



Получена: 02.04.2020 г.

Приета: 16.04.2020 г.

ВИДИМОСТТА КАТО КРИТЕРИЙ ЗА ИЗБОР НА ДЕЙСТВИТЕЛНА СКОРОСТ НА ДВИЖЕНИЕ ПРИ АВТОМАГИСТРАЛИ

Д. Мартинов¹

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

РЕЗЮМЕ

В статията се разглежда поведението на водачите на моторни превозни средства (МПС) при движението им по автомагистрала и по-точно в участъци с ограничение на видимостта. Поведението най-често е отнемане от педала на газа, 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. В диаграмата „скорост-път“ се получават спадове на скоростта и именно чрез анализа на тези места може да се определи и статистическа зависимост между видимостта и скоростта на движение. Да се разсъждава върху резултата е от особено значение за пътната безопасност, особено при пътищата с високи скорости на движение, каквито са автомагистралите.

1. Диаграма „скорост-път“

Цялостният анализ е извършен въз основа на данни от диаграмата скорост-път на два автомагистрални участъка: АМ „Тракия“ от km 0 до km 116+500 и обратно, както и АМ „Хемус“ от km 0 до km 70+417 и обратно. Общата дължина на разглеждания участък е 374 km. Данните за скоростта на движение на МПС и геометричните елементи на пътя са получени чрез кинематичен метод с помощта на кодов (навигационен) GPS приемник.

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

Записват се скоростта и траекторията при движение на единични возила, преминали през участъка. След достигане на оптимален за изследването брой данни те се обработват до достигането на статистически обоснована и наречена още действителна скорост на движение. Най-често за действителни скорости на движение се имат предвид статистическите скорости V_{85} , V_{50} и V_{15} , тенденциите в промяната на които е важен показател за нередности по съществуващо пътно трасе.

Начинът за записване на данните от единично преминалите през участъка возила с помощта на този вид GPS приемник би могъл да се извърши основно по два начина, чрез преследване или чрез интервю за скоростта на движение. И за двата метода е характерно това, че се записва скоростта и траекторията на движение на автомобила, в който се намира записващото устройство.

- Преследване

Преследва се определен участник в движението, като водачът на преследвания автомобил се стреми максимално точно да копира начина на шофиране на преследвания автомобил и да не бъде регистриран от водача за дейността си. Преследването се извършва на времеви интервал около 4 секунди зад преследваното превозно средство. При по-малък интервал би могъл да бъде забелязан, при което преследваният участник в движението би променил непринудената си скорост на движение. По-голям времеви интервал би влошил копирането на начина на шофиране. Ако по време на преследване преследваният автомобил напусне участъка или спре, то плавно се набелязва друг участник в движението и преследването продължава. Важно е да се каже, че преследването е добре да се извърши по време, когато участниците в движението са достатъчно нарядко с интервал около 2 – 3 секунди на лента. В противен случай скоростта на превозните средства би била повлияна от фактори, независещи от пътните елементи. А целта на изследването е да се определи скоростта на транспортния поток при свободен режим на движение. Методология за това е разгледана и използвана в [1 ÷ 3].

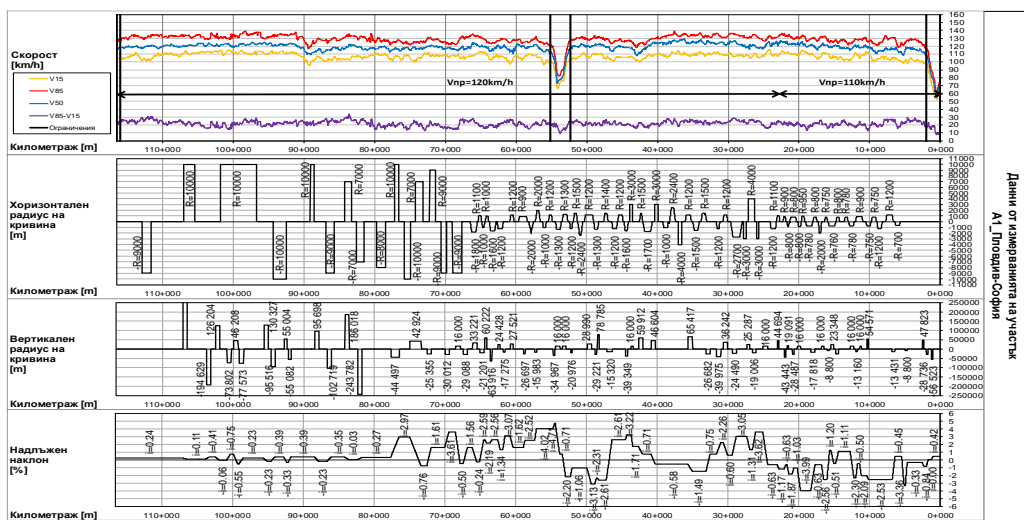
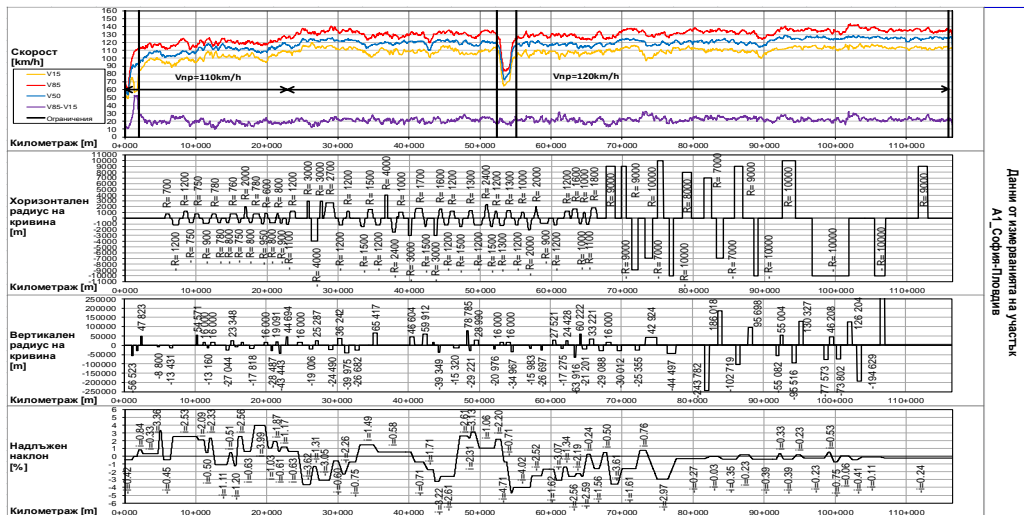
- Интервю за скоростта на движение

Малките размери на кодовите GPS приемници позволява те да се използват без да се забелязват, освен от другите участници в движението, но и от другите пасажери в автомобила, в който се намира приемникът. Т.е. запис на скоростта на возилото може да бъде извършен дори без знанието на водача на превозното средство. Евентуалното знание може да доведе до промяна на начина на шофиране. Тоест данни за скоростта могат да бъдат събирани от провеждащия опита като интервю за скоростта на друг водач на МПС. Отчасти този метод дава една по-голяма свобода на провеждащия опита, като в същото време решава два от горепосочените проблеми. Първо, внася по-голямо разнообразие в скоростните диаграми и второ, позволява събирането на данни да става по-бързо и евтино и по време, когато провеждащият опита преминава през участъка и с друга цел на пътуването и с друг водач на МПС. След края на пътуването се преценява дали то е извършено в условия, позволяващи използването му за целите на изследването или просто не се използва. Резултатът от опита е непрекъснатата и плавна графика скорост-път.

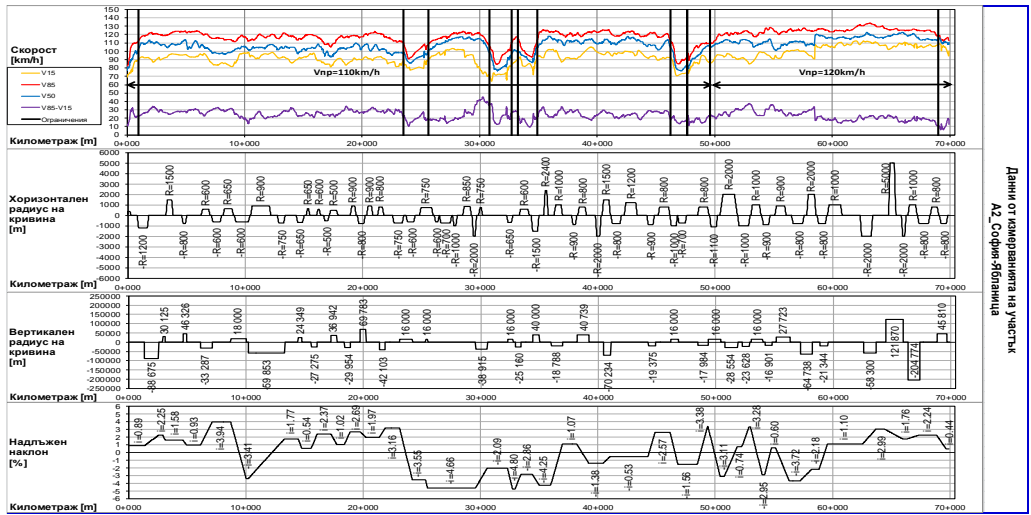
За настоящото изследване са извършени 40 бр. преминавания по АМ „Тракия“, като 16 от тях са записани чрез интервю за скоростта на движение на 10 различни шофьори, останалите са чрез преследване на автомобил. Преминаванията по АМ „Хемус“ са 20, като 5 от тях са записани чрез интервю за скоростта на движение на 3 различни шофьори, останалите са получени чрез преследване на автомобил.

След като предварително са диференцирани диаграмите скорост-път по километража за всяко пропътуване следва, че за всяко сечение на равен интервал от пътя имаме скоростта от всички пропътувания. С помощта на електронни таблици могат да се определят квантилните скорости като статистически извадки за сеченията по отделно. Търсените от нас стойности са по квантили за съответните скорости както следва: 0,85 за (V_{85}), 0,5 (V_{50}) и 0,15 (V_{15}). Изчертава се графикът за всяка от скоростите спрямо пътя в изследваните участъци.

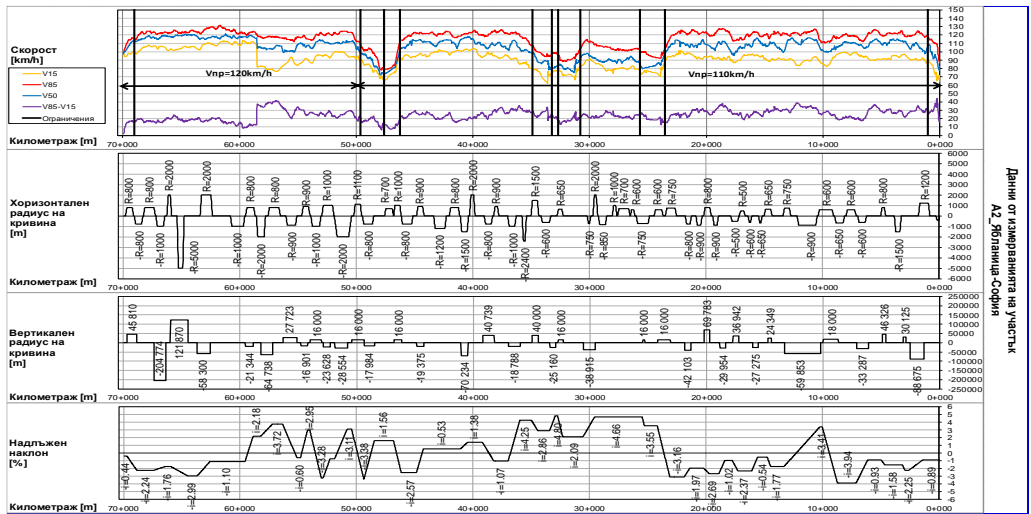
Общ вид на диаграмите скорост-път за споменатите участъци може да се види на фиг. 1 за участъците от АМ „Тракия” и фиг. 2 за участъците от АМ „Хемус”.



Фиг. 1. Диаграми скорост-път за АМ „Тракия” в участъка от София до Пловдив от km 0 до km 116+500 и обратно



Данни от изследването на участък
Д-2, София-Ябланица



Данни от изследването на участък
Д-2, Ябланица-София

Фиг. 2. Диаграми скорост-път за АМ „Хемус“ в участъка от София до Ябланица от km 0 до km 70+417 и обратно

2. Определяне на наличното разстояние на видимост

За настоящото изследване е използван метод за определяне на наличното разстояние на видимост от гледна точка на водача на МПС. Методът позволява използване на различна графична информация, като снимки и видеоклипове, записани от превозно средство преминало през пътния участък, както и разглеждане на поредица изображения, насложени и координирани по пътната ос посредством координатите на заснеманията им. Удобен начин за това е и използването на Street View на програмата Google Earth.

Идеята на метода е следната: разглежда се изображението от гледна точка на водача и се наблюдава прекъснатата маркировъчна линия между двете скоростни ленти за движение. Обикновено тя е с точно определени размери и интервал на прекъсване. За автомагистралите в България се прилага основно прекъснатата линия 0,15/4/12 съобразно наредбата за пътна маркировка [4], тоест край на всяка линия се намира на 16 m от края на предходната или иначе казано, това е един циклично повтарящ се интервал. Чрез разглеждане на изображението на дадено място се отброява броят на видимите пунктирани линии и след като се умножат по 16 се получава наличното разстояние на видимост в указаното място. Основен проблем тук е качеството на заснетото изображение. Чрез използване на програмата Google Earth този проблем е решен, тъй като преброяването на линиите става при разглеждане на множество изображения, насложени по километража. Това наподобява видеоклип, в който всеки от кадрите е координиран на точно определено място. Последователността от действия е следната: набелязва се обект в близост до пътя, където видимостта свършва и започва броене на отделните линии от прекъснатата маркировъчна линия, непосредствено пред изображението до съответния обект, засенчващ видимостта. Схема на метода може да се види на фиг. 3.



Фиг. 3. Схема на метода за определяне на наличната видимост от гледна точка на водача на МПС

Синхронизирането на километричното положение на пътя към програмата Google Earth се получава по следния начин: извличат се координатите за пътната ос на всеки 100 m (по-подробно не е необходимо). Координатите се трансформират в WGS (B, L) и се съставя файл с формат KML. По този начин файлът може да бъде визуализиран в Google Earth чрез трасе, възлите на което са съответните кръгли хектометрични положения от пътя. Тези места могат да се оформят с маркери и надписи, които да насочват местоположението за разглеждане със Street View. Схематично нещата изглеждат по начин, показан на фиг. 4.



Фиг. 4. Пример за ос, хектометрични и километрични знаци на отсечка от пътя в Google Earth

Тук трябва да се отчете фактът, че автомобилите на Google, заснели 360 градусовите изображения, са оборудвани с камера, чиято височина се намира на приблизително 2,5 m. В настоящото изследване са използвани автомобили, осигуряващи положение на водача, така че неговият поглед се намира на около 1,3 m или половината от горепосоченото. Т.е. намерените налични разстояния за видимост по споменатата методология и по изображения от програмата Google Earth е логично да бъдат ракордирани. Това обаче не е направено поради факта, че скъсяването не е просто линейна интерполация от два подобни триъгълника, а се подчинява на по-сложни зависимости предвид перспективните изображения от гледна точка на водача. За да се провери с колко метра по-малко е разстоянието за видимост при движение, в чертежа с триизмерните модели на опитните пътни участъци са разчертани схеми на изпъкнала вертикална крива при ситуационна права и лява и дясна хоризонтална крива. Върху тези схеми са нанесени прави лъчи на височина 2,5 и 1,3 m от съответните меродавни ленти, които тангират към препятствията (настилка при изпъкнала вертикална крива и откос на изкоп при дясна хоризонтална крива). Скъсяването на наличното разстояние на видимост е вариращо в границите от 0,7 m до 0,9 m, което е пренебрежимо малко и е в рамките на закръглянето и в полза на сигурността. В случаите на вертикална преграда на погледа на водача, каквито в повечето случаи са дърветата и храстите в близост до пътя и табели и рекламни постери, височината на погледа дори не влияе по никакъв начин върху дължината на лъча на видимост.

3. Определяне на местата с ограничена видимост и класификация на препятствията

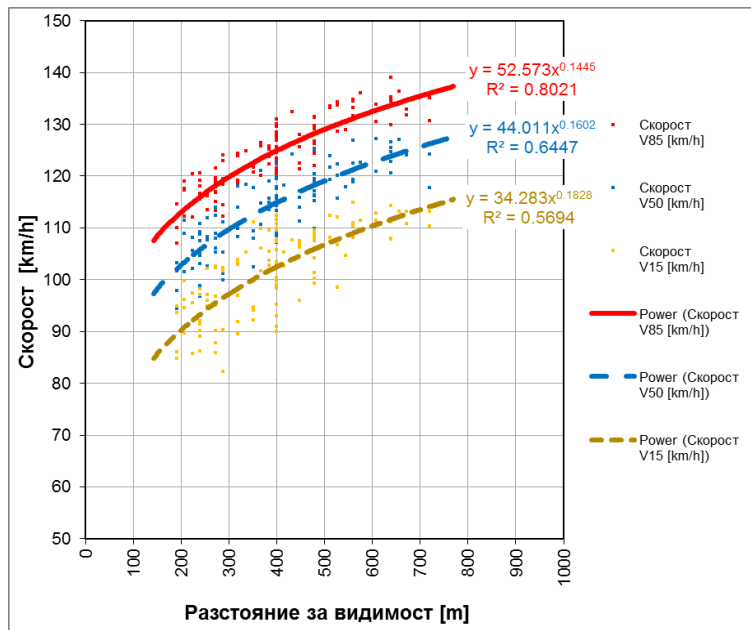
Анализирани са местоположенията по километраж спрямо пътната ос, на които се забелязва локален спад в действителната скорост на движение V_{85} с повече от 5 km/h. Съставен е списък по участъците и за двете автомагистрала и са разгледани изображенията от Street View. Общо за двата участъка се забелязват около 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 пътният участък, посоката и километричното положение на мястото с ограничена видимост в следствие е допълнен с данни за броя на видимите интервали в разделителните линии между скоростните ленти за движение. По тях се определя разстоянието на видимостта. 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. Най-общо класификацията е следната:

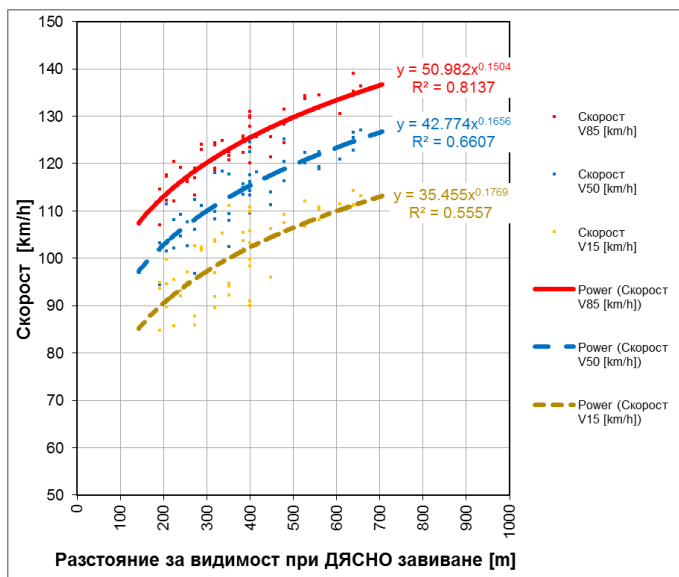
- Характеристика на елемента:
 - в ситуация: *дясна крива, лява крива, права;*
 - в надлъжен профил: *качване, слизане, без наклон, изпъкнала крива, вдлъбната крива.*
- Препятствие: *еластична ограда в разделителната ивица, еластична ограда и парпет в разделителната ивица, храст в разделителната ивица, дървета и храсти до пътя, табели и рекламни банери, парпет на мост, откос на изкоп, пътна настилка, надлез над пътя.*

4. Зависимост между наличното разстояние на видимост и действителната скорост на движение

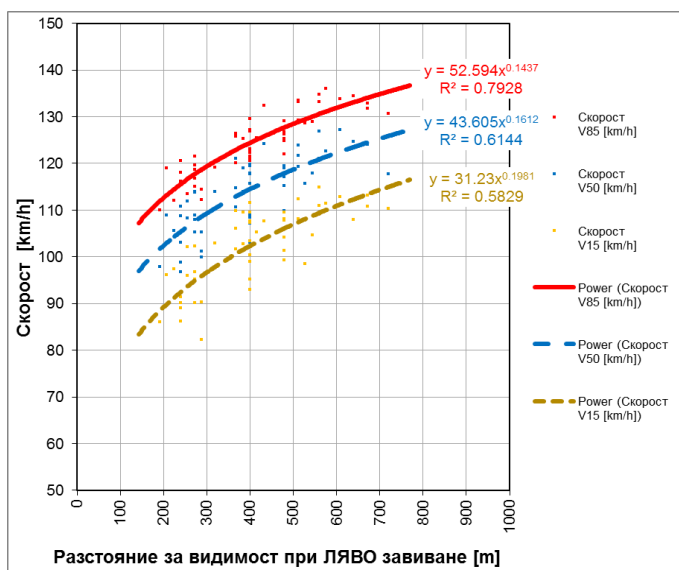
От гореспоменатата таблица са използвани данните за разстоянието на видимост и съответните действителни скорости. Чрез тях е съставена графика, показваща как са разпределени скоростите при различните случаи на ограничена видимост. Чрез регресионен анализ са получени и отделните зависимости за скоростите, видни на следващите три фигури.



Фиг. 5. Зависимост между наличното разстояние на видимост и действителната скорост на движение



Фиг. 6. Зависимост между наличното разстояние на видимост и действителната скорост на движение при десни криви



Фиг. 7. Зависимост между наличното разстояние на видимост и действителната скорост на движение при леви криви

Линиите на зависимостите с най-висок коефициент на регресия за конкретния случай се получиха експоненциалните. Те са с очакван вид и тенденции, към които клонят, предвид законово позволените и максимално допустими скорости по време на изследването. Може да се отбележи също, което е видно и от графиките, че за скоростта V_{85} се получи силна зависимост, а за останалите две скорости V_{50} и V_{15} – значителни зависимости.

5. Изводи

Отклонението от неповлияната от други фактори скорост на движение на единично преминали автомобили при движението им по автомагистрала в свободен режим на движение, изразено като локални спадове в скоростта, се забелязва при местата с ограничена видимост, което потвърждава факта, че скоростта и видимостта са взаимно свързани.

При проектиране на автомагистрала се гарантира, че за цялата ѝ дължина са постигнати лъчи на видимост, които са по-големи от този, гарантиращ минималната дължина за спиране пред препятствие за съответната проектна скорост, което е и минималната необходима видимост. Минималното разстояние зависи от сумата на пътя, изминат за времето на реакция и спирачния път при пълно или наречено още форсирано спиране [5, 6]. В повечето случаи наличните разстояния за видимост трябва да са доста над минималното, за да се гарантира и подсури необходимият комфорт и сигурност при пътуване. Това е отразено чрез осигуряване на едно по-голямо време за реакция, както и възможността да не се разчита на спирачния път при форсирано спиране. Водачите по интуиция и собствена преценка определят скоростта в зависимост от наличното разстояние за видимост. Те разчитат на своя опит и усещане за предсказване на евентуално събитие на пътя, както и за скоростта, с която биха реагирали. Разчитат и на преценки от тях спирачен път или път за намаляване на скоростта, ако не е необходимо напълно спиране, а това е относително, като се има предвид, че те не могат да преценят достатъчно точно, сцепителните качества на настилката. В голяма част от случаите и за щастие, преценката за спирачния път е в посока подсуриране, т.е. спирачния път е надценен. Водачите се застраховат за собствено спокойствие и се движат със скорост, по-ниска от критичната за съответната видимост. Затова е за предпочитане, още на ниво проектиране пътното тяло да осигурява по възможност по-големи лъчи на видимост от минимално необходимите, така че да се осигури комфортно и безопасно движение, без промени в скоростта на движение. Това може да се постигне като при проектиране не се използват минималните разстояния за спиране пред препятствие, а моделите за прогнозиране на действителната скорост на движение в зависимост от видимостта, предложени в настоящата публикация.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Hristov, B.* Untersuchung Des Blickverhaltens Von Kraftfahrern Auf Autobahnen. Dissertation Dresden, 2009.
2. *Lippold, Chr.* U.A. Orientierungssichtweite – Definition und Beurteilung. Bericht zum Forschungsprojekt FE 02.0231/2003/AGB im Auftrag der BASTechnische Universität Dresden, 2007.
3. *Steinauer, B., Trapp, R., Böker, E.* Verkehrssicherheit in Kurven auf Autobahnen. Straßenverkehrstechnik, Heft 8/2002, S. 389-393.
4. Наредба № 01/2 за сигнализация на пътищата с пътна маркировка. МРРБ, януари 2001 г.
5. Наредба № 1/2000 и норми за проектиране на автомобилни пътища. МРРБ, май 2000 г.
6. Наредба № 02-20-2 за проектиране на пътища. МРРБ, август 2018 г.

VISIBILITY AS THE CRITERION FOR SELECTING THE ACTIVE SPEED OF DRIVING ON MOTORWAYS

D. Martinov¹

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

ABSTRACT

The paper deals with the behavior of motor vehicle drivers (and the motor vehicles themselves) when driving on motorways and more precisely on sections with limited visibility. Drivers most often loosen the accelerator pedal, which sharply reduces the tractive power, and at this time there is only movement resistance on the vehicle. This affects speed if it is not itself influenced by other factors. In the diagram of the speed along the distance, drop of the speed occurs and it is precisely by analyzing these sections that a statistical relationship between visibility and speed can be determined. Outcome analysis is particularly important for road safety, especially on high-speed roads such as motorways.

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