

ДГКМ
ДРУШТВО НА
ГРАДЕЖНИТЕ
КОНСТРУКТОРИ НА
МАКЕДОНИЈА

Партизански одреди 24,
П.Фах 560, 1001 Скопје
Македонија

MASE
MACEDONIAN
ASSOCIATION OF
STRUCTURAL
ENGINEERS

Partizanski odredi 24,
P. Box 560, 1001 Skopje
Macedonia

СТ-14

mase@gf.ukim.edu.mk
<http://www.mase.org.mk>

Горан МИЈОСКИ¹, Андреј ЛЕПАВЦОВ²

ПРЕПОРАКИ ЗА ПОСТИГНУВАЊЕ НА НАДОЛЖНА РАМНОСТ НА ВОЗНАТА ПОВРШИНА НА АВТОПАТ

РЕЗИМЕ

Рамноста на возната површина е еден од главните индикатори за употребливост на возните површини, од аспект на брз, безбеден и конфорен транспорт. За таа цел, во трудот се анализирани начинот и причините на создавање на надолжните нерамнини на возната површина кај автопатски делници. Анализирани се нивното влијание и критериумите и начините за мерење, како и евалуацијата на состојбата на возната површина. Дадени се и препораки за постигнување на надолжната рамност на возната површина на автопат, а кои произлегуваат од анализата на резултатите од експериментот. Нивната примена ќе создаде услови за постигнување на поголема рамност на возните површини и за подобри проектантски решенија.

Клучни зборови: надолжна рамност, меѓународен индекс на рамност - IRI, возна површина

Goran MIJOSKI¹, Andrej LEPAVCOV²

RECOMMENDATIONS FOR ACHIEVEMENT OF LONGITUDINAL ROUGHNESS OF PAVEMENT SURFACE ON THE HIGHWAY

SUMMARY

The roughness of the pavement surfaces its one of the main indicators for usage of pavement surfaces, from aspect of fast, safe and comfortable transport. For that purpose, in the paper are analyzed the manner and the causes of creation of the longitudinal unevennesses of the pavement surface at the highway sections. It's analyzed their effect and criteria and the ways of measurement, such as the evaluation of the condition of the pavement surface. Also, are given recommendations for achievement of longitudinal roughness of the pavement surface on the highways, which come out from the analysis of the results from the experiment. Their application will create conditions for achievement of bigger roughness of the pavement surfaces and for better project solutions.

Key words: Longitudinal roughness, International Roughness Index – IRI, pavement surface

¹ Доц. д-р, Факултет за природни и технички науки – Институт за градежништво, Универзитет „Гоце Делчев“ – Штип, gmijoski@yahoo.com

² Доц. д-р, Факултет за природни и технички науки – Институт за градежништво, Универзитет „Гоце Делчев“ – Штип, lepavcov@gmail.com

1. ВОВЕД

За учесниците во патниот сообраќај, рамноста³ е од посебен интерес и една од првите особености на патот кои тие ја забележуваат. Рамноста (надолжната и напречната), зависно од брзината и карактеристиките на возилото, значително дејствува на зголемување на осцилациите на возилото. Тоа го зголемува динамичкото оптоварување на коловозната површина и на возилата, што влијае на економичноста на транспортот. Воедно, се предизвикува и намалена удобност и комфор во возењето, како и најзначајното - се намалува безбедноста во сообраќајот. Нерамноста на возната површина ги менува условите на контакт помеѓу тркалата од возилото и коловозната површина, во толкава мерка, да поголеми неправилности може да предизвикаат променети услови на потпирање на тркалата. Тоа може да доведе до значително намалување на искористеноста на постојната способност на триење на коловозот, што дури и при сув коловоз, може да резултира со последици.

Најнеповолни се надолжните нерамнини во вид на бранови (брановидна, односно т.н. амплитудна нерамност). Степенот на нерамност – рамност, се цени преку должината на брановидноста (бранот) помеѓу одделните нерамнини. При должина на брановите помеѓу одделни нерамнини $\lambda < 3$ cm, коловозната површина е рапава (микро нерамнина), а при должина на брановите $\lambda > 3$ cm, коловозната површина е брановидна (амплитудна нерамност). Надолжната нерамност на коловозот и трупот на патот се карактеризира со испакнувања и налегнувања, кои што се повторуваат периодички по должината на патот (наречена: брановидна односно амплитудна нерамност), дефинирана со свои должина и амплитуда на брановите и со различни форми и големини.

Поради сето претходно изнесено, може да се констатира дека рамноста на возната површина, се наметнува како еден од главните индикатори за употребливост на возните површини. Од тие причини, во трудот се анализирани начинот и причините на создавање на надолжните нерамнини на возната површина кај автопатски делници, нивното влијание и критериумите и начините за мерење, како и евалуацијата на состојбата на возната површина. Целта на анализите е да се дадат препораки за постигнување на надолжната рамност на автопат, со што би се создале услови за зголемување на удобноста и комфорот при возењето, како и зголемување на безбедноста во сообраќајот.

2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЕН ДЕЛ

2.1. Општо и критериуми

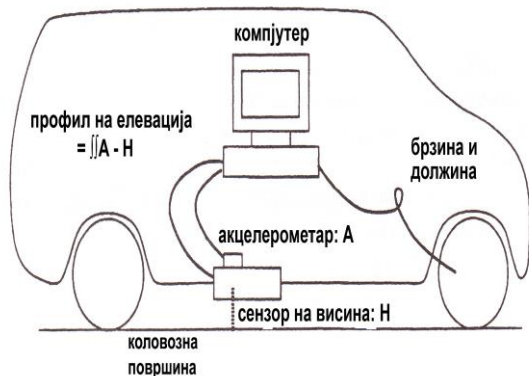
Мерењата презентирани во овој труд извршени се во континуитет по целата должина на патните делници на М-3 како дел од меѓународниот пат Е-65 (Мијоски Г., 2010). Мерења е надолжната рамност на патиштата заедно со надолжната рамност на објектите на нив (пропусти, мостови, вијадукти и др.) и тоа на две негови делници М301Д (L=10,5 km) и М302Д (L=3,9 km), кои се на ниво на автопат. Мерењата се извршени со помош на мерен апарат од типот на високобрзински инерцијален профилер - The Dynatest Road Surface Profilometer[®] 5.051 Mark II (Сл.1)(Агенција за државни патишта). Критериумите кои се користени при оценка на состојбата на надолжна рамност на возната површина на патот М-3, се според меѓународниот индекс на рамност IRI [m/km] утврден од Светска Банка (The World Bank), како главен параметар за евалуација на состојбата на возната површина (Сл. 2). Параметарот IRI се користи во најголем број на држави од Европската Унија и САД.

При изведување на мерења за рамност на возната површина на определени делници, се врши пресметка на следните статистички големини: минимална, максимална и средна вредност на индексот на рамност IRI₁₀₀ (Min; Max; Avg) и 80% и 95% појавност на индексот на рамност IRI₁₀₀ (0,80 и 0,95).

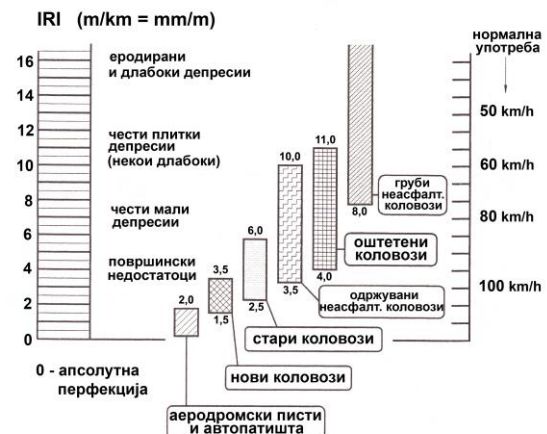
Критериумите кои се користени при оценка на состојбата за надолжна рамност на возната површина на автопатот М-3, се според класата – рангот на патиштата изразени со ПГДС за патишта во експлоатација, а во однос на меѓународниот индекс на рамност IRI [m/km], според

³ Рамноста е вертикална разлика помеѓу котите на проектираната и изведената состојба на возната површина.

табела 1 (според прописите на Р. Словенија - Технична спецификација за јавне цесте, 2003), бидејќи постојните критериуми во Република Македонија за одредување на рамноста на возните површини се застарени ⁴.



Сл. 1. Шема на мерен апарат „High Speed Profiler“



Сл. 2. Скала на рамност според IRI

Табела 1: Критериуми за оцена на состојба на измерените вредности за IRI₁₀₀

Поделба според големината на сообраќајот	Оцена на состојбата				
	Многу добра	Добра	Средна	Лоша	Многу лоша
	Големина на индексот на рамност IRI ₁₀₀				
Средна или голема густина на сообраќај (ПГДС > 2.000 воз./ден) и средно или тешко сообраќајно оптоварување (> 80 NOO 82 kN/ден)	< 1,2	1,2 - 1,5	1,5 - 2,2	2,2 - 3,1	> 3,1
Мала густина на сообраќај (ПГДС ≤ 2.000 воз./ден) и лесно сообраќајно оптоварување (≤ 80 NOO 82 kN/ден)	< 2,6	2,6 - 3,5	3,5 - 4,3	4,3 - 4,9	> 4,9

2.2. Мерења и оцена на состојбата

Резултатите од мерењата за Автопат М-3 „Клучка Петровец - Клучка Хиподром“ (М301Д) дадени се во табелите 2-5 и на сликите 3-6.

Табела 2: Делница М301Д (С10)

	Minimum	Average	Maximum	St.Dev	80%	95%	Бр.на податоци
IRI ₁₀₀	1.22	2.22	3.77	0.62	2.55	3.48	31

Табела 3: Делница М301Д (С20)

	Minimum	Average	Maximum	St.Dev	80%	95%	Бр.на податоци
IRI ₁₀₀	1.22	2.10	3.37	0.54	2.55	3.02	41

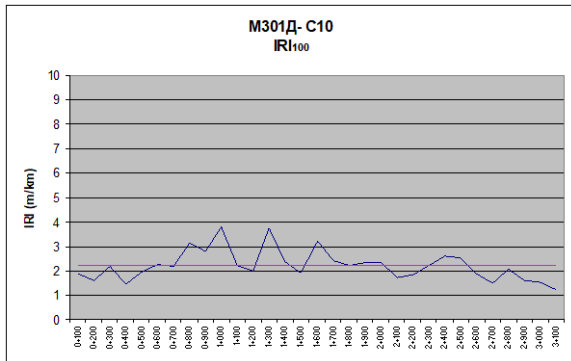
⁴ Дефинирани се со старите ЈУС стандарди, односно сегашни МКС стандарди, според кои рамноста се изразува со мерење со летва од 4 метри и дозволената девијација (отстапување) изнесува: 4 [mm] за патишта со тежок и многу тежок сообраќај и 6 [mm] за патишта со послаб сообраќај.

Табела 4: Делница М301Д (С30)

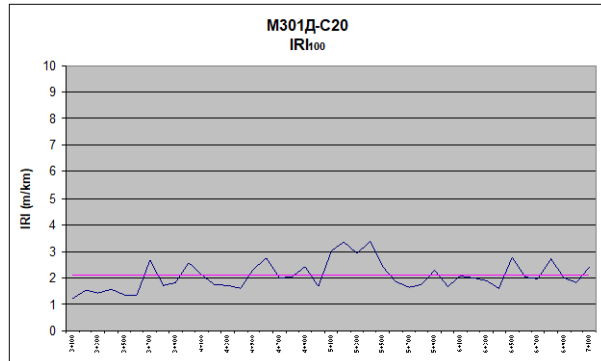
	Minimum	Average	Maximum	St.Dev	80%	95%	Бр.на податоци
IRI₁₀₀	1.63	2.40	4.08	0.57	2.72	3.41	34

Табела 5: Збирно за Делница М301Д

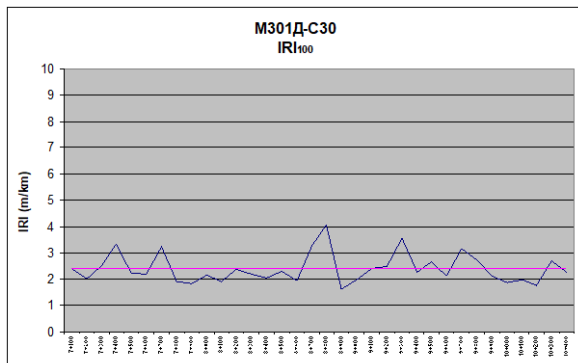
	Minimum	Average	Maximum	St.Dev	80%	95%	Бр.на податоци
IRI₁₀₀	1.22	2.22	4.08	0.58	2.65	3.35	106



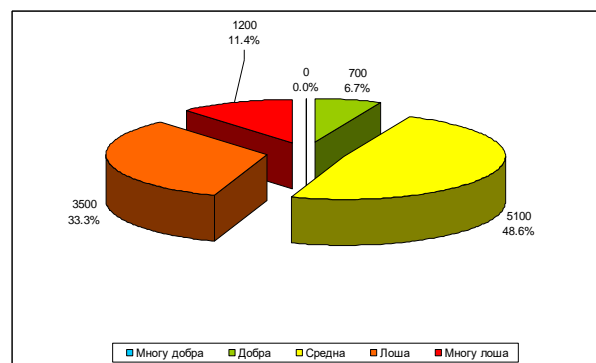
Сл. 3. График за IRI₁₀₀ за М301Д-С10



Сл. 4. График за IRI₁₀₀ за М301Д-С20



Сл. 5. График за IRI₁₀₀ за М301Д-С30



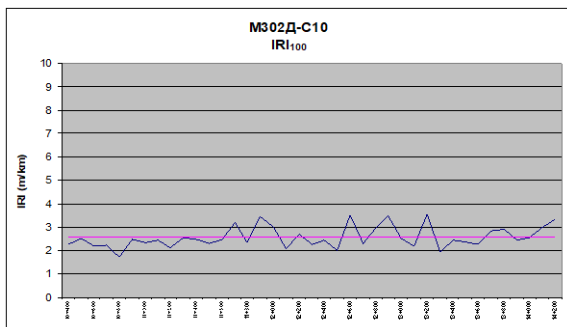
Сл. 6. Оценка на состојба на М301Д (IRI₁₀₀)

Резултатите од мерењата за Автопат М-3 „Клучка Хиподром – Клучка Ченто“ (М302Д) дадени се во табелата 6 и на сликите 7-9.

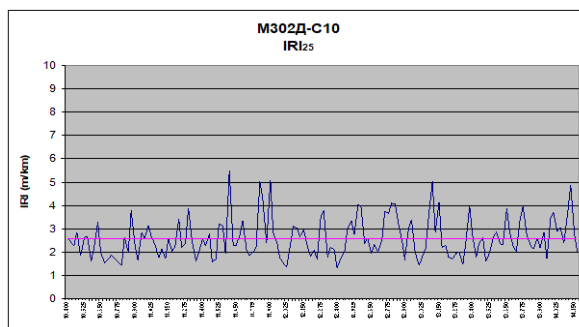
Табела 6: Делница М302Д (С10)

	Minimum	Average	Maximum	St.Dev	80%	95%	Вр.на под.
IRI₂₅	1.30	2.58	5.49	0.85	3.25	4.08	152
IRI₁₀₀	1.71	2.58	3.55	0.46	2.98	3.49	39

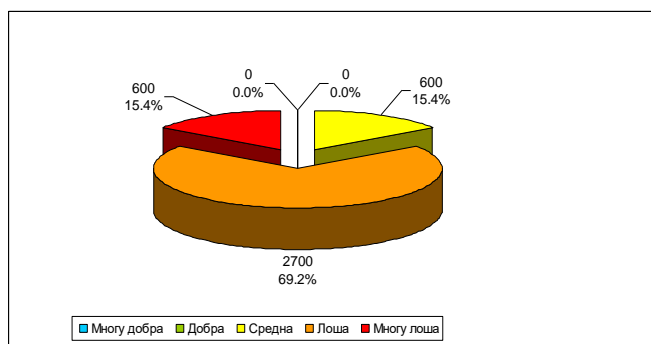
Оцена на нивото на состојба на автопатските делници од М-3 во однос на надолжната рамност според меѓународниот индекс на рамност IRI₁₀₀, споредбено за двете делници (должински во [m']), прикажана е во табела 7:



Сл. 7. График за IRI₁₀₀ за M302Д-C10



Сл. 8. График за IRI₂₅ за M302Д-C10



Сл. 9. Оцена на состојба на M302Д (IRI₁₀₀)

Табела 7: Оцена на состојбата на двете делници во [m]

IRI ₁₀₀	Многу добра	Добра	Средна	Лоша	Многу лоша	Вкупна должина
1 Делница	0	700	5100	3500	1200	10500
2 Делница	0	0	600	2700	600	3900
Вкупно:	0	700	5700	6200	1800	14400

2.3. Анализа на измерените резултати

Со анализа на измерените резултати за состојбата на возната површина, може да се констатира следново:

- Од споредба на резултатите за оцена на состојбата добиени со влезни податоци за IRI₂₅ и IRI₁₀₀, се забележува дека добиените резултати за IRI₂₅ се попрецизни. Од ова може да се изведе заклучок дека покусите мерни должини на рамност (како што се IRI₂₀ или во случајов IRI₂₅) може да се применуваат при оценување на состојбата за новоизградени патни делници, или за прецизно лоцирање на нерамнините, додека поголемите мерни должини за рамност (како што е IRI₁₀₀ или IRI₅₀₀), треба да се применуваат за оценување на состојбата на рамност при патишта во експлоатација (таб. 6);
- Со оценување на состојбата по секции на патот се добива попрецизна претстава за рамноста на возната површина и аналогно на тоа повисоки вредности за индексот на рамност IRI, додека со изразувањето на состојбата по делници (за поголеми должини) или пак за целиот пат, поради упросечување се добиваат помали вредности - „подобри“ резултати за индексот на рамност IRI (погледни таб. 2, 3 и 4, во споредба со таб. 5);

- Од табела 7 може да се забележи дека на анализираниите делници од автопатот М-3, ниту една делница нема највисока оцена на состојба - многу добар, додека најголеми должини на двете делници се наоѓаат во оцена на состојбата – средна и лоша.

3. ПРЕПОРАКИ

Поважни препораки за постигнување на надолжната рамност на возната површина на автопат, а кои произлегуваат по реализација на експериментот се:

- На автопатиштата со големи брзини опасни се и брановидните нерамнини со големи должини. Следува дека колку рангот на патот е повисок, толку профилот на истиот треба да биде порамен, затоа критериумот за рамност на возната површина кај автопатиштата е највисок;
- Слоевите од долниот строј рамномерно да се компримираат и рамноста да се зголемува приближувајќи се кон коловозната конструкција. Потребно е последниот слој од коловозната конструкција да се изведе најпрецизно, со што би се постигнала максимална можна рамност;
- Во процесот на градење на автопатот потребно е редовно да се контролираат збиеноста и надолжната рамност на одделните слоеви од долниот и горниот строј. Ова е особено значајно, бидејќи појавените нерамнини за време на градењето на одделни слоеви од коловозната конструкција, практично не може да се отстранат во текот на експлоатација, туку продолжуваат со текот на времето да се зголемуваат. Со редовната контрола на збиеноста и надолжната рамност на одделните слоеви од долниот и горниот строј ќе се создадат реални услови за економична експлоатација на автопатот;
- Во текот на експлоатација, потребно е да се врши следење на состојбата со периодична контрола и се даде оцена на состојбата на коловозната конструкција и на надолжната рамност на возната површина. Треба и навремено да се преземат конкретни и адекватни мерки, за да може да се гарантира економична и безбедна експлоатација на автопатот, без влошување на условите за комфор.

4. ЗАКЛУЧОЦИ

Се наметнува потребата од воведување на нови современи технички прописи за рамност на коловозите за јавните патишта како кај најнапредните европски земји, кои ќе соодветствуваат на потребите за брз, удобен и безбеден транспорт. За таа цел, со овие технички прописи треба да се дефинираат:

- Основните постапки за мерење;
- Мерната опрема;
- Начинот на мерење и
- Критериуми за оцена на состојбата.

Со извршените испитувања и оцена на состојбата на возната површина на анализираниите две автопатски делници од патот М-3, како и препораките дадени во трудот, може да се заклучи дека тие ќе претставуваат корисна база на информации за постигнување на надолжната рамност на возните површини при градба на идни автопатишта, како и ќе користат за носење на критериуми за мерење и следење на состојбата на автопатиштата во експлоатација.

5. ЛИТЕРАТУРА

1. Мијоски Г. „Интегрален пристап кон оценката на атрибутите и индикаторите на возната површина“, Докторска дисертација, 2010 год.
2. Tehnična specifikacija za javne ceste – TSC 06.610 : 2003 Lastnosti voznihi površin – Ravnost (Direkcija Republike Slovenije za Ceste - Ljubljana, 2003)
3. Агенција за државни патишта: Податоци од мерења на рамност на магистралните и регионалните патишта (Магистрален пат М-3 (Е-65), клучка „Петровец“ (одвојување од М-1) – граничен премин „Блаце“)