



*Получена: 13.03.2017 г.*

*Приета: 04.04.2017 г.*

## МОДЕЛИ ЗА ПРОГНОЗИРАНЕ НА ДЕЙСТВИТЕЛНАТА СКОРОСТ НА ДВИЖЕНИЕ ПРИ АВТОМАГИСТРАЛИ

Д. Мартинов<sup>1</sup>

*Ключови думи: скорост, пътни елементи*

### РЕЗЮМЕ

Публикацията показва причината за създаване и ползване на модели за прогнозиране на действителната скорост на движение спрямо геометрията на пътната ос. Установява се защо досега повечето изследвания са правени за двулентови пътища и защо се налага да се правят проучвания и за автомагистрала. Показва се начин за получаване на модели за прогнозиране на действителната скорост на движение спрямо геометрията на пътната ос, като за някой от тях това е постигнато по нов подход. Получените резултати са анализирани и е оценена тяхната достоверност.

### 1. Увод

С цел подобряване на безопасността по пътищата са направени много проучвания за въздействието на геометричните елементи на пътя върху безопасността. Геометрията, съставена от проектанта, в най-голяма степен повлиява върху скоростта на движение на превозните средства в последствие. Затова съвременните насоки за изготвяне на проектите решения включват повече или по-малко строги правила за проектиране на пътища. Те включват не само спазването на нормативните документи, но и приравняване на скоростта на движение, чрез проверки с помощта на предварително изготвени прогнозни модели за скоростта на движение.

---

<sup>1</sup> Димитър Мартинов, гл. ас. д-р инж., кат. „Пътища“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: martinov@mail.com

Корелация на такива прогнозни модели за връзката между геометричните елементи на пътя със скоростта са били намерени за следните проектни параметри (e.g. Durth et al. 1986, Glennon et al. 1985, Biedermann 1994, Lippold 1997, Sosouhmihen 2001, Bakaba 2003, Steyer 2004 and Ebersbach 2006): последователни елементи (криволичене); единична крива; ширина на пътя; надлъжен наклон; изпъкнала вертикална крива; вдлъбната вертикална крива.

Повечето проучвания са фокусирани върху връзката на единични криви и скорост. Единичните криви обаче, ако са разположени на близки разстояния, могат да сформират един участък с изцяло променена скорост на движение. Кривите влияят чрез радиуса и своя ъгъл на завиване, който се променя постоянно за един участък при близки криви. Тази промяна води до относителен спад в скоростта на движение по цялата дължина на участъка. Това най-вероятно се дължи на относителното намаляване на видимостта, увеличаването на концентрацията на погледа на водача в кривата, което от своя страна го изморява при продължителното движение в участъка. В такива участъци скоростта на движение в единичната крива няма да се подчинява на изготвения предварителен модел за прогнозиране на скоростта спрямо кривата. Моделът ще показва висока скорост, което е опасно. Ето защо е хубаво да се предвиди всичко това чрез съставяне на модели за прогнозиране на скоростта и чрез елементи с групово влияние върху скоростта. За един участък, наложени, двата модела ще покажат различна диаграма на скоростта. Най-разумно е да се приеме за меродавна по-ниската от двете скорости (Lippold 1997).

Не е изследвана връзката между геометричен елемент и скоростта при автомагистрала, защото минималните стойности на проектните елементи, заложили в повечето чуждестранни норми, са толкова високи, че не оказват влияние върху скоростта. Изборът на скорост в тези страни се извършва от ограничение на максимално допустимата скорост или от моментното състояние на водача, както и на състоянието и вида на отделните МПС. В тези случаи скоростите са силно приравнени. Това обаче не винаги е така, особено при автомагистрални трасета, които пресичат големи планински масиви и се характеризират с голямо криволичене, а също и със силна начупеност на нивелетната линия. Да не забравяме, че нашата страна е планинска и нормите допускат за автомагистрала да се използват по-занижени стойности на отделните елементи, както и по-ниска проектна скорост. В тези случаи елементите в по-голяма степен оказват влияние върху действителната скорост.

Целта на изследването е намиране на такива модели за едно по-добро приравняване на очакваната скорост в етапа на проектиране, което безспорно ще повиши безопасността при автомобилното движение.

Представените по-долу модели за прогнозиране на скоростта спрямо геометрията на пътната ос са получени чрез регресионен анализ от данни на диаграмата „скорост – път“ на изследван автомагистрален участък. АМ „Тракия“ от km 0 до km 116+500 и обратно, както и АМ „Хемус“ от km 0 до km 70+417 и обратно. Т.е. 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. Извършени са 40 броя 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 5 различни шофьори. Останалите са взети чрез преследване на автомобил.

## 2. Пътни елементи с групово влияние върху скоростта (последователни елементи)

Криволиченето е основният параметър, характеризиращ влиянието от последователните пътни елементи. То представлява количественото изменение на промяната на посоката на движение, отнесено към дължината на участъка. Дименсията му е grad/km и може да се разглежда за хоризонталното или вертикалното изменение на пътя. Вертикалното му изменение може да се представи и чрез промяна на наклона или с дименсията %/km, което е начупеността на нивелетната линия. При направеното проучване от настоящото изследване начупеността на нивелетата не показва никаква корелация спрямо скоростта на движение. Такава бе открита за хоризонталната промяна на завиване.

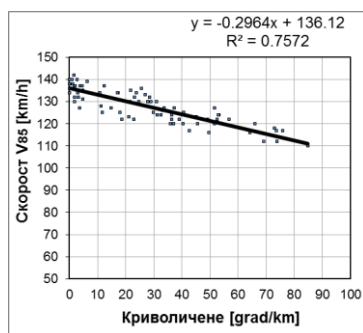
### Криволичене

Като цяло моделът за прогнозиране на скоростта на движение спрямо криволиченето е съставен различно от досегашните методи.

До сега предварително аналитично се определят участъци с еднородни и близки технически параметри на пътя, осигуряващи условия за движение на автомобилите с относително постоянна скорост. След това се определя скоростта на всеки един от участъците. Обикновено това се извършва чрез статични методи за определяне на скоростта. Тук може да се отбележи, че местоположението на пунктовете за измерване на скоростта може да е на места, на които скоростта да е различна от тази на самия участък. С други думи, това е неточно определяне на средната стойност на действителната скорост в хомогенния участък.

Съвременните технологии позволяват използването на кинематичен метод за определяне на диаграмата „скорост – път“. Диаграмата, получена по този начин, е непрекъсната линия и дава информация плавно по дължината на пътя. Възможно е да се създаде покритие на диаграмата „скорост – път“ и по този начин да се определят хомогенните участъци спрямо действителната скорост на движение. Едва след това може да се наблюдават и съответните характеристики на пътния участък и да се тръгне към намиране на съответна зависимост за прогнозиране.

В графиките на изследваните участъци се открояват общо 82 хомогенни участъка спрямо скоростта на движение. За всеки участък е пресметнато криволиченето, като следствие на сумарния ъгъл на завиване на кривите, прилежащи към участъка, отнесен към дължината му. Данните са подредени в таблица, като разпределението на резултатите, както и моделът на зависимост, са показани на фиг. 1.



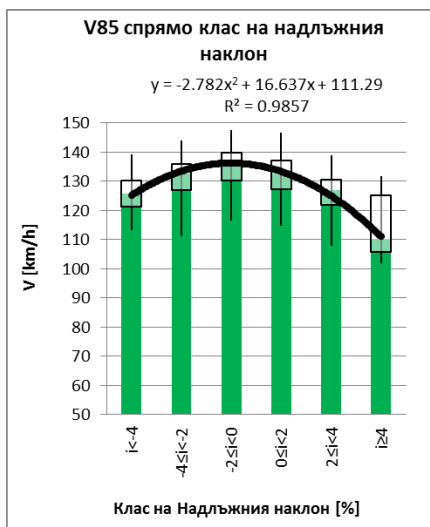
Фиг. 1. Модел за прогнозиране на действителната скорост спрямо криволиченето

Наблюдава се относително висока регресионна зависимост, както и силно влияние на криволиченето върху скоростта на движение.

### 3. Пътни елементи със самостоятелно влияние върху скоростта

#### 3.1. Надлъжен наклон

Повечето изследвания достигат до слаба зависимост на надлъжния наклон върху скоростта. Това най-вероятно се дължи на няколко факта. Първо, освен човешкият фактор, тук силно влияние оказва и състоянието и възможностите на превозното средство. Силата и мощта на двигателя оказват влияние върху скоростта при наклони с високи стойности при качване, докато при слизане скоростта се определя предимно в зависимост от спирачната система и преценката на водача до каква степен да ѝ се довери. Трябва също да имаме предвид ускоряването на МПС при движение по наклон спускане. Друго важно нещо при намесването на този фактор е къде да бъде измерена скоростта. В началото на всеки участък с определен наклон скоростта се диктува повече от фактора човек, докато в края на участъка скоростта по-силно зависи от автомобила. За настоящото изследване резултатите ще бъдат предложени със средни стойности, като голямото множество от надлъжни наклони ще бъде окупнено в класове, общо 6 броя. Данните са подредени в таблица, като разпределението на резултатите, както и моделът на зависимост, са показани на фиг. 2.



Фиг. 2. Модел за прогнозиране на действителната скорост спрямо надлъжния наклон

На графиката ясно се вижда относително високата стойност на регресия. Линията на регресия попада симетрично в средата на правоъгълниците, показващи 50% от попаденията за всяка серия измервания. Горният ръб на всеки правоъгълник е Percentil 0,75, а долният Percentil 0,25. Максималните и минималните стойности са посочени с вертикалните линии.

Очаквано тук се вижда, че надлъжен наклон в границите от  $-4\%$  до  $+2\%$  не оказва никакво практическо изменение на скоростта. При по-големи наклони на спускане

скоростта леко намалява, докато при качване скоростта бързо намалява. Тук може да се забележи и големият диапазон от скорости, поместени в последната серия измервания, при наклон по-висок от 4%. Това най-вероятно се дължи на различните по мощност автомобили, с които е проведено изследването.

### 3.2. Радиус на хоризонталната крива

В изследваните участъци са разположени 272 броя хоризонтални криви. Една част от кривите попадат в участъци, ограничени от настоящото изследване. Те попадат на места, където скоростта е ограничена и е различна от непринудената скорост на движение, с която водачите на МПС биха се движили. Общо техният брой е 31 и така броят на кривите, чрез който е постигнат моделът за прогнозиране на скоростта, е 241. Благодарение на избрания кинематичен метод е постигната плътност в диаграмата „скорост – път“, която позволява да се наблюдава изменението на скоростта в самите пътни елементи. Т.е. за всяка крива може да се наблюдава не само една скорост, а линия на изменението ѝ. Данните за настоящия модел са подредени в таблица, като за всяка крива са отчетени или пресметнати следните параметри от графиката „скорост – път“:

**1. Отчетена скорост преди кривата –  $V_{85}$ .** Скоростта преди хоризонталната крива е показател за това до каква степен кривата влияе самостоятелно върху скоростта. Тук тя е отчетена около 200 m преди началото на кривата или е взета скоростта, след която започва намаляването ѝ за навлизане в кривата.

**2. Отчетена начална скорост в кривата –  $V_{85}$ .** Тя е основен показател за възприятието на кривата. За начална скорост в кривата е взета тази скорост, която е разположена в нейното начало или минималната скорост в рамките около началото.

**3. Отчетена крайна скорост в кривата –  $V_{85}$ .** За крайна скорост в кривата е взета тази скорост, която е разположена в нейния край или максималната в рамките около края.

**4. Пресметнато намаляване на скоростта за влизане в кривата –  $V_{85}$ .** Разликата между скоростите от точки 1 и 2.

**5. Пресметнато увеличение на скоростта в кривата –  $V_{85}$ .** Характерна промяна на скоростта на движение в хоризонтална крива е нейното увеличение по дължина на кривата. Това се забелязва при графиката на скоростта почти във всяка крива.

**6. Пресметнатата средна скорост в кривата –  $V_{85}$ .** За средна скорост в кривата е взета средната, между началната и крайната скорост, или е отчетена, ако кривата е много дълга и линията на средната скорост е различна от пресметнатото.

**7. Отчетена начална скорост в кривата –  $V_{50}$ .**

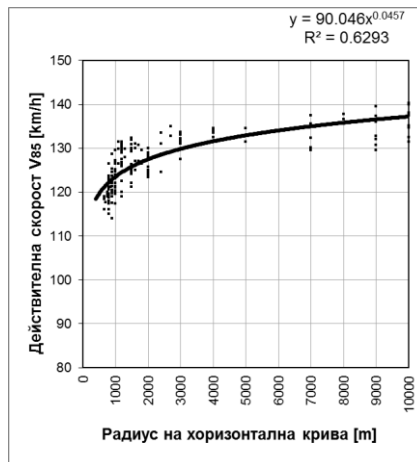
**8. Отчетена начална скорост в кривата –  $V_{15}$ .**

**9. Пресметнатата начална скорост в кривата –  $V_{85-15}$ .**

Първоначално е разгледана връзката между хоризонталния радиус и средната скорост за движение в кривата –  $V_{85}$ . Получената графика е с облак от точки, чийто коефициент на регресия е  $R_2 = 0,5017$ . На този етап идва моментът за изключване на зависимостите, влияещи на този резултат от елементите с последователно влияние. Премахнати са всички криви, които попадат в участък с криволичене над 40 grad/km, което води до намаляване на скоростта под 120 km/h. Също така са премахнати хоризонталните

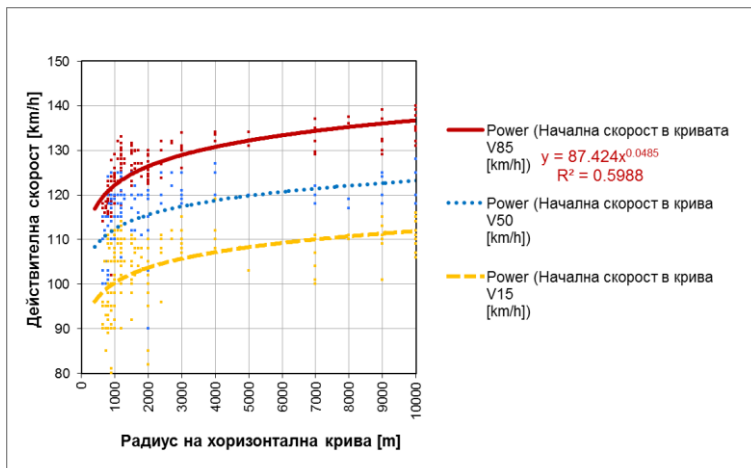
криви, които са разположени в надлъжен наклон, по-голям от 4%, там скоростта на движение се подчинява на друга зависимост.

След като данните са филтрирани по този начин, се появява и зависимостта на влияние на радиуса на единична хоризонтална крива към скоростта на движение. Измерванията, както и моделът, могат да се видят на следващата фигура. Тук коефициентът на регресия е  $R_2 = 0,6293$ , което е значително по-високо от първоначалното. Зависимостта е относително висока като се има предвид, че е постигната и без класове за измерване. Също така, да не се забравя факторът – възприятие от елемента Човек, което внася и голямото разсейване на резултата на така получения модел.



**Фиг. 3. Модел за прогнозиране на действителната скорост  $V_{85}$  спрямо радиусът на единични хоризонтални криви**

Вижда се ясно и зависимостта между радиусите на единичните хоризонтални криви и началната скорост на движение за  $V_{85}$ ,  $V_{50}$  и  $V_{15}$ .

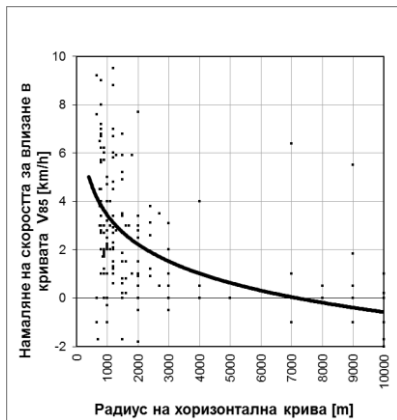


**Фиг. 4. Модел за прогнозиране на действителните скорости  $V_{85}$ ,  $V_{50}$  и  $V_{15}$  спрямо радиуса на единични хоризонтални криви**

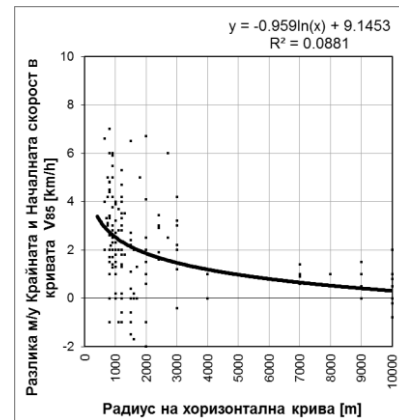
Промяната на скоростта за навлизане в хоризонталната крива, както и тази по дължината на кривата спрямо радиуса  $\dot{y}$ , не е с висока зависимост. На графиките, показани на фиг. 5 и 6 с разпределение на резултатите и линиите за тенденция, се вижда, че при радиуси под 2000 m резултатите са много разсеяни. Това е и причината за ниската зависимост. Въпреки всичко, от прогнозните линии може да се наблюдава как при по-малките радиуси има по-голяма промяна на скоростта и обратно.

При криви с радиуси до 2000 m има съществено намаляване на скоростта при навлизане в кривата, от 6 до 2 km/h. При криви с радиуси над 2000 m не се забелязва съществено намаляване на скоростта за навлизане в кривата, то е от 2 до около 0 km/h, и няма особено практическо значение (фиг. 5).

При криви с радиуси до 2000 m има намаление на скоростта при движение в хоризонталната крива, от около 4 до 2 km/h. При криви с радиуси над 2000 m не се забелязва съществено, тук стойностите затихват от 2 до около 0 km/h (фиг. 6).

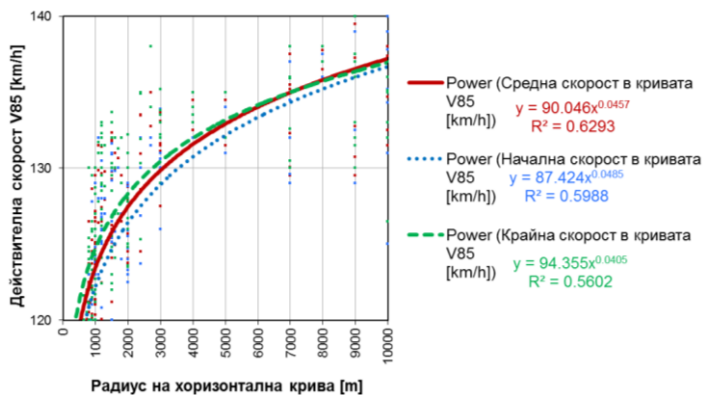


Фиг. 5. Модел за прогнозиране на промяната на скоростта  $V_{85}$  за навлизане в хоризонтална крива спрямо нейния радиус



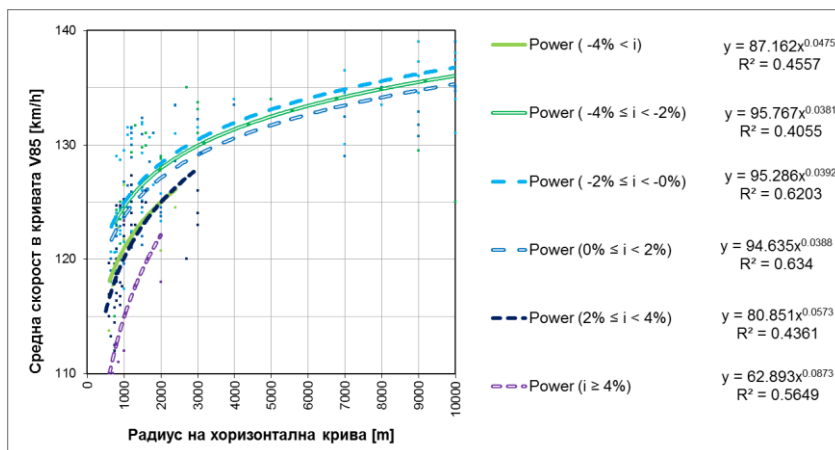
Фиг. 6. Модел за прогнозиране на промяната на скоростта  $V_{85}$  по дължина на хоризонтална крива спрямо нейния радиус

На следващата фигура може да се видят разположени заедно моделите за прогнозиране на началната, средната и крайната скорост  $V_{85}$  на движение в хоризонталната крива. Те са с относително високи стойности на зависимост.



Фиг. 7. Модел за прогнозиране на началната, средната и крайната скорост  $V_{85}$  на движение в хоризонталната крива спрямо нейният радиус

Връзката на скоростта  $V_{85}$  с радиуса на единичната хоризонтална крива в зависимост от класа на надлъжния наклон се получава, като от първоначалната информация, за всички хоризонтални криви, се премахнат само данните за кривите, които попадат в участъци с криволичене повече от 40 grad/km. Измерванията, както и моделите, могат да се видят на фиг. 8.



Фиг. 8. Модел за прогнозиране на действителната скорост  $V_{85}$  спрямо радиуса на единични хоризонтални криви в зависимост от класовете надлъжен наклон

### 3.3. Радиус на вертикалната крива

В изследваните участъци са разположени 210 броя вертикални криви. Една част от кривите попадат в участъци, ограничени от настоящото изследване. Те попадат на места, където скоростта е ограничена и е различна от непринудената скорост на движение, с която водачите на МПС биха се движили. Общо техният брой е 32 и така броят на кривите, чрез който е постигнат моделът за прогнозиране на скоростта е 178. От тях 82 са изпъкналите и 96 вдлъбнатите вертикални криви. Благодарение на избрания кинематичен метод е постигната плътност в диаграмата „скорост – път“, която позволява да се наблюдава изменението на скоростта в самите пътни елементи. Т.е. за всяка крива може да се наблюдава не само една скорост, а линия на изменението ѝ. Данните за настоящия модел са подредени в таблица, като за всяка крива са отчетени или пресметнати следните параметри от графиката „скорост – път“:

1. **Отчетена скорост преди кривата –  $V_{85}$ .** Скоростта преди вертикалната крива е показател за това до каква степен кривата влияе самостоятелно върху скоростта. Тук тя е отчетена около 200 m преди началото на кривата или е взета скоростта, след която започва намаляването ѝ за навлизане в кривата.
2. **Отчетена начална скорост в кривата –  $V_{85}$ .** Тя е основен показател за възприятието на кривата. За начална скорост в кривата е взета тази скорост, която е разположена в нейното начало или минималната скорост в рамките около началото.
3. **Отчетена крайна скорост в кривата –  $V_{85}$ .** За крайна скорост в кривата е взета тази скорост, която е разположена в нейния край, или максималната в рамките около края.



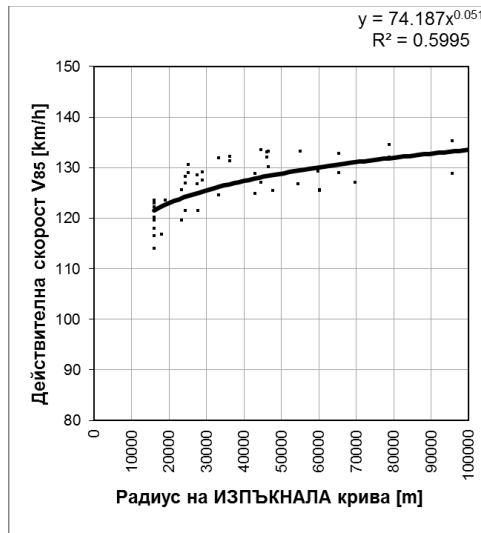
4. **Пресметнато намаляване на скоростта за влизане в кривата –  $V_{85}$ .** *Разлика между скоростите от точки 1 и 2.*
5. **Пресметнато увеличение на скоростта в кривата –  $V_{85}$ .** *Характерна промяна на скоростта на движение във вертикална крива е нейното увеличение по дължина на кривата. Това се забелязва при графиката на скоростта почти във всяка крива.*
6. **Пресметната средна скорост в кривата –  $V_{85}$ .** *За средна скорост в кривата е взета средната между началната и крайната скорост или е отчетена, ако кривата е много дълга и линията на средната скорост е различна от пресметнатото.*

Първоначално е разгледана връзката между вертикалния радиус и средната скорост на движение в кривата –  $V_{85}$ . Получената графика е с облак от точки, чийто коефициент на регресия е  $R_2 = 0,1787$  за изпъкнали вертикални криви и  $R_2 = 0,0366$  за вдлъбнати. На този етап идва моментът за изключване на зависимостите, влияещи на резултата от елементите с последователно влияние. Премахнати са всички криви, които попадат в участък с криволичене над 40 grad/km, което води до намаляване на скоростта под 120 km/h. Също така са премахнати вертикалните криви, които са разположени при надлъжен наклон, по-голям от 4%, там скоростта на движение се подчинява на друга зависимост. След премахване на съответните криви, остава и ракордирана стойност на броя криви, а именно 64 броя изпъкнали и 85 броя вдлъбнати вертикални криви. Това е напълно достатъчно за определяне на регресия на модела.

След като данните са филтрирани по този начин, се появява и зависимостта на влияние на радиуса на единична вертикална крива към скоростта на движение.

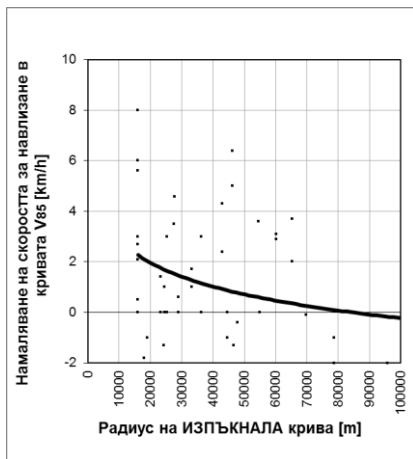
За вдлъбнатата вертикална крива очаквано моделът е с много нисък коефициент на регресия  $R_2 = 0,1222$ . Моделът показва повишаване на скоростта при криви с по-големи радиуси, но максималната му разлика е под 2 km/h, което показва ниска зависимост с практическо значение. Други автори също не намират задоволителна зависимост между вдлъбнатата крива и скорост. Това е така поради факта, че вертикалната крива с нейните нормативно избрани параметри осигурява почти винаги необходимата видимост на водача на МПС. При дневно шофиране, дори и при по-ниски стойности на радиуса, видимостта е отлична. А това до някъде е определящо при избора на скоростта на движение. Тук се явява проблемът за видимостта през нощта, където шофирането се извършва на фарове и наистина радиусът ще е определящ за видимостта, а оттам и за скоростта. Това показва, че зависимостта е по-сложна и трябва да се търси при различни условия, нощно и дневно шофиране поотделно. Също да не забравяме и възприятието на елемента от гледна точка на водача. Но всичко това допълнително разсейва резултатите от измерванията. Ето защо всички други зависимости между различните видове скорости или промяната на скоростта в кривата, отнесени към радиуса на вдлъбнатата вертикална крива, също ще бъдат с много ниска стойност на регресия, което прави по-нататъшното изследване безпредметно.

За изпъкнала вертикална крива измерванията, както и моделът за прогнозиране на скоростта на движение, може да се видят на следващата фиг. 9. Тук коефициентът на регресия е  $R_2 = 0,5995$ , което е значително по-високо от първоначалното. Зависимостта е относително висока като се има предвид, че е постигната и без класове за измерване. Също така, да не се забравя факторът възприятие от елемента Човек, което внася и голямото разсейване на резултата на така получения модел.

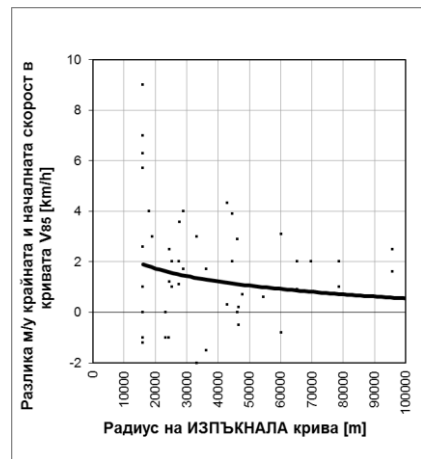


**Фиг. 9. Модел за прогнозиране на действителната скорост  $V_{85}$  спрямо радиуса на единична изпъкнала вертикална крива**

Промяната на скоростта за навлизане във вертикалната крива, както и тази по дължината на кривата спрямо радиуса ѝ, не е с висока зависимост. На графиките, показани на фиг. 10 и 11 се виждат силно разсеяните резултати. Въпреки всичко, от прогнозните линии може да се наблюдава как при по-малките радиуси има относително по-голяма промяна на скоростта и обратно.

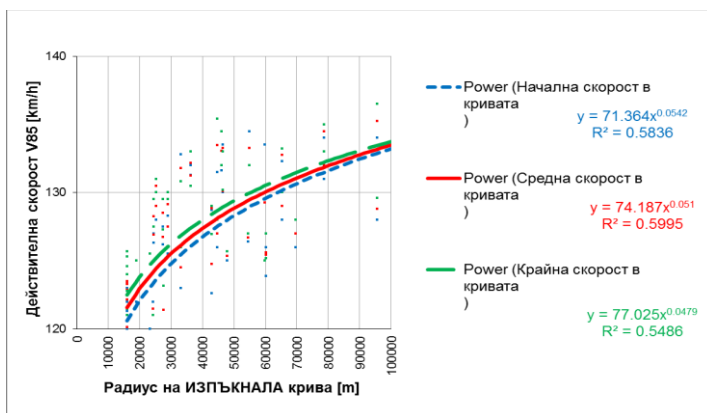


**Фиг. 10. Модел за прогнозиране на промяната скоростта  $V_{85}$  за навлизане в изпъкнала вертикална крива спрямо нейния радиус**



**Фиг. 11. Модел за прогнозиране на промяната на скоростта  $V_{85}$  по дължина на изпъкналата вертикална крива спрямо нейния радиус**

На фиг. 12 може да се видят разположени заедно моделите за прогнозиране на началната, средната и крайната скорост  $V_{85}$  на движение в изпъкналата вертикална крива. Те са с относително високи стойности на зависимост.



**Фиг. 12. Модел за прогнозиране на началната, средната и крайната скорост  $V_{85}$  на движение в изпъкналата вертикална крива спрямо нейния радиус**

#### 4. Извод

След като са открити и определени зависимостите между отделните величини с помощта на апарата за регресионен анализ на математическата статистика, те могат да бъдат използвани като модели за прогнозиране. В настоящото изследване са получени четири основни модела за прогнозиране на очакваната действителна скорост за движение на превозни средства в свободен режим на движение по автомагистрала в зависимост от геометричните елементи на пътя. Те са представени в следващата таблица заедно с техните степени на зависимост.

**Таблица 1. Степен на съответствие между проектните елементи и скоростта при автомагистрала с габарит А29, от настоящото изследване**

Проектен елемент	Параметър	Корелация
Последователни елементи	Криволичене	Висока
Надлъжен наклон	Наклон	Ниска
Хоризонтална крива	Радиус	Висока
Изпъкнала вертикална крива	Радиус	Умерена

Моделите са проверени и е установено, че:

1. Видът на зависимостите отговаря на очакваните резултати, те са сходни на тези за двулентови пътища.

2. Границите на функциите, описващи различните зависимости, клонят към реални и очаквани стойности на скоростта. Все пак да се има предвид и ограничителната скорост за движение.

3. Степента на определеност чрез коефициента  $R_2$  показва добре формулирани зависимости.

Моделите може да се използват при избора на проектни елементи при проектиране на автомагистрала с цел да се провери приравняването на скоростите на движение. Могат да се ползват при съставяне на аналитично определения ходограф на скоростта

при сравнение на варианти. Ще се получат диаграми за скоростта, с чиято помощ по-реално ще се фиксират загубите от времето за пътуване. Като следствие на това, експлоатационните разходи ще се прецизират, а оттам ще се повиши прецизността на паричните потоци при сравняването на пътните алтернативи.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Bakaba, J. E.* Ableitung vereinfachter Modellansätze zur Geschwindigkeitsprognose auf Außerortsstraßen auf der Grundlage der verfügbaren Variablen aus der Straßendatenbank. Dissertation, Technische Universität Dresden, Fakultät Verkehrswissenschaften, 2003.

2. *Biedermann, B.* Straßentrassierung auf der Grundlage von Geschwindigkeiten aus Sehfelduntersuchungen. Dissertation, Darmstadt, Technische Hochschule Darmstadt, Fakultät für Wasser und Verkehr, 1984.

3. *Durth, W., Biedermann, B., Vieth.* Einflüsse der Erhöhung der Geschwindigkeiten und Beschleunigungen von Fahrzeugen auf die Entwurfsgeschwindigkeit. In: Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Bonn- Bad Godesberg, H.385, Germany, 1983.

4. *Ebersbach, D.* Entwurfstechnische Grundlagen für ein Fahrerassistenzsystem zur Unterstützung des Fahrers bei der Wahl seiner Geschwindigkeit. Dissertation, Technische Universität Dresden, Fakultät Verkehrswissenschaften, 2006.

5. *Glennon, J., Newman, T., Leisch, J.* Safety and operational considerations for design of rural curves. Report No. FHWA/RD-86/035, Federal Highway Administration, Washington, D.C., USA, 1985.

6. *Lippold, Chr.* Weiterentwicklung Ausgewählter Entwurfsgrundlagen Von Landstraßen. Dissertation, 1997.

7. *Sosouhmihen, A.* Entwicklung eines Rahmenkonzeptes zur Bewertung der Linienführung von Außerortsstraßen nach der Zielfunktion Fahrsicherheit. Dissertation, Technische Universität Dresden, Fakultät Verkehrswissenschaften, 2001.

8. *Steyer, R.* Beitrag zur Erhöhung der Fahrsicherheit in Kurvenbereichen zweistreifiger Außerortsstraßen. Dissertation, Technische Universität Dresden, Fakultät Verkehrswissenschaften, 2004.

## MODELS FOR PREDICTING THE ACTUAL SPEED ON HIGHWAYS

**D. Martinov<sup>1</sup>**

*Keywords: speed, road elements*

### ABSTRACT

The paper shows the reason for the creation and use of models for predicting the actual speed relative to the geometry of the road axis. It is determined why until now most research has been done on two-lane roads and why it is necessary to make such also on highways. A way of deriving models for predicting the actual speed relative to the geometry of the road axis is displayed, and for some of them this is achieved by a new approach. The results are analyzed and their credibility is assessed.

---

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