

ПРОЦЕНА СТАЊА И САНАЦИЈА КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ ПУТА ТРЕБИЊЕ - НЕВЕСИЊЕ

Слободан Шупић¹

Милан Уљаревић²

Сузана Вукославчевић³

Иван Лукић⁴

Весна Булатовић⁵

УДК: 625.089.4

DOI:10.14415/konferencijaGFS 2015.047

Резиме: *Наша привреда и друштво умногоме зависе од ефикасног друмског саобраћаја - 85% путовања се обавља аутомобилима и аутобусима. Из тога проистиче потреба за правилним пројектовањем, извођењем и благовременим одржавањем путева, што се проверава кроз показатеље квалитета, као што су безбедност, комфор, пријаност вожње и експлоатациони трошкови при одржавању. У раду је дата процена стања деонице пута Требиње-Невесиње, регионално значајног као приступни пут изградње хидроелектране у Невесињу. Након визуелног прегледа и регистравања оштећења, урађен је контролни прорачун, димензионисана коловозна конструкција уз проверу напона и трајности. У складу са добијеним резултатима, предложене су одговарајуће мере санације и рехабилитације, како би се пут довео у стање потребне носивности и функционалности.*

Кључне речи: *Пут, процена стања, коловоз, прорачун, санација*

1. УВОД

Путеви представљају крвоток савременог друштва. Друмски саобраћај пружа претежни део услуга мобилности за које имају потребе грађани и привреда у Европи. Наша привреда и друштво великим делом зависе од ефикасног друмског саобраћаја - 85% путовања се обавља аутомобилима и аутобусима. С обзиром да

¹ Слободан Шупић, дипл.инж. грађ., Универзитет у Новом Саду, Департман за грађевинарство и геодезију, Трг Доситеја Обрадовића 6, Нови Сад, Србија, е – mail: slobodansupic@gmail.com

² Милан Уљаревић, дипл.инж. грађ., Универзитет у Новом Саду, Департман за грађевинарство и геодезију, Трг Доситеја Обрадовића 6, Нови Сад, Србија, е – mail: umilan89@gmail.com

³ Сузана Вукославчевић, дипл.инж. грађ., Универзитет у Новом Саду, Департман за грађевинарство и геодезију, Трг Доситеја Обрадовића 6, Нови Сад, Србија, е – mail: suzanav@uns.ac.rs

⁴ Иван Лукић, дипл.инж. грађ., Универзитет у Новом Саду, Департман за грађевинарство и геодезију, Трг Доситеја Обрадовића 6, Нови Сад, Србија, е – mail: lookic@uns.ac.rs

⁵ Весна Булатовић, дипл.инж. грађ., Универзитет у Новом Саду, Департман за грађевинарство и геодезију, Трг Доситеја Обрадовића 6, Нови Сад, Србија, е – mail: vesnam@uns.ac.rs

на овај сектор отпада више од 75% копненог теретног саобраћаја, из тог разлога исти има пресудну улогу у свеукупним европским индустријским и трговинским активностима. Урпкос значајним побољшањима током протеклих година, још увек је присутан велики број смртних случајева услед саобраћајних незгода на путевима [1]. Из тога проистиче потреба за правилним пројектовањем, извођењем и благовременим одржавањем путева. Стање саобраћајних објеката контролише се пре свега због непрестаног повећавања тешког теретног саобраћаја, природних непогода (поплаве, земљотреси итд) и све агресивнијих и штетнијих утицаја средине. Без редовног и доброг надзора, није довољно редовно одржавање, па су у тим случајевима потребни комплекснији и знатно скупљи захвати [2].

У раду је дата процена стања и наведене су потребне мере санације за коловозну конструкцију приступног пута од регионалног значаја Требиње – Невесиње, обухваћеног у склопу изградње хидроелектране Дабар у Невесињу. Траса пута је новопробијена и пут је направљен на терену где раније није постојао пут. Радови на предметној деоници су завршени у јулу 2013. године, када је предметна деоница и отворена за саобраћај. Први видови оштећења су запажени у априлу 2014. године, па је из тог разлога приступљено процени стања коловозне конструкције у односу на карактеристике пута у циљу одређивања интензитета оштећења и предузимања адекватних мера санације.

2. ПРОЦЕНА СТАЊА КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

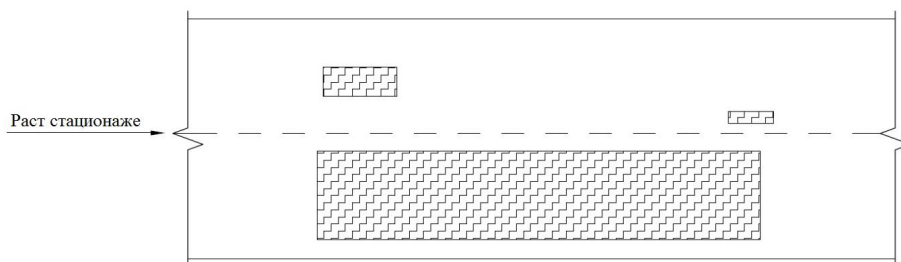
Прегледана деоница саобраћајнице је укупне дужине 4735.24 m са укупном ширином коловоза од 5.5 метара. Извршен је детаљан визуелни преглед, а регистрована оштећења су означена по положају у односу на најближе профиле.

Карактеристична оштећења коловозне површине су:

- Дефлексије,
- Мрежасте пукотине / испуцала површина коловоза,
- Деформације / неравност коловоза.

Процентуална заступљеност оштећења на деоници је $\approx 8.5\%$.

На слици 1 дат је шематски приказ величине оштећења већег дела деонице. Десна страна коловоза у правцу раста стационаже је знатно више оштећена. Реч је о приступном путу за изградњу бране па се у том правцу крећу теретна возила са материјалима.



Слика 1 - Шематски приказ величине оштећења на путу

Регистрована оштећења коловозне површине су приказана на сликама 2-4. Након скидања асфалтног слоја извршен је и визуелни преглед тампон слоја и утврђено да је уграђени тампон слој неодговарајућег квалитета – природни материјал из ископа (слика 5).



Слика 2 – Мрежасте пукотине, испуцала површина коловоза



Слика 3 – Испуцала површина коловоза



Слика 4 – Изглед коловоза, дефлексија, задржавање воде на коловозној површини



Слика 5 – Ископ за контролу квалитета тампон слоја

3. КОНТРОЛНИ ПРОРАЧУН КОНСТРУКЦИЈЕ

Према [3], саобраћајно оптерећење је дефинисано са бројем еквивалентних осовина (ЕСО 8.2 тона) за лако саобраћајно оптерећење - 10^6 прелаза еквивалентних осовина.

Према [4], за $T_u = 10^6$ и за усвојену вредност ЦБР-а потребни су следећи слојеви коловозне конструкције:

Асфалтни слојеви	6 cm
Тампон слој	20 cm (CBR 10%)

3.1 Контролно димензионасање (ЈУС У.Ц4.012)

На основу података из пројектне документације извршено је контролно димензионасање коловозне конструкције по домаћим важећим стандардима.

$$T_u = 1 \times 10^6 \text{ ESO } 82\text{kN}$$

$$\text{CBR} = 10\% \rightarrow \text{постељица средњег квалитета} \rightarrow a_3 = 0.08$$

$$S_M(\text{BNS}) = 3 \text{ kN} \rightarrow a_2 = 0.22$$

АВ 11 = 4 cm
БНС 22 = 6 cm
Слој невезаног материјала 0/63 = 33 cm

Слика 5: Потребне дебљине слојева коловозне конструкције

3.2 Контролно димензионасање (AASHTO metoda)

AASHTO метода је метода калифорнијског универзитета на коју се у великој мери ослањају домаћи правилници за димензионасање и прорачун коловозних конструкција. Потребне дебљине коловозне конструкције добијене из софтвера дате су у табели 1.

Табела 1: Потребне дебљине коловозне конструкције добијене из софтвера Asphalt institute SW-1

Коловозна конструкција	
Асфалтни слој АВ(mm)	50.8
Асфалтни слој БНС(mm)	127.0
Шљунак (mm)	101.6
Укупна висина (mm)	279.4

3.3 Провера отпорности на мраз

Како би се коловозна конструкција пута заштитила од штетних утицаја смрзавања или од оштећења, потребно је да буде изведена од отпорних материјала на одређеној дубини. Искуства стечена на путевима на којима су велика саобраћајна оптерећења, где нису забележена никаква оштећења услед смрзавања и отапања, показала су да минимална потребна дебљина коловозне конструкције хмин (тј. дебљина отпорних материјала) није једнака мереној максималној дубини продирања мраза хм, али да је, према правилу, довољна мања укупна дубина хмин слојева материјала отпорних на мраз [5]. Критеријуми за потребну дебљину коловозне конструкције са аспекта заштите од смрзавања дати су у табели 2..

Табела 2: Захтеване дебљине коловозне конструкције на дејство мрза [5]

Отпорност материјала испод коловозне конструкције на утицаје смрзавања и отапања	Хидролошки услови	Дебљина коловозне конструкције h_{\min}
Отпоран	Повољни	$\geq 0.6 h_m$
	Неповољни	$\geq 0.7 h_m$
Неотпоран	Повољни	$\geq 0.7 h_m$
	Неповољни	$\geq 0.8 h_m$

За посматрану деоницу пута:

$h_m = 70 \text{ cm}$ (дубина продирања мрза за географски положај деонице)

$h_{\min} = 0.6 \cdot 70 \text{ cm} = 43 \text{ cm}$

Укупна дебљина коловозне конструкције износи: $20+6 = 26 \text{ cm} < 43 \text{ cm} = h_{\min}$

3.4 Провера напона, замора материјала и трајности конструкције

За прорачун напона и деформација кориштен је рачунарски програм „SNJ-Thickness design“ заснован на прорачуну програма „ДАМА“, Асфалтног института САД. Програм врши прорачун напона и деформација у појединим слојевима коловозне конструкције, изазваних задатим оптерећењем од стандардног возила, према методи Бурмистер-а за рачунање вишеслојног еластичног система. Предност наведеног програма у односу на друге сличне програме је што прорачун обавља за сваки месец током године и при томе се рачуна са температурама карактеристичним за тај месец. За асфалтне слојеве се одређују модули који одговарају температурама, па се стање напона и деформација током 12 месеци добија много реалније него када се рачуна само са просечном годишњом температуром, што је посебно значајно за анализу замора.

Резултати прорачуна су дати у табели 3, одакле читавамо кључни податак – пројектни век конструкције дат у годинама од тренутка завршетка деонице пута.

Табела 3 - Резултати прорачуна - Advanced Structural Analysis (ДАМА)

Пројектни век конструкције				
Слој	Врста оштећења	Критично место	Пројектни век	Design repetitions
БНС	Замор	1	1.5	7.47E+04
Постељица	Деформација	3	5.4	2.68E+05

Добијени пројектни век конструкције је: 1.5 година за слој – БНС 22, а 5.4 година за слој – постељица.

4. ЗАКЉУЧАК

Након визуелног прегледа, анализе пројектне документације и нумеричке анализе у погледу напона и деформација оштећене предметне трасе, може се закључити да

пројектована конструкција не задовољава захтеве у погледу носивости и деформација. Узроци оштећења су вишеструки и на неким местима делују тако да суперпонирају своје деструктивне утицаје, а на неким делују самостално и изоловано па су евидентирани следећи проблеми:

- Неправилно пројектом димензионисана конструкција,
- Неадекватно уграђен тампон слој,
- Недостаје хабајући слој који би заштитио конструкцију од пропадања.

Анализирајући предочене закључке и запажања предлажу се следеће мере санације и рехабилитације:

- Прва варијанта - неекономично али квалитетно и дугорочно решење: у циљу постизања комплетне искоришћености у погледу носивости, употребљивости и трајности, треба извршити скидање асфалтног слоја, замену тампон слоја у потребној дебљини и асфалтирање у 2 слоја БНС + АБ у дебљинама добијеним контролним прорачуном.
- Друго алтернативно привремено решење (економичније, краткорочно и непоуздано решење): на местима где је утврђено да је подлога и тампон слој неодговарајућег квалитета, треба додати слој АБ 11 дебљине 5 cm. Овакав вид решења није сигурно и поуздано решење из разлога што не даје сигурност у погледу утицаја мраза на постељицу, нити решава проблем трајности конструкције, али би задовољило критеријуме у погледу носивости, тј. пријема оптерећења и избегавања деформација.

НАПОМЕНА:

Истраживања у овом раду су реализована у оквиру пројекта Департмана за грађевинарство и геодезију Факултета техничких наука у Новом Саду: "Развој и примена савремених поступака за пројектовање, грађење и одржавање грађевинских објеката".

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Видан, Г., Имре, П.: Форум европских националних истраживачких лабораторија за путеве ФЕХРЛ 2009. Часопис друштва за путеве Србије "Пут и саобраћај", број 1, 2010., стр. 5-6.
- [2] <http://www.mapei.com/RS-SR/document.asp?IDCartella=794> преузето 06.02.2015.
- [3] СРПС У.Ц4.010: Пројектовање и грађење путева – Одређивање укупног еквивалентног саобраћајног оптерећења за димензионисање асфалтних коловозних конструкција, 1981.
- [4] СРПС У.Ц4.012: Пројектовање и грађење путева – Димензионисање нових асфалтних коловозних конструкција, 1981.
- [5] Приручник за пројектовање путева у Србији, ЈП Путеви Србије, Београд, 2012., стр. 44

PAVEMENT CONDITION ASSESSMENT AND REHABILITATION OF ROAD TREBINJE-NEVESINJE

***Summary:** Our economy and society depend heavily on efficient road transport - 85% of travel is done in cars and buses. This gives rise to the need for proper planning, execution and timely maintenance of roads, which is monitored by the quality indicators, such as safety, comfort, amenity while driving and operating costs in maintenance. This paper includes pavement condition assessment of the road Trebinje-Nevesinje, as a significant regional access road to hydropower plant in Nevesinje. After visual inspection and registration of damages, control calculation with dimensioning of pavement and evaluation of stresses and durability have been executed. In accordance with the results, the appropriate measures are given for repair and rehabilitation, in order to put the road into a state of necessary load-bearing ability and functionality.*

***Keywords:** Road, assessment, condition, pavement, rehabilitation*