

СИГНАЛИСАНЕ РАСКРСНИЦЕ

Раскрсница представља најсложенији елемент саобраћајне мреже, где се пресецају путање саобраћајних токова различитог усмерења где поједини токови мењају правац, где се одвија низ маневара, доносе и реализују одлуке возача да на један или други начин наставе своје кретање, место где се најчешће реализују пресецања пешачких и токова возила.

Раскрсница представља простор повећане концентрације конфликта и повећаног ризика од настајања незгода. Управљачки је неопходно регулисати одвијање саобраћајног процеса тако да се сви присутни захтеви опслуже према одређеном критеријуму, а да се при том не угрози безбедност саобраћаја.

Сигналисање раскрсница се врши управо из разлога побољшања услова одвијања саобраћаја, нарочито уколико постоје интензивни токови саобраћаја где ће светлосни сигнали повећати безбедност на датој раскрсници и смањити временске губитке на њој.

Светлосни сигнали врше временску расподелу права коришћења површине раскрснице на конфликтне саобраћајне токове у складу за изабраним критеријумом управљања. Постоји одређена хијерархија регулисања саобраћаја на раскрсници где управо светлосни сигнали представљају највиши хијерархијски ниво.

Остали нивои хијерархије су:

- Правило „десне стране“ (у системима где се вози десном страном коловоза);
- Правило приоритета, односно примена вертикалне сигнализације и
- Регулисање саобраћаја уз помоћ саобраћајног полицајца у средишту раскрснице.

Пројектовање сигнализације раскрсница је итеративан процес у коме се решавају две врсте задатака. **Први** је усаглашавање величине саобраћајних оптерећења на прилазу раскрснице са просторним могућностима и димензијама прилазног сектора, тј. са капацитетом „улазног грла“ раскрснице. **Други**, програмирање рада сигнала на улазним грлима раскрснице-израда планова временске расподеле права пролаза за сукобљене саобраћајне токове сразмерно искоришћењу капацитета улазних грла.

Улазне величине при прорачуну рада сигнала су потенцијални капацитет и саобраћајни захтев, где је веома значајна и геометрија саме раскрснице на којој се контролисани саобраћајни процес одвија. Као излазне величине пројектовања начина рада сигнала су дате у облику сигналног плана (плана темпирања), у коме је за сваки од сигнала представљен тренутак давања сваке од управљачких индикација.

Капацитет семафорисаних раскрсница

Капацитет семафорисаних раскрсница се утврђује како би се на најадекватнији начин утврдило стање и проверило да ли су потребне интервенције у циљу побољшања услова одвијања саобраћаја. Те интервенције могу бити регулативне (измена сигналног плана, циклуса, другачија конфигурација саобраћајних трака итд.), мере обликовања и уређења (проширења саобраћајних трака или друге мање грађевинске интервенције) или реконструктивне мере.

Капацитет семафорисаних раскрсница се дефинише по групама саобраћајних трака, где капацитет групе трака представља максималан ток возила који може проћи кроз раскрсницу у владајућим условима саобраћајног тока, пута и сигнализације и изражава се у броју возила/час

Основни образац за капацитет групе трака је:

$$K_i = S_i \times (Z_i / C) \quad [4.1]$$

где је:

- K_i - капацитет групе трака (воз/час)
- S_i - величина засићеног тока за групу трака (воз/час зеленог)
- Z_i / C - однос између ефективног зеленог и циклуса за i-ту групу трака
- $\beta = Z_i / C$ - коефицијент поделе циклуса

$$X_i = (q/K)i = q_i / (\frac{S_i Z_i}{C}) = q_i C / (S_i Z_i) \quad [4.2]$$

где је:

- X_i - релација ТОК/КАПАЦИТЕТ за групу трака
- q_i - достигнути или прогнозирани ток, који одговара петнаестоминутном вршном току (воз/час)
- S_i - величина засићеног тока за i-ту групу трака (возила/час зеленог)
- Z_i - ефективно трајање зеленог светла за i-ту групу трака (сек)

$$q_i = Q / FVS \quad [4.3]$$

где је:

- Q – стварни часовни ток
- FVS – фактор вршног часа

С обзиром на доминантан утицај усвојене вредности засићеног тока на капацитет има засићени ток за његов прорачун користили су се различити модели.

- Webster-ов модел из 1965. године се заснива на теорији да величина засићеног тока зависи првенствено од ширине посматраног прилаза, ширине трака, нагиба прилаза, радијуса приликом скретања, локације раскрснице, структуре тока и од разних других показатеља.
- У Енглеској је касније утврђено да је засићени ток и даље зависан од ширине трака, али су вредности мало веће од вредности из претходних година а у модел су укључени и утицаји самих прилаза, двојних трака метеоролошких услова и др.
- У САД-у у HCM-у из 1985. године (Highway Capacity Manual) је уведен појам „основног – базног засићеног тока“ који се у релативним условима мора кориговати у односу на ширину траке, нагиба прилаза, локације раскрснице, структуре тока, ивичног паркирања, броја возила у скретању (левом и десном), искоришћења трака а у последњим издањима и у зависности од ометања возила која скрећу лево и десно од стране пешака и бицикалиста.
- У Аустралији (Милер 1968. године и Акцелик 1981. године) величина засићеног тока зависи од типа траке и саобраћајних услова у окружењу, где се у обзир узимају нагиби прилаза, структура тока и др.

Величина капацитета на семафорисаној раскрсници **најчешће се утврђује** према методологији **HCM**, на коју се ослањају и бројни софтвери. HCM дефинише капацитет сигнализационе раскрснице као збир капацитета свих њених прилаза, где је капацитет прилаза једнак максималном броју возила која могу проћи раскрсницом при расположивим условима саобраћајног тока, геометрији и управљачким параметрима.

Прорачун се састоји првенствено од дефинисања основних параметара који су неопходни за анализу, а кораци су следећи:

- Улазне информације у прорачуну су: геометријске карактеристике, карактеристике саобраћаја и сигнализације,
- Неопходно је утврдити величину саобраћајног тока, који се посматра у посматраном вршном периоду на бази петнаестоминутног вршног тока где се посматра хомогени саобраћајни ток. Уколико у току постоје значајна кретања теретних возила, аутобуса и бицикала (односно хетерогени саобраћајни ток) морају се дате величине преко одговарајућих еквивалената превести у ПАЈ јединице (путнички аутомобил јединица) тј. ток се мора хомогенизовати путем фактора комерцијалних возила
- Дефинисање групе трака, расподела саобраћајног тока на групе трака где се дате величине уврштавају у прорачун капацитета за сваку траку посебно,
- У прорачун за израчунавање засићеног тока узима се величина да је идеалан засићени ток по једној траци **$S_0=1900 \text{ PAJ/h/traci}$** ,
- Потребно је дефинисати величине коефицијената који значајно утичу на величину засићеног тока, и то за сваку траку посебно, а то су: фактор утицаја ширине трака, фактор утицаја тешких возила у саобраћајном току, фактор утицаја успона, фактор искоришћења саобраћајних трака, фактор утицаја ивичног паркирања, аутобуских стајалишта ЈГС-а, фактор утицаја типа зоне града и факторе утицаја левих и десних скретања и фактори којима се изражава утицај пешака на ток возила који скреће лево и десно у истој фази,
- За сваку групу трака појединачно се врши прорачун величине засићеног тока и капацитета, где се приликом утврђивања капацитета прилаза сабирају резултати.
- Последњи корак се увек односи на утврђивање временских губитака на сваком прилазу појединачно и по групама трака и на основу дате величине се може утврдити ниво услуге на сваком прилазу и за целу раскрсницу.

У најопштијем случају израз за прорачун капацитета засићеног тока прилаза гласи:

$$S = S_0 \cdot N \cdot f_w \cdot f_{HV} \cdot f_g \cdot f_p \cdot f_{bb} \cdot f_a \cdot f_{LU} \cdot f_{LT} \cdot f_{RT} \cdot f_{Lpb} \cdot f_{Rpb}$$

где су:

- S_0 - базни засићени ток по једној траци 1900 воз/х;
 N - број трака у групи трака;
 f_w - фактор утицаја ширине трака;
 f_{HV} - фактор утицаја тешких возила у саобраћајном току (HV)
 f_g - фактор утицаја успона;
 f_p - фактор утицаја ивичног паркирања;
 f_{bb} - фактор утицаја аутобуских стајалишта ЈГС-а;
 f_a - фактор утицаја типа зоне града;
 f_{RT} - фактор утицаја десних скретања;
 f_{LT} - фактор утицаја левих скретања.
 f_{LU} - фактор утицаја искоришћења саобраћајних трака у групи трака
 f_{Rpb} - фактор утицаја пешака и бициклиста на лева скретања.
 f_{Lpb} - фактор утицаја пешака и бициклиста на десна скретања

Све вредности се утврђују на основу дефинисаних табела илик прорачуном у зависности од утицајних фактора (ширине траке, врсте трака, броја трака, броја долазака аутобуса, возила на паркиралиште итд).

Ниво услуге семафорисане раскрснице

Ниво услуге (**LOS**) семафорисане раскрснице је квалитативна мера услова одвијања саобраћаја на посматраној раскрсници и дефинисана је величином временских губитака, као мером фрустрације и некомфора возача, потрошње горива и изгубљеног времена на путовању.

Ниво услуге је одређен према јединственој конвенцији шестостепене скале од А до Ф, при чему ниво услуге А представља најбоље услове кретања саобраћајног тока где не постоје временски губици и где се возила крећу несметано и слободно уз максималне брзине кретања дозвољене на том правцу. Ниво услуге Ф представља најлошији ниво односно карактерише форсирани ток, где се возила веома тешко крећу и при чему су доминантни временски застоји.

Основна скала је дефинисана следећим карактеристикама.

Ниво услуге А – односи се на саобраћајне токове где су временски губици на раскрсници $VG < 5s$, при чему је карактеристично да се овакав случај односи на одличну прогресију где готово сва возила долазе на зелено светло.

Ниво услуге Б – описује услове у саобраћајном току где се временски губици налазе у опсегу између $5,1s < VG < 15s$, где имамо добру прогресију и кратку дужину циклуса и мањи број возила долази на црвено светло.

Ниво услуге Ц – временски губици при овом нивоу услуге се крећу у интервалу од $15,1s$ до $25s$, чиме се утврђује да су већи циклуси на овим раскрсницама и лошија прогресија. Могу се јавити краћи застоји на раскрсници мада већина возила долази на зелено светло.

Ниво услуге Д – услови у саобраћајном току су отежани при овом нивоу услуге, циклуси су велики, лошија је прогресија и значајно је већи однос q/C . Временски губици на раскрсници се крећу између $25,1s$ и $40s$. Већина возила заостаје на раскрсници.

Ниво услуге Е – представља границу прихватљивих застоја возила, где се временски губици крећу између $40,1s$ и $60s$. Велики застоји су резултат лоше прогресије, већих циклуса и високог односа q/C .

Ниво услуге Ф – описује услове у саобраћајном току где су временски губици већи од $60s$. То су неприхватљиви временски застоји за возаче, при чему саобраћајни ток прелази границу капацитета где је однос $q/C > 1,00$.

Поступак утврђивања капацитета на семафорисаној раскрсници

Табела 4.2. Критеријум нивоа услуге за семафорисане раскрснице по HCM 2000/2010

НИВО УСЛУГЕ	ВРЕМЕНСКИ ГУБИЦИ ПО ВОЗИЛУ (s)
А	$\leq 10,0$
Б	$> 10,0$ и $\leq 20,0$
Ц	$> 20,0$ и $\leq 35,0$
Д	$> 35,0$ и $\leq 55,0$
Е	$> 55,0$ и $\leq 80,0$
Ф	> 80