



Universitatea  
Transilvania  
din Braşov  
FACULTATEA DE  
INGINERIE MECANICĂ



Universitatea  
Transilvania  
din Braşov

# *Proiectarea intersecţiilor*



## *Îndrumar de laborator*

*MTRT 2*

**Şef lucr. Dr. Ing. RADU Alexandru Ionuţ**

**Prof. Dr. Ing. FLOREA Daniela**



EDITURA  
UNIVERSITĂţii  
TRANSILVANIA  
DIN BRAŞOV

*Braşov - 2023*

# Cuprins

1	Introducere.....	5
2	Criteriile de proiectare a intersecțiilor .....	9
3	Proiectarea intersecțiilor semaforizate prin metoda punctelor de conflict .....	13
3.1	Tipuri de puncte de conflict.....	14
4	Etapele de proiectare a intersecției .....	18
4.1	Pasul 1 – Alegerea zonei de studiu (intersecție semaforizată) și colectarea datelor .....	18
4.2	Pasul 2 – Desenul intersecție .....	22
4.3	Pasul 3 – Identificare direcțiilor de mișcare .....	26
4.4	Pasul 4 - Diagrama fazelor .....	28
4.5	Pasul 5 – Stabilirea punctelor de conflict .....	33
4.6	Pasul 6 – Calculul timpilor intermediari.....	36
4.7	Pasul 7 – Calculul duratei ciclului de semaforizare.....	40
4.8	Pasul 8 - Determinarea volumelor de trafic pe fiecare fază.....	41
4.9	Pasul 9 - Trasarea diagramei fluxurilor .....	43
4.10	Pasul 10 – Calculul timpilor de verde și diagrama timpilor de verde.....	44
4.11	Pasul 11 - Calculul fluxului de saturație .....	45
5	Simularea virtuală a intersecției utilizând Synchro .....	47
5.1	Introducere Synchro 7.....	47
5.2	Prezentarea interfeței .....	48
5.3	Adăugare imaginea intersecției.....	48
5.4	Trasarea intersecției .....	51
5.5	Configurarea intersecției.....	56
5.6	Simularea intersecției.....	59
6	Simularea virtuală utilizând programul Anylogic .....	62

6.1	Introducere Anylogic .....	62
6.2	Interfața programului .....	63
6.3	Crearea intersecției .....	64
6.4	Introducerea vehiculelor .....	70
7	Exemple.....	75
7.1	Intersecția str. Saturn – str. Alexandru Vlahuță – str. Zizin .....	75
7.1.1	Date de intrare .....	75
7.1.2	Tipuri de autovehicule si coeficienții de echivalare .....	76
7.1.3	Centralizarea datelor.....	76
7.1.4	Schița intersecției .....	76
7.1.5	Stabilirea punctelor de conflict.....	77
7.1.6	Determinarea volumelor de trafic corespunzătoare unei benzi pentru fiecare fază .....	81
7.1.7	Calculul ciclului teoretic de semaforizare .....	82
7.1.8	Diagrama fluxurilor.....	83
7.1.9	Calculul duratei semnalului de verde pentru fiecare faza .....	83
7.1.10	Calculul factorului orei de vârf .....	84
7.1.11	Calculul fluxului de saturație .....	86
7.1.12	Rezultate Simtraffic.....	87
7.1.13	Concluzii legate de proiectarea intersecției.....	89
7.2	Intersecția str. Saturn – str. Uranus.....	91
7.2.1	Date de intrare .....	91
7.2.2	Culegerea datelor din intersecție .....	91
7.2.3	Centralizarea datelor.....	95
7.2.4	Stabilirea punctelor de conflict între vehiculele care acced și cele care evacuează intersecția.....	96
7.2.5	Determinarea volumelor de trafic corespunzătoare unei benzi pentru fiecare faza .....	98
7.2.6	Calculul ciclului teoretic de semaforizare .....	99

7.2.7	Diagrama fluxurilor .....	99
7.2.8	Calculul duratei semnalului de verde pe fiecare faza sa efectueaza cu formula: .....	99
7.2.9	Calculul factorului orei de varf .....	100
7.2.10	Calculul fluxului de saturatie .....	101
7.2.11	Rezultate Synchro 6.....	103
7.2.12	Concluzii .....	105
8	Bibliografie.....	106

# 1 Introducere

Într-o lume în continuă schimbare și urbanizare accelerată, domeniul ingineriei traficului a devenit o componentă esențială a societății moderne. Cu milioane de vehicule în mișcare pe șoselele și străzile din întreaga lume, gestionarea și optimizarea circulației rutiere au devenit priorități majore pentru societatea noastră. În acest context, ingineria traficului reprezintă o disciplină științifică și tehnică specializată care se ocupă cu proiectarea, construirea și gestionarea infrastructurii rutiere, precum și cu dezvoltarea și implementarea soluțiilor tehnologice pentru a îmbunătăți fluiditatea traficului și siguranța rutieră.

Ingineria traficului nu este doar o ramură a ingineriei civile, ci și o știință complexă care implică cunoștințe în domenii precum matematică, statistici, informatică, și psihologie. Obiectivul principal al acestei discipline este de a crea sisteme de transport care să fie eficiente, sigure și sustenabile din punct de vedere ambiental. Acest lucru implică proiectarea și gestionarea semafoarelor, indicatoarelor rutiere, marcajelor rutiere, precum și planificarea rutelor și a infrastructurii de transport public.

Un aspect crucial al ingineriei traficului este optimizarea capacității rutiere și reducerea congestiilor. Cu creșterea continuă a numărului de vehicule pe șoselele urbane, devine tot mai important să se dezvolte strategii și tehnologii pentru a evita blocajele de trafic și pentru a reduce timpul petrecut în trafic. Aceasta implică implementarea sistemelor avansate de gestionare a traficului care utilizează date în timp real și algoritmi de control pentru a regla semafoarele și pentru a îmbunătăți fluxul de trafic. În plus, ingineria traficului are un rol esențial în promovarea mobilității durabile. Prin dezvoltarea infrastructurii pentru transportul în comun, promovarea transportului ecologic și implementarea conceptelor de transport inteligent, inginerii de trafic contribuie la reducerea emisiilor de carbon și la creșterea calității vieții în orașe.

Din punct de vedere statistic, la nivelul anului 2021, în România existau aproximativ 8,8 milioane de vehicule înmatriculate, conform datelor furnizate de Registrul Auto Român (RAR). Această cifră include atât autoturisme, cât și vehicule comerciale, motociclete și alte tipuri de vehicule înmatriculate. În ceea ce privește întreaga Uniune Europeană, în 2020, numărul total de vehicule înmatriculate depășea 330 de milioane, conform datelor publicate de Asociația Constructorilor Europeni de Automobile (ACEA). Numărul prezentat include autoturisme, camioane, autobuze și vehicule comerciale ușoare. Aceste cifre demonstrează amploarea parcului auto din România și din

întreaga Europă, evidențiind importanța gestionării eficiente a circulației rutiere și a dezvoltării infrastructurii de transport.

Problemele întâlnite în traficul urban și extra urban din România sunt variate și afectează în mod semnificativ calitatea vieții și eficiența transportului. Unele dintre aceste probleme includ congestia rutieră, infrastructura rutieră învechită, siguranța rutieră precară și poluarea. În continuare sunt prezentate probleme enunțate precum și o statistică privind aglomerația în trafic:

- 1) **Congestia rutieră:** Traficul dens și congestiile sunt o problemă majoră în marile orașe din România, cum ar fi București, Cluj-Napoca, sau Timișoara. Orele de vârf se caracterizează prin timpi mari de deplasare și frustrare pentru șoferi.
- 2) **Infrastructura rutieră învechită:** O mare parte din rețeaua rutieră din România necesită modernizare și întreținere adecvată. Drumurile cu denivelări, gropi și semnalizare precară pot cauza accidente și disconfort în trafic.
- 3) **Siguranța rutieră:** România se confruntă cu un nivel ridicat de accidente rutiere, iar infrastructura precară și comportamentul nesigur al șoferilor sunt factori importanți. Există o nevoie constantă de măsuri de îmbunătățire a siguranței rutiere.
- 4) **Poluarea:** Traficul rutier intens contribuie semnificativ la poluarea aerului în marile orașe. Aceasta poate avea efecte negative asupra sănătății publice și a calității mediului.

Potrivit unui studiu al Comisiei Europene din 2020, România se numără printre statele membre ale Uniunii Europene cu cele mai aglomerate drumuri. Peste 50% dintre drumurile naționale și autostrăzi au fost clasificate ca fiind foarte aglomerate sau aglomerate.

În 2021, Observatorul European pentru Siguranța Drumurilor a raportat că România are una dintre cele mai ridicate rate de accidente rutiere mortale din Uniunea Europeană, cu o medie de aproximativ 72 de decese la un milion de locuitori. Aceste cifre și probleme subliniază necesitatea unei abordări comprehensive și a investițiilor adecvate în infrastructura și gestionarea traficului pentru a îmbunătăți situația în traficul urban și extra urban din România.

Intersecțiile rutiere reprezintă puncte critice în rețeaua de transport și au o importanță deosebită în gestionarea traficului și asigurarea siguranței rutiere. Acestea sunt puncte în care două sau mai multe drumuri se întâlnesc și se intersectează, iar modul în care sunt proiectate și gestionate poate influența semnificativ fluxul de trafic și siguranța circulației. Iată o caracterizare a importanței și tipurilor de intersecții rutiere:

Importanța Intersecțiilor Rutiere:

**Gestionarea Traficului:** Intersecțiile permit schimbul de trafic între diverse rute și direcții. O proiectare adecvată a acestora poate îmbunătăți fluiditatea circulației și poate reduce congestiile.

**Siguranța Rutieră:** Intersecțiile pot fi locuri critice pentru accidente rutiere. Un design și o semnălizare corespunzătoare a acestora sunt esențiale pentru reducerea riscului de coliziuni.

**Accesibilitatea:** Intersecțiile asigură accesul la proprietăți, afaceri și locații importante. O proiectare inadecvată poate afecta accesibilitatea și dezvoltarea economică a unei zone.

**Tipuri de Intersecții Rutiere:**

**Intersecții semaforizate:** Acestea sunt controlate electronic, iar semafoarele reglementează fluxul de trafic. Ele sunt folosite în special în zonele urbane și la intersecții cu trafic intens.

**Intersecții cu sens giratoriu:** Sensurile giratorii permit vehiculelor să circule în jurul unei insule centrale și să schimbe direcția fără a se opri. Acestea reduc riscul de coliziuni frontale și facilitează circulația în locurile aglomerate.

**Intersecții nesemaforizate:** Acestea includ intersecții cu prioritate dată vehiculelor care vin de pe o anumită direcție, intersecții cu oprire la semnul "STOP" și intersecții cu cedează trecerea. Ele necesită ca șoferii să respecte regulile de prioritate.

**Intersecții suprapuse sau nivelate:** Aceste intersecții permit ca două sau mai multe drumuri să treacă unul peste celălalt, reducând riscul de coliziuni și congestionarea traficului.

**Intersecții în "T" sau "Y":** Acestea sunt intersecții în care un drum principal se intersectează cu unul sau mai multe drumuri secundare. Regulile de prioritate sunt importante pentru evitarea coliziunilor.

Abordările moderne folosesc tehnologii avansate, cum ar fi sistemele de control al traficului și sincronizarea semafoarelor, pentru a optimiza funcționarea intersecțiilor. Proiectarea intersecțiilor rutiere este o parte crucială a planificării și dezvoltării infrastructurii de transport și poate afecta semnificativ fluxul de trafic și siguranța rutieră. Există mai multe metode de proiectare a intersecțiilor, fiecare adaptată la specificul unei situații și la obiectivele respective. Câteva dintre principalele metode de proiectare a intersecțiilor rutiere sunt:

**Intersecții cu sens giratoriu (ronduri):** Această metodă presupune proiectarea unei insule centrale în mijlocul intersecției, care forțează vehiculele să circule în jurul ei într-o direcție circulară.

Rondurile reduc riscul de accidente frontale și îmbunătățesc fluxul de trafic. Sunt potrivite pentru intersecții cu trafic moderat sau intens.

**Intersecții semaforizate:** Intersecțiile semaforizate sunt controlate electronic cu ajutorul semafoarelor de circulație. Acestea pot fi adaptate pentru a gestiona fluxurile de trafic în funcție de orele de vârf și de nevoile specifice ale intersecției. Sunt utilizate în special în zonele urbane cu trafic intens.

**Intersecții nesemaforizate:** Aceste intersecții includ intersecții cu prioritate dată vehiculelor care vin de pe o anumită direcție, intersecții cu oprire la semnul "STOP" și intersecții cu cedează trecerea. Ele se bazează pe reguli de prioritate și semnalizare rutieră.

**Intersecții în "T" sau "Y":** Acestea sunt intersecții în care un drum principal se intersectează cu unul sau mai multe drumuri secundare. Proiectarea trebuie să asigure o circulație eficientă și să respecte regulile de prioritate.

**Intersecții suprapuse sau nivelate:** Intersecțiile suprapuse permit ca două sau mai multe drumuri să treacă unul peste celălalt, reducând riscul de coliziuni și congestionarea traficului. Intersecțiile nivelate pot necesita semafoare sau reguli speciale pentru a gestiona circulația.

**Sisteme de gestionare a traficului:** În plus față de proiectarea fizică a intersecțiilor, se pot utiliza sisteme de gestionare a traficului, cum ar fi semafoarele inteligente, controlul adaptiv al traficului sau sistemele de monitorizare a traficului pentru a îmbunătăți gestionarea intersecțiilor.

**Intersecții pentru pietoni și bicicliști:** Intersecțiile trebuie să fie proiectate pentru a asigura traversarea în siguranță pentru pietoni și pentru a oferi infrastructură adecvată pentru bicicliști, inclusiv piste de biciclete și treceri de pietoni.

Fiecare metodă de proiectare a intersecțiilor are avantaje și dezavantaje și trebuie selectată în funcție de nevoile specifice ale locației și de obiectivele de trafic și siguranță. Proiectarea intersecțiilor este o disciplină complexă care necesită expertiză în ingineria traficului și o evaluare atentă a factorilor locali.



## 2 Criteriile de proiectare a intersecțiilor

Proiectarea unei intersecții rutiere implică luarea în considerare a mai multor criterii pentru a asigura un flux de trafic fluent, siguranța rutieră crescută și accesibilitatea în intersecție. Principalele criterii de proiectare a unei intersecții sunt:

- 1) **Siguranța rutieră:** Unul dintre cele mai importante criterii este asigurarea siguranței rutiere la intersecție. Proiectarea trebuie să minimizeze riscul de accidente, inclusiv coliziuni frontale, laterale și de tip "accident în curs de desfășurare" (T-bone). Aceasta poate implica utilizarea sensurilor giratorii, introducerea semafoarelor sau stabilirea unor reguli de prioritate clare.
- 2) **Fluxul de trafic:** Proiectarea trebuie să asigure un flux eficient de trafic, minimizând congestiile și timpii de așteptare. Alegerea tipului de intersecție (de exemplu, cu sens giratoriu sau semafoare) și dimensionarea corespunzătoare a benzilor de circulație sunt aspecte cruciale în acest sens.
- 3) **Capacitatea intersecției:** Capacitatea unei intersecții se referă la numărul maxim de vehicule care pot trece prin intersecție într-o perioadă de timp dată. Proiectarea trebuie să țină cont de capacitatea necesară pentru a gestiona traficul actual și traficul previzibil pe viitor.
- 4) **Viteza vehiculelor:** Viteza de circulație trebuie să fie corespunzătoare pentru a preveni coliziunile și a permite șoferilor să ia decizii în siguranță. Aceasta poate implica stabilirea limitelor de viteză adecvate și a curbilor de proiectare.
- 5) **Accesibilitatea:** Intersecția trebuie să permită accesul facil la proprietăți și afaceri în zonă, inclusiv pentru pietoni și bicicliști. Este important să se asigure că toți utilizatorii de drum au modalități sigure de traversare a intersecției.
- 6) **Semnalizare și indicatoare rutiere:** Stabilirea semafoarelor, indicatoarelor și marcajelor rutiere corecte este esențială pentru a ghida șoferii și pentru a comunica regulile de circulație la intersecție.
- 7) **Planificarea pentru dezvoltare viitoare:** Proiectarea intersecției trebuie să ia în considerare creșterea populației și dezvoltarea urbană viitoare pentru a evita lucrările majore de reconstrucție.
- 8) **Impactul asupra mediului:** Este important să se minimizeze impactul asupra mediului prin proiectarea intersecției în mod sustenabil și prin gestionarea eficientă a traficului pentru a reduce poluarea și consumul de combustibili fosili.

Aceste criterii sunt strâns legate și trebuie să fie luate în considerare în ansamblu pentru a asigura proiectarea eficientă și sigură a intersecțiilor rutiere. Proiectarea intersecțiilor este o disciplină complexă și necesită expertiză în ingineria traficului pentru a crea soluții optime pentru fiecare situație specifică.

Este important de menționat că standardele și regulamentele de proiectare variază de la o țară la alta, așa că se recomandă consultarea cu autoritățile locale și experții în ingineria traficului pentru a asigura respectarea tuturor reglementărilor și cerințelor specifice ale zonei respective.

Pe lângă cele menționate mai sus, mai trebuie amintite și următoarele criterii de proiectare:

- **Tipul de control al traficului** (fără control, semne, semnale, marcaje de circulație);
- **Analiza capacității de circulație** (nivelul de serviciu, numărul benzilor de acces în intersecție, mișcările și benzile destinate virării);
- **Măsura în care este controlat accesul în intersecție**, pentru o anumită amenajare rutieră;
- **Traficul pietonal;**
- **Traficul cu biciclete**
- **Cerințele de iluminare.**

Standardele românești pentru proiectarea intersecțiilor rutiere sunt reglementate de către Autoritatea Rutieră Română (ARR) și sunt incluse în ghidurile și normativele tehnice în vigoare. Unul dintre documentele importante care conține cerințe pentru proiectarea intersecțiilor este "Normativul privind proiectarea drumurilor rutiere - Partea I: Drumuri urbane și locale" (NTP 110-1:2010).

Acest normativ oferă detalii cu privire la proiectarea intersecțiilor rutiere, inclusiv specificații referitoare la:

- 1) Tipurile de intersecții rutiere: Normativul definește diferite tipuri de intersecții, cum ar fi intersecții semaforizate, intersecții cu sens giratoriu, intersecții la nivel sau suprapuse, și furnizează detalii privind proiectarea fiecărui tip.
- 2) Geometria și dimensionarea intersecțiilor: Normativul stabilește cerințe pentru geometria intersecțiilor, precum și pentru lățimea și numărul de benzi de circulație în funcție de volumul de trafic.