

**ПРОГРАМ СТРУЧНОГ УСАВРШАВАЊА
ЗА УНАПРЕЂЕЊЕ ЗНАЊА И ВЕШТИНА
ЛИЦЕНЦИРАНИХ РЕВИЗОРА И ПРОВЕРАВАЧА**

Тема:

**Провера безбедности саобраћаја
и
ревизија безбедности саобраћаја:**

Претицајна прегледност

Београд, 2022. године

Садржај

1.	Маневар претицања	2
1.1.	Опште карактеристике маневра претицања	2
1.2.	Фазе претицања – страна и домаћа искуства	3
1.3.	Типови саобраћајних незгода при претицању	4
2.	Претицајна прегледност	5
2.1.	Најмање растојање кочења за постизање потпуног заустављања усамљеног возила	5
2.2.	Безбедно растојање између два возила	7
2.3.	Потребно растојање за извршење маневра претицања	8
3.	Потребна прегледност за безбедно претицање на двотрачном двосмерном путу	10
3.1.	Појам прегледности за безбедно претицање	10
3.2.	Дужина прегледности за безбедно претицање	12
4.	Примери прорачуна дужине прегледности за безбедно претицање дуж двотрачних двосмерних путева уз употребу зоне упозорења и неискриване линије	16
5.	Примери небезбедног/неадекватног отварања прегледности за безбедно претицање	20
5.1.	Небезбедно отварање претицајне прегледности	20
5.2.	Неадекватно отварање претицајне прегледности	22
	Питања за проверу знања	25
	Литература	25

1. МАНЕВАР ПРЕТИЦАЊА

1.1. ОПШТЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ МАНЕВРА ПРЕТИЦАЊА

Маневар претицања представља уобичајену радњу у саобраћају. Према Закону о безбедности саобраћаја на путевима, *Претицање је пролажење учесника у саобраћају поред другог учесника у саобраћају који се креће коловозом у истом смеру.* Намера за претицањем углавном произилази из разлике у брзинама кретања између главног возила и осталих возила у саобраћајном току, као и тенденције сваког возача да одржи жељену брзину током вожње (Llorca & García, 2011). Са психолошког аспекта, одлука да ли започети претицање или не подразумева бирање између непожељног сценарија (одустати – не радити ништа) и ризичног сценарија (кренути у претицање). Оба сценарија имају задовољавајући резултат (односно успех), али и веома непожељан резултат (неуспех, односно настанак саобраћајне незгоде) (Oppenheimer & Kelso, 2015). Многи аутори су детаљније обрађивали ове теме у својим истраживањима и радовима (Gordon & Mast, (1970), Gray & Regan, (2000, 2005), Lev et al., (2008), Zheng et al., (2019), Li et al., (2020)).

Када се маневар претицања изводи на двотрачним путевима са двосмерним саобраћајем, ризик од настанка саобраћајних незгода је повећан, јер се возач доводи у ситуацију да вози саобраћајном траком намењеном за кретање возила у супротном смеру, што за последицу ствара могућност настанка незгоде не само са возилом које претиче, већ и са возилом које му долази у сусрет. У целом овом процесу, возачи морају истовремено доносити сложене одлуке које захтевају повећано психичко оптерећење (Bar-Gera, & Shinar, (2005)), а што је посебно тешко за младе возаче (неискусне). Истраживање спроведено од стране групе аутора Mohaуany et al. (2010) показало је да млађи возачи (старости од 18-28 година) чешће праве грешке приликом маневра претицања. На годишњем нивоу, у саобраћајним незгодама које су настале као резултат претицања, млади возачи (почетници), чине релативно велики проценат, који је двоструко већи у односу на старије (искусније) возаче (Lucidi et al., (2010), Roman et al., (2015), Gresham et al., (2021)).

1.2. ФАЗЕ ПРЕТИЦАЊА – СТРАНА И ДОМАЋА ИСКУСТВА

Wilson u Best (1982) су процес претицања на двотрачним путевима са двосмерним саобраћајем поделили у пет фаза:

- (I) фаза: одлука да ли претикати или не?
- (II) фаза: припрема за претицање,
- (III) фаза: промена саобраћајне траке,
- (IV) фаза: пролазак и
- (V) фаза: повратак у своју саобраћајну траку.

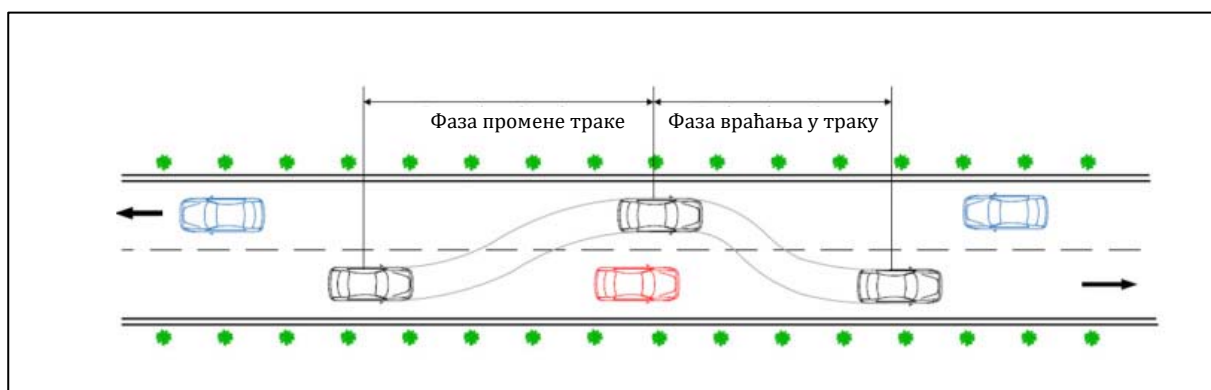
Нешто касније током процеса рада, дошло је до поједностављења пето-фазног модела у модела са три фазе који је постао најчешће коришћен модел за проучавање маневра претицања (*Bai & Li, (2013), Chandra & Shukla, (2012)*) који се састоји од:

- (I) фаза: промена траке
- (II) фаза: претицање и
- (III) фаза: уливања.

Vlahogianni (2013) је касније још више кориговао модел за претицање, тако што је смањио број фаза на две и то:

- (I) фаза: промена саобраћајне траке и
- (II) фаза: повратак у своју саобраћајну траку.

У првој фази возач се одлучује на маневар претицања и онда прелази на саобраћајну траку за кретање возила из супротног смера, док у другој фази се возач враћа у саобраћајну траку којом се претходно кретао (пре започињања претицања) (Слика 1.1).



Слика 1.1. Графички приказ двофазног маневра претицања (извор: *Vlahogianni, 2013*)

У Републици Србији је дефинисан модел за прорачун дужине претицајне прегледности и то *Правилником о саобраћајној сигнализацији ("Службени гласник РС", бр. 85/17 и 14/21)*. Овај модел узима у обзир две фазе и то:

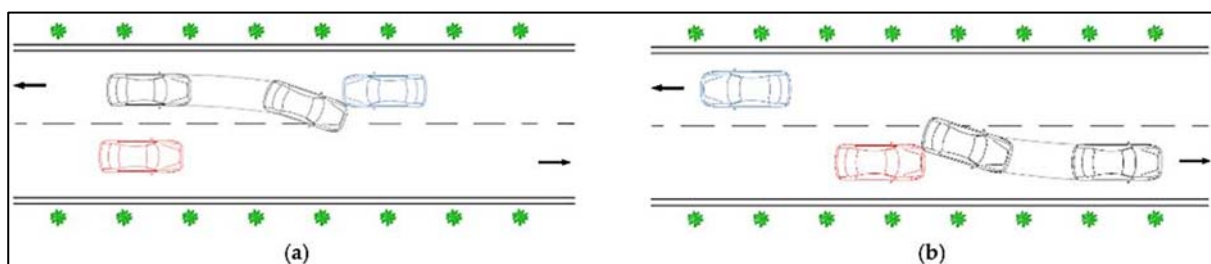
- (I) фаза: положај возила пре започињања претицања и
- (II) фаза: положај после маневра претицања.

У даљем тексту биће детаљно описан поступак за прорачун и одређивање претицајне прегледности који је у примени код нас у земљи.

1.3. ТИПОВИ САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА ПРИ ПРЕТИЦАЊУ

Приликом маневра претицања препозната су два типа незгода која могу настати, а који су у вези са интеракцијом са другим учесницима у саобраћају (са претицаним и надолazeћим возилом). Ризик од настанка незгода приликом маневра претицања је повећан у фази повратка претичућег возила у своју саобраћајну траку и том приликом су препозната два типа незгода која могу настати (Pan & Shen, (2022)), а то су (Слика 1.2):

- судари са надолazeћим возило – чеони судари и
- судари са претицаним возилом.



Слика 1.2. Могући типови судара на двотрачним двосмерним путевима – (a) чеони судар и (b) судар са претицаним возилом (извор: Pan & Shen, 2022)

Чеони судари, као и судари са претицаним возилом, приликом маневра претицања могу настати услед лоше процене возача који врши претицања, недовољног искуства возача, неодлучности возача или услед неадекватно означеног дела пута на коме је претицање дозвољено о чему ће бити речи у наставку текста.

2. ПРЕТИЦАЈНА ПРЕГЛЕДНОСТ

Претицајна прегледност, односно прегледност за безбедно претицање дуж путева за двосмерни саобраћај, је веома значајан сегмент у поступку пројектовања саобраћајне сигнализације и опреме дуж пута, извођења радова на обележавању хоризонталне саобраћајне сигнализације и постављања вертикалне саобраћајне сигнализације у функцији безбедног претицања дуж пута, као и у поступку дефинисања зоне редовног одржавања путног појаса.

За детаљнију анализу прегледности за безбедно претицање потребно је најпре сагледати основне карактеристике кретања возила у следећим случајевима:

- *најмање растојање кочења за постизање потпуног заустављања усамљеног возила,*
- *безбедно растојање између два возила и*
- *потребно растојање за извршење претицања.*

2.1. НАЈМАЊЕ РАСТОЈАЊЕ КОЧЕЊА ЗА ПОСТИЗАЊЕ ПОТПУНОГ ЗАУСТАВЉАЊА УСАМЉЕНОГ ВОЗИЛА

За прорачун најмањег растојања кочења ради постизања потпуног заустављања усамљеног возила потребно је усвојити следеће полазне претпоставке:

- сви точкови на возилу су погонски односно кочени,
- погонски точак не може да клизи по коловозу и
- возач кочи непрекидно до крајности својих могућности.

Прорачун најмањег растојања кочења за постизање потпуног заустављања усамљеног возила могуће је израчунати на основу једначине "живих сила" (односно кинетичке енергије) на равном путу, сведене на своје главне чиниоце:

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{P}{g} \cdot v^2 = P \cdot f \cdot d_k$$

при чему је:

P - тежина коју носе погонски (кочиони) точкови,

g - убрзање силе земљине теже ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$),

v - брзина возила (m/s),

f - коефицијент приањања (трења гуме на коловоз) ($f = 0,4$),

$P \cdot f$ - приањање (највећа моторна сила која може бити примењена на једном возилу за возила са свим погонским точковима назива се потпуно приањање) и

d_k - најмање растојање кочења ради постизања потпуног заустављања усамљеног возила на равном путу (m).

$$d_k = \frac{v^2}{2 \cdot g \cdot f}$$

За прорачун најмањег растојања кочења ради постизања потпуног заустављања усамљеног возила на равном путу, полазећи од брзине возила V (km/h) и при коефицијенту приањања $f=0,4$, теоријски је довољно тачно користити образац:

$$d_k = \frac{v^2}{100} \text{ (m)}$$

Ако је пут у нагибу, једначина живих сила је:

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{P}{g} \cdot v^2 = P \cdot f \cdot d_{ki} + P \cdot i \cdot d_{ki}$$

Сходно једначини живих сила (кинетичке енергије) за пут у нагибу, образац за најмање растојање кочења ради постизања потпуног заустављања усамљеног возила на путу у нагибу је:

$$d_{ki} = \frac{v^2}{2 \cdot g \cdot (f + i)}$$

при чему је:

d_{ki} - најмање растојање кочења ради постизања потпуног заустављања усамљеног возила на путу у нагибу (m) и

i - величина уздужног нагиба (%).

За прорачун најмањег растојања кочења ради постизања потпуног заустављања усамљеног возила на путу у нагибу, полазећи од брзине возила V (km/h) и при коефицијенту приањања $f=0,4$, теоријски је довољно тачно користити образац:

$$d_{ki} = \frac{v^2}{100 \cdot (1 + 2,5 \cdot i)}$$

односно,

$$d_{ki} = \frac{v^2}{100} \cdot f_{ki}$$

при чему је:

f_{ki} - коефицијент утицаја уздужног нагиба на растојање кочења дуж пута у нагибу

$$f_{ki} = \frac{1}{(1 + 2,5 \cdot i)}$$

У наредној табели (Табела 2.1) приказане су вредности коефицијента f_{ki} за различите величине уздужног нагиба пута.

Табела 2.1. Вредности коефицијента утицаја уздужног нагиба на растојање кочења дуж пута у нагибу (f_{ki}) за различите вредности уздужног нагиба

Уздужни нагиб i (%)	Коефицијент утицаја уздужног нагиба на растојање кочења дуж пута у нагибу (f_{ki})	
	УСПОН	ПАД
0	1,000	1,000
1	0,976	1,026
2	0,952	1,053
3	0,930	1,081
4	0,909	1,111
5	0,889	1,143
6	0,870	1,176
7	0,851	1,212
8	0,833	1,250
9	0,816	1,290
10	0,800	1,333
11	0,784	1,379
12	0,769	1,429
13	0,755	1,481
14	0,741	1,538
15	0,727	1,600

2.2. БЕЗБЕДНО РАСТОЈАЊЕ ИЗМЕЂУ ДВА ВОЗИЛА

Безбедно растојање између два возила у саобраћају, која саобраћају у истом смеру вожње, са истом брзином, је међусобно растојање на коме следећуће возило може да се заустави без налетања, у случају да се прво возило заустави после максималног кочења.

Сходно горе наведеном, теоријски растојање између два возила је:

$$d_{br} = v \cdot t_{ur} + L_v$$

при чему је:

d_{br} - безбедно растојање између два возила (m)

v - брзина возила ($\frac{m}{s}$)

t_{ur} - време уочавања-реаговања $t_{ur} = \frac{3}{4}$ (s)

L_v - средња дужина возила (m)

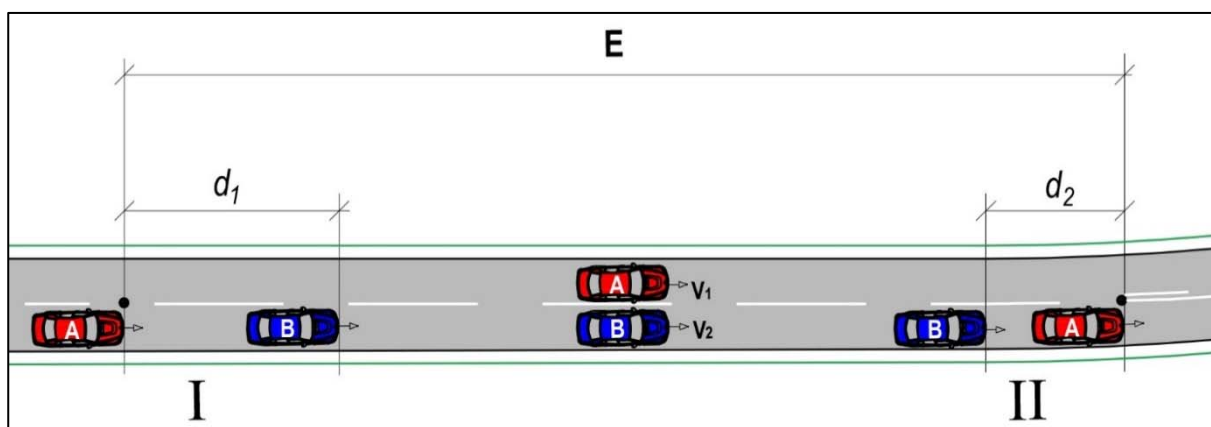
Уколико се у анализу уведе брзина (V) изражена у ($\frac{km}{h}$) тада је:

$$d_{br} = 0,2 \cdot V + L_v$$

2.3. ПОТРЕБНО РАСТОЈАЊЕ ЗА ИЗВРШЕЊЕ МАНЕВРА ПРЕТИЦАЊА

Растојање за извршење маневра претицања (E) је дужина пута коју је потребно да пређе возило А (претичуће возило), које се креће брзином V_1 иза возила В (претицано возило) које се креће брзином V_2 , од тренутка када одлучи да претиче возило В, приближивши му се до највеће могуће мере не напуштајући десну траку пута, до тренутка његовог враћања на десну страну пута.

На наредном цртежу (Слика 2.1) приказан је положај претичућег возила (А) и претицаног возила (В) пре претицања и после завршеног претицања од стране возила (А).



Слика 2.1. Положај претичућег и претицаног возила пре и после претицања

Прорачун растојања за извршење претицања (E) могуће је извршити полазећи од следеће једначине:

$$E = V_1 \cdot t = V_2 \cdot t + d_1 + d_2$$

на основу горње једначине добија се:

$$E = \frac{V_1(d_1 + d_2)}{V_1 - V_2}$$

при чему је:

E - потребно растојање за извршење претицања (**m**),

t - потребно време за извршење претицања,

V₁ - брзина претичућег возила ($\frac{\text{km}}{\text{h}}$),

V₂ - брзина претицаног возила ($\frac{\text{km}}{\text{h}}$),

d₁ - растојање између претицаног и претичућег возила пре претицања (**m**),

d₂ - растојање између претицаног и претичућег возила после претицања (**m**),

I - положај претичућег и претицаног возила пре претицања и

II - положај претичућег и претицаног возила после претицања.

За реалан случај:

$$d_1 = d_2 = d \quad \text{и} \quad L_{V1} = L_{V2} = L_V$$

растојање између претицаног и претичућег возила износи:

$$d = 0,2 \cdot V_2 + 2 \cdot L_V$$

Наведени образац је добијен применом времена уочавања-реаговања (**t_{ур}**) од $\frac{3}{4}$ (**s**) (*Coquand, (1969)*). Овде је важно истаћи да је понашање возача који се припрема да изврши претицање једног возила (или који је извршио претицање) веома различито од поступака возача који врло дуго прати колону возила. У првом случају пажња возача је концентрисана, он се приближава до максимума возилу које хоће да претекне пре него што отпочне само претицање и може да се постави по претицању на смањеном одстојању испред возила јер се креће већом брзином. Применом наведеног, образац за прорачун потребног растојања за извршење претицања је:

$$E = \frac{2 \cdot d \cdot V_1}{V_1 - V_2}$$

при чему је:

d - растојање између претицаног и претичућег (**m**),

L_{V1} - дужина возила 1 (**m**),

L_{V2} - дужина возила 2 (**m**),

L_V - дужина возила (**m**).

3. ПОТРЕБНА ПРЕГЛЕДНОСТ ЗА БЕЗБЕДНО ПРЕТИЦАЊЕ НА ДВОТРАЧНОМ ДВОСМЕРНОМ ПУТУ

3.1. ПОЈАМ ПРЕГЛЕДНОСТИ ЗА БЕЗБЕДНО ПРЕТИЦАЊЕ

Под прегледношћу за безбедно претицање се подразумева могућност међусобног виђења два у сусрет наилазећа возила на растојању довољном да једно од њих обави претицање по траци за супротан смер и да се безбедно врати на своју траку.

Прегледност се односи на могућност опажања унапред дуж пута обзиром на физичке сметње. У стварности, прегледност дуж пута ограничавају сметње (препреке), које се могу сврстати у две групе: бочне и подужне. Бочне сметње су оне које се јављају поред пута, а подужне су оне које се јављају на самом плану пута.

Ако се изузму привремене сметње (препреке), као што су возила која саобраћају по путу или стоје на коловозу, затим радови на путу итд., што се у пројектовању не узима у обзир, обе групе препрека могу потицати од:

1. Природних околности

- брдашце, стена и сл.,
- шума, често и само једно велико дрво, воћњаци,
- висока трава, летина (жито, кукуруз).

2. Вештачких објеката

- објекти изнад коловоза (надвожњаци, портали и остале конструкције) у конкавним (издубљеним) вертикалним кривинама,
- остали објекти поред пута (куће, ограде и сл.) ако су у унутрашњој страни хоризонталне кривине.

3. Пружања самог пута по терену

- конвексна (испупчена) кривина и
- хоризонталне кривине у засецима (односно усецима) на унутрашњој страни.

За све врсте препрека, са гледишта прегледности, битне су још три карактеристике, које се у оцени прегледности морају узети у обзир:

1. Димензије

- ниске бочне препреке, преко којих возач може да види не сматрају се препреком,
- кратке препреке (у односу на пружање пута), које у вожњи за кратко заклањају прегледност, могу се у појединим случајевима искључити као препреке (једно дрво, мања група дрвећа, стена, мало брдо или плитки и кратки усек, саобраћајни знак, портал, надвожњак и сл.).

2. Прозирност

- ретка група дрвећа односно ретке шуме и
- ретко засађене пољопривредне културе.

Ове препреке се могу искључити ако се код њих возила могу међусобно видети довољно јасно и увек.

3. Сталност

- привремени објекти, на коловозу и бочно, који се увек искључују као препреке,
- привремене сметње као што су снег, камени и други наноси, такође се искључују и
- сезонске пољопривредне културе, које се зависно од околности које се процењују на терену некад искључују а некад узимају у обзир као препреке.

На одлуку о томе шта се, приликом оцене прегледности, има сматрати препреком а шта не, утиче много фактора које треба познавати. Поред тога што препреке треба посматрати динамички обзиром на промене на њима самима, треба их посматрати и у односу на кретање возила. Ово је нарочито значајно код димензионо кратких и код сезонских препрека.

Приликом снимања прегледности, мора се познавати брзина кретања возила на потезу где се препрека јавља, било приближно или у форми средњих брзина, да би се могло знати да ли је препрека сметња прегледности потребној за претицање или не. Да би се до овога дошло, неопходно је познавати и основне принципе у пројектовању по којима се прорачунава потребна прегледност за претицање, сврха забране претицања (законска и техничка), као и поједина уопштавања и поједностављења која се приликом прорачуна узимају.

3.2. ДУЖИНА ПРЕГЛЕДНОСТИ ЗА БЕЗБЕДНО ПРЕТИЦАЊЕ

Прегледност, као могућност међусобног опажања између два возила, дефинише се својом дужином, израженом у јединицама мере за дужину – најчешће метрима. Дужина прегледности за претицање представља растојање између два у сусрет наилазећа возила, када се ова налазе у положајима првог могућег узајамног опажања, а под условом да опажање траје у континуитету до њиховог мимоилажења.

Положај првог могућег међусобног опажања између возила назива се [тачка отварања прегледности](#) за свако возило, односно за сваки смер вожње посебно. Растојање између ових двеју, међусобно одговарајућих тачака отварања прегледности, представља [реалну дужину прегледности](#) на том потезу пута.

Рачунска (теоретска) вредност дужине потребне за обављање целе операције претицања на том истом путном потезу, представља [потребну дужину прегледности](#).

Реална дужина прегледности се одређује на терену снимањем тачака отварања прегледности. Потребна дужина прегледности се одређује рачунски, на бази почетних елемената пружања пута (ситуација, подужни профил), односно претпостављених брзина кретања возила на сваком потезу пута где се прегледност испитује.

Уколико је између две одговарајуће тачке отварања прегледности реална дужина прегледности мања од потребне дужине прегледности, претицање на потезу пута између њих није могуће, а уколико је већа или једнака, тада је претицање могуће.

Сама суштина испитивања прегледности за претицање на путном потезу односно путу, без обзира да ли ће оно бити употребљено за неке анализе, или за регулисање претицања истицањем забрана, своди се на испитивање да ли постоји могућност за претицање, јер од возача зависи да ли ће да је искористи или не, обзиром на остала возила која се налазе на том путном потезу, као и обзиром на своје возачке могућности и перформансе свог возила.

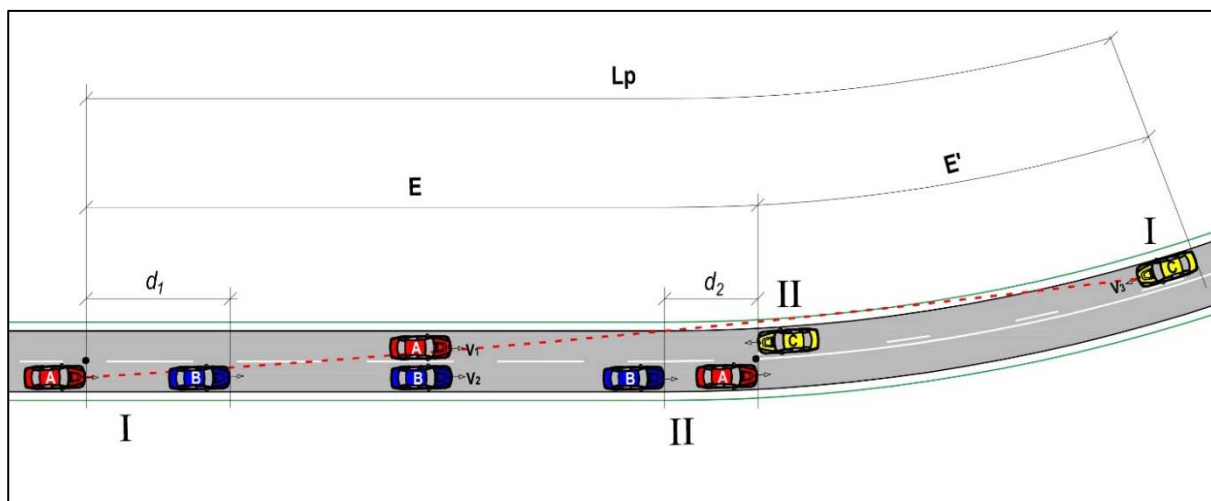
Очигледно је да у друмском саобраћају, који је хетероген у погледу возила и у погледу возача, није могуће одредити за сваки посебан случај потребну дужину за безбедно претицање, а још мање је могуће о томе обавестити возача. Стога се у прорачуну потребне дужине за безбедно претицање, као полазне величине, узимају статистички најчешће очекивани случајеви за један пут, којом приликом они остају константни, а варирају се само брзине од путног потеза до путног потеза, у функцији елемената пружања пута.

Зависно од структуре саобраћајног тока на третираном путу, потребно је одабрати тзв. репрезентативна возила, чије ће перформансе бити употребљене као основ за прорачун брзина на појединим потезима пута где се испитује дужина прегледности. При том се може узети исто возило за прстижуће, за прстизано и за у сусрет долазеће.

У случају да структура саобраћајног тока упућује да је потребно одредити различита репрезентативна возила, за прстижуће се узима средње јако возило у комерцијалној возњи, за у сусрет долазеће јако и брзо путничко возило, за прстизано возило камион или чак аутовоз (зависно од структуре саобраћаја на том путу).

Према перформансама возила – убрзању, максималној брзини, стабилности у кривини – израчунава се његова могућа брзина у свакој тачки пута, узевши у обзир елементе пружања пута: ширина коловоза, удаљеност бочних сметњи, радијуси хоризонталних кривина, преломни углови и попречни нагиби у хоризонталним кривинама, затим величина и дужина успона и падова. На тај начин се за свако репрезентативно возило добије дијаграм промене брзине у односу на стационажу пута, тј. може се на њему прочитати колике су вредности брзина репрезентативних возила на свакој стационожи третираног пута.

На наредном цртежу (Слика 3.1) приказан је положај претичућег возила (А), претицаног возила (В) и долазећег возила (С) пре претицања и после завршеног претицања.



Слика 3.1. Положај претичућег и претицаног возила пре и после претицања

Обзиром на изнесена уопштавања и поједностављења, прорачун потребне дужине за претицање (Е) могуће је извршити полазећи од следеће једначине:

$$E = V_1 \cdot t = V_2 \cdot t + d_1 + d_2$$

на основу горње једначине добија се:

$$t = \frac{d_1 + d_2}{V_1 - V_2}$$

односно,

$$E = \frac{V_1(d_1 + d_2)}{V_1 - V_2}$$

Са друге стране, прорачун дужине пута које може да пређе возило које се креће у супротном смеру за време трајања претицања возила из основног смера вожње (E') израчунава се по обрасцу:

$$E' = V_3 \cdot t$$

$$E' = \frac{V_3(d_1 + d_2)}{V_1 - V_2}$$

Могућа дужина прегледности за безбедно претицање (L_p) је:

$$L_p = E + E'$$

$$L_p = \frac{(d_1 + d_2)}{V_1 - V_2} \cdot (V_1 + V_3)$$

Уколико структура саобраћајног тока омогућава да је исто репрезентативно возило престижуће, престизано и у сусрет ($L_{V1} = L_{V2} = L_V$) и ако се пође од у пракси уобичајене претпоставке да је размак између претичаног и претичућег возила пре и после претицања исти ($d_1 = d_2 = d$) тада су:

$$E = \frac{2 \cdot d \cdot V_1}{V_1 - V_2}$$

$$E' = \frac{2 \cdot d \cdot V_3}{V_1 - V_2}$$

$$L_p = E + E'$$

$$L_p = \frac{2 \cdot d}{V_1 - V_2} \cdot (V_1 + V_3)$$

при чему је:

L_p - потребна дужина прегледности за безбедно претицање (**m**),

E - потребно растојање за извршење претицања (дужина линије упозорења у пројектовању) (**m**),

E' - потребно растојање које може да пређе возило које се креће у супротном смеру (дужина неискривљене линије у пројектовању) (**m**),

t - потребно време за извршење претицања,

V_1 - брзина претичућег возила ($\frac{km}{h}$),

V_2 - брзина претицаног возила ($\frac{km}{h}$),

V_3 - брзина долазећег возила ($\frac{km}{h}$),

d_1 - растојање између претицаног и претичућег возила пре претицања (**m**),

d_2 - растојање између претицаног и претичућег возила после претицања (**m**),

d - растојање између претицаног и претичућег возила (**m**),

L_{v1} - дужина возила 1 (**m**),

L_{v2} - дужина возила 2 (**m**),

L_v - дужина возила (**m**),

I - положај претичућег, претицаног и долазећег возила пре претицања и

II - положај претичућег, претицаног и долазећег возила после претицања

4. ПРИМЕРИ ПРОРАЧУНА ДУЖИНЕ ПРЕГЛЕДНОСТИ ЗА БЕЗБЕДНО ПРЕТИЦАЊЕ ДУЖ ДВОТРАЧНИХ ДВОСМЕРНИХ ПУТЕВА УЗ УПОТРЕБУ ЗОНЕ УПОЗОРЕЊА И НЕИСПРЕКИДАНЕ ЛИНИЈЕ

На основу изнетих анализа у наредним табелама приказани су резултати прорачуна потребних дужина разделних линија за безбедно претицање дуж двотрачних двосмерних путева уз употребу зоне упозорења и неискриване линије. Приказани су резултати за следеће карактеристичне случајеве:

Карактеристичан случај 1:

$$V_1 - V_2 = 20 \text{ km/h};$$

$$d_1 = d_2 = d;$$

$$L_{V1} = L_{V2} = L_V; \quad L_V = 4,3 \text{ m}$$

Карактеристичан случај 2:

$$V_1 - V_2 = 15 \text{ km/h};$$

$$d_1 = d_2 = d;$$

$$L_{V1} = L_{V2} = L_V; \quad L_V = 4,3 \text{ m}$$

Карактеристичан случај 3:

$$V_1 - V_2 = 10 \text{ km/h};$$

$$d_1 = d_2 = d;$$

$$L_{V1} = L_{V2} = L_V; \quad L_V = 4,3 \text{ m}$$

Пројектантска пракса је да се у већини случајева користе улазни подаци за *карактеристичан случај 1*, а што је и дато у важећем Правилнику о саобраћајној сигнализацији.

Потребне дужине разделних линија за безбедно претицање

Карактеристичан случај 1:

$$V_1 - V_2 = 20 \text{ (km/h)}; \quad d_1 = d_2 = d; \quad L_{V1} = L_{V2} = L_V; \quad L_V = 4.3m$$

$V_1 - V_2 = 20 \text{ (km/h)}$

V1/V2	E (m)	E' (m)															
		V3 (km/h)															
		125	120	115	110	105	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50
120/100	343	358	343	329	315	300	286	272	257	243	229	215	200	186	172	157	143
115/95	317	345	331	317	304	290	276	262	248	235	221	207	193	179	166	152	138
110/90	293	333	319	306	293	279	266	253	239	226	213	200	186	173	160	146	133
105/85	269	320	307	294	282	269	256	243	230	218	205	192	179	166	154	141	128
100/80	246	308	295	283	271	258	246	234	221	209	197	185	172	160	148	135	123
95/75	224	295	283	271	260	248	236	224	212	201	189	177	165	153	142	130	118
90/70	203	283	271	260	249	237	226	215	203	192	181	170	158	147	136	124	113
85/65	184	270	259	248	238	227	216	205	194	184	173	162	151	140	130	119	108
80/60	165	258	247	237	227	216	206	196	185	175	165	155	144	134	124	113	103
75/55	147	245	235	225	216	206	196	186	176	167	157	147	137	127	118	108	98
70/50	130	233	223	214	205	195	186	177	167	158	149	140	130	121	112	102	93
65/45	114	220	211	202	194	185	176	167	158	150	141	132	123	114	106	97	88
60/40	100	208	199	191	183	174	166	158	149	141	133	125	116	108	100	91	83
55/35	86	195	187	179	172	164	156	148	140	133	125	117	109	101	94	86	78
50/30	73	183	175	168	161	153	146	139	131	124	117	110	102	95	88	80	73
45/25	61	170	163	156	150	143	136	129	122	116	109	102	95	88	82	75	68
40/20	50	158	151	145	139	132	126	120	113	107	101	95	88	82	76	69	63

E - Дужина линије упозорења (m)

V_1 - брзина претихућег возила (km/h)

E' - Дужина неистрекидане линије (m)

V_2 - брзина претизаног возила (km/h)

L_p - Потребна дужина прегледности за претицање (m)

V_3 - брзина долазећег возила (km/h)

$$(L_p = E + E')$$

Потребне дужине разделних линија за безбедно претицање

Карактеристичан случај 2:

$$V_1 - V_2 = 15 \text{ (km/h)}; \quad d_1 = d_2 = d; \quad L_{V1} = L_{V2} = L_V; \quad L_V = 4.3m$$

$V_1 - V_2 = 15 \text{ (km/h)}$

V1/V2	E (m)	E' (m)																
		V3 (km/h)																
		125	120	115	110	105	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	
120/105	474	493	474	454	434	414	395	375	355	335	316	296	276	257	237	217	197	
115/100	439	477	458	439	419	400	381	362	343	324	305	286	267	248	229	210	191	
110/95	405	460	442	423	405	386	368	350	331	313	294	276	258	239	221	202	184	
105/90	372	443	426	408	390	372	355	337	319	301	284	266	248	231	213	195	177	
100/85	341	427	410	393	375	358	341	324	307	290	273	256	239	222	205	188	171	
95/80	312	410	394	377	361	344	328	312	295	279	262	246	230	213	197	180	164	
90/75	283	393	378	362	346	330	315	299	283	267	252	236	220	205	189	173	157	
85/70	256	377	362	347	331	316	301	286	271	256	241	226	211	196	181	166	151	
80/65	230	360	346	331	317	302	288	274	259	245	230	216	202	187	173	158	144	
75/60	206	343	330	316	302	288	275	261	247	233	220	206	192	179	165	151	137	
70/55	183	327	314	301	287	274	261	248	235	222	209	196	183	170	157	144	131	
65/50	161	310	298	285	273	260	248	236	223	211	198	186	174	161	149	136	124	
60/45	141	293	282	270	258	246	235	223	211	199	188	176	164	153	141	129	117	
55/40	122	277	266	255	243	232	221	210	199	188	177	166	155	144	133	122	111	
50/35	104	260	250	239	229	218	208	198	187	177	166	156	146	135	125	114	104	
45/30	88	243	234	224	214	204	195	185	175	165	156	146	136	127	117	107	97	
40/25	73	227	218	209	199	190	181	172	163	154	145	136	127	118	109	100	91	

E - Дужина линије упозорења (m)

V_1 - брзина прстижућег возила (km/h)

E' - Дужина неспремдане линије (m)

V_2 - брзина прстижаног возила (km/h)

L_p - Потребна дужина прегледности за претицање (m)

V_3 - брзина долазећег возила (km/h)

$$(L_p = E + E')$$

Потребне дужине разделних линија за безбедно претицање

Карактеристичан случај 3:

$$V_1 - V_2 = 10 \text{ (km/h)}; \quad d_1 = d_2 = d; \quad L_{V1} = L_{V2} = L_V; \quad L_V = 4.3m$$

$V_1 - V_2 = 10 \text{ (km/h)}$

V1/V2	E (m)	E' (m)															
		V3 (km/h)															
		125	120	115	110	105	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50
110/100	629	715	686	658	629	601	572	543	515	486	458	429	400	372	343	315	286
105/95	580	690	662	635	607	580	552	524	497	469	442	414	386	359	331	304	276
100/90	532	665	638	612	585	559	532	505	479	452	426	399	372	346	319	293	266
95/85	486	640	614	589	563	538	512	486	461	435	410	384	358	333	307	282	256
90/80	443	615	590	566	541	517	492	467	443	418	394	369	344	320	295	271	246
85/75	401	590	566	543	519	496	472	448	425	401	378	354	330	307	283	260	236
80/70	362	565	542	520	497	475	452	429	407	384	362	339	316	294	271	249	226
75/65	324	540	518	497	475	454	432	410	389	367	346	324	302	281	259	238	216
70/60	288	515	494	474	453	433	412	391	371	350	330	309	288	268	247	227	206
65/55	255	490	470	451	431	412	392	372	353	333	314	294	274	255	235	216	196
60/50	223	465	446	428	409	391	372	353	335	316	298	279	260	242	223	205	186
55/45	194	440	422	405	387	370	352	334	317	299	282	264	246	229	211	194	176
50/40	166	415	398	382	365	349	332	315	299	282	266	249	232	216	199	183	166
45/35	140	390	374	359	343	328	312	296	281	265	250	234	218	203	187	172	156
40/30	117	365	350	336	321	307	292	277	263	248	234	219	204	190	175	161	146
35/25	95	340	326	313	299	286	272	258	245	231	218	204	190	177	163	150	136
30/20	76	315	302	290	277	265	252	239	227	214	202	189	176	164	151	139	126

E - Дужина линије упозорења (m)

V_1 - брзина престижућег возила (km/h)

E' - Дужина неискрекидане линије (m)

V_2 - брзина престизаног возила (km/h)

L_p - Потребна дужина прегледности за претицање (m)

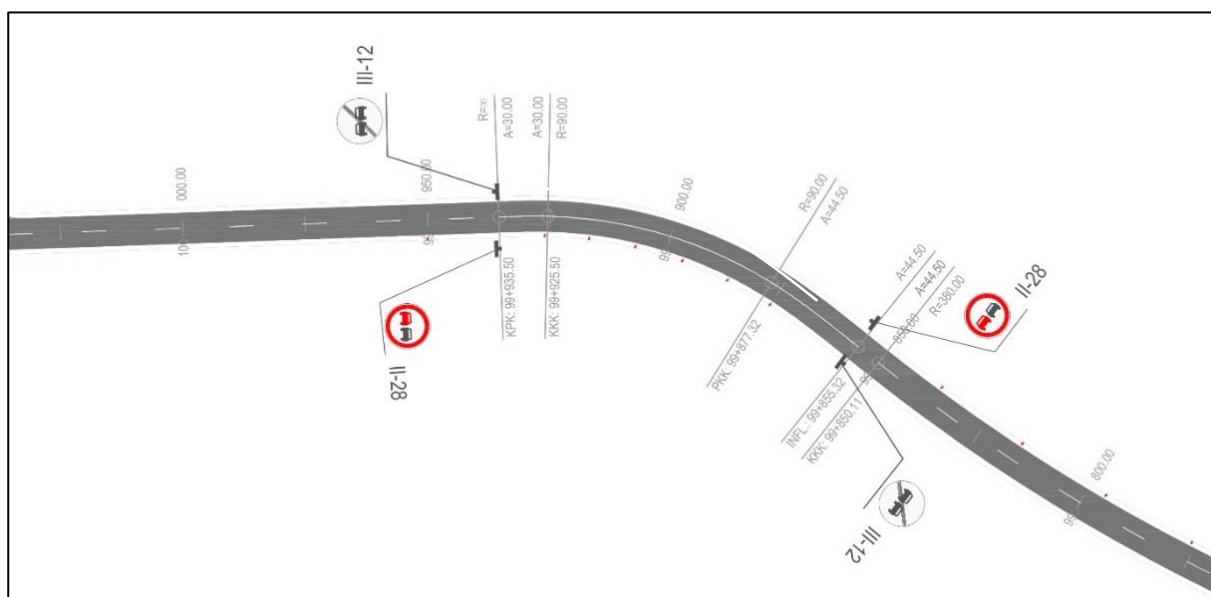
V_3 - брзина долазећег возила (km/h)

$(L_p = E + E')$

5. ПРИМЕРИ НЕБЕЗБЕДНОГ/НЕАДЕКВАТНОГ ОТВАРАЊА ПРЕГЛЕДНОСТИ ЗА БЕЗБЕДНО ПРЕТИЦАЊЕ

5.1. НЕБЕЗБЕДНО ОТВАРАЊЕ ПРЕТИЦАЈНЕ ПРЕГЛЕДНОСТИ

У процесу провере и ревизије безбедности саобраћаја, потребно је обратити пажњу на отварања претицајне прегледности у зони хоризонталних кривина. Наиме, постоје ситуације на терену, где је забрана претицања пројектована и изведена прекасно, односно на небезбедан начин, чиме су возачи доведени у заблуду да им је дозвољено саобраћајном сигнализацијом да започну маневар претицања, при чему не постоје просторне могућности да тај маневар изврше на безбедан начин, односно да се безбедно врате у своју саобраћајну траку (а што је детаљно објашњено у поглављу 3.2 *Дужина прегледности за безбедно претицање*). На слици (Слика 5.1) приказан је пример пројектовања прекасне забране претицања у зони хоризонталне кривине, а на наредној слици (Слика 5.2) може се видети како изгледа овакав начин обележавања сигнализације на путу.



Слика 5.1. Пример небезбедне (прекасне) забране претицања испред хоризонталне кривине



Слика 5.2. Небезбедна забрана претицања непосредно пре почетка хоризонталне кривине

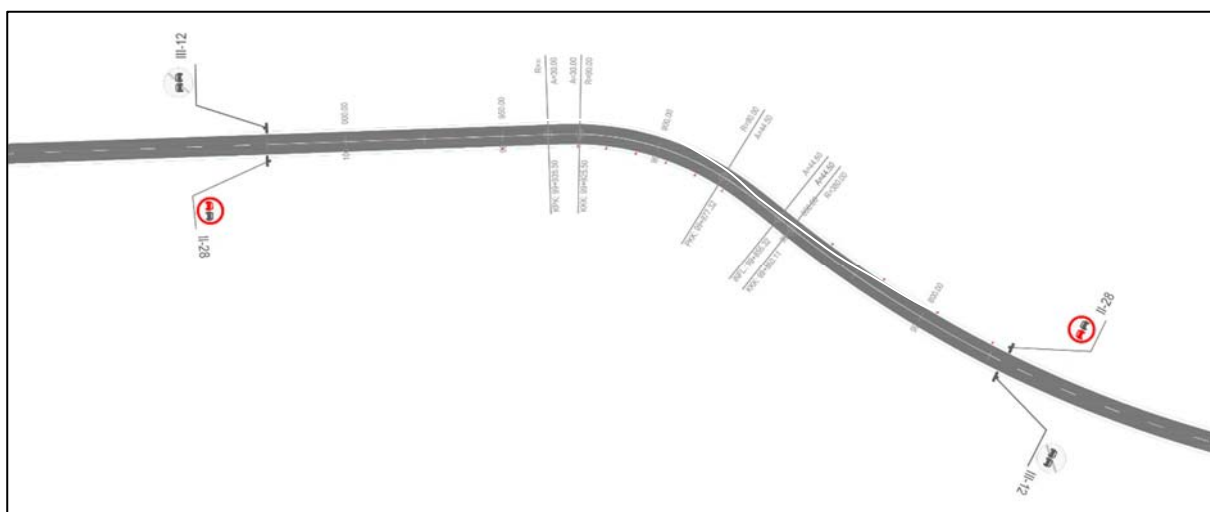
Поред претходно описане ситуације, у пракси се могу пронаћи и примери отварања прегледности на местима где то возачима није прегледно, односно маневар претицања није могуће извршити на безбедан начин. На слици (Слика 5.3) приказан је пример са терена, где је дозвољено претицање, а да није обезбеђено "догледање" возача. Ове ситуације су изузетно опасне, јер директно излажу учеснике у саобраћају повећаном ризику од настанка незгода (типа чеони судари).



Слика 5.3. Пример небезбедног отварања прегледности

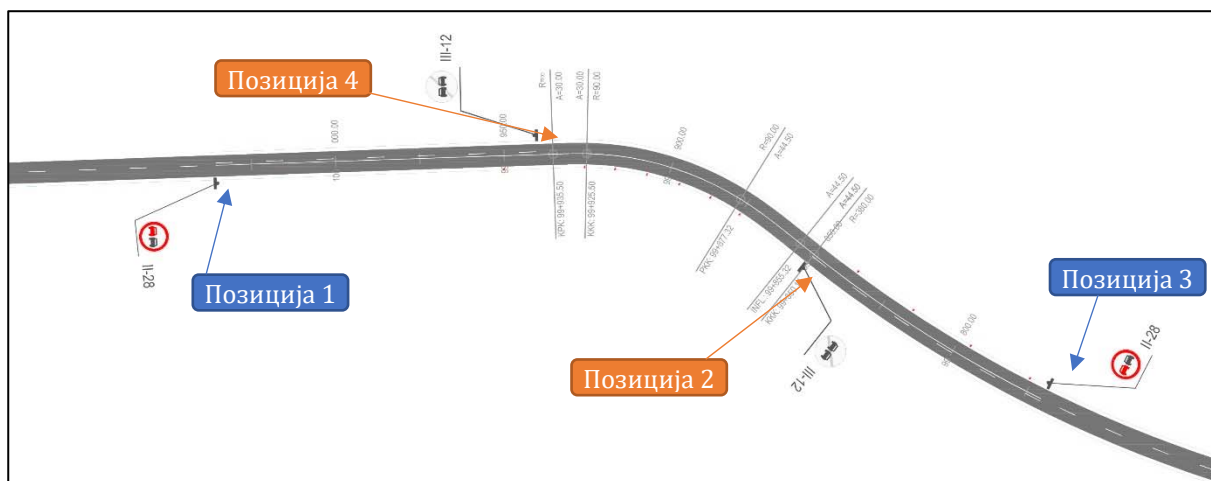
5.2. НЕАДЕКВАТНО ОТВАРАЊЕ ПРЕТИЦАЈНЕ ПРЕГЛЕДНОСТИ

Проблем неадекватног отварања претицајне прегледности на путу у зони хоризонталних кривина, може створити небезбедне ситуације у саобраћају. Наиме, возачи се могу довести у заблуду пратећи ситуацију на терену, где је пројектована забрана претицања у већој дужини од реално потребне за извршење маневра безбедног претицања возила. На наредној слици (Слика 5.4) приказан је пример пројектовања забране претицања у зони хоризонталне кривине тако да је забрана претицања пројектована на одговарајућој позицији, али је и престанак забране претицања пројектован, такође у истој тачки. Овакав начин пројектовања је свакако "безбеднији" од начина приказаног у претходној тачки (5.1. *Небезбедно отварање претицајне прегледности*), али код возача може утицати на стварање нервозе и одлучивања на маневар претицања у неадекватном тренутку, тако да не може извршити претицање на безбедан начин.



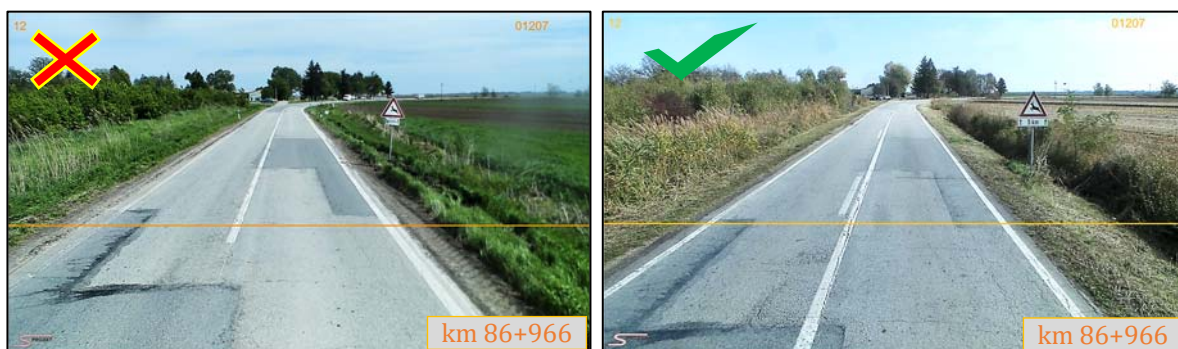
Слика 5.4. Предуга забрана претицања испред хоризонталне кривине

На наредним сликама су приказане ситуације неадекватног отварања претицајне прегледности у зони хоризонталне кривине. Приказана је ситуација када је на путу била изведена "предугачка" забрана претицања са обе стране прилаза хоризонталној кривини (слике лево) и ситуација када је на истом путу одређена претицајна прегледност у складу са објашњењем у тачки 3.2 *Дужина прегледности за безбедно претицање*) (слике десно). На слици (Слика 5.5) приказан је распоред карактеристичних позиција у зони хоризонталне кривине, као и пример "оптималног" отварања претицајне прегледности.



Слика 5.5. Распоред карактеристичних позиција у зони хоризонталне кривине и пример "оптималног" отварања претицајне прегледности

На сликама (Слика 5.6 и Слика 5.7) приказане су *Позиције 1* и *3*, односно на слици лево, приказан је почетак забране претицања испред хоризонталне кривине у смеру "+" (смер раста стационаже) и смеру "-" (смер супротан од смера раста стационаже) који је пројектован на начин да се брани претицање возилима из оба смера кретања. На сликама десно, приказана је иста *Позиција 1* на путу, али након примене у пројектовању удвојене комбиноване разделне линије.

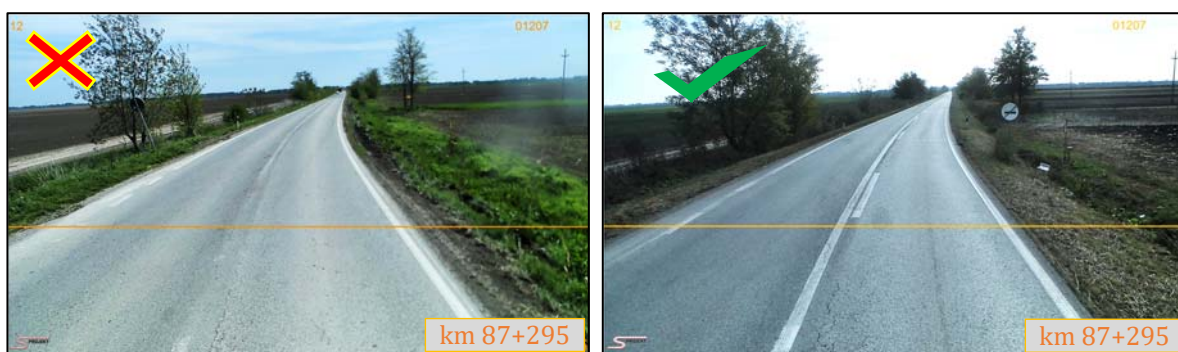


Слика 5.6. Позиција 1: смер "+" испред хоризонталне кривине



Слика 5.7. Позиција 3: смер "-" испред хоризонталне кривине

На сликама (Слика 5.8 и Слика 5.9) приказане су *Позиције 2 и 4*, односно на слици лево, приказано је да по изласку из хоризонталне кривине и даље важи забрана претицања за возила која се крећу у смеру "+" (смер раста стационаже), односно за смер "-" (смер супротан од смера раста стационаже). На слици десно, приказане су исте *Позиције 2 и 4* на путу, али након примене у пројектовању удвојене комбиноване разделне линије, тако да је сада дозвољено претицање за возила која се крећу у смеру "+" и смеру "-" по изласку из хоризонталне кривине.



Слика 5.8. Позиција 2: смер "+" након хоризонталне кривине



Слика 5.9. Позиција 4: смер "-" након хоризонталне кривине

На основу претходно изнетог, може се закључити да применом поступка за одређивање дужине за безбедно претицање (тачка 3.2) у пројектовању, односно примене удвојене комбиноване разделне линије, остварују се значајни бенефити са аспекта безбедности саобраћаја. Поред тога, повећава се проценат дела пута са дозвољеним претицањем по смеру вожње, чиме се омогућава возачима да без напетости врше маневре у саобраћају.

У процесу провере и ревизије, неопходно је уочити све неправилности везане за прегледност за безбедно претицање и указати у Извештају, све локације на деоници пута где постоји проблем са претицајном прегледношћу. Неопходно је проверити изведене/пројектоване дужине претицајне прегледности са дужинама потребним за безбедно вршење претицања у зависности од задатог односа брзина у саобраћајном току на путу (детаљније објашњено у тачки 3.2 *Дужина прегледности за безбедно претицање*).

ПИТАЊА ЗА ПРОВЕРУ ЗНАЊА

- [1] Навести карактеристичне типове незгода које могу настати при претицању.
- [2] Објаснити безбедно растојање између два возила.
- [3] Објаснити растојање за извршење маневра претицања и скицирати карактеристичне положаје возила при претицању.
- [4] Објаснити прегледност за безбедно претицање и навести три групе препрека које могу ометати прегледност.
- [5] Објаснити поступак утврђивања дужина прегледности за безбедно претицање.
- [6] Навести карактеристичне грешке при отварању прегледности за безбедно претицање на двотрачним двосмерним путевима.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Bai, W., & Li, C. J. (2013). Overtaking model based on different limiting speed. J. Transp. Syst. Eng. Inf. Technol, 13(2), 63-68.
- [2]. Bar-Gera, H., & Shinar, D. (2005). The tendency of drivers to pass other vehicles. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 8(6), 429-439.
- [3]. Chandra, S., & Shukla, S. (2012). Overtaking behavior on divided highways under mixed traffic conditions. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 43, 313-322.
- [4]. Coquand, R. (1969). Routes-Vol. 1: Circulation-trace-construction; Vol. 2: Construction et entretien. Paris: Eyrolles.
- [5]. Gordon, D. A., & Mast, T. M. (1970). Drivers' judgments in overtaking and passing. Human factors, 12(3), 341-346.
- [6]. Gray, R., & Regan, D. (2000). Risky driving behavior: A consequence of motion adaptation for visually guided motor action. Journal of experimental psychology: human perception and performance, 26(6), 1721.
- [7]. Gray, R., & Regan, D. M. (2005). Perceptual processes used by drivers during overtaking in a driving simulator. Human factors, 47(2), 394-417.
- [8]. Gresham, B., McManus, B., Mrug, S., Visscher, K., Anthony, T., & Stavrinou, D. (2021). Validation of the attention-related driving errors scale in novice adolescent drivers. Accident Analysis & Prevention, 159, 106249.
- [9]. Lev, D., Hershkovitz, E., & Yechiam, E. (2008). Decision making and personality in traffic offenders: A study of Israeli drivers. Accident Analysis & Prevention, 40(1), 223-230.
- [10]. Li, M., Li, Z., Xu, C., & Liu, T. (2020). Short-term prediction of safety and operation impacts of lane changes in oscillations with empirical vehicle trajectories. Accident Analysis & Prevention, 135, 105345.
- [11]. Llorca, C., & García, A. (2011). Evaluation of passing process on two-lane rural highways in Spain with new methodology based on video data. Transportation research record, 2262(1), 42-51.
- [12]. Lucidi, F., Giannini, A. M., Sgalla, R., Mallia, L., Devoto, A., & Reichmann, S. (2010). Young novice driver subtypes: relationship to driving violations, errors and lapses. Accident Analysis & Prevention, 42(6), 1689-1696.
- [13]. Mohaymany, A. S., Kashani, A. T., & Ranjbari, A. (2010). Identifying driver characteristics influencing overtaking crashes. Traffic injury prevention, 11(4), 411-416.
- [14]. Oppenheimer, D. M., & Kelso, E. (2015). Information processing as a paradigm for decision making. Annual review of psychology, 66(1), 277-294.
- [15]. Pan, J., & Shen, Y. (2022). Assessing driving risk at the second phase of overtaking on two-lane highways for young novice drivers based on driving simulation. International journal of environmental research and public health, 19(5), 2691.
- [16]. Roman, G. D., Poulter, D., Barker, E., McKenna, F. P., & Rowe, R. (2015). Novice drivers' individual trajectories of driver behavior over the first three years of driving. Accident Analysis & Prevention, 82, 61-69.
- [17]. Vlahogianni, E. I. (2013). Modeling duration of overtaking in two lane highways. Transportation research part F: traffic psychology and behaviour, 20, 135-146.
- [18]. Wilson, T., & Best, W. (1982). Driving strategies in overtaking. Accident Analysis & Prevention, 14(3), 179-185.
- [19]. Zheng, Y., Ran, B., Qu, X., Zhang, J., & Lin, Y. (2019). Cooperative lane changing strategies to improve traffic operation and safety nearby freeway off-ramps in a connected and automated vehicles environment. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 21(11), 4605-4614.
- [20]. Закон о безбедности саобраћаја на путевима ("Сл. гласник РС" бр. 41/2009, 53/2010, 101/2011, 32/2013 – одлука УС, 55/2014, 96/2015 – др. закон, 9/2016 – одлука УС, 24/2018, 41/2018, 41/2018 – др. Закон, 87/2018, 23/2019 и 128/2020 – др. закон).
- [21]. Правилник о саобраћајној сигнализацији ("Сл. гласник РС" бр. 85/2017 и 14/2021).