

**ЕКОНОМСКА АНАЛИЗА ПОЈАЧАНОГ ОДРЖАВАЊА ДРЖАВНОГ ПУТА ИБ 22
Деоница: РАШКА (КОСОВСКА МИТРОВИЦА) – НОВИ ПАЗАР (БАЊА)****ECONOMIC ANALYSIS FOR HEAVY MAINTENANCE OF THE STATE ROAD IB 22
Section: RAŠKA (K. MITROVICA) - NOVI PAZAR (BANJA)**Наталија Глишић, Милош Шешлија, *Факултет техничких наука, Нови Сад***Област - ГРАЂЕВИНАРСТВО**

Кратак садржај – У раду је приказана економска анализа појачаног одржавања државног пута ИБ 22 урађена помоћу модела HDM-4. Овај модел израчунава дисконтоване токове чистих користи (уштеда) током периода анализе. Економска анализа је спроведена за сваки хомогени потез као и кумулативно за целу деоницу. Период експлоатације, за који је спроведена економска анализа рехабилитоване деонице пута је 10 година а укупан период анализе обухвата 13 година.

Кључне речи: Економска анализа, појачано одржавање путева

Abstract – The paper presents an economic analysis of enhanced maintenance of state road IB 22, performed using the HDM-4 model. This model calculates discounted flows of net benefits (savings) over the analysis period. The economic analysis was carried out for each homogenous section as well as cumulatively for the entire section. The period of exploitation, for which the economic analysis of the rehabilitated road section was carried out, is 10 years, and the total period of analysis includes 13 years.

Key words: Economic analysis, heavy maintenance, road rehabilitation - upgrading

1. УВОД

Према програму мастер рада рехабилитације путева и унапређења безбедности саобраћаја (Road Rehabilitation and Safety Project – RRSP) потребно је урадити појачано одржавање државног пута пута ИБ 22 на деоници: Рашка (Косовска Митровица) – Нови Пазар (Бања), од км 235+917 до км 253+891, у укупној дужини деонице предвиђене за појачано одржавање од 17.974 км.

Очекиване користи реализације овог мастер рада су:

- омогућити ефикасније одвијање локалног и транзитног саобраћаја,
- смањење оперативних трошкова возила,
- смањење времена путовања кроз повећање оперативних брзина возила.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био доц. др Милош Шешлија.

Локација

Предметна деоница од Рашке до Новог Пазара се налази у Рашком управном округу на путном правцу ИБ 22 и представља део путног правца од кружног тока у Рашкој до „Бањске петље“ у Новом Пазару, од чвора 2229 до чвора 2231. Један део деонице је положен у општини Рашка, а други у општини Нови Пазар.

Према категоризацији предметна деоница припада државном путу ИБ реда 22 Београд - Љиг - Горњи Милановац - Прељина - Краљево - Рашка - Нови Пазар - Рибариће - државна граница са Црном Гором (гранични прелаз Шпиљани).

Предметна деоница се целом дужином третира као деоница пута ван насеља са свим припадајућим карактеристикама.



Слика 1. Извод из Карте референтног система државних путева, децембар 2015

2. ПРИМЕЊЕНА МЕТОДОЛОГИЈА**2.1. Техничко – економска анализа пројекта**

Техничко-економска анализа оправданости појачаног одржавања државног пута ИБ 22 на деоници: Рашка (Косовска Митровица) – Нови Пазар (Бања), од км 235+917 до км 253+891, у укупној дужини од 17.974 км, је спроведена помоћу HDM-4 модела (Highway Development Management Model, v2.10). Коришћен је поступак пројектне анализе на нивоу пројекта (project analyses by project).

Након опште анализе целе разматране деонице извршена је подела на хомогене потезе. Сваки изабрани хомогени потез је посебно је обрађен и анализиран.

Цела анализирана деоница је подељена на хомогене потезе према:

- саобраћајном оптерећењу,
- доминатној геометрији пута,
- утврђеној структури коловозне конструкције,

- утврђеном стању коловозне конструкције, и
- предвиђеним радовима на појачаном одржавању.

2.2. Калибрација модела HDM-4 за примену у локалним условима

За потребе адекватне примене HDM-4 модела извршено је прилагођавање HDM-4 модела за примену у локалним условима који су карактеристични за Републику Србију.

У изради економске анализе и калибрације HDM-4 модела за примену у локалним условима коришћени су подаци из Пројектног задатка за израду Економске анализе (ЈППС, октобар 2016.) и препоруке и резултати истраживања на путној мрежи Републике Србије која су спроведена за потребе реализације пројекта базе података о путевима (JV CPV-Nievelt, 2010.).

3. ОПИС ПРОЈЕКТА – КАРАКТЕРИСТИКЕ ДЕОНИЦЕ

3.1. Геометријски елементи плана и профила

3.1.1. Попречни профил

Пројектним решењем задржана је постојећа ширина коловоза. Постојећа просечна основна ширина коловоза без проширења износи 7.00 m, док су ивичне траке ширине 35 cm. Банкина је хумузирана са ширином од 1.25 m. С обзиром да је реч о државном путу IB реда, задржан је у потпуно постојећи нормални попречни профил (НПП) са следећим димензијама:

Ширина коловоза попречног профила:

Возна трака $2 \times 3.50 = 7.00m$

Ивична трака $2 \times 0.35 = 0.70m$

Укупно: 7.70m

3.1.2. Возно-динамичке карактеристике пута

За предметну деоницу урађена је возно динамичка анализа на основу осовине пута дефинисане према топографско-катастарској подлози и подужног профила дефинисаног према постојећем стању коловозног застора.

Возно динамичка анализа је урађена и за рачунску брзину $V_t=80\text{km/час}$. Важно је напоменути да је возно-динамичка анализа урађена према Швајцарским прописима, обзиром да важећи стандарди и правилник не одражавају стварно стање возног парка и меродавних возила за пројектовање. За потребе спровођења економске анализе као меродавно тешко теретно возило дефинисано је возило Mercedes Actros 1843 са полуприколицом носивости 26 тона и снагом мотора 315 kw (428KS), чије перформансе значајно превазилазе перформансе дефинисане важећим правилником.

3.1.3. Усвојене карактеристике деонице по хомогеним потезима

У следећој табели су приказане карактеристике постојеће деонице државног пута IB 22: Рашка (Косовска Митровица) - Нови Пазар (Бања), од км 235+917 до км 253+891, у укупној дужини од 17.974 км, по хомогеним потезима:

Хом. потез	Стационажа	Дужина (км)	Ширина коловоза (м)	Ограничење брзине (км/час)
I	km 235+917- km 236+530	0.613	7.70	50
II	km 236+530- km 239+100	2.570	7.70	80
III	km 239+100- km 242+600	3.500	11.00	80
IV	km 242+600- km 244+500	1.900	11.00	80
V	km 244+500- km 251+320	6.820	11.00	80
VI	km 251+320- km 252+700	1.380	11.00	80
VII	km 252+700- km 253+891	1.191	11.00	80
VIII	km 235+917- km 236+530	0.613	7.70	50

Табела 1. Карактеристике деонице по хомогеним потезима

Сви хомогени потези пипадају ванградском типу деонице као и стандардној, двотрачној категорији пута. Ширина банке на свим потезима износи 1.25 m.

3.2. Коловозна конструкција

Подаци о структури и карактеристикама постојеће коловозне конструкције на деоници државног IB 22: Рашка (Косовска Митровица) – Нови Пазар (Бања), од км 235+917 до км 253+891, у укупној дужини од 17.974 км, су добијени на основу истражних радова који су спроведени.

У циљу утврђивања структуре коловоза отворено је укупно 19 сондажних јама као и узимање узорака асфалта са 22 опитна места (попречних профила).

Према структури коловозне конструкције издвојени су следећи хомогени потези:

Потез	Дебљина асфалтних слојева (cm)	Дебљине слоја од неvezаног каменог агрегата (cm)	Укупна дебљина коловозне конструкције (cm)
km 235+980 – km 237+200	18	38	56
km 237+200 – km 240+100	18	28	46
km 240+100 – km 241+200	18	45	67
km 241+200 – km 247+050	19	33	52
km 247+050 – km 248+100	18	50	68
km 248+100 – km 252+050	18	40	58
km 252+050 – km 253+931	17	33	50

Табела 2. Хомогени потези према структури коловозне конструкције

3.3. Стање коловоза

3.3.1. Збирни приказ коловоза

Одређивање хомогених потеза

На основу анализираних параметара:

- дефлексија површине коловоза
 - подужне равности површине коловоза
 - попречне равности површине коловоза
 - стања оштећености површине коловоза
 - постојеће структуре коловозне конструкције
 - лабораторијских испитивања материјала од којих је изграђен коловоз
- дефинисани су следећи хомогени потези:

Р.б.	Хом. потез	Стационажа (км)	Дужина хом. потеза (км)
1	I	km 235+980 – km 239+100	3.120
2	II	km 239+100 – km 242+600	3.500
3	III	km 242+600 – km 244+500	1.900
4	IV	km 244+500 – km 251+320	6.820
5	V	km 251+320 – km 252+700	1.380
6	VI	km 252+700 – km 253+931	1.231

Табела 3. Карактеристични хомогени потези

3.4. Пројектно решење коловозне конструкције

Закључци који проистичу из анализе стања постојећег коловоза утицали су на доношење одлуке о начину санације постојећег коловоза.

Општи закључци на нивоу целе деонице су следећи:

- нису потребни радови на проширењу постојећег коловоза,
- не постоје проблеми са бочним улегнућима – денивелацијама (услед нестабилности у трупцу пута), те нема потребе за радовима на санирању ових оштећења и за радовима на санирању косина нестабилних насипа,
- постојеће бетонске ивичне траке нису изломљене ни денивелисане,
- улога ових трака је веома значајна са конструктивног аспекта за одржавање бочне стабилности пута,
- најдоминантнији тип оштећења су попречне пукотине које се рефлектују из првог носећег слоја од бизуменизираног материјала.

Решење санације коловозне конструкције подразумева делимичну замену постојећих асфалтних слојева на ~55% деонице, појачање новим асфалтним слојевима на ~38% деонице и на ~7% деонице значајније радове условљене лошом носивошћу постојећег коловоза. Појачање подразумева издизања постојеће нивелете. Решењем се мора предвидети и нивелациона корекција система за одводњавање (банкине, риголи, ивичњаца,...).

Економским поређењем варијантних решења утврђено је да су решења предложена Варијантом 1 (примена геокомпозитне мреже) знатно скупља и да је Варијанта 2 са аспекта финансијског вредновања оптимално решење.

На основу изнетих анализа и закључака, за даљу анализу, у оквиру израде пројектне документације разматрана су решења дефинисана Варијантом 2.

Укупно еквивалентно саобраћајно оптерећење

Укупно еквивалентно саобраћајно оптерећење од 80кN за пројектни период од 10 година (почетна година експлоатације је 2018.) износи:

- Деоница: ID 02230 (Рашка (К. Митровица) – Рашка (Кути))

$ECO_{80kN}(10\text{год.}) = 2.9 \times 10^6$ стандардних осовина од 80кN.

- Деоница: ID 02231 (Рашка (Кути) – Нови Пазар (Бања))

$ECO_{80kN}(10\text{год.}) = 3.6 \times 10^6$ стандардних осовина од 80кN.

Како је дужина прве подеонице само 550m, на целој деоници усвојено је саобраћајно оптерећење друге подеонице, односно:

$ECO_{80kN}(10\text{год.}) = 3.6 \times 10^6$ стандардних осовина од 80 кN.

4. ЕКОНОМСКА АНАЛИЗА

4.1. Анализа економских показатеља

Економска анализа је урађена помоћу модела HDM-4. Овај модел израчунава дисконтоване токове чистих користи (уштеда) током периода анализе. Економска анализа је спроведена за сваки хомогени потез као и кумулативно за целу деоницу.

4.1.1. Резултати економске анализе

Основну варијанту (Base Alternative) за упоређење са пројектним решењем појачаног одржавања деонице пута сачињава минимум радова на одржавању коловоза у пројектном периоду. Минимум радова на одржавању коловоза се састоји од редовног одржавања пута, заливања пукотина, крпљења ударних рупа и поправки ивица коловоза сваке године у току планског периода.

Варијанту за упоређење (Heavy Maintenance) представљају основна варијанта и радови на појачаном одржавању пута у складу са пројектним решењем према Главном пројекту појачаног одржавања државног ИБ 22 на деоници: Рашка (Косовска Митровица) – Нови Пазар (Бања), од км 235+917 до км 253+891, у укупној дужини од 17.974 км.

У следећој табели су приказани резултати економске анализе:

Преглед економских индикатора *	
Уштеде у трошковима експлоатације возила (мил. €)	8.02
Преглед економских индикатора*	
Уштеде у времену путовања (мил. €)	4.39
Уштеде услед смањења броја саобраћајних незгода	2.29
ИСР (%)	19.5
НСВ (мил. €)	6.66
НСВ / КАП	0.81

Табела 4. Резултати економске анализе – укупна инвестиција

* дисконтоване вредности

4.2. Анализа осетљивости резултата

Анализа осетљивости резултата је споведена за следеће случајеве:

- смањење обима саобраћаја за -20%,
- повећање укупних трошкова радова за +20%,
- смањење обима саобраћаја за -20% и повећање укупних трошкова радова за +20%.

У наредној табели су приказани добијени резултати теста осетљивости кроз следеће економске показатеље:

- Нето Садашњу Вредност (*Net Present Value - NPV*),
- Однос инвестиционих (капиталних) трошкова улагања и Нето Садашње Вредности (*Net Present Value/Capital Investment - NPV/CAP*),
- Економску Интерну Стопу Рентабилитета (*Economical Internal Rate of Return - EIRR*).

Економски индикатор	ИРС (%)	НСВ (мил. €)	НСВ / КАП
Референтна вредност	19.5	6.60	0.81
Повећање трошкова радова за +20%	15.6	5.01	0.61
Смањење стопе саобраћаја за -20%	18.1	5.70	0.59
Смањење стопе саобраћаја за -20% и повећање трошкова радова за +20%	14.3	4.04	0.49

Табела 5. Анализа осетљивости резултата

У следећој табели су приказани резултати теста осетљивости промене Нето Садашње Вредности за различите вредности дисконтне стопе (8%, 10% и 12%):

Р.бр.	Тест осетљивости	Дисконтна стопа		
		8%	10%	12%
1	Нето Садашња вредност - НПВ (мил. €)	6.60	4.88	3.43

Табела 6. Резултати теста осетљивости

Претходно добијени резултати указују на оправданост инвестиције у наведеном периоду анализе 2019-2031. (период анализе: 13 година → 10 година експлоатације деонице после извршених радова на појачаном одржавању).

5. ЗАКЉУЧЦИ И ПРЕПОРУКЕ

- Економска анализа је урађена помоћу модела HDM-4. Овај модел израчунава дисконтване токове чистих користи (уштеда) током периода анализе. Економска анализа је спроведена за период експлоатације рехабилитоване деонице пута од 10 год. Укупан период анализе обухвата 3+10=13 год. (2019.-2031.год.)
- У поступку анализе доминантни утицај има однос уложених средстава и очекиваног ефекта побољшања одвијања саобраћаја, односно смањење експлоатационих трошкова возила и

уштеде у времену путовања, као и одређене уштеде услед смањења броја саобраћајних незгода.

- Разматрана је деоница државног пута IB 22 на деоници: Рашка (Косовска Митровица) – Нови Пазар (Бања), од км 235+917 до км 253+891, у укупној дужини од 17.974 км.
- Базна година за саобраћајне анализе је **2017. год.**
- Радови на појачаном одржавању пута су предвиђени током **2021. год.** (100%).
- Почетна година експлоатације рехабилитоване деонице пута је **2022. год.**
- Трошкови радова на појачаном одржавању деонице пута у овој економској анализи су засновани на резултатима Главног пројекта појачаног одржавања (јули 2019.).
- Укупна вредност инвестиције са применом у 2021. години је процењена на **12,639,865€, односно сса 703,230€ по км пута** (финансијска вредност).
- Добијени резултати економске анализе пројектног решења радова на појачаном одржавању разматране деонице исказаних пре свега кроз Интерну Стопу Рентабилитета (**ИРС= 19.5%**) и Нето Садашњу Вредност (**НПВ= 6.60 мил. €**) указују на оправданост инвестиционих улагања у радове на појачаном одржавању.
- Резултати анализе осетљивости указују на стабилност пројектног решења, поготово ако се има у виду да у оквиру ове анализе нису разматране егзогене користи са социјалног аспекта.

На основу ових резултата може се закључити да је улагање у предложене радове појачаног одржавања на разматраној деоници државног пута IB 22 на деоници: Рашка (Косовска Митровица) – Нови Пазар (Бања), од км 235+917 до км 253+891, у укупној дужини деонице од 17.974 км **економски оправдано.**

6. ЛИТЕРАТУРА

1. „Управљање путном мрежом”, др Небојша Радовић и доц. др Милош Шешлија
2. „Приручнику за анализу трошкова и користи за Србију”, ЈП Путеви Србије, Београд, децембар 2010.
3. „Applying the HDM-4 Model to Strategic Planning of Road Works” – Rodrigo Archondo – Callao
4. „Основе за оптимизацију управљања одржавањем коловоза“ – Небојша Радовић, Ђорђе Узелац и др.

Кратка биографија:



Наталија Глишић рођена је у Градишци, у Републици Српској, БиХ, 1996. године. Дипломски рад на Факултету техничких наука из области Грађевинарства – Путеви, железнице и аеродроми одбранила је 2021. године.