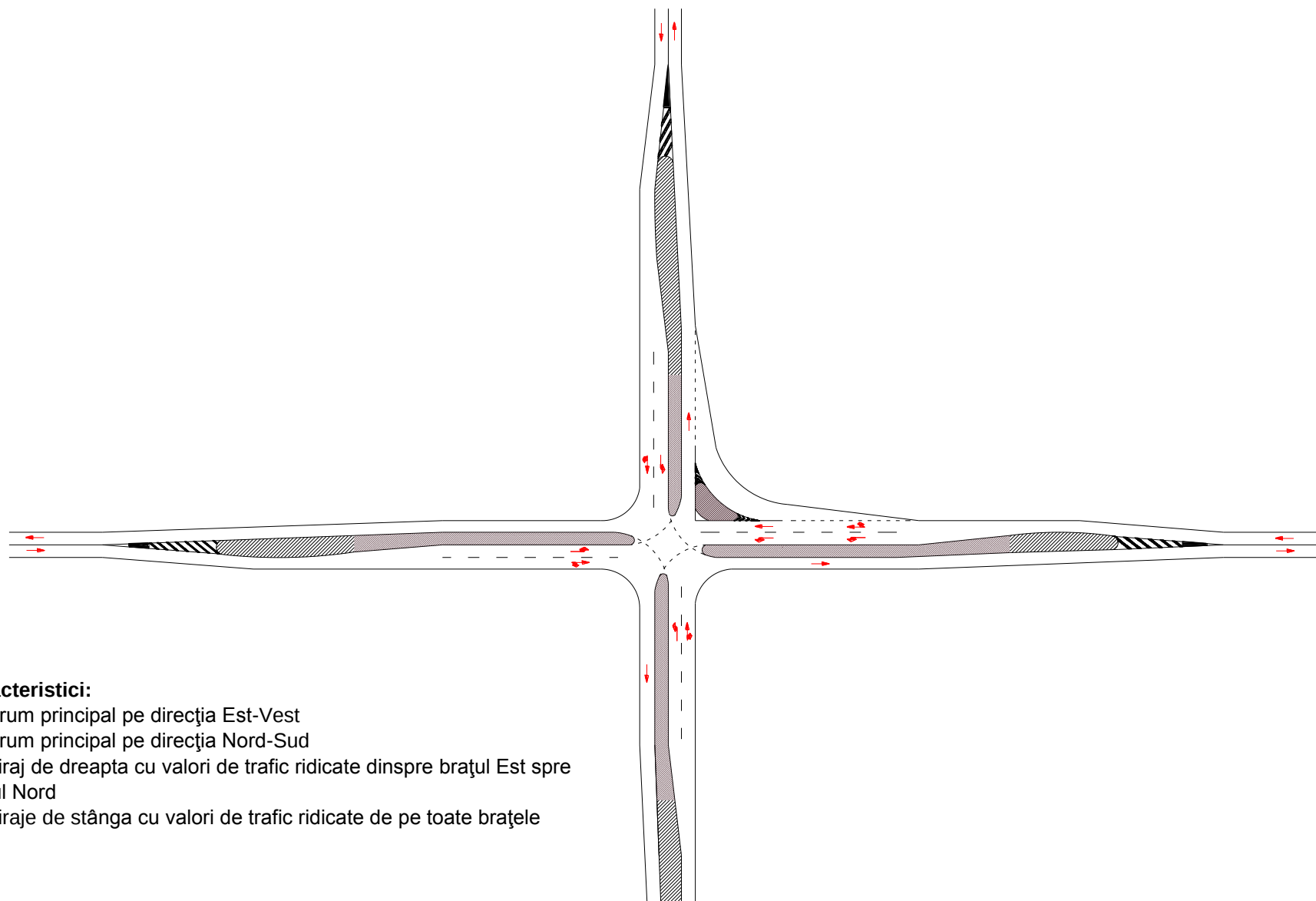
B.1 Intersecție tipică între drumuri cu 2 benzi de circulație, soluția 1



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

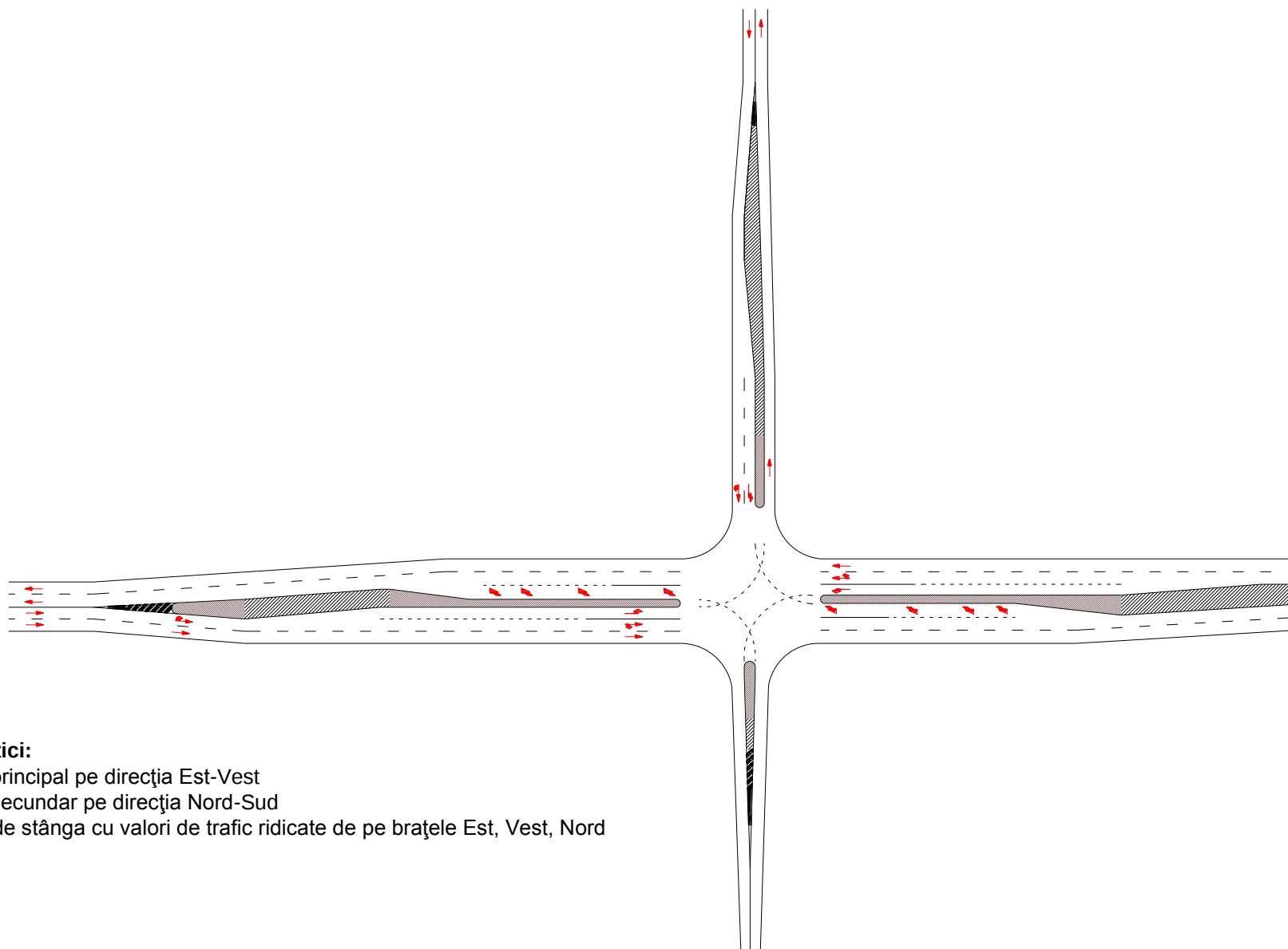
B.2 Intersecție tipică între drumuri cu 2 benzi de circulație, soluția 2



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

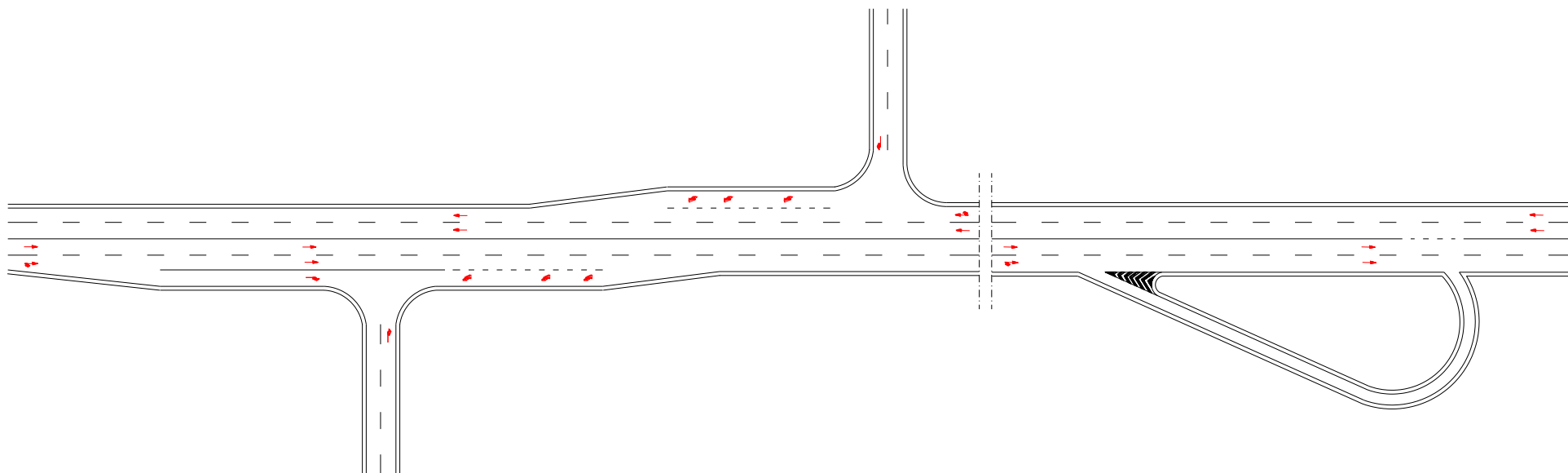
B.3 Intersecție tipică între un drum cu 4 benzi și un drum cu 2 benzi



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

B.4 Amenajare intersecții succesive în „T” cu punct de întoarcere

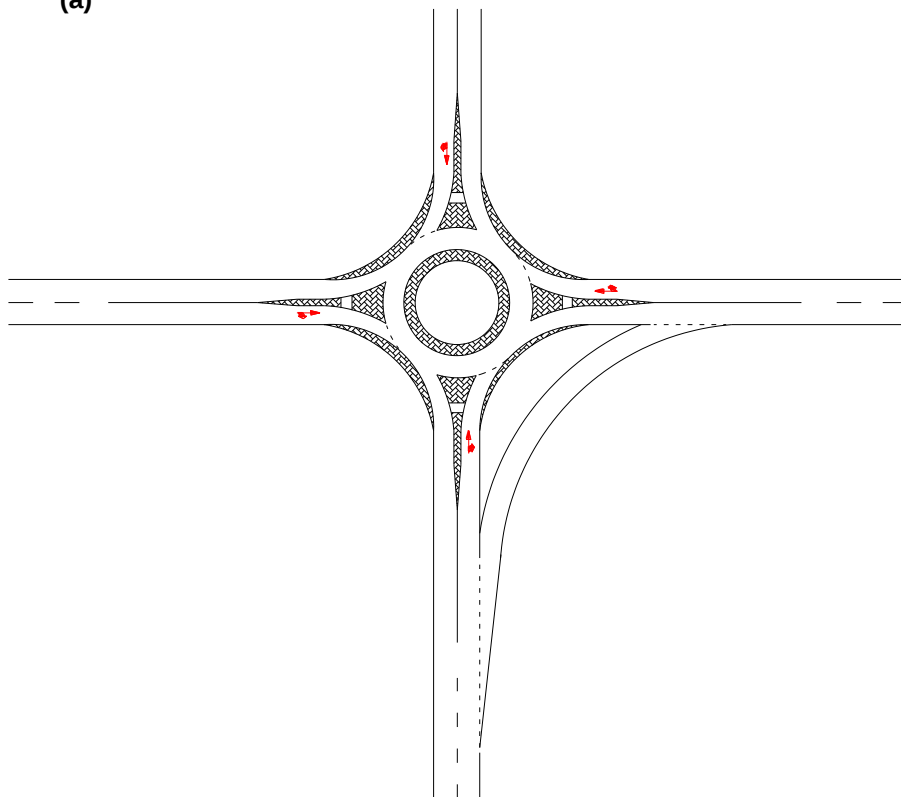


Caracteristici:

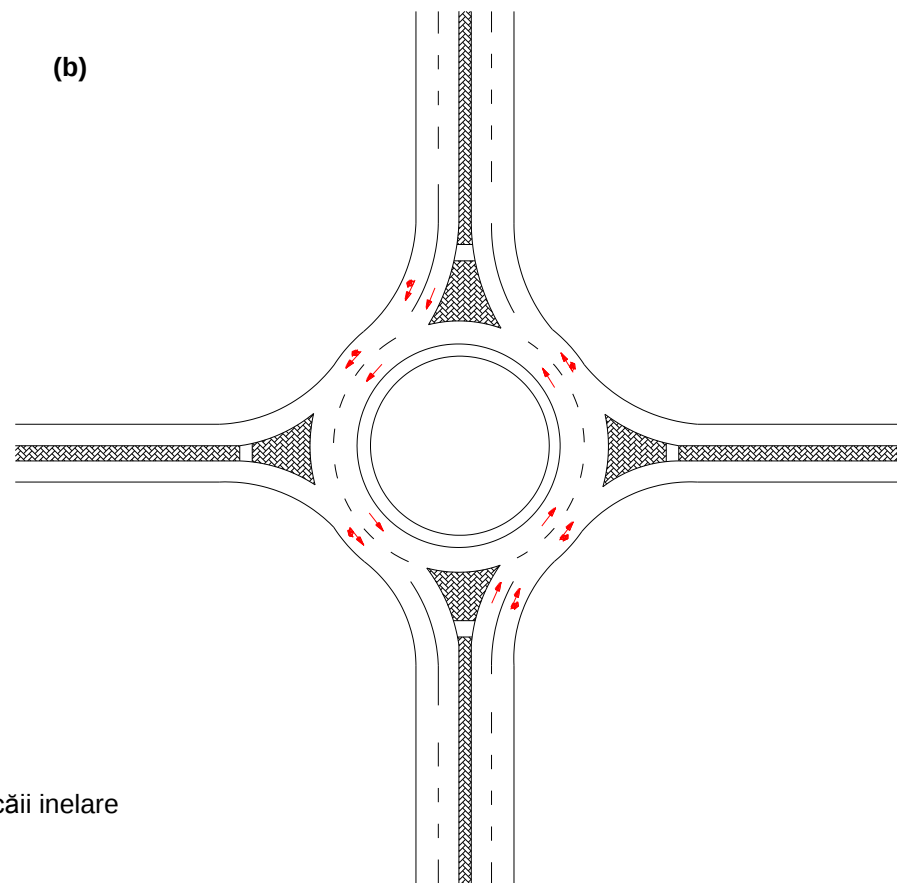
- drum principal pe direcția Est-Vest
- drumuri secundare pe direcțiile Nord, respectiv Sud

B.5 Sensuri giratorii

(a)



(b)



- (a) între drumurile cu 2 benzi de circulație și un viraj de dreapta efectuat în afara căii inelare
(b) între drumul cu 2 benzi de circulație și unul cu 4 benzi de circulație

Traducerea autentică a documentului în limba rusă

Начало перевода

1 Область применения

1.1 Настоящий Норматив содержит общие принципы и технические условия организации пересечений в одном уровне между всеми дорогами общего пользования, а так же между ними и частными автомобильными дорогами, открытыми для общего движения.

1.2 Настоящий Норматив применяется к пересечениям, расположенным как внутри, так и за пределами населенных пунктов.

1.3 Настоящий Норматив не применяется для расчета и проектирования пересечений автомобильных дорог в разных уровнях или в случаях дорожных развязок.

1.4 Норматив не применяется для расчета и проектирования пересечений с неорганизованным дорожным движением, на которых используется правило «помеха с права».

1.5 Обустройство, изменение или планировка пересечений в одном уровне выполняются в соответствии с настоящими нормами.

1.6 В данном Нормативе рассматриваются следующие пересечения в одном уровне:

- кольцевые пересечения, со светофорным и без светофорного регулирования;
- кольцевые пересечения без светофорного регулирования и пересечения по типу "турбо-кольца".

1.7 Настоящий Норматив должен применяться государственными органами в области автомобильных дорог, физическими и юридическими лицами осуществляющими деятельность в области дорог, а также проектными, научными и учебными заведениями дорожной отрасли. Норматив предназначен для разработки проектной документации на строительство, ремонт, обустройство, переобустройство и реконструкцию пересечений в одном уровне.

2 Нормативные ссылки

NCM D.02.01-2015	Проектирование автомобильных дорог общего пользования
CP D.02.11-2014	Рекомендации по проектированию улиц и дорог городов и сельских поселений
BCH 103-74	Технические указания по проектированию пересечений и примыканий автомобильных дорог
SM SR 4032-1:2013	Lucrări de drumuri. Terminologie
SM STAS 4032/2:2005	Tehnica traficului rutier. Terminologie

3 Термины и определения

Общая полоса – полоса дорожного движения с которой одновременно может выполняться движения в два или три направления.

Полоса переходно-скоростная – дополнительный к основным полосам движения участок позволяющий переход от одного скоростного режима к другому (при включении в общий поток).

Выделенная полоса – полоса движения с которой выполняется движение в одном направлении (на лево, на право или вперед).

Подход к пересечению – любая часть автомобильной дороги, прилегающая к перекрестку, которая обеспечивает доступ транспортных средств. Подход может обеспечить движение по нескольким направлениям.

Полоса накопления – дополнительный к основным полосам движения участок обеспечивающий накопление автотранспортных средств проезжающих пересечение.

Светофорный цикл – временной интервал, соответствующий одной полной последовательности смены цветов или сигнальных операций на сигнальной установке.

Постоянное движение – движение при котором на участке автомобильной дороги не возникают причины для остановки транспортных средств, кроме тех которые зависят от собственного движения транспортного потока.

Регулируемое движение – регламентирование порядка проезда перекрестка посредством сигналов регулировщика или светофора.

Прерывающееся движение – движение при котором на соответствующем участке автомобильной дороги существуют причины систематических остановок транспортных средств, кроме тех которые зависят от собственного движения транспортного потока (пересечения в одном уровне, шлагбаумы, дорожные знаки потери приоритета и т. д.)

Дорожное движение – движение по автомобильной дороге автотранспортных средств и других участников движения при конкретных условиях его организации и дорожного обустройства.

Коэффициент приведения – коэффициент приведения интенсивности движения физических транспортных средств из определенной группы (категории) к интенсивности расчетных транспортных средств. Коэффициент приведения может представлять собой:

- отношение динамического заполнения проезжей части автомобильной дороги одним физическим транспортным средством и соответствующего заполнения расчетным легковым автомобилем (для определения пропускной способности дороги);

- отношение между нагрузкой на дорожную одежду (напряженное состояние, деформация, усталость материала) от физического транспортного средства и нагрузкой от расчетного транспортного средства (для определения несущей способности дорожной одежды).

Состав дорожного движения – распределение интенсивности дорожного движения по группам транспортных средств.

Плотность дорожного движения – количество транспортных средств, расположенных в определенное время на единице длины автомобильной дороги или полосы движения, за исключением припаркованных транспортных средств.

Схема интенсивностей движения – графическое изображение изменения интенсивности движения за определенный промежуток времени (день, год). Выражается в количестве физических или приведенных транспортных средств по направлениям движения или общее в обоих направлениях.

Право доступа – возможность одного транспортного средства или пешехода выполнить желаемый маневр через пересечение.

Фаза движения – определенный неконфликтный маневр или группа неконфликтных маневров (защищенные движения) или конфликтных маневров (разрешенные движения), для которых одновременно включен «зеленый» сигнал.

Пересечение – территория на которой соединяются или пересекаются два или более пути наземного автодорожного сообщения, включая все объекты организации этой территории для обеспечения сквозного движения.

Регулируемое пересечение – пересечение на котором движение автомобилей регулируется либо дорожными знаками либо светофорами или другими системами регулирования. В настоящем Нормативе регулируемое пересечение означает пересечение, на котором движение автомобилей регулируется дорожными знаками.

Простое необорудованное пересечение – пересечение на котором движение автомобилей не регулируется ни дорожными знаками ни светофорами или другими системами регулирования. Как правило, на нерегулируемых пересечениях действует правило «помеха с права».

Пересечение со светофорным регулированием (регулируемое пересечение) – пересечение на котором пропуск автотранспортных средств осуществляется на основании сигналов системы светофорного регулирования.

Длина цикла светофора – время, необходимое для обслуживания всех фаз одного пересечения. Это время, измеренное от начала «зеленого сигнала», соответствующего одной фазе, до начала следующего «зеленого» сигнала той же фазы.

Дорожный маневр – любой поток транспортных средств или пешеходов, которые выполняют определенное движение на пересечении. Как правило, на одном пересечении для каждого подхода есть четыре типа маневров: движение вперед, движение на лево (или левоповоротное) движение на право (или правоповоротное) и движение назад.

Разрешенное движение – движение транспортных средств, разрешенное и осуществляемое путем предоставления приоритета пешеходам и/или другим конфликтующим потокам транспорта.

Защищенное движение – разрешенное дорожное движение транспортных средств которое выполняется без необходимости пропуска пешеходов и других конфликтных движений.

Уровень содержания пересечения – показатель, включающий в себя условия дорожного движения на пересечении (имеющий 6 степеней от А до F).

В таблице 3.1 представлено описание условий дорожного движения для каждого уровня содержания пересечения.

Таблица 3.1 – Условия дорожного движения в зависимости от уровня содержания

Уровень содержания	Описание
А	дорожное движение свободное, без очередей, скорость движения не ограничена
В	дорожное движение свободное, без очередей, скорость движения несколько ограничена
С	дорожное движение допустимое, возможно формирование очередей, скорость движения несколько ограничена
Д	дорожное движение допустимое, короткие очереди, скорость движения ограничена
Е	дорожное движение затруднено, постоянные очереди, скорость движения ограничена
F	дорожное движение очень затруднено, постоянные очереди, скорость движения ограничена, многочисленные остановки

Светофор дорожный – светосигнальное устройство, применяемое для регулирования очередности пропуска транспортных средств и пешеходов.

Последовательность фаз – порядок, в котором фазы движения запускаются и указываются участникам дорожного движения.

Физическая территория перекрестка – зона в пределах которой пересекаются наземные пути сообщения, иными словами, общая эффективная площадь, на которой располагаются подходы к пересечению (рис. 3,1 (а)).

Функциональная территория перекрестка – зона расположенная вокруг пересечения, которая

включает в себя (1) дополнительные полосы и объекты канализирования движения на них, (2) зоны восприятия-реакции, (3) зоны маневрирования, (4) зоны накопления транспортных средств в очереди ожидания (рис. 3,1 (b)).

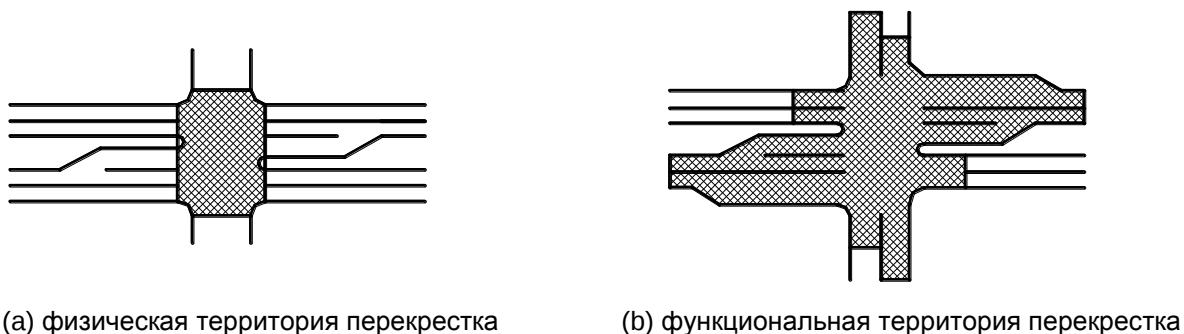


Рис. 1 Площадь пересечения

Время освобождения (пересечения) – время, затрачиваемое транспортными средствами, застигнутыми на физической площади пересечения сменой фаз, для освобождения этого пространства (полный «красный» сигнал – для всех подходов).

Время безопасности – время выделяемое водителям транспортных средств для принятия решения о подготовке к остановке и эффективной остановке, если остановка может быть выполнена в условиях безопасности («желтый» сигнал).

В настоящем нормативе используются и другие термины и определения согласно SM SR 4032-1 и SM STAS 4032/2.

4 Общие положения

4.1. Выбор типа пересечения

4.1.1 Выбор типового решения выполненного с учетом положений технических нормативов, не освобождает специалиста-инженера от расчета и его конструирования. Тип пересечения выбирается в зависимости от нескольких факторов:

- тип и функциональность дорог в сети;
- требуемая пропускная способность, с учетом перспективной интенсивности движение;
- уровень безопасности дорожного движения;
- политика управления дорожным движением;
- пространственные возможности и ограничения;
- объем инвестиций, операционные расходы и стоимость содержания.

4.2 Функциональная классификация автомобильных дорог

4.2.1 В данном Нормативе в зависимости от доли транзитных перевозок (дальнего следования по отношению к прилегающей зоне влияния) по автомобильным дорогам, их можно классифицировать как:

- основные дороги – это дороги, по которым в основном осуществляются транзитные перевозки, а также в очень малой степени местное движение или движение на короткие расстояния;
- соединяющие или распределяющие автомобильные дороги – это дороги, по которым осуществляется мало транзитных перевозок, а в большей степени, движение между

различными относительно близкими зональными компонентами или соединении / распределении движения со смежных застроенных территорий;

- местные дороги – это дороги, по которым осуществляется в основном местное движение.

4.2.2 Текущая административная классификация автомобильных дорог в Республике Молдова подразделяет их на 3 функциональные категории, как показано в таблице 4.1. В конкретных ситуациях существуют участки национальных дорог, которые на большом протяжении пересекают застроенные территории населенных пунктов, или вдоль них относительно недалеко расположены населенные пункты, и тогда увеличивается доля местного движения, возникает необходимость организовывать частые пересечения с левыми поворотами и в таком случае эти дороги больше не могут функционировать как транзитные.

4.2.3 В таких ситуациях применяются решения по реконфигурации сети и строительству объездных дорог

Таблица 4.1 – Функциональные категории автомобильных дорог

Функциональная категория	Наименование	Категория автомобильной дороги общего пользования	Транзитное движение [%]	Местное движение [%]
I	основные дороги	автомагистрали, скоростные автомобильные дороги, республиканские автомобильные дороги	75-95	5-25
II	соединяющие/распределяющие автомобильные дороги	региональные автомобильные дороги, автомобильные дороги местного значения	35-75	25-65
III	местные дороги	Местные, коммунальные автомобильные дороги, улицы	5-15	85-95

4.3 Классификация пересечений по функциональности

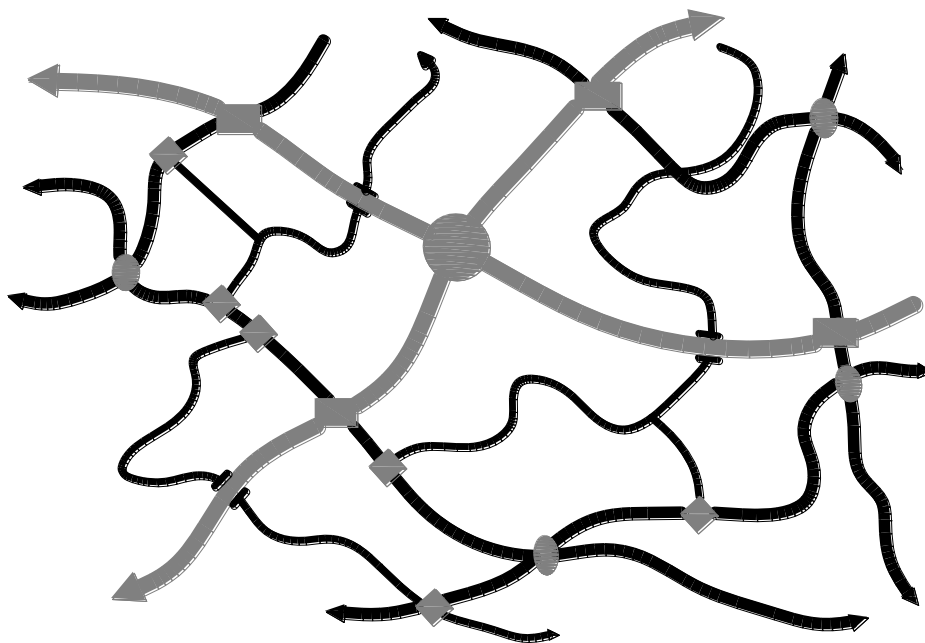
4.3.1 В зависимости от функциональной категории пересекающихся дорог пересечения подразделяются на четыре функциональных класса:

- пересечения I-го класса включают транспортные узлы и пересечения в разных уровнях большой пропускной способности;
- пересечения II-го класса включают пересечения в разных уровнях, регулируемые пересечения полной геометрии, пересечения по типу "турбо-кольцо" большой пропускной способности;
- пересечения III-го класса включают регулируемые светофорные пересечения, пересечения по типу "турбо-кольцо" большой пропускной способности, нерегулируемые пересечения полной геометрии;
- пересечения IV-го класса включают кольцевые пересечения, пересечения типа "мини-кольцо", нерегулируемые пересечения, неконтролируемые подъезды.

4.3.2 Для поддержания функционального класса пересекающихся автомобильных дорог выбор пересечений, с точки зрения функциональности автомобильных дорог, осуществляется в соответствии с таблицей 4.2.

Таблица 4.2 – Классы пересечений. Принципы выбора

	Основная дорога	Коллекторная дорога	Местная дорога
Основная дорога	Класс I	Класс I,II	-
Коллекторная дорога	Класс I,II	Класс II	Класс II,III
Местная дорога	-	Класс II,III	Класс IV



	Главная дорога		Узел автомобильной дороги (класс I)
	Соединяющая дорога		Пересечение в разных уровнях (класс II)
	Местная дорога		Пересечение в одном уровне (класс III)
			Пересечение в одном уровне (класс IV)
			Путепровод без съезда

Рис. 4.1 Классы пересечений

4.3.3 Не рекомендуется обустройства пересечения между главными и местными дорогами. Однако, в случае необходимости обустройства пересечения между главной и местной дорогой, оно должно быть I или II класса.

4.4 Плотность пересечений

4.4.1 Размещение пересечений на близких расстояниях друг от друга создает проблемы касающиеся:

- видимости на пересечении;

- восприятия пересечения, а также адаптации к условиям движения;
- предвидения дорожных событий;
- восприятия и понимания значения дорожных знаков.

4.4.2 Плотность пересечений на автомобильной дороге определяется в зависимости от скорости движения (расчетная скорость согласно NCM D.02.01 или установленная скорость – та, которая имеет более низкое значение) и от функционального класса дороги.

Таблица 4.3 – Минимальные расстояния между пересечениями (м)

Класс пересечения	Установленная скорость		
	< 60 км/ч	60 – 90 км/ч	90 – 110 км/ч
Класс I	-	1000	1500
Класс II	600	800	1200
Класс III	400	600	800
Класс IV	200	400	-

4.4.3 Ограничение числа пересечений на автомобильных дорогах осуществляется с целью:

- повышения безопасности дорожного движения за счет сокращения числа зон потенциальных конфликтов;
- увеличения пропускной способности и плавности движения, посредством уменьшения количества возмущений.

4.5 Размещение пересечений в плане

4.5.1 При проектировании новых пересечений должны учитываться положения ВСН-103, а их размещение в плане должно выполняться в соответствии с минимальными условиями, указанными в таблице 4.4, в зависимости от их функционального класса.

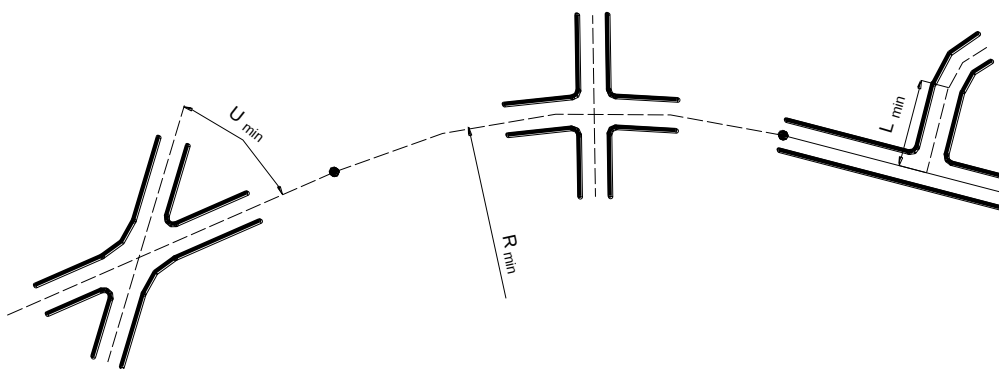


Рис.4.2 Геометрические элементы трассы

Таблица 4.4 – Минимальные значения геометрических элементов трассы

Класс пересечения	Минимальный радиус, (R_{min} , м)	Минимальный угол, (U_{min} , °)	Минимальный тангенс, (L_{min} , м)
Класс I	500	70	300
Класс II	300	70	100
Класс III	200	65	25
Класс IV	100	60	15

4.6 Расположение пересечений в профиле

4.6.1 Максимальный уклон подходов к пересечениям расположенным на автомобильных дорогах с максимальной скоростью движения 70 км / ч, не должен превышать 6 %.

4.6.2 Максимальный уклон подходов к пересечениям расположенным на автомобильных дорогах со скоростью движения более 70 км / ч, не должен превышать 3 %.

4.7 Данные, необходимые для проектирования пересечений

4.7.1 Новые, реабилитированные или модернизированные пересечения проектируются с учетом положений NCM D.02.01 и CP D.02.11, на основании значений перспективной интенсивности движения. Минимальные перспективные сроки в зависимости от класса пересечения показаны в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Перспективные сроки для проектирования пересечений

Класс пересечения	Перспективный срок
Класс I	20 лет
Класс II	15 лет
Класс III	10 лет
Класс IV	5-10 лет

4.7.2 Для проверки пропускной способности пересечений в одном уровне, независимо от режима управления дорожного движения, необходимо собрать следующие текущие данные:

- значения интенсивности;
- планировка пересечения;
- управление движения в пределах пересечения.

4.7.3 Значения интенсивности (или число автотранспортных средств) должны быть установлены по каждому направлению движения по категориям транспортных средств.

4.7.4 Если пропускная способность пересечения превышена (присутствуют остаточные очереди ожидания), дополнительно должны быть установлены значения интенсивности движения, приближающегося к пересечению в створе со смежным текущим движением, отдельно для каждого подхода, по категориям транспортных средств. До начала измерения, а также с заданными интервалами (например, 5 минут, 15 минут) по мере необходимости отдельно для каждого подхода должны быть отмечены длины очередей ожидания (выраженные в количестве транспортных средств).

4.7.5 Минимальная продолжительность сбора данных по интенсивности дорожного движения определяется в зависимости от класса пересечения, в соответствии с таблицей 4.6.

Таблица 4.6 – Продолжительность сбора данных по интенсивности дорожного движения

Пересечение	Количество часов	Количество дней	Замечания
Класс I	24 часа в сутки	мин. 21 день	Выделяются сезонность, специальные события
Класс II	мин. 16 часа в сутки	мин. 7 дней	Выделяются часы пик
Класс III	мин. 8 часа в сутки	мин. 7 дней	Выделяются часы пик
Класс IV	мин. 8 часа в сутки	мин. 3 дня	Выделяются часы пик и <i>și traficul de weekend</i>

4.7.6 Другие необходимые элементы:

- показатель часа пик;
- количество пешеходов пересекающих каждый съезд/подход;
- количество автобусов останавливающихся в функциональной зоне пересечения (количество остановок в час);
- количество парковочных маневров в зоне влияния пересечения (количество парковочных маневров в час)
- тип прибытия на каждый подход (смотри классификацию типов прибытия для светофорных пересечений);
- скоростной режим движения на каждом подходе.

4.7.7 Методы сбора данных по интенсивности движения:

- автоматический подсчет: для измерений, которые выполняются в течение нескольких дней, рекомендуется устанавливать автоматические счетчики, различающие типы транспортных средств;
- полуавтоматический подсчет: для измерений в течение нескольких часов рекомендуется использовать ручные счетчики, различающие типы транспортных средств и направления движения;
- ручной подсчет: для простых, краткосрочных измерений рекомендуется использовать как полуавтоматические счетчики, так и визуальный учет по транспортным средствам и направлениям движения.

4.7.8 Должны быть собраны данные о геометрических элементах пересечения необходимые для создания соответствующей схемы:

- количество и ширина полос движения на каждом из подходов пересечения;
- количество, длина и ширина переходных полос для осуществления поворотов, если таковые имеются;
- конфигурация и назначение полос;
- продольный уклон проезжей части на каждом подходе;
- радиус сопряжения бордюров (приблизительный);
- максимальная длина полосы накопления – наличие смежных пересечений;
- переходно-скоростные полосы;
- положение и ширина пешеходных переходов;
- другие частные элементы.

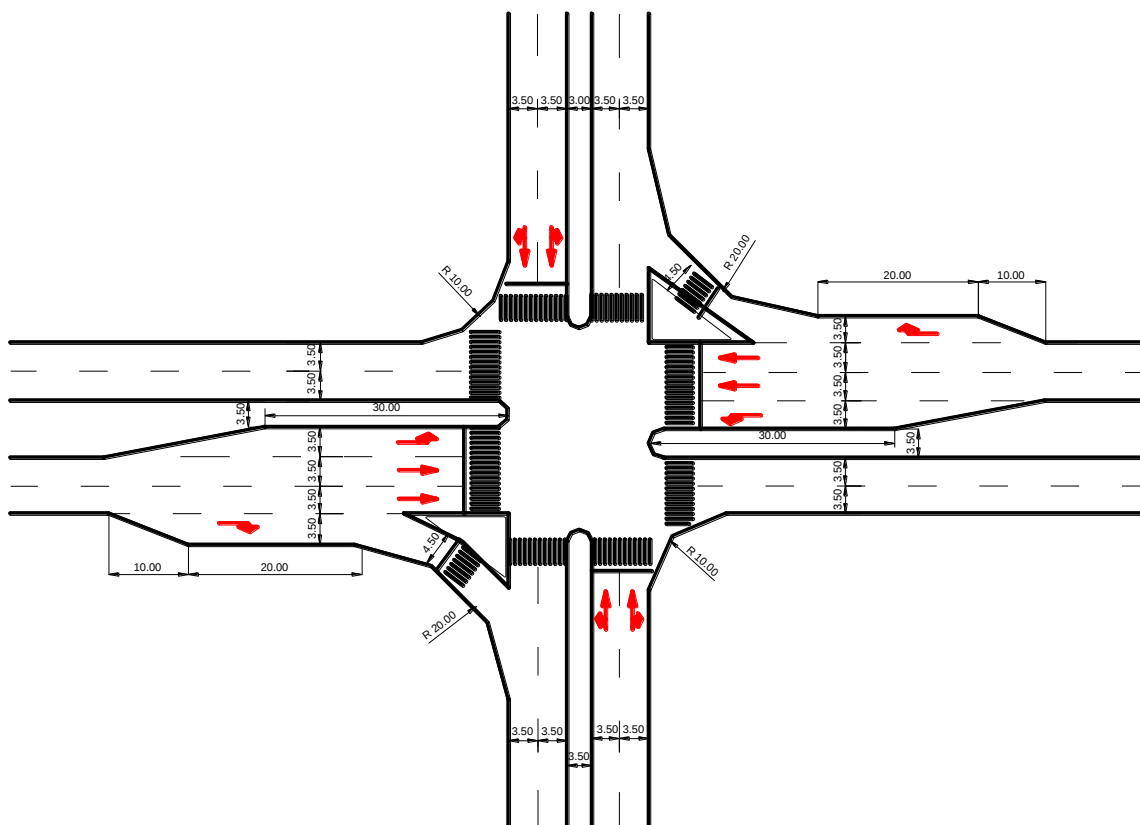
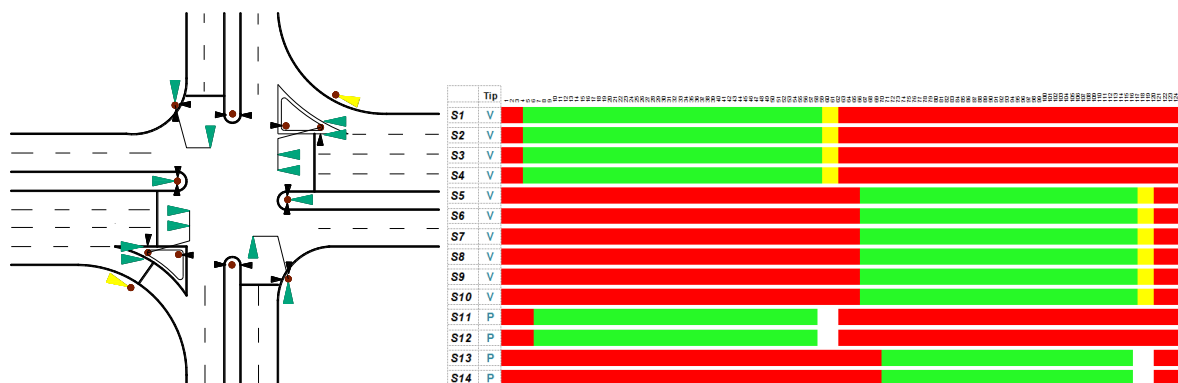


Рис. 4.3 Пример схемы геометрических элементов классического перекрестка

4.7.9 Должны быть идентифицированы элементы, характерные контролю движения через пересечение:

- дороги / улицы / подходы с приоритетным режимом движения;
- дороги / улицы / подходы без приоритетного режима движения, а также и способ контроля движения (уступи дорогу, стоп);
- светофорное регулирование:
 - 1) длительность цикла; количество и длительность фаз;
 - 2) время безопасности и освобождения;
 - 3) план (диаграмма) светофорного регулирования;
 - 4) разрешенные маневры для каждой фазы;
 - 5) минимальное время для перехода пешеходов;
- зоны вливания в поток.

4.7.10 Для пересечений со светофорным регулированием должно быть указано расположение светофоров, которым присвоены коды включенные в диаграмму светофорного регулирования.



a) расположение светофоров

b) диаграмма светофорного регулирования

Рис. 4.4 Расположение светофоров и диаграмма светофорного регулирования

5 Общая методология

5.1 Технические условия

5.1.1 Для новых проектируемых пересечений, для всех периодов анализа, рекомендуется минимальный уровень содержания «С».

5.1.2 Для пересечений, подвергнутых каким-либо улучшениям, для всех периодов анализа, рекомендуется минимальный уровень содержания «D».

5.1.3 Методики расчета пропускной способности пересечений, представленные в данном Нормативе, применимы только к пересечениям пропускная способность которых превышена не более чем на 50%. В случае сильно перегруженных пересечений результаты расчетов пропускной способности не отражают реальных условий. Для данных пересечений должны использоваться альтернативные методы расчета, а именно микро-симуляция движения.

5.2 Типы исследований

5.2.1 Типы исследований которые могут быть выполнены на пересечениях, показаны в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Типы исследований

Тип исследования	Необходимые данные	Цель	Замечания
Проверка	Интенсивность движения. Светофорное регулирование. Геометрия	Уровень обслуживания	
Проектирование светофорного регулирования	Интенсивность движения. Геометрия. Уровень содержания	Время светофорного регулирования	Необходима первоначальная оценка длительности цикла светофорного регулирования, а затем проверка
Проектирование геометрии	Интенсивность движения. Светофорное регулирование. Уровень содержания	Геометрические элементы пересечений	Необходимо первоначальное предложение по геометрии пересечения, а затем ее проверка

Таблица 5.1 (продолжение)

Тип исследования	Необходимые данные	Цель	Замечания
Проектирование движения	Уровень содержания Светофорное регулирование. Геометрия	Максимальный объем движения	Включает повторяющийся процесс расчета для оценки требуемого уровня обслуживания

5.3 Период исследований

5.3.1 Исследование пропускной способности пересечений будет выполнено по одному или нескольким из описанных ниже сценариев.

- Сценарий 1: анализ одного периода времени, $T = 1$ час (час пик);
 - 1) оптимальный для часа пик;
 - 2) возможная неэффективность вне часа пик;
- Сценарий 2: анализ нескольких периодов времени, $T = 2, 3$ или 4 часа (часы с наиболее интенсивным движением);
 - 1) оптимальный для разных периодов времени;
 - 2) возможная неэффективность в час пик;
- Сценарий 3: анализ нескольких периодов времени, $T = 8$ часов (часы в течение суток);
 - 1) оптимальный для продолжительных периодов времени;
 - 2) возможная неэффективность в периоды наиболее загруженных часов.

5.3.2 Выбор периодов исследований производится с учетом изменения интенсивности дорожного движения во времени (ежедневное, еженедельное, ежемесячное, ежегодное изменение), а также функционального класса пересечения.

5.3.3 Исследование пропускной способности должен учитывать еженедельное изменение, ежемесячное изменение и любой другой эффект сезонности интенсивности движения определенный в полевых условиях.

5.3.4 Если в течение одного дня существует несколько критических периодов (утренний час пик, вечерний час пик), периоды, в которых интенсивность и структура движения изменяются кардинально, необходимо провести исследование пропускной способности для всех этих периодов.

5.3.5 Максимальный 15 минутный пик определяется из часовых полевых измерений. Максимальная часовая интенсивность (или расчетная интенсивность) может быть рассчитана как произведение максимальной 15 минутной интенсивности на четыре.

$$FV = \frac{V}{4 \cdot V_p} \quad (5.1)$$

где:

FV - коэффициент часа пик;

V - часовая интенсивность, (авт./час);

V_p - максимальная интенсивность 15 минутного периода (авт./час).

5.4 Обоснование установки светофора

5.4.1 Необходимо провести исследование пропускной способности, интенсивности движения пешеходов и геометрических элементов пересечения, чтобы обосновать введение светофорного регулирования.

5.4.2 Рекомендуется, чтобы светофорное регулирование пересечения рассматривалось только при выполнении одного или нескольких из следующих условий. Если выполняется хотя бы одно из нижеследующих условий, введение светофорного регулирования как метода управления дорожного движения подлежит специализированному исследованию.

5.4.3 Условие 1: Интенсивность движения соответствует 8-часовому периоду.

Необходимость введения системы светофорного регулирования на пересечении может рассматриваться в качестве решения, если для любого 8-ми часового промежутка одних обычных суток выполняются следующие условия:

- а) часовая интенсивность, указанная в столбце (3) таблицы 5.2, присутствует на автомобильной дороге принятой главной, и часовая интенсивность, указанная в столбце (4) таблицы 5.2, присутствует на автомобильной дороге принятой второстепенной (условие минимальной интенсивности);
- б) часовая интенсивность, указанная в столбце (3) таблицы 5.3, присутствует на автомобильной дороге принятой главной, и часовая интенсивность, указанная в столбце (4) таблицы 5.3, присутствует на автомобильной дороге принятой второстепенной (условие прерывания основного потока).

Таблица 5.2 – Условия минимальной интенсивности, 8 часов

Количество полос на каждом съезде		Часовая интенсивность по главной дороге (всего, оба подхода)	Часовая интенсивность по второстепенной дороге (одно направление)
Главная дорога	Второстепенная		
(1)	(2)	(3)	(4)
1	1	500	150
>2	1	600	150
>2	>2	600	200
1	>2	500	200

Таблица 5.3 – Условие прерывания основного потока, 8 часов

Количество полос на каждом съезде		Часовая интенсивность по главной дороге (всего, оба подхода)	Часовая интенсивность по второстепенной дороге (одно направление)
Главная дорога	Второстепенная		
(1)	(2)	(3)	(4)
1	1	750	75
>2	1	900	75
>2	>2	900	100
1	>2	750	100

5.4.4 Условие 2: Интенсивность дорожного движения, соответствующий 4-часовому периоду

Необходимость введения системы светофорного регулирования на пересечении может рассматриваться в качестве решения, если для любого 4-х часового промежутка одних обычных суток точки графика представляющие собой часовые интенсивности на главной дороге (общая по обоим направлениям) и соответствующие часовые интенсивности на второстепенной дороге (в одном направлении) расположены выше кривой применимой для соответствующей планировки пересечения изображенной на номограмме, представленной на рис. 5.1.

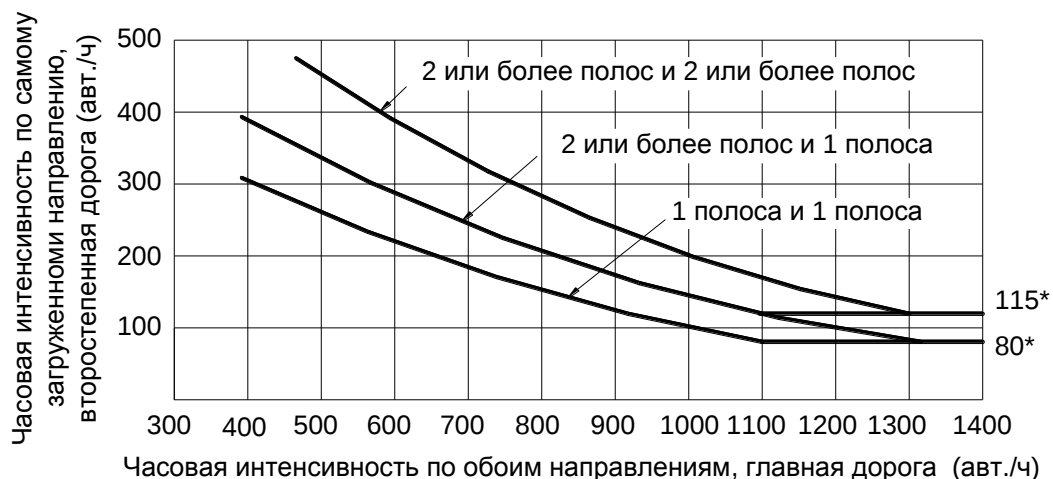


Рис.5.1 Условие по интенсивности дорожного движения, 4 часа

5.4.5 Условие 3: Интенсивность дорожного движения, соответствующий часам пик

Необходимость введения системы светофорного регулирования на пересечении может рассматриваться в качестве решения, если для любого часового промежутка одних обычных суток (каждые 4 последовательных 15-минутных интервалов) точки графика представляющие собой часовые интенсивности на главной дороге (общая по обоим направлениям) и соответствующие часовые интенсивности на второстепенной дороге (в одном направлении) расположены выше кривой применимой для соответствующей планировки пересечения изображенной на номограмме представленной на рис. 5.2.

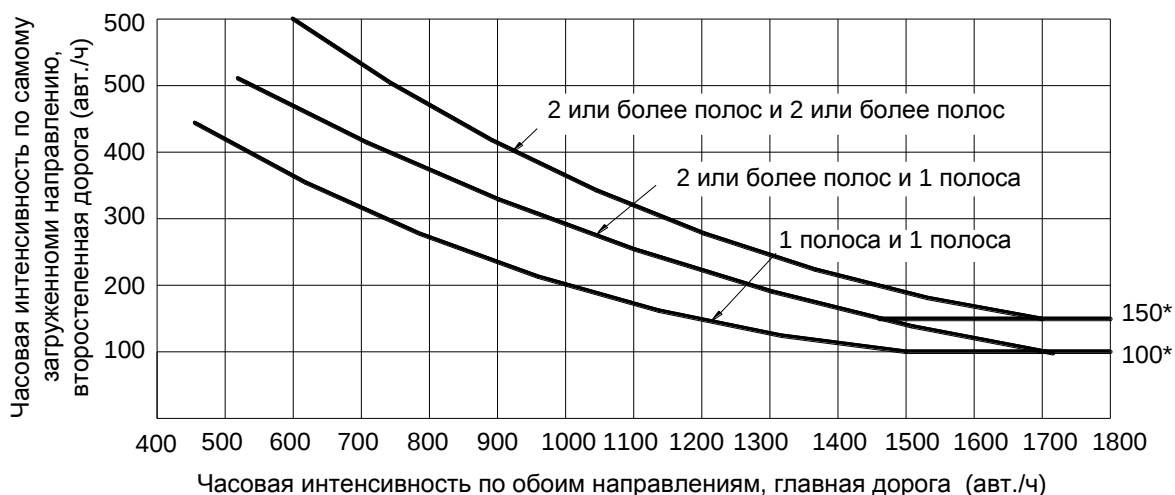


Рис.5.2 Условие по интенсивности дорожного движения, час пик

5.4.6 Условие 4: Количество пешеходов

Необходимость введения системы светофорного регулирования на пересечении может рассматриваться в качестве решения, если:

- для любого 4-х часового промежутка одних обычных суток графические точки представляющие собой часовые интенсивности на главной дороге (общий поток транспортных средств в обоих направлениях) и соответствующие часовые интенсивности пешеходов (общая в обоих направлениях) расположены выше кривой номограммы представленной на рис. 5.3;
- для любого часа одних обычных суток, графические точки представляющие собой часовые интенсивности на главной дороге (общая в обоих направлениях) и соответствующие часовые интенсивности пешеходов (общая в обоих направлениях) расположены выше

кривой номограммы представленной на рис. 5.4.

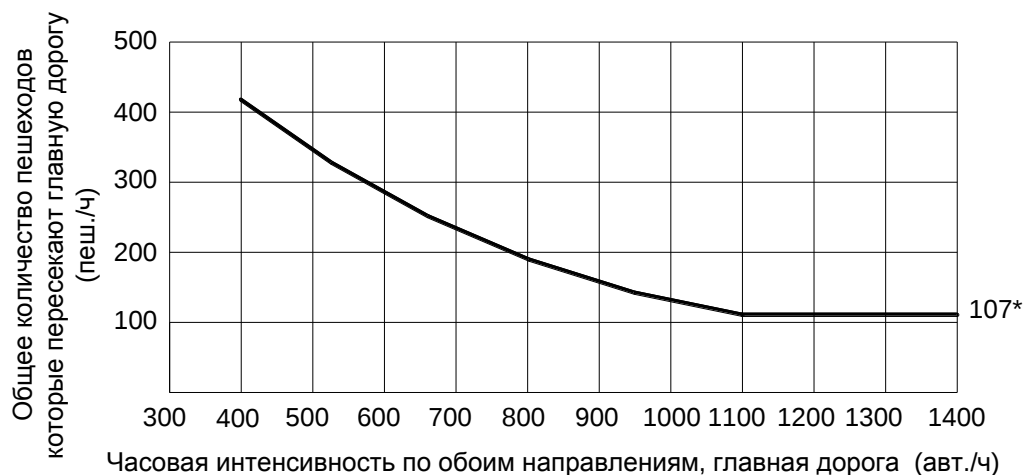


Рис.5.3 Условие по объему пешеходного движения, 4 часа

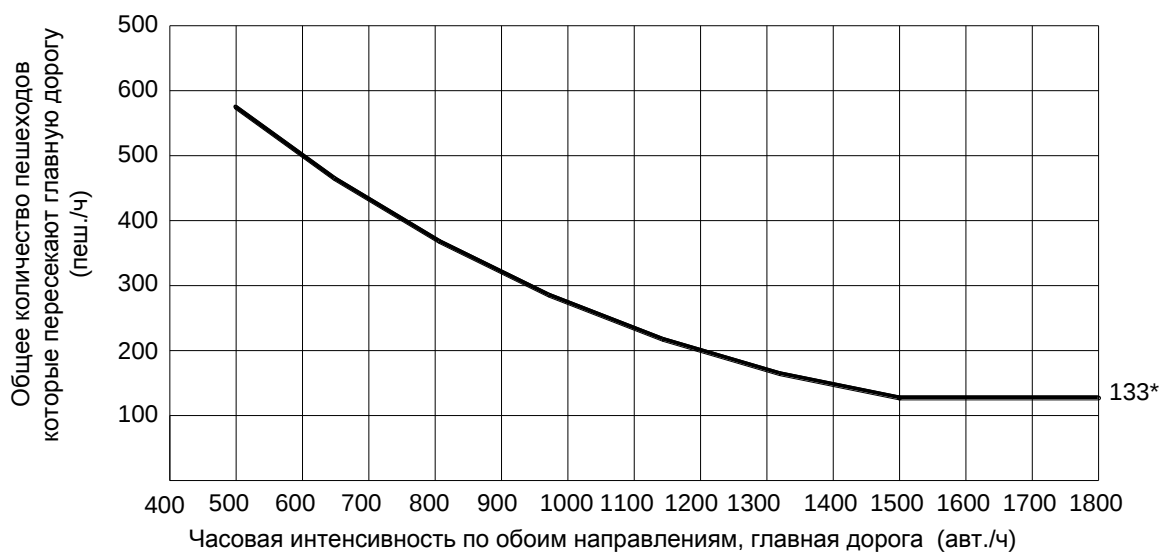


Рис.5.4 Условие по объему пешеходного движения, час пик

Это условие не применимо, если на расстоянии менее 100 м существует другой, регулируемый светофором пешеходный переход.

5.4.7 Условие 5: Пешеходный переход, расположенный напротив школ или других объектов способствующих формированию важных пешеходных потоков.

Необходимость введения системы светофорного регулирования на пешеходном переходе, расположенном в зоне школы, будет учтена, если исследование покажет, что последовательность движения транспортных средств не обеспечивает необходимых промежутков времени для перехода дороги пешеходами в период, когда они пользуются пешеходным переходом.

5.4.8 Условие 6: Система координации светофорного регулирования

Необходимость внедрения системы светофорного регулирования на пересечении расположенном на направлении движения с пересечениями со синхронизированным светофорным регулированием, будет принята во внимание если оно не обеспечивает достаточную степень концентрации транспортных средств, чтобы обеспечить синхронизацию движения.

5.4.9 Условие 7: Уровень аварийности

Необходимость введения системы светофорного регулирования для пересечения будет принята во внимание, если исследование безопасности дорожного движения показывает, что количество аварий на пересечении будет уменьшено. Исследование должно указывать на то, что доминирующая типология аварий в зоне влияния пересечения будет устранена путем введения светофорного регулирования.

6 Пересечения со светофорным регулированием

6.1 Общие принципы

6.1.1 Расчет, размеры и планировка пересечений со светофорным регулированием основаны на концепции критической пропускной способности полосы движения. Для проверки требуется первоначальное предложение конфигурации пересечения и элементов светофорного регулирования.

6.1.2 Для каждой светофорной фазы конкретное движение будет иметь максимальную интенсивность движения, приведенную к 1 полосе. Эта интенсивность является критической интенсивностью светофорной фазы.

6.1.3 Под критической интенсивностью полосы движения понимается сумма критических интенсивностей движения каждой светофорной фазы. Для разных типов светофорного регулирования критическая интенсивность полосы движения может отличаться в тех же геометрических условиях.

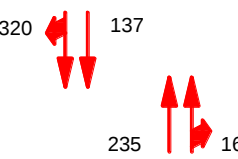
фаза 1		$V_{c1}=160$
фаза 2		$V_{c2}=560/2$ $V_{c2}=280$
фаза 3		$V_{c3}=365$
$V_c = V_{c1} + V_{c2} + V_{c3} = 805 \text{ авт./ч}$		

Рис.6.1 Определение критической интенсивности полосы

6.1.4 Для обеспечения плавности дорожного движения рекомендуется, чтобы критическая интенсивность полосы не превышала 1600 приведенных автомобилей в час.

6.2 Планировка пересечений со светофорным регулированием

6.2.1 Геометрическая планировка пересечений со светофорным регулированием направлена на обеспечение достаточной пропускной способности и плавности для всех участников дорожного движения, а также высокую безопасность дорожного движения посредством:

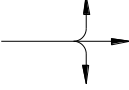
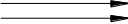
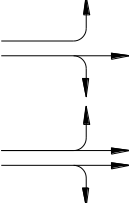
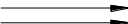
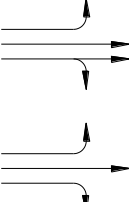
- канализирование маневров на пересечении;
- обеспечение соответствующими геометрическими элементами в плане и профиле;
- обеспечение соответствующей видимости и возможности обнаружения возможных препятствий;
- управление правом доступа к пересечению;

- обеспечение преимуществ для пешеходов, велосипедистов.

6.2.2 Принципы обустройства в плане дополнительных полос и карманов для левого и правого поворотов, рекомендованные для пересечений без светофорного регулирования, относится также и к пересечениям со светофорным регулированием.

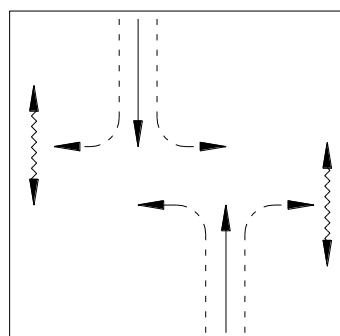
6.3 Элементы пропускной способности пересечений со светофорным регулированием

6.3.1 Группы полос представляют собой комбинации полос и манёвров, которые могут выполняться одновременно во время одной светофорной фазы.

	Количество полосы	Классическое обустройство
1 полоса		
2 полосы		
3 полосы		

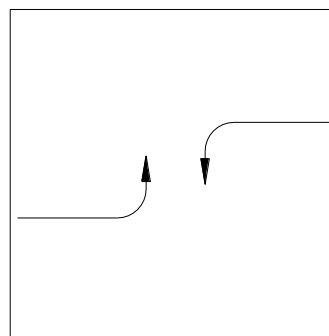
6.3.2 Защищенным маневром является маневр, который выполняется при зеленом сигнале светофора без какого-либо другого конфликтного движения (транспортных средств, пешеходов или велосипедистов), которое может воспрепятствовать движению.

6.3.3 Разрешенный маневр – это маневр, который выполняется при зеленом сигнале светофора, на траектории которого есть одно или несколько конфликтных движений (транспортные средства, пешеходы или велосипедисты), которым необходимо уступить дорогу.



(а) Конфликт правоповоротного потока с пешеходным потоком

(б) Конфликт левоповоротного потока с движущимся в прямом направлении и с пешеходным потоком



(а) Защищенный левый поворот, выполняемый путем разъезда маневров

6.4 Расчет пропускной способности пересечения

6.4.1 При исследовании пересечения, на котором поворот направо разрешен на красный сигнал светофора (разрешенный, незащищенный маневр), интенсивности движения, связанные с этими поворотами, могут быть уменьшены на величину интенсивности движения автомобилей, пересекающих пересечение на красный сигнал светофора.

Количество автомобилей, которые могут выполнять правый поворот на красный сигнал светофора, зависит от ряда факторов:

- выделение полос (наличие специальной полосы для поворота на право);
- интенсивность совершающего поворот движения;
- расстояние видимости на подходах к пересечению;
- степень насыщения конфликтных маневров, поворачивающих на право;
- структура подъездов к пересечению;
- светофорные фазы конфликтных левых поворотов;
- конфликт с пешеходами.

Для существующих пересечений, интенсивность движения, поворачивающего на право, при подъезде к пересечению при красном сигнале светофора, должна определяться полевыми измерениями.

В случае строящихся пересечений, предпочтительно игнорировать долю автомобилей, поворачивающих на право на красный сигнал светофора. Таким образом, не будет произведена корректировка общей интенсивности правоповоротного движения.

Если правый поворот выполняется в условиях свободного движения, эти интенсивности будут исключены из любого соответствующего анализа пропускной способности пересечения.

6.4.2 Поток насыщения для каждой группы полос представляет собой поток транспортных средств, которые движутся по группе полос, исходя из того, что фаза с правом доступа для этой группы (зеленый цвет) длится 100% времени ($\tau / c = 1$).

$$s = s_o \cdot N \cdot f_w \cdot f_{HV} \cdot f_g \cdot f_p \cdot f_{bb} \cdot f_a \cdot f_{LU} \cdot f_{LT} \cdot f_{RT} \cdot f_{LTP} \cdot f_{RTP} \quad (6.1)$$

где:

s - поток насыщения для группы полос (авт./час);

s_o - основной поток насыщения для одной полосы (прив. авт./час);

N - количество полос в составе группы;

f_w - коэффициент, учитывающий ширину полосы движения;

f_{HV} - коэффициент, учитывающий долю грузовых автомобилей в потоке;

f_g - коэффициент, учитывающий продольные уклоны;

f_p - коэффициент, учитывающий помехи, создаваемые паркующимися транспортными средствами;

f_{bb} - коэффициент, учитывающий помехи, создаваемые автобусами;

f_a - коэффициент, учитывающий тип территории;

f_{LU} - коэффициент, учитывающий неравномерность загрузки полос движения;

f_{LT} - коэффициент, учитывающий помехи, создаваемые поворачивающимися налево транспортными средствами в составе группы;

f_{RT} - коэффициент, учитывающий помехи, создаваемые поворачивающимися направо транспортными средствами в составе группы;

f_{LTP} - коэффициент, учитывающий помехи, создаваемые пешеходами при повороте налево;

f_{RTP} - коэффициент, учитывающий помехи, создаваемые пешеходами при повороте направо.

6.4.3 Основной поток насыщения для одной полосы (s_o)

Расчеты начинаются с выбора основного потока насыщения (s_o), как правило, равного 1850-1900 автомобилями в час на полосу. Это значение будет дополнительно скорректировано в соответствии с рядом конкретных условий для каждого пересечения.

6.4.4 Коэффициент, учитывающий ширину полосы движения (f_w)

коэффициент, учитывающий ширину полосы движения учитывает отрицательное влияние узких полос на поток насыщения.

$$f_w = 1 + \frac{W - 3,5}{9} \quad (6.2)$$

где:

W - ширина полосы движения в м, $W \geq 2.4$ м

Полосы движения шириной, превышающей 4,80 м, следует рассматривать как две узкие полосы движения. Следует обратить внимание на то, что поток насыщения для 2-х полос всегда будет выше, чем для более широкой полосы. Таким образом, важно, чтобы расчет проводился в соответствии с реальной или прогнозируемой ситуацией.

6.4.5 Коэффициент, учитывающий долю грузовых автомобилей в потоке (f_{HV})

Коэффициент, учитывающий долю грузовых автомобилей в потоке, учитывает дополнительное пространство, необходимое грузовым автомобилям для размещения в потоке, а также различия их управления по сравнению с легковыми автомобилями. Грузовым автомобилем считается любое автотранспортное средство с общей технической допустимой массой превышающей 7,5 тонн, за исключением полуприцепов и сочлененных автобусов.

Для проверки пропускной способности пересечения грузовой автомобиль приводится к легковому автомобилю посредством коэффициента $E_T = 2$.

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + \%HV \cdot (E_T - 1)} \quad (6.3)$$

где:

$\%HV$ - процент грузовых автомобилей в группе полос.

6.4.6 Коэффициент, учитывающий продольные уклоны (f_g)

Коэффициент учитывающий продольные уклоны на подходах к пересечению, учитывает влияние уклона на управление всеми транспортными средствами.

$$f_g = 1 - \frac{\%G}{200} \quad (6.4)$$

$\%G$ - величина продольного уклона на подходе к перекрестку, $-6 \leq \%G \leq +10$.

Минус означает спуск, а плюс – подъем.

6.4.7 Коэффициент, учитывающий помехи, создаваемые паркующимися транспортными средствами (f_p)

Коэффициент, учитывающий помехи, создаваемые паркующимися транспортными средствами учитывает негативное влияние которое прилегающие к полосам движения уличных стоянок или случайные стоянки на полосах движения имеют на поток насыщения

Каждый маневр парковки (въезд или выезд) блокирует движение по полосе на 18 сек.

Протяженность зоны влияния уличных стоянок, измеренная от линии СТОП, принимается равной около 75 м, а максимальное количество маневров в час принимается равным 180.

Если парковка осуществляется рядом со специальной полосой, выделенной для поворота, учитывается только влияние на данную полосу.

При одностороннем движении без специальных, выделенных для поворота полос общее количество парковочных маневров должно рассматриваться как общее обеих частей соответствующей группы полос.

Следует обратить внимание, что условия стоянки без парковочных маневров (0 парковочных маневров) отличаются от условий, в которых стоянка запрещена.

$$f_p = \frac{N - 0,1 - \frac{18 \cdot N_m}{3600}}{N}, f_p \geq 0,050 \quad (6.5)$$

где:

N - число полос в группе;

N_m - число маневров связанных паркованием (парк./ч).

6.4.8 Коэффициент, учитывающий помехи, создаваемые автобусами (f_{bb})

Коэффициент, учитывающий помехи, создаваемые автобусами учитывает негативное влияние автобусных станций, расположенных в зоне влияния пересечения, кроме обустроенных дополнительными площадями для разворота, на поток насыщения.

В среднем величина помехи от одного остановившегося автобуса принимается равной 14,40 секунды в течении зеленого сигнала.

Зона влияния принимается равной 75 м, а предельное значение останавливающихся автобусов принимается равным 250 автобусов/ч.

$$f_{bb} = \frac{N - \frac{14,4 \cdot N_B}{3600}}{N}, f_{bb} \geq 0,050 \quad (6.6)$$

где:

N - число полос в группе;

N_B - число остановок автобусов в час, $0 < N_B < 250$.

6.4.9 Коэффициент, учитывающий тип территории (f_a)

Коэффициент, учитывающий тип территории, на которой расположено пересечение, учитывает влияние пересечений, расположенных в центральных районах крупных городов (города, муниципии) по сравнению с пересечениями, расположенными в других районах. Применение этого коэффициента зависит от конкретных условий каждого пересечения, и не является обязательным для всех городских районов.

$f_a = 0,900$ - в центральном районе

$f_a = 1,000$ - в других районах.

6.4.10 Коэффициент, учитывающий неравномерность загрузки полос движения (f_{LU})

Коэффициент, учитывающий неравномерность загрузки полос движения учитывает неравномерное распределение потока по полосам движения.

$$f_{LU} = \frac{V_g}{V_{g1} \cdot N} \quad (6.7)$$

где:

V_g - интенсивность движения по группе полос, прив.ед./ч;

V_{g1} - интенсивность движения по наиболее загруженной полосе в группе, прив.ед./ч;

N - количество полос движения в группе.

Этот коэффициент применяется практически во всех случаях, особенно тогда, когда существуют значительные различия между условиями движения по полосам обусловленные геометрическими характеристиками (изменение количества полос движения, предварительное расположение транспортных средств на определенных группах полос, влияние движения, прибывающего с близлежащих пересечений и т.д.).

Если известен, должен быть применен коэффициент, установленный путем измерений.

В случае равномерного распределения движения по полосам данный коэффициент принимается равным 1,0.

6.4.11 Коэффициент, учитывающий помехи, создаваемые поворачивающими налево транспортными средствами в составе группы (f_{LT})

Коэффициент, учитывающий помехи, создаваемые поворачивающими налево транспортными средствами в составе группы, учитывает следующие условия движения при повороте на лево:

- полосы для поворота налево могут быть с распределением потоков или специально выделенными;
- применяемый к левому повороту тип фазы (защищенный, разрешенный, смешанный);
- доля автомобилей, поворачивающих налево;
- интенсивность движения которое вступает в конфликт с движением, поворачивающим налево, в случае разрешающих фаз.

При отсутствии левого поворота коэффициент принимается равным 1,0.

Таблица 6.1 – коэффициент, учитывающий помехи, создаваемые поворачивающими налево транспортными средствами

Полосы выделенные только для движения на лево		Полосы с распределением потоков	
Защищенное движение	Разрешенное движение	Защищенное движение	Разрешенное движение
0,95	$f_{LT} = \frac{1}{1 + 0,05 \cdot P_{LT}}$	0,85	$f_{LT} = \frac{1}{1 + 0,25 \cdot P_{LT}}$

где:

P_{LT} - доля транспортных средств, поворачивающих налево в группе полос.

6.4.12 Коэффициент, учитывающий помехи, создаваемые поворачивающими направо транспортными средствами в составе группы (f_{RT})

Коэффициент, учитывающий помехи, создаваемые поворачивающими направо транспортными средствами в составе группы учитывает, следующие геометрические особенности применимые к поворотам направо:

- полосы для правого поворота могут быть с распределением потоков или специально выделенными;
- доля транспортных средств, поворачивающих на право.

Коэффициент, учитывающий помехи, создаваемые поворачивающими направо транспортными средствами принимается равным 1,0 если поворот направо отсутствует.

$f_{RT} = 0,85$ - для выделенных полос;

$f_{RT} = 1 - 0,15 \cdot P_{RT}$ - полоса с распределением потоков, $f_{RT} \geq 0,050$;

$f_{RT} = 1 - 0,135 \cdot P_{RT}$ - однополосный подход, $f_{RT} \geq 0,050$

где:

P_{RT} - доля транспортных средств, поворачивающих направо в группе полос.

6.4.13 Коэффициент, учитывающий помехи, создаваемые пешеходами при повороте налево и направо (f_{LTP}, f_{RTP})

Коэффициенты, учитывающие помехи, создаваемые пешеходами определяется в зависимости от интенсивности пешеходного движения, конфликтующего с транспортным потоком, и доли поворачивающих автомобилей.

Таблица 6.2 – Коэффициенты, учитывающие помехи, создаваемые пешеходами

f_{LTP}, f_{RTP}	Доля поворачивающих автомобилей			
	10%	20%	30%	50%
100 пеш./ч	0.97	0.95	0.92	0.90
300 пеш./ч	0.96	0.92	0.88	0.84
500 пеш./ч	0.95	0.91	0.86	0.82
700 пеш./ч	0.94	0.90	0.84	0.80
900 пеш./ч	0.94	0.89	0.82	0.78

6.5 Определение уровня содержания

6.5.1 Пропускная способность

Пропускная способность определяется для каждой группы полос каждого подхода к пересечению. Элементами расчета являются поток насыщения группы полос и отношение времени подъезда (зеленого сигнала) и длины фактического светофорного цикла.

$$c_i = s_i \frac{g_i}{C_{ef}} \quad (6.8)$$

где:

c_i - пропускная способность группы полос i , прив.ед./ч;

s_i - поток насыщения группы полос i , прив.ед./ч;

g_i/C_{ef} -отношение продолжительности зеленого сигнала и длительности цикла регулирования для группы полос i , с;

6.5.2 Отношение интенсивность – пропускная способность (v/c)

Отношение интенсивность – пропускная способность определяется как отношение между фактической интенсивностью движения и пропускной способностью. Оно рассчитывается независимо для каждой группы полос.

$$X_i = (v/c)_i = \frac{v_i}{s_i \cdot \left(\frac{g_i}{C_{ef}}\right)} = \frac{v_i \cdot C_{ef}}{s_i \cdot g_i} \quad (6.9)$$

где:

X_i - отношение интенсивность – пропускная способность группы полос i ;

s_i - поток насыщения группы полос i ;

g_i/C_{ef} -отношение продолжительности зеленого сигнала и длительности цикла регулирования для группы полос i , с;

Значения отношения (v/c), приближающегося к 0, показывают очень низкие значения интенсивности движения.

Значения отношения (v/c), приближающегося к 1, показывают, что значения интенсивности движения приближаются к значениям пропускной способности.

6.5.3 Расчет контрольных задержек

- Стандартные задержки

$$D_{vi} = \frac{0,5 \cdot C \cdot \left(1 - \frac{g_i}{C_{ef}}\right)^2}{1 - \left[\min\left(1, X_i \cdot \frac{g_i}{C_{ef}}\right)\right]} \quad (6.10)$$

где:

C - длина цикла регулирования, с;

X_i - отношение интенсивность – пропускная способность группы полос i ;

g_i/C_{ef} -отношение продолжительности зеленого сигнала и длительности цикла регулирования для группы полос i , с;

- Коэффициент прогрессии

$$FP_i = \frac{1 - P_i}{1 - \frac{g_i}{C_{ef}}} \quad (6.11)$$

где:

FP_i - коэффициент прогрессии для группы полос i ;

P_i - доля транспортных средств, прибывших в течение зеленого сигнала;

C - продолжительность реального цикла регулирования;

g_i/C_{ef} -отношение продолжительности зеленого сигнала и длительности цикла регулирования для группы полос i , с;

- Дополнительные задержки

$$D_{li} = 900 \cdot T \cdot \left[(X_i - 1) + \sqrt{(X_i - 1)^2 + \frac{4 \cdot X_i}{c_i \cdot T}} \right] \quad (6.12)$$

где:

T - продолжительность анализируемого периода, ч;

X_i - отношение интенсивность – пропускная способность группы полос i ;

c_i - пропускная способность группы полос, прив.ед./ч

- Начальные задержки в очередях

Для определения начальных задержек в существующих очередях, необходимо знать начальные значения очередей ожидания Q_b , измеренные в количестве транспортных средств.

$$D_{Qi} = 0, \text{ если } Q_{bi} = 0 \quad (6.13)$$

$$D_{Qi} = \frac{1800 \cdot Q_{bi} \cdot (1 + u)}{c_i} \text{ если } Q_{bi} \geq 0 \text{ și } X_i \leq 1 \quad (6.14)$$

где:

$$u = 1 - \frac{c_i \cdot T}{Q_b} \cdot [1 - \min(1, X_i)] \quad (6.15)$$

$$D_{Qi} = \frac{3600 \cdot Q_{bi}}{c_i} \text{ если } Q_{bi} \geq 0 \text{ și } X_i > 1 \quad (6.16)$$

- Контрольные задержки

$$D_{Ci} = D_{Ui} \cdot FP_i + D_{li} + D_{Qi} \quad (6.17)$$

- Общие задержки

Задержки на одном подходе могут быть суммированы:

$$D_C^b = \frac{\sum D_{Ci} \cdot V_i}{\sum V_i} \quad (6.18)$$

где:

D_C^b - контрольные задержки на подходе b ;

D_{Ci} - контрольные задержки для группы полос i ;

V_i - интенсивность движения для группы полос i .

Задержки на пересечении могут быть суммированы:

$$D_C = \frac{\sum D_C^b \cdot V_b}{\sum V_b} \quad (6.19)$$

где:

D_C - контрольные задержки на всем пересечении;

D_C^b - контрольные задержки на подходе b ;

V_b - интенсивность движения для подхода b .

6.5.4 Уровень содержания

Связь между средними контрольными задержками и уровнем содержания пересечений показана в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Уровень содержания. Пересечения со светофорным регулированием

Уровень содержания	Задержки регулирования (с/прив.ед)
A	<10
B	10-20
C	20-35
D	35-55
E	55-80
F	>80

6.6 Определение элементов светофорного регулирования

6.6.1 Типы регулирования

- Жесткое регулирование

Жесткое регулирование световыми сигналами осуществляется по фиксированной программе чередования и продолжительности интервалов регулирования (фаз). Характерными особенностями регулирования являются:

- 1) постоянная длина цикла светофорного регулирования;
- 2) постоянная длина фаз светофорного регулирования;
- 3) постоянное число и идентичная последовательность фаз светофорного регулирования.

- Адаптированное регулирование

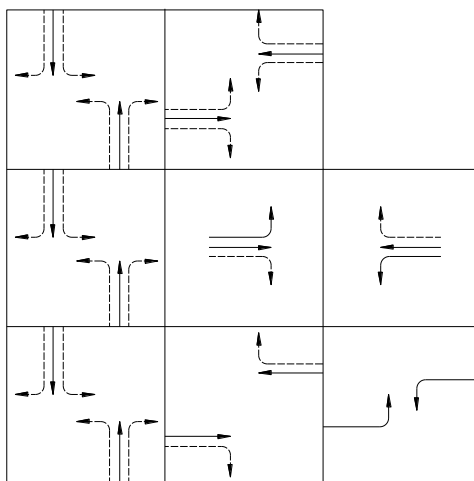
Адаптивное регулирование некоторых пересечений включает в себя непрерывную регулировку промежутков времени светофорного регулирования и даже последовательности фаз в соответствии с интенсивностью движения, измеренной в режиме реального времени различными типами детекторов транспортных средств.

Основными категориями адаптивного регулирования являются:

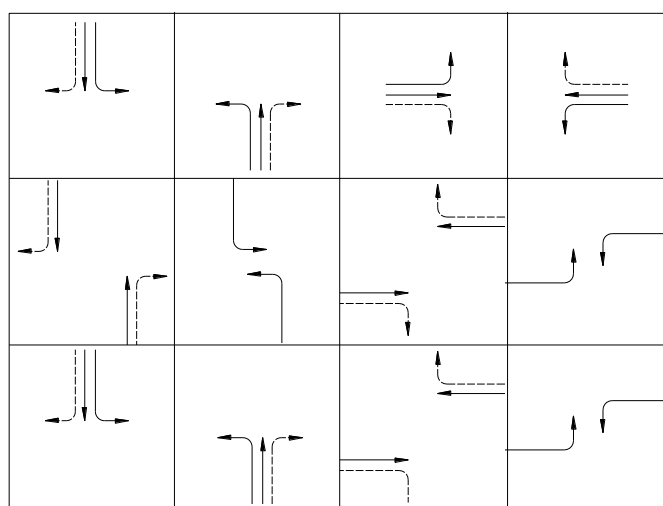
- 1) полуадаптивное регулирование
- 2) полуадаптивное синхронизированное регулирование
- 3) полуадаптивное не синхронизированное регулирование
- 4) полностью адаптированное регулирование.

6.6.2 Схемы светофорного регулирования

- Схемы 2-х (или 3-х) фазного регулирования



- Схемы многофазного регулирования



6.6.3 Определение переходных интервалов фаз (желтый + полный красный)

$$L = C_g + C_r = t + \underbrace{\frac{V}{2 \cdot a \cdot g \cdot G}}_{\text{galben}} + \underbrace{\frac{l + w}{V}}_{\text{roșu}} \quad (6.20)$$

где:

- L - длина интервала смены сигнала (или потерянного времени), соответствующего одной фазе светофорного регулирования;
- C_g - время желтого сигнала, (с);
- C_r - время полностью красного сигнала, (с);
- t - время реакции (принимается равной 1 с);
- V - скорость движения на подходах к пересечению (м/с), $1 \text{ км/ч} = 0.27 \text{ м/с}$;
- a - торможение транспортных средств (принимается равным 3 м/с^2);
- g - ускорение свободного падения (9.81 м/с^2);
- G - уклон подхода (%), подъем – положительный, спуск – отрицательный;

- l - длина транспортного средства (м);
 w - ширина пересекаемого пересечения, (м).

6.6.4 Определение минимального времени, необходимого для перехода пешеходов

$$G_p = 3,2 + \frac{L}{S_p} + \left(0,81 \cdot \frac{N_{ped}}{W_E}\right), \text{ даё } W_E > 3,0 \quad (6.21)$$

$$G_p = 3,2 + \frac{L}{S_p} + \left(0,27 \cdot \frac{N_{ped}}{W_E}\right), \text{ даё } W_E \leq 3,0 \quad (6.22)$$

где:

- G_p - минимальное время зеленого сигнала для пешеходов (с);
 L - длина пешеходного перехода, (м);
 S_p - средняя скорость передвижения пешеходов, (м/с), (принимается равной $S_p = 1.20$ м/с);
 W_E - эффективная ширина пешеходного перехода, (м);
 $3,2$ - время, требуемое пешеходам для реакции на смену сигналов и начало движения, (с);
 N_{ped} - количество пешеходов, пересекших рассматриваемый участок в течение данного периода времени, (пеш.). Если предварительная оценка значения светофорного цикла невозможна, количество пешеходов принимается равным количеству пешеходов, пересекающих участок за 1 или 2 минуты.

- Зеленый сигнал

Фактическое время зеленого сигнала для пешеходного перехода составляет от 4 до 7 секунд.

- Безопасное время

Время безопасности (прерывистый зеленый сигнал) – это время, когда пешеход проходит длину пешеходного перехода.

6.6.5 Критические группы полос

Очень важным понятием в анализе пересечений является критическое соотношение между интенсивностью движения и пропускной способностью (или потоком насыщения) для каждой группы движений. Это соотношение рассчитывается как максимум всех критических соотношений между интенсивностью движения и пропускной способностью (или потоком насыщения) всех групп, составляющих фазу регулирования.

Группа, соответствующая максимальному значению, является критической группой фазы, нуждающейся в зеленом больше чем другие группы.

6.6.6 Определение длительности цикла регулирования

$$C = \frac{1,50 \cdot L + 5}{1 - \sum_{i,crtic} Y_i} \quad (6.23)$$

где:

- C - длительности цикла регулирования;
 L - время потерянное за цикл, которое представляет собой общее время, потерянное на фазе регулирования, которое включает время безопасности (желтый) и время освобождения перекрестка (полный красный).

$Y = \sum_{i, \text{crti}} Y_i = \sum_{i, \text{crti}} \left(\frac{v}{s} \right)_i$ - сумма отношений интенсивность / поток насыщения для критических групп

Примечание – следует различать $Y_i = \left(\frac{v}{s} \right)_i$, и $X_i = \left(\frac{v}{c} \right)_i$.

Цикл регулирования должен удовлетворять минимальным условиям пересечения пешеходов для каждой отдельной фазы регулирования.

6.6.7 Определение продолжительности фаз регулирования

$$g_i = \left(\frac{v}{s} \right)_i \cdot \left(\frac{C_{ef}}{Y} \right) \quad (6.24)$$

где:

$Y_i = \left(\frac{v}{s} \right)_i$ - отношение интенсивности движения к потоку насыщения для критической группы полос i ;

C_{ef} - эффективная продолжительности цикла регулирования (продолжительность цикла, за вычетом потерянного времени, соответствующего всем фазам регулирования);

$Y = \sum_{i, \text{crti}} \left(\frac{v}{s} \right)_i$ - сумма отношений интенсивность движения / поток насыщения критических групп.

7 Нерегулируемые пересечения

7.1 Общие принципы

7.1.1 Нерегулируемыми пересечениями являются пересечения, на которых управление движением при пересечении перекрестка осуществляется путем предоставления приоритета.

7.1.2 Нерегулируемые пересечения, как правило, расположены за пределами населенных пунктов, а условия движения малой интенсивности не требуют установки светофора.

7.2 Планировка пересечений

7.2.1 На номограмме рис. 7.1 представлены рекомендации по обустройству правых поворотов на подходах к пересечению.

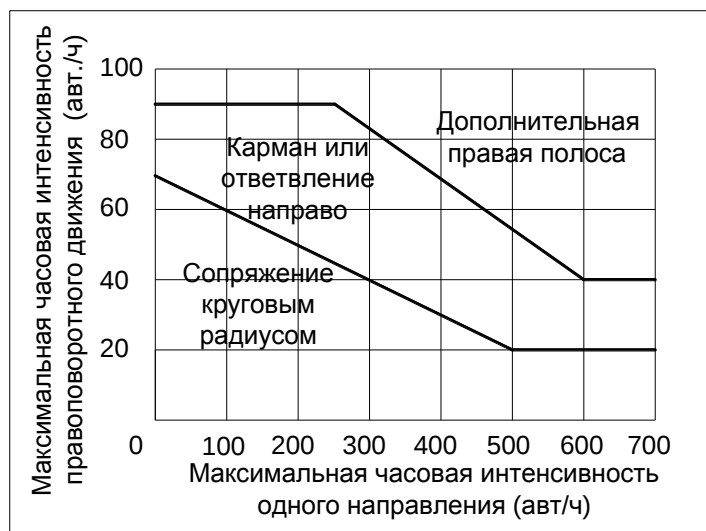


Рис. 7.1 Обустройство правого поворота

7.2.2 Геометрические элементы, необходимые для обустройства правых поворотов при въезде на пересечение, должны удовлетворять минимальным условиям, представленным в таблице 7.1.

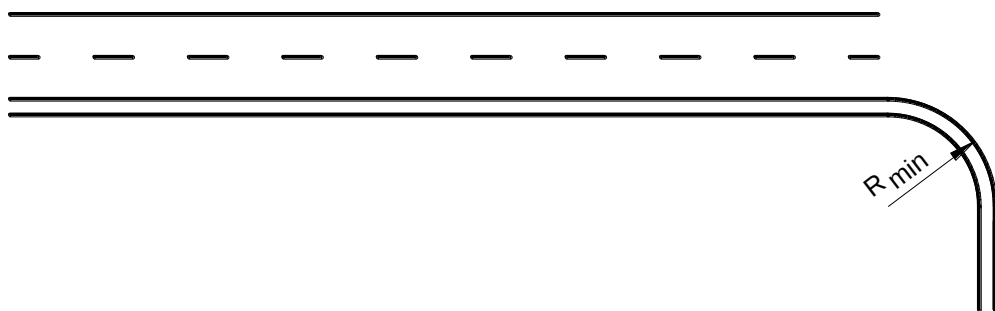


Рис. 7.2 Обустройство правого поворота на подходе. Круговой радиус

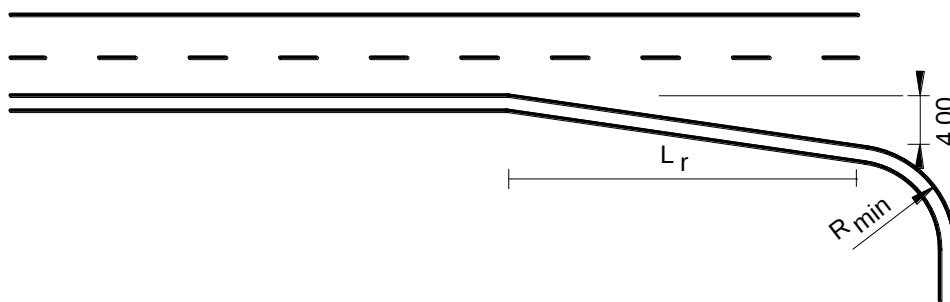


Рис. 7.3 Обустройство правого поворота на подходе. Клиновидный (отгон) поворот

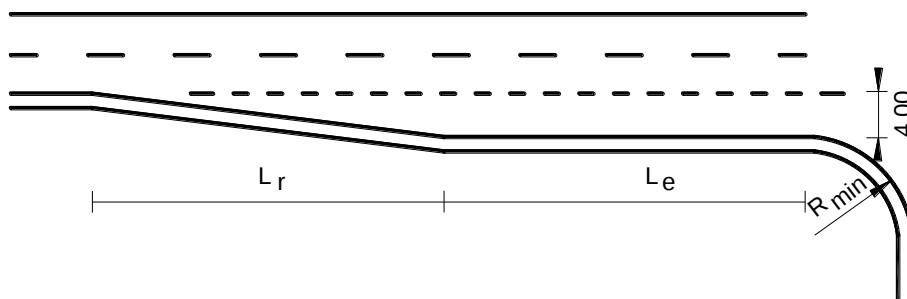


Рис. 7.4 Обустройство правого поворота на подходе. Карман накопления

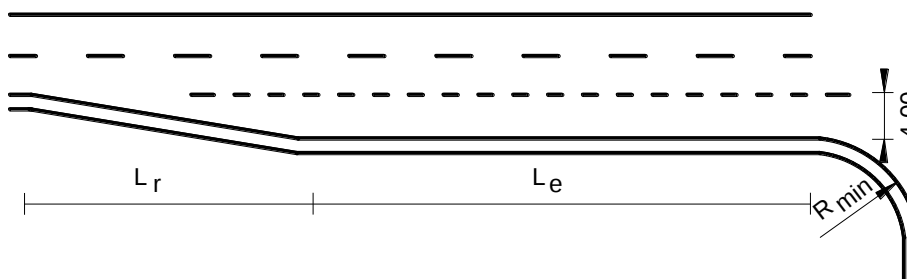


Рис.7.5 Обустройство правого поворота на подходе. Полоса торможения

Таблица 7.1 – Геометрические элементы правого поворота на подходе к пересечению

Элемент	$R_{min}(м)$	$L_r(м)$	$L_e(м)$	Проектная скорость (км/ч)
Круговое сопряжение	12	--	--	<50 км/ч
Клиновидный (отгон) поворот	15	35	--	<50 км/ч
Карман накопления	20	35	35	>70 км/ч
Полоса торможения	25	35	70	>90 км/ч

7.2.3 Геометрические элементы, необходимые для обустройства правых поворотов на выезде с пересечения, должны удовлетворять минимальным условиям, представленным в таблице 7.2.

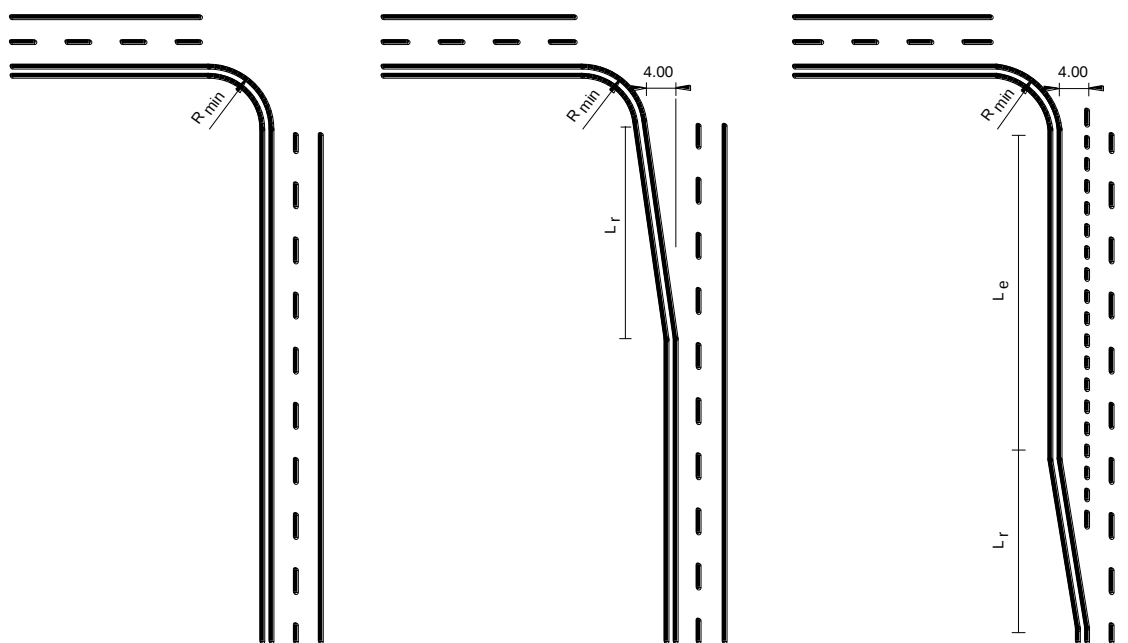


Рис.7.6 Обустройство правого поворота на выезде

Таблица 7.2 – Геометрические элементы правого поворота на выезде с пересечения

Элемент	R_{min} [м]	L_r [м]	L_e [м]	Проектная скорость (км/ч)
Круговое сопряжение	12	--	--	<50 км/ч
Клиновидный (отгон) поворот	15	35	--	<50 км/ч
Полоса ускорения	25	35	70	>90 км/ч

7.2.4 На номограмме рис. 7.7 приведены рекомендации по обустройству левых полос на пересечениях дорог с 2-мя полосами. Если геометрическая точка, образованная общим количеством транспортных средств, движущихся по дороге (в обоих направлениях) и процентом транспортных средств, поворачивающих на лево, расположена выше кривой, соответствующей скорости движения, рекомендуется рассмотреть возможность обустройства левых полос.

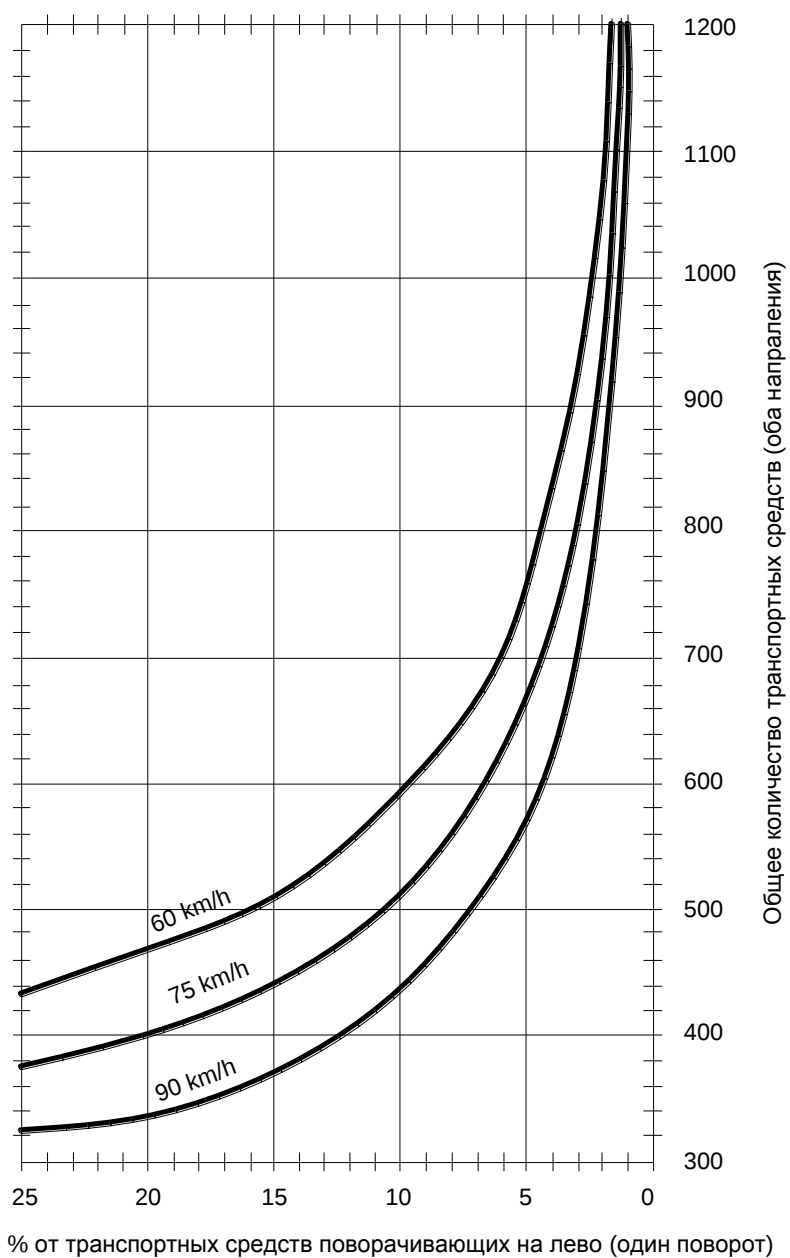


Рис.7.5 Полоса накопления для поворачивающих налево, двухполосные дороги

7.2.5 На номограмме рис. 7.8 приведены рекомендации по обустройству и длине полос для левых поворотов на пересечениях четырехполосных дорог.

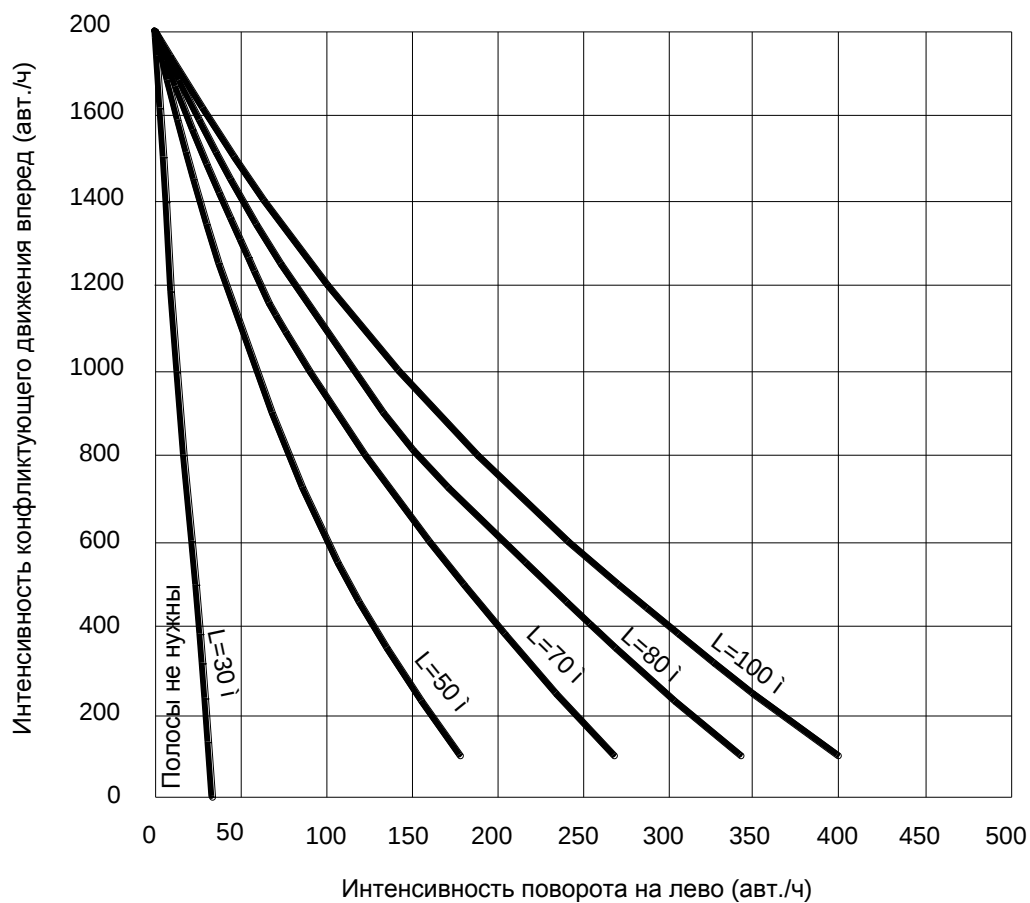
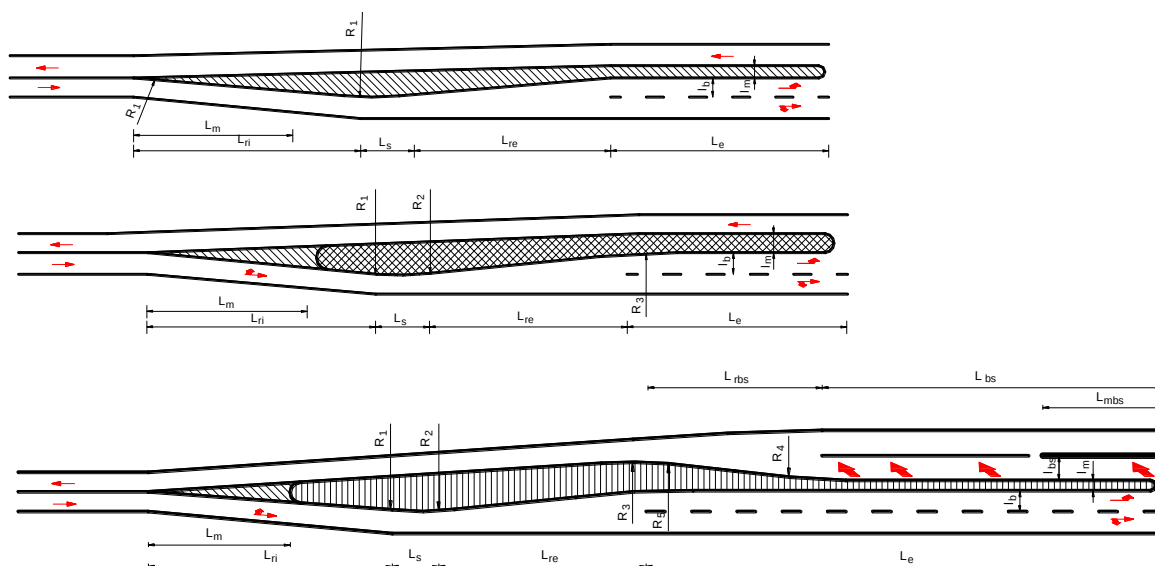


Рис. 7.8 Протяженность полос накопления при повороте налево, четырехполосные дороги

7.2.6 Соответствующее обустройство дополнительных полос для левого поворота играет очень важную роль в обеспечении бесперебойности и безопасности дорожного движения.

7.2.7 На рис. 7.9 представлены примеры возможного обустройства поворотов на лево.



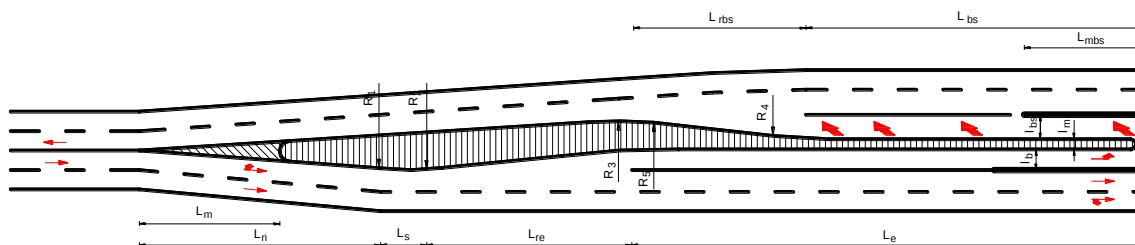


Рис.7.9 Обустройство полос для поворота на лево

7.2.8 Геометрические элементы полос для поворота на лево определяются для каждого отдельно взятого пересечения в зависимости от планировочных условий и условий движения, с учетом рекомендаций, представленных в таблице 7.3.

Таблица 7.3 – Геометрические элементы полос для поворота на лево

Элемент	Рекомендуемая величина	Минимальная величина
Протяженность разметки, L_m , (м)	75	30
Длина отгона на въезде, L_{ri} , (м)	35	30
Длина дополнительного участка, L_s , (м)	30	-
Длина отгона на выезде, L_{re} , (м)	45	30
Длина полосы (кармана) для поворота налево, L_e , (м)	75	30
Длина краевой полосы с права, L_{bs} , (м)	50	25
Длина отгона краевой полосы, L_{rbs} , (м)	35	30
Радиусы сопряжений, R_1, R_2, R_3, R_4 , (м)	100	75
Ширина полосы (кармана) для поворота налево, l_{bs} , (м)	3.50	3.00
Ширина краевой полосы с лева, l_b , (м)	3.50	3.00
Ширина разделительного островка, l_m , (м)	3.00	1.50

7.2.9 Направляющие и разделяющие островки играют важную роль в обеспечении бесперебойности и безопасности дорожного движения и осуществляют:

- разделение транспортных потоков и разграничение проезжей части автомобильной дороги;
- уменьшение площади конфликтных зон;
- уменьшение конфликтных углов (между пересекающимися потоками);
- защиту пешеходов при переходе.

7.2.10 Минимальные размеры островков для канализации поворотов на право показаны в таблице 7.4.

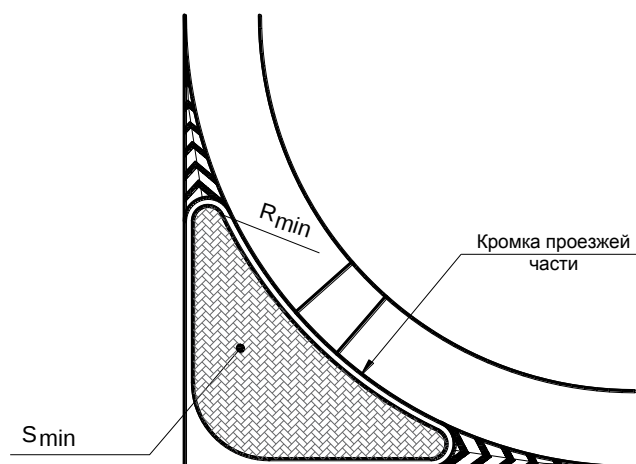


Рис. 7.10 Островок для канализации поворотов на право

Таблица 7.4 – Геометрические элементы островков для разделения поворотов на право

Элемент	Значение
Радиус сопряжения R_{min} (м)	0,50
Расстояние безопасности D_{min} (м)	0,30
Эффективная площадь S_{min} (м ²)	7,00

7.2.11 Целью разделяющих островков является создание физического пространства, которое разграничивает движения одного направления.

7.2.12 На пересечениях с интенсивным движением пешеходов, разделительные островки обязательно должны быть обустроены в разных уровнях с проезжей частью и прерваны напротив пешеходных переходов. Эти островки также выполняют функцию островков безопасности для пешеходов.

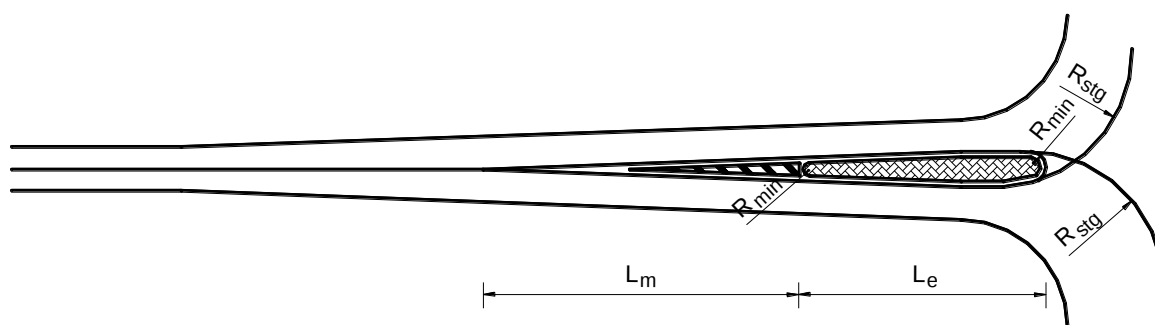


Рис. 7.11 Разделительный островок

Таблица 7.5 – Геометрические элементы разделительных островков

Элемент	Минимальные значения	Рекомендуемые значения
Радиус сопряжения поворота на лево R_{stg} , м	12.00	17.00
Длина элемента L_e , м	7.00	30.00
Протяженность разметки L_m , м	17.00	60.00
Угол сопряжения островка, R_{min} , м	0.50	1.50

7.3 Пропускная способность нерегулируемых пересечений

7.3.1 Определение приоритета. Нумерация маневров

При расчете элементов пропускной способности нерегулируемых пересечений необходимо определить главную (приоритетную) и второстепенную (без приоритета) дорогу, нумерацию поворотных маневров и их ранжирование в зависимости от количества маневров, которым предоставляется право проезда, следующим образом:

Ранг	Маневр	Ранг	Маневр
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		

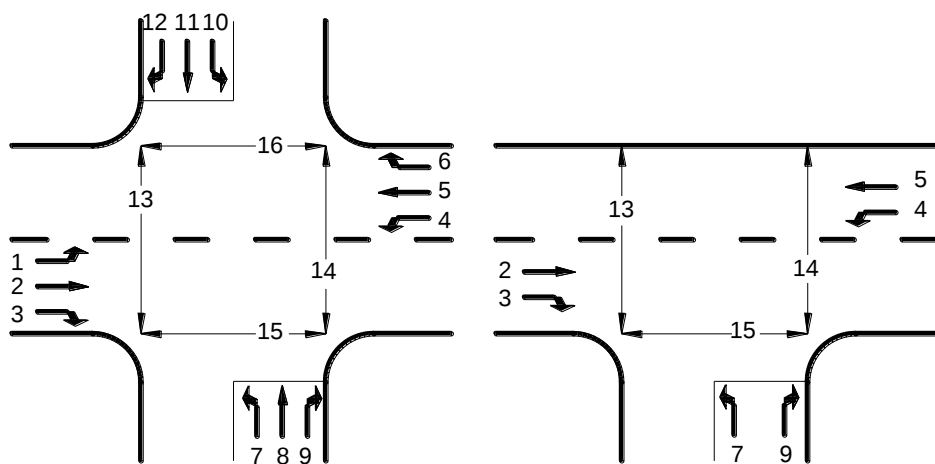


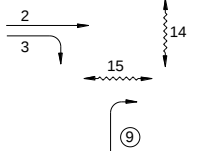
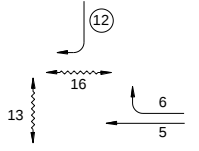
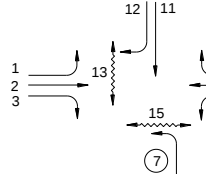
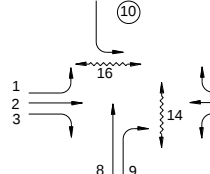
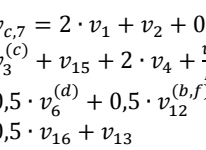
Рис. 7.2 Нумерация маневров

7.3.2 Интенсивность конфликтующих потоков

Настоящий Норматив не рассматривает нерегулируемые пересечения, для которых доступ транспортных средств со второстепенной дороги осуществляется в 2 этапа.

Интенсивностью конфликтующих потоков являются интенсивности, которые препятствуют конкретному движению. Они определяются следующим образом.

Интенсивность конфликтующих потоков				
Левая, с главной дороги			Прямая, со второстепенной дороги	
	$v_{c,1} = v_5 + v_6^{(a)} + v_{16}$	$v_{c,4} = v_2 + v_3^{(a)} + v_{15}$		
				$v_{c,11} = 2 \cdot v_4 + v_5 + 0,5 \cdot v_6^{(c)} + v_{16} + 2 \cdot v_1 + v_2 + v_3^{(a)} + v_{15}$

Интенсивность конфликтующих потоков					
Право, со второстепенной дороги			Левое, со второстепенной дороги		
	$v_{c,9} = \frac{v_2^{(b)}}{N} + 0,5 \cdot v_3^{(c)} + v_{14} + v_{15}$	$v_{c,9} = \frac{v_2^{(b)}}{N} + 0,5 \cdot v_3^{(c)} + v_{14} + v_{15}$		$v_{c,7} = 2 \cdot v_1 + v_2 + 0,5 \cdot v_3^{(c)} + v_{15} + 2 \cdot v_4 + \frac{v_5}{N} + 0,5 \cdot v_6^{(d)} + 0,5 \cdot v_{12}^{(b,f)} + 0,5 \cdot v_{16} + v_{13}$	
Право, со второстепенной дороги					
	$v_{c,10} = 2 \cdot v_4 + v_5 + 0,5 \cdot v_6^{(c)} + v_{16} + 2 \cdot v_1 + \frac{v_2}{N} + 0,5 \cdot v_3^{(d)} + 0,5 \cdot v_9^{(b,f)} + 0,5 \cdot v_8 + v_{14}$			$v_{c,7} = 2 \cdot v_1 + v_2 + 0,5 \cdot v_3^{(c)} + v_{15} + 2 \cdot v_4 + \frac{v_5}{N} + 0,5 \cdot v_6^{(d)} + 0,5 \cdot v_{12}^{(b,f)} + 0,5 \cdot v_{16} + v_{13}$	

Примечания:

1. Если правоповоротный маневр с главной дороги отделен треугольным островком и не ограничен знаками «Проезд без остановки запрещен» или «Уступи дорогу», значения v_6 и, соответственно v_3 можно игнорировать.
2. Если на главной дороге более 1 полосы движения в одном направлении, то часовые интенсивности принимаются равным v_2/N и, соответственно v_2/N , где N – количество полос.
3. Если есть полоса предназначенная для поворота на право, то значения v_6 и, соответственно v_3 можно не принимать во внимание.
4. Если на главной дороге более 1 полосы движения в одном направлении, то значения v_6 и, соответственно v_3 можно не принимать во внимание.
5. Если правоповоротный маневр с главной дороги отделен треугольным островком и не ограничен знаками «Проезд без остановки запрещен» или «Уступи дорогу», значения v_9 и, соответственно v_{12} можно игнорировать.
6. Если пересекающиеся дороги имеют более 1 полосы движения в одном направлении, то v_9 и, соответственно v_{12} можно игнорировать.

7.3.3 Критический интервал времени въезда

Критический интервал времени, t_c , представляет собой минимальный временной интервал в потоке движущемся по главной дороге, который позволяет транспортному средству со второстепенной дороги въехать на перекресток.

7.3.4 Временной интервал следования

Временной интервал следования, t_f , является интервалом времени между выездом транспортного средства со второстепенной дороги и выездом следующего из очереди ожидания транспортного средства.

Значения критического интервала времени и временного интервала следования указаны в таблице 7.6.

Таблица 7.6 – Основной критический интервал времени

Маневр транспортного средства	Основной критический интервал времени, с		Основной временной интервал следования, с
	2 полосы, главная дорога	4 полосы, главная дорога	
Левое, главная дорога	4.1	4.1	2.2
Право, второстепенная дорога	6.2	6.9	3.3
Прямо, второстепенная дорога	6.5	6.5	4.0
Левое, второстепенная дорога	7.1	7.5	3.5

7.3.5 Учет критического интервала времени и временного интервала следования

Критический интервал времени рассчитывается по формуле:

$$t_{c,x} = t_{c,baza} + t_{c,HV} \cdot P_{HV} + t_{c,G} - t_{3,LT} \quad (7.1)$$

где:

$t_{c,x}$ - критический интервал времени маневра x , (с);

$t_{c,baza}$ - основной критический интервал времени, (с);

$t_{c,HV}$ - критический интервал времени учитывающий грузовые автомобили, (с);

$t_{c,HV} = 1$ - для главных дорог с 2 полосами движения, (с);

$t_{c,HV} = 2$ - для главных дорог с 4 полосами движения, (с);

P_{HV} - доля грузовых автомобилей на второстепенной дороге, (%);

$t_{c,G}$ - критический интервал времени учитывающий продольный уклон, (с);

$t_{c,G} = 0.1$ - для маневров 9 и 12, (с);

$t_{c,G} = 0.2$ - для маневров 7, 8, 10 и 11, (с);

G - уклон подхода (%);

$t_{3,LT}$ - критический интервал времени учитывающий геометрию пересечения, (с);

$t_{3,LT} = 0.7$ - для левоповоротного маневра со второстепенной дороги на пересечении с 3 подходами, (с);

$t_{3,LT} = 0$ - для любого другого случая, (с);

Временной интервал следования рассчитывается по формуле:

$$t_{f,x} = t_{f,baza} + t_{f,HV} \cdot P_{HV} \quad (7.2)$$

где:

$t_{f,x}$ - временной интервал следования маневра x , (с);

$t_{f,baza}$ - основной временной интервал следования, (с);

$t_{f,HV}$ - временной интервал следования учитывающий грузовые автомобили, (с);

$t_{f,HV} = 0.9$ - для главных дорог с 2 полосами движения, (с);

$t_{f,HV} = 1.0$ - для главных дорог с 4 полосами движения, (с);

P_{HV} - доля грузовых автомобилей на второстепенной дороге, (%);

7.4 Расчет пропускной способности. Выделенные полосы движения

7.4.1 Возможная пропускная способность каждого маневра со второстепенной дороги, а также и левоповоротных маневров с главной дороги определяется следующим образом:

$$C_{p,x} = V_{c,x} \cdot \frac{e^{\frac{V_{c,x} \cdot t_{c,x}}{3600}}}{1 - e^{\frac{V_{c,x} \cdot t_{f,x}}{3600}}} \quad (7.3)$$

где:

c_{px} - возможная пропускная способность маневра x ;

$V_{c,x}$ - конфликтная интенсивность маневра x ;

$t_{c,x}$ - критический временной интервал маневра x ;

$t_{f,x}$ - временной интервал следования маневра x .

Условия применения:

- пересечение не блокировано;
- все маневры осуществляются по выделенным полосам движения;
- пересечение можно считать изолированным;
- на пересечении нет других маневров.

Возможная пропускная способность графически показана на рисунках 7.13 и 7.14 для значений критического временного интервала въезда и временного интервала следования.

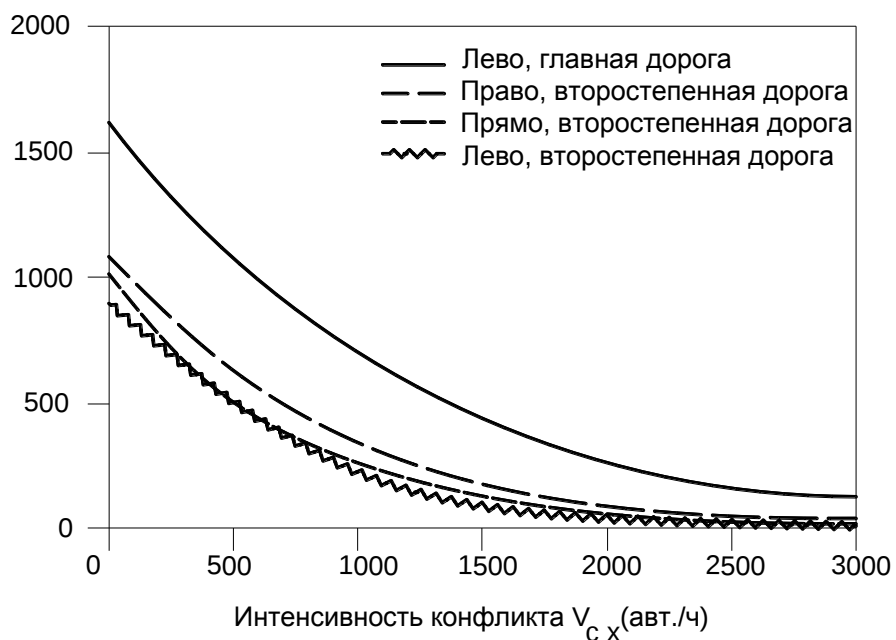


Рис. 7.13 Возможная пропускная способность, двухполосная дорога

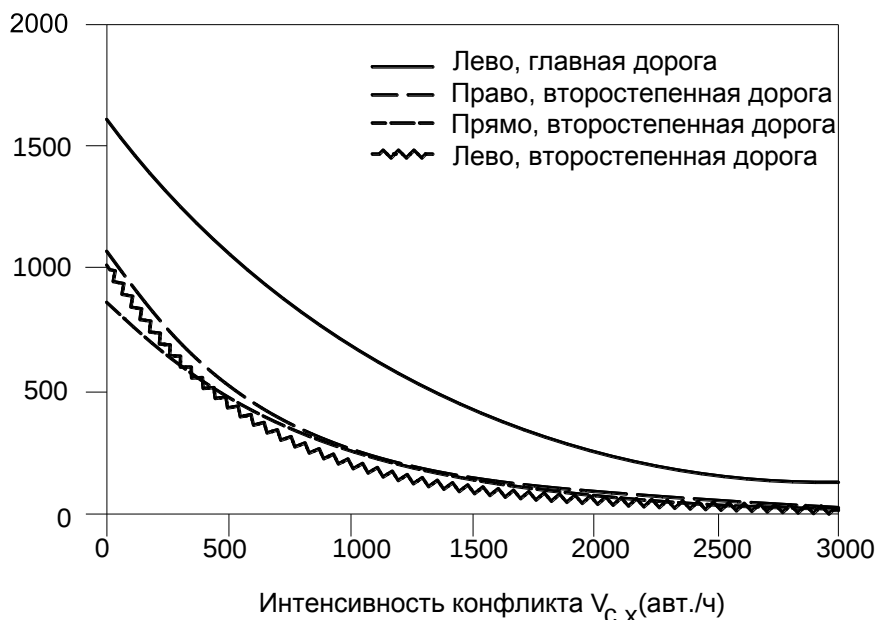


Рис. 7.14 Возможная пропускная способность, четырехполосная дорога

7.4.2 Пропускная способность одного маневра

Пропускная способность одного маневра определяется его возможной пропускной способностью в зависимости от ранга маневра.

- Затруднения проезда из-за транспортных средств

Транспортные средства используют площади въездов для предоставления приоритета. Если для приоритетного (более высокого ранга) маневра движение перегружено, то это может вызвать дополнительные задержки для второстепенных (более низкого ранга) маневров.

Таблица 7.7 – Затруднения проезда из-за транспортных средств

Ранг маневра	Коэффициент учитывающий пропускную способность	Замечания
1	1.0	Маневры 1 ранга являются приоритетными
2	1.0	Маневры 2 ранга конфликтуют только с маневрами 1 ранга, методология учитывает данные конфликты
3	f_k	Маневры 3 ранга конфликтуют с маневрами 1 и 2 ранга, корректировка осуществляется для конфликта с маневрами 2 ранга
4	f_l	Маневры 4 ранга конфликтуют с маневрами 1, 2 и 3 ранга, корректировка осуществляется для конфликта с маневрами 2 и 3 ранга

Коэффициент учитывающий возможную пропускную способность для маневров 3 ранга рассчитываются по формуле:

$$f_k = \prod_j \left(1 - \frac{V_j}{c_{m,j}} \right) \quad (7.4)$$

где:

V_j - интенсивности всех маневров j 2 ранга;

$c_{m,j}$ - пропускные способности всех маневров j 2 ранга;

V_i - интенсивности всех маневров i 3 ранга;

$c_{m,i}$ - пропускные способности всех маневров i 3 ранга.

Ранг маневра	Пропускная способность маневра
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	$c_{m,l} = f_l \cdot c_{p,l}$

7.5 Расчет пропускной способности. Совмещенные полосы

Пропускная способность совмещенной полосы считается по формуле:

$$c_{SH} = \frac{\sum_y V_y}{\sum_y \left(\frac{V_y}{c_{m,y}} \right)} \quad (7.6)$$

где:

c_{SH} - пропускная способность совмещенной полосы, (авт./ч);

V_y - часовая интенсивность маневра y совмещенной полосы, (авт./ч);

c_{my} - пропускная способность маневра y совмещенной полосы, (авт./ч).

7.6 Определение контрольных задержек

Значение контрольных задержек считается по формуле:

$$d = \frac{3600}{c_{m,x}} + 900 \cdot T \cdot \left[\frac{V_x}{c_{m,x}} - 1 + \sqrt{\left(\frac{V_x}{c_{m,x}} - 1 \right)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{c_{m,x}} \right) \cdot \left(\frac{V_x}{c_{m,x}} \right)}{450 \cdot T}} \right] + 5 \quad (7.7)$$

где:

d - значение контрольных задержек, (с/авт.);

$c_{m,x}$ - возможная пропускная способность маневра x , (авт./ч);

V_x - конфликтная интенсивность маневра x , (авт./ч);

T - рассматриваемый период, (ч).

Рекомендуется проводить анализ в течение 15 минутного периода (0,25 часа).

Значение 5 с/авт., включенное в уравнение, учитывает торможение транспортных средств от скорости движения до скорости ожидания в очереди и разгон от стоп-линии до скорости движения.

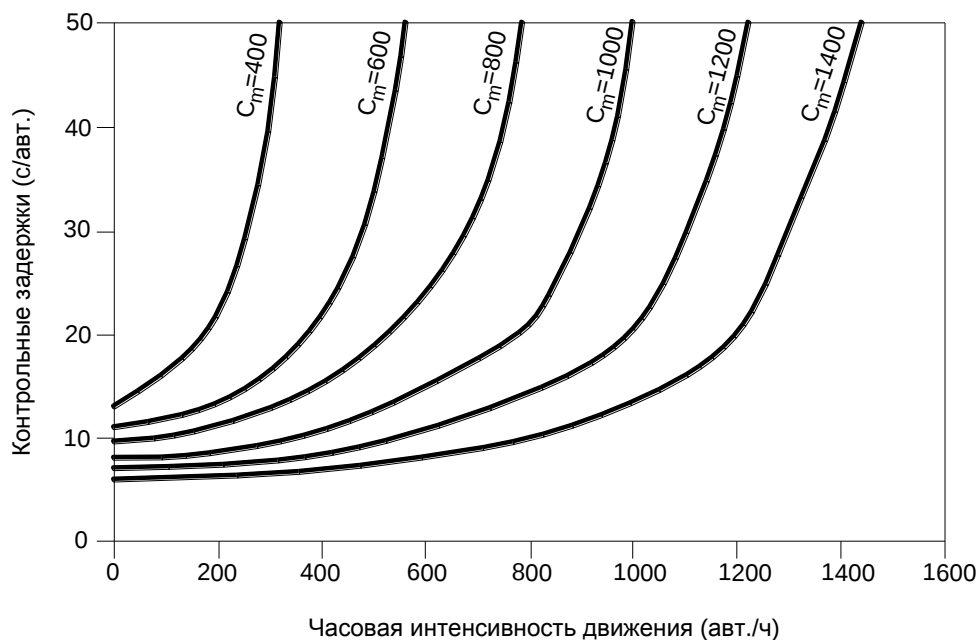


Рис. 7.15 Контрольные задержки

7.6.1 Совокупные задержки

- Совокупные задержки по подходам

$$d_b = \frac{d_{stg} \cdot v_{stg} + d_{in} \cdot v_{in} + d_{dr} \cdot v_{dr}}{v_{stg} + v_{in} + v_{dr}} \quad (7.8)$$

где:

d_b - контрольная задержка для подхода b ;

d_{stg}, d_{in}, d_{dr} - контрольные задержки маневров на подходе b ;

v_{stg}, v_{in}, v_{dr} - интенсивности движения соответствующих маневров.

- Совокупные задержки по пересечению

$$d_l = \frac{d_{b,1} \cdot v_{b,1} + d_{b,2} \cdot v_{b,2} + d_{b,3} \cdot v_{b,3} + d_{b,4} \cdot v_{b,4}}{v_{b,1} + v_{b,2} + v_{b,3} + v_{b,4}} \quad (7.9)$$

7.6.2 Для определения уровня содержания пересечения, значения совокупных контрольных задержек на всем пересечении необходимо сравнить со значениями таблицы 7.8.

Таблица 7.8 – Нерегулируемые пересечения

Уровень содержания	Контрольные задержки, (с/авт.)
A	<10
B	10-15
C	15-25
D	25-35
E	35-50
F	>50

8 Кольцевые пересечения

8.1 Общие принципы

8.1.1 Кольцевые пересечения в зависимости от радиуса внутреннего круга можно разделить на 3 категории. В таблице 8.1 указаны минимальные и максимальные значения радиуса центрального островка и рекомендации для выбора проектного решения.

Таблица 8.1 – Кольцевые пересечения

Наименование	R _{min} (м)	R _{max} (м)	Замечания
Мини-кольцевые пересечения	3	6	Успокаивают и снижают неравномерность движения; Применяются на застроенных, торговых территориях; Не размещаются на автомобильных дорогах с долей грузовых автомобилей более 10%;
Кольцевые пересечения	6	20	Распределяют движение по подходам к пересечению; Не размещаются на автомобильных дорогах с долей грузовых автомобилей более 40%;
Роторные кольцевые пересечения	20	--	Повышают пропускную способность пересечений Могут быть регулируемы.

8.2 Планировка кольцевых пересечений

8.2.1 Основные конструктивные элементы кольцевых пересечений показаны на рис. 8.1.

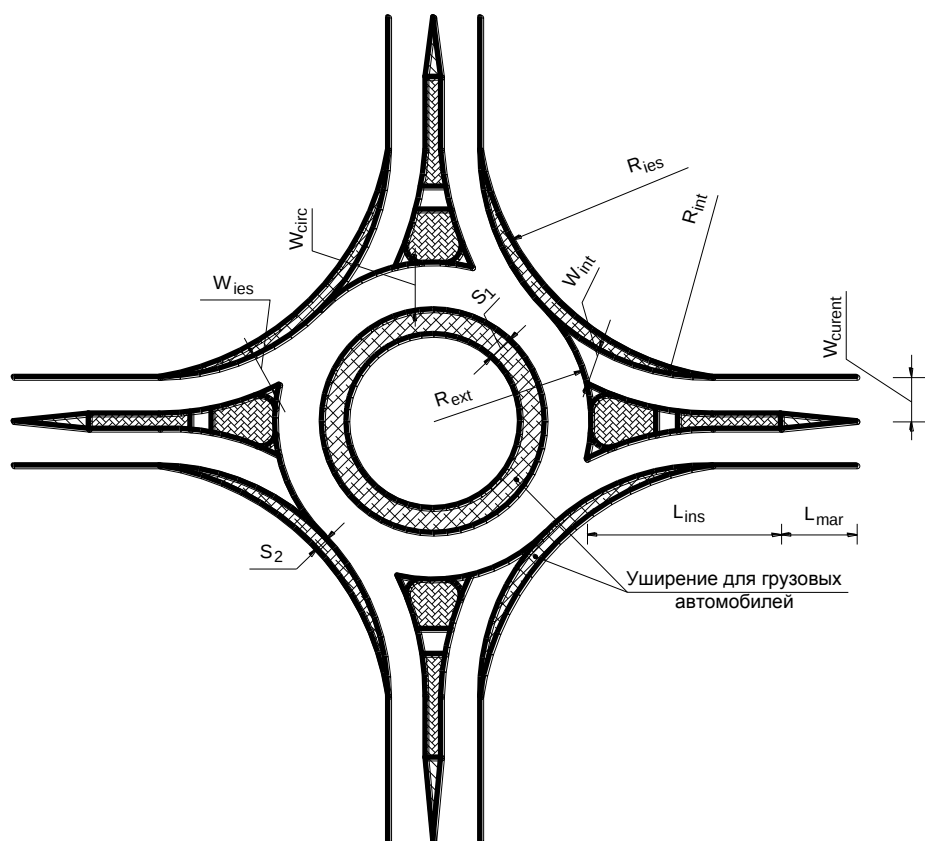


Рис. 8.1 Геометрические элементы кольцевых пересечений

8.2.2 Рекомендуемые минимальные значения геометрических элементов пересечения с круговым движением указаны в таблице 8.2.

Таблица 8.2 – Геометрические элементы пересечений с круговым движением

Элемент	Рекомендуемые значения
Внутренний радиус, R_i , (м)	8,00
Внешний радиус, R_e , (м)	11,50
Радиус сопряжения въезда, R_{int} , (м)	25,00
Радиус сопряжения выезда, R_{ies} , (м)	25,00
Ширина проезжей части на кольце, W_{circ} , (м)	5,50
Ширина проезжей части на въезде, W_{int} , (м)	3,00
Ширина проезжей части выезде, W_{ies} , (м)	3,50
Внутреннее уширение, S_1 , (м)	2,00
внешнее уширение, S_2 , (м)	1,50
Длина разделяющего островка, приподнятого над проезжей частью, L_{ins} , (м)	25,00
Ширина островка, l_{min} , (м)	2,00
Длина разметки разделяющего островка, L_{mar} , (м)	25,00

8.2.3 По возможности рекомендуется применять принцип последовательных радиусов: $R_{int} < R_{circ} < R_{ies}$.

8.2.4 Покрытие уширений выполняются из материалов отличающихся по цвету и текстуре от материалов покрытия основной проезжей части. Рекомендуется использовать мощение.

8.2.5 Оси подходов должны проходить через или смещены влево от центра центрального островка (см. рис. 8.2).

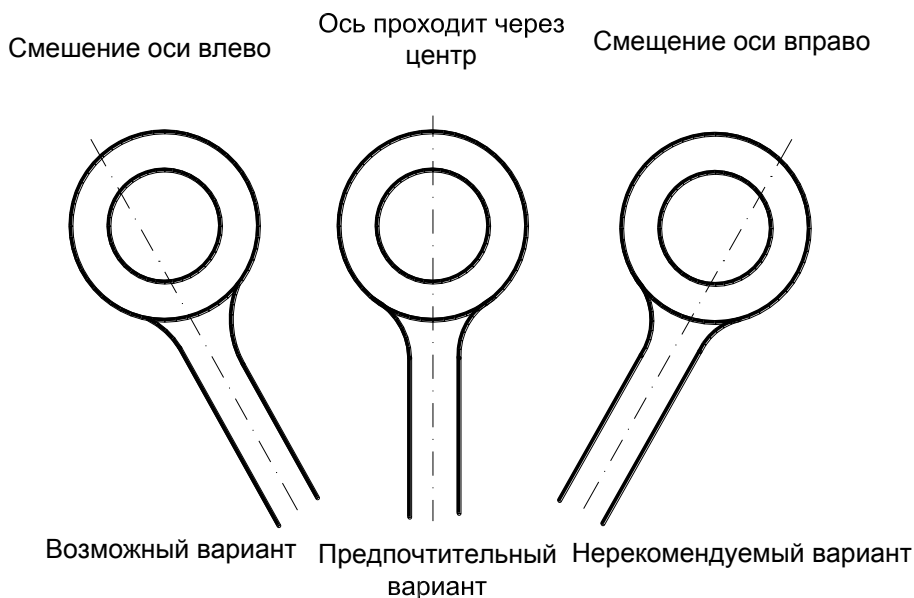


Рис. 8.2 Размещение осей

8.2.6 Радиусы сопряжения въезда на кольцевое пересечение устанавливаются в зависимости от радиуса центрального островка и установленной скорости движения.

8.2.7 Ширина полос кольцевой проезжей части устанавливается в зависимости от состава движения на пересекающихся дорогах. Если грузовое движение малой интенсивности, ширина полос должна соответствовать легковому движению, а также должны быть предусмотрены мощеные уширения с внутренней стороны кольцевой проезжей части и поворотов направо.

8.2.8 Выделение полосы движения для правоповоротных потоков осуществляется если результаты расчета пропускной способности покажут ее необходимость.

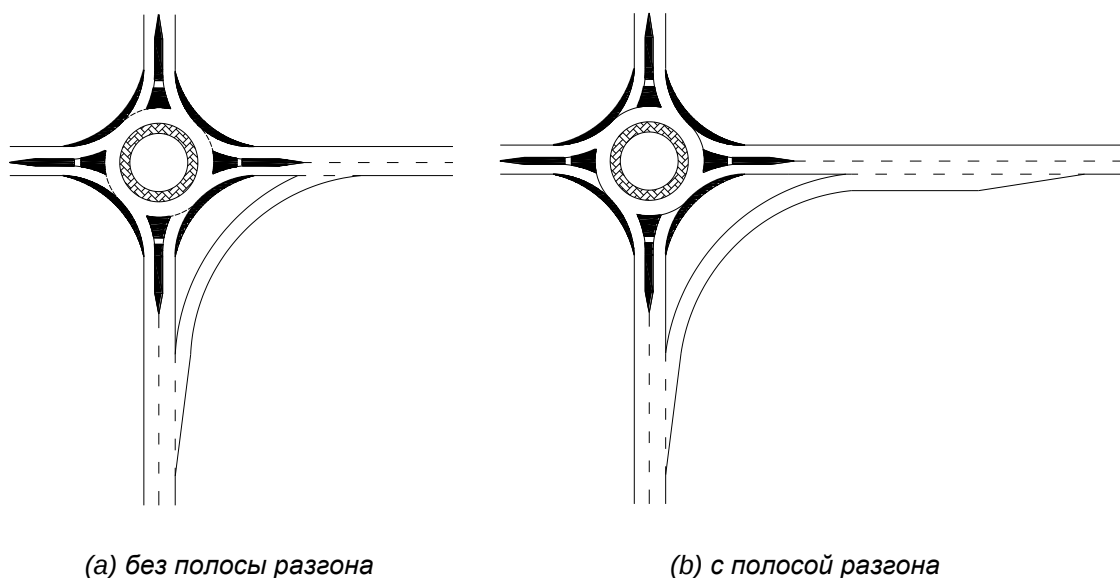


Рис.8.3 Выделение полосы движения для правоповоротных потоков

8.2.9 Размеры разделительных островков расположенных по оси подходов должны быть рассчитаны в соответствии с минимальными значениями, представленными в таблице 8.3. Рекомендуется устраивать разделительные островки с возвышением над проезжей частью.

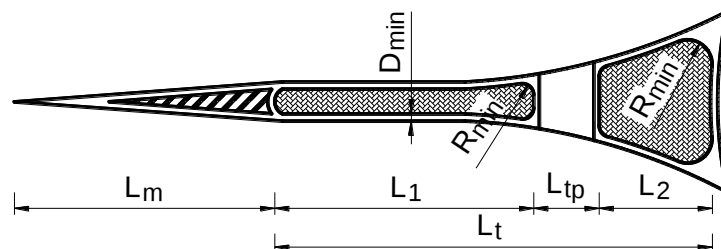


Рис. 8.4 Геометрические элементы разделяющего островка

Таблица 8.3 – Минимальные размеры геометрических элементов разделяющих островков

Элементы	Рекомендуемые значения
Ширина островка, l_{min} , (м)	2.00
Радиус сопряжения, R_{min} , (м)	0.50
Расстояние безопасности, D_{min} , (м)	0.50
Эффективная площадь, S_{min} , (м ²)	5.00
Длина разметки, L_m , (м)	25.00
Длина островка, L_1 , (м)	10.00
Длина островка, L_2 , (м)	8.00
Ширина пешеходного перехода, L_{tp} , (м)	4.00
Общая длина, L_t , (м)	18.50

8.2.10 Пешеходные переходы необходимо располагать на расстоянии от точки выхода с кольцевой проезжей части, таким образом чтобы между граничной линией кольцевого пересечения и пешеходным переходом, поместилось минимум два транспортных средства.

8.2.11 На кольцевых пересечениях могут быть предусмотрены дополнительные элементы для

успокоения дорожного движения на подходах к пересечению.

8.3 Пропускная способность кольцевых пересечений

8.3.1 Пропускная способность кольцевого пересечения определяется как максимальное количество автомобилей, которое может въехать на кольцевое пересечение в единицу времени. Пропускная способность кольцевого пересечения является суммарной величиной пропускной способности въездов на кольцевую проезжую часть.

Кольцевые пересечения по типу миникольца и имеющие более 3 полос на кольцевой проезжей части не рекомендуются.

Таблица 8.5 – Пропускная способность кольцевых пересечений

Количество полос кольцевой проезжей части	Количество полос на въезде/выезде	Пропускная способность прив.авт./ч
1	1	1500
2	1	1800
2	2	2100-2400

8.3.2 Интенсивность конфликтов на кольце определяется в соответствии с методологией, описанной ниже.

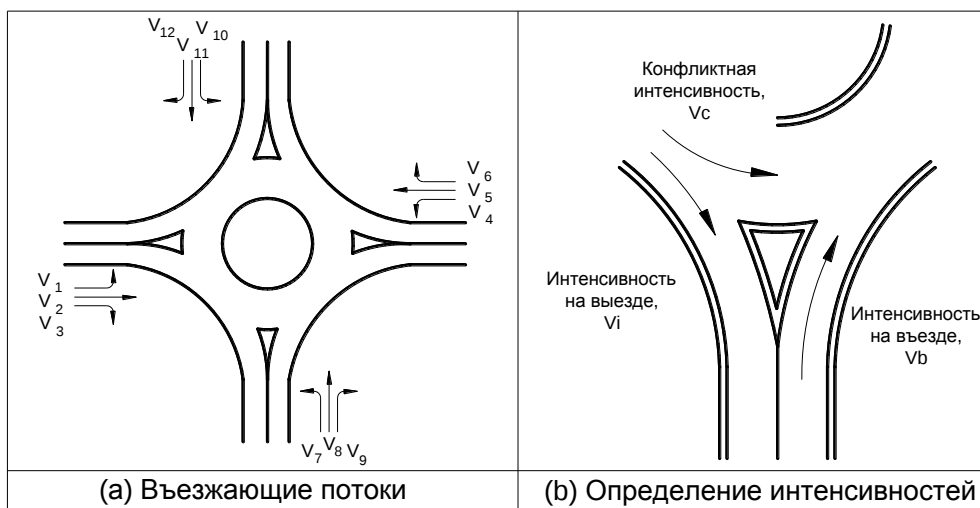


Рис. 8.5 Элементы движения кольцевого пересечения

$$V_c^b = V_{intoarcere}^{b-1} + V_{stanga}^{b-2} + V_{mainte}^{b-3} \quad (8.1)$$

где:

- V_c^b - конфликтная интенсивность подхода b , расчетный подход;
- $V_{intoarcere}^{b-1}$ - интенсивность въезжающего разворачивающегося движения подхода, расположенного справа от расчетного (против часовой стрелки);
- V_{stanga}^{b-2} - интенсивность въезжающего левоповоротного движения подхода, противоположного расчетному;
- V_{mainte}^{b-3} - интенсивность въезжающего прямолинейного движения подхода, расположенного слева от расчетного (по часовой стрелке).

8.3.3 Рекомендуемые значения критического интервала времени въезда и временного интервала следования приведены в таблице 8.5.

Таблица 8.5 – Специфические интервалы времени (секунды)

	Критический интервал времени	Временной интервал следования
Верхний предел	4.1	2.6
Нижний предел	4.6	3.1

8.3.4 Пропускная способность однополосного кольцевого пересечения определяется следующим образом:

$$c_a = \frac{V_c \cdot e^{\frac{-V_c \cdot t_c}{3600}}}{1 - e^{\frac{-V_c \cdot t_f}{3600}}} \quad (8.2)$$

где:

c_a - пропускная способность подхода (авт./ч);

V_c - конфликтная интенсивность движения подхода (авт./ч);

t_c - критический интервал времени (с);

t_f - временной интервал следования (с).

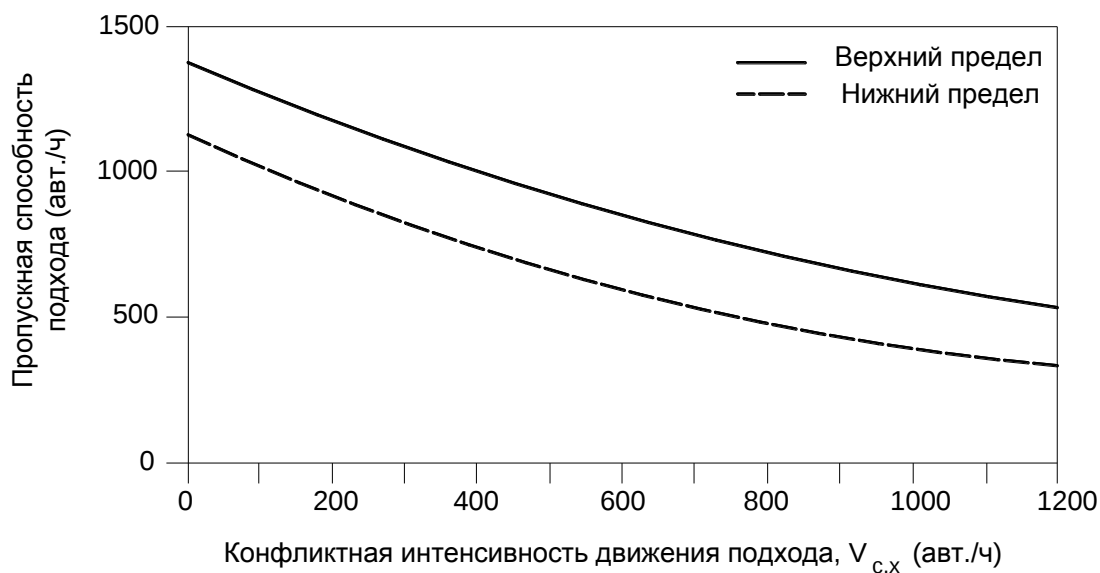


Рис. 8.6 Пропускная способность однополосного кольцевого пересечения

8.3.5 Пропускная способность однополосного кольцевого пересечения может быть проверена с использованием альтернативных методов:

$$(1) \quad c_a = 1500 - v_c - 0.3 \cdot v_i \quad (8.3)$$

где:

1500 - максимальное значение интенсивности движения которое может быть конфликтным (сумма $v_c + v_i$);

c_a - пропускная способность подхода;

v_c - конфликтная интенсивность подхода;

v_i - интенсивность выезда соответствующего подхода.

$$(2) \quad c_a = 1300 - 0.77 \cdot v_c \quad (8.4)$$

8.3.6 Пропускная способность двух полосного кольцевого пересечения определяется следующим образом:

$$c_a = 3600 \cdot \frac{n_e}{t_f} \cdot e^{\frac{v_c}{3600} \left(t_c \frac{t_f}{2} \right)} \quad (8.5)$$

где:

c_a - пропускная способность подхода, (авт./ч);

t_c - критический интервал времени, (с);

t_f - временной интервал следования, (с);

v_c - конфликтная интенсивность подхода, (авт./ч);

n_e - параметр зависящий от количества полос, $n_e=1.14$ для 2 полос.

8.3.7 Контрольные задержки определяются по формуле:

$$d = \frac{3600}{c_a} + 900 \cdot T \cdot \left[\frac{v_b}{c_a} - 1 + \sqrt{\left(\frac{v_b}{c_a} - 1 \right)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{c_a} \right) \cdot \left(\frac{v_b}{c_a} \right)}{450 \cdot T}} \right] + 5 \quad (8.6)$$

где:

d - значение контрольных задержек, (с/авт.);

c_a - пропускная способность подхода, (авт./ч);

v_b - интенсивность въезда на пересечение с подхода, (авт./ч);

T - время анализа, (ч).

Анализ необходимо проводить в течении 15 минутного периода (0,25 ч).

Значение 5 с/авт., включенное в уравнение, учитывает торможение транспортных средств от скорости движения до скорости ожидания в очереди и разгон от стоп-линии до скорости движения.

8.3.8 Совокупные задержки на пересечении

Таблица 8.6 – Нерегулируемые пересечения, в том числе кольцевые

Уровень содержания	Контрольные задержки (с/авт.)
A	<10
B	10-15
C	15-25
D	25-35
E	35-50
F	>50

8.4 Светофорное регулирование на кольцевых пересечениях

8.4.1 На кольцевых пересечениях с радиусом менее 20 м применение светофорного регулирования не рекомендуется.

8.4.2 В случае кольцевых пересечений, рекомендуется осуществлять двухфазное светофорное регулирование, с накоплением лево поворотного движения на кольцевом пути. Как правило, можно предусмотреть время для освобождения кольцевого пути между двумя фазами.

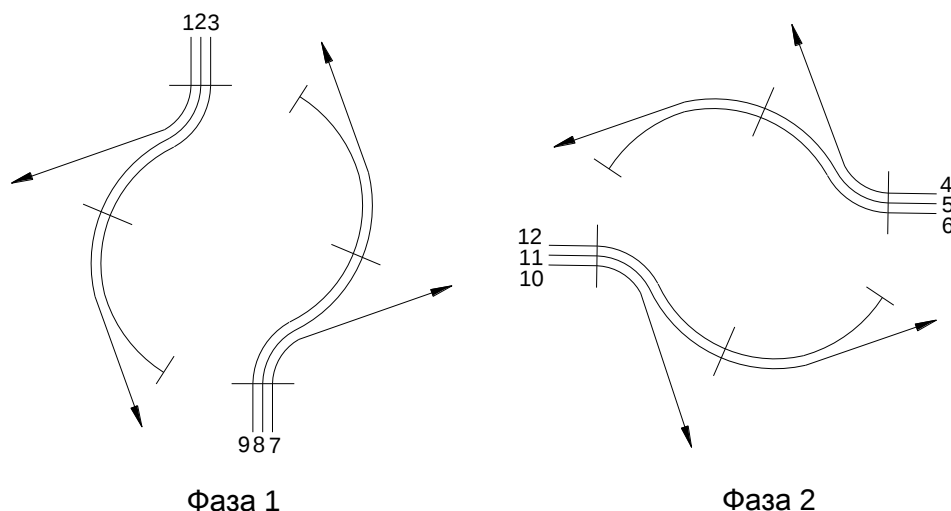


Рис. 8.7 Фазы светофорного регулирования на кольцевых пересечениях

8.4.3 Анализ светофорного регулирования на кольцевых пересечениях проводится не по принципу оптимизации контрольных задержек, а по принципу очередей ожидания на кольцевой проезжей части. Таким образом, длина цикла и фаз светофорного регулирования будут определены с учетом длины полосы (полос) накопления на кольцевом пути, таким образом, чтобы очередь ожидания для маневров на лево не блокировала соответствующие полосы для движения вперед.

9 Пересечения по типу «турбо-кольцо»

9.1 Пересечения, входящие в категорию «турбо-кольцо», характеризуются двумя различными функциональными элементами:

- высокая степень безопасности движения;
- высокая степень функциональности,

полученными благодаря канализированию движения по полосам с использованием специальных разделителей.

9.2 В таблице 9.1 указаны основные характеристики пересечений типа «турбо-кольцо».

Таблица 9.1 – Функциональные типы «турбо-колец»

Тип пересечения	Количество подходов	Расчетная пропускная способность, прив. авт./ч	Преобладающее направление движения
Турбо-кольцо «классическое»	4	3500	Движение вперед
Турбо-кольцо «коленчатое»	4	3500	Движение направо
Турбо-кольцо «спиралевидное»	4	4000	Движение прямо
Турбо-кольцо «роторное»	4	4500	Все направления
Турбо-кольцо «коленчатое» оттянутое	3	3800	Движение прямо
Турбо-кольцо «звездное»	3	5500	Все направления

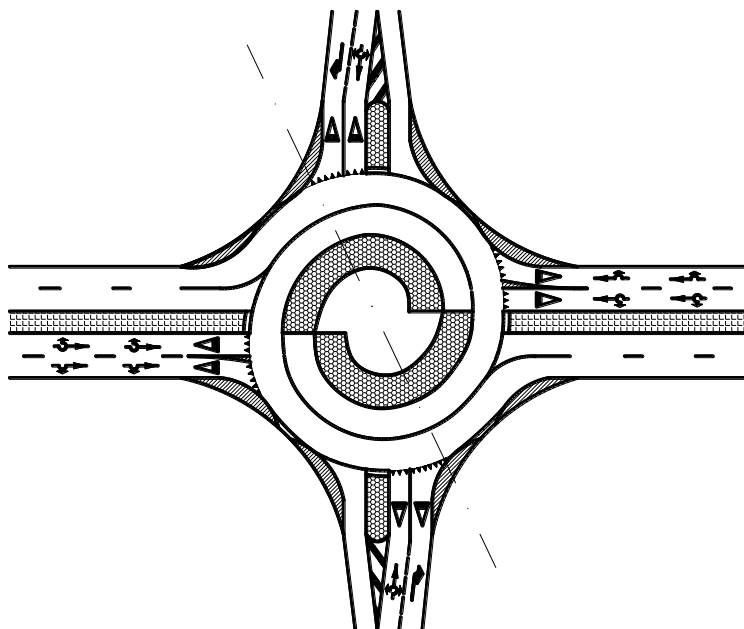


Рис. 9.1 Турбо-кольцо «классическое»

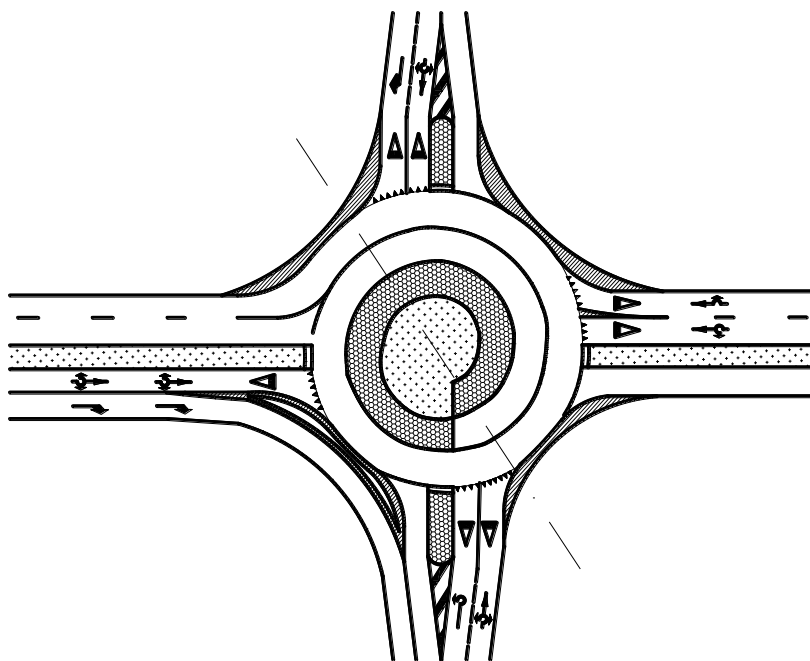


Рис. 9.2 Турбо-кольцо «коленчатое»

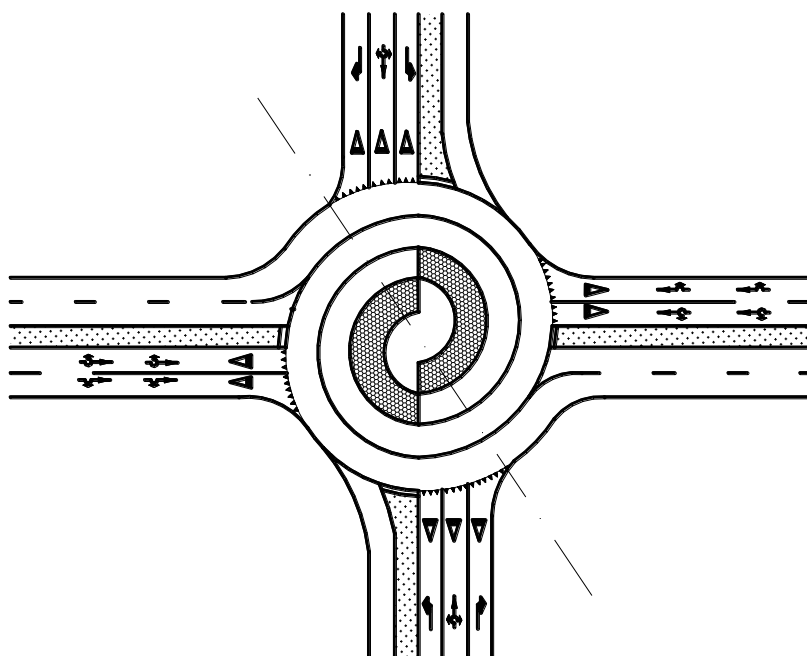


Рис. 9.3 Турбо-кольцо «спиралевидное»

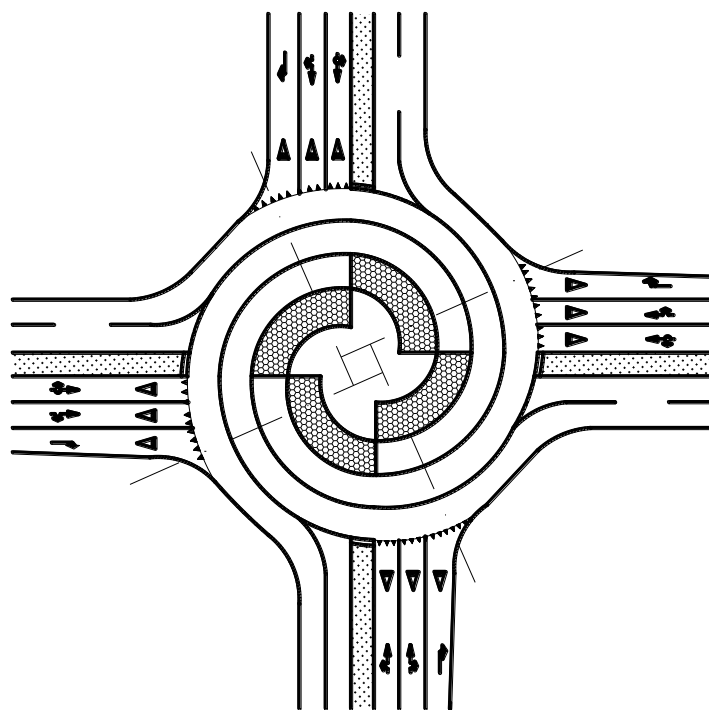


Рис. 9.4 Турбо-кольцо «роторное»

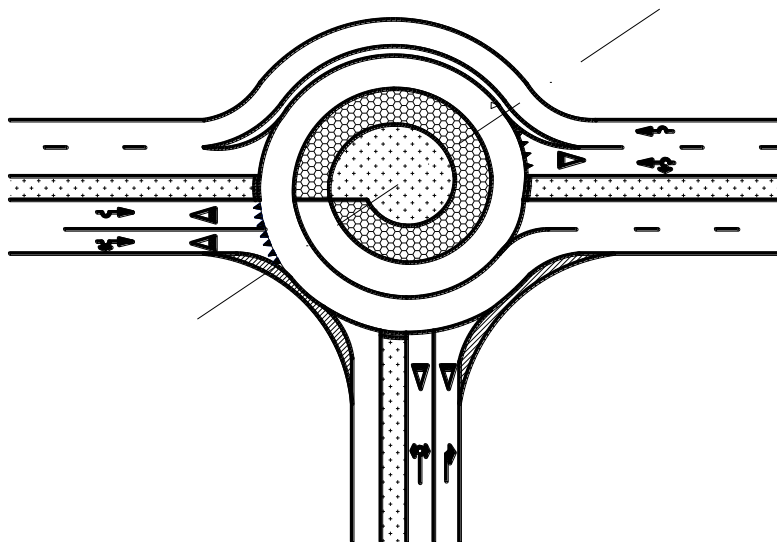


Рис. 9.5 Турбо-кольцо «коленчатое» оттянутое

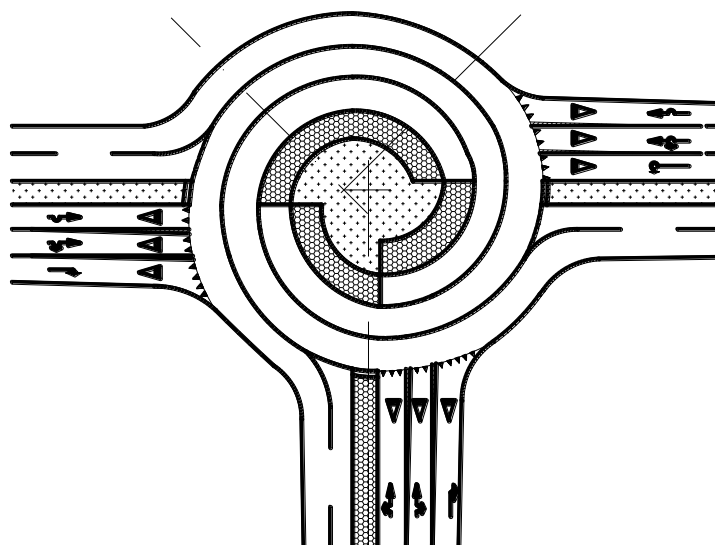


Рис. 9.6 Турбо-кольцо «звездное»

9.3 В таблицах 9.2 – 9.4 указаны основные характеристики геометрических элементов пересечений типа «турбо-кольцо».

Таблица 9.2 – Рекомендуемые геометрические элементы «турбо-колец» классического и коленчатого типов

Элемент		В стесненных условиях, м	Основные, м	Средние, м	Крупные, м
Радиус внутренней кромки внутренней полосы движения	R ₁	10,50	12,00	15,00	20,00
Радиус внешней кромки внутренней полосы движения	R ₂	15,85	17,15	20,00	24,90
Радиус внутренней кромки внешней полосы движения	R ₃	16,15	17,45	20,30	25,20
Радиус внешней кромки внешней полосы движения	R ₄	21,15	22,45	25,20	29,90
Радиус сопряжения на въезде и выезде		10,00	10,00	10,00	10,00
Ширина внутренней полосы для движения грузовых автомобилей		5,00	5,00	5,00	5,00

Примечания:

- 1 Параметры для стесненных условий являются минимальными и не рекомендуются при наличии свободного пространства.
- 2 Основные параметры предназначены для стандартных «турбо-колец».
- 3 Средние параметры предназначены для средних «турбо-колец» с менее жесткими параметрами ограничения скорости.
- 4 Крупные параметры предназначены для крупных «турбо-колец» с большей расчетной скоростью.

Таблица 9.3 – Рекомендуемые геометрические элементы «турбо-кольца» роторного типа

Элемент		Основные, м	Средние, м	Крупные, м
Радиус внутренней кромки внутренней полосы движения	R ₁	12,00	15,00	20,00
Радиус внешней кромки внутренней полосы движения	R ₂	17,25	20,15	24,95
Радиус внутренней кромки центральной полосы движения	R ₃	17,55	20,45	25,25
Радиус внешней кромки центральной полосы движения	R ₄	22,55	25,35	29,95
Радиус внутренней кромки внешней полосы движения	R ₅	22,85	25,85	30,25
Радиус внешней кромки внешней полосы движения	R ₆	27,80	30,50	34,90
Радиус сопряжения на въезде и выезде		10,00	10,00	10,00
Ширина внутренней полосы для движения грузовых автомобилей		5,00	5,00	5,00

Таблица 9.4 – Рекомендуемые геометрические элементы «турбо-кольца» звездного типа

Элемент	Основные, м
Радиус внутренней кромки внутренней полосы движения	R ₁ 12.00
Радиус внешней кромки внутренней полосы движения	R ₂ 17.10
Радиус внутренней кромки центральной полосы движения	R ₃ 17.40
Радиус внешней кромки центральной полосы движения	R ₄ 22.30
Радиус внутренней кромки внешней полосы движения	R ₅ 22.60
Радиус внешней кромки внешней полосы движения	R ₆ 27.30
Радиус сопряжения на въезде и выезде	10.00
Ширина внутренней полосы для движения грузовых автомобилей	5.00

10 Подъезды

10.1 Типы подъездов

10.1.1 Подъезды обеспечивают связь между различными функциональными зонами территории с дорожной сетью общего пользования.

10.1.2 С функциональной точки зрения подъезды классифицируются следующим образом:

- местные подъезды (1 жилая единица);
- подъезды к застройке;
- подъезды к коммерческим объектам;
- промышленные подъезды.

10.1.3 Местные подъезды предусматриваются только в том случае, если дорога к которой осуществляется подъезд относится к IV функциональному классу, или она является проездом.

10.1.4 Не рекомендуется предусматривать местный подъезд к дорогам выше III функционального класса.

10.1.5 Локальные подъезды не рассматриваются как пересечения или примыкания и будут обустроены простым закруглением или коротким отгоном поворота на вправо (как для выезда из жилой единицы, так и для въезда в жилую единицу) в соответствии с основной схемой, представленной на рисунке 10.1.

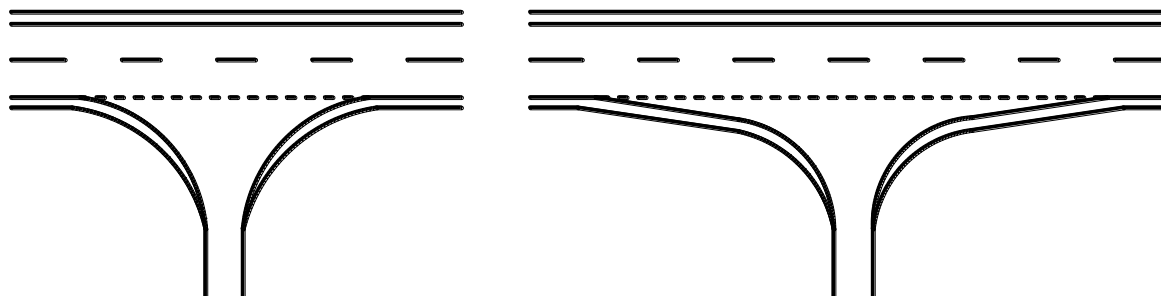


Рис. 10.1 Обустройство местных подъездов

10.1.6 Подъезды к застройке, к коммерческим объектам и промышленные будут отнесены к пересечениям и как следствие будут обустроены в зависимости от расчетных значений интенсивности движения.

10.2 Коллекторные дороги

10.2.1 Дополнительные коллекторные дороги предусматриваются для того, чтобы ограничить количество въездов (независимо от их типа) на дороги более высокой категории.

10.2.2 Пропускная способность коллекторных дорог определяется в зависимости от функциональности обслуживаемой зоны и от расчетной интенсивности движения.

10.2.3 Коллекторные дороги относятся к III функциональному классу.

10.2.4 На рисунке 10.2 показаны основные виды обустройства коллекторных дорог.

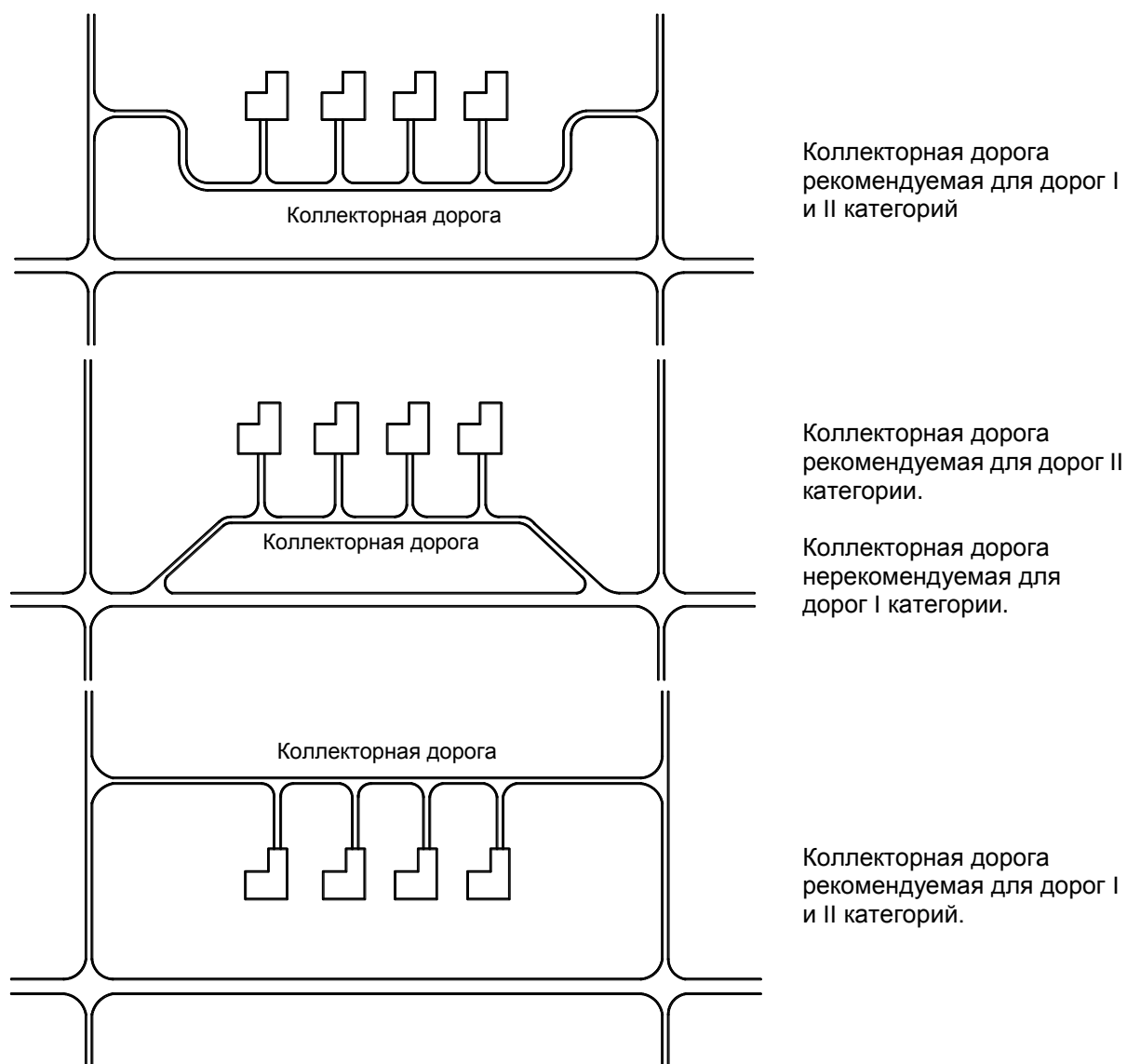


Рис. 10.2 Обустройство коллекторных дорог

11 Развороты

11.1.1 Если по техническим или функциональным причинам на определенных пересечениях некоторые маневры ограничены, на прилегающих дорогах необходимо предусмотреть развороты.

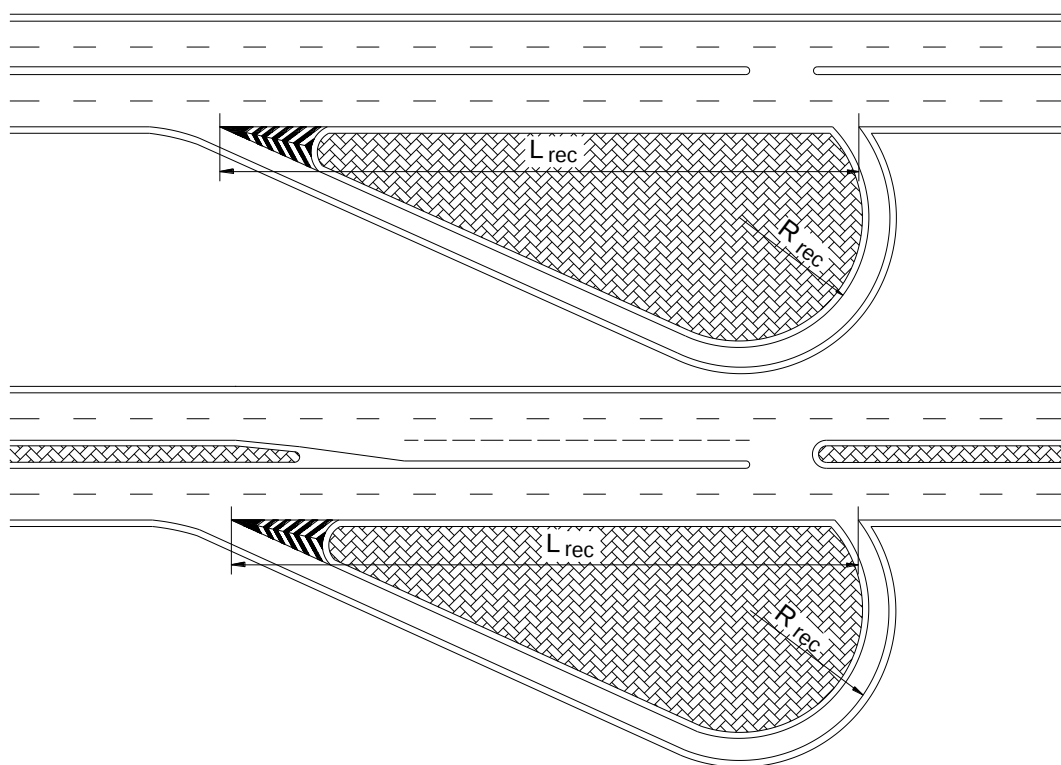


Рис. 11.1 Развороты 1 типа

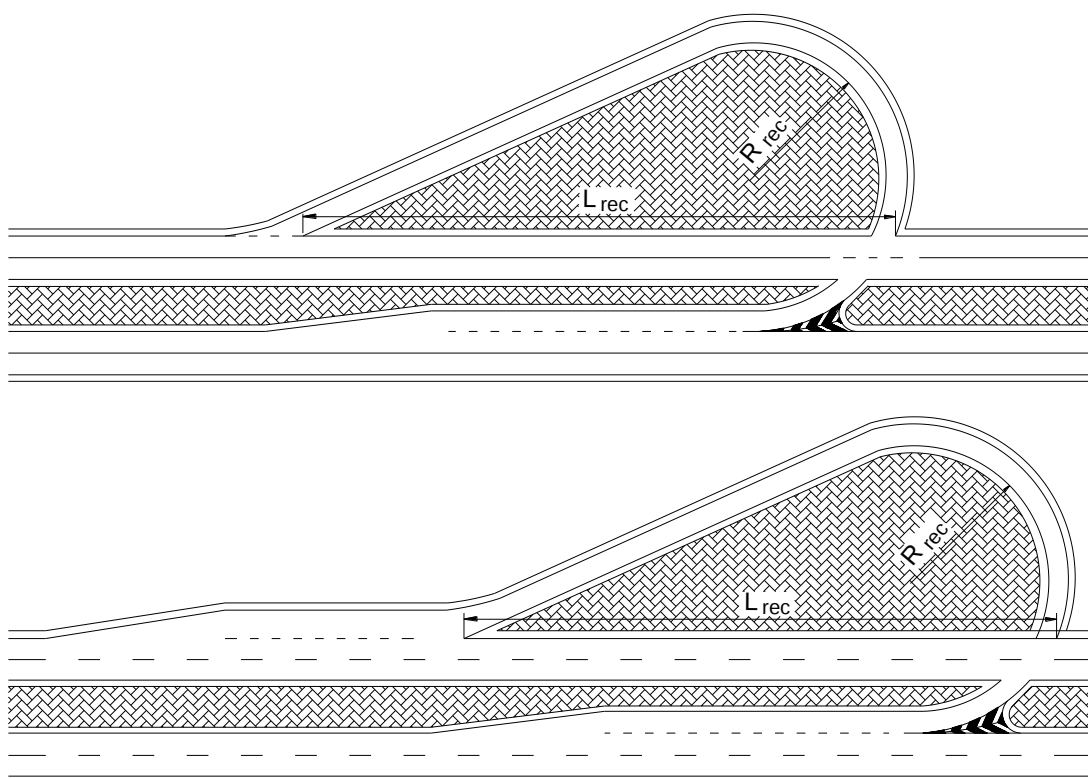


Рис. 11.2 Развороты 2 типа

11.1.2 В таблице 11.1 представлены рекомендуемые значения характерных элементов

разворотов.

Таблица 11.1 – Рекомендуемые значения геометрических элементов разворотов

Разворот 1 типа		Развороты 2 типа	
Рекомендуемый радиус (R_{rec} , м)	20,00	Рекомендуемый радиус (R_{rec} , м)	20,00
Рекомендуемая длина (L_{rec} , м)	50,00	Рекомендуемая длина (L_{rec} , м)	50,00

11.1.3 Дополнительные полосы должны быть запроектированы в соответствии с методологией, изложенной в предыдущих разделах, таким образом, чтобы было обеспечено накопление и слияние транспортных средств в условиях безопасности.

11.1.4 При проектировании разворотов следует обеспечить габариты по горизонтали путем введения уширений на закруглениях.

12 Освещение пересечений

12.1.1 Освещение пересечений в ночное время рекомендуется для повышения безопасности движения благодаря более простому восприятию водителями фиксированных препятствий и конфигурации пересечений, а также других участников дорожного движения (автомобили, немоторизованные транспортные средства, пешеходы).

12.1.2 Освещение пересечений за пределами населенных пунктов рекомендуется проводить на всех пересечениях и является обязательным в следующих случаях:

- на канализированных пересечениях с направляющими и разделяющими островками возвышающимися, над уровнем проезжей части;
- на пересечениях со светофорным регулированием;
- на пересечениях на которых было зарегистрировано повышение количества дорожно-транспортных происшествий в ночное время не имеющих других очевидных причин (средний допустимый уровень составляет 3 дорожно-транспортных происшествия в ночное время за год);
- на пересечениях, расположенных вблизи сильно освещенных зон (к примеру торговые центры, автозаправочные станции);
- на пересечениях на которых по техническим причинам при проектировании не были соблюдены минимальные параметры геометрических элементов;
- на пересечениях на которых обустроены пешеходные переходы.

12.1.3 Интенсивность освещения пересечений должна соответствовать рекомендуемым значениям, представленным в таблице 12.1.

Таблица 12.1 - Освещение пересечений (люксы)

Категория автомобильной дороги		Интенсивность движения пешеходов			Однородность E_{med}/E_{min}
		высокая	средняя	низкая	
Минимум один подход к пересечению постоянно освещен	I	34	26	18	3:1
	II	29	22	15	3:1
	III	26	18	13	4:1
	IV	21	16	10	4:1
Ни один подход к пересечению не освещен постоянно	I	21	16	10	6:1
	II				
	III				
	IV				

13 Видимость на пересечениях

13.1 Элементы видимости на пересечениях

13.1.1 Видимость на пересечениях - это способность водителей транспортных средств видеть маршрут, которому они должны следовать, заранее выявлять возможные препятствия, иметь время необходимое для принятия правильного решения и возможность предпринять соответствующие меры в критических ситуациях в зоне пересечений.

13.1.2 Элементами видимости на пересечениях являются:

- расстояние принятия решения (расстояние, пройденное за время принятия решения), D_{dec} ;
- расстояние остановки/маневра (после обнаружения препятствия), D_{stop} ;
- горизонтальное расстояние видимости, $D_{viz}^{plan} = D_{dec} + D_{stop}$;
- расстояние видимости в продольном профиле, D_{viz}^{long} .

13.2 Расстояние остановки

13.2.1 Расстояние остановки - это расстояние, необходимое для того, чтобы водитель транспортного средства смог обнаружить и отреагировать на препятствие, расположенное на пути следования и полностью остановить транспортное средство в условиях безопасности, прежде чем задеть препятствие.

13.2.2 Минимальные расстояния остановки напрямую зависят от скорости движения на подходах к пересечению и указаны в таблице 13.1.

Таблица 13.1 – Минимальные расстояния остановки

Скорость (км/ч)	Расстояние остановки (м)
20	20
30	35
40	50
50	65
60	85
70	105
80	130
90	160
100	185
110	220
120	250

13.3 Расстояние принятия решения

13.3.1 Расстояние принятия решения - это расстояние необходимое водителю транспортного средства для обнаружения неожиданной информации или определенного условия движения или состояние окружающей среды, для того чтобы осознать проблему, выбрать требуемую скорость и траекторию движения, а также начать и завершить набор маневров в условиях безопасности.

13.3.2 Минимальные расстояния принятия решения напрямую зависят от скорости движения на подходах к пересечению и указаны в таблице 13.2.

Таблица 13.1 – Минимальные расстояния принятия решения

Скорость (км/ч)	Расстояние принятия решения (м) - об остановке -	Расстояние принятия решения (м) - о маневрировании -
50	155	195
60	195	235
70	235	275
80	280	315
90	325	360
100	370	400
110	420	430
120	470	470

13.4 Расстояние видимости в плане

13.4.1 Расстояние видимости – это сумма расстояния принятия решения (или реакции) и расстояния остановки.

$$D_{viz} = D_{dec} + D_{stop} \quad (13.1)$$

13.4.2 При расчете расстояния видимости на подходах основного направления нерегулируемых пересечений необходимо принять во внимание расстояние осуществления маневра.

13.4.3 При расчете расстояния видимости на подходах второстепенного направления нерегулируемых пересечений необходимо принять во внимание расстояние остановки.

13.4.4 При расчете расстояния видимости на подходах регулируемых пересечений необходимо принять во внимание расстояние остановки.

13.4.5 При расчете расстояния видимости на подходах кольцевых пересечений необходимо принять во внимание расстояние осуществления маневра.

13.5 Расстояние видимости в продольном профиле (на выпуклых кривых)

13.5.1 Расстояние видимости в продольном профиле (на выпуклых кривых) проверяется исходя из расстояния видимости в плане и длины вертикальной кривой.

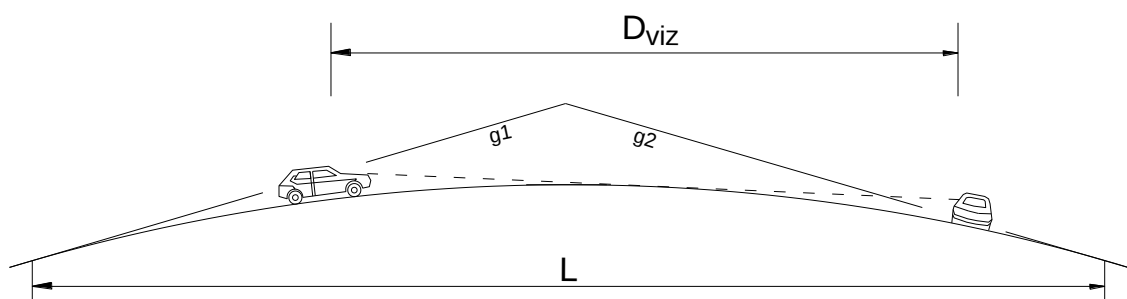


Рис. 13.1 Расчетная схема расстояния видимости в продольном профиле (на выпуклых кривых)

13.5.2 Для случая:

$$D_{viz}^{plan} < L \quad (13.2)$$

где:

L - длина вертикальной кривой.

$$L = \frac{m \cdot D_{viz}^{plan}}{407} \quad (13.3)$$

$$m = |g_1 - g_2| \quad (13.4)$$

13.5.3 Для случая:

$$D_{viz}^{plan} > L \quad (13.5)$$

где:

L - длина вертикальной кривой.

$$L = 2 \cdot D_{viz}^{plan} - \frac{407}{m} \quad (13.6)$$

$$m = |g_1 - g_2| \quad (13.7)$$

13.5.4 В зависимости от расчетной скорости на участке автомобильной дороги на котором расположено пересечение рекомендуемые значения параметра измеряющего кривизну $K = L/m$ (K – представляет собой длину по горизонтали необходимую для изменения кривизны на 1°) представлены в таблице 13.3.

Таблица 13.3 - Рекомендуемые значения параметра кривизны K (выпуклые кривые)

Скорость (км/ч)	K
50	15
60	20
70	30
80	45
90	65
100	85
110	120

13.6 Расстояние видимости в продольном профиле (на вогнутых кривых)

13.6.1 Расстояние видимости в продольном профиле (на вогнутых кривых) проверяется исходя из расстояния видимости в плане и длины вертикальной кривой. Расчеты учитывают стандартную высоту и стандартный угол освещения фар автомобиля.

13.6.2 Для случая:

$$D_{viz}^{plan} < L \quad (13.8)$$

где:

L - длина вертикальной кривой.

$$L = \frac{m \cdot (D_{viz}^{plan})^2}{120 + 3,5 \cdot D_{viz}^{plan}} \quad (13.9)$$

$$m = |g_1 - g_2| \quad (13.10)$$

13.6.3 Для случая:

$$D_{viz}^{plan} > L \quad (13.11)$$

где:

L - длина вертикальной кривой.

$$L = 2 \cdot D_{viz}^{plan} - \frac{120 + 3,5 \cdot D_{viz}^{plan}}{m} \quad (13.12)$$

$$m = |g_1 - g_2| \quad (13.13)$$

13.6.4 В зависимости от расчетной скорости на участке автомобильной дороги на котором расположено пересечение рекомендуемые значения параметра измеряющего кривизну $K = L/m$ (K – представляет собой длину по горизонтали необходимую для изменения кривизны на 1°) представлены в таблице 13.4.

Таблица 13.4 - Рекомендуемые значения параметра кривизны K (вогнутые кривые)

Скорость (км/ч)	K
50	13
60	18
70	23
80	30
90	38
100	45
110	55

Приложение А Примеры расчета

А.1 Проверка пересечения со светофорным регулированием

Для пересечения со светофорным регулированием требуется соответствие определенному уровню обслуживания на основании начальных данных установленных в полевых условиях.

А.1.1 Начальные данные

А.1.1.1 Планировка пересечения

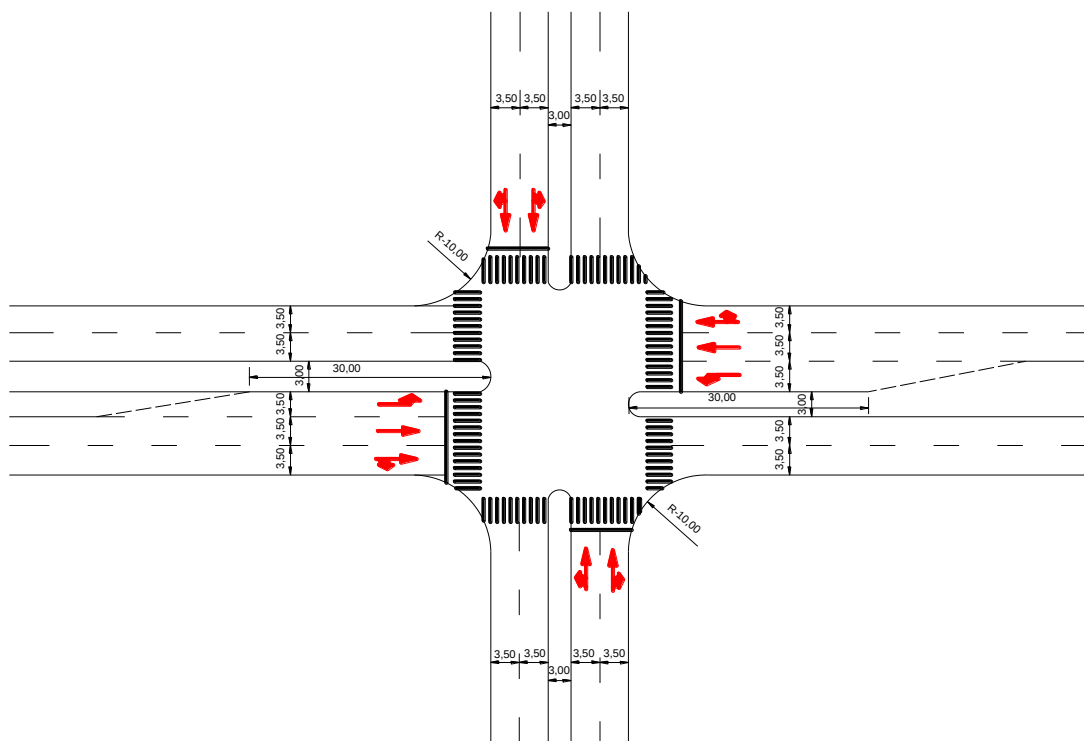


Рис. А.1.1 Необходимые данные. Планировка пересечения

А.1.1.2 Расчетные интенсивности движения. Данные о светофорном регулировании

$g1=35$ с	$g2=20$ с	$g3=25$ с	$g4=20$ с

Рис. А.1.2 Необходимые данные. Светофорное регулирование.
Расчетные интенсивности движения

Светофорный цикл равен 140 секундам, из которых фактический цикл (только продолжительность зеленого сигнала) равен 120 секундам.

Безопасное время (желтый сигнал) равно 3 секундам за фазу.

Время освобождения перекрестка (полностью красный) равно 2 секундам за фазу.

A.1.1.3 Другие данные

Процент грузовых автомобилей, все направления: % $HV = 5\%$

Уклон направления Запад – Восток: % $G = 0\%$

Уклон направления Север – Юг: % $G = 5\%$, спуск к Северу

На всех подходах пересечения стоянка запрещена

Количество остановок автобусов в час на Южном подходе: $N_{bb}=120$

Пересечение расположено в городской зоне

Полосы каждой группы используются равномерно

На каждом подходе пересечения по 300 пешеходов в час

Пешеходы переходят в конфликте с правоповоротным движением

A.1.2 Решение**A.1.2.1 Определение групп полос**

группа 1	группа 2	группа 3	группа 4	группа 5	группа 6

Рис. А.1.3 Группы полос

A.1.2.2 Поток насыщения для каждой группы полос

Показатели	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4	Группа 5	Группа 6
s_o	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_p	1	1	1	1	1	1
N	2	2	1	1	2	2
f_{bb}	1	1	1	1	1	0,76
f_a	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

Используемые формулы:

$$f_w = 1 + \frac{W - 3,5}{9}$$

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

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

$$f_{bb} = \frac{N - \frac{14,4 \cdot N_B}{3600}}{N}$$

$$P_{RT} = \frac{V_{dreapta}}{\sum_{grup} V_{mişcare}^i}$$

$f_{RT} = 1 - 0,15 \cdot P_{RT}$, для смешанных полос, 2 полосы в одном направлении

$$s = s_o \cdot N \cdot f_w \cdot f_{HV} \cdot f_g \cdot f_{bb} \cdot f_a \cdot f_{LU} \cdot f_{LT} \cdot f_{RT} \cdot f_{LTP} \cdot f_{RTP}$$

A.1.2.3 Пропускная способность по группам полос

Показатели	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4	Группа 5	Группа 6
s	2931	2993	1543	1543	2493	1991
g (sec)	35	35	20	20	25	20
C _{ef} (sec)	120	120	120	120	120	120
c	855	873	257	257	519	332

Используемые формулы:

$$c_i = s_i \frac{g_i}{C_{ef}}$$

A.1.2.4 Отношение интенсивность/пропускная способность по группам полос

Показатели	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4	Группа 5	Группа 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

Используемые формулы:

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

A.1.2.5 Расчет задержек

Показатели	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4	Группа 5	Группа 6
C _{effectiv} (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 _{Ui}	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 _{Qi}	0	0	0	0	0	0
D _{Ci}	50,31	35,32	41,58	32,35	51,02	155,38

Используемые формулы:

$$D_{Ui} = \frac{0,5 \cdot C \cdot \left(1 - \frac{g_i}{C}\right)^2}{1 - \left[\min(1, X_i) \cdot \frac{g_i}{C}\right]}$$

$$FP_i = \frac{1 - P_i}{1 - \frac{g_i}{C_{ef}}} \quad - \quad \text{принимается } P_i = 0,50, \text{ при отсутствии данных}$$

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

Предполагается что первоначальных очередей ожидания не существует.

A.1.2.6 Совокупность задержек. Уровень содержания

Показатели	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4	Группа 5	Группа 6
D_{Ci}	50,31	35,32	41,58	32,35	51,02	155,38
v	750	500	140	30	430	340
D	62,54					

Используемые формулы:

$$D_T = \frac{\sum D_{Ci} \cdot V_i}{\sum V_i}$$

Уровень содержания. Пересечения со светофорным регулированием

Уровень содержания	Задержка регулирования (с/прив.ед.)
A	<10
B	10-20
C	20-35
D	35-55
E	55-80
F	>80

A.1.3 Выводы

Результат анализа пропускной способности показал, что пересечение находится на верхней границе уровня содержания «Е», то есть движение сложное, характеризуемое постоянными очередями ожидания и малыми скоростями движения.

A.2 Оптимизация светофорного регулирования

Для проанализированного ранее пересечения требуется оптимизация светофорного регулирования и соответствие уровню содержания.

A.2.1 Начальные данные

A.2.1.1 Планировка пересечения

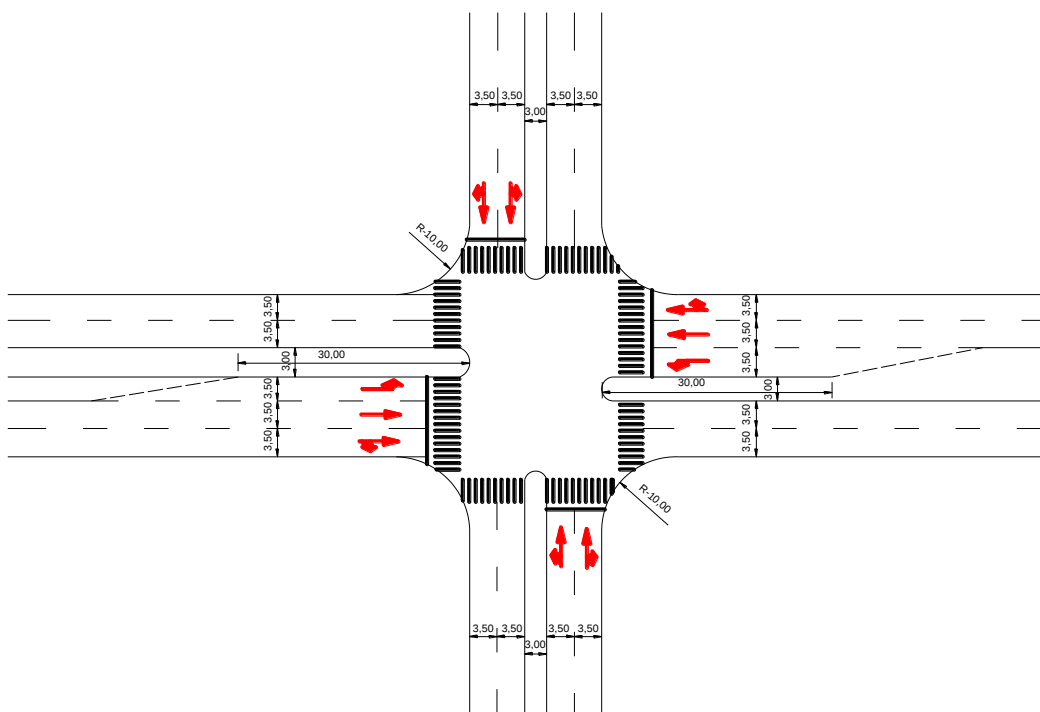


Рис. А.2.1 Необходимые данные. Геометрия пересечения

А.2.1.2 Расчетные интенсивности движения

g1=35 с	g2=20 с	g3=25 с	g4=20 с

Рис. А.2.2 Необходимые данные. Расчетные интенсивности движения

А.2.1.3 Другие данные

Процент грузовых автомобилей, все направления: % HV = 5%

Уклон направления Запад – Восток: % G = 0%

Уклон направления Север – Юг: % G = 5%, спуск к Северу

На всех подходах пересечения стоянка запрещена

Количество остановок автобусов в час на Южном подходе: N_{bb} =120

Пересечение расположено в городской зоне

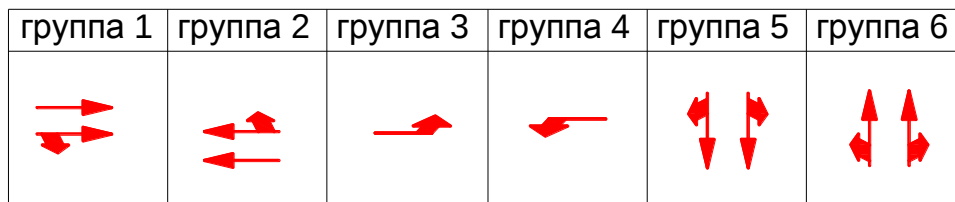
Полосы каждой группы используются равномерно

На каждом подходе пересечения по 300 пешеходов в час

Пешеходы переходят в конфликте с правоповоротным движением

А.2.2 Решение

Будет сохранена та же структура светофорных фаз.

A.2.2.1 Определение групп полос**Рис. А.2.3** Группы полос**A.2.2.2** Потоки насыщения для каждой группы полос

Показатели	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4	Группа 5	Группа 6
s_o	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_p	1	1	1	1	1	1
N	2	2	1	1	2	2
f_{bb}	1	1	1	1	1	0,76
f_a	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

A.2.2.3 Определение интервалов смены фаз (желтый + полный красный)

Показатели	Фаза 1		Фаза 2		Фаза 3	Фаза 4
	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4	Группа 5	Группа 6
t (с)	1	1	1	1	1	1
g (м/с ²)	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81
a (м/с ²)	3	3	3	3	3	3
G (%)	0	0	0	0	-5	5
l (м)	5	5	5	5	5	5
w (м)	17	17	17	17	21	21
V (м/с)	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5
L (с)	4,88	4,88	4,88	4,88	2,61	3,17

Скорость движения составляет 50 км/ч.

Используемые формулы:

$$L = C_g + C_r = t + \underbrace{\frac{V}{2 \cdot a + g \cdot G}}_{\text{желтый}} + \underbrace{\frac{l + w}{V}}_{\text{красный}}$$

Перекрывающим считается период времени равный 3 секундам для желтого сигнала и 2 секундам для полного красного сигнала каждой светофорной фазы.

A.2.2.4 Определение минимальных временных промежутков необходимых для перехода

пешеходов

Показатели	Фаза 1	Фаза 2	Фаза 3	Фаза 4
L (м)	7	7	10,5	10,5
S _p (м/с)	1,20	1,20	1,20	1,20
N _{ped}	5	5	5	5
W _E	4,00	4,00	4,00	4,00
G _{ip}	10	10	12	12

Наличие островков на середине проезжей части обеспечивает переход пешеходов в 2 этапа. Ширина пешеходного перехода принимается равной 4,00 м

Используемые формулы:

$$G_p = 3,2 + \frac{L}{S_p} + \left(0,27 \cdot \frac{N_{ped}}{W_E}\right)$$

ПРИМЕЧАНИЕ – Минимальный светофорный цикл должен составлять минимум 64 секунды (сумма временных периодов безопасности и минимальных временных периодов перехода пешеходов), кроме того он должен удовлетворять минимальным требованиям перехода пешеходов для каждой отдельной светофорной фазы.

A.2.2.5 Критические группы. Отношения критические пропускная способность/интенсивность/насыщение

На светофорной фазе 1 движение осуществляют группы 1 и 2.

На светофорной фазе 2 движение осуществляют группы 3 и 4.

На светофорной фазе 3 движение осуществляет группа 5.

На светофорной фазе 4 движение осуществляет группа 6.

Показатели	Фаза 1		Фаза 2		Фаза 3	Фаза 4
	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4	Группа 5	Группа 6
v (общ.)	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
Критич. группа ?	da	nu	da	nu	da	da
Y _c	0,26		0,09		0,17	0,17
Y = TY _c	0.69					
L (с)	5					
C (с)	40					

Используемые формулы:

$$C = \frac{1,50 \cdot L + 5}{1 - Y}$$

A.2.2.6 Исправление светофорного цикла

Показатели	Фаза 1	Фаза 2	Фаза 3	Фаза 4
v _c	750	140	430	340
s	2931	1543	2493	1991
C _{i,ef}	27	77	49	49

Используемые формулы:

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

Решение: Выбранный светофорный цикл составляет 100 секунд из которых 80 секунд фактически зеленый сигнал.

A.2.2.7 Продолжительность светофорных циклов

Показатели	Фаза 1	Фаза 2	Фаза 3	Фаза 4
C	100	100	100	100
C _{ef}	80	80	80	80
g _{i,ef}	30	10	20	20

Используемые формулы:

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

A.2.2.8 Пропускная способность групп полос

Показатели	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4	Группа 5	Группа 6
s	2931	2993	1543	1543	2493	1991
g (с)	30	30	10	10	20	20
C _{ef} (с)	80	80	80	80	80	80
c	1099	1122	193	193	623	498

Используемые формулы:

$$c_i = s_i \cdot \frac{g_i}{C_{ef}}$$

A.2.2.9 Отношение интенсивность/пропускная способность по группам полос

Показатели	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4	Группа 5	Группа 6
v	750	500	140	30	430	340
c	1099	1122	193	193	623	498
X (инт./п.с.)	0,68	0,45	0,73	0,16	0,69	0,68

Используемые формулы:

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

A.2.2.10 Расчет задержек

Показатели	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4	Группа 5	Группа 6
C _{ef} (с)	100	100	100	100	100	100
g (с)	30	30	10	10	20	20
X (инт./п.с.)	0,68	0,45	0,73	0,16	0,69	0,68
D _{ui}	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 _{qi}	0	0	0	0	0	0
D _{ci}	28,08	23,97	48,93	25,23	31,23	32,4

Используемые формулы:

$$D_{Ui} = \frac{0,5 \cdot c \cdot \left(1 - \frac{c_i}{c}\right)^2}{1 - \left[\min(1, X_i) \cdot \frac{g_i}{c}\right]}$$

$$FP_i = \frac{1 - P_i}{1 - \frac{g_i}{c_{ef}}}$$

В отсутствии конкретных данных принимается $P_i = 0,50$.

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

предполагается, что начальные очереди ожидания отсутствуют.

A.2.2.11 Совокупность задержек. Уровень содержания

Показатели	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4	Группа 5	Группа 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					

Используемые формулы:

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

A.2.3 Выводы

В результате оптимизации светофорного регулирования средние задержки транспортных средств значительно уменьшаются, а пересечение переходит на уровень содержания «С».

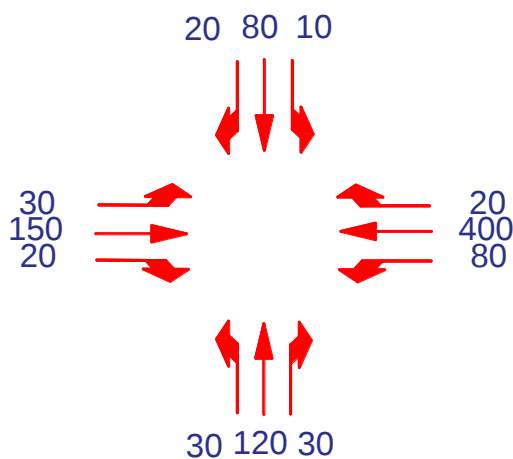
A.3 Проверка нерегулируемого пересечения

Для нерегулируемого пересечения требуется определить уровень содержания используя начальные данные определенные в полевых условиях.

A.3.1 Начальные данные

A.3.1.1 Планировка пересечения

A.3.1.2 Расчетные интенсивности движения



- без пешеходных переходов;
- 100 пешеходов в час на каждом подходе к пересечению.

A.3.1.4 Обозначение маневров

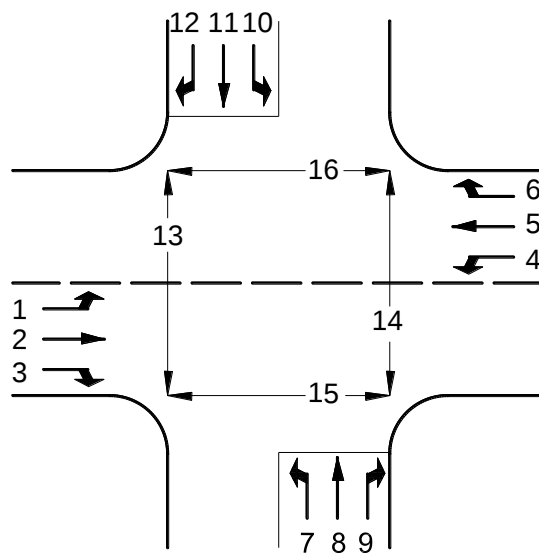


Рис. А.3.3 Обозначение маневров

Ранг	Код маневра
1	2,3,5,6,15,16
2	1,4,13,14,9,12
3	8,11
4	7,10

A.3.2 Решения

Уровень содержания, нерегулируемые пересечения

Уровень содержания	Задержка регулирования (с/прив.ед.)
A	<10
B	10-15
C	15-25
D	25-35
E	35-50
F	>50

А.3.2.1 Решение 1: без пешеходов

Код маневра	Ранг маневра	Интенсивность движения	Конфликтная интенсивность	Основное критическое время проезда	Основное время следования	Уточненное критическое время проезда	Уточненное время следования	Пропускная способность маневра	Возможная пропускная способность	Отношение пропускной и возможной пропускной способности маневра	Пропускная способность полосы со смешанным движением	Расчетная интенсивность	Контрольные задержки	Средние задержки	Уровень содержания	
1	2	30	420	4,1	2,2	4,1	2,25	1128	1128	1	1128	30	8,28	26,93	D	
2	1	250														
3	1	20														
4	2	80	270	4,1	2,2	4,1	2,25	1279	1279	1	1279	80	8			
5	1	400														
6	1	20														
7	4	30	540	7,1	3,5	7,1	3,55	392	451	0,87						
8	3	120	900	6,5	4	6,5	4,05	236	278	0,85	289	180	37,44			
9	2	30	260	6,2	3,3	6,2	3,35	773	773	1						
10	4	10	965	7,1	3,5	7,1	3,55	204	234	0,87						
11	3	80	900	6,5	4	6,5	4,05	236	278	0,85	262	110	28,59			
12	2	20	410	6,2	3,3	6,2	3,35	638	638	1						
13	2	0														
14	2	0														
15	1	0														
16	1	0														

A.3.2.2 Решение 2: 100 пешеходов в час на каждом подходе

Код маневра	Ранг маневра	Интенсивность движения	Конфликтная интенсивность	Основное критическое время проезда	Основное время следования	Уточненное критическое время проезда	Уточненное время следования	Пропускная способность маневра	Возможная пропускная способность	Отношение пропускной и возможной пропускной способности маневра	Пропускная способность полосы со смешанным движением	Расчетная интенсивность	Контрольные задержки	Средние задержки	Уровень содержания	
1	2	30	520	4,1	2,2	4,1	2,25	1037	1037	1	1037	30	8,57	51,99	F	
2	1	250														
3	1	20														
4	2	80	370	4,1	2,2	4,1	2,25	1176	1176	1	1176	80	8,28			
5	1	400														
6	1	20														
7	4	30	740	7,1	3,5	7,1	3,55	289	332	0,87						
8	3	120	1100	6,5	4	6,5	4,05	181	213	0,85	220	180	83,28			
9	2	30	460	6,2	3,3	6,2	3,35	598	598	1						
10	4	10	1165	7,1	3,5	7,1	3,55	149	171	0,87						
11	3	80	1100	6,5	4	6,5	4,05	181	213	0,85	200	110	44,43			
12	2	20	610	6,2	3,3	6,2	3,35	493	493	1						
13	2	100														
14	2	100														
15	1	100														
16	1	100														

А.4 Проверка кольцевого пересечения

Для кольцевого пересечения с одной полосой движения как на въезде так и на выезде, а так же на кольцевой проезжей части, требуется определить уровень содержания используя начальные данные определенные в полевых условиях.

А.4.1 Начальные данные

А.4.1.1 Планировка пересечения

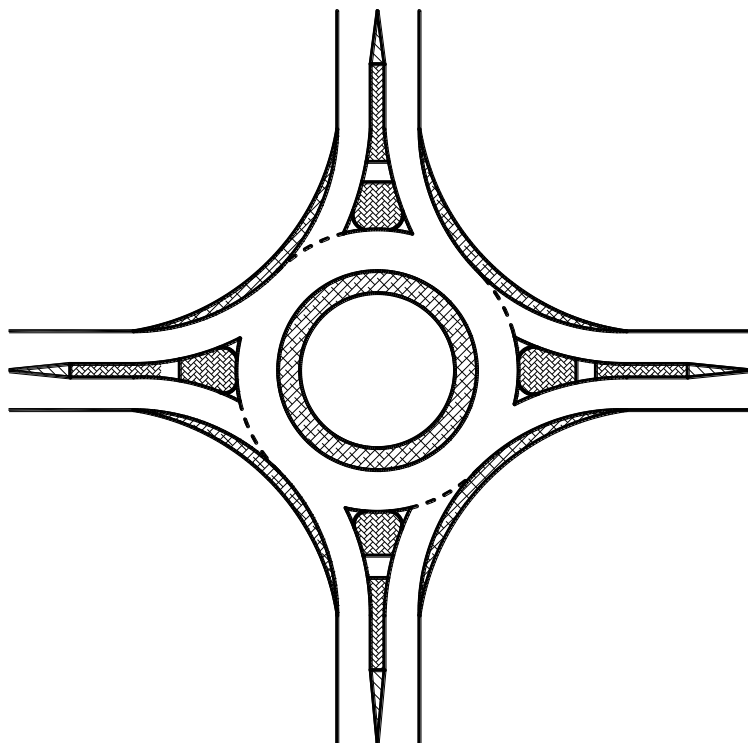


Рис. А.4.1 Необходимые данные. Планировка пересечения

А.4.1.2 Расчетные интенсивности движения

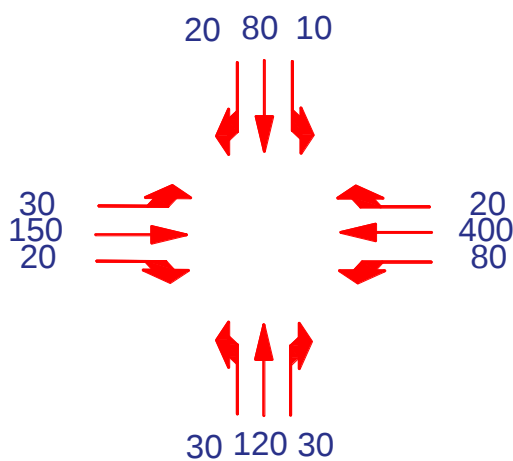


Рис. А.4.2 Необходимые данные. Расчетные интенсивности движения

A.4.2 Решения**Уровень содержания, нерегулируемые пересечения**

Уровень содержания	Задержка регулирования (с/прив.ед.)
A	<10
B	10-15
C	15-25
D	25-35
E	35-50
F	>50

A.4.2.1 Решение 1 (экспоненциальные)

Направление движения	Маневр	Интенсивности движения	Интенсивности подхода	Интенсивности конфликта	Интенсивности выезда	Критическое время проезда	Время следования	Припускная способность подхода	Задержки на подходе	Средние задержки	Уровень содержания
В	налево	30	300	160		4,4	2,8	1124	9,37	9,96	А
	прямо	250									
	направо	20									
З	налево	80	500	150		4,4	2,8	1134	10,67		
	прямо	400									
	направо	20									
Ю	налево	30	180	260		4,4	2,8	1033	9,22		
	прямо	120									
	направо	30									
С	налево	10	110	430		4,4	2,8	894	9,59		
	прямо	80									
	направо	20									

A.4.2.2 Решение 2 (приведение к 1500)

Направление движения	Маневр	Интенсивности движения	Интенсивности подхода	Интенсивности конфлик	Интенсивности выезда	Критическое время	Время следования	Пропускная способность подхода	Задержки на подходе	Средние задержки	Уровень содержания
В	налево	30	300	160	450	4,4	2,8	1205	8,98		
	прямо	250									
	направо	20									
З	налево	80	500	150	290	4,4	2,8	1263	9,72		
	прямо	400									
	направо	20									
Ю	налево	30	180	260	180	4,4	2,8	1186	8,58		
	прямо	120									
	направо	30									
С	налево	10	110	430	170	4,4	2,8	1019	8,96		
	прямо	80									
	направо	20									

A.4.2.3 Решение 3 (приведение к 3000)

Направление движения	Маневр	Интенсивности движения	Интенсивности подхода	Интенсивности конфлик	Интенсивности выезда	Критическое время	Время следования	Припускная способность подхода	Задержки на подходе	Средние задержки	Уровень содержания
В	налево	30	300	160		4,4	2,8	1177	9,1		
	прямо	250									
	направо	20									
З	налево	80	500	150		4,4	2,8	1185	10,25		
	прямо	400									
	направо	20									
Ю	налево	30	180	260		4,4	2,8	1100	8,91		
	прямо	120									
	направо	30									
С	налево	10	110	430		4,4	2,8	969	9,19		
	прямо	80									
	направо	20									

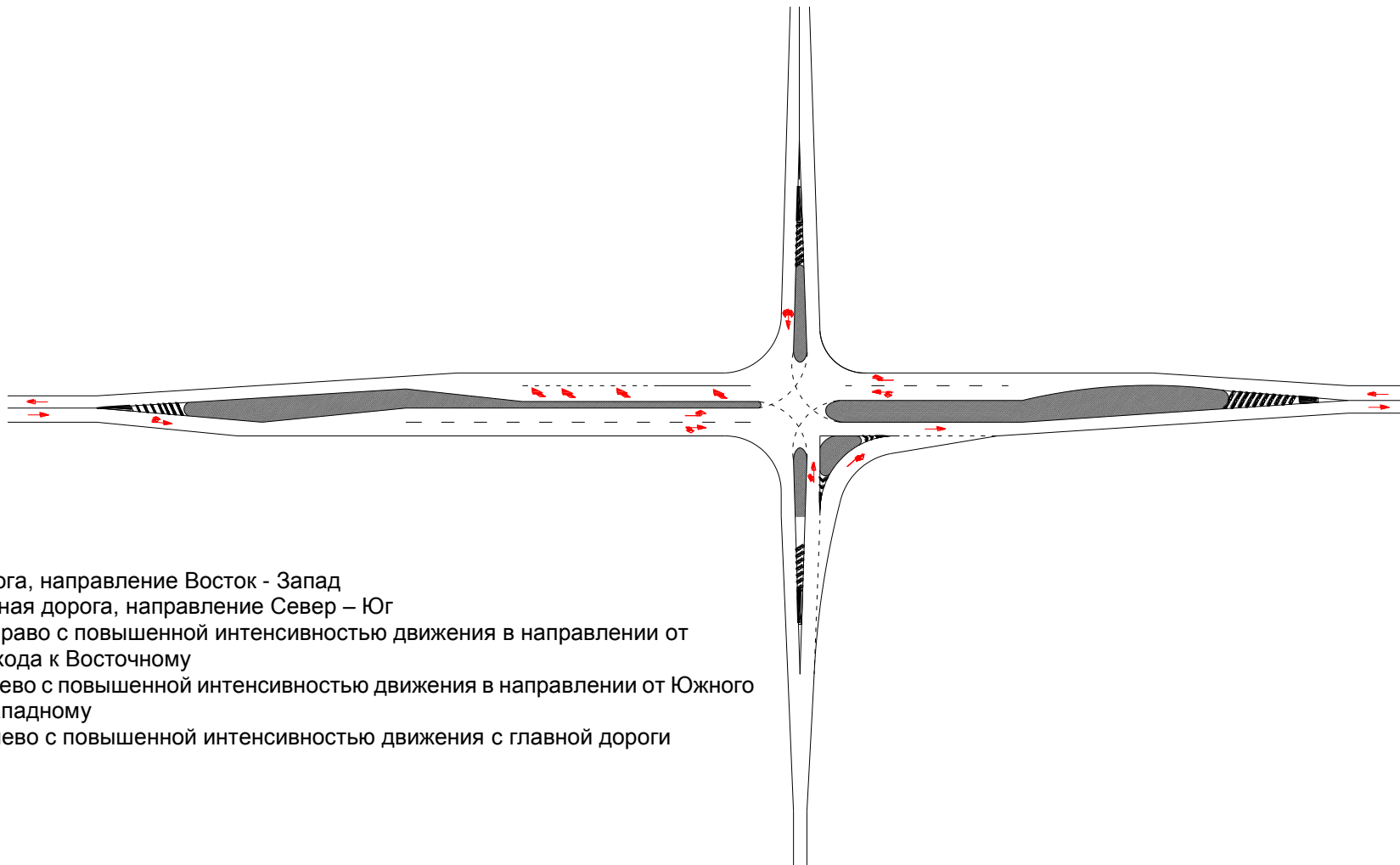
A.4.2.4 Решение 4 (показатель n_e)

	n _e =1										
Направление движения	Маневр	Интенсивности движения	Интенсивности подхода	Интенсивности конфлик	Интенсивности выезда	Критическое время	Время следования	Припускная способность подхода	Задержки на подходе	Средние задержки	Уровень содержания
E	Stânga	30	300	160		4,4	2,8	1469	8,08		
	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									

Приложение В

Решения по планировке пересечений в одном уровне

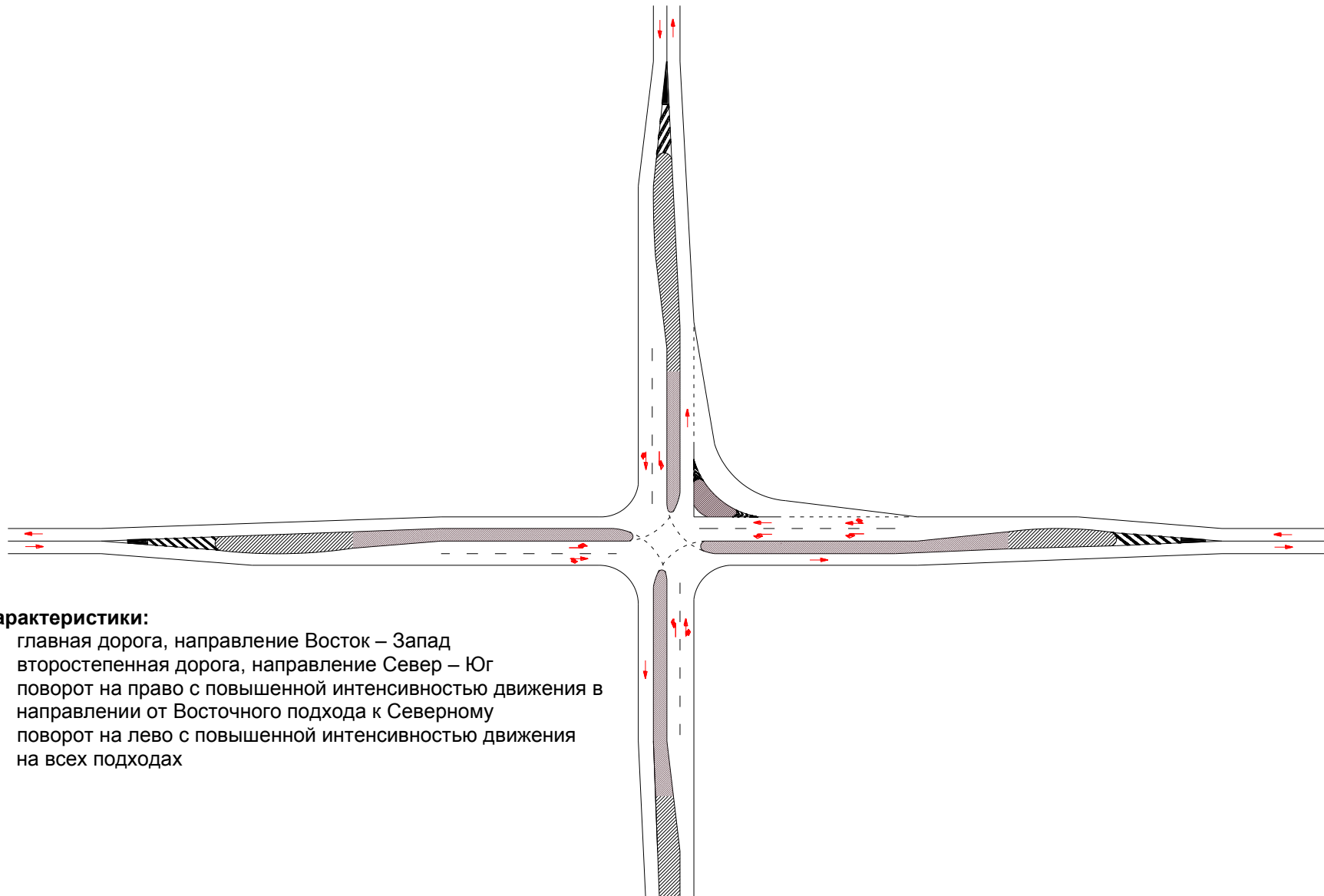
В.1 Типовое пересечение двух полосных автомобильных дорог, решение 1



Характеристики:

- главная дорога, направление Восток - Запад
- второстепенная дорога, направление Север – Юг
- поворот на право с повышенной интенсивностью движения в направлении от Южного подхода к Восточному
- поворот на лево с повышенной интенсивностью движения в направлении от Южного подхода к Западному
- поворот на лево с повышенной интенсивностью движения с главной дороги

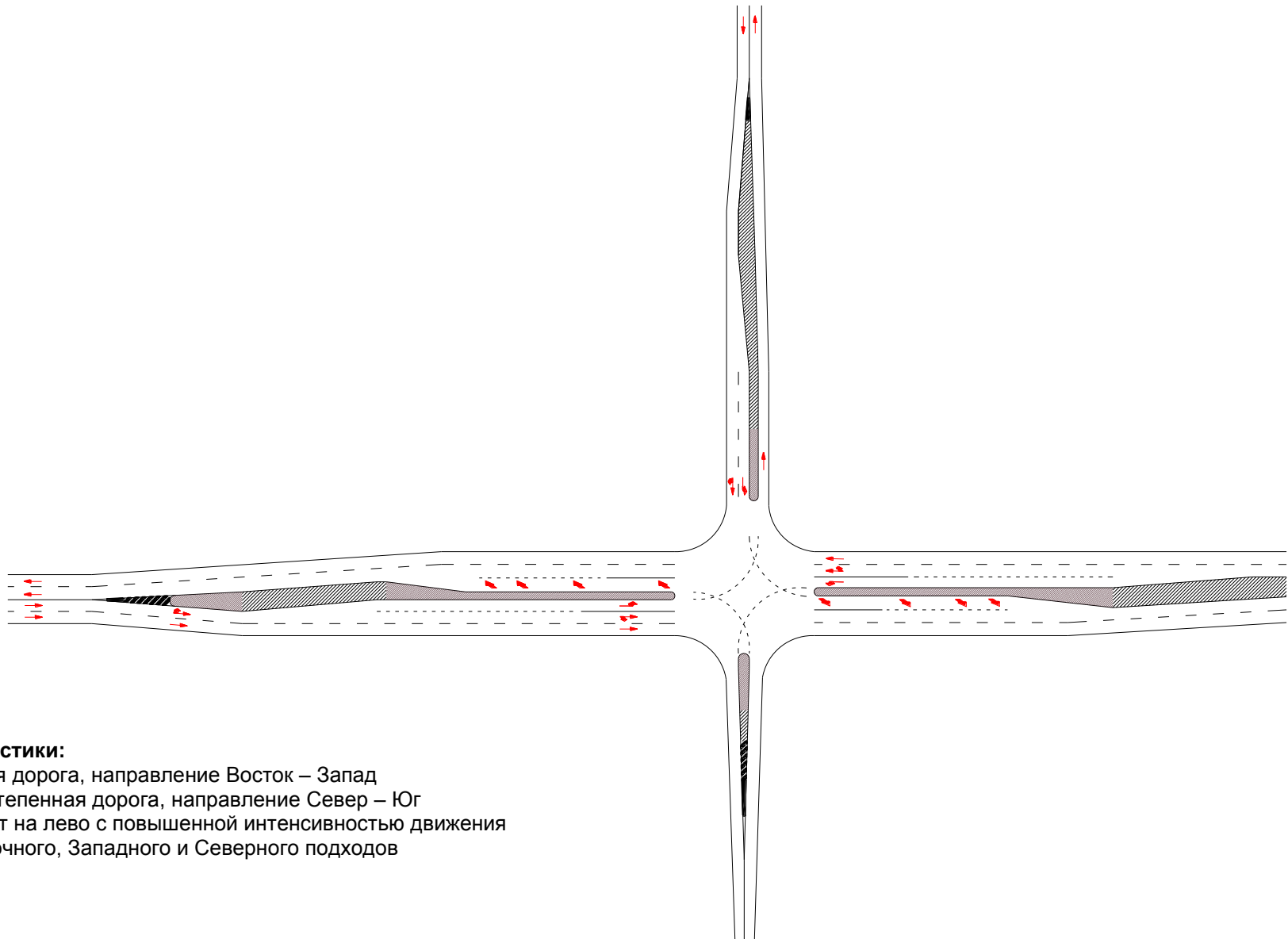
В.2 Типовое пересечение двух полосных автомобильных дорог, решение 2



Характеристики:

- главная дорога, направление Восток – Запад
- второстепенная дорога, направление Север – Юг
- поворот на право с повышенной интенсивностью движения в направлении от Восточного подхода к Северному
- поворот на лево с повышенной интенсивностью движения на всех подходах

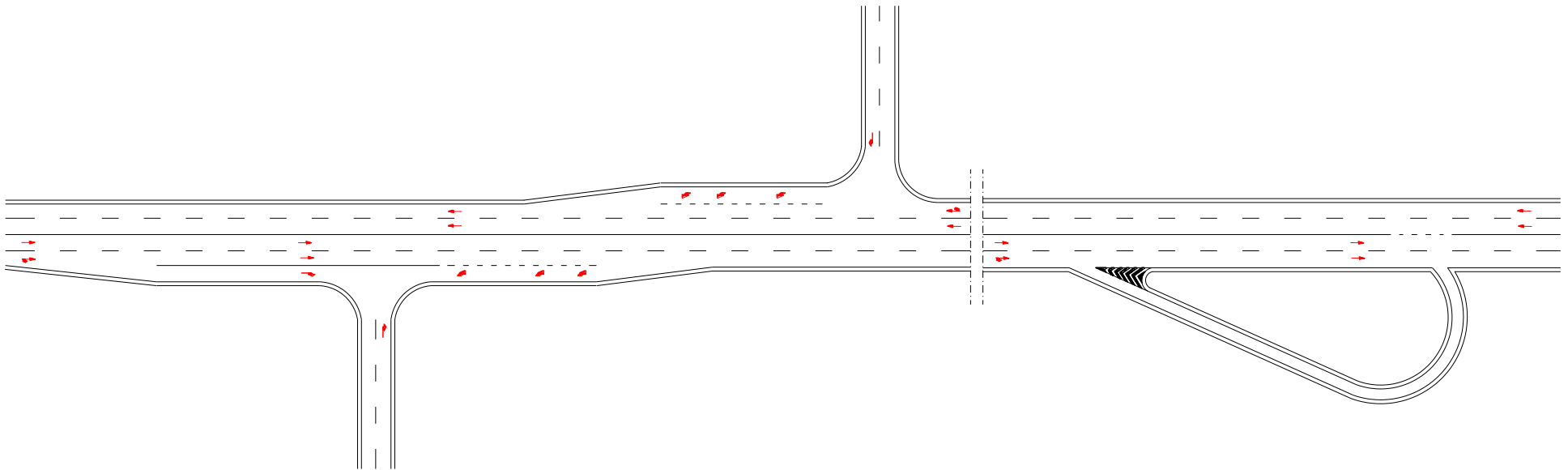
В.3 Типовое пересечение четырехполосной и двухполосной автомобильных дорог



Характеристики:

- главная дорога, направление Восток – Запад
- второстепенная дорога, направление Север – Юг
- поворот на лево с повышенной интенсивностью движения с Восточного, Западного и Северного подходов

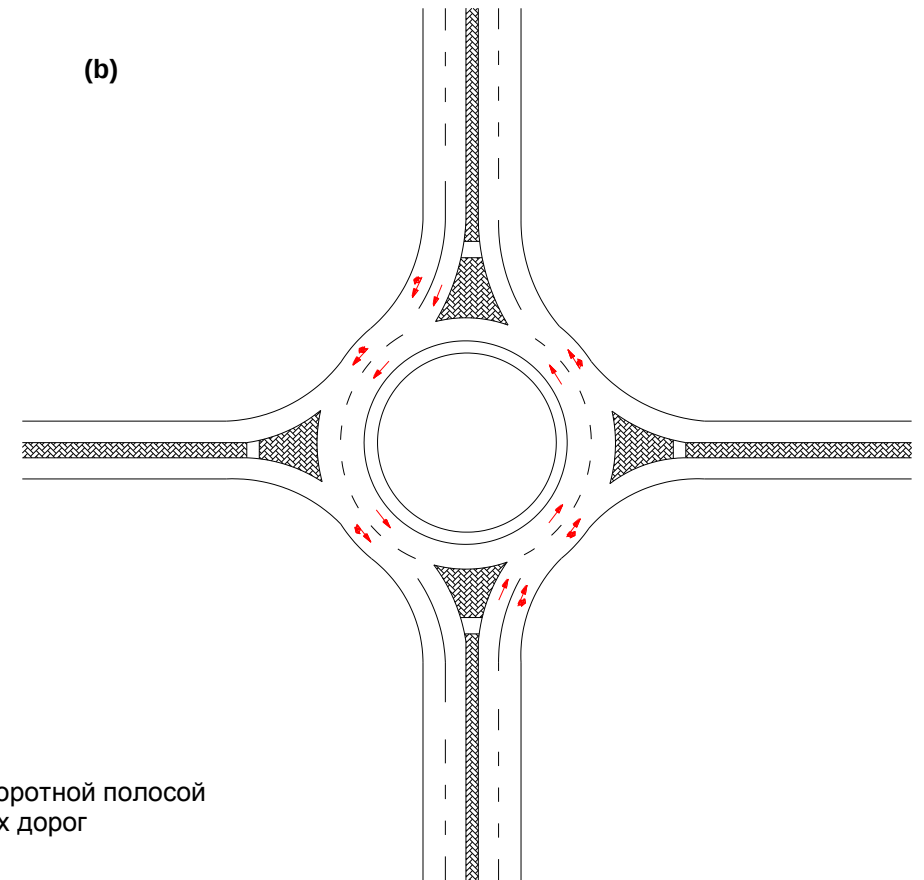
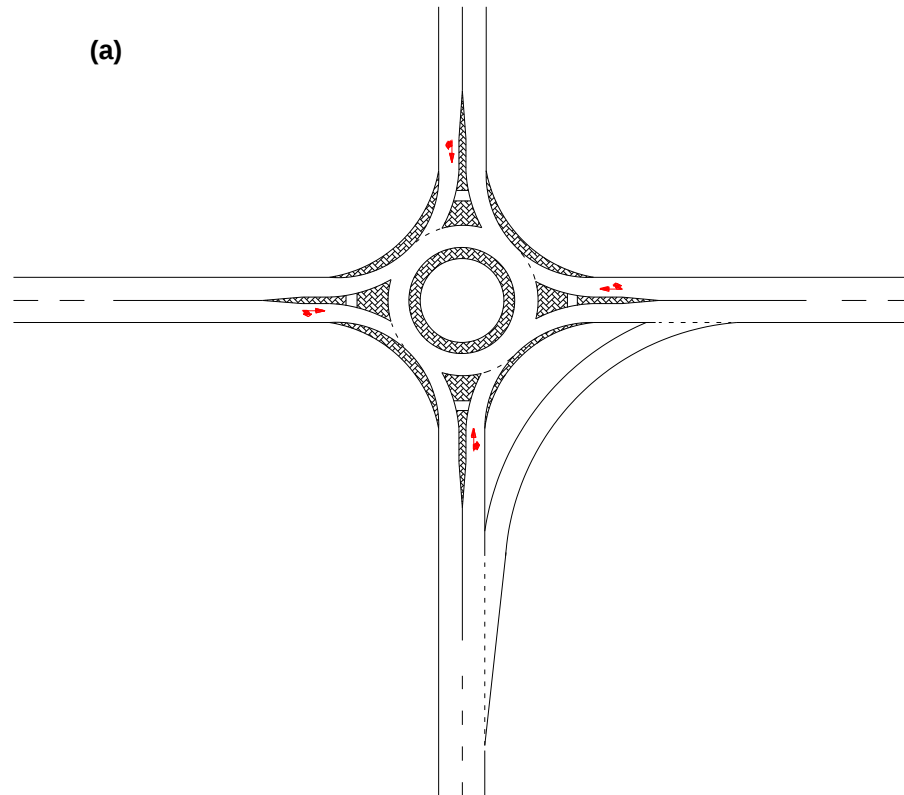
В.4 Обустройство Т-образных последовательных примыканий с разворотом



Характеристики:

- главная дорога, направление Восток – Запад
- второстепенные дороги, направления Север и, соответственно, Юг

В.5 Кольцевые пересечения



- (a) кольцевое пересечение двухполосных дорог с дополнительной правоповоротной полосой
 (b) кольцевое пересечение двухполосной и четырехполосной автомобильных дорог

Содержание

1.	Область применения	82
2	Нормативные ссылки	82
3	Термины и определения	82
4	Общие положения	85
4.1	Выбор типа пересечения	85
4.2	Функциональная классификация автомобильных дорог	85
4.3	Классификация пересечений по функциональности	86
4.4	Плотность пересечений	87
4.5	Размещение пересечений в плане	88
4.6	Расположение пересечений в профиле	89
4.7	Данные, необходимые для проектирования пересечений	89
5	Общая методология	92
5.1	Технические условия	92
5.2	Типы исследований	92
5.3	Период исследований	93
5.4	Обоснование установки светофора	94
6	Пересечения со светофорным регулированием	97
6.1	Общие принципы	97
6.2	Планировка пересечений со светофорным регулированием	97
6.3	Элементы пропускной способности пересечений со светофорным регулированием	98
6.4	Расчет пропускной способности пересечения	99
6.5	Определение уровня содержания	103
6.6	Определение элементов светофорного регулирования	106
7	Нерегулируемые пересечения	109
7.1	Общие принципы	109
7.2	Планировка пересечений	109
7.3	Пропускная способность нерегулируемых пересечений	116
7.4	Расчет пропускной способности. Выделенные полосы движения	118
7.5	Расчет пропускной способности. Совмещенные полосы	121
7.6	Определение контрольных задержек	121
8	Кольцевые пересечения	123
8.1	Общие принципы	123
8.2	Планировка кольцевых пересечений	123
8.3	Пропускная способность кольцевых пересечений	126
8.4	Светофорное регулирование на кольцевых пересечениях	128
9	Пересечения по типу «турбо-кольцо»	129
10	Подъезды	133
10.1	Типы подъездов	133
10.2	Коллекторные дороги	134
11	Развороты	136
12	Освещение пересечений	137
13	Видимость на пересечениях	138
13.1	Элементы видимости на пересечениях	138
13.2	Расстояние остановки	138
13.3	Расстояние принятия решения	138
13.4	Расстояние видимости в плане	139
13.5	Расстояние видимости в продольном профиле (на выпуклых кривых)	139
13.6	Расстояние видимости в продольном профиле (на вогнутых кривых)	140

Приложение А Примеры расчета	142
А.1 Проверка пересечения со светофорным регулированием	142
А.2 Оптимизация светофорного регулирования	145
А.3 Проверка нерегулируемого пересечения	150
А.4 Проверка кольцевого пересечения	155
Приложение В Решения по планировке пересечений в одном уровне	161
В.1 Типовое пересечение двух полосных автомобильных дорог, решение 1	161
В.2 Типовое пересечение двух полосных автомобильных дорог, решение 2	161
В.3 Типовое пересечение четырехполосной и двухполосной автомобильных дорог	163
В.4 Обустройство Т-образных последовательных примыканий с разворотом	164
В.5 Кольцевые пересечения	166

Membrii Comitetului tehnic pentru normare tehnică și standardizare în construcții CT-C 06 „Construcții hidrotehnice, rutiere și speciale” care au acceptat proiectul documentului normativ:

Președinte	Ing. O. Horjan	Universitatea Agrară de Stat din Moldova, facultatea „Cadastru și drept”
Secretar, membru	Ing. A. Ababii	Universitatea Tehnică a Moldovei, catedra „Căi ferate, drumuri și poduri”
Reprezentant al MDRC	Ing. M. David	Direcția reglementări tehnico-economice, Ministerul Dezvoltării Regionale și Construcțiilor
Membri	Ing. A. Calășnic	IP „Acvaproiect”
	Ing. N. Danilov	Universitatea Agrară de Stat din Moldova, facultatea „Cadastru și drept”
	Ing. A. Cadociniov	Universitatea Tehnică a Moldovei, catedra „Căi ferate, drumuri și poduri”
	Ing. A. Cuculescu	Ministerul Transporturilor și Infrastructurii Drumurilor
	Ing. O. Melniciuc	Institutul de ecologie și geografie, Academia de Științe a Republicii Moldova
	Ing. Ciobanu Nicolae	ÎS „Administrația de Stat a Drumurilor”
	Ing. Pașa Iurie	Î.S. „Administrația de Stat a Drumurilor”
	Ing. Codreanu Petru	Portul Giurgiulești

Utilizatorii documentului normativ sînt responsabili de aplicarea corectă a acestuia. Este important ca utilizatorii documentelor normative să se asigure că sînt în posesia ultimei ediții și a tuturor amendamentelor.

Informațiile referitoare la documentele normative (data aplicării, modificării, anulării etc.) sînt publicate în "Monitorul Oficial al Republicii Moldova", Catalogul documentelor normative în construcții, în publicații periodice ale organului central de specialitate al administrației publice în domeniul construcțiilor, pe Portalul Național "e-Documente normative în construcții" (www.ednc.gov.md), precum și în alte publicații periodice specializate (numai după publicare în Monitorul Oficial al Republicii Moldova, cu prezentarea referințelor la acesta).

Amendamente după publicare:

Indicativul amendamentului	Publicat	Punctele modificate

Ediție oficială
NORMATIV ÎN CONSTRUCȚII
NCM D.02.03:2018
"Normativ pentru amenajarea intersecțiilor la nivel pe drumuri publice"
Responsabil de ediție ing. G. Curilina

Tiraj 100 ex. Comanda nr. _____

Tipărit ICȘC "INCERCOM" Î.S.
Str. Independenței 6/1
www.incercom.md