

УСКЛАЂЕНОСТ СТРАТЕГИЈЕ ОДРЖАВАЊА, ПЛАНИРАЊА И ПРОЈЕКТОВАЊА РЕХАБИЛИТАЦИЈЕ КОЛОВОЗА

Славољуб Ерјавец

Институт за путеве А.Д., Београд, Србија

Резиме: *Када и у којој мери ће се извршити поправка коловоза, каквих ће карактеристика бити коловозни заспор обновљене коловозне конструкције зависи од дефинисане путне полиције. Стратегија одржавања последица је путне полиције. Планирање одржавања коловоза, избор уређаја за праћење стања, избор параметра који одређује да ли нека деоница треба детаљно да се анализира, зависи од избора стратегије одржавања коловоза. Различити делови једне исте путне мреже могу имати различите прилике у одржавању коловоза. На тај начин, путеви на којима се захтева висок ниво услуге коловоза имају потребу за одржавањем добрих конструктивних карактеристика конструкције па се захтева рана сигнајна о стању њене нарушености што условљава примену уређаја који дају одговор на ово питање већ у фази планирања. У том контексту, пројектовање рехабилитације коловоза представља само наставак анализе стања, детаљније и студиозније.*

Кључне речи: *Стратегија одржавања, планирање рехабилитације, пројектовање рехабилитације коловоза.*

HARMONIZATION OF STRATEGY, PLANNING AND DESIGN OF PAVEMENT REHABILITATION

Abstract: *Defined politics of the pavement construction determines the strategy of the pavement maintenance. Selection of the devices and parameters that decide which section should be detailed analysed depend on the strategy chosen. Different parts of the same road network could have different approaches in pavement maintenance. That way we should maintain the high bearing capacity of the pavement on the roads that require high level of quality. That is why the early detection of the distress range is required, and that determines the choice of the devices needed. Pavement design is in fact the continuation of the pavement condition analysis on the network level, only it is more studious and detailed.*

Key words: *Pavement maintenance strategy rehabilitation planning ,pavement rehabilitation design.*

1. ОПШТЕ

Коловозне конструкције захтевају одржавање због оштећености коловозне конструкције, недовољног коефицијента трења коловоза или због потребе да се задовоље специфични захтеви везани за унапређење безбедности, комфора и здравља корисника и непосредног окружења.

Када површина коловоза постаје клизава, повећава се ризик од саобраћајних несрећа. Величина прионљивости пнеуматика на коловоз, нарочито влажан, суштинска је за очување могућности управљања возилом у условима скретања или маневра избегавања препреке на путу, који мобилишу силе трења у попречном смислу, управне на површину пута, као и за смањење зауставног пута у условима кочења. Незадовољавајућа вредност коефицијента трења представља довољан разлог за интервенцију – рехабилитацију коловоза.

Има пуно позитивног у развоју друмског саобраћаја, међутим упознали смо многе негативности које он доноси. Коловозна конструкција преко своје површине комуницира са корисницима и окружењем и у неким својим аспектима може позитивно утицати на умањење негативног утицаја пута на окружење. Захтеви друштва у вези са безбедношћу, комфором и здрављем корисника, окружења као и естетиком захтевају израду одговарајућег хабајућег слоја па то може представљати разлог за интензивнију одржавања хабајућег слоја коловозне конструкције, на пр. захтев за смањењем буке упућује на потребу израде хабајућег слоја који снижава постојећи ниво или постоји захтев за коловозним застором који се уклапа у амбијент.

Иако и оштећеност коловозне конструкције има директног утицаја на економију, безбедност, комфор и здравље корисника и окружења, прва два наведена наведена разлога за одржавања коловозне конструкције искључиво зависе од карактеристика хабајућег слоја па се директно избором хабајућег слоја може одговорити на захтев за ублажавања проблема. Трећи разлог за рехабилитацију коловоза, оштећеност коловозне конструкције, може бити у вези са површинским слојевима, али узрок проблема може потицати и из доњих, носећих слојева коловозне конструкције. Носећи слојеви могу делимично или потпуно изгубити свој капацитет носивости. Такође и постељица коловозне конструкције како и доњи stroj пута могу бити у основи проблема оштећивања, односно пропадања коловозне конструкције. Због тога су потребна детаљна испитивања постојећег стања, утврђивање дијагнозе, како би се установио највероватнији узрок и како би се могла пројектовати адекватна мера примерена проблему.

Планирање одржавања коловозне конструкције може полазити од начела да се ради о врсти конструкције са својим специфичностима која поседује закономерност у процесу оштећивања и стога захтева разумевање тог процеса у целокупном периоду одржавања до са друге стране, оно може не залазити у узроке стања већ се може задовољити симптомима тог стања. Избор присупа опредељује избор стратегије одржавања коловозне конструкције.

2. ОСНОВНЕ СТРАТЕГИЈЕ ОДРЖАВАЊА КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

2.1 Стратегија високих почетних улагања

Пукотине у коловозу могу настати као последица термичких утицаја, замора пореклом са површине коловоза и као последица замора материјала пореклом из носећег слоја. Савремене методе за прорачун трајности коловозне конструкције управо су базиране на провери трајности на замор материјала носећег слоја коловозне конструкције. Када и у којој мери ће се извршити поправка коловоза зависи од одлуке о потреби да се одржава висок ниво капацитета носивости носећих слојева коловозне конструкције. Приступ који подржава долуку да се планирање одржавања коловоза спроводи на начин да штите добре механичке карактеристике коловозне конструкције, да коловозна конструкција дуго трају уз мали ризик увођења ограничења у коришћењу коловоза познат је као "стратегија високог почетног улагања"¹. Ова стратегија примењује се на путевима на којима су допуштени мали су ризици прекида саобраћаја због одржавања коловоза, па је ометање корисника прихватљиво једино у случају периодичног обнављања хабајућег слоја (због одржавања високог нивоа безбедности и комфора и очувања интегритета структуре). Коловозна конструкција према "стратегија високог почетног улагања" има трајност значајно већу од циклуса за који се пројектује што

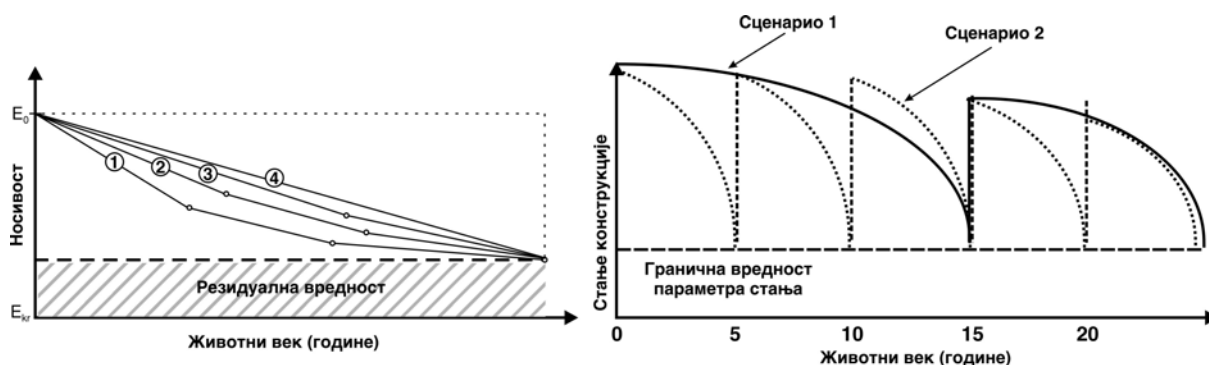
одговара циљу да се располаже коловозом који ће имати структурна оштећења тек после дугог периода експлоатације. При томе се интервенције врше у циклусима који одговарају периодима обнављања хабајућег слоја.

2.2 Стратегија ниских почетних улагања

Коловози који се пројектују за краћу трајност и са већим усвојеним ризиком, претпостављају брзу промену механичких карактеристика, иако је почетни ниво услуге добар и у многоме зависи од изабараних карактеристика хабајућег слоја. Овде се подразумева и повећан ризик од утицаја климе. Према наведеној стратегији ("стратегија ниских почетних улагања") коловозна конструкција има трајност реда величине трајности карактеристика површине коловоза па се након првог периода експлоатације изводе радови структурног одржавања са поправљањем карактеристика површине коловоза. Обележје ове стратегије је интервенисање на одржавању када је достигнут дозвољени праг оштећења видљивих на самој површини коловоза. Оваква стратегија је намењена секундарним путевима на којима се може дозволити и прихватити осетно опадање нивоа услуге између две интервенције појачања и појава периода искључивања пута из саобраћаја због обављања радова.

3. ИЗБОР СТРАТЕГИЈЕ ОДРЖАВАЊА КОЛОВОЗА

Стратегија ниских почетних улагања се може сматрати подразумевајућом. Да ли постоји део путне мреже коју треба одржавати у складу са "стратегијом високих почетних улагања" потребно је утврдити. Део путне мреже за који се претпоставља да потенцијално одговара наведеној стратегији одржавања врши се прикупљање података о постојећем стању на највишем нивоу поузданости. У односу на оцену постојећег стања (дефинисану на нивоу познавања узрока проблема на појединим хомогеним потезима) креирају се алтернативни сценарији одржавања (у контексту оба изложена стратешка концепта) и то према хомогеним деоницама издвојене путне мреже². Слика 1 илуструје изложен концепт концепт.



Слика 1 Креирање сценарија одржавања у складу са основним стратегијама одржавања коловоза

Период анализе је довољно дуг како би све алтернативе, па и оне које захтевају веће трошкове на почетку, добиле прилику да покажу своју евентуалну предност, али са друге стране, не превише дуг, како би се сачувала смисленост прорачуна. Сценарија која прате стратегију високих почетних улагања треба да имају јединствену теоретску

вредност резидуалне носивости на крају периода анализе, док сценарија која прате стратегију ниских почетних улагања треба да имају јединствену граничну вредност параметра стања изабраног као критеријум (PSI, PCI, IRI).



Слика 2 Шематски приказ поступка избора оптималне стратегије одржавања коловозне конструкције

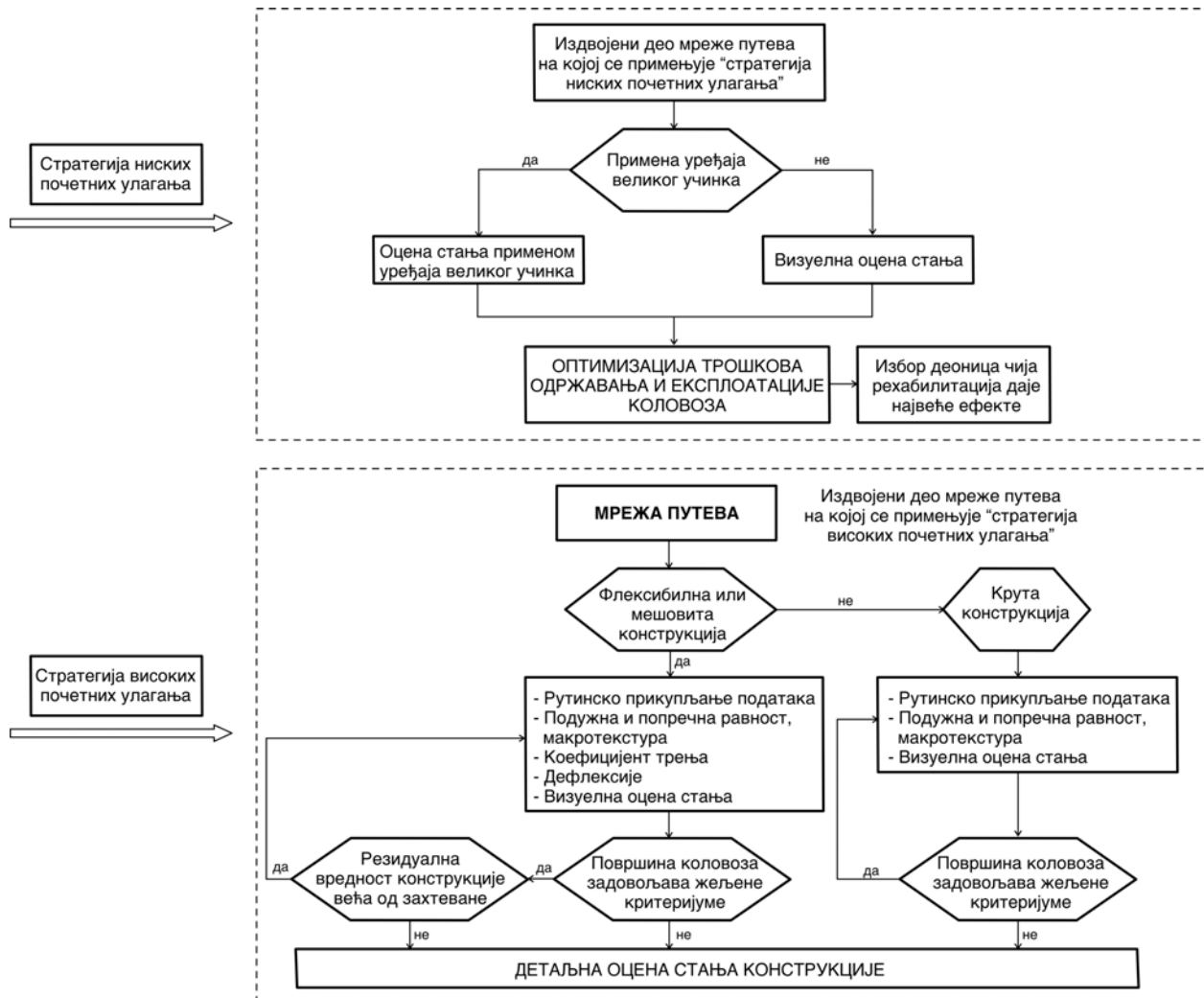
Економска анализа трошкова према појединим сценаријима одржавања (укупни трошкови одржавања и експлоатације) опредељујућа је при избору оптималног сценарија па према томе и оптималне стратегије којој издвојен сценарио припада. На тај начин се долази до става о томе да ли је стратегија високих почетних улагања оптимална стратегија одржавања за издвојени-анализирани део мреже путева. Уколико економске могућности друштва допуштају примену оптималне стратегије одржавања анализа стања се даље спроводи у складу са дефинисаном стратегијом. Слика 2 илуструје начин на који се долази до стратешког приступа одржавања коловоза издвојеног хомогеног дела путне мреже.

4. УСКЛАЂЕНОСТ НИВОА МРЕЖЕ СА ИЗБОРОМ СТРАТЕГИЈЕ ОДРЖАВАЊА

Успостављањем путне политике, дефинисањем стратегије одржавања за поједине делове путне мреже и постављањем дозвољеног нивоа захтеваног параметра стања стиче се основ планирање одржавања коловоза на нивоу мреже путева. Зависно од примењене стратегије, развијени су бројни системи за управљање одржавањем коловоза.

Системи управљања одржавањем коловоза који подржавају "стратегију ниског почетног улагања" базирани су на познавању параметара стања површине а тичу економичног и евентуално безбедног одвијања саобраћаја. Параметри који се користе

при вредновању алтернативних сценарија одржавања коловоза подацима су оштећеност површине коловоза³ или параметар подужне неравности површине коловозне конструкције⁴. На слици 3 приказан је процес оцене стања на нивоу мреже када се примењује једна од наведених стратегија одржавања коловозне конструкције.



Слика 3: Шематски приказ процедуре оцене стања на нивоу путне мреже

Са друге стране системи за управљање одржавањем коловоза који подржавају стратегију високих почетних улагања захтевају приступ по коме се утврђује губитак носивости у раној фази појављивања. Овај концепт предвиђа потпун програм испитивања који укључује и поступке као што је мерење дефлексија и визуелну оцену стања. Неопходност извршења наведених мерења потиче од чињенице да коловозне конструкције могу поседовати ниску вредност резидуалне носивости а да се не уочавају манифестације на површини коловоза или прогнозирано саобраћајно оптерећење превазилази капацитете носивости постојеће коловозне конструкције. Носећи слој коловозне конструкције пролазећи кроз процес оштећивања прелази пут од неоштећеног до потпуно деградираног слоја. У оквирима механике коловоза, животни век конструкције представља процес смањења крутости меродавног слоја, од његове почетне вредности, на почетку животног века, па до вредности модула крутости који слој има када се за њега каже да нема преосталу – резидуалну носивост. Теоретска

вредност ефективног модула крутости која има половину почетне вредности ефективног модула крутости, јесте вредност која треба да представља замор материјала (крај животног века меродавног носећег слоја). На тај начин модул крутости представља меру преостале-резидуалне вредности носивости меродавног-носећег слоја конструкције. Ниво преостале-резидуалне вредности носивости, дефинисан кроз модул крутости меродавног-носећег слоја, може представљати критеријум за улазак у "фазу истраживања детаљне оцене стања". Детаљна испитивања су релативно спора и не могу се спроводити на мрежи од неколико хиљада или пар десетина хиљада километара путне мреже. Тежи се развоју опреме и методе које дају бржу индикацију потребе за детаљним испитивањем. Утврђено је да показатељ PCV⁵ (Proportional Change in Variance - параметар који описује промену у подужној равности у прецизно дефинисаном временском интервалу) може бити индикатор стања структуре па на тај начин параметар PCV супституише параметар носивости добија смисао параметар стања структуре коловоза. Он може бити кључан параметар помоћу кога могу да се издвоје деонице пута са могућим структурним проблемима и на тај начин редукују се потребе за прикупљањем података о оштећености и мерење дефлексија површине коловоза на целој мрежи путева.

5. УСКЛАЂЕНОСТ ПРОЈЕКТОВАЊА РЕХАБИЛИТАЦИЈЕ КОЛОВОЗА СА ИЗБОРОМ СТРАТЕГИЈЕ ОДРЖАВАЊА

5.1 Основне поставке пројектовања рехабилитације коловоза за случај стратегије високих почетних улагања

Детаљна оцена стања се фокусира на дефинисање узрока постојећег стања. Пројектовање рехабилитације коловозне конструкције може се поделити у две основне фазе. Прва фаза представља анализу постојећег стања која резултује утврђивањем специфичних проблема који се јављају на појединим потезима-хомогеним деоницама. Другу фазу чини пројектовање могућих алтернатива и избор пројектног решења у складу са дефинисаном путном политиком, условима експлоатације и потенцијалним специфичним ограничењима.

Ниво мреже је утврдио постојање деоница које имају проблем резидуалне носивости, оштећености или недостатка коефицијента трења површине коловозне конструкције. Стога анализа на нивоу деонице треба да води давању одговора на питање која врста проблема је присутна на издвојеној деоници и која даља истраживања на опитним пољима је потребно извршити у циљу дефинисања врсте проблема како и само недвосмислен суд о проблему.

5.2 Основне поставке пројектовања рехабилитације коловоза за случај стратегије ниских почетних улагања

Потребни подаци и за оцену и анализу постојећег стања могу се категорисати у више нивоа поузданости. Највиши ниво поузданости укључује испитивања и анализе које су предвиђене стратегијом високих почетних улагања, док испитивања на најнижем нивоу поузданости подразумевају коришћење података о стању коловоза из пројектне архиве уз ограничено, селективно коришћење уређаја и метода за мерење параметара стања коловозне конструкције⁶.

6. ЗАКЉУЧАК

Приступ у анализи стања на нивоу мреже зависи од избора стратегије одржавања коловоза. Да се анализа стања на нивоу мреже не може реализовати мимо дефинисане стратегије говори то да са једне стране "стратегија високог почетног улагања" коловоза почива на познавању резидуалне носивости што је у директној вези са познавањем структурних квалитета конструкције на мрежи путева док су са друге стране за "стратегију ниских почетних улагања" од значаја искључиво параметри стања површине коловоза. То значи, да "стратегија високог почетног улагања" коловозне конструкције захтева приступ који обезбеђује откривање губитка носивости у раној фази појављивања, како би се спречио губитак резидуалне носивости до које може када се анализирају искључиво параметри стања површине коловозне конструкције. Овакав приступ захтева познавање структуре коловозне конструкције и дефлексија мерених на њеној површини као и прогнозе саобраћајног оптерећења већ на нивоу мреже. Деонице које немају захтевану вредност резидуалне носивости директни су кандидати за анализу на нивоу деонице (ниво пројекта). Тада анализа узрока постојећег стања представља логичан след у процесу планирања и пројектовања одржавања коловозне конструкције на издвојеном делу путне мреже уз укључење уређаја и опита који ће недвосмислено довести до дијагнозе постојећег стања.

Насупрот описаном приступу, применом "стратегије ниских почетних улагања", оставља се отвореним могућност да се на нивоу пројекта рехабилитације коловозне конструкције изабере ниво поузданости у утврђивању постојећег стања и пројектовања мера рехабилитације.

Врло често се путна мрежа дели на хомогене делове мреже тако да се за различите делове мреже путева примењују различите стратегије одржавања. На пример, на путевима са високим нивоом саобраћајног оптерећења оптимална стратегија тежи стратегији "стратегија високог почетног улагања", док се на путевима са малим саобраћајним оптерећењем може показати да и "стратегија ниског почетног улагања" даје задовољавајуће резултате.

РЕФЕРЕНЦЕ

¹ LCPC, SETRA, *Conception et dimensionnement des structures de chaussee, Guide technique*, France, 1994., pp.49-53

² Christopher R. Bennett, William D.O. Paterson, *Highway Development and Management, A Guide to Calibration and Adaptation*, Paris, pp.164-166

³ USACERL, *Pavement Maintenance Management System*, 1970, Illinois

⁴ Delft University of Technology, *Road Engineering for Developing Countries*, 1987, Netherlands

⁵ Jordan, P.G., Cooper D.R.C, *Road Profile Deterioration as an Indicator of Structural Condition*, RR 183, Transport and Road Research Laboratory, 1989., Great Britain

⁶ NCHRP, *Guide for Mechanistic-Empirical Design of New and Rehabilitated Pavement Structures, Part 2 – Design Inputs, Chapter 5 – Evaluation of existing pavements for Rehabilitation*, Washington, 2004.