



Получена: 02.04.2020 г.

Приета: 16.04.2020 г.

ВИДИМОСТТА КАТО КРИТЕРИЙ ЗА ИЗБОР НА РАДИУС НА ХОРИЗОНТАЛНА КРИВА ПРИ АВТОМАГИСТРАЛИ И СКОРОСТНИ ПЪТИЩА

Д. Мартинов¹

Ключови думи: скорост, разстояние на видимост, пътно тяло, озеленяване на пътища, разположение на пътни принадлежности

РЕЗЮМЕ

В публикацията са разгледани най-честите причини за ограничаване на видимостта при вече изградени участъци от автомагистрали. Направена е обща класификация на причините за ограничена видимост, от която се вижда, че голяма част от тях се намират в хоризонталните криви. Разгледани са различни подходи и тяхната ефективност, така че по автомагистралите и скоростните пътища да се постигнат необходимите и минимални разстояния за видимост, които да не оказват впоследствие влияние върху действителната скорост на движение. Разгледани са възможности за решаване на проблема с ограничената видимост, както при изградени вече пътни участъци, но така също и при участъци в етапа на тяхното проектиране.

Въведение

Анализът е направен на база на извършено изследване на два участъка от автомагистрали в България [1]. Изследвана е основно действителната скорост на движение на единично преминали през участъка моторни превозни средства (МПС). Чрез заснемане на скоростта на движението на множество автомобили в свободен режим на движение [1 ÷ 4], се определят и действителните скорости на движение в участъка. Те представляват квантилни скорости, като най-голямо значение за настоящото изследване има действителната скорост на движение V_{85} . По така получената действителна скорост на движение е изградена диаграмата „скорост-път”.

¹ Димитър Мартинов, гл. ас. д-р инж., кат. „Пътища и транспортни съоръжения”, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: martinov@mail.com

За конкретното изследване са разгледани два участъка от автомагистрални: АМ „Тракия” от km 0 до km 116+500 и обратно, както и АМ „Хемус” от km 0 до km 70+417 и обратно [1]. Общата дължина на разглеждания участък е 374 km.

1. Определяне на местата с ограничена видимост

Поведението на водачите на моторни превозни средства при движението им по автомагистрала и по-точно в участъци с ограничение на видимостта, най-често е отнемане от педала на газта, което рязко намалява теглителната сила, като в този момент остават да действат само съпротивленията при движение на автомобила. Това се отразява в иначе неповлияната от други фактори скорост, като в диаграмата „скорост-път” се получават спадове на скоростта.

Анализирани са местоположенията по километраж спрямо пътната ос, на които се забелязва локален спад в действителната скорост на движение V_{85} с повече от 5 km/h. Съставен е списък по участъците и за двете автомагистрала и са разгледани изображенията от Street View съобразно [1]. Общо за двата участъка се забелязват 145 броя места, отговарящи на горепосоченото. От тях са изолирани местата, на които видимостта очевидно е неограничена, а причина за спада на скоростта е повлиян от други фактори. Най-често това са внезапно влошаване на състоянието на пътната настилка, разбита fuga при мостова конструкция, стационарна камера на КАТ, разположена видно от дълго време и други. След филтриране на тези места остават 118 места, на които спадът на скоростта на движение се дължи основно на ограничената видимост.

Първоначалният списък с данни в табличен вид за пътния участък, посоката и километричното положение на мястото с ограничена видимост в последствие е допълнен с данни за броя на видимите интервали в разделителните линии между скоростните ленти за движение. По тях се определя разстоянието на видимостта [1, 5]. Към списъка са добавени и действителните скорости V_{85} , V_{50} и V_{15} , с помощта на които са изчертани диаграмите скорост-път. Като забележка към всяко място е добавена характеристиката на пътя в ситуация, надлъжен профил, а също и видът на препятствието, което ограничава видимостта. Най-общо класификацията на причините за ограничената видимост е:

- Характеристика на пътя:
 - в ситуация: *дясна крива, лява крива, права;*
 - в профил: *качване, слизане, без наклон, изтъкнала крива, вдлъбната крива.*
- Препятствие:
 - *храст в средната разделителна ивица (СРИ);*
 - *дървета и храсти до пътя;*
 - *табели и рекламни банери;*
 - *откос на изкоп;*
 - *стоманена предпазна ограда (СПО) в средната разделителна ивица (СРИ);*
 - *парапет в средната разделителна ивица (СРИ);*
 - *парапет на мост;*
 - *пътна настилка;*
 - *надлез над пътя.*

2. Разпределение на причините за ограничена видимост

На база на таблицата, съставена в предходната точка, е направено статистическо проучване на това в какви места попадат участъците с ограничена видимост спрямо пътя и какви са причините за ограничаване на лъча на видимостта (вж. фиг. 1).

	Ограничена видимост до 200 метра	Ограничена видимост до 300 метра	Ограничена видимост ОБЩО
ПЪТНИ ЕЛ-ТИ	<p>Местоположение на участъците с намалена видимост до 200m</p> <p>лява крива 25% дясна крива 75%</p>	<p>Местоположение на участъците с намалена видимост до 300m</p> <p>лява крива 49% дясна крива 46% права 5%</p>	<p>Местоположение на зоните с намалена видимост спрямо пътните елементи</p> <p>лява крива 46% дясна крива 46% права 8%</p>
ПРАВА	<p>Не се наблюдава</p>	<p>Причини за намалена видимост в ПРАВА до 300m</p> <p>изп. верт. крива 100%</p>	<p>Причини за намалена видимост в ПРАВА</p> <p>изп. верт. крива 78% вдл. верт. крива и надлез 22%</p>
ЛЯВА КРИВА	<p>Причини за намалена видимост в ЛЯВА КРИВА до 200m</p> <p>храст в СРИ 50% СПО в СРИ 50%</p>	<p>Причини за намалена видимост в ЛЯВА КРИВА до 300m</p> <p>храст в СРИ 17% СПО и парапет в СРИ 11% еластична ограда в СРИ 61% няма 11%</p>	<p>Причини за намалена видимост в ЛЯВА КРИВА</p> <p>СПО в СРИ 82% храст в СРИ 7% парапет в СРИ 6% няма 5%</p>
ДЯСНА КРИВА	<p>Причини за намалена видимост в ДЯСНА КРИВА до 200m</p> <p>дървета от 1 до 3 m 50% табели и постери 33% откос изкоп 17%</p>	<p>Причини за намалена видимост в ДЯСНА КРИВА до 300m</p> <p>дървета от 1 до 3 m 65% табели и постери 23% откос изкоп 6% няма 6%</p>	<p>Причини за намалена видимост в ДЯСНА КРИВА</p> <p>дървета от 1 до 3 m 56% табели и постери 24% парапет 5% откос на изкоп 6% няма 9%</p>
ОБЩО	<p>Причини за намалена видимост до 200m</p> <p>дървета от 1 до 3 m 37% табели и постери 25% откос изкоп 13% храст в СРИ 13% СПО в СРИ 12%</p>	<p>Причини за намалена видимост до 300m</p> <p>СПО в СРИ 35% дървета от 1 до 3 m 34% табели и постери 13% откос изкоп 3% храст в СРИ 9% парапет в СРИ 6%</p>	<p>Причини за намалена видимост</p> <p>СПО в СРИ 44% дървета от 1 до 3 m 29% табели и постери 12% откос изкоп 5% парапет на мост 3% храст в СРИ 4% СПО и парапет в СРИ 3%</p>

Фиг. 1. Местоположение на участъците с ограничена видимост спрямо пътните елементи и съответните причини за това

2.1. Спрямо пътни елементи, в които попадат

Ясно се вижда, че загубата на видимост е еднакво разпределена спрямо десни и леви завивания, но при по-късите лъчи на видимостта до 200 m превес имат десните завивания.

В права случаите на намалена видимост са 5%, като 60% от тях се проявяват при намален лъч на видимостта до 300 m.

2.1.2. Права

Причините за ограничена видимост в права до 300 m са места с разположена в тях изпъкнала вертикална крива. От всички места с намалена видимост в права 78% се дължат на разположена изпъкнала вертикална крива, като препятствието в случая е пътната настилка. Останалите 22% се дължат на разположена в правата, вдлъбната вертикална крива, като основните причини за прекъснатия лъч на видимостта е табела на „П” рамка над пътното платно и мостове и надлези също над пътното платно.

2.1.3. Лява крива

При намален лъч на видимостта до 200 m основната причина в леви криви е еластична ограда и храст, разположени в разделителната ивица. При лъч на видимостта до 300 m 61% се дължат на еластичната ограда в разделителната ивица. Храстите в разделителната ивица са причина в 17% от случаите. И по 11% равно са причините парапет на мост в разделителната ивица и пътната настилка при разположена в лявата крива на изпъкнала вертикална крива.

Общо за левите криви може да се каже, че 82% от случаите се дължат на ел. ограда в разделителната ивица, 7% на храсти в разделителната ивица, 6% парапет в разделителната ивица и 5% на пътната настилка при разположение на лявата крива заедно с изпъкнала вертикална крива.

2.1.4. Дясна крива

При намален лъч на видимостта до 200 m основната причина в десни криви в 50% от случаите се дължи на разположени дървета до пътния габарит на разстояние м/у 1 и 3 m, 33% са разположените в близост до пътя големи табели (Ж2) и рекламни постери. 17% се дължат на откос на изкопа на пътното тяло. Това са няколко случая на свлачищни укрепвания в района на с. Чурек и изкоп преди гр. Ябланица по АМ „Хемус”.

При намален лъч на видимостта до 300 m дърветата и храстите, разположени в близост до пътя, са 65%. Табелите и рекламните постери са 23% и по 6% си делят откос на пътното тяло в изкоп и пътната настилка при комбинация на дясна крива с изпъкнала вертикална крива.

Общо при десните криви 56% от загубата на видимост до 300 m се дължи на дървета и храсти в близост до пътя и 24% на табелите и рекламните постери до пътя, 9% по вина на комбинацията дясна крива и изпъкнала вертикална крива, 6% е по вина на откоса на изкопа на пътното тяло и 5% е от парапети на мостове.

2.2. Спрямо сложността, финансовия и времевия ресурс за отстраняване на проблема

Разпределението на причините за ограничена видимост бе споменато по-горе в обяснението, от което е видно, че те се разпределят основно по пътните елементи, в

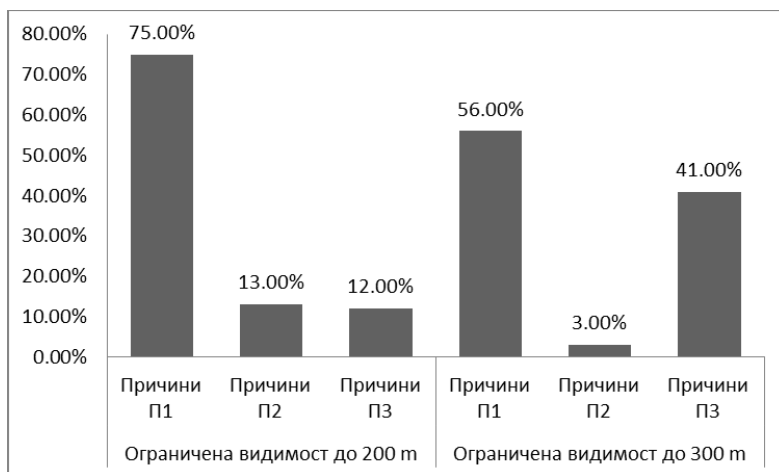
които попадат, а също и в дължините на видимост, за които са валидни. Причините за ограничена видимост биха могли да се групират и спрямо сложността и стойността за тяхното отстраняване. Едно примерно групиране на причините за ограничена видимост по този критерий би изглеждал по следния начин:

- П1 – причини, които могат да бъдат коригирани чрез леки манипулации, свързани с краткотрайни строително-монтажни работи и минимален трудов ресурс. Най-вече това са случаи, свързани с поддръжката на пътното тяло:
 - *храст в средната разделителна ивица (СПИ);*
 - *дървета и храсти до пътя;*
 - *табели и рекламни банери.*
- П2 – причини, които могат да се отстранят чрез средна сложност на строително-монтажните работи и минимален трудов ресурс:
 - *откос на изкоп.*
- П3 – причини, които могат да бъдат коригирани чрез сериозно капитално строителство и огромен трудов ресурс (промяна в трасировъчните елементи на пътя, което е свързано с множество допълнителни фактори при затварянето на пътя по време на строеж). Това са случаите, в които препятствието се явява самото пътнo платно, задължителен конструктивен елемент, или най-често при вдлъбнатите вертикални криви е надлез над пътя. Тези случаи са редки поради факта, че съществуват необходими проверки за пространствената видимост в хоризонтални и вертикални криви в етапа на проектиране на пътната отсечка. В този случай за ограничена видимост може да се говори, само когато е направена промяна на скоростта за ползване на отсечката и оттам необходимост от по-голяма нормативна дължина за минимална видимост:
 - *стoманeна предпазна oграда (СПО) в средната разделителна ивица (СПИ);*
 - *парапет в средната разделителна ивица (СПИ);*
 - *парапет на мост;*
 - *пътна настилка;*
 - *надлез над пътя.*

В участъците с ограничена видимост до 200 m се забелязва следното: 37% са дървета и храсти до пътя, 25% табели и реклами, 13% храсти в разделителната ивица, 13% откоси на изкопа, 12% еластична ограда в разделителната ивица. Т.е. цели 75% са препятствия П1, 12% еластична ограда в разделителната ивица – П3, поради факта че трябва да се коригира геометрията на пътя, 13% откос на изкопа, което би могло да се коригира, без да се нарушава пътното платно, т.е. – П2.

В участъците с ограничена видимост до 300 m се забелязва следното: 34% са дървета и храсти до пътя, 13% табели и реклами, 9% храсти в разделителната ивица, 3% откоси на изкопа, 35% еластична ограда в разделителната ивица и 6% еластична ограда и парапет на мост в разделителната ивица. Т.е. 56% са причини тип П1, 3% са междинна сложност за премахване – причини П2 и 41% са причини тип П3.

Общото разпределение на причините за ограничена видимост е: 29% са дървета и храсти до пътя, 12% табели и реклами, 4% храсти в разделителната ивица, 5% откоси на изкопа, 44% еластична ограда в разделителната ивица, 3% еластична ограда и парапет на мост в разделителната ивица и 3% парапет на мост. Т.е. 45% са причини тип П1, 5% са междинна сложност за премахване – П2 и 50% са причини тип П3.



Фиг. 2. Разпределение на причините за ограничена видимост спрямо сложността, финансовия и времевия ресурс за отстраняване на проблема (П1 – лесни, П2 – средни и П3 – трудни)

2.3. Обобщение и изводи от изследването

Разглеждайки общите причини за ограничена видимост забелязваме, че тези от тип П3 се появяват едва при загуба на видимост до 300 m и по-висока. Това е очаквано предвид, че разглежданите отсечки от автомагистрала са проектирани за сравнително по-ниски скорости, отколкото се експлоатират в момента. В повечето от разглежданите участъци проектната скорост е 110 km/h, като има дори и участъци за 100 km/h, а за тези скорости съответстват лъчи на видимост 240 m и 200 m, т.е. в минал период от време не е била нарушена минималната дължина на видимостта. В момента на извършване на изследването движението по участъците се осъществява с автомобили с повече мощност и с максимално разрешена скорост 130 km/h, а в участъци и до 140 km/h, минималните лъчи на видимост нормативно за които са 340 и 410 m. Т.е. по-висока действителна скорост на движение, в участъци от пътя, които са проектирани с много по-ниска проектна скорост, води до изчерпване на наличната видимост, а това е логично да се отрази в диаграмата „скорост-път”, като локален спад на скоростта.

Причините от тип П2 са малко, основно случаите на откос на изкоп, както бе споменато при причините в десни криви. Това са няколко случая на свлачищни укрепвания в района на с. Чурек и изкоп преди гр. Ябланица по АМ „Хемус”.

Причините от тип П1 са разпределени основно в местата, където разстоянието на видимост е под 200 m. Това са препятствия, които са разположени на места, в близост до пътя така, че попадат в зоната на страничното разстояние на видимост, която е много широка предвид малките радиуси на хоризонталните криви на места за съответната скорост. Основно причините от тип П1 се намират в десни криви с относително малки радиуси. И дори радиусите да позволяват безопасното движение по пътя, по критерия за приплъзване, който е и нормативно меродавен, от гледна точка на видимостта това не е съвсем така.

Основният извод, който може да се състави, е, че със сравнително малко усилия, с малко трудов ресурс и относително евтино могат да бъдат премахнати причините за ограничена видимост по автомагистралите в 50% от случаите. Тези 50% са 56% при лъч на видимостта до 300 m и 75% при лъч на видимостта до 200 m. Това са критични стой-

ности за разстоянието на видимост при автомагистрала, където максимално допустимата скорост на движение е 140 km/h, за която съответстват лъчи на видимост от 410 m, което пък показва необходимостта от вземане на съответните мерки.

3. Обезпечаване на минималната видимост при съществуващи участъци от автомагистрални и скоростни пътища

3.1. Текущо поддържане и ремонт на пътища

Обезпечаването на минималното разстояние за видимост при вече изградени пътни участъци се свежда най-вече до гарантиране на свободна зона в страни от пътя до границата на видимостта. Тази странична зона се нарича поле на видимост и в нея не трябва да се допускат масивни обекти, като различни конструкции дори и с укрепителна цел. “В полето на видимост не може да има дървесна растителност, постройки или други препятствия. Единични дървета могат да останат в полето на видимост, ако техните клонове са подрязани отдолу на височина 3,00 m от нивото на пътната настилка” [6, 7]. Табели и знаци, които са разположени в полето на видимост не оказват влияние на видимостта, но при по-големите рекламни постери това съвсем не е така! Ако все пак на дадено място минималната ширина на полето на видимост е нарушена от неотложни укрепителни мероприятия или изградени вече други транспортни съоръжения, то по обратния път би било редно да се получи и ограничителната скорост за преминаване през участъка и същият да бъде сигнализиран за това!

3.2. Зимно поддържане и снегозащита на пътища

При зимното поддържане на пътя и по-точно при разполагане на снегозащитните огради също да се има предвид проблема с ширината на полето на видимост. В указанията от АПИ [9], както и в [10] е коментирано разстоянието за поставяне на оградите встрани от пътя, но само от съображение за тяхната ефективност. Обикновено разстоянието е като функция от силата на вятъра и височината на оградата, за която се приема в повечето случаи 1,5 m. В представените таблици разстоянието варира от 20 m до 55 m, което е в подобен порядък с ширината на полето на видимост за хоризонтални криви с радиус, избран чрез меродавния критерий за приплъзване. И като се има предвид също, че снегозащитните стени се поставят в участъци в плитки изкопи и ниски насипи, където вероятността от снегонавяване е логично да е най-голяма, а в същото време полето на видимост там е най-уязвимо, се вижда необходимостта от изостряне на вниманието.

4. Обезпечаване на минималната видимост в етапа на проектиране на автомагистрала и скоростни пътища

4.1. Пътно тяло и разполагане на пътните принадлежности

Обезпечаването на минималната видимост се извършва, като задължително са направени и изпълнени проверките за полето на видимостта. В това число да се коригират при необходимост откосите на земното тяло на пътя, геометрията и местоположението на различни конструктивни елементи като подпорни и облицовъчни стени и др.

Важно нещо е разполагането на пътни принадлежности, и докато в повечето случаи единичните принадлежности не влияят на видимостта, то различните видове ограждения и стени на пътя могат да я влошат рязко. Пример за това е разполагането на шумозащитни стени. В повечето случаи отстоянието на този тип огради е продиктувано от техния тип и височина, така както е разгледано в [11], но е важно също така то да бъде съобразено с полето на видимост. Ако е наложително разполагането на шумозащитни стени в полето на видимост, с цел нейната ефективност, то да се разсъждава в посока на това, същите да пропускат лъчите на видимостта, т.е. да са прозрачни. Но дори и при прозрачни материали за шумозащитни стени съществува опасност от компрометиране на видимостта. Това са: отражения, особено от фаровете нощно време, стойките на самите оградни елементи, както и фундаменти при някои от разновидностите.

4.2. Избор на радиус на хоризонтална крива

Изборът на радиус на хоризонтална крива да се извършва по възможност от критерий за видимост, особено в участъци, където се предвижда пътното тяло да е в изкоп, плитък насип или смесен профил, където полето на видимост е най-уязвимо. За предпочитане в тези случаи е директно да се избират радиуси, гарантиращи, че за дадената проектна скорост лъчът на видимост ще попадне в границите на пътното платно. По такъв начин полето на видимост ще е гарантирано изцяло и няма да зависи от конструктивните елементи на земното тяло, растителност, както и от неблагоприятно поставяне на различни принадлежности на пътя в последствие. Определянето на стойностите на тези радиуси всъщност е и критерият за видимост. Той може да се получи по обратния ред от проверката за страничното разстояние на полето на видимостта C_{\max} , съобразно [7] и показано във формула (1).

$$C_{\max} = R_x - \sqrt{R_x^2 - \frac{L_{\text{сп}}^2}{4}} \approx \frac{L_{\text{сп}}^2}{8R_x}, \text{ [m]}, \quad (1)$$

където $L_{\text{сп}}$ е изследваното разстояние за видимост в случая за спиране пред препятствие;

R_x – радиусът на хоризонталната крива в оста на меродавната лента за движение.

Разглежданият случай е когато дължината на видимостта е по-малка от дължината на хоризонталната крива. В обратния случай формулата е различна и включва и ъгъла на завиване, но това е рядко, особено в случаите на автомагистрала и скоростни пътища, където се изследва лъчът на видимост при спиране пред препятствие в порядък от 200 до 400 m, а в същото време дължините на хоризонталните криви са доста големи, като се има предвид наличието на големи преходни криви и нормативната минимална дължина на кръговата крива, общият минимален порядък на които е от 205 до към 360 m. Дори и да се попадне във втория случай, разстоянието за видимост е в един порядък с дължината на кривата и разликата в резултата от формулите и за двата случая е пренебрежимо малка. Затова с цел опростяване на изследването вторият случай не е разгледан.

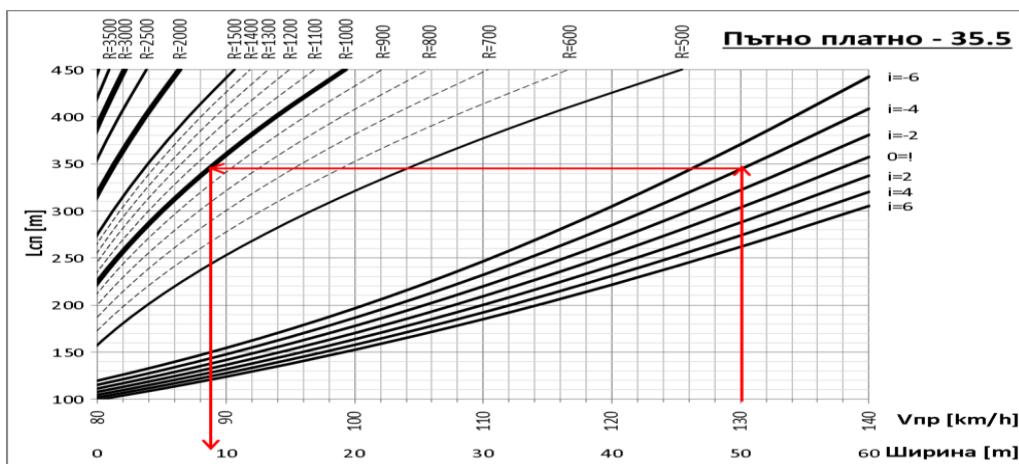
От всичко казано до тук, както и от формулата, може да се определи R_x спрямо $L_{\text{сп}}$ и C_{\max} . За страничното разстояние приемаме разстоянието от оста на меродавната за видимост лента до ръба на пътното платно, което е конкретно число за всяко едно типово пътено платно. В следващ етап се определя радиусът на хоризонталната крива R_0 като към R_x се прибави и съответното разстояние от оста на меродавната лента до оста на пътния габарит, което също е конкретно число за всяко едно типово пътено платно.

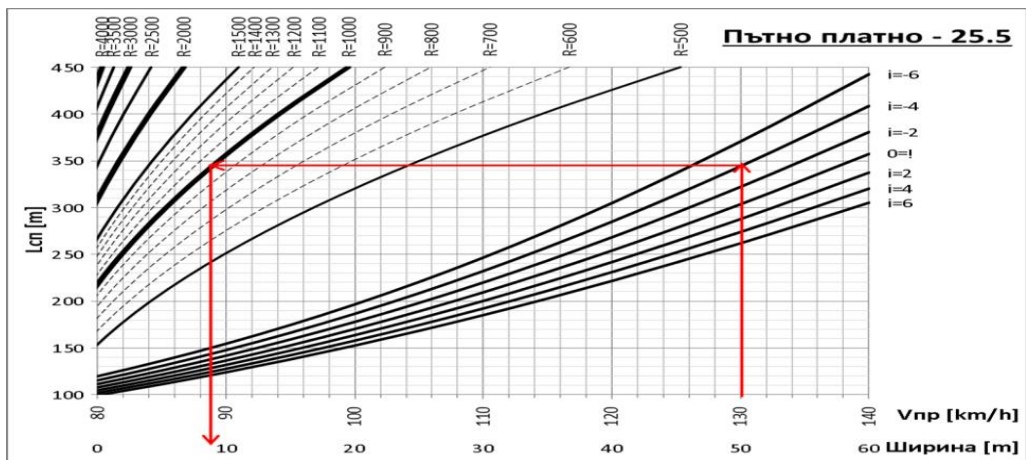
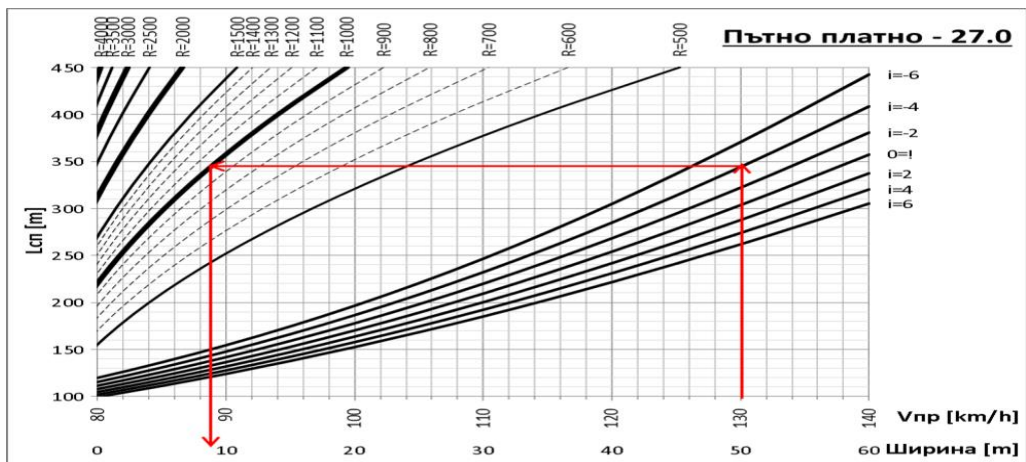
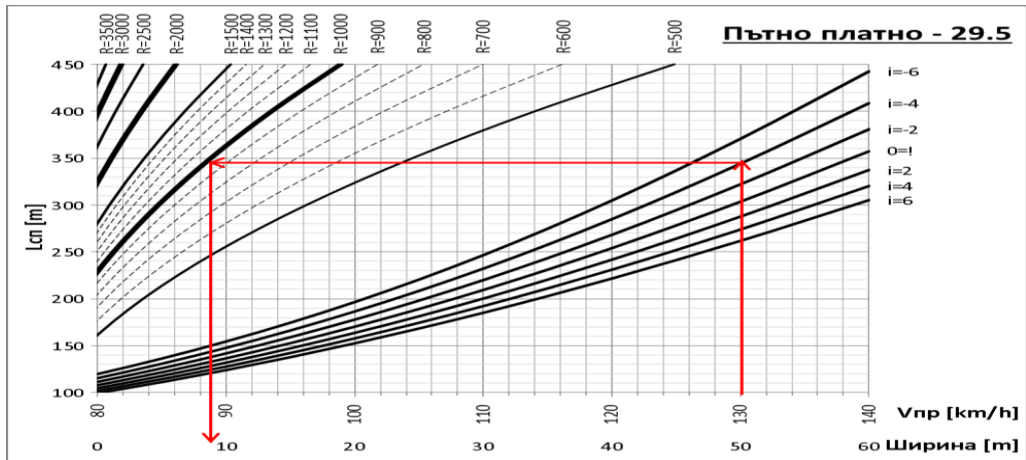
В крайна сметка, за всяко типово пътно платно или още наречен габарит на пътя и скоростите, предложени нормативно за него, могат да се получат минималните радиуси на хоризонтални криви така, че лъчът на видимост да попадне в границите на пътното платно, вж. табл. 1. Данните в таблицата са пресметнати за най-неблагоприятния случай по отношение на дължината на спирачния път. Той е пресметнат при влажна настилка и максимално допустимия надлъжен наклон в посока слизане.

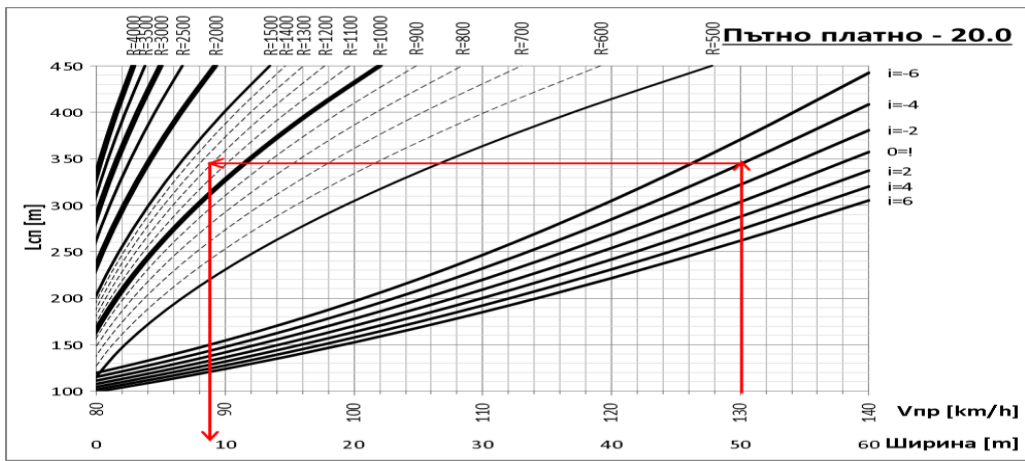
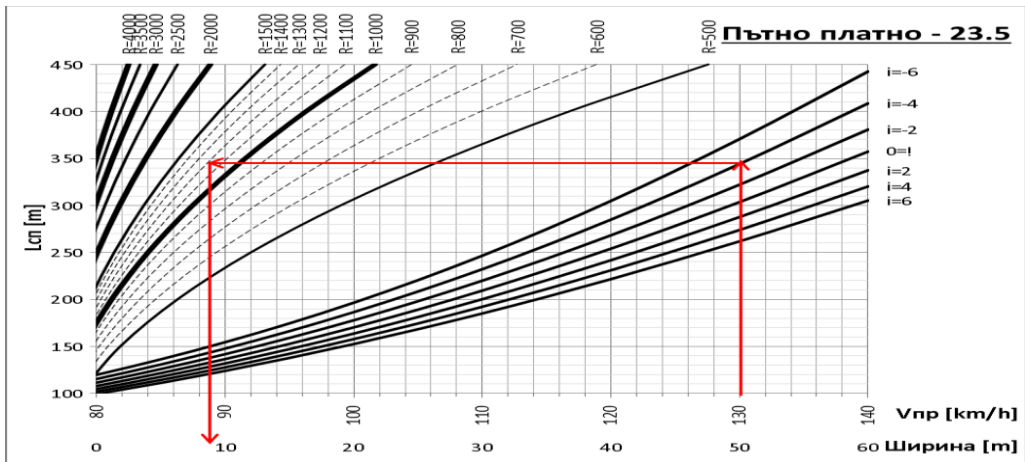
Таблица 1. Минимални радиуси на хоризонтална крива по критерия за видимост за различни пътни платна със средна разделителна ивица, при влажна настилка и при максимално допустим наклон при спускане

Път	К/ЛАС	ГАБАРИТ	Максимално странично разстояние за видимост по меродавни легли за дясно завиване S_v [m]	Видимост при спиране пред препятствие отчетено за $-i_{max}$						Радиус в оста на меродавната за видимост лента при дясна крива R_x [m]						Радиус в оста на пътя спрямо R_x за дясна крива R_0 [m]									
				L_{en} [m]						R_x [m]						R_0 [m]									
				$V_{op}=80$ km/h	$V_{op}=90$ km/h	$V_{op}=100$ km/h	$V_{op}=110$ km/h	$V_{op}=120$ km/h	$V_{op}=130$ km/h	$V_{op}=140$ km/h	$V_{op}=80$ km/h	$V_{op}=90$ km/h	$V_{op}=100$ km/h	$V_{op}=110$ km/h	$V_{op}=120$ km/h	$V_{op}=130$ km/h	$V_{op}=140$ km/h	$V_{op}=80$ km/h	$V_{op}=90$ km/h	$V_{op}=100$ km/h	$V_{op}=110$ km/h	$V_{op}=120$ km/h	$V_{op}=130$ km/h	$V_{op}=140$ km/h	
АМ	35.50		6.375	-	-	-	-	290	343	410					1649	2307	3296						1660	2318	3307
АМ	29.50		6.625	-	-	-	-	290	343	410					1587	2220	3172						1595	2228	3180
АМ	27.00		6.125	-	-	-	-	290							1716									1724	
СП	25.50		6	-	-	-	240	-	-	-				1200									1207		
СП	23.50		3.875	-	-	-	240	-	-	-				1858									1866		
I клас	20.00		3.5	120	155	195	-	-	-	-	514	858	1358					521	865	1365					

За удобство при проектиране могат да се използват и съставените по сходен начин данни, които са визуализирани в диаграми, показани в следващата фиг. 3. Диаграмите правят връзка между проектна скорост, надлъжен наклон, минимален лъч на видимост, гарантиращ спиране пред препятствие, радиус на хоризонталната крива в оста на пътно платно, както и ширина на част от полето на видимост, от ръба на пътното платно до самата граница на видимост. С помощта на графиките могат да се решат и задачи с поместването на различни ограждения по дължина на пътя така, че да не попадат в полето на видимост впоследствие, както и проблеми с полето на видимост, когато пътят се намира в тунел [8].







Фиг. 3. Определяне на ширината на част от полето на видимост от външен ръб на пътното платно до границата на видимостта

5. Изводи

В общия случай, основните прегради на лъча на видимостта са различните конструктивни елементи на пътя, както и пътни принадлежности от отделните им групи.

Когато конструктивният елемент е пътното платно или самата пътна настилка, това означава, че основна вина за проблем при видимостта носят вертикалните трасировъчни елементи. Т.е. не е изпълнен основният нормативен критерий за избор на радиус на вертикална крива, а именно видимостта, което е малко вероятно. Причините за това могат да бъде от различно естество, като: некоректно избран радиус на вертикална крива, различни височини на препятствията, промяна в максимално допустимата скорост на движение, която от своя страна води до различна дължина на лъча на видимостта, а при съществуващи пътища това е фатално.

Когато конструктивният елемент е различен от пътното платно или настилката, т.е. откоси на земното тяло, както и пътни принадлежности от различните групи, това означава, че основна вина за проблем с видимостта носят самият конструктивен елемент

в комбинация с трасировъчния елемент на пътя в ситуация. Това е отразено най-вече чрез компрометиране на минималната ширина на страничното поле на видимостта. Причините за това могат да са: некоректно проектиран конструктивен елемент, некоректно поставена пътна принадлежност, промяна в максимално допустимата скорост на движение, която от своя страна води до различна дължина на лъча на видимостта, а оттам и до различна ширина на полето на видимост, което за съществуващи пътища отново е фатално.

От гореизложеното се вижда, че вероятността за проблем с видимостта по вина на вертикален трасировъчен елемент е малко вероятна, защото основният критерий за техният избор е самата видимост. При хоризонталните трасировъчни елементи нещата са по-различни, защото критерият за техният избор не е видимост. Тя се обезпечава чрез задължителни впоследствие проверки, които усложняват процеса на проектиране и повишават възможността за допускане на грешки. Ето защо приемането на видимостта като критерий за избор на радиус на хоризонтална крива, особено в някои случаи, когато пътят е в изкоп, плитък насип или смесен профил, може да предпази цялостното решение от конфликтни места впоследствие. Критерият за видимост се изразява в ограничаване на ширината на полето на видимостта така, че то да не напуска очертанията на пътното платно. Така обезпечена, видимостта няма да зависи от различните конструктивни елементи на земното тяло на пътя, както и от разполагане на пътни принадлежности впоследствие.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Мартинов, Д.* Влияние на пътните елементи при автомагистрала върху действителната скорост на движение. Монография, Публикувана книга на базата на защитен дисертационен труд, ISBN: 978-619-90373-0-0, Ропринт ЕАД, 05.2019 г.

2. *Hristov, B.* Untersuchung Des Blickverhaltens Von Kraftfahrern Auf Autobahnen. Dissertation Dresden, 2009.

3. *Lippold, Chr. U. A.* Orientierungssichtweite – Definition und Beurteilung. Bericht zum Forschungsprojekt FE 02.0231/2003/AGB im Auftrag der BASiTechnische Universität Dresden, 2007.

4. *Steinauer, B., Trapp, R., Böker, E.* Verkehrssicherheit in Kurven auf Autobahnen. Straßenverkehrstechnik, Heft 8/2002, S. 389-393.

5. Наредба № 01/2 за сигнализация на пътищата с пътна маркировка. МРРБ, януари 2001 г.

6. Наредба № 1/2000 и норми за проектиране на автомобилни пътища. МРРБ, май 2000 г.

7. Наредба № 02-20-2 за проектиране на пътища. МРРБ, август 2018 г.

8. Наредба № 02-20-2 за технически правила и норми за проектиране на пътни тунели. МРРБ, 12. 2015 г.

9. Технически правила и изисквания за поддържане на пътища. АПИ, 2009 г.

10. *Иванова, Е., Сулай, И., Стайков, Ил.* Снегозащита на автомобилните пътища. Оценка на проблема в Р България. Международна юбилейна научна конференция „75 години УАСГ“, Годишник на УАСГ, том 51, брой 7, ISSN 2534-9759, София 2017, 15-34.

11. Иванова, Е., Бояджиева, Д. Съвременни решения за защита от транспортния шум. Трети национален симпозиум по стоманени, дървени и комбинирани конструкции, 15-16 септември 2010, Годишник на УАСГ, том XLV, 2010, свитък V, ISSN 1310-814X, София 2010 г., 149-163.

VISIBILITY AS THE CRITERION FOR SELECTING A HORIZONTAL CURVE RADIUS ON MOTORWAYS AND HIGHWAYS

D. Martinov¹

Keywords: speed, visibility distance, road corridor, road landscaping, placement of road accessories

ABSTRACT

The paper discusses the most common reasons for limiting visibility for already constructed sections of motorways. A general classification of the reasons for the limited visibility is made, which shows that most of them are in the horizontal curves. Various approaches and their effectiveness have been considered, so that the necessary and minimum visibility distances, which do not subsequently affect the actual speed, can be achieved on motorways and highways. Possibilities for solving the problem of limited visibility are considered, both for already constructed road sections and for sections in their design stage.

¹ Dimitar Martinov, Chief Assist. Prof. Dr. Eng., Dept. "Road Construction", UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, Bulgaria, e-mail: martinov@mail.com