

УТИЦАЈ ПОВРШИНСКИХ КАРАКТЕРИСТИКА ПУТА НА БЕЗБЕДНОСТ САОБРАЋАЈА

Филип Трпчевски¹

Сања Фриц²

Владан Илић³

УДК: 625.089.11:539.622:614.862/.864

DOI: 10.14415/konferencijaGFS2014.131

Резиме: Једна од најважнијих површинских карактеристика пута, која у значајној мери утиче на безбедност саобраћаја, јесте укупна расположива вредност трења. Како би се приступило релевантним анализама стања путне мреже, од пресудне је важности користити квалитетне мерне уређаје. Мерења морају резултирати прецизним и употребљивим геореференцираним подацима. У раду ће бити анализирано стање путне мреже Србије на основу микротекстуре, односно трења између пнеуматика и коловоза.

Кључне речи: Безбедност саобраћаја, трење, мерни уређаји, микротекстура

1. УВОД

Светски трендови у подизању нивоа безбедности саобраћаја на јавним путевима условили су да се питањима безбедности на државним путевима Републике Србије посвети посебна пажња. У овом раду је стављен акценат на стање путне мреже у зависности од микротекстуре, односно површинских карактеристика пута.

У раду ће бити наведено више метода за испитивање микротекстуре, а посебна пажња биће посвећена методи "SRT клатно" која је коришћена за снимање путне мреже Србије. Такође, биће анализирана и зависност између теоретских вредности трења и измерених "SRT јединица", коју је важно познавати за квалитетну анализу стања на терену.

2. МИКРОТЕКСТУРА

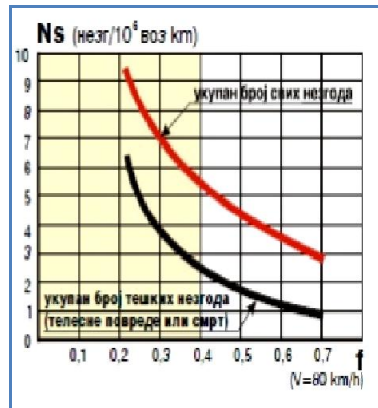
Термин "Отпор на клизање" или "Отпорност на клизање" карактерише допринос површине коловоза, или макротекстуре и микротекстуре, укупној расположивој вредности трења између пнеуматика и коловоза.

¹ Асистент Филип Трпчевски, мастер инж. грађ., Универзитет у Београду, Грађевински факултет, Булевар краља Александра 73, Београд, Србија, тел: 011 3218 561, е – mail: ftprcevski@grf.bg.ac.rs

² Асистент Сања Фриц, дипл. инж. грађ., Универзитет у Београду, Грађевински факултет

³ Асистент Владан Илић, мастер инж. грађ., Универзитет у Београду, Грађевински факултет

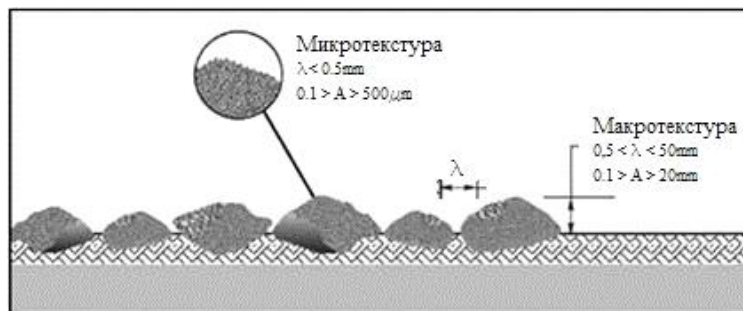
Отпорност на клизање је измерени параметар који дефинише приањање пнеуматика и коловоза, при маневрима убрзања, кочења и скретања. Приањање се смањује када је коловоз мокар, залеђен или има наносе блата и неког растреситог материјала. Ако је расположиви ниво трења на било ком месту на површини пута недовољан за маневар који возач покушава да изведе, возач има смањену контролу над возилом што може изазвати саобраћајну незгоду.



Слика 1. Повећање броја саобраћајних незгода са смањењем коеф. трења [1]

Истраживања реализована у великом броју земаља указују на несразмерно велики број саобраћајних незгода на коловозима који имају низак ниво отпорности на клизање и површинску хрпавост. Подела површине коловоза у зависности од текстуре [2]:

- хрпавост/неравност: > мегатекстуре
- мегатекстура: $500 > \lambda > 50 \text{ mm}$, $0.1 > A > 50 \text{ mm}$
- макротекстура: $50 > \lambda > 0.5 \text{ mm}$, $0.1 > A > 20 \text{ mm}$
- микротекстура: $\lambda < 0.5 \text{ mm}$, $0.1 > A > 500 \text{ }\mu\text{m}$



Слика 2. Шематски приказ микротекстуре и макротекстуре

Микротекстура се дефинише као одступање од идеално равне површине коловоза, дефинисане у таласним дужинама $< 0.5 \text{ mm}$, чине је кристалне честице у горњим

носећим слојевима и fine честице, као што је песак, у асфалт - бетонским и крутим коловозима [3].

Утицај се осећа и на сувом и на мокром коловозу, а највећи је при малим брзинама. Високе вредности могу довести до оштећења, односно хабања пнеуматика. Када је пут влажан, водени филм на површини коловоза смањује вредности “хватљивости” између пнеуматика и коловоза, што даље доводи до смањења трења (зависи од тога у којој мери је микротекстура спремна да прими водени филм). Водени филм се лакше формира на коловозима са глатким агрегатом, чиме се наглашава значај микротекстуре.

Микротекстура се временом полира (углачава) под дејством возила, односно дејством маневра убрзања, кочења и скретања. У неким земљама, укључујући Велику Британију и Нови Зеланд отпорност на клизање на површини коловоза се смањује и задржава на једном равнотежном нивоу. Овај феномен још није верификован и у фази је истраживања.

3. МЕРНИ УРЕЂАЈИ

Квалитет површине коловозног застора је врло значајан утицајни фактор безбедног одвијања саобраћаја на путевима. У том смислу је, за потребе приказивања показатеља стања коловозне површине, неопходно имати квалитетно извршена мерења и испитивања. Мерни уређаји за испитивање микротекстуре су:

- GripTester,
- Roar,
- Уређаји за мерење убрзања/успоредња,
- Scrim,
- SRT клатно.

SRT клатно је развијен је у Великој Британији 1950-их. Широм света је најраспрострањенији статички мерни уређај. Управља се ручно и није погодан за мерења на великим путним мрежама, јер испитивања могу дуго да трају. Основне предности су што је опрема јефтина и лако преносива. За потребе снимања и анализе путне мреже Србије коришћен је овај уређај [4].

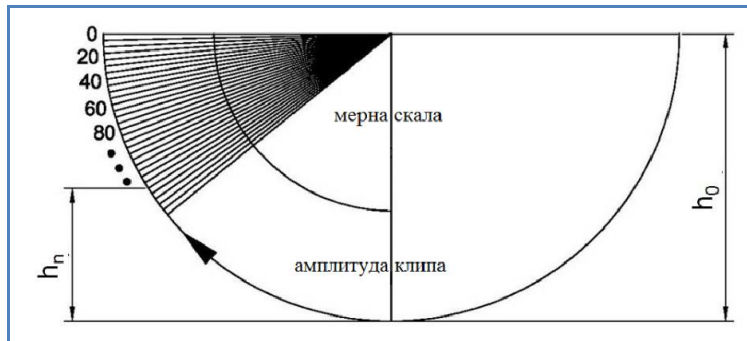
Мерење отпорности на клизање изводи се помоћу SRT клатна којим се, управо, одређује отпор клизању између наквашене површине коловоза и гумене клизне подлошке монтиране на крају папуче клатна која симулира пнеуматик возила. Веома је битно, за квалитетну анализу стања микротекстуре, успоставити корелацију између пројектованих (теоретских) и измерених вредности трења на конкретној деоници. У овом раду биће приказан један начин на основу следећег прорачуна:

$$W_f = \Delta E_{pot} = E_{pot0} - E_{potn} \quad (1)$$

$$W_f = F_f * s \quad (2)$$

$$E_{pot} = m * g * h \quad (3)$$

$$F_f = \mu_{theo} * F_n \quad (4)$$



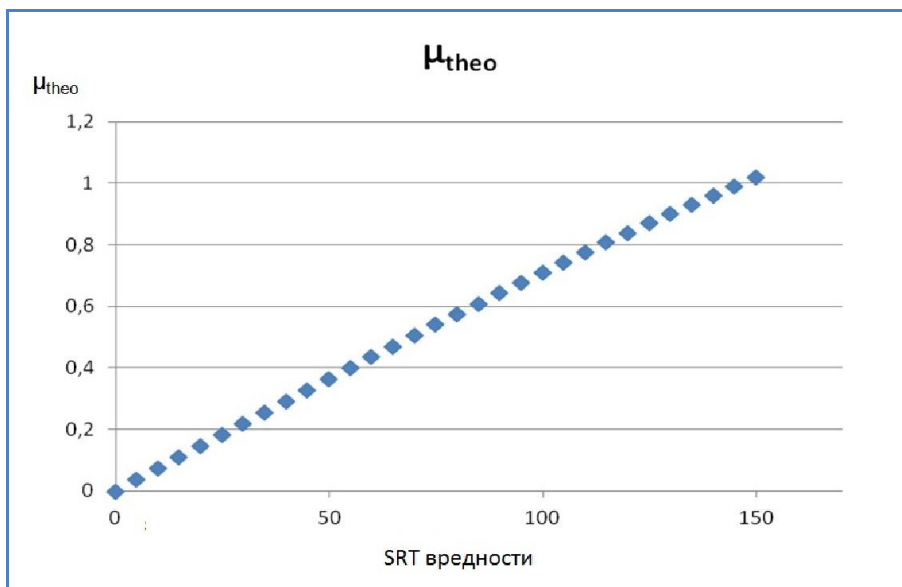
Слика 3. Висина клипа

где је:

- W_f - рад који врши трење [Nm]
- E_{pot} - потенцијална енергија [Nm]
- F_f - сила трења [N]
- s - растојање [m]
- m - маса клипа [kg]
- g - убрзање земљине теже [m/s^2]
- h - висина клипа [m]
- μ_{theo} - теоретска вредност коефицијента трења [/]
- F_n - нормална сила [N]

На крају се добија веза изражена кроз следећу формулу:

$$\mu_{theo} = (m * g) * (h_0 - h_n) / (F_n * s) \dots \dots \dots (5)$$



Слика 4. График зависности SRT јединица и теоретских вредности

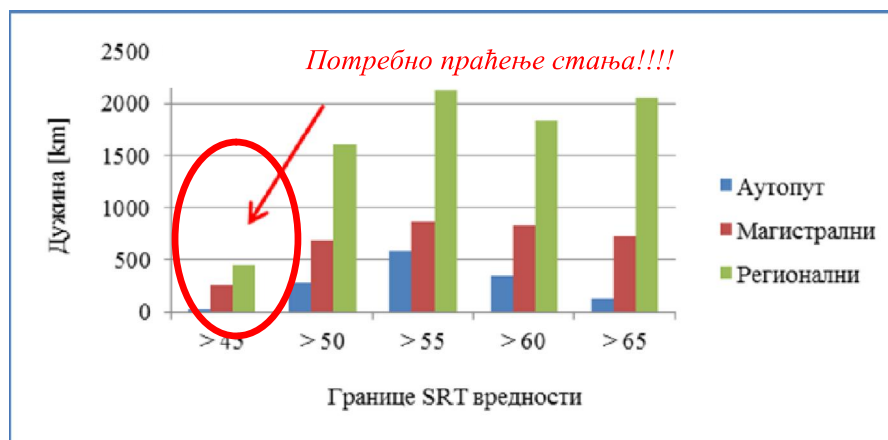
4. АНАЛИЗА ПОДАТАКА СА ПУТНЕ МРЕЖЕ СРБИЈЕ

Сви подаци који су коришћени за анализу преузети су из базе података ЈП “Путеви Србије”. Подаци везани за микротекстуру добијени су коришћњем мерног уређаја “SRT клатно”. Законом о јавним путевима из 2006. године извршена је нова категоризација државних путева у Србији на државне путеве I реда, државне путеве II реда, општинске путеве и улице. Уредбом из 2012. године први пут је прецизно дефинисано који путеви су распоређени у коју групу. Том одлуком је око 6000km путева, које је припадало магистралним и регионалним путевима, пребачено на општинске путеве. Међутим, уредбом из новембра 2013. године долази до нове прекатегоризације путева којом се око 6000km општинских путева враћа у категорију државних путева II реда. На ту одлуку је било одређених приговора који су још у разматрању. Због тога је за ову анализу коришћена подела државних путева на магистралне и регионалне, са издвојеним аутопутевима као посебном целином (за аутопутеве анализа је вршена за оба смера).

За вредновање података о микротекстури, односно стању путне мреже са становишта микротекстуре, коришћене су граничне вредности преузете из стандарда EN1436 [5].

SRT вредности	Аутопут	[%]	Магистрални	[%]	Регионални	[%]	
SRT >= 45	34	2.61	263	7.78	454	5.62	
SRT >= 50	268	20.54	693	20.51	1604	19.84	
SRT >= 55	544	41.69	867	25.66	2132	26.38	
SRT >= 60	326	24.98	824	24.39	1837	22.73	
SRT >= 65	133	10.19	732	21.66	2056	25.44	
Укупно[km]:	1305	100.00	3379	100.00	8083	100.00	12767

Табела 1. Стање путне мреже за различите рангове пута



Слика 5. График стања путне мреже за различите рангове пута

5. ЗАКЉУЧАК

Микротекстура представља значајан фактор који утиче на безбедност саобраћаја на путевима. Микротекстура има пресудан утицај на вредност “хватљивости” између пнеуматика и коловоза. За анализе је од пресудне важности имати спроведена квалитетна и кординирана мерења са одговарајућим мерним уређајима. Такође, потребно је познавати корелацију између теоретских и мерених вредности како би се извели коректни закључци.

Може се закључити, на основу спроведене анализе, да се највећи проценат путева у Србији налази у задовољавајућем стању, али посебну пажњу треба посветити делу који има вредности $SRT \leq 55$. На тим деоницама потребно је праћење стања и по потреби извођење интервенција у циљу побољшања површинских карактеристика. Велики потенцијал за унапређење безбедности саобраћаја налази се у путевима са добрим површинским карактеристикама, који омогућавају безбедне маневре убрзања, кочења и скретања.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Анђус, В.: *Планирање и пројектовање путева 1 (писана предавања)*, Грађевински факултет Универзитета у Београду – Београд, **2010**.
- [2] Младеновић, Г.: *Коловозне конструкције (писана предавања)*, Грађевински факултет Универзитета у Београду – Београд, **2011**.
- [3] Neaylon, K.: *Guidance for the Development of Policy to Manage Skid Resistance*, Austroads research report, Australian, **2011**.
- [4] http://munroinstruments.co.uk/pdf/PSRT_Manual.pdf, преузето **25.12.2013**.
- [5] <http://www.nzta.govt.nz/resources/surface-friction-conference-2005/8/docs/skid-resistance-pavement-marking-materials.pdf>, преузето **26.12.2013**.

INFLUENCE OF ROAD SURFACE CHARACTERISTICS ON TRAFFIC SAFETY

Summary: *One of the most important road surface characteristics, which has a significant impact on traffic safety, is the total value of available friction. In order to access to the relevant analysis of the state of road network, it is crucial to use high-quality measuring devices. Measurements should result in accurate and useful georeferenced data. The paper analyzes the state of the road network in Serbia based on microtexture, or the friction between tires and pavement.*

Keywords: *Traffic safety, friction, measuring devices, microtexture*