Уређивачки одбор:
др Драженко Главић, дипл. инж.саоб.
Саобраћајни факултет, Универзитет у Београду
Aleksandar Stevanovic, Ph.D. T.E.
Florida Atlantic University, USA
др Горан Младеновић, дипл. грађ.инж.
Грађевински факултет, Универзитет у Београду
др Дејан Гавран, дипл. грађ.инж.
Грађевински факултет, Универзитет у Београду
др Игор Јокановић, дипл. грађ.инж.
Архитектонско-грађевински факултет Универзитет у Бања Луци
др Марија Маленковска-Тодорва, дипл. инж.саоб.
Технички факултет, Битола
др Радојка Дончева дипл.град.инж.,
Градежен факултет, Универзитет "Св. Кирил и Методиј", Скопје
др Ђорђе Лајшић, дипл.ек.
Институт за грађевинарство "IG", Бања Лука
др Борис Антић, дипл. инж.саоб.
Саобраћајни факултет, Универзитет у Београду
мр Новица Стевановић, дипл. грађ.инж.
Саобраћајни Институт ЦИП, Београд
Светозар Миленковић, дипл.инж.геол.
Институт за путеве, а.д., Београд
мр Небојша Кнежевић, дипл. инж.техн.
Институт за грађевинарство "IG", Бања Лука
мр Слободан Станаревић, дипл. грађ.инж.
Институт за грађевинарство "IG", Бања Лука
Владан Тасић, дипл. инж. хидрогеологије
Институт за путеве, а.д., Београд
мр Боривоје Алексић, дипл. инж. саоб.
Институт за путеве, а.д., Београд
мр Симеун Матовић, дипл. грађ.инж.
Симм-инжињеринг, Подгорица
Miloš Mladenović, M.Sc.B.Sc.
Virginia Tech Transportation Institute, Blacksburg
Горан Шеница, дипл. грађ. инж.
Институт за путеве, а.д., Београд
Момчило Вељовић, дипл. грађ.инж.
Ј.П. Путеви Србије, Београд
Дејан Весић, дипл. грађ.инж.
Институт за путеве, а.д., Београд

Главни и одговорни уредник:
др Драженко Главић, дипл. инж.саоб.

Технички уредник:
Бранислав Бањац, дипл. инж. саоб.

Лектура и коректура:
Мр Јелена Добриловић, проф.

Маркетинг и односи с јавношћу
Тамара Мотренко, дипл.фил.

Издавач: Српско друштво за путеве VIA-VITA

Адреса редакције:
Српско друштво за путеве, 11221 Београд, Кумодрашка 257
Тел./факс: 011/2493-134, Текући рачун: 355-1002423-53
e-mail: putisaobracaj@via-vita.org.rs putisaobracaj@gmail.com

Претплата за часопис: Претплату за часопис уплатити на рачун Српског друштва за путеве 355-1002423-53, а огласе и радове слати на putisaobracaj@via-vita.org.rs,

Годишња претплата за 2012.г: За правна лица 4 примерка часописа 25.000 динара. За иностранство 50 ЕУР/1 примерак.

Резимеи и део текстова који се објављују у часопису могу се читати и претраживати и на интернету, на сајту Српског друштва за путеве: **www.via-vita.org.rs/,** и на сајту **http://scindeks.nb.rs/**

Насловна страна: Scenic highway autumn wall in blue sky

Тираж: *600 примерака,*
Штампа: *„АТЦ – Штампа и издаваштво“ - Београд*

Пут и саобраћај

Journal of Road and Traffic Engineering

ЧАСОПИС СРПСКОГ ДРУШТВА ЗА ПУТЕВЕ

Број 3 ● Јул - Септембар 2012. ● Година LVIII

VIA – VITA!

ОБАВЕШТЕЊЕ бр. 1

Часопис Пут и саобраћај је присутан у он-лине индексираној бази SCIndeks-српски национални цитатни индекс, а у току је процедура пријаве на следеће светске индексиране базе података: Index Copernicus, Trid, Doaj, ProQuest, CrossRef. Такође неки чланци су доступни и на сајту СДП VIA-VITA www.via-vita.org.rs.

ОБАВЕШТЕЊЕ бр. 2

На професионалној мрежи LinkedIn основана је група Пут и саобраћај , док је на Twiteru отворени налог "Put_i_saobracaj". Корисници наведених мрежа сад могу on-line да прате активности часописа преко наведених сервиса.

ОБАВЕШТЕЊЕ бр. 3

На сајту СДП VIA-VITA www.via-vita.org.rs се налази word template (на српском и енглеском) за писање рада као и Технички захтеви и упутство ауторима. Исти се могу скинути са сајта www.via-vita.org.rs потенцијалне ауторе радова упућујемо да посете сајт и скину наведена фајлове.

ОБАВЕШТЕЊЕ бр. 4

СДП "VIA-VITA", у наредном периоду организује следеће скупове:
1. Источни коридор, Београд-Пожаревац-Неготин-граница Румуније/Бугарске крајем 2012.г.
2. Пут и животна средина у Мају 2013.г.

ОБАВЕШТЕЊЕ бр. 5

СДП "VIA-VITA", је одржала у јуну 2012.г. у Врњачкој Бањи редовну годишњу скупштину као и саветовања "Аутопут на правцу Е761 од границе Републике Српске (Котроман) до Појата". и "Савремене технологије у примени нових материјала и секундарних сировина у путоградњи". Публикацију са скупа можете наручити e-mailom sdp.viavita@gmail.com

ОБАВЕШТЕЊЕ бр. 6

У могућности смо да Вам понудимо **рекламирање у часопису Пут и саобраћај у издању Српског друштва за путеве |VIA-VITA|.** Ако сте заинтересовани за рекламирање у часопису, све информације можете добити на e-mailom на putisaobracaj@via-vita.org.rs

ОБАВЕШТЕЊЕ бр. 7

Стални корисници, претплатници и финансијери часописа „Пут и саобраћај“ су: Министарство за инфраструктуру Србије; ЈП „Путеви Србије“; ЈП „Koridori Србије“; Инжењерска комора Србије; ЈП „Аутопутеви Републике Српске“; Министарство саобраћаја и веза Републике Српске; ЈП „Путеви Републике Српске“; Дирекција за саобраћај Црне Горе; Министарство саобраћаја и поморства Црне Горе; Инжењерска комора Црне Горе; Ј.П. Дирекција за грађевинско земљиште и изградњу Београда; Градски секретаријат за саобраћај Београд, Урбанистички завод Београда, COWI d.o.o., CEP d.o.o., Београдпут, Саобраћајни институт CIP Београд; Академија ИАС; Привредна комора Србије; Предузеће „Србија пут“ а.д.; ПЗП „Београд“ а.д., ПЗП „Крагујевац“ а.д.; А.Д. „Војводинапут“ Панчево, „Војводинапут - Бачкапут“ А.Д. Нови Сад; „Војводинапут“ А.Д. Зрењанин; ПЗП „Ниш“ а.д.; А.Д. за путеве „Крушевацпут“; ЈКП „Београд пут“; „Мостоградња“ а.д. Београд; А.Д. „Нови Пазар-Пут“; ПЗП „Пожаревац“ а.д.; „Путеви“ А.Д. Чачак; „Путеви-Ивањица“ д.о.о.; А.Д. „Путеви“ Пожега; А.Д. „Путеви“ - Ужице; А.Д. „Сремпут“ – Рума; „Србијаутопут“ а.д.; „Унијапромет“ д.о.о. Чачак, ПЗП „Врање“; ПЗП „Ваљево“ а.д.; „Војпут“ Суботица; „Геопут“, Београд; „Viaprojekt“ Београд; „Урбиспројект“, Нови Сад; „Шидпројект“ Шид; „Енергопројект“ Београд; Институт „Михаило Пупин“ Београд; Г.П. „Планум“ Београд; „Институт за путеве“ а.д., Београд; Институт ИМС Београд; Грађевински факултет Београд; Саобраћајни факултет Београд; Рударско-геолошки факултет Београд; Грађевински факултет Ниш; Факултет техничких наука Нови Сад; „Ратко Митровић - Нискоградња“ Београд; „Партизански Пут“ Београд; „Боја“ Суботица, итд.

Пут и саобраћај
ЧАСОПИС СРПСКОГ ДРУШТВА ЗА ПУТЕВЕ

Journal of Road and Traffic Engineering
SERBIAN ROAD ASSOCIATION

Број 3
Јул - Септембар 2012 ● Година LVIII

Number 3
July - September 2012 ● Year LVIII

САДРЖАЈ

Мр Владета Вујанић, дипл.инж.геол.
Љубомир Рокић, дипл.инж.геол.
Утицај падинских процеса на путно инжењерство 5

Dr Boris Antić, dipl. inž. saobraćaja,
Mr Dalibor Pešić, dipl. inž. saobraćaja,
Dr Milan Vujanić, dipl. inž. saobraćaja,
Dr Krsto Lipovac, dipl. inž. saobraćaja,
Metode identifikacije opasnih mesta na putevima 13

Др Слободан Цветановић, дипл.ецц.
Мр Александар Златковић, дипл.ецц.
Мр Душан Цветановић, дипл.ецц.
Инвестиције у опрему и путеве и економска конвергенција земаља 21

Др Драженко Главић,дипл.инж.саоб.
Вредновање специфичних пројеката
пример Студија оправданости денивелисане раскрснице Панчевачки мост 29

Мр Ивица Андројић, дипл. инж.грађ.
Мр Гордана Калуђер, дипл. инж.грађ.
Марио Комљен, инђ.грађ.
Могућност примене згуре у носивом асфалтном слоју БНС-22 39

Бојан Костић, дипл.инж.саоб.
Теорија и пракса у пројектовању зоне 30 45

Мр Оливера Јанковић, дипл.инж.ел.
Smart паркирање под окриљем бежичних сензорских мрежа 53

Мр Владета Вујанић, дипл.инж.геол.
Светозар Миленковић, дипл.инж.геол.
Значај геотехнике за путно инжењерство – тумачење, баласт или потреба 59

Гордана Савић, дипл.инж.грађ.
Реконструкција укрштаја улице Јурија Гагарина и железничке пруге са надвожњаком у Новом Београду 67

Мр Владета Вујанић, дипл.инж.геол.
Симо Тошовић, дипл.инж.геол.
Бранко Росић, дипл.инж.геол.
Светлана Јотић, дипл.инж.геол.
Како и где је могућа примена електрофилтерског пепела при градњи путева 71

CONTENTS

Vladeta Vujanić, M.Sc. geol.
Ljubomir Rokić, B.Sc. geol.
Impacts of slope processes on the road engineering 5

Boris Antic, Ph.D. T.E.
Dalibor Pesic, M.Sc.,B. Sc. T.E.
Milan Vujanic, Ph.D. T.E.
Krsto Lipovac, Ph.D. T.E.
Methods of identification of dangerous spots on roads 13

Slobodan Cvetanović, Ph.D.
Aleksandar Zlatkovic, M.Sc.
Dušan Cvetanović, M.Sc.
Investment into equipment and roads and economic convergence of countries 21

Drazenko Glavic, Ph.D. T.E.
Evaluation of specific projects
case of Feasibility study for Pancevo bridge junction 29

Ivica Androjić, M.Sc.C.E.
Gordana Kaluđer, M.Sc.C.E.
Mario Komljen, C.Eng.
Applicaion of steel slag in the bituminous base layer BNS-22 39

Bojan Kostić, M.Sc.TE.
Theory and practice in the design of the zone 30 45

Olivera Janković, M.Sc.
Smart parking in wireless sensor network environment 53

Vladeta Vujanić, M.Sc. geol.
Svetozar Milenković, B.Sc. geol.
Importance of geotechnical engineering - interpretation the need or the ballast 59

Gordana Savić,B.Sc. C.E.
Reconstruction of Jurija Gagarina street and railway line on the segment intersecting the embankment in New Belgrade 67

Vladeta Vujanić, M.Sc. geol.
Simo Tošović, B.Sc. geol.
Branko Rosić, B.Sc. geol.
Svetlana Jotić, B.Sc.geol.
Potential modes of incorporating fly-ash in the road structure 71

Календар скупова, историја путарства, занимљивости 77
Новинске вести из путоградње 79

ПУТ И САОБРАЋАЈ

Journal of Road and Traffic Engineering

научно-стручни часопис за путно инжењерство

Часопис *Пут и саобраћај* је научно-стручни часопис из области путног инжењерства. Сврха, циљ и тематско одређење су усмерени на теоријска и примењена истраживања у областима као што су:

1. Саобраћај и економија
2. Пројектовање путева и градских саобраћајница, аеродромских писта и путне инфраструктуре
3. Одржавање путева и градских саобраћајница
4. Пројектовање мостова, тунела и грађевинских конструкција
5. Екологија и просторно планирање
6. Безбедност саобраћаја
7. Путна информатика и управљање путевима
8. Геотехника
9. Коловозне конструкције
10. Грађевински материјали
11. Научне информације
12. Путарске вести
13. Нове публикације

Чланци се разврставају у рубрике односно наведене области. Часопис *Пут и саобраћај* објављује и информације које не подлежу рецензији, а сврставају се у следеће рубрике: прикази, научни, стручни скупови и изложбе, стручна мишљења, полемика, научна сарадња, издавачке информације и сл.

Примљени чланци подлежу **анонимној рецензији** у складу с препорукама за међународне научне часописе. При томе се сваки рад сврстава у једну од следећих категорија:

Научни чланци:

- **оригиналан научни рад,** (Original scientific paper); Оригинални научни рад у коме се износе претходно необјављивани резултати сопствених истраживања научним методом.
- **прегледни рад,** (Review paper); Прегледни рад је научни рад који садржи оригиналан, детаљан и критички приказ истраживачког проблема или подручја у коме је аутор остварио одређени допринос, видљив на основу аутоцитата.
- **претходно саопштење,** (Preliminary communication); Претходно саопштење је оригинални научни рад пуног формата, али мањег обима или прелиминарног карактера);
- **научна критика, полемика** (scientific criticism); расправа на одређену научну тему заснована искључиво на научној аргументацији) и осврти

Стручни чланци:

- **стручни рад** (Professional paper); прилог у коме се нуде искуства корисна за унапређење професионалне праксе, али која нису нужно заснована на научном методу;
- **информативни прилог** (уводник, коментар и сл.);
- **приказ** (књиге, рачунарског програма, случаја, научног догађаја, и сл.).

ТЕХНИЧКИ ЗАХТЕВИ И УПУТСТВО АУТОРИМА

Упутство уређује начин обликовања и достављања научних и стручних чланака редакцији *Пут и саобраћај*. Прилози би требало да буду написани ћирилицом (изузимајући неопходне термине и скраћенице, као и текстове аутора чији матерњи језик није српски) или латиницом, опремљени фуснотама, литературом, насловом, кључним речима и сажетком. Уз прилог се доставља превод наслова, сажетка и кључних речи на енглеском језику. Ако аутор сматра да је потребно, може да достави наслов, сажетак и кључне речи на још једном изабраном језику.

Припрема рукописа

Наслов рада мора са што мање речи тачно, јасно и сажето описати садржај чланка. Мора бити разумљив.

Подаци о ауторима: име и презиме, стручна спрема (нпр. дипл. инг. грађевинарства), звање (нпр. доктор техниких наука), е-маил адреса, назив институције или компаније у којој је запослен и адреса институције или тврткe.

Сажетак је језгровит приказ рада који укратко говори о значају теме, сврси и циљу истраживања, новој спознаји, методологији, постигнутим резултатима и закључцима. У интересу је аутора да сажеци садрже термине који се често користе за индексирање и претрагу чланака. Сажетак садржи до 150 речи и нема формула ни библиографије. Чланак мора имати сажетке на српском и на енглеском језику.

Кључне речи: Кључне речи су термини или фразе који најбоље описују садржај чланака за потребе индексирања и претраживања. Број кључних речи не може бити већи од 8.

Ради концизности, рад треба поделити на **нумерисана поглавља** с уводом на почетку и закључком на крају текста.

Увод мора садржавати информације о замисли (промишљању), поступцима и постигнутим резултатима предмета истраживања. Циљ и сврха истраживања морају бити јасно описани с оценом досадашњег истраживања.

Постављена хипотеза која се доказује радом односно истраживањем аутора мора бити логично разрађена уз конзистентну прогресију.

Резултати истраживања и прикази метода односе се само на главне и репрезентативне који садрже ауторове закључке о предмету истраживања.

Дискусија треба говорити о значењу резултата истраживања. Објашњавајући резултате истраживања. Сврха дискусије је приказати односе између опажених резултата и чињеница.

Закључак треба садржавати јасно изречене тврдње аутора и битна отворена питања као и препоруке за даља истраживање.

Опсег рада (заједно са сликама и цртежима) треба ограничити максимално на 12 страница. Странице морају бити нумерисане. Препорука је 4 до 8 страница.

Подешавање странице величина папира је А4, маргине: горња и доња 2,5 цм; лева и десна 2 цм; Прилоге форматирати у 2 стубца (колоне) са размаком 0,5 цм.

Текст треба бити граматички исправан, без типографских грешака, писан у два ступца програмом Word Office. Треба користити слова Ариал величине 10 за текст, 10 за наслове поглавља и 11 за наслов чланка. Скраћенице треба објаснити чим се појаве у тексту.

Формуле и једначине, треба писати у једном реду с одговарајућом нумерацијом на десној страни у округлој загради: (1). Обавезна је примена SI система мерних јединица.

Слике морају имати наслов и бити означене бројем, а испод слике мора бити наведен извор. Резолуција слике се препоручује на мин 300дпи.

Табеле морају имати наслов и бити означене бројем. Испод Табеле аутор мора навести извор података.

Напомене (фусноте): Напомене се дају при дну стране у којој се налазе коментарисани део текста. Могу садржати мање важне детаље, допунска објашњења, назнаке о коришћеним изворима, али не могу бити замена за цитирану литературу.

Претходне верзије рада: Ако је чланак у претходној верзији био изложен на скупу у виду усменог саопштења (под истим или сличним насловом), податак о томе би требало да буде наведен у посебној напомени, по правилу при дну прве стране чланка. Рад који је већ објављен у неком часопису не може бити прештампан у *Пут и саобраћају*.

Листа референци (литература): Цитирана литература обухвата библиографске изворе (чланке, монографије и сл.) и даје се засебно, на крају чланку, у виду листе референци. Литература треба бити сврстана како се појављује у тексту рада: Број нумерације литературе у тексту ставља се у заграду: [1]

Стил цитирања у часопису је АПА стил библиографског цитирања – APA стил (American Psychological Associations style – Reference List). Упутство за коришћење овог стила може се наћи на сајту часописа www.via-vita.org.rs или на http://scindeks.nb.rs. Чланови Уређивачког одбора и редакције часописа, нису у обавези да сређују литературу, већ су аутори у обавези да се придржавају упутства. Текстове и друге прилоге доставити у дигиталној форми на email **putisaobracaj@via-vita.org.rs** или **putisaobracaj@gmail.com**

За ауторска права достављених прилога одговарају аутори. Сматра се да су аутори своја ауторска права на текстове и друге прилоге, од тренутка када су их послали редакцији, пренели на издаваче. Издавач ће прихваћене прилоге објавити и у електронској форми, а има право да користи и сажетке радова или изводе из достављених радова. Редакција ће аутора обавестити о томе да ли је прихватила текст у року који не може бити дужи од шест месеци од датума пријема прилога. Аутор чији је рад прихваћен не може да објави овај рад у некој другој електронској или штампаној публикацији (чак ни у изводима или прерађен), без сагласности одговорног уредништва *Пут и саобраћаја*. У начелу, он такве прилоге може да објави тек три месеца од датума публиковања у *Пут и саобраћају*, уз обавезу да наведе одакле је рад прештампан. Послати радови се не враћају, а Редакција задржава дискреционо право да их процени и не објави, уколико утврди да не одговарају садржинским и формалним критеријумима прописаним у овом тексту. Обавеза Редакције да врши рецензију, стручну евалуацију, као и спорадичне језичке, стилске и формалне интервенције у текстовима.

АПА СТИЛ БИБЛИОГРАФСКОГ ЦИТИРАЊА

(APA стил - American Psychological Associations style – Reference List).

Монографска публикација:
Презиме, иницијал имена аутора (година издавања). Наслов књиге. Место издавања : Издавач.

Пример:
Мурављов, М. (2005). Грађевински материјали. Београд : Грађевинска књига.

Приређено издање:
Презиме, иницијал имена аутора. (година издавања). Наслов дела. (име и презиме преводиоца, прев.). Место издавања : Издавач.

Пример:
De Sosir, F. (1977). Opšta lingvistika. (Sreten Marić, prev.). Beograd : Nolit.

Вишетомно дело:
Презиме, иницијал имена аутора. (година издавања). Наслов дела. Наслов књиге. (број тома). Место издавања : Издавач.

Пример:
Штајнбек, Ј. (2004). Плодови гнева. У едицији Нобеловци (Књ. 23-24). Нови Сад : Дневник.

Нештампани рукопис:
Презиме, иницијал имена аутора. (година). *Наслов дела*. Необјављени рукопис

Пример:
Бдеви, М. (2001). Народне библиотеке у Либији. Необјављени рукопис.

Прилог у периодичној публикацији:
Презиме, иницијал имена аутора (на исти начин поновити уколико је више аутора). (година или пуни датум). Наслов текста. Наслов часописа, свеска, стране.

Пример:
Младеновић, Г., Станковић, С. (2008). COST 354 – Европска хармонизација индикатора стања коловозних конструкција на путевима. Пут и саобраћај. 4, 24-33.

Прилог доступан преко интернета:
Презиме, иницијал имена аутора (година). Наслов текста. Наслов перидичне публикације, свеска, стране. (on-line). Доступно преко: интернет адреса (датум преузимања).

Пример:
Ryan, T. (2004). Turning patrons into Partners When Choosing Integrated Library System. Infotoday, 15, 4. (on-line) Доступно преко:
http: // www. infotoday.com /cilmag/mar04/ryan.shtml
(27.03.2004)

УТИЦАЈ ПАДИНСКИХ ПРОЦЕСА НА ПУТНО ИНЖЕЊЕРСТВО

Мр Владета Вујанић, дипл.инж.геол.
Институт за путеве Београд, Кумодрашка 257, geoteh@beotel.rs

Љубомир Рокић, дипл.инж.геол.
Институт за геотехнику Грађевинског факултета у Сарајеву, Стјепана Томића 3, БиХ, rokic.lub@bih.ba

Прегледни рад

Резиме: *Познато је, да највећи проблеми изградње објеката, настају управо због падинских процеса, који се манифестују у виду: осипања, одроњавања, клижења, лавина и сл., а који се одвијају (по правилу) на релативно кратким растојањима, са често катастрофалним последицама и великим материјалним штетама. Зато, изучавање природних падина на различитим стадијумима настанка, у различитим геолошким срединама и физичко географским условима, има велики значај код планирања, пројектовања и изградње, капиталних грађевинских (и других) објеката, посебно објеката саобраћајне инфраструктуре. У раду аутори износе најопштије о значају изучавања падина (настанак, развој и типови процеса, и др.), са посебним освртом на њен најзначајнији процес клизања, у функцији градитељске активности.*

Кључне речи: *падине, падински процеси, клизишта, изградња објеката*

IMPACTS OF SLOPE PROCESSES ON THE ROAD ENGINEERING

Vladeta Vujanic M.Sc.geology
Highway institute, Belgrade, Kumodraška 257, geoteh@beotel.rs

Ljubomir Rokić, M.Sc.geology
Institute of geotechnical engineering, Faculty in Sarajevo, Stejepana Tomica 3, BiH, rokic.lub@bih.ba

Review paper

Abstract: *Regarding construction of facilities, it is widely known that major problems, due to slope processes, occur as a rule, at relatively short distance in the form of erosion, rock fall, landslides, avalanche, etc. They often have disastrous effects and cause substantial material damage. For this reason, the study of natural slopes at different stages of occurrence, in various geological milieus, and physical and geographical conditions, has a great significance in planning, design preparation and construction of capital and other building structures, particularly of the road infrastructure facilities. In this paper, the authors present general information on importance of the study of slopes (occurrence, development, process types, etc.), with particular reference to its most significant process of sliding, in the function of construction activity in road engineering.*

Key words: *slopes, slope processes, landslides, road construction*

1. УВОД

Савременом проучавању падина и падинских процеса у последње време поклања се велика пажња. Њихово проучавање има велики научни и практичан значај, јер утврђивање генезе и еволуције развоја рељефа омогућава доношење објективне процене: о развоју и интензитету ерозионих процеса, погодности, *могућности и услова изградње грађевинских (посебно инфраструктурних) објеката на падинама*, отварању рударских површинских објеката и сл.

Изучавање падинских процеса **има изузетно велики значај у привредном и друштвеном развоју**, што се може документовати на низу конкретних примера. Када су у питању грађевински објекти, до сада су посебно били актуелни процеси и појаве на падинама који се релативно брзо дешавају, као што су **осулине**, **одрони**, **клизишта** и сл., чије присуство може угрозити стабилност пројектованих или постојећих објеката.

Мада, у општем току формирања савременог рељефа ови процеси немају водећу улогу (у укупном билансу брзи покрети учествују само са око 2 до највише 3%), показало се, да од општег познавања природе падинских процеса, зависи успешност реализације сваког грађевинског пројекта.

За линијске грађевинске објекте као што су, **путне и железничке саобраћајнице**, **далеководи**, **топловоди**, **гасоводи** и сл., са великим фронталним ископима, усецима и засецима, познавање генетских типова падина, **омогућава објективно прогнозирање** могућих промена без икаквих претходних прорачуна, само на основу познавања природе и брзине појединих процеса и њихових последица.

Падине и падински процеси представљају **врло значајан**, а понекад и одлучујући фактор код избора оптималних коридора или варијанти траса модерних саобраћајница (долинска, падинска, вододелничка, тунелска), одређују услове, начине и могућности изградње појединих врста грађевинских објеката: мостова, усека, засека, насипа, темељних јама, хидроенергетских и водопривредних објеката и сл.

Може се рећи, да су највећи инжењерски изазови и захвати везани **за проблематику грађења на падинама**, пошто сваки захват подразумева не само стабилну и безбедну изградњу већ и предузимање таквих техничких решења да се сачува њихова стабилност. Из поменутих разлога, у оквиру геотехничких истраживања, **падине се морају комплексно проучавати**.

Јер (практично), сви проблеми изградње на падинским деловима терена, јављају се због недовољног познавања и уважавања природе појединих процеса, игнорисања препорука и сугестија, после њиховог истраживања, те неуспешног предвиђања промена на падинама, које могу настати при извођењу грађевинских објеката.

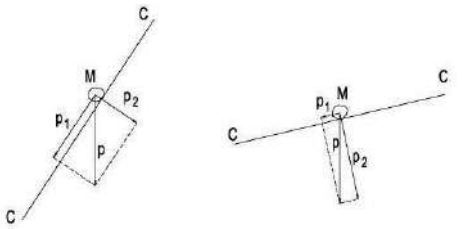
2. КАКО НАСТАЈЕ ПАДИНА - ДЕФИНИЦИЈА ПОЈМА?

Фактори који утичу на формирање и стање падина, по својој природи, су многоструки и веома динамични у простору и времену, зависно од општих геолошких услова.

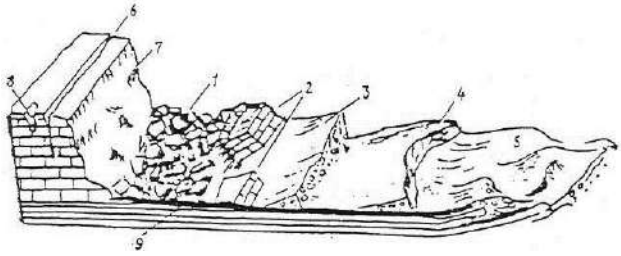
Да би се схватила суштина и значај проучавања падина и њихово формирање у природним условима, **потребно је дати следеће опште** напомене:

- падина је основни морфолошки елеменат рељефа, односно то су нагнути делови Земљине површине од вододелнице до локалног гравитационог базиса, различите дужине, нагиба и грађе;
- падине заузимају далеко највеће површине на Земљи, знатно веће од укупних површина, насталих под утицајем других морфогенетских агенаса: повремених и сталних водених токова, абразије, подземних вода, ледника и ветра;
- суштина процеса формирања падина састоји се у премештању материје литосфере под утицајем Земљине теже, у правцу max. нагиба терена. Познато је, да на нагнутим површинама гравитација константно делује на честице тла, у тежњи да их премести са места на место, али то премештање може да се оствари, само ако је сила гравитације већа од отпорности на смицање тла, која те честице држи у исконском положају;
- гравитациони процеси на падинама или њиховим појединим деловима одвијају се брзо, ако је природни нагиб у границама >35°, али исто тако и на огромним пространствима, на благо нагнутим теренима, где се визуелним осматрањем тренутно не дешавају никакве промене, мада се и у таквим условима одвијају сложени процеси премештања продуката распадања, у временски дуготрајном периоду. Глобално посматрано, ови спори, временски дуготрајни процеси имају далеко већи утицај на обликовање савременог рељефа од брзих, који се ипак одвијају спорадично, у ограниченим просторима са специфичном геолошком грађом, на занемарљиво малој површини;
- гравитационо премештање материјала на падинама врши се на кратким растојањима, од стотину метара до максимално један до два километра, а даљи пренос у садејству са другим транспортним средствима: водом, ледом, ветром. Из поменутог разлога погрешно је сматрати, да су падинске стране речних долина настале искључиво као продукат флувијалне ерозије, пошто су у њиховом настанку равноправну улогу имали и падински процеси;
- распадање стена и падински процеси налазе се у тесној вези, јер временски регулишу једни друге. То значи, да је при проучавању геоморфолошке грађе сваког терена, потребно водити рачуна не само о интеракцији ендогених и егзогених геолошких процеса, већ и о узајамном садејству унутар комплекса распадање - падински процеси - транспорт продуката распадања;
- код проучавања падина, потребно је детаљно размотрити фазну сукцесивност и основни циљ истраживања усмерити на проучавање њихове морфологије, грађе и по могућности брзине кретања кластичног материјала;
- карактеристични морфолошки знаци сваке падине су: стрмина (нагиб), дужина, облик профила, апсолутна и релативна висина, рашчлањеност и специфичне микро- неравнине, као одраз генетских особености и историје настанка. Ови параметри, међутим, не могу увек бити довољни за закључивање генезе и тока формирања падине;
- огромна већина падина прекривена је растреситим продуктима распадања (покривача), у виду тањих или дебљих покрова преко супстрата, и то не само у акумулационим већ и у ерозионим подручјима. Грађа ових продуката, различита је према, гранулометријском саставу, дебљини и текстури, и носи у себи одређену закономерност, а уједно и објективну информацију о генези и историји развоја падина.

Појам *падина,* подразумева природно нагнуту површину терена под произвољним углом од 0-90°. Другим речима, све површине терена, осим хоризонталних, представљају падине различите стрмине. Када честице стена на површини терена не би располагале са мањом или већом чврстоћом на смицање, површина Земље би била хоризонтална тј. нормална на правац, у којем гравитација настоји да премести свако тело на површини Земље. Према томе, на природно нагнутим површинама, на честице тла, увек делује нека сила, која тежи да их премести у други положај, у правцу максималног нагиба падине. Величина те силе, пропорционална је маси честице и синусу угла нагиба површине Земље, $F = mg \sin \alpha$. У случају, када чврстоћа на смицање слаби и постаје мања од силе гравитације, тада тело откинуто од свог корена почиње да се креће. Смањивању сила кохезије могу допринети различити егзогени агенси, како по степену активности тако и по дуготрајности деловања (слика 1).



Слика 1. *Промена величине силе теже одломка стене М, на падини*



Слика 2. *Неки од гравитационих процеса на природним падинама, по А.Ф. Јакушовој[1];*

При малим нагибима терена, од 0,5-1°, а понекад 2-3°, силе чврстоће на смицање су знатно веће од силе гравитације, стабилност терена је задовољена, а покрети на падинама се не врше. На таквим површинама, улога нагиба терена у процесу формирања падина је изузетно мала, са занемарљивом покретљивошћу честица тла. У овом случају се не третирају покрети који могу настати у ножичним деловима клизишта и подножјима падина, где се врши акумулација материјала бујичних токова, одрона, осипања, снежних лавина или речних токова (сл. 2).

На основу изнетих општих напомена следи, ***да различити видови кретања материје на падинама представљају падинске процесе***. Њихов значај у обликовању рељефа копна, већи је од свих осталих морфогенетских фактора. Битно је нагласити, да у процесу настанка падина не постоји само један јасно издиференцирани процес, већ се то одвија у садејству са више међусобно различитих егзогених процеса, истовремено. Један од услова формирања падина **је рашчлањеност рељефа**, да би се у једном временском континуитету вршило сношење материјала из виших делова терена, које мора бити компензирано адекватном акумулацијом, у доњим деловима. Падине ће у таквим условима постепено ублажавати свој нагиб, а на површини ће преовладати процеси распадања уз незнатну промену морфологије профила саме падине. Према томе када говори о падинама, **В. Пенк (**лит. 2, 1924.**)** истиче, **да је**:

a) **главни фактор** формирања падина је однос између ендогених и егзогених сила,

b) **нагиби падина** обично су стрмији, уколико су преовлађујућу улогу у њиховом формирању имали тектонски процеси који стварају позитивне облике рељефа и повећавају његову општу контрасност,

c) **падине се моделирају** сложеним падинским процесима, уз закономерно одвијање денудационих и акумулационих циклуса, зависно од општег тока тектонских и егзогених процеса и то:
   - ако денудација и ерозија преовлађују на читавој падини, као што је то случај у подручјима високих планина, у фази неотектонског издизања, профил падине ће бити стрм, нераван, рашчлањен, обично огољен и сложен,
   - ако на једном делу падине преовлађује акумулација, као у подножјима планина и висоравни, а на осталим деловима денудација и ерозија, профил падине, имаће благу рашчлањеност у зони акумулације и стрмију у денудационом (горњем) и ерозионом (доњем),
   - ако на већем делу падине преовлађује акумулација као што је то случај у низинским деловима профил падине се ублажава.

Из изнетих ставова Пенка произилази, да се као критеријум степена развоја падина, не узима њихов облик, већ тенденција развоја читавог профила.

Кретање на падинама може се реализовати само ако су продукти распадања припремљени за покрет, а то се постиже у присуству воде. Вода дакле, има двоструку улогу, она са једне стране, *директно утиче на промену физичко - механичких и водно - физичких својстава, а са друге олакшава кретање или је директни узрок за активирање покрета на падини*. Додуше кретање продуката распадања може се одвијати и без присуства воде као што је то случај код одроњавања, осипања, пужења и сл.

3. ПАДИНЕ НАСТАЛЕ БРЗИМ ГРАВИТАЦИОНИМ ПОКРЕТИМА

У зависности од морфолошких карактеристика падина, састава и дебљине продуката распадања и конкретних физичко географских услова, *постоји велика разноврсност падинских процеса, као што су, осипања, одроњавања, клижења, ерозије и сл.* Један од најзначајнијих и најчешћих, савремених геолошко - падинских процеса, јесте *клижење терена*, због тога, **што се оно**, јавља у току морфогенетског обликовања природних падина у литолошки различитим срединама, са сложеним механизмом гравитационог премештања стенских маса.

[1] *1- одрон, 2 - блоковско клизање, 3 - терасиране падине, 4 - терасни отсеци, 5 - заталасане површине услед клизања, 6 - зјапеће пукотине откидања, 7 - отсек одрона, 8 - пропадање тла и 9 - клизни валов*

Клижење се проучава као *процес стварања савременог рељефа* и као *манифестација нестабилности падина где се граде објекти, што је, нарочито битно код* ***пројектовања и изградње савремених путних саобраћајница***.

3.1. УЗРОЦИ НАСТАНКА ПРОЦЕСА КЛИЖЕЊА

Клизиште, као појава представља, манифестацију премештања материјала, па је анализа карактера и величине тог премештања, кључна за објашњење природе и активности овакве појаве.

У америчкој литератури, D.J. Varns (1981), све падинске процесе **третира** као „клизишта“ сматрајући да релативно премештање **сваког тела по нагнутој косини**, без обзира на карактер и брзину тог кретања, **спада у домен клизних процеса**. Истина, подински процеси могу се класификовати према разноврсним критеријумима, од којих је сваки, у већој или мањој мери прихватљив и користан, али је чињеница да се различити **генетски типови подинских процеса**, не могу свести под појам клизишта.

Дакле, под „**клизиштем**“ се подразумева, **део геолошке средине**, ограничене површине и дубине, код кога се без губитка контакта са стабилном подлогом, врши гравитационо премештање стенских маса у хипсометријски ниже делове терена, на природним падинама и вештачки формираним косинама, **под утицајем природних и техногених фактора**.

Под **процесом клижења**, треба подразумевати сукцесивну промену, састава, стања, својства стенских маса и деформације унутар стенске масе, од момента **стварања клизишта**, и премештања клизног тела као јединствене масе, **до потпуног смиривања**.

Клижење терена, као савремени геодинамички процес, је геолошки природни хазард чија активност изазива негативне последице по природу, материјална добра и људе.

Хазард од клизања терена представља вероватноћу активирања клизишта одређене магнитуде на неком подручју.

Магнитуда клизишта обухвата: површину, дубину и запремину покренутог тела клизишта, затим брзину кретања и даљину до које покренути материјал може да доспе.

Угроженост од клизања терена је степен потенцијалних губитака вредности природних и материјалних добара или степен угрожености људских живота.

Ризик од клизања терена представља вредност очекиваних негативних последица на природу, материјална добра и људе. Ризик је резултат производа: **хазарда, елемената ризика и угрожености**.

До активирања клизишта доводе различити процеси, **како природни** (спонтан развој у природним условима), **тако и антропогени** (делатношћу човека), чије размере зависе од непосредног окружења, тј. Природе, основног агенса сила (термичких, гравитационих, сеизмичких), које су иницирале ове појаве.

У стварности санације клизишта (једног циља истраживања – ових појава), зависи, искључиво, од способности истраживача **да објективно утврди узроке њиховог настанка**, да њима **супротстави ефикасне техничке мере за заустављање процеса**.

Узроци настанка клизишта се налазе у самим стенама, у начину и условима њиховог настанка, у основним физичко - механичким својствима (**свеопшти геолошки услови**), који угрожавају способност стена, да брже или спорије реагују на све ендогене и егзогене геолошке (**деструктивне**) силе, чији је основни циљ разарање стена и кретање земљаних маса са места распадања. У већини случајева не може се говорити о **једном јединому узрочнику клижења, већ о међусобно више фактора**, који у одређеним лито-фацијалним срединама и различитим физичко – географским условима, условљавају манифестације спонтаног клижења тла.

Узрочници појаве клизишта могу се генерално поделити, на **природне и техногене**, који су у суштини бројни. Мада, због интензивне градитељске активности (нпр., изградња нових и рехабилитација постојећих путева), у новије време, а с обзиром на чињеницу да се у **интеракцији објекат – терен**, често не уважавају (не поштују), природни услови терена (у погледу постојећег и накнадно створеног интервенцијом човека стања стабилности), **техногени узрочници, нажалост, преузимају примат у изазивању ових процеса**.

Интересантан је податак, до којег су дошли аутори овог рада, и други стручњаци Института за путеве а.д. Истраживане су појаве клизишта **у фази изградње и експлоатације путева** у Србији, за чији је повод, искључиво, **одговоран људски фактор**. Наиме, **анализа је показала** (без обзира што је узрок у свим случајевима исти – неповољна грађа терена, и други ИГ услови), да се сви поводи за клизање, **могу свести на следеће случајеве**:

- **Неприлагођена израда насипа**, поготову у засеченим падинама (усек – насип) 40%
- **Неправилна израда усека и засека** 30%
- Активирање старих клизишта 15%
- Неодговарајућа израда депоније 10%
- Ерозија 5%

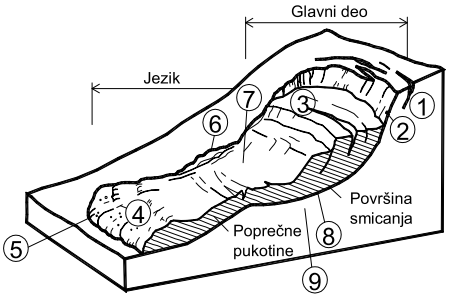
Што потврђује напред наведену констатацију да техногени узрочници изазивања појаве клизишта, данас, нажалост, **све више преузимају у томе примат**.

3.2. ИДЕНТИФИКАЦИЈА КЛИЗИШТА

Присуство клизишта на истражном простору, може се лако установити **геоморфо- лошким методама**, једноставним изучавањем морфологије рељефа и продуката распадања на њему. Она су обично, добро морфолошки изражена, па се њихова дијагностика лако може извршити на терену.

Први видљиви знаци кретања површинских делова терена, запажају се нарочито, на путним саобраћајницама, уз видљиве појаве слегања или издизања путних конструкција и уочљивим зјапећим пукотинама. Сличне појаве могу се констатовати на **изграђеним насипима**, **цевоводима**, **иригационим каналима**, и сл. На присуство клизишта, указују бројна констатована оштећења бетонских објеката, пукотине на стамбеним зградама или природном терену. Ради лакшег препознавања клизишта на терену, дата је на слици 3., његова принципијелна шема грађе, по Варнс-у.

Због тога, оконтуривање подручја угроженим клизиштима, представља приоритетан задатак, код оцене погодности терена за изградњу.



Слика 3. *Принципијелна шема грађе клизишта и главне пукотине у клизном телу, по Varns-y*[2]*;*

[2] 1- пукотине откидања, (на затезање), 2- чело клизишта, 3- попречне пукотине, 4- радијалне пукотине, 5- ножица клизишта, 6- бочне стране (бокови), 7- тело клизишта, 8- клизна зона (клизна раван), 9- подина клизишта

3.3. СТАДИЈУМ КЛИЗНОГ ПРОЦЕСА

Динамика сваког геолошког процеса, **па и настанка клизишта** одликује се закономерном природном сукцесивношћу, што значи да се њихов настанак везује за одређени **механизам и фазу активности**. Брзина премештања стенских маса, као и сам карактер клизања одржавају се на **динамику** и **врсту клизишта**, али **не утичу на сам механизам процеса**.

У току формирања клизишта, генерално се могу издвојити, четири стадијума: **стадијум припреме, стадијум главног премештања, стадијум секундарног премештања и стадијум смиривања**. Детаљније, о овом и другим карактеристикама, о клизитима, видети у (литератури 2), као и у другој одговарајућој стручној литератури.

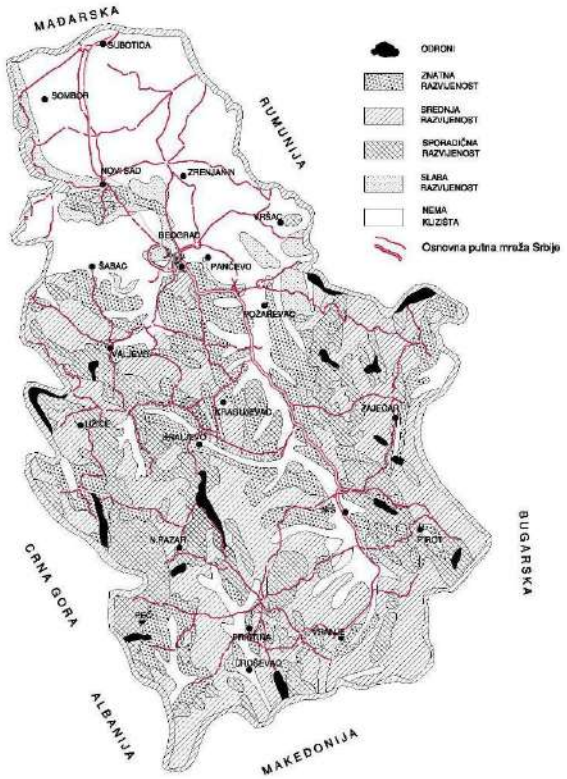
4. КЛИЗИШТА НА ТЕРИТОРИЈИ СРБИЈЕ

На основу истраживања геодинамичке закономерности, настанка и развоја процеса клижења, утврђено је, да територија Србије (а и шири простор бивше СРЈ), има много **лабилних и нестабилних терена**, које карактеришу појаве, бројних **клизишта, одрона и сипара** (различитих димензија, механизама и степена активности), слике 4, 5 и 6, што у принципу, највише задаје проблема код изградње и одржавања у експлоатацији објеката, посебно објеката саобраћајно – путне инфраструктуре.

Мада није тачно утврђено, али се претпоставља, да ових појава има неколико стотина, врло великих (активних и тешких за санацију), до неколико десетина хиљада мањих (активних и умирених), често склоних поновном активирању. То обиље појава нестабилности је распоређено по целој територији Србије, али неравномерно, слике (4, 5 и 6). Јављају се, практично, у свим геолошким формацијама, како у планинским, тако и у брдовитим, па и благо заталасаним теренима, посебно на падинама, односно обалама, већих речних токова: Дунава, Саве, Мораве, Дрине, Ибра, Тимока и др. у којима је мање или више заступљена глинена компонента. Највише их је по падинама терцијарних (неогених) и квартарних наслага, затим у флишним и флишоликим творевинама, у кристаластим шкриљцима, те у дијабаз-рожној и дијабаз - туфитској серији, а мање и у осталим геолошким формацијама, слика 4.

У протеклим деценијама, а посебно 2005. и 2006. г., су били погодни услови за активирање бројних клизишта (нарочито у Шумадији) и одрона. Велика клизишта, настала пре више од једног века, активна су и данас.

У прошлости су регистровани такви периоди: четрдесетих, шездесетих, седамдесетих и осамдесетих година прошлог века итд. Дакле, по правилу се, **клижења обнављају** у инетрвалима од 10 до 20 година. Нажалост, с обзиром на данашње климатско хидролошке услове, за очекивати је да се ти процеси интензивирају и ове и наредних година.

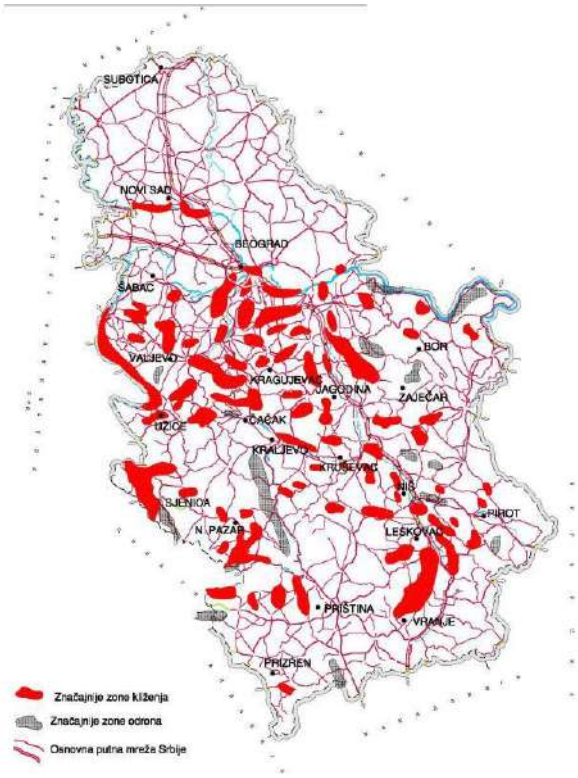


Слика 4. *Карта Србије са приказом степена развијености процеса клижења у зависности од геолошке грађе терена*

Учесталост и обимност ових (без даљег), „**природних непогода**“, по захватању простора, посебно је велика у појединим деловима Централне Србије (и до 50% територије, а негде и више), у којима су падине, **или већ захваћене клижењем и одроњавањем, или су лабилне** (на граници стабилности), при чему постоји сталан високи „**хазард и ризик**“ од формирања, већих (нових) клизишта и одрона, **као и њихових последица, односно штета**.

Процењује се, да између 20 и 25%, од укупне површине Републике Србије, је обухваћено процесима клижења **и другим видовима нестабилности**, с тим што има терена, где су ти процеси доста ретки (нпр. у Војводини 2 – 3%), и других где их има у изобиљу (нпр. у централном делу Србије у Шумадији, затим у западној и југоисточној Србији, и др.). Само у ширем подручју Грделичке клисуре, **регистровано је неколико хиљада**, што мањих, што већих (**активних или умирених**) клизишта, и (нешто мање) одрона.

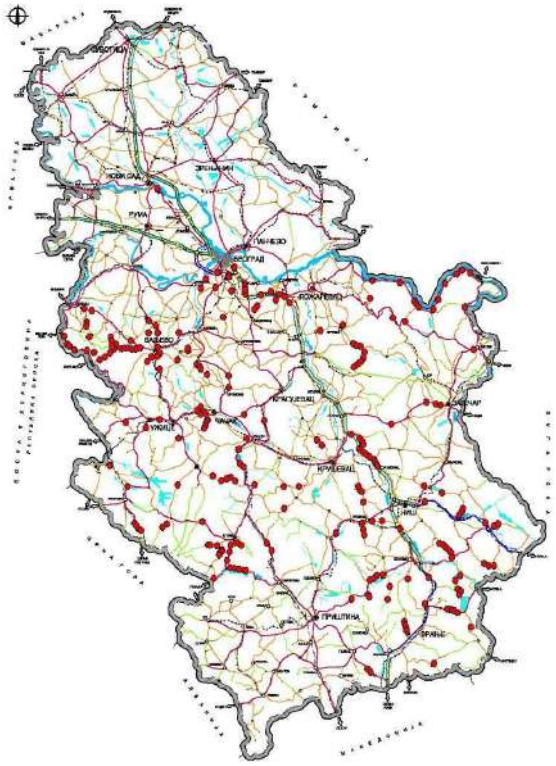
Ради илустрације, **наводе се нека добро позната клизишта**, већих размера, која се могу третирати као **природне непогоде**, а то су, клизишта: „Умка“ и „Дубоко“ на обали Саве, затим на ширем подручју града Београда клизишта: Карабурма, Миријево, Винча, Ритопек, Гроцка, Младеновац, те на падинским деловима ужег градског подручја и др.; клизишта на падинама Фрушке Горе, дуж десне обале Дунава, код моста Слободе и Бешке, Сремских Карловаца, Чортановаца, Черевића и Боцки; те клизишта у Смедереву „Плавинац“ и на подручју Ђердапа; па клизишта дуж речних обала: Мораве, Дрине, Лима и Ибра; клизишта у зони акумулација: Завој, Ћелије, Ровни и др.; клизишта у зони површинских копова: Мајданпек, Колубара, Костолац; клизишта у урбаним и сеоским подручјима: Трстеника – село Богдање, Љига, Мионице, Ваљева, Крушевца, Крагујевца, Ниша, Новог Пазара, и др.; те клизишта на **коридору 10: Бегаљица, Колари, Ражањ** (која се налазе у зони аутопута Е-75, на потезу од Београда до Ниша), и др.; клизишта у југоисточној Србији: Јовац, Грделица, итд., (слике 5 и 6); као и **бројна клизишта** у засеченим падинама, **дуж државних путева Србије I и II реда, (**слика 6) што у принципу, **знатно отежава**, стално а сигурно и економично обезбеђење одвијања саобраћаја на путној мрежи Србије, **односно рационално газдовање са том путном мрежом**.



Слика 5. *Прегледна карта Србије са значајним зонама нестабилности терена: клизишта, одрона и сипара*

5. ШТА ТРЕБА ЗНАТИ О ПАДИНАМА ПРИ ПРОЈЕКТОВАЊУ И ИЗГРАДЊИ ПУТНИХ САОБРАЋАЈНИЦА

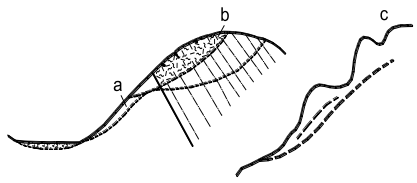
При пројектовању и изградњи путних саобраћајница, неопходно је, пре свега, проучити стање стабилности падина, нарочито у теренима где су развијени, или пак, могу да се појаве процеси клизања. Опште је правило, **вештина ангажовања падине**, односно, анализирање њене стабилности, **пре појаве клизања**, а не већ, кад процес крене.



Слика 6. *Карта Србије са евидентираним клизиштима и другим нестабилним појавама на државни путевима I и II реда, у периоду од 2005 – 2011.*

Код анализе падина, **потребно је, пре свега, сакупити следеће**:

1. Литолошки стратиграфски састав терена, укључујући и литогенезу (анализа стенских маса које чине падину), затим старост стенских маса и фацијалну измену (како се просторно јављају и каква им је структура);
2. Генетски тип падине (развојни стадијум), која може бити: ерозиона, делувијална, осулинска (сипарска), клизна, солифлукциона, флувијално акумулациона, абразиона, тектонско раседна, бујично ерозиона и **најчешће сложена**. Код развојног стадијума падине Мослов разликује три случаја: **стадијум припреме** (а), **стадијум активних измена нагиба падине** (б), и **стадијум смиривања геолошких процеса** (ц), слика 7.



Слика 7. *Развојни стадијум падине (а, б и ц)*

3. **Старост образовања падине**, врло је важно познавати, због интервентних мера дуж ње (**далеко је лакше ако је падина стабилизована и нема тренутно откидања**).

Поред тога, код падина је важно анализирати, облик и врсту падине, висину падине, влажност падине (**њено порекло**), сува, умерено влажна, јако влажна, затим и садашње стање падине (**свежина и распаднутост**), сеизмичност, стање стабилности падине (стабилна, условно стабилна, нестабилна), са корелацијом стања, истраживане падине са другим падинама, те коришћење ранијих искустава у грађењу на тој падини, укључујући и (**практичну**) анализу стабилности (**ефикасност ранијих мера стабилности, као и евентуалне грешке, при санирању ранијих објеката на тој падини**).

Зато изучавање природних падина, **не може имати формални** (занемарујући), већ суштински значај, све дотле, **док се терен посматра као грађевинско тло**.

6. ЗАКЉУЧАК

Познавање природе појединих врста падинских процеса (поготово, процеса клижења), омогућава доношење коректне прогнозе њиховог развоја, од регионалних за шира подручја до локалних - односно конкретног терена или објекта.

Детаљност прогнозе, по свим видовима, мора садржати **следеће основне карактеристике**:

- **место настанка** – појава, развој и смиривање процеса, нарочито у случајевима када долази до премештања стена на значајна растојања;
- **време настанка и развоја процеса**, са анализом услова и узрока настанка претходних покрета, дужине, континуалности или периодичности активности;
- **интензитет** (брзина) развоја процеса;
- **параметри дејства процеса и насталих појава**; њихове размере, запремина, ново формиране акумулације материјала и облик рељефа.

Значај закономерности развоја, **геолошких и инжењерскогеолошких процеса**, омогућава израду логичних **инжењерскогеолошких и геотехничких модела** грађе терена и самог процеса, избор најрационалнијих метода прорачуна, експерименталних и геолошких анализа, што практично представља, битан предуслов за сигурно и рационално планирање, пројектовање и изградњу свих врста објеката, посебно објеката саобраћајне инфраструктуре, у оваквим (теренским – падинским) условима.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Penck, W. (1924). *Die morphologische anolyse,* Stuttgart.

[2] Rokić, LJ. , Vujanić, V. (2000). *Proučavanje padinskih procesa za potrebe planiranja, projekto vanja i izgradnje građevinskih objekata*, Beograd: Monografija „Padine“ Institut za puteve a.d.,

[3] Vujanić, V., & Rokić, L. (2009). Uticaj padinskih procesa na planiranje, projektovanje i izgradnju građevinskih objekata. Put i saobraćaj, 56(2), 11-17.

[4] Jotić, M., Ubiparip, B., Vujanić, V., Milić, J., & Jotić, S. (2011). Registar klizišta i drugih nestabilnih pojava u funkciji poboljšanja stanja državnih puteva Srbije. Put i saobraćaj, 57(1), 12-19.

[5] Vujanić, V., & Nedeljković, S. (2005). Harmonizacija naše i evropske regulative iz oblasti geotehnike i inženjerske geologije - teren u putarstvu. Put i saobraćaj, 52(4), 34-40.

METODE IDENTIFIKACIJE OPASNIH MESTA NA PUTEVIMA

Dr Boris Antić, dipl. inž. saobraćaja,
Saobraćajni fakultet u Beogradu, b.antic@sf.bg.ac.rs

Mr Dalibor Pešić, dipl. inž. saobraćaja,
Saobraćajni fakultet u Beogradu, d.pesic@sf.bg.ac.rs

Dr Milan Vujanić, dipl. inž. saobraćaja,
Saobraćajni fakultet u Beogradu, m.vujanic@sf.bg.ac.rs

Dr Krsto Lipovac, dipl. inž. saobraćaja,
Saobraćajni fakultet u Beogradu i Kriminalističko policijska akademija u Beogradu, k.lipovac@gmail.com

Pregledni rad

Sažetak: *Kada je reč o upravljanju stanjem bezbednosti saobraćaja, pored definisanja željenog stanja i primene upravljačkih mera, poznavanje postojećeg stanja zasnovano na kvalitetnim analizama, predstavlja korak od suštinskog značaja. Upravo takvim analizama dolazi se do prostorne distribucije saobraćajnih nezgoda koja ukazuje na lokacije na kojima dolazi do nakupljanja saobraćajnih nezgoda, gde primena adekvatnih mera predstavlja najdelotvornije ulaganje u bezbednost saobraćaja. Iz tih razloga, brojna savremena istraživanja su usmerena ka definisanju kriterijuma za identifikaciju opasnih mesta na putevima, odnosno ka upravljanju opasnim mestima na mreži puteva. Načini na koje je moguće identifikovati neku lokaciju kao opasnu, mogu biti zasnovani na objektivnim pokazateljima poput broja saobraćajnih nezgoda, broja poginulih, broja povređenih itd, ali se opasna mesta mogu identifikovati i proaktivnim pristupom pre nastanka saobraćajnih nezgoda, primenom "subjektivnog" pristupa zasnovanog na anketi eksperata i terenskom istraživanju. U ovom radu biće prikazani kriterijumi za identifikaciju opasnih mesta, kako sa "objektivnog" tako i "subjektivnog" aspekta.*

Ključne reči: *Bezbednost saobraćaja, opasno mesto, opasna deonica, saobraćajna nezgoda, kolektivni rizik, individualni rizik*

METHODS OF IDENTIFICATION OF DANGEROUS SPOTS ON ROADS

Boris Antic, Ph.D. T.E.
Faculty of Traffic and Transport Engineering, Belgrade, b.antic@sf.bg.ac.rs

Dalibor Pesic, M.Sc.,B. Sc. T.E.
Faculty of Traffic and Transport Engineering, Belgrade, d.pesic@sf.bg.ac.rs

Milan Vujanic, Ph.D. T.E.
Faculty of Traffic and Transport Engineering, Belgrade, m.vujanic@sf.bg.ac.rs

Krsto Lipovac, Ph.D. T.E.
Faculty of Traffic and Transport Engineering, Belgrade, and Police Academy in Belgrade, k.lipovac@gmail.com

Review paper

Abstract: *Issues about traffic safety management, besides targeted level and countermeasures appliance, are focused to determine the current condition which is based on thorough analysis and presents crucial step in traffic safety management. These analysis result in spatial distribution of the traffic accidents, which points to locations with more frequent occurance of the traffic accidents. The most effective investment in traffic safety is connected to implementation of the adequate measures for those particular locations. For this purpose, many recent researches are focused to black spots management. Procedures for identifying some location as a dangerous one, could be based on objective indicators, such as number of traffic accidents, number of fatalities, number of casualties, but dangerous locations also could be identified by using proactive approach before traffic accident occurs. This, „subjective" approach is based on expert method and field research. In this paper criteria for black spots identification will be showed, by using both objective and subjective approach.*

Key words: *traffic safety, dangerous location, dangerous section, traffic accident, collective risk, individual risk*

1. UVOD

Poznavanje postojećeg stanja je jedan od preduslova za uspešno upravljanje stanjem bezbednosti saobraćaja, pa su periodične analize bezbednosti saobraćaja neophodne kako bi se moglo projektovati željeno stanje i smanjivati ugroženost u saobraćaju. Mesta na kojima dolazi do nakupljanja saobraćajnih nezgoda i povećanog stradanja u saobraćaju, predstavljaju lokacije na kojima se intervencijama sa najmanje uloženih sredstava mogu ostvariti najveći efekti na unapređenju bezbednosti saobraćaja. Iz tih razloga, u poslednjih desetak godina intenzivna pažnja se posvećuje upravljanju - menadžmentu crnih tačaka (BSM), kao i upravljanju - menadžmentu bezbednosti mreža (NSM). Među najznačajnijim fazama u ovim oblastima, izdvaja se identifikacija opasnih mesta, koja predstavlja proceduru za otkrivanje takvih mesta na mreži puteva.

Razmatrajući stručnu literaturu uočen je niz pokušaja da se pronađu i definišu najefikasnije metode, koje bi omogućile merenje bezbednosti pojedinih deonica puteva i utvrdile najugroženija i najopasnija mesta. I pored ogromnih napora, do danas nisu standardizovani principi i tehnike identifikacije opasnih mesta pa se korišćeni pristupi razlikuju od zemlje do zemlje. Metodologije se kreću od jednostavnog obeležavanja mesta sa velikim brojem saobraćajnih nezgoda do sofisticiranijih tehnika u kojima se ocenjuje očekivani broj saobraćajnih nezgoda i određuje potencijal za poboljšanje bezbednosti [11].

Opšti principi identifikacije mogu biti podeljeni po principu zasnovanom na analizi saobraćajnih nezgoda i principu bez saobraćajnih nezgoda. Elvik je u jednom od radova [1.] analizirao nekoliko tehnika za identifikaciju opasnih mesta: broj saobraćajnih nezgoda u analiziranom periodu, stopa nezgoda (broj nezgoda na milion voz. km.), kombinovan broj nezgoda i stope nezgoda iznad prosečne vrednosti i empirijsku Bajesovu (EB) ocenu očekivanog broja saobraćajnih nezgoda na razmatranim mestima. Pei Y. i Ding J. u svom radu [2.] ističu 6 metoda identifikacije opasnih mesta, koje se najčešće koriste: metod učestalosti nezgoda, metod stope nezgoda, metod matrice, metod ukupnog ekvivalenta broja nezgoda, metod kontrole kvaliteta i metod kritične stope.

Razvojem geografskog informacionog sistema (GIS) koji sadrži veliki broj analitičkih funkcija koje mogu pomoći da se unaprede tradicionalne metode analiza saobraćajnih nezgoda postupak identifikacije opasnih mesta na putevima može biti pojednostavljen, jer se saobraćajne nezgode koje se događaju na specifičnim lokacijama mogu lako pozicionirati, s obzirom na svoju referentnu poziciju u prostornom sistemu [3.].

Pored istraživanja koja su zasnovana na objektivnim pokazateljima – indikatorima, pojedini pristupi u identifikaciji opasnih mesta zasnovani su na subjektivnoj proceni učesnika u saobraćaju, čime je omogućeno uzimanje u obzir i konflikata, odnosno situacija koje su opasne ali nisu dovele do nastanka nezgode.

2. IDENTIFIKACIJA OPASNIH MESTA NA PUTEVIMA

Optimalan put za stručno utvrđivanje delova putne mreže na kojima bi trebalo delovati sa gledišta bezbednosti saobraćaja treba da počiva na osnovu identifikacije i analize opasnih mesta. Pri izboru metoda za identifikaciju opasnih mesta neophodno je koristiti međunarodna iskustva i najbolju praksu, ali i imati u vidu specifičnosti uslova u kojima se ona vrši, a naročito u pogledu načina i doslednosti evidentiranja saobraćajnih nezgoda i njihovih posledica. U postupku identifikacije opasnih mesta potrebno je uvažiti dva osnovna kriterijuma:

1. Period posmatranja. Važan parametar za stvaranje pouzdane identifikacije putne deonice, koja ima statistički značajan stepen nezgoda, je utvrđivanje vremenskog perioda u kom su analize sprovedene. Pri bilo kom pokušaju identifikovanja opasnih mesta, trebalo bi uzeti u obzir sledeće:

- period analize bi trebao biti dovoljno dug, da bi se utvrdili faktori nezgoda. Utvrđeno je da u većini slučajeva period od 3-5 godina garantuje pouzdanost analize,
- na mestima, gde su se desile iznenadne promene u stopama nezgoda, korisno je analizirati kratak vremenski period u trajanju od jedne godine ili manje, da bi se utvrdili specifični razlozi i mehanizmi koji prouzrokuju nezgode,
- da bi se izbegla neravnomernost izazvana sezonskim promenama, važno je da se posmatranja vrše nekoliko godina,
- nakon četiri ili pet godina kašnjenja, podaci o nezgodama i/ili održavanju možda ne bi prikazali stvarno stanje puta i saobraćaja ili razvoja bliskih aktivnosti i ponašanja korisnika, itd. Zbog toga, ukoliko je moguće, važno je koristiti dva perioda analize. Prvi period u trajanju od tri do pet godina, kojim se obezbeđuje pouzdanost uzorka, i drugi period u trajanju od jedne godine, koji će omogućiti otkrivanje promena u broju nezgoda izazvanih zbog novih faktora.

2. Identifikacione tehnologije. Kada se jednom prikupe svi relevantni podaci o saobraćaju i nezgodama, potrebno je izvršiti sledeće tehničke identifikacione metode:

- stope rizika od nezgode moraju biti bazirane na proračunu srednjih vrednosti na mrežama sa sličnim karakteristikama,
- srednje vrednosti rizika od nezgoda moraju se računati za svaki interval prosečnog dnevnog saobraćaja, koji predstavlja različite kategorije saobraćaja,
- treba praviti razliku između različitih kategorija puta (putevi rezervisani za saobraćaj motornih vozila, putevi sa ograničenim pristupom, putevi sa jednom saobraćajnom trakom, itd.) između različitih tipova područja (urbana područja, ruralna područja, itd.) i između putnih deonica i ukrštanja.

3. METODE IDENTIFIKACIJE OPASNIH MESTA NA PUTEVIMA U POJEDINIM ZEMLJAMA

Svaka zemlja je razvila svoje metode identifikacije opasnih mesta na putevima, koje pokušava da unapredi primenjujući najbolju svetsku praksu i prateći razvoj nauke. Jedino na taj način je moguće razviti kvalitetne metode za identifikaciju opasnih mesta na putevima, realizovati projekte i primeniti adekvatne mere za saniciju opasnih mesta na putevima. Saobraćajne nezgode predstavljaju najbolji indikator za identifikaciju opasnih mesta na putevima.

Većina evropskih zemalja ima jasno definisane pojmove opasnih mesta (crnih tačaka) na putevima. Osnovni parametri za utvrđivanje opasnih mesta na putevima su:

- Broj saobraćajnih nezgoda,
- Raspodela saobraćajnih nezgoda po težini,
- Raspodela po težini posledica,
- Period posmatranja,
- Klasifikacije puteva,
- Fiksna ili promenljiva jedinica istraživanja.

U nekim zemljama opasna mesta se utvrđuju na osnovu jednostavnog određivanja broja saobraćajnih nezgoda u određenom periodu na nekoj jedinici istraživačkog prostora, dok je u nekim zemljama razvijen posebanračunski i statistički model za identifikaciju opasnih mesta na putevima, na osnovu kojih određuju koeficijenti rizika opasnih mesta na putevima. Koeficijenti rizika se određuju na osnovu korelacije više parametara i kriterijuma, a posebnu ulogu imaju u određivanju prioriteta sanacije opasnih mesta na putevima. U okviru Evropskog projekta [5.] obavljeno je ispitivanje trenutnih pristupa u regulisanju crnih tačaka i analizi bezbednosti. Pored definisanja najmodernijeg pristupa u regulisanju opasnih mesta predstavljene su i metode identifikacije opasnih mesta u pojedinim evropskim zemljama:

U identifikaciji opasnih mesta na putevima u Austriji koristi se klizni prozor dužine 250 m koji se pomera duž puta, uz obeležavanje svakog mesta na kome je ispunjen jedan od dva sledeća kriterijuma:

- 3 ili više sličnih saobraćajnih nezgoda sa povređenima u roku od 3 godine i koeficijent rizika Rk od najmanje 0,8. Vrednost koeficijenta rizika računa se na sledeći način:

$$R_k = \frac{U}{0,5 + 7 \cdot 10^{-5} \cdot \mathrm{AA}DT}$$

gde je U- broj saobraćajnih nezgoda sa nastradalim u periodu od 3 godine, a AADT- godišnji prosečan dnevni saobraćaj.

- 5 ili više saobraćajnih nezgoda (uključujući i one samo sa materijalnom štetom) sličnog tipa tokom 1 godine.

Identifikacija opasnih mesta na putevima u Danskoj oslanja se na dosta detaljnu klasifikaciju sistema puteva na različite tipove deonica i raskrsnica. U identifikovanju opasnih mesta koristi se test baziran na Poasonovoj raspodeli. Minimalan broj saobraćajnih nezgoda da bi se neko mesto smatralo opasnim je 4 nezgode u periodu od 5 godina. Nivo značajnosti koji se koristi u statističkim testovima je 5%. Ocene normalnog broja saobraćajnih nezgoda na različitim elementima puteva dobijaju se primenom modela za predviđanje. Pretpostavimo da je normalan broj nezgoda na nekom mestu ocenjen kao 2,8 (tokom 5 godina), a da je registrovano 5 nezgoda.

U Poasonovoj raspodeli, verovatnoća da će se dogoditi najmanje 5 nezgoda, imajući u vidu srednji broj od 2,8, ima vrednost 0,152, što znači da se ovo mesto ne može klasifikovati kao opasno. Kada su u pitanju deonice puteva, one se identifikuju primenom pristupa kliznog prozora. Veličina prozora se menja na bazi normalnog broja nezgoda na deonici.

U Nemačkoj se opasna mesta na putevima identifikuju pomoću mapa saobraćajnih nezgoda. U identifikaciji se koristi period od 1 ili 3 godine. Ako se koristi 1 godina, mesto se klasifikuje kao opasno ako je na njemu registrovano 5 saobraćajnih nezgoda sličnog tipa, bez obzira na težinu (uključujući nezgoda samo sa materijalnom štetom), pri čemu dužina mesta nije veća od 100 m. Za utvrđivanje toga da li su saobraćajne nezgode istog tipa ili ne razvijena je detaljna tipologija. Ako se koristi period od 3 godine, opasnim mestom smatra se svako mesto na kome je registrovano 5 ili više nezgoda sa povređenima ili 3 ili više nezgoda sa teško povređenima. Mada se klizni prozor formalno ne koristi, ispitivanje mapa u praksi se svodi na primenu kliznog prozora.

U Mađarskoj se u oblastima van naselja, opasnim mestima smatraju ona na kojima su najmanje 4 saobraćajne nezgode registrovane tokom 3 godine na deonici ne dužoj od 1.000 m. Unutar izgrađenih oblasti, opasnim mestima smatraju se ona sa najmanje 4 registrovane saobraćajne nezgode tokom 3 godine na deonici ne dužoj od 100 m. Traženje opasnih mesta obavlja se primenom pristupa kliznog prozora. Prozor je dužine 1.000 ili 100 m.

U Norveškoj se opasnim mestom smatra svaka lokacija dužine ne veće od 100 m sa najmanje 4 saobraćajne nezgode sa povređenima registrovane u prethodnih 5 godina. Pored toga opasnim mestom se smatra svaka deonica puta ne duža od 1.000 m sa najmanje 10 saobraćajnih nezgoda sa povređenima registrovanih u prethodnih 5 godina. Opasna mesta registruju se primenom kliznog prozora.

U Švajcarskoj se kao opasno mesto na putevima smatra svako mesto sa registrovanim brojem saobraćajnih nezgoda značajno iznad srednjeg broja saobraćajnih nezgoda na sličnim mestima. Slična mesta se definišu klasifikovanjem sistema puteva na različite tipove deonica i raskrsnica.

U svakoj grupi se ocenjuju stope saobraćajnih nezgoda. Na bazi dobijenih stopa definišu se kritične vrednosti za minimalan registrovani broj saobraćajnih nezgoda u periodu od 2 godine da bi mesto bilo klasifikovano kao opasno. Na autoputevima je kritičan broj 10 za sve saobraćajne nezgode, 4 za nezgode sa povređenima i 2 za nezgode sa poginulima.

Na vangradskim putevima je kritična vrednost 8 za sve nezgode, 4 za nezgode sa poginulima i 2 za nezgode sa poginulima. Na raskrsnicama u gradskim oblastima kritična vrednost je 10 za sve nezgode, 6 za nezgode sa povređenima i 2 za nezgode sa poginulima. Dužina opasnih mesta na putevima, izuzev kada su u pitanju raskrsnice, kreće se između 100 i 500 m, zavisno od obima saobraćaja. Ove deonice su fiksne i ne identifikuju se primenom kliznog prozora.

4. KRITERIJUMI IDENTIFIKACIJE OPASNIH MESTA

Analizu stanja bezbednosti saobraćaja na putnim pravcima, odnosno identifikaciju opasnih mesta potrebno je sprovoditi tako što se najpre sprovede opšta analiza stanja i tendencija bezbednosti saobraćaja koja omogućava shvatanje obima problema, međunarodno poređenje, sagledavanje strukture nezgoda, vremenske raspodele nezgoda, trenda i drugih opštih karakteristika stanja.

Sledeći korak je analiza stanja po saobraćajnim deonicama i mapiranje rizika, kojom se bolje sagledava prostorna raspodela saobraćajnih nezgoda, kao i specifičnosti pojedinih saobraćajnih deonica u pogledu rizika nastanka nezgoda (rizika povređivanja), najčešćih vrsta nezgoda, kategorije učesnika itd. Finalni korak je detaljna analiza stanja po kilometrima puta, pri čemu je preciznost određivanja lokacije opasnog mesta manja od kilometar.

Za potrebe identifikacije opasnih mesta mogu se koristiti, opšte stručno prihvaćeni, pokazatelji odnosno:

- **Kolektivni rizik saobraćajnih nezgoda i njihovih posledica** (KR) koji predstavlja broj nezgoda i nastradalih po kilometru puta. Ovaj pokazatelj ne uzima u obzir različit obim saobraćaja na deonicama puta pa će se lokacije sa visokim obimom saobraćaja rangirati kao lokacije sa visokim rizikom (gustina nezgoda je visoka zbog velike izloženosti, tj. zbog velikog obima saobraćaja), čak i kada ove lokacije imaju relativno mali broj nezgoda u odnosu na obim saobraćaja (imaju mali individualni rizik). Preporučuje se da se najpre kolektivnim rizikom definišu deonice visokog rizika, a potom da se drugim metodama analiza rizičnih deonica (dubinska analiza, studija slučaja, konfliktna tehnika i sl.) dopuni. Treba naglasiti da kolektivni rizik raste sa porastom intenziteta saobraćaja na putu, pa putevi većeg značaja (sa većim intenzitetom saobraćaja) imaju veće kolektivne rizike.
- **Individualni rizik (IR)** predstavlja broj nezgoda i nastradalih u odnosu na broj vozilo kilometara, na datoj lokaciji. Sa porastom obima saobraćaja, opada individualni rizik, pa je on najmanji na putevima sa najvećim značajem, odnosno na putevima sa najvećim obimom saobraćaja. Dakle, sa porastom značaja puteva raste kolektivni, a opada individualni rizik nastanka nezgode.

U cilju pouzdanijeg identifikovanja opasnih mesta definisani su pojmovi i obrasci kojima se upotpunjuju analize za identifikaciju opasnih mesta, i to:

- **Korigovani Kolektivni Rizik nezgoda - KRsn* (korigovan težinom nezgoda)** Kako bi se korektno uzeli u obzir svi opravdani razlozi za isticanje opasnosti na deonici puta, najkorektnije je uzeti u obzir sve saobraćajne nezgode, a ne samo one sa poginulim ili nastradalim. S obzirom na to, značajne razlike u posledicama nezgoda sa poginulim, povređenim i materijalnom štetom su ponderizovane u skladu sa ukupnim društvenim posledicama pojedinih vrsta nezgoda, a u nameri da se sve nezgode "svedu" na jedan nivo (nivo saobraćajne nezgode sa materijalnom štetom). Prihvaćeno je da je jedna nezgoda sa poginulim licima, prosečno teža 150 puta od nezgode sa materijalnom štetom, a da je nezgoda sa povređenim oko 20 puta teža od nezgode sa materijalnom štetom. Ponderisani Broj Saobraćajnih Nezgoda (PBSN) izračunava se kao:

  $$PBSN = (n1 \cdot 1 + n2 \cdot 20 + n3 \cdot 150)$$

  gde je n1 - broj saobraćajnih nezgoda sa materijalnom štetom, n2 - broj saobraćajnih nezgoda sa povređenim, a n3 - broj saobraćajnih nezgoda sa poginulim.

Imajući u vidu da nisu retke nezgode, odnosno mesta na kojima dolazi do tih nezgoda, u kojima među nastradalim ima više poginulih, neophodno je PBSN korigovati težinom posledica (PBSN korigovan njihovom težinom-PBSN*).

$$PBSN^* = (n1 \cdot 1 + n2 \cdot 20 + n3 \cdot 150) \cdot \cdot \left(1 + \frac{POG}{LTP+TTP+POG}\right)$$

gde je:

POG - broj poginulih u saobraćajnim nezgodama,

TTP - broj teško povređenih u saobraćajnim nezgodama,

LTP - broj lako povređenih u saobraćajnim nezgodama.

Uzimajući prethodno u obzir, Korigovani Kolektivni Rizika nezgoda (KRsn*) dobija se stavljanjem u odnos ponderisanog broja saobraćajnih nezgoda korigovanog težinom posledica i dužine predmetne deonice:

$$KR_{sn}{}^{*} = \frac{\sum_{i=1}^{G} PBSN_i^{*}}{G \cdot L}\left(\frac{nezgoda}{km \cdot godišnje}\right)$$

gde je G - broj godina (period za koji se vrši analiza), a L - dužina posmatrane deonice.

- **Korigovani Individualni Rizik nezgoda - IRsn* (korigovan težinom nezgoda)** se dobija stavljanjem u odnos ponderisanog broja saobraćajnih nezgoda korigovanog težinom posledica i brojem vozilo kilometara dobija se vrednost korigovanog Individualnog Rizika nezgoda (IRSN*)

$$IR_{sn}{}^{*} = \frac{\sum_{i=1}^{G} PBSN_i^{*}}{L \cdot 365 \cdot \sum_{i=1}^{\Gamma} PGDS_i} \cdot 10^6 \left(\frac{nezgoda}{mil. \cdot voz \cdot km}\right)$$

gde je PGDS - prosečan godišnji dnevni saobraćaj.

- **Kolektivni Rizik Stradanja – KRs (korigovan težinom posledice)** Kako troškovi saobraćajnih nezgoda zavise i od vrste povreda koje učesnici u saobraćajnim nezgodama pretrpe, neophodno je broj stradalih ponderisati težinom posledica. Ponderi su određeni na osnovu ukupnih društvenih posledica koje nosi pojedina vrsta stradanja, a sve u cilju da se svi nastradali svedu na broj lako povređenih lica.

PBN = 1·LTP + 5·TTP + 50·POG nastr km god

Odnos ponderisanog broja nastradalih i dužine predmetne deonice predstavlja Kolektivni Rizik Stradanja (KRS).

$$KR_s = \frac{\sum_{i=1}^{G} PBN_i}{G \cdot L}\left(\frac{nastradalih}{km \cdot godišnje}\right)$$

- **Individualni Rizik Stradanja - IRs (korigovan težinom posledice)** predstavlja odnos ponderisanog broja nastradalih i broja vozilo kilometara.

$$IR_s = \frac{\sum_{i=1}^{G} PBN_i}{L \cdot 365 \cdot \sum_{i=1}^{\Gamma} PGDS_i} \cdot 10^6 \left(\frac{nastradalih}{mil. \cdot voz \cdot km}\right)$$

Komparacija nivoa bezbednosti saobraćaja između pojedinih zemalja na globalnom nivou veoma je otežana razlikama u definisanju pojedinih pojmova u oblasti bezbednosti saobraćaja (saobraćajna nezgoda, poginulo lice, teško povređeno lice, lako povređeno lice i dr.). Najmanja odstupanja mogu se uočiti kod definisanja poginulih i teško povređenih, pa je prethodno istaknut problem moguće prevazići uvođenjem novih parametara:

- **Kolektivni Rizik Poginulih i Teško Povređenih — KRP+TP** predstavlja odnos broja poginulih i teško povređenih u saobraćajnim nezgodama i dužine predmetne deonice.

$$KR_{P+TP} = \frac{\sum_{i=1}^{G} (POG + TTP)_i}{G \cdot L}\left(\frac{pog + teškopov.}{km \cdot godišnje}\right)$$

- **Individualni Rizik Poginulih i Teško Povređenih – IRP+TP** Odnos broja poginulih i teško povređenih u saobraćajnim nezgodama i broja vozila kilometara.

$$IR_{P+TP} = \frac{\sum_{i=1}^{G} (POG + TTP)_i}{L \cdot 365 \cdot \sum_{i=1}^{\Gamma} PGDS_i} \cdot 10^6 \left(\frac{pog + ttp}{mil \cdot voz \cdot km}\right)$$

- **Kolektivni Rizik Poginulih - KR_P** Odnos broja poginulih u saobraćajnim nezgodama i dužine predmetne deonice.

$$KR_P = \frac{\sum_{i=1}^{G} POG_i}{G \cdot L}\left(\frac{poginulih}{km \cdot godišnje}\right)$$

- **Individualni Rizik Poginulih - IR_P** Odnos broja poginulih u saobraćajnim nezgodama i broja vozila kilometara.

$$IR_P = \frac{\sum_{i=1}^{G} POG_i}{L \cdot 365 \cdot \sum_{i=1}^{\Gamma} PGDS_i} \cdot 10^6 \left(\frac{poginulih}{mil. \cdot voz \cdot km}\right)$$

Dakle, osim klasičnih analiza bezbednosti saobraćaja, na osnovu kojih je moguće uočiti obim problema saobraćajnih nezgoda i njihovih posledica, tendencije u razvoju pojava, vremensku i prostornu raspodelu saobraćajnih nezgoda, te okolnosti nastanka saobraćajnih nezgoda, u procesu identifikacije opasnih mesta važno je za svaki putni pravac izračunati rizike nezgoda i stradanja u saobraćaju (kolektivni individualni rizik stradanja, kolektivni i individualni rizik smrtnog stradanja, kolektivni i individualni rizik poginulih-teško povređenih, kolektivni i individualni rizik nezgoda korigovan njihovim posledicama) čime se određuje prostorna neravnomernost rizika nastanka nezgoda i stradanja po deonicama, odnosno identifikuju mesta na kojima je ugroženost u saobraćaju posebno izražena. Klasifikovanjem putnih pravaca u skladu sa predloženim kriterijumima moguće je predstavljanje nivoa bezbednosti (ugroženosti) na kartama rizika.

5. "SUBJEKTIVNI" METOD IDENTIFIKACIJE OPASNIH MESTA NA PUTEVIMA

Primenom metoda ankete eksperata, razvijen je "subjektivni" metod identifikacije opasnih mesta koji se sastoji iz:

- Detaljnog anketnog istraživanja,
- Verifikacije postojećih i uočavanja novih opasnih mesta,
- Formiranja baze podataka o opasnim mestima.

Kao i prethodno opisani kriterijumi za identifikaciju opasnih mesta na osnovu broja saobraćajnih nezgoda i stradalih, "subjektivni" metod identifikacije i sanacije opasnih mesta predstavlja operativan alat za upravljače. Pitanja na koje je potrebno dobiti odgovore, a na osnovu kojih je baziran "subjektivni" metod identifikacije opasnih mesta su [10.]:

Osnovni podaci o putu/deonici:

- Oznaka puta/deonice sa dužinom na teritoriji nadležnosti
- Kategorija i vrsta analiziranog puta (osnovne karakteristike puta)
- Broj opasnih mesta na posmatranom putu/deonici (klasifikacija, dužina i stacionaža zona, poteza, ukrsnih mesta-raskrsnica i "crnih tačaka")
- Skica dela puta/deonice sa numerisanim opasnim mestima "crnim tačkama".

Osnovni podaci o opasnom mestu:

- Naziv opasnog mesta sa osnovnim kriterijumom identifikacije,
- Učestalost i posledice saobraćajnih nezgoda u proteklom period,
- Skica opasnog mesta,
- Opis opasnog mesta,
- Osnovni parametri opasnog mesta: broj i širina saobraćajnih traka, poprečni i uzdužni nagib, radijus krivine, dozvoljena brzina itd.,
- Ocena stanja vertikalne i horizontalne signalizacije, zaštitnih ograda, preglednosti, odvodnjavanja itd.,
- Podaci o zapažanjima značajnih subjekata u vezi bezbednosti saobraćaja (zapisnici policije, inspekcijskih pregleda itd.) sa kopijama,
- Mišljenje o uticaju brzine vozila na nastanak saobraćajnih nezgoda na opasnom mestu,
- Odstupanje stvarnih brzina od postojećeg ograničenja,
- Uticaj stanja kolovoznog zastora na nastanak saobraćajnih nezgoda sa kratkim opisom,
- Podaci o učestalosti i vrsti policijskih kontrola,
- Podaci o promenama uslova saobraćaja u prethodnom periodu (rehabilitacije, rekonstrukcije i ostale vrste radova),
- Ostali značajni podaci o opasnom mestu.

Predlog mera za uočeno opasno mesto:

- Predlog mera u skladu sa prethodnim zapažanjima,
- Eventulalni grafički prikaz – skica.

6. DISKUSIJA SA ZAKLJUČKOM

Kako bi se uspostavio efikasan sistem evidentiranja saobraćajnih nezgoda, a time ostvario i preduslov identifikacije opasnih mesta na putevima, neophodno je integrisanje svih subjekata koji se bave evidentiranjem saobraćajnih nezgoda i njihovih posledica, što bi se pozitivno odrazilo na kvalitet ulaznih podataka. Na taj način bi se pouzdanije mogla identifikovati opasna mesta, a predložene mere bi bile primerenije jer bi i uočeni problem bio detaljnije analiziran. Sa druge strane različiti metodi i neusaglašenost na globalnom nivou ukazuju na potrebu daljeg razvoja novih i unapređivanja postojećih metoda identifikacije opasnih mesta, kako bi identifikovane lokacije što realnije ukazivale na pojavu povećanog rizika na putevima.

Opisani razvoj “subjektivnog” i “objektivnog” metoda identifikacije opasnih mesta na putevima, odnosno njegova adekvatna primena omogućava prilaz problemu ugroženosti u saobraćaju sa dva aspekta. “Objektivni” metod je baziran na najboljoj praksi zemalja koje imaju vodeće rezultate u upravljanju stanjem bezbednosti u saobraćaju, dok se “subjektivni” metod zasniva na analizi i proceni eksperata koji se bave bezbednosti saobraćaja.

Kako to obično biva, svaki od primenjenih metoda ima svoje prednosti, zbog kojih je neophodan, ali i nedostatke, zbog kojih nije dovoljan, tako da se sistemskim pristupom i medjusobnim upotpunjavanjem rezultata može doći do zadovoljavajućih i primenljivih rešenja.

Naime, “objektivni” metod identifikacije opasnih mesta omogućava formiranje prostorne mape rizika, na osnovu analize podataka o saobraćajnim nezgodama, njihovih posledica i rizika, odnosno analiza problema bezbednosti u saobraćaju. Sa druge strane primenom “subjektivnog” metoda se mnogo brže i jednostavnije dolazi do rezultata, čak i kada podaci o saobraćajnim nezgodama nisu kvalitetni.

LITERATURA

[1] Elvik R. (2008): „Comparative Analysis of Techniques for Identifying Hazardous Road Locations“, Annual meeting of Transportation Research Board, Washington, D.C.

[2] Pei Y., Ding, J. (2005): Improvement in the Quality Control Method to Distinguish the Black Spots of the Road,Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 5.

[3] Hasseea R. (2003): „A GIS based accident system for reducing road accidents“, Association of European Transport 2003, Birmingham.

[4] Lipovac K., Jovanović D., Nešić M., (2008): „Metodologija identifikacije opasnih mesta na putevima“, Udruženje za bezbednost saobraćaja Srbije, Beograd.

[5] Jarvis J., Kamal S. (2009): „Crash Data System – A new-generation software product approach and move to improved national systems“, 4. IRTAD CONFERENCE, Seoul.

[6] Elvik R. (2008): State-of-the-Art Approaches to RoadAccident Black Spot Management and Safety Analysis of Road Networks. 6th Framework Programme RIPCORD-ISEREST-Deliverable

[7] Zakon o bezbednosti saobraćaja na putevima, Službeni glasnik RS", br. 41/2009, 53/2010

[8] Lipovac K (2008): „Bezbednost saobraćaja“, Prvo izdanje, Beograd.

[9] Lipovac K., Jovanović D., Nešić M., Jovanov D. (2009): „Database of black spots on main roads in Serbia“, 4. IRTAD CONFERENCE, Seoul.

[10] Jovanov D., Rakočević V., Đoković T., Martinov M. (2007): „Baza podataka o opasnim mestima na državnim putevima I i II reda– Studija slučaja JP "Putevi Srbije", Beograd.

[11] Pesic, D., Vujanic, M., Lipovac, K. Antic, B. (2012) „An integrated method of identifying and ranking danger spots for pedestrians on microlocation“, Transport Vol 27, no 1 pp. 49-59.

[12] Lipovac, K., Jovanov, D., & Jovanović, D. (2009). Savremeni pristup unapređenju bezbednosti puta. Put i saobraćaj, 56(4), 32-37.

[13] Marković, M., Lipovac, K., Jovanović, D., Nešić, M., & Mudreša, S. (2009). Bezbednost saobraćaja na postojećoj mreži duž koridora neizgrađenih autoputeva. *Put i saobraćaj*, 56(1), 18-28.

[14] Lipovac, K., & Vujanić, M. (2000). Procedure redukcije i prevencije saobraćajnih nezgoda na putevima. *Put i saobraćaj*, 46(2-3), 147-149.

[15] Vujanić, M., & Lipovac, K. (2000). Analiza bezbednosti deonice puta - 'case study' deonica Kraljevo-Raška. *Put i saobraćaj*, 46 (2-3), 151-154.

DELTABLOC
INTERNATIONAL

DELTABLOC International GmbH
Aškerčeva ulica 6,
9000 Murska Sobota, Slovenija

P: +386 817 101 35
F: +386 817 101 93
office@deltabloc.rs
www.deltabloc.rs

DELTABLOC International GmbH
Industriestrasse 28,
2601 Sollenau, Avstrija

P: +43 57715 / 470 - 0
F: +43 57715 / 470 - 474
office@deltabloc.com
www.deltabloc.com

INVESTICIJE U OPREMU I PUTEVE I EKONOMSKA KONVERGENCIJA ZEMALJA

Dr Slobodan Cvetanović, redovni profesor
Univerzitet u Nišu, Ekonomski fakultet slobodan.cvetanovic@eknfak.ni.ac.rs

Mr Aleksandar Zlatković, diplomirani ekonomista
alek-zlatkovic@gmail.com

Msc Dušan Cvetanović, student dr. studija
Univerzitet u Nišu, Ekonomski fakultet, dusan.cvetanovic@ymail.com

Pregledni rad

Rezime: *Fizički kapital, posebno izražen u liku opreme i puteva predstavlja jedan od osnovnih faktora privrednog rasta. Imajući u vidu tu činjenicu, u ovom radu se analiziraju poruke neoklasičnog modela rasta Roberta Soloua u vezi uticaja fizičkog kapitala na smanjenje razvojnih razlika između pojedinih zemalja u skladu sa napredovanjem procesa rasta.*
Ključne reči: *kapital, fizički kapital, infrastruktura, putna infrastruktura, modeli privrednog rasta, efekat sustizanja.*

INVESTMENT INTO EQUIPMENT AND ROADS AND ECONOMIC CONVERGENCE OF COUNTRIES

Review paper

Abstract: *Physical capital, expressed especially in terms of equipment and roads represents one of the basic factors of economic growth. Having in mind this fact, the paper analysise the messages of Robert Solow's neoclassical model of growth related to the impact of physical capital on the decease in development differences between some countries in complance with growth process advancement.*
Keywords: *capital, physical capital, infrastructure, road infrastructure, economic growth models, catching up effect.*

Slobodan Cvetanović, Ph.D. Economist
University of Nis, Faculty of Economics,slobodan.cvetanovic@eknfak.ni.ac.rs

Alexander Zlatković, M.Sc. Economist
alek-zlatkovic@gmail.com

Dusan Cvetanović Msc, PhD student
University of Nis, Faculty of Economics, dusan.cvetanovic@ymail.com

1. KAPITAL U OBJAŠNJENJU PRIVRED. RASTA I RAZVOJA

Pojedini autori pod kapitalom podrazumevaju različite sadržaje tako da nije moguće govoriti o kapitalu kao homogenoj kategoriji. Ne tako retko se pod kapitalom smatra samo novac i najrazličitiji vrednosni papiri, drugi put se imaju u vidu fizička dobra koja služe daljoj reprodukciji (mašine i postrojenja, građevinski objekti, zalihe), a sve je češći slučaj da se pod kapitalom podrazumevaju prirodna bogatstva kojima pojedine zemlje raspolažu.

Krajem prethodnog i početkom ovoga veka u ekonomskim istraživanjima sve se decidno govori o ljudskom i društvenom kapitalu, kao posebnim oblicima kapitala. Samjuelson i Nordhaus kažu da je kapital jedan od tri osnovna faktora proizvodnje (pored zemlje i rada) i da ga čine proizvedena dobra koja se ponovo koriste kao proizvodni inputi za dalju proizvodnju.[1] Proizilazi da oni ovde pod kapitalom podrazumevaju njegov fizički oblik, odnosno da imaju u vidu kapitalna dobra koja obuhvataju i kompleks infrastrukture. Po njima, kapitalno dobro ima osobinu proizvodnog inputa, a takođe i krajnjeg autputa proizvodnje.

U sagledavanju ključnih izvora ekonomskog rasta pomenuti autori decidno izdvajaju četiri faktora, koje je na određeni način moguće identifikovati sa četiri oblika kapitala. (tabela 1.) "Ekonomski rast neizbežno počiva na četiri točka: radu, prirodnim resursima, kapitalu i tehnologiji. Međutim, točkovi mogu da se znatno razlikuju od zemlje do zemlje, a neke ih zemlje kombinuju efikasnije od drugih."[2]

Tabela 1. *Faktori ekonomskog rasta*

Faktori ekonomskog rasta	Primeri
Ljudski resursi	Veličina radne snage Kvalitet radnika (obrazovanje, veštine disciplina)
Prirodni resursi	Nafta i gas Tlo i klima
Akumulacija kapitala	Oprema i fabrike Opšti društveni kapital
Tehnologija i preduzetništvo	Kvalitet naučnog i tehničkog znanja Veština upravljanja Nagrade za invoacije

Izvor: Samuelson, P. Nordhaus, W. (2009) *Ekonomija*, osamnaesto izdanje, Mate, Beograd, str. 560.

Menkju kapital poistovećuje sa stokovima opreme i fizičke infrastrukture koje se koriste za proizvodnju roba i usluga.[3] Po njemu, ključno obeležje kapitala je da on predstavlja proizvedeni faktor proizvodnje.

Iznoseći svoja razmišljanja u vezi koncepta održivog razvoja Robert Solou, u proizvodne faktore pored ljudskog rada, ubraja i prirodni kapital, tj. prirodne resurse, i radom stvoreni kapital u koji spadaju:

- fizički kapital (zgrade, oprema, mašine itd.), nastao investiranjem,
- ljudski kapital, u vidu stečenog znanja i iskustva, sa kojima pojedinci učestvuju u proizvodnim procesima,
- intelektualni kapital, kao naučni, tehnički i u najširem smislu kulturni potencijal kojim ljudsko društvo u određenom vremenu raspolaže.

U jednom broju istraživanja pravi se distinkcija između kapitala koji je „dar prirode", dakle prirodna datost, od oblika kapitala koji su nastali kao stok kumulirane i stvaralačke aktivnosti ljudskog bića.[4]

---

[1] Samuelson, P. Nordhaus, W. (2009) *Ekonomija*, osamnaesto izdanje, Mate, Beograd, str. 33.
[2] Samuelson, P. Nordhaus, W. op. cit. str. 33.
[3] Mankiw, G. (2006) *Osnove ekonomije*, treće izdanje, Mate, Zagreb, str. 541.
[4] Drašković, B. (1988) *Ekonomija prirodnog kapitala*, Institut ekonomskih nauka, Beograd.

Tradicionalni pristup ekonomske teorije svodi pojam kapital na faktore proizvodnje: fizički kapital, rad, zemlju, sirovine. Iz ekonomsko-proizvodne funkcije slede dva izvora ekonomskog rasta:

- povećanje kvantuma glavnih resursa: fizičkog kapitala, rada, prinosa od zemlje i sirovina, i
- primena naučno-tehničkih znanja, odnosno implementacija sve brojnijih i značajnijih tehnoloških promena.

Osnivač teorije društvenog kapitala Burdie, pravi distinkciju između tri oblika kapitala: ekonomskog, društvenog i kulturno-simboličkog.[5] Ekonomski kapital karakteriše moć direktnog konvertovanja u novac, a institucionalizuje se u formi prava svojine (*property rights*). Komponente društvenog kapitala su društvene veze i mreže koje je moguće transformisati u ekonomski kapital. Konačno, kulturno-simbolički kapital institucionalizuje se u formi obrazovnih kvalifikacija i, pod određenim uslovima, može se transferisati u novac.

Koleman kao jedan od nesumnjivo vodećih autoriteta u prethodno pomenutoj teoriji društvenog kapitala, takođe razlikuje tri vrste kapitala: fizički (kapacitet razvijenosti oruđa i proizvodnje), ljudski kapital (kapacitet razvijenosti znanja i umeća pojedinaca) i društveni kapital (kapacitet uključenosti pojedinaca u društvene veze).[6] Fizički kapital se odnosi na fizičke objekte, ljudski na atribute pojedinaca, a društveni na veze između pojedinaca, odnosno na društvene mreže i norme reciprociteta i pouzdanosti koje iz njih proizlaze.

Tokom poslednje decenije prethodnog veka koncept kapitala u ekonomskoj literaturi je kategorijalno značajno proširen. Naime, decenijama domininantno mišljenje po kome kapital obuhvata isključivo vidljive resurse je modifikovano u smislu proširenja njegove obuhvatnosti na neopipljive resurse, poput ljudskog i društvenog kapitala. Dok je fizički kapital potpuno opipljiv, iskazan u vidljivim materijalnim oblicima, a ljudski kapital sadržan u veštinama i znanjima stečenih od strane pojedinaca, pa prema tome, manje opipljiv, društveni kapital je najmanje opipljiv, budući da postoji samo u odnosima između ljudi.[7] Ne mali broj autora međutim, proširuje kompleks kapitala uključivanjem i mnogih drugih njegovih oblika puput institucionalnog organizacionog, kulturnog kapitala itd.

Uvećanje svakog od napred pobrojanih oblika kapitala podrazumeva vreme da se formira i održi i da može direktno i indirektno doprineti privrednom rastu. Sa aspekta privrednog rasta zemlje neophodno je kapital posmatrati kao skup fizičkih, ljudskih, finansijskih i ostalih resursa neophodnih za proizvodnju. Ovaj pristup omogućava da se bolje razume kako se različiti oblici kapitala kombinuju u cilju postizanja rezultata i kako se ti isti resursi mogu supstituisati ili dopunjavati.[8]

Razvrstavanje kapitala na fizički, prirodni, ljudski, društveni i finansijski kapital ima izuzetnu važnost i nagoveštava složenost istraživanja načina i metoda njegovog kvantitativnog uvećanja i kvalitativnog poboljšanja. Nezavisno od oblika kapitala, važno je da on: a) doprinosi proizvodnji roba i usluga, odnosno da doprinosi ekonomskom rastu i razvoju, b) donosi prinos i c) predstavlja input u procesu stvaranja ekonomskih vrednosti.

U ekonomskoj analizi često se ne prave razlike između prirodnog kapitala - zemlje i fizičkog kapitala kao stoka proizvedenih dobara i to upravo usled investiranja kapitala u zemlju, te se investicije pojavljuju kao proizvodni - akumulirani fizički kapital, čiji se efekat ogleda u rastu prinosne funkcije zemljišta. Prirodni kapital označava izvor bogatstva zemalja u materijalnim dobrima, on je svojevrsna realna aktiva sa dugoročnim periodom korišćenja. Bogatstvo materijalnih dobara i zemljišta se razlikuje od finansijske imovine. Finansijski izraz bogatstva obuhvata finansijski kapital, papirno-elektronsko, odnosno računsko bogadstvo. I ovaj oblik kapitala, odnosno stoka bogatstva je u korelacinoj vezi sa fizičkim kapitalom, jer se, na primer, posredstvom akcijskog kapitala, novčani kapital i njegovi derivati u konačnoj iteraciji mogu transferisati u kapitalna dobra.

2. UVEĆANJE FIZIČKOG KAPITALA PUTEM INVESTICIJA I TEHNOLOŠKIM USAVRŠAVANJIMA

Teorije investicionih aktivnosti predstavljaju jedno od najkontroverznijih područja ekonomske analize. Situacija nije ništa jednostavnija ni kada se ima u vidu istraživanje značaja investicija u rešavanju ključnih razvojnih problema i posebno u sagledavanju njihove uloge u generisanju tehnoloških promena. To je donekle razumljivo kada se ima u vidu činjenica da postoji veliki broj determinanti investicionih aktivnosti različitog značaja, pored ostalog, i onih koje su u značajnim delom funkcija faza privredne konjunkture u kojima se sagledava investiciona potrošnja. Ukratko, može se zaključiti da ni jedna investiciona teorija ne može objasniti sve tipove investicija.

Postoje različite teorije koje objašnjavaju ključnih determinanti investicija u privredi. Jednim modelom nije moguće objasniti sve varijable koje oblikuju iznos investicije u fizički kapital, a da se i ne govori o preciznom merenju njihovog uticaja na veličinu investicija.

[5] Burdie, P. (1999) *Signalna svetla*, Zavod za udžbenike, Beograd.

[6] Coleman, J. (1998) Social Capital in the Creation of Human Capital, *American Journal of Sociology* 94, str. 95–120.

[7] Džunić, M. (2011) Društvene determinante akumulacije socijalnog kapitala, *Ekonomske teme*, Niš, 1. str. 60.

[8] Golubović, N. (2007) *Društveni kapital*, Ekonomski fakultet, Niš, str. 20.

Pod tehnološkim promenama treba razumeti proces usavršavanja postojećih i pronalaženja kvalitetno novih proizvodnih sredstava, proces kontinuiranog poboljšanja postojećih i pronalaženje kvalitetno novih predmeta rada, pronalaženje novih izvora i usavršavanje postojećih metoda korišćenja energije, kao i kontinuirani proces poboljšanja formi i metoda organizacije i upravljanja proizvodnjom.[9] Ukratko, radi se o procesima uvođenja novih oruđa za rad, pronalaženja novih metoda proizvodnje i organizacije kao i prenošenja postojećih metoda iz naprednih u manje napredne proizvodne jedinice.

Tabela 2. *Stopa rasta bruto domaćeg proizvoda po stanovniku u pet visoko razvijenih privreda*

	1950-1973.	1973-1987.	Promena
Francuska	4,0	1,8	2,2
Nemačka	4,9	2,1	2,8
Japan	8,0	3,1	4,9
V.Britanija	2,5	1,8	0,7
SAD	4,3	2,1	2,2

Izvor: Blanchard, (2005) O. Makroekonomija, Mate, Zg, str. 255.

Tehnološke promene su nesumnjivo najznačajniji faktor privrednog rasta. Štaviše, o kvalitetnom privrednom rastu moguće je govoriti samo ukoliko je kompleks tehnoloških promena njegov najvažniji generator. Ovu konstatataciju potvrđuju i podaci sadržani u tabelama 3. i 4. na osnovu kojih je moguće zaključiti da periodi visokog rasta bruto domaćeg proizvoda po stanovniku koreliraju sa visokim stopama tehnoloških promena. Primera radi, visoke stope privrednog rasta pet ekonomski razvijenih tržišnih privreda u periodu 1950-1973. godine rezultat su pre svega intenzivnog procesa uvođenja tehnoloških inovacija u proces proizvodnje, a ne enormno visoke akumulacije kapitala. Suprotno, usporavanje rasta bruto domaćeg proizvoda po stanovniku u periodu 1973-1997. godine je takođe posledica usporavanja stope tehnoloških promena, a ne neubičajeno niske akumulacije kapitala.

Tabela 3. *Stopa tehn. napretka u pet visoko razvijenih privreda*

	1950-1973.	1973-1987.	Promena
Francuska	4,9	2,3	2,6
Nemačka	5,6	1,9	3,7
Japan	6,4	1,7	4,7
V.Britanija	2,3	1,7	0,6
SAD	4,4	1,6	2,8

Izvor: Blanchard, O. (2005) Makroekonomija, Mate, Zagreb, str. 255.

Tehnološka promena je složena ekonomska pojava. Čine je invencija, inovacija i difuzija. Invencija je faza tehnološke promene koja predstavlja rađanje neke nove ideje. Sama po sebi, invencija ne znači neminovnost automatskog ispoljavanja sledeće faze tehnološke promene, tj. nastanak inovacije. *Inovacija* je faza tehnološke promene koja podrazumeva proces realizacije neke nove ideje, odnosno inovacija predstavlja novo rešenje. U literaturi se pojam inovacija često identifikuje terminima pronalazak, naučno istraživanje kao i naučno otkriće. Dinamika inovacija najvećim delom determiniše tempo tehnoloških promena, a time i intenzitet privrednog rasta u celini. *Difuzija* je faza tehnološke promene koju karakteriše proces najšire primene inovacija. U zavisnosti od sposobnosti ekonomskih aktera da se ova faza tehnološke promene skrati, sve se jasnije ispoljavaju i osnovne razlike između uspešnih i manje uspešnih privreda u celini i ekonomskih subjekata u pojedinim oblastima privređivanja.

Vremenski razmak između pojedinih faza tehnološke promene se sve više skraćuje. Vreme koje je potrebno da se transformiše invencija u inovaciju je najkritičnija faza u valorizaciji svake tehnološke promene i naziva se *inkubacioni period.* U dvadesetom veku, posebno u njegovoj poslednjoj trećini, došlo je do gotovo spektakularnog skraćenja kako inkubacionog tako i ukupnog razvojnog perioda. Najkarakterističniji primer takve tendencije je dužina inkubacionog perioda u oblastima novih informacionih tehnologija kod kojih je on skraćen na svega nekoliko meseci.

Tabela 4. *Dužina inkub. perioda za značajnije tehnološke pronalaske*

Otkriće	God.nastanka invencije	God. realizacije inovacije	Ink. period
Portland cement	1756	1824	68
Parna lokomotiva	1769	1830	61
Električni telegraf	1793	1839	46
Televizija	1919	1941	22
Najlon	1928	1939	11
Elektronski računar	1944	1951	7
Komunikacioni satelit	1957	1962	5

Postoje mišljenja da se ekonomski i društveni razvoj pojedinih zemalja i regiona može vezati za radikalne tehnološke promene. U prilog takvom stavu u tabeli 5. dati su podaci o najznačajnijim pronalascima i kretanju dohotka po stanovniku, po cenama iz 1990. godine, za zemlje Zapadne Evrope.

Tabela 5. Stvaranje zapadne Evrope

God.	Dohodak po stanovniku (cene iz 1990).	Pronalasci
1 000	400	Vodenica
1100	430	Plug
1200	480	Vetrenjača
1300	510	Kompas
1400	600	Visoka peć
1500	660	Gutenbergova mašina za štampanje
1600	780	Teleskop
1700	880	Satovi na klatno, kanali
1800	1.280	Parna mašina, mašina za tkanje liveno gvožđe, električna baterija
1900	3.400	Telegraf, telefon, električno svetlo, radio
2000	17.400	Čelik, automobil, avioni, računari, nuklearna energija

Izvor: The Economist, 31.12.1999.

[9] Cvetanović, S. (1997) *Tehnološke promene i ekonomska efikasnost*, Ekonomski fakultet, Niš, 1997.

Različiti periodi tehnoloških revolucija doneli su različite proizvodne filozofije i filozofije upravljanja. Zbog činjenice da tehnološke promene imaju daleko najveći značaj za proces generisanja privrednog rasta od posebnog je značaja dati precizan odgovor na pitanje koji je ključni mehanizam njihovog pokretanja. Jer, od prirode odgovora na njega umnogome zavisi vrsta konkretnih aktivnosti koje je na nivou privrede ili preduzeća najsvrsishodnije preduzeti u cilju generisanja tehnološkog razvoja. Kao dva ključna objašnjenja ključnih generatora tehnoloških promena u ekonomskoj literature se navode: 1) razvoj nauke i istraživačko razvojne delatnosti i 2) nezadovoljene potrebe, odnosno nezadovoljena tražnja. Prvo objašnjenje se sreće i pod nazivom *science and technology push* teorija tehnoloških promena, a drugi pravac pod imenom *demand pull* teorija tehnoloških promena. Po prvoj teoriji dinamika usavršavanja tehnologije je u daleko najvećem stepenu funkcija razvoja nauke i efikasnosti naučnoistraživačkog rada. Drugim rečima, ona akcenat stavlja na ponudu tehnoloških rešenja. Ova teorija se u neku ruku direktno naslanja na tvrdnju Jozefa Šumpetera da grupisanje inovacija predstavlja osnovnu polugu ekonomskog rasta.[10] Suština druge teorije je tumačenje po kome osnovni pokretač promena u tehnici i tehnologiji predstavljaju tržišni zahtevi. Tržišne potrebe deluju na oblikovanje strukture investicija i u potpunosti determinišu dinamiku inovacija u privredi.

U ekonomskoj literaturi je dugo postojala težnja da se pomenuta objašnjenja fiziologije generisanja tehnoloških promena međusobno suprostave. Međutim, prihvatljivo objašnjenje osnovnih generatora tehnoloških promena mora obuhvatiti i faktore na strani ponude i faktore na strani tražnje. U tom smislu jedan broj istraživača sa pravom primećuje da ni jedno od pomenuta dva tumačenja autonomno uzeto ne objašnjava u zadovoljavajućem stepenu logiku generisanja tehnološkog razvoja, ali uzeti skupa predstavljaju solidnu bazu određivanja osnovnih generatora tehnoloških promena.

Tehnološke promene menjaju važnost pojedinih činilaca proizvodnje, a takođe deluju na kvalitativnu transformaciju svih elemenata ekonomskog potencijala, šireći granice njihovog korišćenja po osnovu rasta efikasnosti upotrebe raspoloživih proizvodnih faktora. Povećanjem efikasnosti upotrebe faktora, tehnološke promene utiču da se u razvojnom procesu manje drastično manifestuje limitiranost pojedinih elemenata, odnosno omogućavaju dalji ekonomski napredak zahvaljujući supstituciji najoskudnijih faktora manje limitiranim činiocima proizvodnje. Nadalje, kao rezultat delovanja tehnoloških promena kotinuirano se odvija proces rekombinacja razvojnih faktora sa tendencijom ka korišćenju sve kvalitetnijih činilaca proizvodnje.

[10] Schumpeter, J. (1976) *Capitalism, Socialism and Democracy,* Alen and Unwin, London.

Efekti tehnoloških promena poništavaju tendenciju opadajućih prinosa kao jednog od ključnih postulata tradicionlne teorije rasta. Štaviše, njihovo delovanje doprinosi ispoljavanju tendencije rastućih prinosa.[11]

3. PUTNA INFRASTRUKTURA KAO DETERMINANTA PORIVREDNOG RASTA

Za obezbeđenje efikasnog funkcionisanja ekonomskih aktivnosti u zemlji posebno je značajna komponenta fizičkog kapitala koja se odnosi na putnu infrastrukturu. Razvijena putna infrastruktura smanjuje efekte udaljenosti između pojedinih regiona što sa svoje strane doprinosi integrisanju nacionalnih tržišta i njihovom povezivanju uz niske troškove sa tržištima drugih zemlja i regiona. Pored toga, kvalitetna putna mreža deluje na privredni rast smanjujući nejednakosti u raspodeli dohotka i siromaštvo. Razvijena putna infrastrukturna preduslov je da manje razvijene zajednice povežu osnovne ekonomske aktivnosti. Efikasan transport roba, ljudi i usluga omogućava preduzetnicima da blagovremeno plasiraju svoje robe i usluge na tržišta i pružaju mogućnost lakšeg kretanja zaposlenih do svojih radnih mesta.

Za razliku od opreme i ostalih oblika fizičkog kapitala koji se dominantno nalaze u privatnoj svojini, putevi su gotovo isključivo u vlasništvu države. Čak i u vodećoj tržišnoj privredi sveta, SAD-u u kojoj su u devetnaestom veku neke putne saobraćajnice bile u privatnom vlasništvu, putna infrastruktura je već tokom sledećeg, dvadesetog veka postala isključivo javno vlasništvo.[12] U literaturi se kao razlozi ovoj pojavi navode sledeći momenti:

- Izgradnja puteva mnogo košta,
- Izgradnja puteva traje dugo,
- Investicije u puteve se odlikuju niskom rentabilnošću.[13]

Putna infrastruktura predstavlja važan fakor privrednog razvoja prema svim relevantnim istraživanjima. Njen značaj se ne smanjuje čak ni u savremenim uslovima privređivanjima kada resurs znanja, odnosno tehnologija postaje ključni faktor privrednog rasta i razvoja. U sklopu faktorske analize privrednog razvoja, posebno je važno znati da nezadovaljavajući nivo putne infrastrukture može predstaviti vrlo ograničavajući faktor privrednog rasta zemlje. Ovo prvenstveno zbog činjenice što gradnja puteva čak i pod pretpostavkom da finansijska sredstva ne predstavljaju neki ozbiljniji problem podrazumeva dug vremenski period, s jedne, kao i zbog okolnosti da ne postoji mogućnost uvozne supstitucije ovog faktora proizvodnje, što po pravilu ne važi za ostale činioce privrednog razvoja.[14]

[11] Cvetanović, S. Mladenović, I. (2011) *Kapital u teoriji rasta i razvoja*, Ekonomski fakultet, Niš, str. 161.

[12] Stiglic, Dž. (2008) *Ekonomija javnog sektora*, Ekonomski fakultet, Beograd, str.5.

[13] Đerić, B. (1997) Teorija i politika privrednog razvoja, Savremena administracija, Beograd, str.111.

[14] Detaljnije videti u: Cvetanović, S. *Teorija privrednog razvoja*, Ekonomski fakultet, Niš, 2004. str. 57.

Kakvo je stanje putne infrastrukture u Srbiji? Najkraće, nivo razvijenosti i stanje putne infrastrukture u Srbiji je nezadovoljavajuće. Ilustracije radi, prema najnovijem izveštaju o globalnoj konkurentnosti zemalja, Svetskog ekonomskog foruma, od 141 rangiranih privreda Srbija je 2011. godine po kriterijumu razvijenosti putne infrastrukture zauzela 131. mesto.[15] To je čak i u disproprorciji s njenim stepenom razvijenosti, merenim dostignutom visinom bruto domaćeg proizvoda po stanovniku. Drugim rečima, iako visina bruto domaćeg proizvoda po stanovniku svrstava Srbiju u red srednjerazvijenih zemalja, opšta razvijenost putne infrastrukture ne opravdava taj nivo.

Evidentno je da poslednjih godina Srbija ulaže značajne napore i finansijska sredstva u razvoj putne infrastrukture, gde prvenstveno mislimo na projekte koji su u toku (izgradnja Koridora 10 i pobočnih saobraćajnica, završetak obilaznice oko Beograda, izgradnja mosta na reci Savi u Beogradu, tzv. mosta na Adi i mosta na reci Dunav kojim se strateški povezuje Koridor 10 sa Koridorom 4 i Rumunijom, rekonstrukcija mosta Gazela u Beogradu, kao i drugi manji projekti). Budući da se 2012. godine očekuje kompletiranje severnog kraka Koridora 10, završetak radova na Gazeli i završetak mosta na reci Savi u Beogradu sa svim planiranim prilazima, logično je nadati se da će Srbija u narednoj godini unaprediti vrednosti podindikatora „Kvalitet putne infrastrukture“ u Izveštaju o globalnoj konkurentnosti zemalja Svetskog ekonomskog foruma.

4. PUTNA INFRASTUKTURA U SAOBRAĆAJNOJ POLITICI EVROPSKE UNIJE

Saobraćaj je oblast kojoj je pored trgovine i poljoprivrede posvećena posebna pažnja Ugovorom iz Rima. Preciznije, članovi 3 i 70 Rimskog ugovora ukazuju na neophodnost donošenja zajedničke politike u ovoj oblasti kao jednog od strategijskih ciljeva evropske ekonomske integracije. Međutim, valja imati u vidu činjenicu da politika saobraćaja izazava opštu polemiku. „Preduzeća i potrošači traže veći broj boljih saobraćajnih usluga. Ne podnose kašnjenja i zahtevaju poboljšanje usluga. U isto vreme, isti učesnici kao deo široke javnosti zabrinuti su zbog buke, saobraćajnih nesreća i uticaja saobraćaja na životnu sredinu. Veliki i težak izazov koji se postavlja pred politiku saobraćaja jeste da se pronađe i uspostavi optimalna ravnoteža između ovih problema, kao i da se donese saobraćajna politika koja će biti održiva sa ekonomskog, društvenog i ekološkog stanovišta. Obim i značaj dela ekonomije koji je povezan sa razvojem saobraćaja omogućio je dostavljačima ovih usluga da uspostave kontakte i da ponekad utiču na kreatore politike. Međutim, razne nevladine organizacije takođe sprovode svoj program i utiču na javnu raspravu, a do određenog stepena i na konačan ishod politike.“[16]

Prvi pokušaj da se uvede zajednička saobraćajna politika predstavlja zv. Šausov memorandum iz 1961. godine. Njegovu suštinu izražava nastojanje da se uklone prepreke koje stoje na putu stvaranja zajedničkog tržišta u oblasti saobraćaja, odnosno da se otvore nacionalna tržišta za pružanje saobraćajnih usluga stvaranjem uslova koji stimulativno deluju na razvoj konkurencije u obezbeđivanju saobraćajnih usluga. Imajući u vidu činjenicu da je to vreme koje odlikuje izuzetna regulacija saobraćajnih tržišta razumljivo je zašto su Šausove ideje bile ignorisane. Drugi pokušaj da se unapredi saobraćajna politika EU datira iz 1973.godine. Naime, Komisija je prosledila Savetu zahtev da unapredi saobraćajnu infrastrukturu, promoviše socijalni poredak, poveća bezbednost i snizi troškove. Međutim, i na ovaj zahtev Komisije nije bilo odgovora. Odlučujući preokret u ovom kontekstu, predstavlja Presuda Suda pravde iz 1985. godine kojom je potvrđena optužba parlamenta da Savet ministara nije postupio u skladu sa svojim obavezama o stvaranju zajedničke saobraćajne politike Unije. U skladu sa presudom, Savet je bio primoran da preduzme sve potrebne mere u cilju koncipiranja i realizacije zajedničke saobraćajne politike. Najznačajnije aktivnosti Saveta su bile preduzimanje mera u cilju uklanjanja usitnjenih nacionalnih tržišta, uklanjanje brojnih pograničnih kontrola i dodela prva na kaobotažu.[17]

Ugovor iz Mastrihta uvodi novi pravni naslov: transevrospke mreže. Članom 154 se kaže da u cilju pomaganja ostvarenju osnovnih ciljeva Unije i omogućavanja njenim građanima, privrednicima kao i regionalnim i lokalnim zajednicama, da u potpunosti koriste prednosti koje proističu iz uspostavljanja prostora bez unutrašnjih granica, Zajednica podržava razvoj transevropskih mreža u infrastrukturnim sektorima saobraćaja, telekomunikacijama i energetike.

U okviru sistema otvorenih konkurentskih tržišta, delatnost Zajednica ima za cilj da podstakne međusobnu povezanost i operativnost nacionalnih mreža kao i pristup ovim mrežama. Ona pre svega vodi računa o potrebi povezivanja ostrva, enklava i perifernih regiona sa centralnim regionima Zajednice.[18]

[15] The Global Competitiveness Report 2010-2011, World Economic Forum, str. 9

[16] Jovanović, M. (2006) *Evropska ekonomska integracija*, Ekonomski fakultet, Beograd. str. 664.

[17] Kabotaža predstavlja postupak dodele dozvola preduzećima iz bilo koje zemlje članice Evropske unije da slobodno pruža usluge u domaćem saobraćaju na celoj teritoriji Unije po vlastitom izboru. Ova mera predstavlja ogroman napredak u pravcu liberalizacije tržišta saobraćajnih usluga u Evropskoj uniji.

[18] Lopandić, D. (2003) *Osnivački ugovori Evropske zajednice*, Beograd, str 137.

Da bi realizovala napred određene zadatke Unija:

- utvrđuje skup smernica koje obuhvataju ciljeve, prioritete, kao i pravce delovanja predviđenih u oblasti transevropskih mreža, (ovim smernicama se definišu projekti od zajedničkog interesa);
- sprovodi svaku akciju koja se može pokazati potrebnom da se obezbedi operativnost između mreža, posebno usklađivanje tehničkih normi;
- podržava projekte od zajedničkog interesa;
- učestvuje u finansiranju sa državama članicama specifičnih projekata iz obalsti saobraćajne infrastrutkure posredstvom Kohezionog fonda.

Ciljevi zajedničke saobraćajne politike su:

- pravilno funkcionisanje unutrašnjeg tržišta;
- intermodalna konkurencija i komplementarnost;
- razvoj transevropske mreže;
- bezbednosti;
- životna sredina;
- socijalna pitanja;
- spoljne veze.

Pravilno fukcionisanje unutrašnjeg tržišta podrazumeva elimisanje ograničenja na kabotažu za prevoznike u okviru Evropske unije. Suština principa intermodalne konkurencije i komplementarnosti podrazumeva da korisnici usluga snose ukupan trošak saobraćajnih usluga.

Međutim, u situacijama kada ovaj princip nije moguće sprovesti (opsluživanje zabačenih ruralnih krajeva) neophodno je subvencionisati nacionalne prevoznike, koji su često u državnom vlasništvu. Subvencionisanje se realizuje u sklopu socijalne, regionalne i kohezione politike.

Razvoj transevropske mreže predstavlja dugoročni cilj saobraćajne politike EU. „Mreža puteva treba da postanu «arterije kroz koje će teći ekonomski život EU“, odnosno da budu glavne rute za protok ljudi, robe i usluga. Kao takve doprineće jačanju ekonomske integracije, poboljšanju komunikacije, smanjivanju razdaljine a perifernim delovima omogućiti lakši i jeftiniji kontakt sa centralnim područjima.

Da bi transevropske mreže efikasno funkcionisale, obezbeđivanje ovih usluga treba da bude liberalizovano, tehnički kompatibilno, a svako usko grlo otklonjeno.“ [19] Valja.međutim, imati u vidu da realizacija pojedinih projekata u ovoj oblasti podrazumeva izuzetno velika finansijska ulaganja, koja veoma često privatni sektor ne može da obezbedi.

Povećanje sigurnosti putnika i robe je logičan cilj kada se imaju u vidu razmere nesreća koje se godišnje dogode u saobraćaju EU.

U ovom kontekstu izdato je na desetine direktiva koje se odnose na harmonizaciju standarda za kočnice, osvetljenje, vetrobrane, dimenzije i težine vozila itd. Takođe se pokušava sa promocijom bolje obuke vozača, odgovornosti za svoju ali i tuđu bezbednost, itd.

Poseban aspekt saobraćajne politike se odnosi na životnu sredinu. Prema kompetentnim procenama, ova oblast privrede je odgovorna za bilzu 25% ukupne emisije ugljen dioksida unutar EU. Ovaj gas, inače doprinosi globalnom zagrevanju zemlje i vodi ispoljavnju efekata staklene bašte. Smanjenje ovog efekta se uglavnom očekuje od povećanja efikasnosti potrošnje goriva.

U nastojanju da se unapredi realizacija socijalnih aspekata saobraćaja u okviru Socijalne povelje poseban prostor je dat pitanjima obavezne dužine odmora za vozače, regulisanje radnog vremena, obuke i drugih uslova.

Evropska unija nastoji da po svim važnim pitanjima saobraćaja i saobraćajne politike sarađuje sa Švajcarskom, zemljom koja ne pripada ovoj regionalno integraciji, ali koja se nalazi u središnjem delu evropskog kontinenta.

Na kraju, razimirajmo da je liberalizacija tržišta saobraćajnih usluga dala rezultate koji se ogledaju u povećanju konkurencije, usled čega je došlo do poboljšanja kvaliteta i pada cena. Međutim, izostala je radikalnija liberalizacija čak i onih saobraćajnih politika (železnički, drumski i rečni) koje su upravo predmet zajedničkih strategija razvoja zemalja članica EU.

5. RAST FIZIČKOG KAPITALA I EFEKAT SUSTIZANJA

U kontekstu istraživanja suštine i značaja fizičkog kapitala i putne infrastrukture u generisanju privrednog rasta važnija poruka neoklasičnih modela rasta je stav o sustizanju (konvergenciji), odnosno stav o postupnom smanjenju razvojnih razlika između pojedinih zemalja u skladu sa napredovanjem procesa rasta. Konvergencija je posledica ispoljavanja opadajućih prinosa kapitala.

U osnovi njene logike nalazi se standardno tvrđenje neoklasičara da se tokovi kretanja kapitala i rada odvijaju u suprotnim smerovima. Shodno zakonu opadajućih prinosa, u cilju maksimiranja efekata, mobilni fizički kapital se seli iz područja bogata kapitalom u sredine u kojima je on manje oblilan faktor proizvodnje. Istovremeno, radna snaga se pomera iz područja sa nižim u mesta sa većim nadnicama.

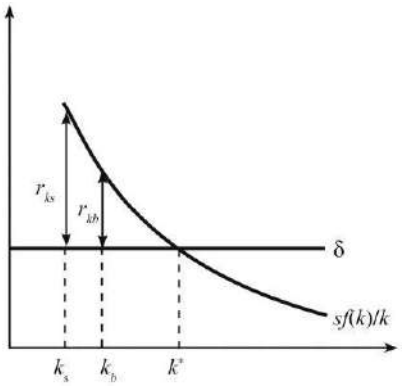
[19] Jovanović, M. op. cit. str. 667.

Tvrdnja da manje razvijene zemlje imaju izraženije stope rasta po stanovniku u odnosu na ekonomski prosperitetnije, usled ispoljavanja opadajućih prinosa fizičkog kapitala, bez uzimanja u obzir drugih momenata, poznata je u ekonomiji razvoja kao hipoteza *apsolutne konvergencije*.[20] Ista je tokom sedamdesetih i osamdesetih godina 20. veka bila predmet brojnih empirijskih provera.

Veći broj empirijskih istraživanja išao je u pravcu zaključivanja da su stope ekonomskog rasta neuporedive sa početnim nivoom privredne razvijenosti merene veličinom bruto domaćeg proizvoda po stanovniku, pa čak i da su u početku ekonomski razvijenije zemlje imale izraženiju stopu rasta bruto domaćeg proizvoda po stanovniku. Drugim rečima, teza o postojanju apsolutne konvergencije na osnovu brojnih empirijskih provera uglavnom je bila negirana.

U ekonomski slabije razvijenoj zemlji k_s je niži od početne vrednosti koeficijenta tehničke opremljenosti rada u privredno razvijenoj zemlji k_b. Međutim, i jednoj i u drugoj zemlji početni koeficijenti tehničke opremljenosti rada su niži od ravnotežne vrednosti, tj. $k_s < k_b < k^*$ (slika 1). To znači da prve na početku treba da imaju izraženiju stopu rasta koeficijenta tehničke opremljenosti rada, $r_{ks} > r_{kb}$.

U zavisnosti od intenziteta približavanja ravnotežnoj vrednosti koeficijenta tehničke opremljenosti stopa rasta koeficijenta tehničke opremljenosti rada će se smanjiti, a odatle sledi da će se smanjiti i stopa privrednog rasta per kapita u celini.



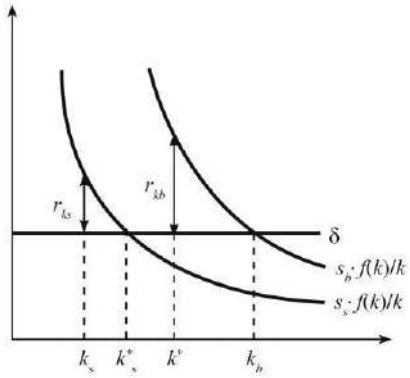
Slika 1. Apsolutna konvergencija

Činjenica da mnoga empirijska istraživanja nisu potvrdila hipotezu apsolutne konvergencije inspirisala je neke istraživače da napuste pretpostavku po kojoj privrede koje imaju iste parametre moraju imati i identične ravnotežne vrednosti koeficijenta tehničke opremljenosti rada. Budući da su se ravnotežna stanja razlikovala, logika razvojnih tendencija morala se modifikovati u smislu formulisanja teze o ispoljavanju ne apsolutne već relativne konvergenicije.

Razvijenije zemlje imaju višu stopu štednje od manje razvijenih, što shodno neoklasičnom modelu rasta znači da one imaju izraženiju stopu rasta u poređenju sa manje razvijenim regionom. (slika 2) Ovo znači da neoklasični model rasta ne predviđa konvergenciju u svim okolnostima.

Manje razvijena zemlja može imati izraženiju stopu rasta koeficijenta tehničke opremljenosti rada, i shodno toj činjenici izraženiju stopu rasta per kapita. Ali, ona može imati i nižu stopu rasta per capita u odnosu na razvijeniji region. U svim situcijama u kojima je stopa štednje veća u razvijenim nego u manje razvijenim zemljama, što je i najčešće potvrđivano empirijskim studijama, neoklasični model ne predviđa apsolutnu konvergenciju.

Naprotiv, sugeriše da privreda konvergira ka svom sopstvenom ravnotežnom stanju, pri čemu je brzina konvergencije obrnuto srazmerna udaljenosti sagledavane privrede od ravnotežnog stanja. Drugim rečima, model implicira relativnu konvergenciju zemalja.



Slika 2. Relativna konvergencija

Neoklasični model rasta nije mogao ponuditi adekvatne odgovore za realne probleme, poput sve sporijeg rasta zemalja s visokim dohotkom i stalne stagnacije dohotka u većini siromašnijih zemalja sveta.

Odsutnost zapaženijeg privrednog rasta u sedamdesetim i osamdesetim godinama prethodnog veka imala je za rezultat široko angažovanje ekonomske nauke u pokušajima pružanja odgovora u vezi načina na koji su pojedine azijske zemlje uspele da realizuju brzi privredni rast i podignu značajno konkurentnost svojih privreda, dok su mnoge latinoameričke i afričke države tonule u sve ozbiljniju ekonomsku stagnaciju.

[20] Barro, R. Sala-i-Martin, X. (2004) *Economic Growth,* The MIT Press Cambridge, Massachusetts, London, England.

6. ZAKLJUČAK

Izostanak razvojne konvergencije pojedinih zemalja u svetu nije moguće objasniti isključivo problemom neoptimalnog kombinovanja faktora rasta, uključujući i faktor fizičkog kapitala u okviru koga putna infrastruktura predstavlja njegovu značajnu komponentu. Očigledno, privredni rast pojedinih zemalja je delom rezultat faktora koji nisu obuhvaćeni na adekvatan način u dosadašnjim ekonomskim istraživanjima.

Literatura

[1] Barro, R. Sala-i-Martin, X. (2004) *Economic Growth,* The MIT Press Cambridge, Massachusetts, London, England.

[2] Blanchard, O. (2005) Makroekonomija, Mate, Zagreb.

[3] Burdie, P. (1999) *Signalna svetla*, Zavod za udžbenike, Beograd.

[4] Coleman, J. (1998) Social Capital in the Creation of Human Capital, *American Journal of Sociology* 94, str. 95–120.

[5] Cvetanović, S. (1997) *Tehnološke promene i ekonomska efikasnost*, Ekonomski fakultet, Niš.

[6] Cvetanović, S. Teorija privrednog razvoja, Ekonomski fakultet, Niš, 2004.

[7] Cvetanović, S. Mladenović, I. (2011) Kapital u teoriji rasta i razvoja, Ekonomski fakultet, Niš.

[8] Drašković, B. (1988) *Ekonomija prirodnog kapitala*, Institut ekonomskih nauka, Beograd.

[9] Đerić, B. (1997) Teorija i politika privrednog razvoja, Savremena administracija, Beograd.

[10] Džunić, M. (2011) Društvene determinante akumulacije socijalnog kapitala, *Ekonomske teme*, Niš.

[11] Golubović, N. (2007) *Društveni kapital*, Ekonomski fakultet, Niš.

[12] Jovanović, M. (2006) *Evropska ekonomska integracija*, Ekonomski fakultet, Beograd.

[13] Lopandić, D. (2003) *Osnivački ugovori Evropske zajednice*, Beograd.

[14] Mankiw, G. (2006) *Osnove ekonomije*, treće izdanje, Mate, Zagreb

[15] Samuelson, P. Nordhaus, W. *Ekonomija*, (2009) osamnaesto izdanje, Mate, Beograd. 33.

[16] Schumpeter, J. (1976) *Capitalism, Socialism and Democracy,* Alen and Unwin, London.

[17] Solow, R. (1986) On the Intertemporal Allocation of Natural Resources, *Scandinavian Journal of Economics* 88.

[18] Stiglic, Dž. (2008) *Ekonomija javnog sektora*, Ekonomski fakultet, Beograd.

[19] The Global Competitiveness Report 2010-2011, World Economic Forum.

[20] Kuzović, L., Topolnik D., Glavić, D.,. (2010). Induced Traffic and its Treatment in the Evaluation of Motorway Projects. Promet – Traffic&Transportation, Vol. 22, 2010, No. 6, 459-465.

[21] Kuzović, L., Glavić, D., & Vuksanović, B. (2007). Metod prognoze i utvrđivanja ekonomske koristi od novostvorenog saobraćaja. Put i saobraćaj, 54(4), 17-22.

[22] Kuzović, L., Glavić, D., & Laišić, Đ. (2008). Ulaganja u programe održavanja i projekte izgradnje državnih puteva u uslovima ograničenih finansijskih sredstava. Put i saobraćaj, 55(4), 11-15.

[23] Cvetanović, S., Zlatković, A., & Cvetanović, D. (2011). Putna infrastruktura kao komponenta fizičkog kapitala u modelima privrednog rasta. Put i saobraćaj, 57(4), 35-40.

ВРЕДНОВАЊЕ СПЕЦИФИЧНИХ ПРОЈЕКАТА

- пример Студија оправданости денивелисане раскрснице Панчевачки мост -

Др Драженко Главић,дипл.инж.саоб.
Саобраћајни факултет, Универзитет у Београду, drazen@via-vita.org.rs

Резиме*: Често се приликом вредновања пројекта у путном инжењерству постављају захтеви за вредновање специфичних пројеката. Специфични пројекати су у принципу компликовани мрежни модели или путни објекти као што су петље, раскрснице (кружне, Т или крстасте), тунели, мостови, вијадукти, наплатне рампе и сл. У таквим случајевима је потребно постојећу методологију прилагодити специфичности проблема. У овом раду је дат пример случаја кроз приказ вредновања специфичног пројекта претварања укрштања у нивоу у укрштање ван нивоа. Постојеће методологије и поступци cost-benefit анализе CBA нису директно примењиве у решавању наведеног специфичног пројектног решења. Такође и директна примена било ког софтвера је немогућа у решавању наведеног проблема. Креативним приступом решавању проблема и модификација постојећих методологија специфичним захтевима вредновања је примењена. Наведени специфични проблем вредновања је решен израдом адекватног модела-алгоритма уз коришћење више софтвера као алата у раду при свакој појединачној фази пројекта.*

Кључне речи*: студија оправданости, CBA, вредновање, RUC, VOC, TTC, специфични пројекат, денивелисана рампа.*

EVALUATION OF SPECIFIC PROJECTS

- case of Feasibility study for Pancevo bridge junction –

Drazenko Glavic, Ph.D. T.E.
Faculty of Traffic and Transport Engineering, University of Belgrade

Summary*: Often is the case when evaluating projects in road engineering, to encounter the evaluation of specific projects. Specific projects are generally complex network models or individual road objects like loops, junctions (circular, T or cross), tunnels, bridges, viaducts, toll gates etc. In such cases it is necessary to adapt the existing methodology to specific problems. In this paper we present an example of the case through the presentation of a specific evaluation project of converting intersections at grade level in the loop interchange. Existing methodology and cost-benefit analysis-CBA are not directly applicable to the solution of this specific design solution. Also, the direct application of any software is impossible to solve the problem. Creative approach to problem, modification of existing methodologies to specific needs assessment was performed. The specific evaluation problem is solved by creating an adequate model-algorithm using multiple software tools in the each individual phase of the project.*

Keywords*: feasibility studies, evaluation of specific projects, ramp, RUC, VOC, TTC, CBA.*

1. УВОД

У изради Студије оправданости класичних путних деоница најчешће је немогуће директно применити "Правилник о садржају и начину израде Студије оправданости и Студије оправданости за изградњу објеката" јер је исти прављен за све објекте, док путна инфраструктура представља специфичан случај. За пројекте који нису класичне деонице путева односно за специфичне пројекте наведени правилник је и практично немогуће применити. Такође најчешће је случај да је немогуће применити и један софтвер у решавању чак и простих проблема вредновања. Наведена чињеница о немогућности директне примене правилника, као и директне примене софтвера захтева другачији приступ у решавању проблема.

1.1. ПРЕДМЕТ

Предмет разматрања рада је приказ вредновања за потребе Студија оправданости кроз пример специфичне анализе оправданости денивелисаног решења прикључка улице Деспота Стефана на Панчевачки мост (пута М1.9 Београд-Панчево).

1.2. ЦИЉ

Основни циљ рада је приказ креативног приступа решавању проблема вредновања специфичних пројеката.

2. ОПШТЕ О ПРОЈЕКТУ

Напредак, изградња и модернизација саобраћајне инфраструктуре је један од битних приоритета развоја на територији града. Поред дугогодишњих великих пројеката из ГП2020 постоји и велики низ мањих инвестиција које значајно могу побољшати услове у саобраћају на подручју града Београда, у циљу пружања вишег нивоа услуге и смањења трошкова путовања и експлоатације возила, повећању безбедности саобраћаја, као и смањењу негативног утицаја саобраћаја на околину.

Потреба за денивелисаном рампом, последица је тзв. уског грла проузрокованог интензивним левим скретањима из правца булевара Деспота Стефана на Панчевачки мост што узрокује неприхватљиво време чекања и повећане трошкове корисника (тзв. Road User Cost-RUC).

Са преусмеравањем токова из левих у десна денивелисана скретања, саобраћајни токови ће се одвијати без укрштања.

2.1. Основни задаци студије оправданости

Основни задатак Студије оправданости је да се решење из Идејног пројекта подвргне процедури ***економског вредновања***. Остали задаци Студије оправданости изградње денивелисане раскрснице су:

1) Да на бази информационе основе о путевима и теренских снимања актуелног стања пружи релевантне информације о постојећем стању;
2) Да пружи основне податке о социо-економским параметрима, као и о достигнутим и прогнозираним саобраћајним токовима, по основу нормалног саобраћаја;
3) Да на основу Идејног пројекта пружи основне податке о пројекту денивелисане раскрснице;
4) Да утврди економске трошкове употребе (експлоатације) тзв. мреже без инвестиција и тзв. мреже са инвестицијом у иницијалном 20-то годишњем периоду;
5) Да утврди очекиване директне економске користи;
6) Да утврди економску оправданост улагања, са друштвено-економског аспекта.

2.2. Иницијални планерски период

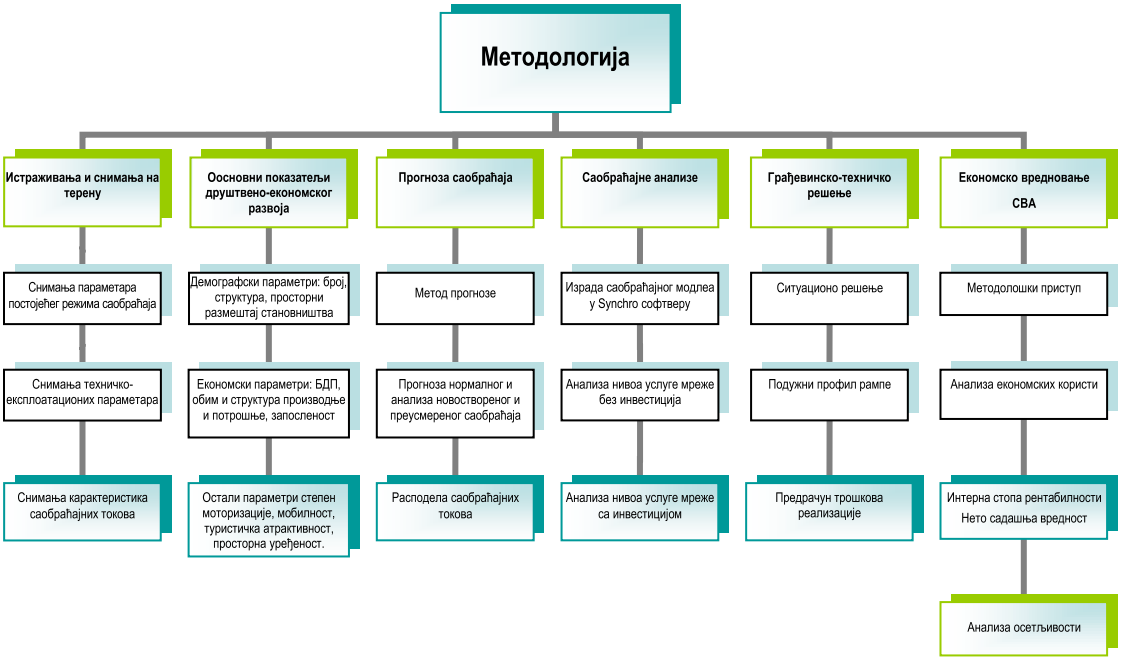
- Планирани период изградње је 2012. година.
- Период 20-то годишње експлоатације је од 2013. до 2032. године.

3. ПРИМЕЊЕНА МЕТОДОЛОГИЈА У РЕШАВАЊУ СПЕЦИФИЧНОГ ПРОБЛЕМА ВРЕДНОВАЊА

Друштвено-економска оцена пројекта се заснива на анализи трошкова и користи од директних ефеката изградње денивелисане раскрснице, са опште друштвеног аспекта. То подразумева идентификацију, квантификацију и новчану валоризацију промена које проузрокује изградња денивелисане раскрснице. Слика 1. приказује методологију примењену у вредновању.

Индиректни ефекти изградње денивелисане раскрснице, као што су: утицај на повећање ефикасности, смањење емисије штетних гасова, смањење буке и др., се не укључују у анализу трошкова и користи.

Коначни резултати анализе су исказани интерном стопом рентабилности-ИСР (Internal Rate of Return) и нето садашњом вредности пројекта-НСВ (Net Present Value).



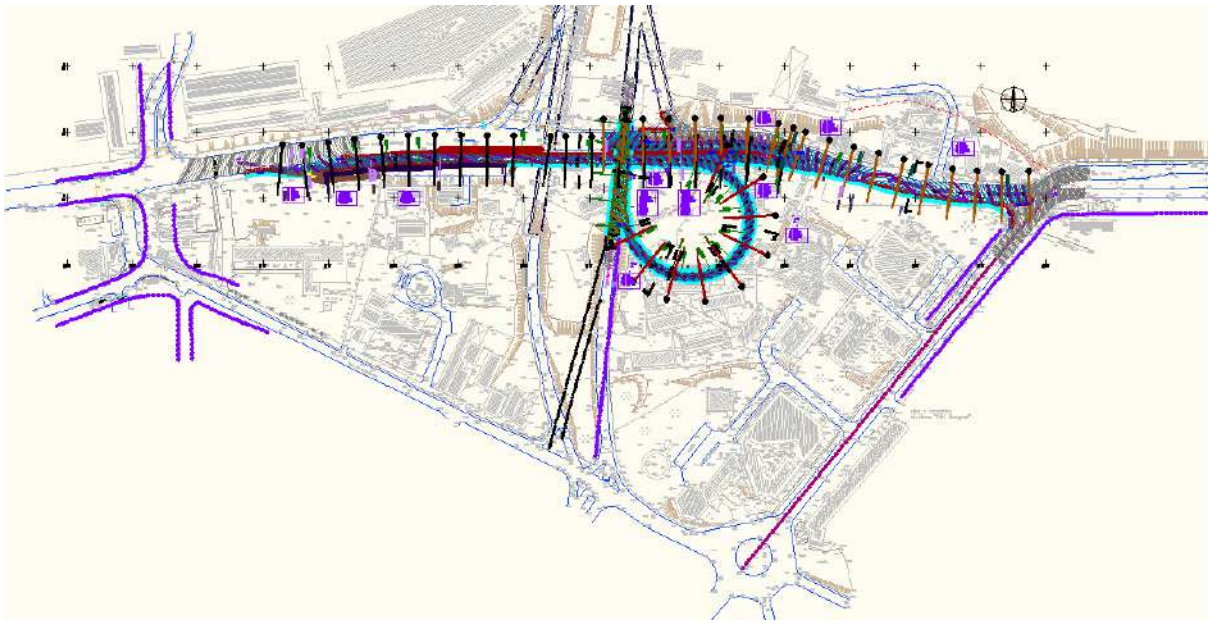
Слика 1. Методологија вредновања

4. ОСНОВНИ ПОДАЦИ О ПРОЈЕКТНОМ РЕШЕЊУ

Основни подаци у пројекту су приказани кроз:

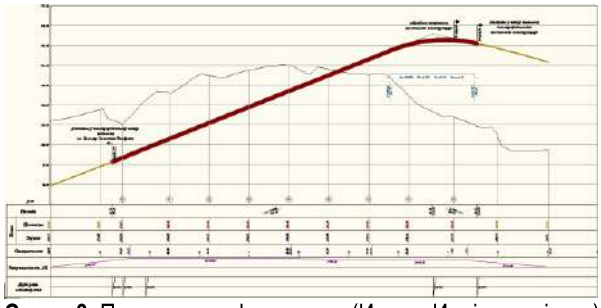
- Ситуационо решење;
- Подужни профил рампе;
- Предрачун трошкова реализације;
- Фазност изградње.

4.1.1. Ситуационо решење



Слика 2. Ситуационо решење (Извор: Идејни пројекат)

4.1.2. Подужни профил рампе



Слика 3. Подужни профил рампе (Извор: Идејни пројекат)

4.1.3. Предрачун трошкова реализације

Збирна рекапитулација свих радова ~ФАЗА I ~

Грађевински пројекат	54.721.644
Саобраћајна опрема и сигнализација	6.739.179
Потпорни зидови	4.504.640
Инжењерске конструкције	84.798.017
Водовод	*21.231.894*
Канализација	14.588.809
JO	9.018.000
EE	2.556.000
TT	*34.336.580*
Зеленило	8.856.856
укупно динара:	241.351.618

Од наведених збирних трошкова у COST-BENEFIT анализу укључену су оне категорије које су директна последица инвестирања и реализације петље.

4.1.4. Фазност изградње

У **<u>првој фази</u>** се планира изградња индиректне рампе за саобраћајне токове из смера "раскрсница улице Деспота Стефана и Митрополита Петра" ка "Панчевачком мосту", пратеће саобраћајнице која ће послужити као веза између новопројектоване индиректне рампе и постојеће саобраћајнице Деспота Стефана као и делимична реконструкција саобраћајнице Деспота Стефана ради повезивања са пратећом саобраћајницом и побољшања безбедности и проточности саобраћаја. Такође предвиђа се рушење постојеће и изградња нове мостовске конструкције у дужини од ~86m, на делу од насипа ка Панчеву са десне стране, гледано из смера Богословије ка Панчеву.

У **коначној фази** планира се потпуна реконструкција саобраћајнице Деспота Стефана, изградња друге индиректне рампе, као и повезивање пратеће саобраћајнице са новопројектованим коловозом саобраћајнице Деспота Стефана.

4.2. Техничко експлоатациони подаци о раскрсници и деоницама постојеће мреже

Коришћењем расположиве техничке документације, снимања одређених елемената на терену, сачињена је инвентаризација раскрсница и деоница постојеће мреже друмских саобраћајница.

5. АНАЛИЗА И ПРОГНОЗА САОБРАЋАЈНИХ ТОКОВА

5.1. Достигнути саобраћајни токови

За потребе ове студије коришћења су два извора података и то:

- Бројање саобраћајних токова на 2 кључне раскрснице (укрштање Деспота Стефана и пута М1.9 и укрштање Деспота Стефана, Мије Ковачевића и Вишњичке);
- Истраживање карактеристика саобраћајних токова на подручју Града Београда 2006., Саобраћајни факултет Универзитета у Београду,

5.2. Прогноза саобраћаја

Да би се приступило прогнози саобраћајних токова неопходно је анализирати социо-економске параметре, који имају утицај на раст саобраћајних токова.

Социо-економски параметри који утичу на формирање саобраћајних токова на одређеном подручју, су:

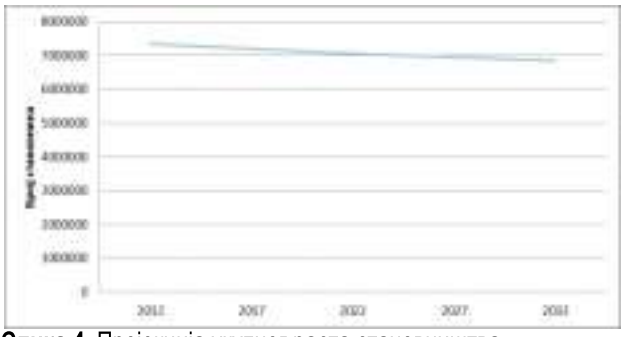
- фактори демографског развоја (број, структура и просторни размештај становништва),
- економски параметри (БДП, степен моторизације, обим и структура производње и потрошње, запосленост, туристичка атрактивност, просторна уређеност, мобилност становништва, геотранспортни положај и улога подручја у ширем окружењу, тржишна и правна стабилност, развијеност саобраћајне инфраструктуре и појединих саобраћајних грана и друго).

Такође осим анализе социо-економске параметара анализиране су и стопе из релевантних студија рађених пре ове студије.

5.3. Основни показатељи друштвено-економског развоја

5.3.1. Демографија

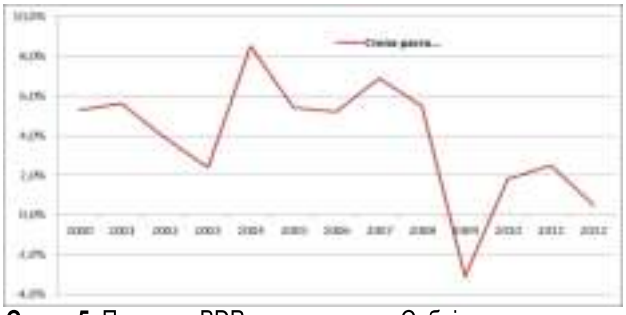
Дугорочна пројекција раста становништва указује да ће у периоду до 2032. године бележити пад броја становника.



Слика 4. Пројекција укупног раста становништва
Извор: Завод за статистику Р. Србије

5.3.2. Бруто домаћи производ

Постоји неколико домаћих и страних институција које публикују податке о БДП-у. Подаци се разликују у зависности од извора публиковања. У студији су коришћени подаци које објављује ИМФ



Слика 5. Промене BDP по годинама у Србији
Извор: ИМФ

5.3.3. Прогнозе саобраћаја у досадашњим студијама

У протеклих неколико година у Србији је урађено неколико студија, које су укључивале и прогнозу интензитета саобраћаја. Величине стопа из наведених студија су анализиране приликом утврђивања стопа раста.

5.3.4. Меродавна стопа пораста саобраћаја

На основу анализе тренда, анализе социо економских параметара, регресионе анализе, као и анализе досада коришћених стопа у релевантним студијама, укључујући и утицај светске економске кризе стопе раста коришћене у студији су дате у табели 1.

Табела 1. Прогнозиране стопе пораста саобраћаја [%]

Прогнозирана стопа пораста	временски интервал				
	2010-2015.	2015-2020.	2020-2025.	2025-2030.	2030-2035.
путнички и аутобуски саобраћај	**3,0**	**3,5**	**3,0**	**2,5**	**2,0**
теретни саобраћај	**2,5**	**3,0**	**2,5**	**2,5**	**2,0**

Применом наведених стопа раста саобраћајних токова, као и података добијених бројањем саобраћајних токова, добијена је прогноза саобраћајних токова по смеровима кретања на карактеристичним раскрсницама.

6. САОБРАЋАЈНЕ АНАЛИЗЕ

Кључни параметри за Cost Benefit Анализу-CBA су везани за временске губитке на постојећој раскрсници испод Панчевачког моста и ефекте претварање левих у десна скретања изградњом денивелисане раскрснице.

Неопходни улазни подаци за Cost Benefit Анализу-CBA које је потребно утврдити саобраћајним анализама су: брзине, временски губици, број заустављања, просечно чекање у реду, дужина реда и др.

Да би се добили наведени параметри нивоа услуге у низу методологија и софтвера као најпогоднији одабрани су Synchro 6, и Simtraffic 6 софтвери.

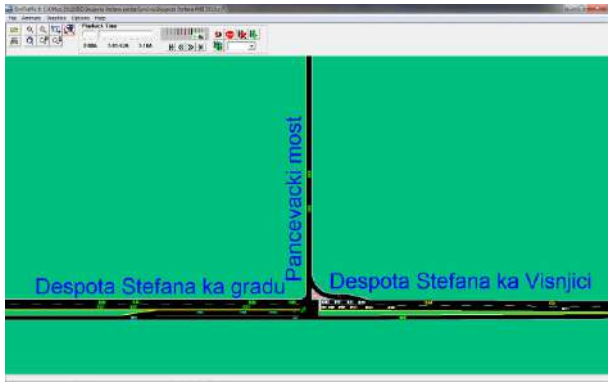
У наведеним софтверима је вршена симулација саобраћајних токова у постојећем стању и стању са инвестицијом у денивелисани прикључак.

Резултати анализе нивоа услуге и симулација приказани су илустративно у следећим сликама и егзактно у табелама.

6.1. Анализа нивоа услуге мреже без нивестиција

6.1.1. Ниво услуге у 2013. години

На наредним сликама приказани су услови у саобраћаја на мрежи без нивестиција, односно визуелизација нивоа услуге добијена симулацијом. У табелама су приказани кључни параметри нивоа услуге - НУ мрежа без и мрежа са инвестицијом у денивелисану петљу у првој и циљној години иницијалног планерског периода.



Слика 5. Симулација саобраћајних токова МБИ за 2013.г. на постојећој раскрсници применом Simtraffic 6

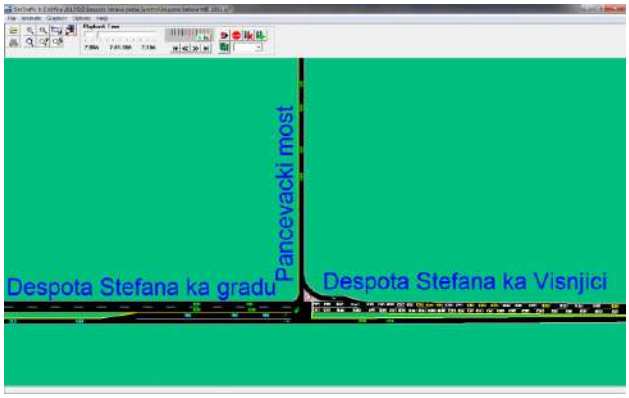
Табела 2. Параметри нивоа услуге МБИ за 2013.г. на постојећој раскрсници

SimTraffic Performance Report
Baseline 17.2.2012

3: Despota Stefana ka gradu & Pancevacki most Performance by movement

Movement	EBL	EBT	WBT	WBR	All
Total Delay (hr)	1.7	1.2	1.8	0.2	4.9
Delay / Veh (s)	56.7	52.0	43.6	21.8	47.2
Stop Delay (hr)	1.6	1.1	1.5	0.2	4.4
St Del/Veh (s)	53.9	48.9	36.5	16.3	42.4
Total Stops	7	0	175	43	225
Stop/Veh	0.06	0.00	1.19	1.23	0.60
Travel Dist (km)	32.5	25.0	44.6	10.1	112.2
Travel Time (hr)	2.5	1.8	2.8	0.5	7.6
Avg Speed (kph)	37	38	16	24	24

6.1.2. Ниво услуге у 2032. години



Слика 6. Симулација саобраћајних токова МБИ за 2032.г. на постојећој раскрсници применом Simtraffic 6

Табела 3. Параметра нивоа услуге МБИ за 2032.г. на постојећој раскрсници

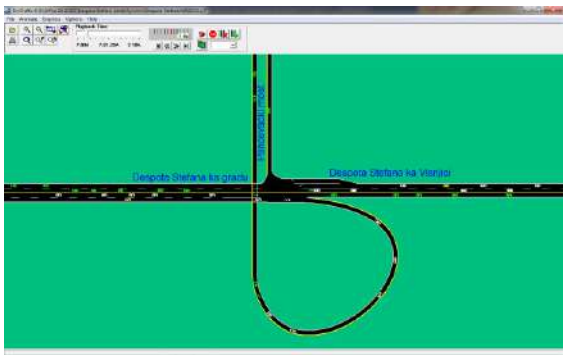
SimTraffic Performance Report
Baseline 17.2.2012

3: Despota Stefana ka gradu & Pancevacki most Performance by movement

Movement	EBL	EBT	WBT	WBR	All
Total Delay (hr)	12.8	11.7	17.8	3.8	46.2
Delay / Veh (s)	412.3	520.2	419.7	390.4	436.2
Stop Delay (hr)	12.7	11.6	17.1	3.6	45.1
St Del/Veh (s)	409.4	517.1	402.5	367.9	425.7
Total Stops	9	0	535	166	710
Stop/Veh	0.08	0.00	3.50	4.74	1.86
Travel Dist (km)	33.4	24.6	42.9	10.4	111.4
Travel Time (hr)	13.6	12.3	18.8	4.0	48.8
Avg Speed (kph)	37	38	4	5	8

6.2. Анализа нивоа услуге мреже са инвестицијом

6.2.1. Ниво услуге у 2013. години



Слика 7. Симулација саобраћајних токова МСИ за 2013.г. на новоизграђеној петљи применом Simtraffic 6

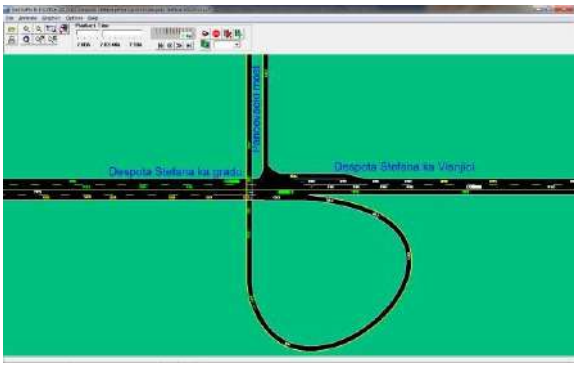
Табела 4. Параметри нивоа услуге МСИ за 2013.г. на новоизграђеној петљи

SimTraffic Performance Report
Baseline 18.2.2012

3: Despota Stefana ka gradu & Pancevacki most Performance by movement

Movement	EBT	EBR	WBT	WBR	All
Total Delay (hr)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4
Delay / Veh (s)	2.4	3.6	2.8	5.1	3.1
Stop Delay (hr)	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2
St Del/Veh (s)	0.6	0.7	1.3	4.8	1.3
Total Stops	0	0	0	0	0
Stop/Veh	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Travel Dist (km)	36.5	30.7	44.8	10.9	122.9
Travel Time (hr)	0.9	0.9	1.2	0.3	3.4
Avg Speed (kph)	40	35	40	38	38

6.2.2. Ниво услуге у 2032. години



Слика 8. Симулација саобраћајних токова МСИ за 2032.г. на новоизграђеној петљи применом Simtraffic 6

Табела 5. Параметри нивоа услуге МСИ за 2032.г. на новоизграђеној петљи

SimTraffic Performance Report
Baseline 18.2.2012

3: Despota Stefana ka gradu & Pancevacki most Performance by movement

Movement	EBT	EBR	WBT	WBR	All
Total Delay (hr)	0.3	0.6	0.7	0.2	1.8
Delay / Veh (s)	6.3	12.0	10.0	12.3	9.9
Stop Delay (hr)	0.1	0.2	0.5	0.2	1.0
St Del/Veh (s)	3.0	3.3	7.2	10.9	5.4
Total Stops	0	0	0	0	0
Stop/Veh	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Travel Dist (km)	48.7	54.7	74.4	16.7	194.6
Travel Time (hr)	1.4	2.0	2.5	0.6	6.6
Avg Speed (kph)	38	30	38	35	35

7. ЕКОНОМСКО ВРЕДНОВАЊЕ ПРОЈЕКТА

Економско вредновање пројекта представља анализу економских трошкова употребе (експлоатације) релевантних мрежа (без инвестиције (МБИ) и са инвестицијом (МСИ)), односно у конкретном случају мреже без и са петљом у иницијалном планском периоду.

На основу анализираних трошкова употребе релевантних мрежа добијају се економске користи реализације пројекта денивелисане раскрснице.

Економске користи од пројекта денивелисане раскрснице, заједно са економским трошковима реализације у COST-BENEFIT анализи, дају одговоре по питању економске оправданости пројекта денивелисане раскрснице са друштвено-економског аспекта преко параметрара ЕИРР (економска интерна стопа рентабилности) и ЕНСВ (економска нето садашња вредност).

За потребе ове студије трошкови односно користи су анализиране из две компоненте (сценарија):

Сценарио 1. Представља основну компоненту у којој се економске користи анализирају само на основу уштеда у V-0-to-V трошковима на раскрсници.

Сценарио 2. Представља укупне економске користи по основу дела возила који на раскрсници Мије Ковачевића и Деспота Стефана из правца Вишњичке улице уместо право ка мосту и граду иду обилазно преко Мије Ковачевића и Драгослава Срејовића избегавајући крађу путању због неприхватљивог чекања на раскрсници испод Панчевачког моста. За потребе ове студије процењено је да је ова компонента 5% од свих токова који скрећу лево из правца Вишњичке ка Мије Ковачевића.

Компоненета која се односи на саобраћај који избегава крађу путању у оквиру Сценарио 2 нема значајан утицај на крајњи резултат али у пракси постоји и биће изражена све више са повећањем загушења на постојећој раскрсници испод Панчевачког моста.

7.1. Методолошки приступ

Примењена је методологија друштвено-економског вредновања заснована на анализи трошкова и користи које корисници имају код опција са и без реализованог пројекта денивелисане раскрснице .

Основни елементи коришћени у овој Cost-Benefit анализи су:
- економски трошкови реализације пројекта,
- трошкови времена путовања,
- економски трошкови експлоатације возила,

Пошто се ради о вредновању специфичног пројекта у анализу нису укључени економски трошкови одржавања и трошкови саобраћајних удеса. Ефекти по основу ове две компоненте постоје али су без значајног утицаја на крајњи резултат студије. Чак шта више међусобно се и поништавају јер би се на основу трошкови одржавања бележио незнатан губитак, док би на основу трошкова саобраћајних незгода бележио незнатан добитак.

Након утврђивања наведених категорија трошкова, врши се израчунавање тока економских трошкова и економских користи унутар периода вредновања пројекта, при чему се трошкови односе на економске трошкове реализације пројекта, а користи на уштеде као разлика између опција са и без реализованог пројекта денивелисане раскрснице.

У овом случају, период вредновања пројекта реализације денивелисане раскрснице је 2012.-2013.-2032. година, који садржи период градње од 1 године и период експлоатације од 20 година.

Кључни показатељи овог вредновања су економска интерна стопа рентабилности (ЕИРР) пројекта, као и економска нето садашња вредност (ЕНСВ).

7.1.1. Примењен метод прорачуна

За прорачун трошкова експлоатације моторних возила у условима кретања, на разматраним мрежама (МБИ и МСИ) је примењен модел ХДМ-4. Типови основних врста возила и репрезентативних марки су коришћени из модела ХДМ-4, с тим што су основни експлоатациони и економски параметри (цене) прилагођени домаћим условима.

За прорачун трошкова времена путовања у 20-то годишњем периоду на разматраним мрежама (МБИ и МСИ) је примењен класичан поступак директне анализе развијен за МС Ехцел програмском пакету.

Прорачун очекиваних директних економских користи је урађен на бази разлика у трошковима употребе тзв. МБИ и МСИ у 20-то годишњем иницијалном периоду експлоатације. Економски трошкови грађења су утврђени на износ од 90 % у односу на финансијске трошкове за реализацију пројекта денивелисане раскрснице, који су дефинисани у Идејном пројекту.

Показатељи ЕИРР и ЕНСВ су подвргнути и тесту осетљивости с обзиром на могућа одступања у остварењу очекиваних економских трошкова за изградњу денивелисане раскрснице ($\Delta T = \pm 10$ %) и економских користи ($\Delta E = \pm 10$ %).

Оцена оправданости изградње денивелисане раскрснице са друштвено-економског аспекта је утврђена поређењем вредности ЕИРР са ОЦК=10% и поређењем вредности ЕНСВ (утврђеној на бази ОЦК=10 %) са нулом.

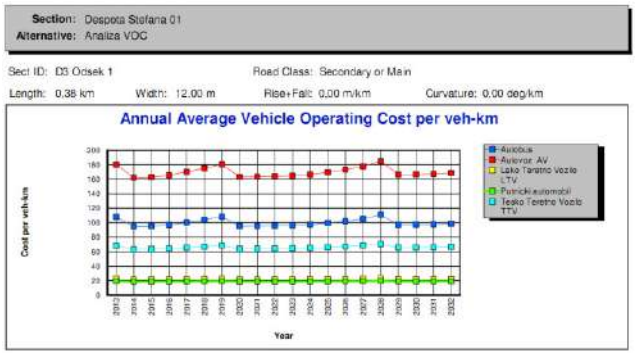
Примена модела ХДМ-4 је коришћена за утврђивање VOC. Да би се добиле неопходне вредности VOC по годинама и по категоријама возила неопходно је било применити програм у ту сврху и направити наведене сценарије у оквиру самог софтвера и као основно унети све податке везане за техничко-експлоатационе карактеристике пута, саобраћај, возни парк, и др.

Софтвер ХДМ-4 има могућност штампе великог броја извештаја, а за потребе овог рада приказају се два кључна извештаја коришћена у Cost Benefit анализи и то график промена вредности VOC и IRI у планерском периоду слика 9 и 10.

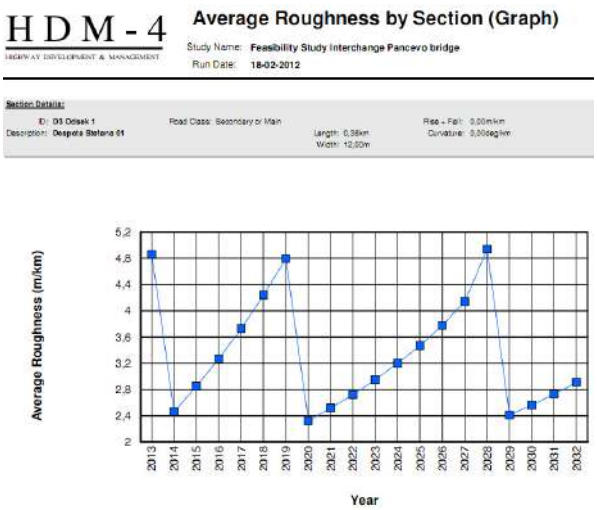
Вредности VOC из ХДМ-4 су коришћене за прорачун главне и основне компоненте V-0-to-0-V трошкова у постојећем стању.

Треба напоменути да модел ХДМ-4 нема могућност анализе трошкова проузрокованих временским губицима и застојима типа V-0-to-0-V и погрешна примена наведеног софтвера би водила нетачним резултатима економског вредновања.

Следеће две слике приказују промене вредности VOC и IRI у планерском периоду 2013.-2032., а добијене су применом модела ХДМ-4.



Слика 9. Приказ промене вредноти VOC по годинама за сваку категорију возила у функцији техничко експлоатационих карактеристика пута



Слика 10. Приказ промене вредноти ИРИ по годинама

7.2. Анализа економских користи у иницијалном планском периоду

Економске користи представљају разлику између трошкова употребе (експлоатације) МБИ и МСИ. На основу величине трошкова употребе (експлоатације) МБИ и МСИ, добијене су економске користи које се очекују у периоду употребе (експлоатације) мреже са инвестицијом. Преглед директних економских користи је дат у Табели 6.

Табела 6. Економске користи у које се очекују у експлоатацији денивелисане раскрснице

година	Економске користи по основу		УКУПНО [РСД]
	Компонента 1. [РСД]	Компонента 2. [РСД]	
2013	17.146.964	6.815.637	23.962.602
2032	44.338.799	15.521.590	59.860.389

7.3. Економско вредновање

Основни циљ економског вредновања је да пружи одговор на питање: постоји ли задовољавајућа економска оправданост за улагање новчаних средстава у реализацију пројекта денивелисане раскрснице ?

У економском вредновању су примењени следећи основни показатељи:

- економска интерна стопа рентабилности (ЕИРР);
- економска нето садашња вредност (ЕНСВ).

У наставку су приказани следећи елементи економског вредновања:

- величина ЕИРР с обзиром на економске трошкове за реализацију пројектног решења и с обзиром на укупне економске користи;
- величина ЕНСВ с обзиром на економске трошкове реализације пројектног рјешења и с обзиром на укупне економске користи;
- анализа осетљивости с обзиром на могућа одступања трошкова реализације пројекта денивелисане раскрснице и очекиваних економских користи.

Опортунитетна цена капитала износи 10 %.

7.3.1. Интерна стопа рентабилности

Прорачуном су утврђене следеће вредности ЕИРР:

- ЕИРР=15,70% по основу уштеда у V-0-to-0-V трошковима на раскрсници (Сценрио 1);
- ЕИРР= 20,78% на основу укупних уштеда, односно по основу уштеда у V-0-to-0-V трошковима и уштеда у условима кретања (Сценрио 2).

7.3.2. Нето садашња вредност

ЕНСВ је утврђена на основу дисконтне стопе која је иста као и опортунитетна цена капитала (ОЦК), и износи 10 %. Прорачуном су утврђене следеће вредности:

- ЕНСВ=70.860.453РСД; по основу уштеда у V-0-to-0-V трошковима на раскрсници (Сценрио 1);
- ЕНСВ=142.873.523РСД; на основу укупних уштеда, односно по основу уштеда у V-0-to-0-V трошковима и уштеда у условима кретања (Сценрио 2).

7.4. Анализа осетљивости

Могућа варирања вредности ЕИРР и ЕНСВ, у функцији неизвесности остварења утврђених економских трошкова за реализацију пројекта и неизвесности очекиваних директних економских користи, представљају основу за анализу осетљивости у оцени економске оправданости улагања у пројекат. Неизвесност у остварењу предвиђених економских трошкова за реализацију пројекта денивелисане раскрснице и остварењу очекиваних директних економских користи су исказане кроз $\pm\Delta T$ (%), $\pm\Delta E$ (%).

Анализом резултата теста осетљивости је закључено да у случају 20-годишњег периода експлоатације денивелисане раскрснице пројекат апсолутно економски оправдан.

8. ЗАКЉУЧЦИ И ПРЕПОРУКА

Добијени резултати у наведеној студији су показали оправданост са саобраћајног и економског аспекта, што је додатно потврђено и кроз анализу осетљивости.

Директна примена "Правилника о садржају и начину израде Студије оправданости и Студије оправданости за изградњу објеката" је непримењива у израдама Студија оправданости путних објеката, а поготово специфичних путних објеката као што је овај.

Креативни приступ кроз анализу сваког случаја вредновања путних објеката посебно односно кроз израду, алгоритма, модела вредновања, сценарија прогнозе који су прилагођени појединачним захтевима вредновања је једини начин решавања наведених анализа.

Не постоји ниједан софтвер који може директно применити и адекватно решити проблем. Конкретно у овом случају је показано да су кључне користи добијене на основу уштеда у трошковима експлоатације возила типа V-0-to-0-V на раскрсници, која је претстављала уско грло и узрок незадовољавајућег стања у саобраћају, што модел ХДМ-4 није у могућности да рачуна. Директна и слепа примена наведеног софтвера је немогућа и дала би апсолутно погрешне резултате економског вредновања.

Инжењери који се "крију" иза софтвера и често користе изразе "софтвер је утврдио" или "софтвер је показао", а не ја сам утврдио, само показују своје незнање. Једини правилан начин употребе софтвера у разним фазама израде студије/пројекта је кроз правилну употребу софтвера као алатке у решавању појединачних фаза израде студије или пројекта.

На крају порука рада је да инжењери своју улогу и изради студија не треба да сведу на функцији уноса улазних података, већ да софтвер користе као алат у решавању комплексних проблема у креативном приступу израде алгоритма за сваки случај вредновања, с обзиром на посебности и специфичности које се јављају.

Литература

[1] Kuzović, L., Topolnik D., Glavić, D.,. (2010). Induced Traffic and its Treatment in the Evaluation of Motorway Projects. Promet – Traffic&Transportation, Vol. 22, 2010, No. 6, 459-465.

[2] Идејни пројекат улице деспота Стефана од ул. Митрополита Петра до ул. Миће Ковачевића са денивелисаном раскрсницом "Панчевачки мост", са припадајућом инфраструктуром - "Хидропромет-инжењеринг" д.о.о.

[3] Kuzović, L., Glavić, D., Malenkovska-Todorova, M., Aleksić, B. (2002). Tretman osnovnih parametara saobraćajnog toka pri zasićenom toku u analizi praktičnog kapaciteta i nivoa usluge. Put i saobraćaj, 48(3), 3-11.

[4] Kuzović, L., Glavić, D. (2003). Novoklasični postupak analize praktičnog kapaciteta osnovnih odseka autoputeva i dvotračnih puteva. Put i saobraćaj, 49(1), 24-30.

[5] Kuzović, L., Glavić, D. (2005). Kritički osvrt na maksimalne veličine toka i gustine toka na traci osnovnih segmenata autoputa preporučene u priručniku Highway Capacity Manual 2000. Put i saobraćaj, 52(2), 4-19.

[6] Mitrovski, C., Malenkovska-Todorova, M., Bunevska, J. (2005). Model mikro-simulacije kretanja vozila na putevima sa dve saobraćajne trake za oba smera. Put i saobraćaj, 52(2), 43-49.

[7] HDM-4: (2000) The highway development and management series. The University of Birmingham

[8] Dorsch Consult, Munchen, Louis Berger Inc, East Orange, SAD (1974) Uputstva za izradu studija o izvodljivosti puteva. Beograd: Savez organizacija za puteve

[9] Kuzović, Lj., i dr. (1991-1992) Uputstva za izradu studija o izvodljivosti puteva. Beograd: Saobraćajni fakultet

[10] EC DG REGIONAL POLICY (2002): “Guide to cost-benefit analysis of investment projects”, http://www.strukturalni-fondy.cz/upload/1082642530guide02_en.pdf.

[11] HEATCO - Developing harmonised European approaches for transport costing and project assessment. (2006): Deliverable 5 Proposal for Harmonised Guidelines

[12] World Bank (2005) Transport Notes: A Framework for the Economic Evaluation of Transport Projects

[13] Vuksanović, B., Milojčić, D. (2010). Planiranje i programiranje putne infrastrukture - priručnik za analizu troškova i koristi. Put i saobraćaj, 56(4), 80-84.

[14] Manual Cost Benefit Analysis - Republic of Serbia, by NEA Transport research and training and ECORYS Research and Consulting

[15] "A Set of Guidelines for socio-economic cost-benefit analysis of transport infrastructure project appraisal" New York and Geneva, 2003.

[16] Kuzović, Lj. (1997) Utvrđivanje potreba i opravdanosti izdvajanja tranzitnog saobraćaja sa gradskih arterija izgradnjom obilaznica. Beograd: Saobraćajni fakult

[17] Kuzović, L.T. (1994) Vrednovanje u upravljanju razvojem i eksploatacijom putne mreže. Beograd: Saobraćajni fakultet

[18] Kuzović, L., Glavić, D., Vuksanović, B. (2007). Metod prognoze i utvrđivanja ekonomske koristi od novostvorenog saobraćaja. Put i saobraćaj, 54(4), 17-22.

[19] Kuzović, L., & Glavić, D. (2005). Kritički osvrt na maksimalne veličine toka i gustine toka na traci osnovnih segmenata autoputa preporučene u priručniku Highway Capacity Manual 2000. Put i saobraćaj, 52(2), 4-19.

[20] ПДР-а простора између улица: Булевар деспота Стефана (29. Новембра), митрополита Петра, Драгослава Срејовића (Партизански пут) и Миће Ковачевића, са денивелисаном раскрсницом "Панчевачки мост"

"VIA PROJEKT" d.o.o.
Ustanička 128a, 11000 Beograd
Tel/faks: +381 11 347 41 84; +381 11 347 41 85;
+381 11 304 88 86; +381 11 304 88 89;
e-mail: viaprojekt@viaprojekt.rs

Firma "**Via Projekt**" d.o.o je osnovana 2001. godine. Sedište firme se nalazi u Ustaničkoj ulici 128a u Beogradu, u Poslovnom centru Košum. Sa svojih 14 stručnjaka u stalnom radnom odnosu za proteklih 10 godina firma je bila angažovana na vrlo velikim, značajnim projektima od interesa za gradove i Republiku.

Regionalni put R234
deonica Sebimilje - Kuti

Poštujući Investitore, a ceneći znanje i stručnost, u proteklom periodu urađeno je:

- ~200 km projekata rehabilitacije magistralne i regionalne mreže puteva
- ~40 mostova (Idejnih i Glavnih)
- ~10 raskrsnica (prvi smo uradili kružne raskrsnice u Srbiji)
- ~100 projekata saobraćajne signalizacije, kako trajne tako i privremene
- ~20 klizišta
- ~20 opasnih mesta
- više platoa, parkinga, prilaza, uređenja površina.....

Navodimo neke od bitnijih projekata kao što su:

- Izrada Glavnog građevinskog projekta na magistralnom putu M-21, deonica: Borova Glava – Uvac, od km 258+552,00 do km 276+125,00- L=17,57 km
- Izrada Glavnog projekta rehabilitacije puta M-21, deonica: Uvac - Nova Varoš, L=10 km
- Izrada Idejnih i Glavnih projekata 6 mostova na deonici Borova Glava-Uvac
- Izrada tehničke dokumentacije radova na pojačanom održavanju (poboljšanju) javnog puta M-22, Ušće – Biljanovac, L=14,63 km
- Izrada projektne dokumentacije za nivo Generalnog i Glavnog projekta rekonstrukcije magistralnog puta za Nikšić – Podgorica, deonica: Paprati-Bogetići
- Izrada Glavnog projekta regionalnog puta R-226, deonica: Kraljevo – Čačak, L= 12km
- Izrada izmene projekta rehabilitacije puta M-5, Kraljevo – Kruševac, L= 37 km

Pored projektovanja, firma je angažovana na kontroli - nadzoru nad izvođenjem radova.

Ovako formirano preduzeće "**Via Projekt**" d.o.o ima potrebnu opremu i ljude za samostalno obavljanje većine poslova.

Trudeći se da se ne samo održi korak za drugim firmama, već da se radi na novim tehnologijama, standardima i dostignućima, prihvatamo i nudimo raznovrsnu saradnju, kako Investitorima, tako i Izvođačima, projektantskim kućama, uz napomenu da imamo kontakte i ponude za saradnju sa značajnim firmama uz Italije, Španije i Crne Gore.

Most preko reke Kamenice
na putu Mršelje - Bogdanci

MOGUĆNOST PRIMJENE ZGURE U NOSIVOM ASFALTNOM SLOJU BNS-22

Ivica Androjić, mag.ing.aedif.,
Osijek-Koteks d.d, Osijek, ivica.androjic@osijek-koteks.hr

Gordana Kaluđer, mag.ing.aedif,
Kombel d.o.o., Belišće, gordana.kaludjer@kombel.hr

Mario Komljen, ing.građ,
Osijek-Koteks d.d, Osijek, mario.komljen@osijek-koteks.hr

Прегледни рад

Rezime: *U radu su opisana ispitivanja mogućnosti primjene čeličanske zgure iz željezare Sisak u bitumeniziranom nosivom asfaltnom sloju BNS–22 za srednje prometno opterećenje. Ispitivanjem se nastojala odrediti pogodnost zamjene prirodnog drobljenog kamenog agregata različitih frakcija čeličanskom zgurom frakcije 0/31,5 mm. Fizikalno - mehanička svojstva tako izvedenih uzoraka asfaltnih mješavina ispitana su prema normi HRN EN 12697.*

Ključne riječi: *bitumenizirani nosivi asfaltni sloj BNS-22, čeličanska zgura*

APPLICAION OF STEEL SLAG IN THE BITUMINOUS BASE LAYER BNS-22

Ivica Androjić, M.Sc.
Osijek-Koteks d.d, Osijek, ivica.androjic@osijek-koteks.hr

Gordana Kaluđer, M.Sc.
Kombel d.o.o., Belišće, gordana.kaludjer@kombel.hr

Mario Komljen, B.Sc. civil eng,
Osijek-Koteks d.d, Osijek, mario.komljen@osijek-koteks.hr

Review paper

Abstract: *The paper investigates the possible use of steel slag from Sisak Ironworks on the physical and mechanical properties of asphalt layer BNS-22 for medium traffic load. The study aimed to determine the suitability of replacing different fractions of natural crushed stone agreggates with steel slag fraction 0/31,5mm. Physical and mechanical properties of asphalt samples were tested according to HRN EN 12697.*

Key words: *bituminous base layer BNS-22, steel slag.*

1. UVOD

U Republici Hrvatskoj zgura nastaje kao otpadni materijal obojene i crne metalurgije te legiranja željeza. Zgura nastala u proizvodnji aluminija, ferokroma i feromangana zbrinjava se prodajom u izvozu ili ugradbom u nasipe u neposrednoj blizini mjesta nastanka, odnosno proizvodnih lokaliteta. Međutim, zgura nastala u željezarama Sisak i Split gotovo se i ne koristi kao reciklažno gradivo već se odlaže na odlagališta.

Odlagalište zgure u blizini Siska rasprostire se na 25 ha i procjenjuje se da je na njemu odloženo više od 1,5 milijuna tona zgure, dok je na odlagalištu Split odloženo više od 30 tisuća tona zgure [1]. Cijena odlaganja vrlo je visoka i slijedom toga potrebno je pronaći ekonomski i ekološki prihvatljivije rješenje zbrinjavanja te vrste otpada.

U ovom radu je opisano izvedeno ispitivanje mogućnosti primjene drobljene čeličanske zgure za izvedbu bitumeniziranog nosivog asfaltnog sloja BNS-22 na način da se njome (zgurom) djelomično ili u potpunosti zamijeni prirodni drobljeni frakcionirani kameni materijal u asfaltnoj mješavini.

U ispitivanjima se koristila drobljena čeličanska zgura iz željezare Sisak koja je zrakom hlađena, grube površinske teksture i relativno visoke poroznosti što omogućuje dobru prionjivost cestograđevnog bitumena i agregata. U kemijskom sastavu prevladavaju silikati, oksidi kalcija, aluminija i željeza, slobodni kalcij, kalcijev aluminat i magnezijevi oksidi . Zgura je visoke gustoće i otpornosti na habanje i poliranje, što je prednost u odnosu na prirodni drobljeni kameni materijal koji se koristi za izradu asfaltnih mješavina.

Međutim, iz razloga prisustva slobodnog kalcija i magnezijevog oksida u zguri, njihova hidratacija u kontaktu s vlagom je odgovorna za ekspanzivno obilježje većine takvih zgura. Slobodno vapno će hidratizirati brzo i biti odgovorno za velike volumne promjene u relativno kratkom vremenskom periodu od nekoliko tjedana, no magnezij će hidratizirati sporo i doprinijeti dugotrajnoj ekspanziji, a što može trajati i godinama. Iz tog se razloga predviđa odležavanje zgure nekoliko mjeseci na otvorenom, uz prirodne uvjete i izloženost oborinama te prskanje vodom u sušnim periodima. Svrha je odležavanja omogućiti potencijalno destruktivnoj hidrataciji i pridruženoj joj ekspanziji da odrade svoje prije korištenja materijala kao agregata. Vrijeme potrebno za odležavanje zgure različito je te ponekad traje do godinu i pol [2,10].

2. ISPITIVANJE ZGURE KAO ZAMJENE ZA KAMENI AGREGAT

Drobljeni kameni materijal u ukupnoj cijeni bitumeniziranih asfaltnih mješavina sudjeluje u iznosu većem od 40 % u odnosu na ukupnu cijenu koštanja jedne tone proizvedene asfaltne mješavine. Namjera ovih ispitivanja bila je ukazati na mogućnosti primjene zgure kao djelomične ili potpune zamjene za kameni materijal u asfaltnoj mješavini, a da se pri tome zadrže tražena fizikalno - mehanička svojstva asfaltne mješavine. Također, nastojalo se ukazati na postojanje ekonomske i ekološke opravdanosti korištenja ovog otpadnog materijala.

Pri ispitivanju koristila se drobljena čeličanska zgura frakcije 0/31,5 mm iz sisačke željezare. U tom pogledu izvodila su se ispitivanja fizikalno-mehaničkih svojstava bitumeniziranih asfaltnih mješavina s udjelom 95% zgure i 5% kamenog brašna te udjelom 50% zgure, 45% drobljenog kamenog agregata i 5% kamenog brašna uz promjenjive količine udjela bitumena. Temeljem laboratorijskog ispitivanja izvedeno je projektiranje granulometrijskog sastava prema normi HRN EN 12697-2. Ispitane su gustoće asfaltnih mješavina prema normi HRN EN 12697-5, gustoće asfaltnih uzoraka prema normi HRN EN 12697-6 [3-5], te ispitani udjeli šupljina i ispunjenost šupljina kamene smjese bitumenom čije su granične vrijednosti propisane Općim tehničkim uvjetima za radove na cestama, Knjiga III, toč.5-04. (str.5-34) [7].

2.1. Priprema asfaltnih mješavina

Nakon dopremanja čeličanske zgure sa odlagališta zgure u blizini Siska, na kojem je ista odležala duži vremenski period izložena prirodnim vremenskim uvjetima i gdje je zgura drobljena u frakciju 0/31,5 mm, uzorak se sušio u laboratorijski kontroliranim uvjetima na temperaturi od 105º C tijekom 24 sata. Na tako osušenom uzorku izmjerena je prirodna vlažnost zgure od 9,17%. S obzirom da je zgura dopremljena u jednoj frakciji 0/31,5 mm, izvršeno je određivanje granulometrijskog sastava što je prikazano u tablici 1. Nakon toga izvedeno je pranje materijala s ciljem uklanjanja čestica zrna promjera manjeg od 0,09 mm, te sušenje i određivanje korigirane granulometrijske krivulje prikazano tablicom 1.

Tablica 1. Granulometrijski sastav zgure prije i nakon pranja

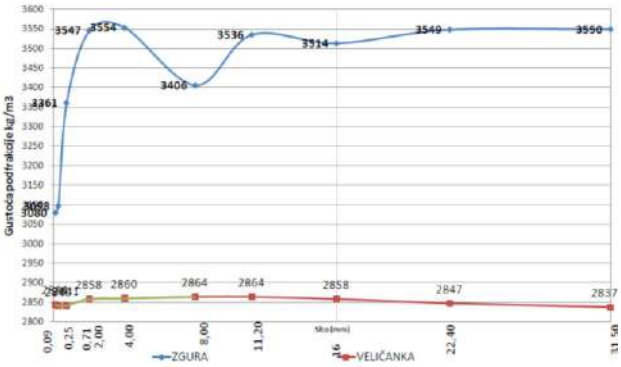
PROLAZ KROZ SITO (mm) suma mas%											
Gran.krivulje	0,09	0,25	0,71	2,00	4,00	8,00	11,20	16,00	22,40	31,50	>31,5
Nakon pranja	7,30	14,50	24,70	39,50	51,80	67,40	75,40	83,40	93,90	100	
Prije pranja	9,70	16,10	26,00	40,50	53,20	68,40	76,20	83,80	94,10	100	
Odstupanje prije/nakon	2,40	1,60	2,30	1,0	1,40	1,00	0,80	0,40	0,20	0,00	

Prosijavanjem oprane mješavine čeličanske zgure uočena su prosječna masena odstupanja u granulometrijskim sastavima i do 2,40%. Za potrebu izrade uzoraka asfaltnih mješavina, odnosno određivanja masenih udjela kamenog materijala, prosijana je mješavine od zgure granulacije 0/31,5 mm, frakcija drobljenog kamenog agregata i kamenog brašna (punila) na podfrakcije, nakon čega su određene njihove specifične gustoće, što je prikazano u tablici 2. i slikom 1.

Iz tablice i dijagrama je vidljivo da podfrakcije zgure imaju prosječno veću gustoću u iznosu od 19,92% u odnosu na prirodni drobljeni kameni materijal u ovom ispitivanju. Odstupanja specifičnih gustoća podfrakcija prirodnog kamenog materijala iznose 0,95%, dok su za zguru odstupanja gustoća između pojedinih podfrakcija i do 15,26%.

Tablica 2. Gustoće kamenog brašna, zgure i drobljenog kamenog agregata

Sito (mm)	Kameno brašno (kg/m3)	Zgura (kg/m3)	Kameni agregat (kg/m3)	Odnos gustoće zgura/kamen (%)
0,09	2733	3080	2844	8,30
0,25	2718	3098	2840	9,08
0,71		3361	2841	18,30
2,00		3547	2858	24,11
4,00		3554	2860	24,27
8,00		3406	2864	18,92
11,20		3536	2864	23,46
16,00		3514	2858	22,95
22,40		3549	2847	24,66
31,50		3550	2837	25,13
Prosječan odnos gustoće zgura/kamen u %				19,92



Slika 1. Grafički prikaz gustoća zgure i drobljenog frakcioniranog kamena (Veličanka)

Pri određivanju gustoće zgure uočilo se da se pri različitim mjerenjima ostvaruju velika odstupanja rezultata za pojedinu podfrakciju, odnosno nekonstantnost gustoće. Nekonstantnost gustoće zgure za ispitanu podfrakciju 4,00 mm prikazana je u tablici 3.

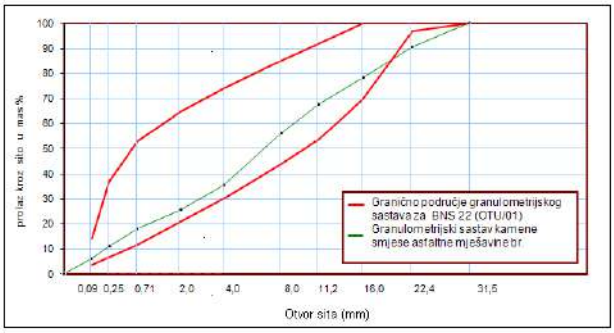
Tablica 3. Nekonstantnost gustoće zgure –podfrakcija 4,0 (kg/m3)

Mjerenje 1 (kg/m3)	Mjerenje 2 (kg/m3)	Mjerenje 3 (kg/m3)	Mjerenje 4 (kg/m3)
3554	3516	3541	3512

2.1.1. Izrada i određivanje sastava asfaltnih mješavina BNS-22

Za potrebe laboratorijskih ispitivanja asfaltnih mješavina projektirani su njihovi sastavi s nepromjenjivim granulometrijskim sastavom kamenog skeleta i punila, te promjenjivim volumnim koncentracijama bitumena. Projektirana su dva kamena skeleta: KS 1 - kameni skelet od čeličanske zgure frakcije 0/31,5 mm i bez udjela prirodnog kamenog materijala, i KS 2 - kameni skelet od 50% čeličanske zgure frakcije 0/31,5 mm i 45% kamenog materijala s tri podfrakcije jednakog učešća.. Projektirani granulometrijski sastav kamenog skeleta KS 1 i KS 2 prikazan je slikom 2.

Projektiranjem granulometrijskog sastava kamenog skelta zadan je kontinuirani tok krivulje granulometrijskog sastava koja teži donjoj graničnoj krivulji s ciljem manjeg utroška bitumena i jednostavnije ugradnje asfaltne mješavine. Donja zona prolaska granulometrijske krivulje daje nešto krupniji sastav zrna. Granulometrijski sastav kamenog skeleta u asfaltnoj mješavini određen je veličinom najvećeg zrna u smjesi (Dmax) i tokom, odnosno oblikom granulometrijske krivulje.



Slika 2. Granulometrijski sastav kamene smjese za BNS-22 srednje prometno opterećenje, određen prema HRN EN 12697-2

Projektirane su po tri serije asfaltnih mješavina kamenog skeleta KS 1 i KS 2 koje se međusobno razlikuju po volumnom udjelu bitumena [% (v/v)], a projektirani udio punila svih serija asfaltnih mješavina je 5,00 [% (m/m)].

Za izradu serija asfaltnih mješavina projektiranog kamenog skeleta KS 2 s udjelom od 50% čeličanske zgure i 45% drobljenog kamenog materijala koristio se drobljeni kamen iz kamenoloma „Veličanka". Drobljeni kameni materijal sadrži podfrakcije projektiranih raspona veličina zrna 4/8 mm, 8/16 mm i 16/31,5 mm i koje su zastupljene u potpuno jednakim omjerima u kamenom skeletu.

Za punilo je korišteno kameno brašno kategorije KB-I [7], a kao vezivo za izradu svih asfaltnih mješavina korišten je cestograđevni bitumen iz rafinerije Sisak oznake BIT 50/70 prema normi HRN U.M3.010 ili oznake 50/70 sukladno EN 12591:1999. Projektirani udio cestograđevnog bitumena kod svih serija asfaltnih mješavina promjenjiv je i kreće se od 3,70 do 5,20 [% (v/v)].

Proces izrade asfaltne mješavine započinje doziranjem i miješanjem čeličanske zgure, drobljenog kamenog materijala, kamenog brašna i cestograđevnog bitumena te zagrijavanjem asfaltne mješavine na temperaturu od 155°C [9]. Slijedi punjenje kalupa promjera 101 mm, visine 88 mm vrućom asfaltnom mješavinom i nabijanje u Marshall nabijaču. Nabijanje uzoraka asfaltne mješavine izvodi se sa po 50 udaraca u minuti sa svake strane uzorka, nakon čega slijedi vađenje uzoraka iz kalupa i hlađenje 2-5 sati.

Od svake serije asfaltne mješavine pripremljen je po jedan asfaltni uzorak. Tablicom 4. i slikama 3.-8. prikazani su laboratorijski asfaltni uzorci izrađeni od projektiranih asfaltnih mješavina.

Tablica 4. Gustoće kamenog brašna, zgure i drobljenog kamenog agregata

Asfaltni uzorak (AU)	Kameni skelet	Udio punila [% (m/m)]	Udio bitumena [% (v/v)]
AU 1	KS 1	5	4,20
AU 2	KS 1	5	4,70
AU 3	KS 1	5	5,20
AU 4	KS 2	5	3,70
AU 5	KS 2	5	4,20
AU 6	KS 2	5	4,70

Slika 3. AU 1 *(Snimio: I.*Androjić*)*

Slika 4. AU 2 *(Snimio: I.*Androjić*)*

Slika 5. AU 3 *(Snimio: I.Androjić)*

Slika 6. AU 4 *(Snimio: I.Androjić)*

Slika 7. AU 5 *(Snimio: I.Androjić)*

Slika 8. AU 6 *(Snimio: I.Androjić)*

2.2. Rezultati ispitivanja uzoraka asfaltnih mješavina za BNS-22

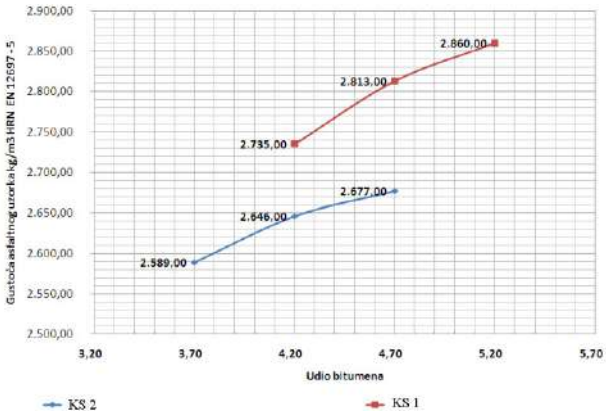
2.2.1. Određivanje gustoće asfaltnih uzoraka sukladno normi HRN EN 12697-5

Gustoća asfaltnih uzorka određuje se mjerenjem mase suhog uzorka nakon čega se uzorak na šezdeset minuta potapa u vodu zagrijanu na temperaturu od 25°C. Slijedi mjerenje mase uzorka pod vodom, a zatim se uzorak površinski suši i mjeri masa vodom zasićenog uzorka. Gustoća asfaltnog uzorka se određuje sljedećom formulom:

$$\rho_{AU} = \frac{m1}{m3-m2} * \rho V$$

m1 – masa suhog uzorka,
m3 – masa vodom zasićenog uzorka,
m2 – masa uzorka u vodi,
ρV – pri 25°C je 997,10 kg/m3

Slikom 9. prikazane su dobivene izmjerene vrijednosti gustoća asfaltnih uzoraka s udjelom zgure od 95% i 50%.



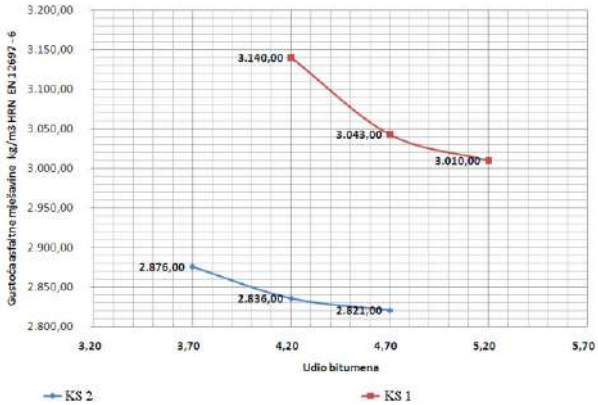
Slika 9. Grafički prikaz gustoća asfaltnih uzoraka

Iz grafičkog prikaza je vidljivo da se gustoća asfaltnog uzorka povećava povećanjem udjela bitumena u asfaltnoj mješavini. Asfaltni uzorci s udjelom zgure od 95%, odnosno projektiranih asfaltnih mješavina s kamenim skeletom KS 1, u odnosu na uzorke s udjelom zgure od 50% pri jednakim udjelima bitumena imaju veću gustoću za prosječno 4,22%.

2.2.2. Određivanje gustoće asfaltnih mješavina sukladno normi HRN EN 12697-6

Gustoća asfaltnih mješavina izračunava se ili mjeri prema podacima o udjelima komponenti asfaltnih mješavina i njihovim gustoćama.

Laboratorijski su ispitane sve projektirane serije asfaltnih mješavina kamenog skeleta KS 1 i KS 2, a rezultati ispitivanja prikazani su slikom 10.



Slika 10. Grafički prikaz gustoća asfaltnih mješavina

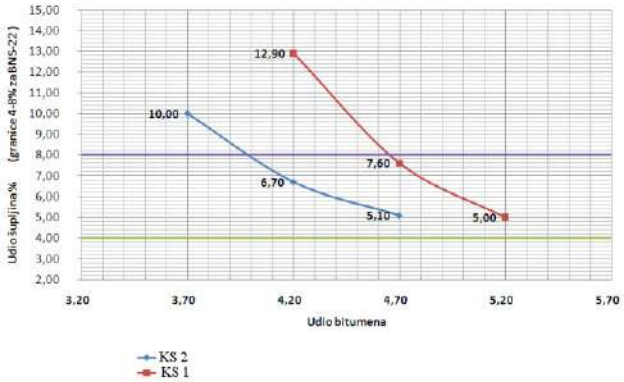
Iz grafičkog prikaza na slici 11. je vidljivo da se gustoća asfaltnih mješavina smanjuje povećanjem udjela bitumena u asfaltnoj mješavini. Asfaltne mješavine s udjelom zgure od 95% u odnosu na asfaltne mješavine s udjelom zgure od 50% pri jednakim udjelima bitumena imaju veću gustoću za 9,30%.

2.2.3. Određivanje udjela šupljina prema HRN EN 12697-8:2003 [6]

Udio šupljina određuje se odnosom gustoća asfaltnog uzorka i asfaltne mješavine. Za bitumenizirani nosivi asfaltni sloj BNS-22 za srednje prometno opterećenje, granične vrijednosti propisane su Općim tehničkim uvjetima, Knjiga III,toč.5.-04.(str. 5-34) i iznose 4-8% [6].

$$Uš = \left(1 - \frac{\rho AU}{\rho AM}\right) * 100$$

Uš – udio šupljina,
ρAU – gustoća asfaltnog uzorka,
ρAM – gustoća asfaltne mješavine,



Slika 11. Grafički prikaz udjela šupljina asfaltnih uzoraka

Iz grafičkog prikaza je vidljivo da se udio šupljina uzoraka asfaltnih mješavina smanjuje povećanjem udjela bitumena u asfaltnoj mješavini. Asfaltne mješavine s udjelom zgure od 95% i udjelom veziva (bitumena) od 4,20%, ne zadovoljavaju sa 12,90% šupljina granične vrijednosti. Asfaltne mješavine s udjelom zgure od 50% i udjelom veziva (bitumena) od 3,70% ne zadovoljavaju sa 10% šupljina granične vrijednosti.

2.2.4. Određivanje ispuna šupljina kamene smjese bitumenom prema normi HRN EN 12697-8:2003) [6]

Ispuna šupljina kamenog materijala bitumenom (ISPb) označava volumnu koncentraciju bitumena u volumenu koji se nalazi između zrna kamenog materijala (CŠKM/AU), a sve raspoređeno u volumenu laboratorijskog probnog tijela. Granične vrijednosti ispuna šupljina bitumenom za bitumenizirani nosivi sloj BNS-22 su od 52,00 – 73,00% [7,8].

ISPb =((CB/AU)/(CŠKM/AU))*100

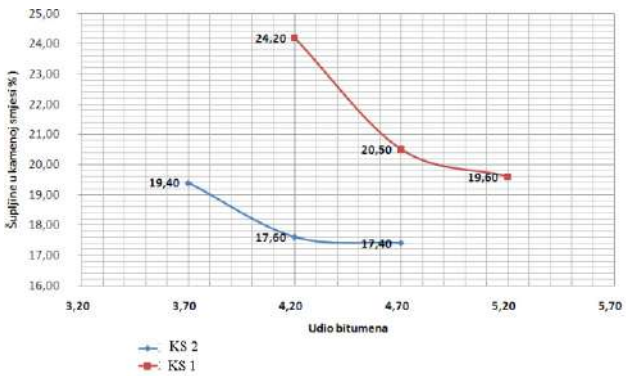
ISPb - Ispuna šupljina kamenog materijala bitumenom
CB/AU - Udio bitumena u asfaltnom uzorku
CŠKM/AU - Koncentracija šupljina kamenog materijala u asfaltnom uzorku

Da bi se mogla odrediti ispuna šupljina kamene smjese bitumenom, potrebno je odrediti koncentraciju šupljina kamenog materijala, a što se određuje po sljedećem izrazu:

CŠKM/AU = CB/AU + CŠ/AU

CŠKM/AU – koncentracija šupljina u kamenom materijalu asfaltnog uzorka,
CB/AU – udio bitumena u asfaltnom uzorku,
CŠ/AU – koncentracija šupljina u asfaltnom uzorku

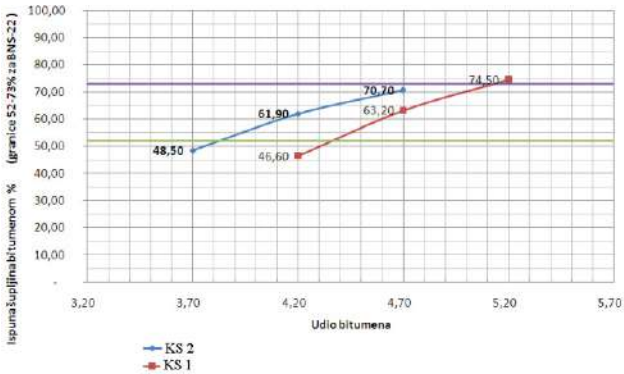
ISPb (ispuna šupljina kamenog materijala bitumenom) prelazi u ispunu šupljine kamenog skeleta s bitumenom u slučaju kada kameni materijal nema punila, što u provedenim laboratorijskim ispitivanjima asfaltnih mješavina nije bio slučaj, jer su iste projektirane udjelom punila od 5 [% (m/m)]. Rezultati laboratorijskih ispitivanja asfaltnih mješavina prikazani su slikom 12.



Slika 12. Grafički prikaz koncentracije šupljina u kamenom materijalu

Iz grafičkog prikaza slike 12. je vidljivo da se koncentracija šupljina kamenog materijala u uzorcima asfaltnih mješavina smanjuje povećanjem udjela bitumena u asfaltnoj mješavini.

Asfaltne mješavine s udjelom zgure od 95% u odnosu na asfaltne mješavine s udjelom zgure od 50% i pri jednakim udjelima bitumena, imaju veći udio šupljina u kamenom materijalu za 27,71% .



Slika 13. Grafički prikaz ispuna šupljina kamene smjese bitumenom

Rezultati ispitivanja ispuna šupljina kamene smjese bitumenom (slika 13) ukazuju da asfaltne mješavine s udjelima zgure od 95% i udjelima veziva od 4,20 i 5,20 [% (v/v)] ne zadovoljavaju granične vrijednosti za izradu BNS-22 za srednje prometno opterećenje. Asfaltna mješavina s udjelom zgure od 50% i udjelom veziva od 3,70% [% (v/v)] ima premalu ispunjenost. Niže rezultate ispunjenosti šupljina bitumenom za 17,19% ostvaruje asfaltna mješavina sa 95% zgure u svom sastavu u odnosu na asfaltne mješavine sa 50% zgure u svom sastavu.

3. ZAKLJUČAK

Na temelju provedenih laboratorijskih ispitivanja u cilju ocjenjivanja mogućnosti korištenja zgure za izradu bitumenskog nosivog sloja BNS 22 za srednje prometno opterećenje, moguće je donijeti zaključke da frakcije zgure imaju veću gustoću u odnosu na prirodni drobljeni kameni materijal u ovom ispitivanju, ali je gustoća ispitanih podfrakcija uzoraka zgure nekonstantna, što utječe na projektiranje sastava asfaltnih mješavina. Ispitivanjem fizikalno - mehaničkih svojstava asfaltnih mješavina i asfaltnih uzoraka u kojima je kameni skelet sastavljen od frakcije zgure 0/31,5 mm utvrđena je potreba za većom koncentracijom bitumena kako bi se postigla tražena svojstva.

Dobiveni rezultati laboratorijskih ispitivanja ukazuju na mogućnosti korištenja zgure u asfaltnim mješavinama za izradu bitumenskih nosivih slojeva, čime se potvrđuje i ekološka opravdanost korištenja zgure, a ekonomsku opravdanost potvrditi daljnjim istraživanjima.

LITERATURA

[1] Netinger, I., Rukavina, M.J., Bjegović, D., *Mogućnost primjene domaće zgure kao agregat u betonu,* Građevinar 62,1, 35-43, 2010.

[2] Netinger, I., Bjegović, D., Jelčić, M.; Đuroković, M., *Primjena zgure u graditeljstvu*, Sabor hrvatskih graditelja, Cavtat, Hrvatski savez građevinskih inženjera, 281-292, 2008.

[3] HRN EN 12697-2 Bitumenske mješavine – Ispitne metode za asfalt proizveden vrućim postupkom – 2. dio: Određivanje granulometrijskog sastava

[4] HRN EN 12697-5 Ispitne metode za asfalt proizveden vrućim postupkom – 6. dio: Određivanje gustoće asfaltnih mješavina

[5] HRN EN 12697-6 Ispitne metode za asfalt proizveden vrućim postupkom – 6. dio: Određivanje gustoće asfaltnih uzoraka

[6] HRN EN 12697-8 Ispitne metode za asfalt proizveden vrućim postupkom – 8. dio: Određivanje šupljina u asfaltnim uzorcima

[7] <<Opći tehnički uvjeti za radove na cestama>>, Knjiga 3., Kolnička konstrukcija, Institut građevinarstva Hrvatske, Zagreb 2001.

[8] <<Tehnički uvjeti za asfalterske radove održavanja kolničkih konstrukcija na autocestama>>, Ramtech d.o.o. , Zagreb veljača 2003.

[9] HRN EN 12697-13 Ispitne metode za asfalt proizveden vrućim postupkom – 13.dio: Mjerenje temperature

[10] Slag in History, www.nationalslag.org/slaghistory.htm (16.09.2011.)

THEORY AND PRACTICE IN THE DESIGN OF THE ZONE 30

Bojan Kostić, M.Sc., TE
bojan.kostic87@gmail.com

Review paper

Abstract: *One of the most substantial and the highest quality system solutions for traffic calming and segregation in settlements and cities are specially designed and equipped spaces named Zones 30. This paper deals with theoretical background of Zone 30, strategy of the concept of Zone 30, as well as criteria and requirements for its application and design. Methodology for the analysis and design process is presented along with the example of newly design solution on the real world site.*
Key words*: zone 30, traffic design, traffic calming, traffic analysis, traffic safety*

ТЕОРИЈА И ПРАКСА У ПРОЈЕКТОВАЊУ ЗОНЕ 30

Бојан Костић, мастер инж. саоб.
bojan.kostic87@gmail.com

Прегледни рад

Резиме*: Једно од најзначајнијих и најквалитетнијих системских решења за смиривање саобраћаја и сегрегацију у насељима и градовима представљају посебно пројектована и опремљена подручја која се називају Зоне 30. Овај рад се бави теоријском основом Зона 30, стратегијом концепта Зоне 30, као и критеријумима и условима за њихову примену и пројектовање. Приказана је методологија за анализу и процес пројектовања заједно са примером новопројектованог решења на реалној мрежи.*
Кључне речи*: зона 30, саобраћајно пројектовање, смиривање саобраћаја, саобраћајна анализа, безбедност у саобраћају*

1. INTRODUCTION

Zone 30 is compact and clearly bordered part of an urbanised area of a settlement or a city. In the zone, there is defined a special traffic regime for all users and visitors, with a speed limit of 30 km/h [1].

The concept of Zone 30 has its essential role in traffic calming. The concept of traffic calming represents an attempt to harmonise various functions that local streets in residential areas can possess. It is done with the appropriate street infrastructure design using the speed control of motorised traffic. The goal of a Zone 30 is to provide coexistence of local life along with motorised traffic and to improve the quality of living among various users of public spaces. Zone 30, therefore, can be a tool for improving the quality of life and traffic in residential areas [2].

Advantages of a Zone 30 are numerous. The major benefits are decreasing the number and severity of traffic accidents, providing multi-functionality of an area, noise reduction, and aesthetic improvement of the environment.

Despite all the advantages, a Zone 30 can also have negative effects. Segregation of traffic, to slower driving up to 30 km/h and faster around the zone, can influence the assignment of the streets surrounding the zone. This is especially expressed on the approaches to the zone, in terms of vehicle queues and delay. Furthermore, in Serbia, and many other countries, due to the old fleet, there can be an increase in noise levels at certain places where traffic calming measures are implemented. These measures, because of variable speed, can locally be a source of noise and pollution [3].

Figure 1. Traffic signs in Serbia representing the beginning (entrance) and the end (exit) of a Zone 30
Source: Pravilnik o saobraćajnoj signalizaciji [4]

An important thing to consider while dealing with Zones 30 is the process of planning and design. The limitations a designer can be faced with should be properly addressed.

2. STRATEGY OF ZONE 30

With large widespread of private motorisation, streets have become a space almost exclusively dedicated to vehicles. Zone 30 tends to regain the functional equilibrium on the streets. At the same time, it has influence on traffic safety and quality improvement of urban landscape. It strives to find a balance in the sector of mobility, between the space dedicated to motorised traffic and the space dedicated to non-motorised traffic, e.g. pedestrians and bicyclists [5].

Street must remain in the domain of mobility. Despite that, it must respond, especially in residential areas, to some other functions.
These functions are related to shopping, social interaction, and, in areas with very low speed limit, providing conditions for child play. It can be achieved only by systematic actions and sensible thinking [5].

Zone 30 is one of the most effective tools for improving safety of road users in residential areas. It provides a possibility to considerably decrease the number and severity of traffic accidents. In neighborhoods where the speed limit is lower than the general speed limit in cities (50 km/h in Serbia), vulnerable road users are on the streets. At the same time, they are much less exposed to traffic accidents. Actually, because of the lower speed limit, the visual contact with drivers is possible, and drivers have wider field of vision. Speed limit of 30 km/h or less, therefore, provides the possibility to prevent certain events. A driver can adjust the speed and, in this way, reduce the braking time when necessary. Lower speed limit is directly correlated with shorter stopping distance. The possibility of eye contact with drivers represents the human side on the street [2].

Zone 30 can become an efficient tool for noise reduction in an area. Traffic noise is fairly complex, in terms that it is influenced by the number of parameters. It is a consequence partly of the vehicle engine operation, and partly of the contact of road surface and the tire of a moving vehicle. Former depends on the engine operation regime and the way of driving, and latter depends on the tire type and the road surface type. Traffic volume contributes to noise as much as the speed. The more vehicles and the higher their speeds are, the higher levels of noise are recorded [6]. Decreasing speed limit from 50 km/h to 30 km/h is the way to reduce both through traffic and vehicles' speed. However, in order to reduce speed, it is necessary to redesign the streets, which can locally be the source of traffic noise.

The goal of a Zone 30 is to provide local life to be compliant with motorised traffic and to improve the quality of life and sociability among different users of public space. It also leads to the improvement of the quality of all public spaces, streets and squares. Zone 30 primarily represents coherent regulation of public space that is directed toward all users: people living close to the streets, pedestrians, and bicyclists. Street is not just a space for passing through, but also a place for sociability. Lower speed limit makes these reorganisations to be more livable, it can lead to wider pavements, increase of landscaped areas, and placement of street furniture. Wider pavements provide pedestrians to move more comfortably, easier window shopping, and the possibility to stop and talk not disturbing the pass. They provide parents with baby carriage and kids, as well as older people and people with disabilities, to move much easier [2].

Woonerf street concept can be found in a Zone 30. It is the concept that is completely in accordance to the strategy of Zone 30. This concept represents more radical reorganisation of street usage.

3. APPLICATION AND DESIGN

There are a few criteria that should be obeyed and which serve as a tool for the designers to determine areas that are suitable for the application of Zone 30. These also serve to lead the design process.

3.1. Criteria for the application of Zone 30

There are 3 criteria that are used to determine the borders of a zone 30: activity criterion, network criterion, and risk criterion [1].

Activity criterion – A potential Zone 30 can be implemented in a spatially integrated part of an urbanised area of a settlement or a city which must not contain public objects of great attraction for the visitors. These include city and regional transport terminals, administration, police or military objects, industrial objects, etc. Residential areas containing kindergartens, elementary schools, playgrounds, parks, sports fields have priority for the implementation. Woonerf street concept is in accordance to the strategy of Zone 30.

Network criterion – A Zone 30 can be implemented in a block or a few neighboring blocks if the intervention is feasible and worthwhile for local residents. The network must be connected and there should be spatial potential for reorganisation of street network as well as public spaces. Street network inside the block is of local rank, and surrounding streets are of higher rank. A zone cannot contain routes for public transport or the priority routes for emergency vehicles, as police, ambulance, and firefighters.

Risk criterion – This criterion is satisfied for an area where real driving speed (V_{85} %) on a street network is higher than 45 km/h and where incident situations frequently occur between pedestrians and motorised traffic.

3.2. Criteria for the design of a Zone 30

A plan of a Zone 30 is referred to a certain area, not to a single street, although a single street can represent a Zone 30.

The plan is led by three types of goals: safety, multi-functionality, and aesthetic improvement of the environment. These goals, at the same time, represent criteria for the design of a Zone 30 [7].

Safety criterion – Streets should be designed in a way that drivers are constantly forced to maintain safe speed. This criterion is based on a fact that the way of driving is strongly influenced by the street design. Traffic calming measures are good way of satisfying this criterion.

Multi-functionality criterion – Street is not just a place for vehicles, but also a place for the life of a community. Unfairness in space distribution between motorised and non-motorised traffic should be avoided by providing pedestrian paths that are safe, connected, comfortable, and pleasant. There should also be enough spaces for child play that are safe and easily watched over, as well as places for social interaction.

Aesthetic improvement of the environment – Often referred to as the quality of design of a public space, it means that street is a fundamental architectural space, and therefore it should be pleasant. This can be accomplished through the unique characterisation and quality in terms of choosing appropriate pavement materials, urban equipment, street lighting, and greenery.

3.3. Design considerations

In the design process there should be included a lot of important characteristics of a given zone. They comprise of traffic-related factors and other factors. Traffic related factors include streets' cross-sections, traffic volume and structure, parking facilities, activities and their frequency, and driving habits. Other factor can be architectural and historic context, available resources, and acceptance of a local community.

Traffic calming measures are a set of tools for the design that have to be used accurately as single measures or a set of measures. Zone 30 should focus at the effect of the whole system, not a single measure. Important thing to consider is durability of implemented solutions, as well as aesthetic value. Their visibility should be provided for both day time and night time. Every intervention should be applied in the way not to affect drainage. Both advantages and disadvantages should be considered in deciding which measure best suits a given location.

Entrance to a zone 30 – Entrance to a zone is a set of traffic calming measures that represents an entrance from a major street in a residential area. Entrance has to be clearly distinguished for all road users. It represents a place where drivers should adjust their behaviour, where speed needs to be lowered, and it is a starting point of reorganisation in order to favour local life. It should be easily noticeable for the drivers entering a zone. Two parts make a good entrance. The first one is visible part. It can include different color, textured carriageway surface, paving, as well as trees, traffic signs, and bollards. The second one is physical part. It can include raised pedestrian crossing or raised junction, chocker, and kerb extension [8].

Redesign of junctions – The goal is to make junctions safer and more efficient in regard to pedestrians. Pedestrian desire lines should be maintained as straight as possible. Dropped kerb should be provided at every side of a junction, as well as tactile paving for visually-impaired people [9].

Measures that can be applied at junctions include:

- small corner radius,
- kerb extension,
- raised junction,
- roundabout,
- mini roundabout,
- diagonal diverter,
- half closure,
- median barrier, etc.

Redesign of street sections – To prevent speeding and unsafe driving, there is a set of measures and technical solutions that can be used. The process of reducing speed should be designed area-wide. Every measure can increase noise levels and air pollution, especially if it requires unbalanced driving and frequently or sudden change in speed.

Measures that can be applied on street sections include:

- chicane,
- road narrowing,
- kerb extension,
- raised pedestrian crossing,
- longitudinal parking,
- choker,
- speed cushions,
- speed bump,
- sleeping policemen,
- full-street closure,
- central island narrowing, etc.

Woonerf streets – Woonerf street concept can be applied to a single street section, multiple straight street sections (including junctions), as well as covering a small zone. Speed is limited to 10 km/h. It is the most radical strategy of integrating various road users. The main idea is that vehicles and pedestrians share the same space.

Urban and street furniture – Furniture can accommodate various functions. Besides satisfying citizens' needs with its functional aspect, it has safety implications, and, at the same time, increases aesthetic value of an area.

Urban and street furniture comprises the following:

- bollards,
- railings and safety fences,
- bicycle racks,
- planters,
- streetlamps,
- seats and benches,
- telephone boxes,
- litter bins,
- drinking fountains, etc.

4. DEFINING AND ANALYSIS OF THE EXISTING STATE

A comprehensive analysis of the existing state is necessary and essential for the quality of a later on proposed solution. Various factors must be taken into consideration in detail in order to provide solid background for further work [10].

4.1. Location of a Zone 30

Location can play an important role because of the implications it imposes on the street network. There should be taken into consideration both macro- and micro-location of the proposed zone. Different factors that can affect the zone should be taken into consideration. Some of them are the closeness to a motorway, shopping centres, city through paths, hotels, attractive locations of any kind and every location-specific factor.

4.2. Street network

Street network analysis is very important step in the designing process. In this part, there should be determined the rank and type of the streets inside the zone, as well as the streets surrounding it. Road markings and traffic signs should be also analysed in this section.

4.3. Land use

Land use should be carefully analysed because there may be objects that represent big trip generators. In contrast, some places can be of big attraction for residents or visitors. Changes in network assignment due to trips related to these objects can be recurrent, which can influence the strategic plan of the Zone 30.

Careful attention should be paid to the objects where a lot of children arrive to, as nurseries, kindergartens, elementary schools, or playgrounds. Children's safety should be a leading criterion for the design of the ambience of these objects.

4.4. Public transport

Public transport can affect urban area in many different ways. It is allowed only in the streets surrounding the subject zone. In the zone, public transport is unfavorable. In contrast, in Italy, public transport is allowed to operate inside the zone, but only in certain streets. In this part, there should be conducted an analysis that will show to what extent the area is covered with public transport lines, and what percentage of the residents is served. This can be of big importance for residents in deciding whether they are going to use private cars or other modes of transport (e.g. public transport).

4.5. Bicycle facilities

Bicycle traffic analysis is similar to public transport analysis in terms that it is also an important factor for people in the decision what mode of transport they are going to use.

Bicycle tracks or bicycle lanes do not necessarily exist inside the zone because the speed limit is lowered and there is no need for segregation of motorised and bicycle traffic. It is safe for both of them to use the same area for driving and riding.

Desirable places for bicycle tracks are surrounding streets of the zone. This way, residents, everyday users, and visitors can decide to use some of environmentally friendly modes of transport (e.g. bicycling) for their both origin and destination trips related to the zone. This depends on the extent of the bicycle track network in the municipality, and the whole city as well. Lack of bicycle paths can be a limiting factor for encouraging this kind of policy.

4.6. Parking

Parking problems are widespread characteristic of modern cities. Problems exist in both city centres and the other parts of cities. The parking problem in Belgrade has occurred as a result of a few important factors. These include inconsistency between parking demand and infrastructure supply, undefined policy at the city level and the unawareness that parking system need to be managed constantly.

Parking can be a very serious problem when it comes to residential areas because of its implications on the quality of life of residents. Furthermore, it imposes negative impacts on the transport network and traffic operations. On-street parking can also influence pedestrian safety. A pedestrian, especially a child, when crossing the street, may be blocked by parked cars and may not be visible by the drivers. This leads to potentially dangerous and unsafe situations.

Urban planning normative for parking gives the required number or parking spaces for the object of certain purpose. It should be used when dealing with parking problem. The required number of parking spaces will often be much higher than the existing number of parking spaces. In this situation, radical measures should be proposed, as building of a parking garage of certain capacity. The capacity must be calculated to satisfy not only present demand, but also future needs.

4.7. Through movements

A residential area should provide the possibility of satisfying local activities and needs of residents and everyday users.

Hence, through movements should not pass through residential areas. There are two ways they can be prevented or reduced to an acceptable volume. The first one is using traffic management and regulatory techniques as movement prohibition traffic signs. The second one is discouraging them by using traffic calming measures.

4.8. Urban planning point of view

Land use is in direct correlation with the street system. Location and density of activities affect network assignment through volume and trip distribution. Typology of a residential structure, planned transformation inside the residential structure, and living in the certain type of residential structure should be taken from a higher level plans. These plans can be the Master Plan of a city, or some more detailed regulation plan for a certain area.

4.9. Internal resources of the area

A resource represents any physical or virtual entity with a limited availability which should be used on a proper way in order to gain benefits from it. Resources of a zone are the places in the zone which are unused, which are not used entirely, or which are used in the wrong way.

These places represent a potential of an area in terms that with the right reshape, reorganisation, and regulation, a certain benefits can be gained from them. With careful analysis of the location, these places can be assigned a different purpose, and they will get a usage value. Landscaped areas are considered to be enjoyable and nice looking, which gives them an aesthetic value.

When it comes to resources of residential areas, the focus is not only the surface, but the height component of a space must be included. Some spaces can be greatly used but only with low objects or greenery. In the lack of available space, solutions go in the direction of tall objects with a small occupancy of a land. These objects can be as functional as lower objects with big land occupancy. Constraints that must be obeyed are those defined by an urban planning institution in charge.

4.10. Conclusion of the existing state analysis

At the end of every analysis there should be given a brief summary. It should include obtained results of every part of the analysis, important conclusions, major limitations, and directions for future work (newly designed solution).

5. EXAMPLE ON REAL WORLD SITUATION OF THE BLOCK 21

For the design of the subject Zone 30, the residential Block 21 in the City Municipality of Novi Beograd, Belgrade, Serbia, has been proposed. It is given both existing state analysis and newly designed solution [10].

5.1. Existing state analysis

The residential Block 21 is located in the Municipality of Novi Beograd, in Belgrade, Serbia. It is located close to the motorway (Corridor X, E-75). It is surrounded with objects of high attraction, such as Business and Shopping Centre “Ušće,” “Serbia” Palace, and “Hyatt” Hotel.

Street network consists of “internal” streets. There are a few main streets as well as driveways, approaches to buildings and car parks. Streets surrounding the Block are major city streets, one of which is arterial, and 3 of which are primary streets. Important thing, especially for pedestrian safety, is that there are no road markings on the streets, including pedestrian crossings. This means that pedestrians are allowed to cross the street at any place.

The Block 21 consists largely of residential buildings, as well as of two kindergartens, one Elementary school, and one Grammar School. Business objects are mainly located at the edge of the Block, with the approach directly from streets surrounding the Block. There are no public transport lines operating through the Block. However, there are number of both bus and tram lines operating around the Block, in the major streets. Considering 5-minute walking distance from public transport stops, the zone is very well served with public transport.

When it comes to bicycle traffic, there are no bicycle tracks in the Block, and there is no need for their construction. Bicycle tracks are accommodated on the border streets, with the exception of one street where there are no bicycle tracks.

A big problem in the Block is parking. Analysis has documented that there are 862 parking spaces. Using urban planning normative for parking, the calculation showed that there should be 1910 parking spaces. Therefore, there is a lack of 1048 parking spaces. It is a considerable number and the solution must include construction of more than one parking garage, considering the size of the Block and 5-minute walking distance.

Urban planning analysis showed that the Block 21 is an open city block with modern architecture. There is no planned transformation for this type of block into some other type.

The Block needs to be improved and additional parking capacity should always be considered. Massive landscaped areas should not be endangered. A change in purpose of certain areas should be conducted in order to provide space for parking garages with the increase of greenery.

There are through movements in the Block in certain quantity. They almost always use same paths. This type of movements is not desirable in the Block which is mainly residential. They need to be discouraged or prevented as much as possible. Internal resources of the Block are potential that should be used properly. They mainly refer to partly used green areas that are convenient for the construction of parking garages. Additional greenery should be planned to compensate the removed one and for the aesthetic improvement of the environment.

5.2. Newly designed solution of the Zone 30

Newly designed solution is rational and sustainable in given circumstances. It includes reorganisation of junctions, street sections, application of urban and street furniture, with particular emphasis to solving parking problem and traffic safety. Parking garages are required to satisfy big parking demand. Measures regarding traffic regime and traffic calming measures are applied but the existing configuration of objects and streets is kept, as well as asphalt surface.

As far as layout is concerned, for the drawings it is the best to have accurate and detailed map of the subject area, with a scale of 1:250.

The configuration of the area provides connection of the local network in the Block and surrounding high rank network that is carried out by 6 connections. It is appropriate for the size of the area. Since all of these are two-way streets, there are 6 entrances and 6 exits of the zone. Measures at junctions and street sections are designed in the way that the drivers on the whole territory are not allowed to drive with the speed over 30 km/h. All of the newly proposed traffic signs are made of retro-reflective materials. All the proposed measures should contribute to aesthetic improvement of the environment. Big attention is paid to visual identity. Techniques that are used to support it include coloured asphalt, applicative materials, coloured planters, greenery, and traffic sign posts in various colours.

Regarding entrances, at all entrances to the Zone 30, wherever possible, traffic calming measures are designed. One location is equipped with raised pedestrian crossing and raised bicycle track crossing. Two other locations are equipped with round central platform.

Inside the zone traffic calming measures are proposed for several main junctions. One measure includes raised junction, and the other includes speed cushion. Measures on street sections are implemented where necessary. One location is designed with two speed cushions, and two locations contain sleeping policemen. A few locations have already been equipped with speed bumps.

Figure 2. Example of proposed measures for the entrance to the subject Zone 30
Source: Projektovanje Zone 30 [10]

One roundabout, as a new junction in the Block, is proposed for the access to newly designed car park. It also serves for traffic calming and discouragement of through movements.

Two kindergartens have properly to be secured because of high frequency of children. Proposed solution consists of defining and marking children walking routes with road markings and traffic signs. It also includes safety fence in various colours for prohibition of car access in front of the kindergartens entrances and to secure the pavement. Coloured footprints are proposed from the entrances to the safe places across the adjacent streets.

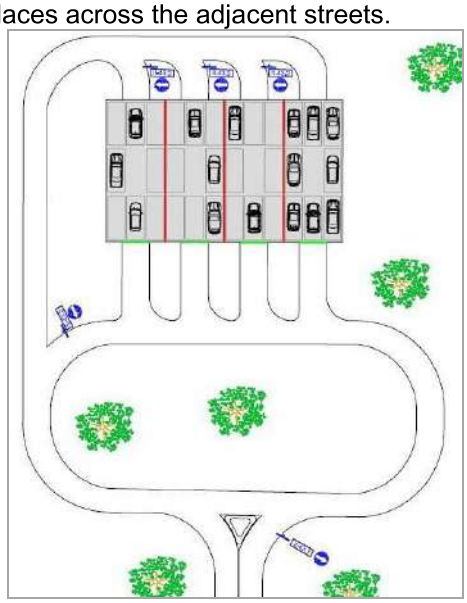


Figure 3. Example of newly designed parking tower with access roads in the subject Zone 30
Source: Projektovanje Zone 30 [10]

Big parking problem in the Block 21 should be solved using radical measures. It is necessary to remove large percent of on-street parking and parking spaces located on pavements. Two solutions are proposed and both of them include construction of parking garages. A parking garage should be located at no more than 5 minute walking distance from residential objects. Considering the size of the subject area, it is clear that at least two garages must be proposed in order to satisfy parking demand. The first solution suggests less degradation of landscaped areas. It consists of the construction of two 3-level underground parking garages. The second solution suggests bigger degradation of landscaped areas. It consists of the construction of 4 automated parking towers – one main tower and three smaller towers uniformly located in the zone. The second solution is described as the better one for several reasons. This solution provides shorter walking distances to the garages and additional greenery can be proposed to compensate degradation. It also represents a modern state-of-the-art solution.

6. CONCLUSION

Zone 30 concept is the future of residential areas and school zones. Its positive effects contribute to overall improvement and progress of the certain area.

Careful attention should be paid to the design. Both advantages and disadvantages of every measure should be analysed. Every area has its location-specific features. Mistakes in the initial planning phase lead to the mistakes in the design phase. Detailed existing state analysis is crucial since it provide a valuable input for the newly designed solution. Every newly designed solution should be an example of contemporary way of improving urban space.

Criteria for the location and design should be followed and every variable should be taken into consideration in order to prevent undesirable outcomes. A minor negligence of some factors of interest can lead to disapproval of the community, and therefore desired effects would not be achieved. Hence, citizens' participation in the planning process cannot be left out.

An effort must be made with a purpose of creating standards and manuals that will provide the background and guidelines for greater application of Zones 30.

References

[1] Stanić, B., Osoba, M., Vukanović, S. (2006). *Elementi saobraćajnog projektovanja – Zone 30*, Belgrade, Serbia, University of Belgrade, Faculty of Transport and Traffic Engineering.

[2] Institut Belge pour la Sécurité Routière (2007). La zone 30 – pour plus de sécurité et de convivialite en agglomération, Brussels, Belgium.

[3] Kostić, B. (2009). *Zone 30*, Undergraduate Thesis, Belgrade, Serbia, University of Belgrade, Faculty of Transport and Traffic Engineering.

[4] Službeni glasnik RS (2010). *Pravilnik o saobraćajnoj signalizaciji*, No. 65/09, Belgrade, Serbia.

[5] Regione Piemonte – Transporti (2007). *Linee guida 1 – La strategia delle zone 30*, Linee guida zone 30, Turin, Italy.

[6] Milošević, S. (2005). *Čovek i saobraćajna buka*, Belgrade, Serbia, University of Belgrade, Faculty of Transport and Traffic Engineering.

[7] Regione Piemonte – Transporti (2007). *Linee guida 8 – I criteri guida per la progettazione delle zone 30*, Linee guida zone 30, Turin, Italy.

[8] Regione Piemonte – Transporti (2007). *Linee guida 12 – Le porte degli ambiti residenziali*, Linee guida zone 30, Turin, Italy.

[9] Department for Transport (2007). *Manual for Streets*, London, UK.

[10] Kostić, B. (2011). *Projektovanje Zone 30*, Master's Thesis, Belgrade, Serbia, University of Belgrade, Faculty of Transport and Traffic Engineering.

The Highway Institute

Institut za puteve a.d. Beograd

257, Kumodraska St. 11000 Belgrade, Serbia; Phone: +381 11 3976 374; e-mail: instput@highway.rs

Velike ideje se ostvaruju kroz izuzetne projekte.

Mi znamo kako da ih ostvarimo.

www.highway.rs

Great ideas come true in outstanding projects.

We know how to make them true.

BELGRADE

More than 60 years of experience

Više od 60 godina iskustva

EVROCERT

IQNet

ATS

IRF

FEHRL

SMART ПАРКИРАЊЕ ПОД ОКРИЉЕМ БЕЖИЧНИХ СЕНЗОРСКИХ МРЕЖА

Мр Оливера Јанковић, дипл.инж.ел.
ОРАО А.Д.Бијељина

Стручни рад

Резиме:*Један од универзалних изазова, познат великом броју људи широм свијета, свакако је паркирање, односно проналажење слободног паркинг простора. У прилог томе говоре све већа интересовања и улагања у истраживања која треба да омогуће такозвано паметно паркирање (smart parking). У овом прегледном раду биће представљена најновија техничка рјешења у овој области, са освртом на сензоре и технологије бежични х сензорских мрежа, на којима су заснована.*

Кључне ријечи: *бежичне технологије, бежичне сензорске треже, сензори, smart паркирање, ZigBee*

SMART PARKING IN WIRELESS SENSOR NETWORK ENVIRONMENT

Olivera Janković, M.Sc.
ORAO a.d. Bijeljina

Professional paper:

Abstract: *One of the universal challenges, known to many people all over the world, certainly is parking, respectively finding a free parking space. This is reaffirmed by the increasing interest and investment in research that should allow so-called smart parking. In this paper will be presented the latest technical solutions in this area with emphasis on the sensors and the WSN technologies on which they are based.*

Key words: *sensors, smart parking, ZigBee, Wireless Technologies ,Wireless Sensor Network (WSN)*

1. УВОД

Повећање животног стандарда, између осталог уско је повезано и са повећањем броја аутомобила на улицама градова, што се одражава на повећане захтјеве за паркинг простором. Као што је и за очекивати, ова универзална појава представља проблем нарочито изражен у великим градовима. То доводи до тога да проналажење слободног мјеста за паркирање најчешће постаје ноћна мора за возаче аутомобила. Према истраживању компаније IBM у 20 градова свијета, људи дневно проведу у просјеку 20 минута у тражењу слободног паркинг мјеста. Процјењује се и да око 30% градског саобраћајног промета отпада на возила у потрази за паркирним мјестом што у значајној мјери утиче на загушења и повећану гужву у саобраћају [1].

Ограничена доступност паркинг простора поред тога што повећава већ постојеће и устаљене саобраћајне гужве, утиче и на загађења ваздуха и неминовно води ка фрустрацији возача. Како је цјена проширења паркинг простора и броја паркинг мјеста обично изузетно висока, у појединим ситуацијама врло тешко изводљива, траже се рјешења која ће помоћи да градови ефикасно користе своје постојеће паркинг ресурсе. Многа истраживања се врше широм свјета да се спроведу бољи и паметнији механизми за управљање паркинг простором. У прилог томе иде и информација из априла 2012. године по којој су америчка банка Citybank, познати информатички и технолошки див IBM у партнерству са иновативном интернетском фирмом Streetline најавили да ће кредит од 25 милиона америчких долара бити усмјерен на иновативна рјешења на пољу реализације "паметнијег" паркирања у градовима и њихове транформације за будућност.

Основни детаљи актуелних техничких рјешења водећих фирми за област паметног паркирања биће приказани у овом раду. Заједничко овим рјешењима је кориштење сензора и технологија бежичних сензорских мрежа које су поред многих апликација и овдје пронашле своју оправдану примјену.

2. ПАМЕТНО ПАРКИРАЊЕ

Гледано из угла возача паметно паркирање прије свега треба да омогући брзо и лако проналажење паркиралишта на одређеној рути. За градске власти то треба да буде опција која омогућава градовима да ефикасно користе своје паркинг ресурсе и да смање саобраћајне гужве у градовима. Из угла потрошње то значи уштеду горива и новца.

Смањењем времена за проналажење слободног паркинг мјеста смањује се вријеме кретања аутомобила а тиме и емисија издувних гасова тако да паметно паркирање треба да допринесе и очувању еко система. Побројани захтјеви и користи које се очекују од паметног паркирања указују на то да је "пут" паметног паркирања извјестан. Он је саставни дио градова који задовољавају и који су по мјери његових грађана (и туриста) а при томе је у складу са временом у коме живимо. Сервиси који су у склопу система паметног паркирања саставни су дио мрежа будућности у којима ће људи и сензори као и други "паметни" (*smart*) објекти комуницирати захваљујући постојању постојећих и извјесно је изградњи нових генерација телекомуникационих мрежа.

Слика 1. Smart паркирање кориштењем WSN [2]

Истраживања у области система паметног паркирања, потврђена у пракси, указују на велики потенцијал бежичних сензорских мрежа у правцу пружања једноставних и трошковно ефикасних рјешења. Једноставна примјена, без ископавања и скупих кабловских инсталација усмјерава пажњу ка технологијама бежичних сензорских мрежа (Сл. 1).

3. СЕНЗОРИ

Флексибилност у пару са софистицираним али јефтиним сензорима који могу прецизно да детектују возило чине бежичне сензорске мреже природним кандидатом за рјешавање нараслих проблема паркирања возила. У имплементацији система за паметно паркирање различите врсте сензора играју круцијалну улогу у детекцији и управљању паркинг простором. Приликом одабира сензора (из доступних сензорских технологија) који ће се користити у smart паркинг системима морају се узети у обзир разни аспекти. Гавни аспекти укључују цијену, величину, осјетљивост, поузданост, потрошњу енергије и робустност. Но како сензори не функционишу самостално већ су генерално гледано дио неког већег система то је њихова интеграција у исти често и најважнији критеријум при избору.

Сензор је уређај који мјери неку физичку величину и конвертује је у сигнал који је погодан и читљив посматрачу и/или одговарајућем инструменту. Сензори су дакле врста претварача (конвертора) јер једну физичку величину претварају у другу. Због тога се они према типу енергије коју преносе могу класификовати на [3]:

- Топлотне (термометар, термостат, калориметар,...),
- Електромагнетне (омметар, електроскоп, магнетометар, радар,...),
- Механичке (барометар, хигростат, сензор растојања, сензор убрзања,...),
- Хемијске (сензори кисеоника, детектори CO..),
- Оптичке (инфрацрвени сензори (IC), фото-ћелија, фото-диода, ...),
- Јонско зрачење (Гајгеров бројач, атомска комора, дозиметар, ...),
- Акустичке (микрофон, сеизмометар,...),
- Остали типови (разне врсте сензора покрета, сензора оријентације,...).

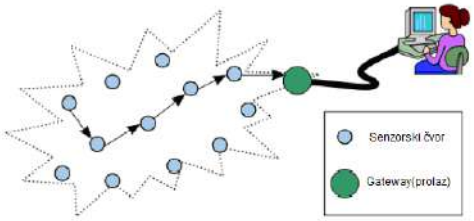
Сензори се користе у свакодневним предметима (екран осјетљив на додир, врата и елеватори у јавним објектима,...) али и у другим софистицираним апликацијама као што су летјелице, медицина, аутомобили, роботика и сл. Технолошки напредак омогућио је и израду сензора микрометарских димензија – микросензора.

Слика 2. Паркин сензор у ПВЦ кућишту укопан у асфалт [4]

Генерално сензоре можемо подијелити у двије категорије: интрузивне и неинтрузивне[1] сензоре. Интрузивни сензори (магнетометар, ...) су обично сензори који захтјевају инвазивне процедуре за њихову инсталацију. Паркинг сензори уграђени у асфалт (слика 1) морају бити довољно робустни и као што се може видјети на слици 1. адекватно заштићени. За разлику од њих, неинтрузивни сензори (нпр. акустички сензори) се углавном могу лако инсталирати и њихова уградња не захтјева инвазивне операције.

4. БЕЖИЧНЕ СЕНЗОРСКЕ МРЕЖЕ

Када велики број сензора заједнички прати веће физичко окружење они формирају сензорску мрежу. Бежична сензорска мрежа се обично састоји од великог броја чворова који су распоређени у одређеној зони[2] і опремљени су са сензорима различитих могућности опажања, израчунавања и подржаних опција бежичне комуникације (слика 3). Сензорски чворови комуницирају међусобно и са базном станицом и на тај начин преносе мјерене/детектоване податке удаљеним системима за обраду, анализу, визуелизацију, извјештавање, архивирање и друге намјене.



Слика 3. Типичан примјер multihop[3] WSN архитектуре [5]

[1] *Intrusive and Non-intrusive*
[2] *sensing area*
[3] *multi-hop* – комуникација кроз више скокова

Оно што, између осталог, WSN издваја од осталих бежичних мрежа може да се огледа у следећем:

- велики број (минијатурних) сензорских чворова,
- произвољан и непредвидљиви распоред сензорских чворова,
- сензорски чворови су подложни грешкама и отказима,
- могуће честе промјене топологије сензорских мрежа,
- сензорски чворови су ограничени у погледу напајања, комуникационе и рачунарске снаге.

Узевши у обзир све наведено јасно је да је подручје истраживања WSN разнородно и комплексно, те да на једном мјесту обједињује велики број различитих праваца истраживања.

IEEE 802.15.4 стандард, дефинише спецификације за физички слој[4] и слој контроле приступа медију[5] за WPAN[6] мреже малих брзина (тзв. LR-WPAN[7]), развијен је примарно за апликације попут бежичних сензорских мрежа, које имају строге захтјеве по питању потрошње енергије, поузданости и комплексности, насупрот брзини преноса.

У складу са наведеним захтјевима стандардом су омогућене брзине од: 20kb/s, 40kb/s, 100kb/s и максимална брзина која износи 250kb/s. Уређаји су креирани са минималним захтјевима за потрошњу енергије, те представљају јефтине и конструктивно једноставне уређаје.

ZigBee[8] је скуп комуникацијских протокола вишег слоја, које дефинише удружење компанија под називом ZigBee Алијанса (*ZigBee Alliance*), а који се темеље на IEEE 802.15.4 стандарду за бежичне персоналне мреже. ZigBee Алијанса је отворено, непрофитно удружење већег броја компанија из подручја електронике који су се удружили са циљем развоја еколошких (*green*[9]) стандарда за бежичне мреже, које у основи карактерише:

- ниска брзина преноса података (до 250kbps),
- мала сложеност стандарда,
- једноставна имплементација стандарда у уређаје,
- мала количина података која се преноси,
- мало вријеме активног стања уређаја,
- веома ниска потрошња која омогућава дуготрајан рад уређаја у мрежи без потребе за мјењањем батерија[10] или надопуњавањем батерија вањским изворима енергије (нпр. соларне ћелије),
- сигурност и интегритет података.

Снага ZigBee технологије је у потенцијално великом броју уређаја у мрежи (≤ 65.536), систему мале почетне цијене и цијене одржавања, мале потрошње енергије и реализацији једноставног корисничког интерфејса. Наведене особине ZigBee технологије дају могућност за њену широку примјену посебно за потребе аутоматизованог надзирања и управљања.

5. ПРЕГЛЕД ПРИМЈЕЊЕНИХ РЈЕШЕЊА

Актуелност проблема и могућност остварења профита разлози су који доводе до све већег броја компанија које нуде интегрална рјешења *smart* паркирања.

У наставку, у складу са доступним подацима, ће бити приказано актуелно рјешење поменуте фирме Streetline, шпанске фирме Libelium као и рјешење француске фирме SmartGrains.

Поменута улагања од 25 милиона америчких долара и познати свјетски брендови који стоје у позадини у жижу интересовања доводе свакако фирму Streetline (партнер Siemens AG) и њена рјешења са производима развијеним за градове, гараже, универзитете, аеродроме и остале објекте и просторе.

Енергетски штедљиви Streetline сензори на паркиралиштима откривају присуство возила и преносе информацију у реалном времену до градске гараже и бесплатних апликација на паметним телефонима модела Android или Apple[11].

Пилот пројекат ове фирме био је за град Los Анђеles, у којем је формирана испреплетена (*mesh*) мрежна структура сензора, приказана на слици 4., гдје је тестирана и апликација названа Parker [6].

[4] *PHY layer*
[5] *Media Access Control(MAC) layer*
[6] *Wireless Personal Area Network* - бежичне персоналне мреже
[7] *LowRateWireless Personal Area Network* - бежичне персоналне мреже малих брзина
[8] Назив ZigBee је добио по *zig-zag* (цик-цак) њихању пчела.
[9] еколошки одговорна производња

[10] раде и до 5 год. на пару АА батерија од 1,5V.
[11] California, Indianapolis, New York, Washington,Texas, ..., су подручја гдје су примјењена Streetline рјешења

Слика 4. Streetline's *mesh* мрежа у Лос Анђелесу [7]

Градске службе за наплату паркирања могу користити податке за праћење трендова у промету и (динамичко) одређивање цијена за паркирање док возачи, путем апликације Parker, слика 5., информацију о слободним паркинг мјестима.

Слика 5. Parker апликација за iPhone [7]

Шпанска фирма Libelium, провајдер бежичних сензорских мрежа лансирала је *smart* паркирање базирано на Waspmote платформи које треба да омогући градовима да ефикасно користе своје паркинг ресурсе. Waspmote платформа за изградњу бежичне сензорске мреже (слика 6.), базирана је на модуларној архитектури [8]. Идеја је да се интегришу само они модули који су потребни одређеном уређају. Модули се могу мијењати и њихов број се може повећавати зависно од њихове апликације. Модули који су доступни са Waspmote су категорисани на следећи начин:

- ZigBee/802.15.4 модули
- GSM –3G/GPRS
- GPS модули
- Сензорски модули (Сензорске плоче[12])
- Модули за складиштење података[13] – SD картица

[12] *Sensor boards*

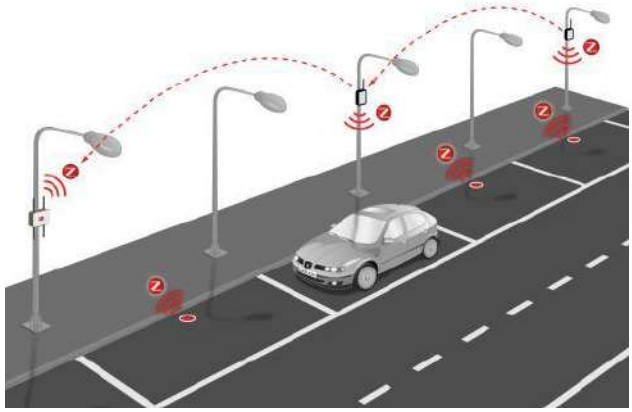
Слика 6. Waspmote сензорска плоча [4]

Waspmote архитектура је базирана на Atmel ATMEGA 1281 микроконтролеру [9]. У оквиру Waspmote су интегрисани XBee модули фирме Digi који служе за комуникацију у нелиценцираном tzv. ISM[14] радиофреквентном опсегу. Ови модули комуницирају са микроконтролером брзином од 38400 bps. Генерално за Waspmote су на располагању следећи начини преноса: 802.15.4, ZigBee, Bluetooth, WiFi, RFID и GPRS.

Њихови смарт сензори за паркирање се укопавају у паркинг мјеста (слика 7) са циљем детекције доласка и одласка аутомобила, и пружају тачне информације о расположивом паркинг простору чиме возачима омогућавају уштеду времена и горива а у градовима смањују гужву.

Слика 7. Сензор укопан у паркинг простору [4]

Смарт сензори укопани у асфалт паркинг простора комуницирају (слика 8) са остатком сензорске мреже користећи ZigBee радио пренос Waspmote платформе.



Слика 8. Комуникација сензора се одвија кориштењем ZigBee радио преноса [4]

[13] *Storage module*

[14] *Industrial Scientific Medical* (868 MHz,900MHz,2.4GHz)

Са одговарајућим батеријама сензори могу да раде до пет година што значи да им прије истека тог периода није потребно физички приступити. Поред тога подржани концепт OTA програмирања омогућава даљинско ажурирања (без физичког приступа) софтвера и репрограмирање управљачког софтвера путем радио преноса.

а) концепт рада ParkSense

б) ParkSense Web апликација

Слика 9. ParkSense - SmartGrains рјешење[10]

Већ поменути концепт претходних рјешења, употребе сензора и бежичних сензорски мрежа подржан је и од стране француске фирме SmartGrains. SmartGrains (слика 9.а) нуди два типа мобилних апликација: интерфејс за возаче као водич за проналажење слободног простора и интерфејс за контролу (издвојен посебно на слици 9.б) за потребе одређених служби које се баве надзирањем и кориштењем капацитета паркинг простора. Процјена је да њихов ParkSense систем, свакодневно помаже преко 100,000 возача да пронађу слободни паркинг простор.

ParkSense рјешење се темељи на робусним технологијама и властитом истраживачком тиму искусних инжењера и истраживача у сарадњи са најпрестижнијим француским истраживачким организацијама (INRIA, CNAM, CNRS). Сензори посједују ISO 9001 сертификат француске фабрике у којој је сваки сензор прије употребе тестиран од стране оператора на више од 60 функционалних тачака.

Детектори возила се једноставно лијепе на простор без потребе за ожичењем или бушењем. Захваљујући томе у врло кратком времену се може инсталирати велики број сензора (за двије седмице око 2.000).

Слика 10. ParkSense систем примјењен на отворене паркинге [10]

Одржавање је сведено на минимум, сензори имају аутономију од око пет година а батерије се могу промијенити за неколико минута на лицу мјеста. Софтвер за управљање, у реалном времену, доставља повратне информације о стању сензора, односно нивоу батерије сваког од сензора. Минималном времену одржавања доприноси и подржани MOTAP (*multihop* OTA програмирање) процес који се користи за ажурирање свих SmartGrains компоненти (сензори, *gateway*, ...) кориштењем Интернета.

Оно што се посебно истиче код презентације ове фирме су робустна, тестирана рјешења, имплементирана у тзв. индустријским условима на отвореном простору (Слика 10.).

6. ЗАКЉУЧАК

У претходном тексту су изложени неки најважнији појмови везани за разумјевање бежичне сензорске мреже и кроз неколико техничких рјешења различитих фирми (у складу са доступним изворима), њихово мјесто и улога у реализацији *smart* паркирања. Како је тешко наћи подручје у којима бежичне сензорске мреже не могу наћи своју примјену, њихова примјена свакодневно расте и заокупља пажњу како истраживача тако и све већи број фирми које своја техничка рјешења базирају на њиховом постојању. Зато не изненађују футуристичка предвиђања која иду у прилог томе да ће бежичне сензорске мреже у наредном десетљећу постати врло популарне и веома широко распрострањене, те да ће достићи размјере стотине/хиљаде сензорских чворова.

Рјешења намјењена паметном паркирању користе се како за рјешење проблема паркирања тако и за смањење гужви. Циљ је ефикасно паркирање које скраћује вријеме укупног путовања, смањује гужву те тако смањује емисију штетних гасова и чува енергију. Осим чињенице да представља проблем, нерјешено паркирање заједно са загушењем у саобраћају наноси и значајну финансијску штету због изгубљеног времена и утрошеног горива.

Различита су рјешења представљена у овом раду са истим циљем, како би се показало да се и како се проблем паркирања може ријешити. С обзиром на то да се у модерно вријеме возачима све теже снаћи у саобраћају због све већих гужви и пораста величине градова, системи за паметно паркирање – системи за помоћ возачу, постају пожељни а у неким градовима и неопходни. Коначна одлука о примјени ових система у великој мјери зависи од расположивих новчаних средстава али и свјесности потребе да за њима постоји реална потреба у пракси.

Литература

[1] IBM, IBM and Streetline Address One of the Great Unsolved City Problems:Parking,28 Sep 2011, http://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/35514.wss (10.6.2012)

[2] N. Vlajic, D. Stevanovic, G. Spanogiannopoulos Strategies for improving performance of IEEE 802.15.4/ZigBee WSNs with path-constrained mobile sink(s), Computer Communications 34 (2011) str. 743–757, (1.6.2012)

[3] http://sr.wikipedia.org/wiki/Senzor (15.06.2012)

[4] Alicia Asin, David Gascon Smart Parking Sensor Platform enables city motorists save time and fuel - 2011/5/27 http://www.libelium.com/libeliumworld/articles/111471471829 (1.06.2012)

[5] http://ен.wikipedia.org/wiki/Wireless_sensor_networks (15.6.2012)

[6] Streetline Inc., Becoming a Smart City - Why cities choose Smart Parking solutions from Streetline http://www.streetline.com/downloads/Smart-City-Whitepaper.pdf (1.6.2012)

[7] Ariel Schwartz, Streetline Wants To Be Your Parking Savior, http://www.fastcoexist.com/1679673/streetline-wants-to-be-your-parking-savior (10.6.2012)

[8] Olivera Janković, Praćenje saobraćaja korištenjem monitoring platforme sa Bluetooth senzorom i ZigBee prenosom, Put i saobraćaj, vol. 58, iss. 2, 2012.

[9] Waspmote Datasheet http://www.libelium.com/documentation/waspmote/waspmote-datasheet_eng.pdf (20.05.2012)

[10] SmartGrains, Smart parking solutions http://www.smartgrains.com/en/smart-parking-solutions (5.06.2012)

ЗНАЧАЈ ГЕОТЕХНИКЕ ЗА ПУТНО ИНЖЕЊЕРСТВО – ТУМАЧЕЊЕ, БАЛАСТ ИЛИ ПОТРЕБА

Мр Владета Вујанић, дипл.инж.геол.
Институт за путеве Београд, Кумодрашка 257, geoteh@beotel.rs

Светозар Миленковић, дипл.инж.геол.
Институт за путеве Београд, Кумодрашка 257, geoteh@beotel.rs

Стручни рад

Резиме: *Опште је познато да путне саобраћајнице имају својства, која их разликују од већине осталих грађевинских објеката. Пре свега, то је њихова непосредна и тесна веза са геолошком средином. Због тога су геотехничка истраживања за путеве од изузетног значаја, посебно код избора оптималних коридора или варијанти траса модерних саобраћајница, или пак, одређивање услова, начина и могућности њихове изградње. Без обзира на то, такође, је познато да су услови терена, како у финансијском, тако и у техничком смислу највећа непознаница при пројектовању и изградњи, савремених путних саобраћајница. По правилу, потреба за тим истраживањима, не зависе од стварних потреба, које препознају инжењери геотехничари, већ често од „добре воље“ инвеститора и пројектаната. То, између осталог, и због неразумевања и несхватања правог значења и тумачења, шта представља геотехника у грађевинарству.*

Кључне речи: *саобраћајнице, геотехничка истраживања, потреба или баласт.*

IMPORTANCE OF TRAVEL GEOTECHNICAL ENGINEERING - INTERPRETATION, OR THE NEED BALLAST

Vladeta Vujanic, M.Sc.geol.
Highway Institute, Belgrade, Kumodraška 257, geoteh@beotel.rs

Svetozar Milenkovic, M.Sc.geol.
Highway Institute, Belgrade, Kumodraška 257, geoteh@beotel.rs

Professional paper:

Summary: *It is well known that road infrastructure is very different from other civil structures. Firstly, it is their very tight connection with geologic milleu. Thus, the geotechnical investigations are of major importance, especially in the phase of finding optimal corridors or determing of the conditions of the construction. Regardless, it is also known that geotechnical conditions are both financially and technicaly the largest gap in the process of the designing and construction of the large infrastructure projects. As a rule, needs for geotechnical investigations do not depend upon real problems recognized by engineers, but from "good will" of Investors and designers, mostly because missunderstandings of the position of the geotechnics in the civil engineering.*

Key words: *Roads, Geotechnical investigations, real need or balast.*

1. УВОД

Опште је познато, да је пројектовање објеката, посебно објеката саобраћајне и друге инфраструктуре, **поступно одлучивање** уз деловање бројних чинилаца, као што су: економски, технички, социјални и други.

Између тих бројних чинилаца, геотехничка својства терена, су од посебног значаја, јер у великој мери утичу на „**изводљивост**“ (feasibility), **и укупну цену објекта**. Ова два чиниоца условљавају дефинитивну одлуку о пројектовању и грађењу објекта. Стога, геотехничка истраживања и испитивања, као и осматрања, **представљају веома значајан део** планирања, пројектовања, грађења и одржавања објекта.

У многим случајевима геолошки и геотехнички услови, могу пресудити за избор варијантног решења. То се нарочито односи на избор оптималног коридора и трасе пута, решења за провођење пута преко нестабилних и мало носивих терена, избор начина грађења и типа тунелских конструкција, начина фундирања мостова и других објеката, стабилизације косина, обезбеђивање локалних геолошко - грађевинских материјала и др.

Геотехничка истраживања су, такође, основа за програме и пројекте заштите животне средине, посебно заштите тла и подземне воде.

Имајући у виду, да се у систему садејства **објекат - терен**, од инжењера који се баве овом проблематиком, тражи способност „**процене**“ стања радно – активних **слојева терена**, односно процена њихових својстава и начин реаговања, у циљу рационалних – техничких одговора, при пројектовању и грађењу објеката, данас се у свету та градитељска делатност, развила као грана грађевине, под називом „**Геотехничко инжењерство**“ која је, у суштини, уско повезана, са „**инжењерском геологијом**“, као граном геологије, а њихово заједничко решавање ових проблема, чине област „**геотехнике**“ (слика 3).

У недостатку недовољно прецизних, научно - стручних разјашњења и дефинисања, шта се сматра под појмом „геотехничко инжењерство“, а шта под појмом „геотехника“ (до сада се то различито тумачило, зависно од ког научно – стручног вокацијског подручја је долазило), покушано је овим радом, на основу практичног и личног искуства аутора, уз консултацију стране и домаће литературе, да се заинтересована стручна јавност, ближе упозна о овој тематици, односно **о терминима, појмовима и значењима**, који се у стручној пракси код нас и у свету, најчешће, данас прихватају и примењују.

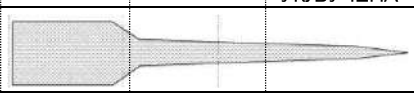
2. НЕКЕ СПЕЦИФИЧНОСТИ ГЕОТЕХНИЧКОГ ИНЖЕЊЕРСТВА, ОДНОСНО ГЕОТЕХНИКЕ (развој, проблеми, значај, баласт или потреба)

У току свог развоја, геотехничко инжењерство је стекло специфичне карактеристике по којима се разликује од осталих инжењерских дисциплина. Ова специфична обележја односе се на следеће чињенице:

- У геотехничком инжењерству, средиште рада су природни материјали, као што су, **тло и стене**. Инжењерска својства таквих материјала су знатно комплекснија од производних материјала, као што је челик, и теже их је окарактерисати. Својства тла, могу се, знатно разликовати на различитим теренима/градилиштима, али и на различитим локацијама унутар истог терена/градилишта. У том смислу, велики део новца и рада усмерен је на испитивање и одређивање особина материјала на терену. За разлику од грађевинских инжењера, који о својствима материјала могу сазнати из постојећих књига, **геотехнички инжењери** са сваког терена морају посебно узимати узорке и **тестирати их у лабораторији**. Да би се такви задаци обавили, геотехнички инжењери велики део времена проводе на терену или у лабораторији.
- Реална економска ограничења утичу на врсту и обим истражних радова, које можемо да изведемо, као и врсту и обим лабораторијских испитивања. Из тог разлога, имамо непосредно сазнање о особинама занемарљивог дела тла или стена које се налазе испод испитиване локације. То представља потенцијални извор погрешних закључака: Који су услови терена између и изван бушотина? Да ли узорци веродостојно приказују услове терена? У којој мери се узорак поремети приликом вађења и преношења до лабораторије? Колики је утицај ових поремећаја на мерења инжењерских својстава?
- Због прављења потенцијално великих грешака, приликом одређивања својстава мате- ријала на градилишту, користи се велики број инжењерских процена, приликом анализе података **добијених са терена или из лабораторије**. Штавише, наша способност да спроведемо бројне анализе знатно превазилази тачност података на којима су те анализе засноване. Стога, су резултати оваквих анализа, **често непрецизни**. Из тог разлога, углавном, се користе већи фактори сигурности и веома опрезне оцене у пројектним решењима.
- У већој мери, се често, ослањамо на „инжењерску процену“, која предстаља комбинацију искуства, субјективности, ослањања на раније случајеве и других фактора.
- Такође, у већој мери инжењери геотехнике учествују у изградњи, и често преправљају своје предлоге за пројекат у случајевима, када приликом изградње наилазе на услове који се разликују од предвиђених.

Због свега тога, се догађа, да су, у многим случајевима, у процесу пројектовања и изградње, грађевинских објеката, нарочито, у случају великих инфраструктурних пројеката, финални трошкови изградње **знатно већи, од оних који су предвиђени пројектом**. Иако су разлози за ово бројни, једна фаза процеса пројектовања и изградње, је често мета **озбиљних преиспитивања**. То су геотехничка истраживања, која се, или уопште не изводе, или су изведена недовољна и неадекватна, да би се са аспекта геотехничког инжењерства, могло одговорити, на све те наведене проблеме и специфичности, (слика 1). У прилог томе је и чињеница да је у интегралном систему, којег чини терен и објекат, природна конструкција знатно сложенија, по свом саставу, стању и својствима. Зато, на поузданост прогнозе интеракције, далеко већи (или бар исти), утицај има тачно дефинисање, природне конструкције, што је управо, и разлог да познавање те средине чини, суштински основ сигурног и рационалног пројектовања и изградње објеката.

Слика 1. *Различите концепције у приступу геотехничким истраживањима*

	ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ	ГЛАВНИ ПРОЈЕКАТ	ИЗГРАДЊА
ТРАДИЦИОНАЛНИ ПРИСТУП			ГЕОТЕХНИКА МОЖЕ, АЛИ И НЕ МОРА БИТИ УКЉУЧЕНА
САВРЕМАНИ ПРИСТУП			

2.1. МОГУЋЕ ПОСЛЕДИЦЕ НЕДОСТАТАКА ГЕОТЕХНИЧКИХ ИСТРАЖИВАЊА

У оквиру наменске студије која је спроведена у Великој Британији пре неколико година вршена је анализа трошкова који су остварени током изградње појединих објеката. Увидом у пројектну документацију изведених објеката у оквиру студије о геотехничким истраживањима закључено је да је при извођењу објеката у вредности 40 милиона фунти, на геотехничка истраживања утрошено око 150.000 фунти, што представља 0,004% укупно уговорене суме за наведене објекте. Имајући у виду препоручене вредности утрошка средстава за геотехничка истраживања које износе око 1-3 % (Clayton, 2005.) лако је установити потенцијал за велике пропусте. Даљом анализом наведене пројектне доку- ментације закључује се да је близу 60% извођача имало тешкоћа у реализацији пројеката углавном због недовољне истражености терена, што је узроковало знатна кашњења, велико поскупљења радова и негативан имиџ појединих компанија у јавности.

Да се овако нешто не би дешавало у пракси, с обзиром на значај геотехнике у процесу планирања, пројектовања и изградње **сваког објекта**, геотехничка истраживања треба, обавезно, да претходе свакој фази – нивоу планирања и пројектних активности, односно она чине (саставни) део техничке документације. А изводе се по програму (методологија, врста и обим), у зависности од пројектантских циљева и задатака, сложености проблема које треба решити, категорије и ранга објекта, фазе-нивоа пројектовања и др. - уз поштовање **основних принципа истраживања**: поступности, потпуности, равномерности и економичности.

Слика 2. *Алтернативна решења сидрења у зависности од личне процене (према стрипу у брошури Рударског института Аустралије)*

3. ШТА ЈЕ ТО ГЕОТЕХНИЧКО ИНЖЕЊЕРСТВО, А ШТА ЈЕ ТО ГЕОТЕХНИКА?

3.1. ДЕФИНИЦИЈЕ, ПОЈМОВИ И ТУМАЧЕЊА

Да би се схватила суштина и значај ових научно – стручних (инжењерских) дисциплина, наводе се неколико најчешће **коришћених појмова и дефиниција**, које саме по себи објашњавају **и дају тумачења о томе**:

Геотехничко инжењерство, је грана грађевине, која се бави тлом, стенама и подземном водом, као и њиховим односом према пројектовању, изградњи и експлоатацији грађевинских објеката (R. L. Handy -1995).

Скоро сви грађевински и други објекти су изграђени на и у (терену) тлу, и стога захтевају адекватно решавање геотехничких проблема, **односно услова грађења**.

Типична (општа), питања које геотехника обухвата, **су следећа**:

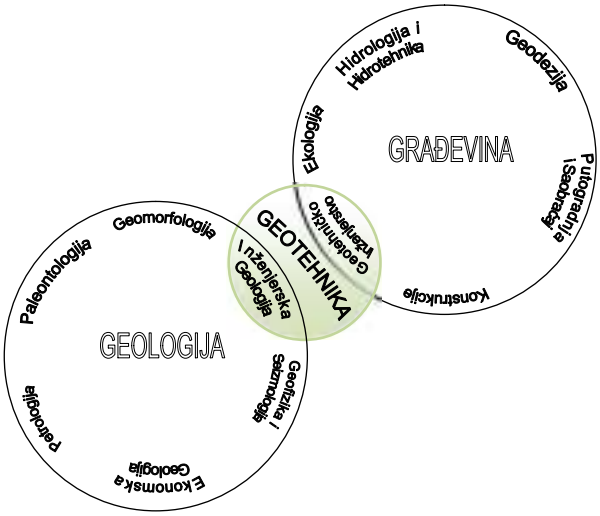
- Да ли тло и стена испод објекта, безбедно подупиру пројектовани пројекат?
- Какви услови подземних вода тренутно постоје, како би могли да се промене у будућности и какав утицај они имају на пројекат?
- Какав ће бити утицај планираног ископа, засецања или насипања?
- Да ли су природни или будући нагиби косина стабилни? Уколико нису, шта би требало да учинимо, како бисмо их стабилизовали?
- Које врсте темеља су неопходне, како би подупрле планиране објекте и на који начин би требало да их пројектујемо?
- Уколико пројекат захтева потпорне зидове, која би врста била најбоља и како би требало да их пројектујемо?
- Како ће место градње реаговати на потенцијалне земљотресе?
- Да ли је терен загађен хемијским и биолошким материјалима? Да ли ови материјали представљају опасност по здравље или безбедност? Уколико представљају, шта би требало да учинимо да би смо решили проблем?

Кад су у питању објекти саобраћајне (путне) инфраструктуре, општа питања на која геотехника, треба да да одговоре, су следећа:

- да пружи пројектанту потребне елементе о геотехничким својствима терена, како би он водећи рачуна и о осталим чиниоцима (вознодиманичким, економским, сигурносним), **изабрао најбољу трасу саобраћајнице**. Због тога, геотехничка истраживања морају започети у првим фазама и продужити се кроз све фазе пројектовања, а завршити се контролним испитивањима у току, односно оскултационим мерењима после завршеног грађења саобраћајнице;
- да омогући решење свих геотехничких проблема, који се јављају на изабраној траси, а пре свега, проблема стабилности терена током и после завршеног грађења саобраћајнице;
- да пружи податке о геотехничким својствима, **меродавним за извршење земљаних радова**, тј. радова на ископу, транспорту и уграђивању, као и за избор најпогодније механизације за извршење ових радова;
- да пружи меродавне податке за **одређивање цена коштања извршења бројних радова** (земљани радови, фундирање објеката, изградња тунела, итд.);
- да олакша извршење свих радова и њихову **контролу квалитета**, као и **безбедност** током грађења.

Понекад су ова питања једноставна и јасна и захтевају мало геотехнике. Међутим, у неким случајевима, она су веома сложена и захтевају обимна истраживања, испитивања и анализе. На тешким теренима, геотехнички услови могу, као што је већ речено, чак утицати и на техно-економску изводљивост пројекта.

Наведена питања, односно циљеви и задаци на које геотехника, треба да одговори, су основни (стручни) разлог, **уске повезаности геотехничког инжењерства са инжењерском геологијом**, (D.P. Coduto, R.L. Handy). Јер, појединци из обе професије међусобно често сарађују, дајући при томе, свако у својој области стручни допринос у решавању практичних проблема, а **њихови заједнички напори** око дефинисања услова изградње објекта, чине **геотехнику**, у правом смислу значења, (слика 3).

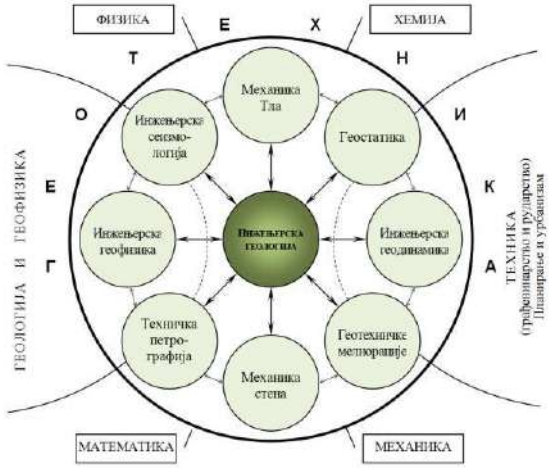


Слика 3. *Геотехничко инжењерство представља грану грађевине, док је инжењерска геологија грана геологије*

Да би се направила добра анализа у изради геотехничке основе за пројектовање, **инжењери геотехнике** раде као део тима, који такође, обухвата друге специјализоване стручњаке, као што су геолози, (специјалисти инжењерске геологије и геотехнике) конструктивци, хидротехничари, архитекте и остали. Многи аспекти у пројкету се могу решити, **само заједничким напорима**, тако да коначни пројекти **одражавају комбиновано стручно знање**, многих појединаца.

Чињеница је, да у литератури постоји релативно мали број доступних стручних извора, који описују, односно третирају ову проблематику. И кад се појаве радови о томе, у њима су појмови и дефиниције, често неконзистентни, тј. нејасни и недоследни, јер поистовећују иста значења различитих инжењерских – научних досциплина, или пак, у другом случају, праве између њих, у тумачењу непотребне разлике. Такво стање је, подстакло групу наших познатих стручњака: П. Локина, Д. Сунарића, Д. Јевремовића, В. Вујанића и Љ. Рокића, који се дуги низ година, практично, баве овом проблематиком, да сачине и понуде нашој широј стручној јавности 1997. године нови алгоритам који по општем стручном мишљењу одражава, јасан, прецизан и логичан однос геотехнике, према сродним наукама (слика 4).

Иако се на први поглед, може запазити разлика између садржаја и тумачења приказаних у алгоритмима, ипак, њиховом пажљивом анализом може се констатовати да они, у суштини, представљају исто тумачење и значење, по питању битних појмова: **шта је то геотехничко инжењерство**, **а шта је то геотехника**, само се сродне научно - стручне инжењерске дисциплине, које их чине, различито постављају, односно приказују по њиховом садржају и распореду.



Слика 4. *Однос геотехнике према општим наукама*[1]

Мада, треба истаћи, да су се поред поменутих стручњака, овом стручно терминолошком проблематиком, у прошлости, бавили и многи други научници и стручњаци, како на нашем ширем простору, тако и у свету, али су о томе мало презентовали писане радове. То се посебно односи, на научнике и стручњаке из ове области, са нашег ширег простора. А од страних, важно је истаћи Ф. П. Саваренског, И.В. Попова, Е.М. Сергеева, Г.С. Золотарјева, Н.А. Цитовича, T.W. Lambe-a, R.V. Whitman-a, F. Ruter-a, K. Klengel-a, J. Pašek-a, M. Matulu, D.P. Codut-a, R.L. Handy-a, J. Burland-a i dr.

Из контекста приказаног алгоритма, следи: **да је геотехника мултидисциплинарна научна и стручна област**, која обједињује више научних дисциплина: инжењерску геологију, механику тла, механику стена, геостатику, геотехничке мелиорације терена, инжењерску хидрогеологију, инжењерску геофизику, инжењерску сеизмологију, техничку петрографију и др. Она је, такође, и интердисциплинарна област, јер је настала и развија се у простору, између **природних геолошких наука**, с једне стране, **и техничких наука** (грађевинарства, рударства), **урбанизма** и др., с друге стране. Она се дакле, с правом, може сматрати делом **примењене геологије**, а исто тако, и делом **рударске и грађевинске технике** (П. Локин, В. Вујанић).

[1] *(према: П. Локину, Д. Сунарићу, Д. Јевремовићу, В. Вујанићу, Љ. Рокићу)*

Уз природне геолошке и техничке дисциплине, геотехника укључује многе методе истраживања и користи резултате и бројних других наука - математике, статистике, хемије, физике, механике и др. Другим речима, **геотехника захтева примену комплексних метода истраживања**, без обзира на гранање или интегрисање разних научних дисциплина. Све то, треба да буде усмерено на приближавање ове, **врло комплементарне делатности** основној намени: **савременом пројектовању и грађењу објеката**.

Геотехнику, у ширем смислу чине:

- геотехничка истраживања (истраживања геолошке средине у циљу рационалног планирања, пројектовања, грађења и коришћења различитих објеката);
- геотехничко пројектовање (пројектовање геотехничких радова и геотехничких конструкција);
- геотехнички услови (скуп свих околности које произилазе из својстава и стања геолошке средине, а утичу на сигурност и економичност грађења одговарајућих објеката). Они зависе од својстава геолошке средине и самог објекта (П. Локин, В. Вујанић);
- геотехнички радови (минирање, бушење, инјектирање, сидрење, ископи стенских маса и др.);
- изградња геотехничких конструкција (потпорне, темељне и сл. конструкције, конструкције од земљаних и камених материјала-насипи, насуте бране и сл, по неким мишљењима и све подземне конструкције - тунели, рудници са подземном експлоатацијом и други подземни објекти).

Од наведених активности, свакако, најбитнија су **геотехничка истраживања**, која представљају комплексна истраживања састава, својстава и стања стенских маса, односно геолошке средине, **пре, за време и после изградње објекта**, подразумевајући прогнозу и контролу њеног понашања у садејству са објектом (П. Локин, В. Вујанић и др.). Најкраће речено, она се састоје у утврђивању својстава геолошке средине ради прогнозе, а евентуално и регулисања њене интеракције са објектом. **Геологија** је, неспорно њихова основа, а **техничке науке** њихова надградња.

Ради додатних појашњења о међусобним везама и односима између „**геотехничког инжењерства и геотехнике**“, са осталим сродним наукама, - у наставку овог рада, се наводи, неколико дефиниција, значења и тумачења терминолошких појмова, саопштених од познатих стручних имена, из земље и иностранства (чији су научно - стручни доприноси бављења овом проблематиком, веома познати), **а који се директно или индиректно односе на предметну проблематику.** Дакле:

Геолошка средина, је онај део литосфере који улази у интеракцију са људском делатношћу и представља материјалну средину за директну размену материје и енергије између човека и природе. Тако схваћена, геолошка средина представља и важан део животне средине, као што је хидросфера и литосфера (М. Матула, П. Локин, В. Вујанић и др.).

Терен (са геотехничког гледишта), представља површински део литосфере који утиче на услове изградње, а у коме се манифестују утицаји грађења и експлоатације објекта, па је исти и предмет истраживања ради дефинисања наведених утицаја. Неодвојиву компоненту сваког терена, **представља и његов рељеф** (М. Матула, П. Локин, В. Вујанић и др.).

У литератури, а и у пракси са грађевинског аспекта се често (као могући део геолошке средине), користи термин **тло**, које подразумева вишефазну творевину од чврстих честица, гасова и течности, настало процесима распадања стена, седиментацијом или вештачким путем (T. W. Lambe, R. V. Whitman). Са геотехничког гледишта, терен се може третирати као **природна конструкција** и као **радна средина** (М. Јањић, Б. Кујунџић, П. Локин, Д. Божиновић и др.).
Третман терена, као природне конструкције подразумева да га посматрамо као део јединственог система који чине **вештачка конструкција** (објекат), и **природна конструкција** (терен). Аналогно елементима вештачке конструкције, као елементе природне конструкције **издвајамо природне средине**. Једну такву средину, **чине стенске масе**, **истих или сличних својстава**, које се у статичком смислу понашају као целина.

Третман терена, као радне средине, подразумева да га посматрамо **као простор** у коме се спроводе различите техничке операције: бушење, минирање, ископ, утовар, транспорт и сл., за које треба обезбедити оптималне учинке и неопходну сигурност за људство и материјална добра.

Инжењерска геологија (наука о геолошкој средини), изучава стенске масе, геолошке процесе и геолошке особине простора, са циљем рационалног коришћења и заштите геолошке средине (горњих делова литосфере), у вези са инжењерском делатношћу човека, а пре свега са градитељском делатношћу (Е. М. Сергеев).

Инжењерскогеолошка истраживања, представљају интегрално проучавање састава, својстава и динамике оног дела земљине коре, докле досежу утицаји и последице човекове делатности (П. Локин, В. Вујанић и др.).

Као што се види из датих дефиниција, инжењерска геологија, **је геолошка наука**, која се граничи **са техничким наукама** (Грађевинарство и рударство), **а тесно је повезана** и са осталим геолошким наукама и другим, природним наукама (Г. С. Золотарјев).

У прилог овоме је и дефиниција инжењерске геологије (F.Reuter, K.Klengel, J.Pašek), **да је она део Геотехнике**, налазећи своју примену у многим сферама привредне делатности: грађевинарству (стамбена и индустријска изградња, изградња хидротехничких и енергетских објеката и изградња саобраћајница), рударству, просторном планирању (освајање и уређење територија), пољопривреди (мелиорације, регулисање корита река и потока, сеоска изградња), одбрани (изградња објеката специјалне намене, коришћење вештачких подземних просторија и природних каверни), и заштита животне средине.

4. ЕОТЕХНИЧКО НУМЕРИЧКО МОДЕЛИРАЊЕ – ПРЕДВИЂАЊЕ ИЛИ ПРОЦЕС

Улогу моделирања у пракси геотехничког инжењерства, први је, јасно приказао **Професор John Byrland** (John Burland), са Империјал колеџа из Лондона у свом предавању из 1987. У овом предавању, он је саопштио гледиште да се пракса геотехничког инжењерства састоји, **из три дела**: *утврђивање профила терена/тла, одређивање понашања терена/ тла и моделирање* - уз узајамно повезивање и уз подршку искуства које се састоји од емпирицизма и претходног случаја. Он је повезао ове 3 саставнице, што је данас познато, као ***Бурландов троугао.***

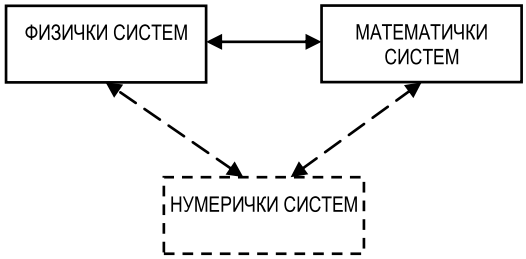
Бурландов троугао је постао тако предмет широких расправа и знатно се проширио од момента првог оглашавања. Проширена верзија Бурландовог троугла, као што је представљена у часопису "Ground Engineering" (Непознати аутор 1999.), приказана је на слици 5.

Слика 5. *Проширени Бурланд троугао (Непознати аутор 1999. год.)*

Бурланд је замислио геотехничку праксу, која **захтева јасно разумевање профила терена**, утврђеног на основу истражних радова, **одређивање понашања тла**, на основу теренских и лабораторијских мерења, и затим, примену дотичног разумевања, **кроз коришћење моделирања**. Важно је скренути пажњу на два обележја овог троугла: **прво**, *да су сва три корака узајамно повезана* и **друго**, *да су сви повезани на основу искуства.*

Важна замисао у овом представљању се огледа у томе, како је процес моделирања целовит и уграђен у свеукупни инжењерски процес. То је тачка на којој наше разумевање теренских услова и понашања тла прераста у замишљени појмовни модел, који се може извести преко коришћења **аналитичких техника** (нумерички модели), или **физичких модела** у циљу пружања помоћи код тумачења и пројектовања.

Поред пружања увида о месту аналитичких модела унутар геотехничке праксе, Бурландов троугао нам, такође, предочава ширу дефиницију моделирања, јер живимо са оним што нам природа пружа. Заправо, разрада разумевања о томе шта је природа дала, представља претежни део инжењерског изазова. Самим тим, намеће се потреба, да сложену физичку стварност искажемо у неком математичком систему, ради **квантификације** наших **прорачуна и пројеката** и да схватимо наш ризик и неизвесност.



Слика 6. *Једноставна дефиниција моделирања*

Сложеност моделирања

Моделирање је, дакле, **процес** помоћу којег градимо поједностављену математичку стварност из сложеније физичке стварности. У овом процесу се често ослањамо на нумеричке методе (или моделе), како бисмо потпуније описали сложену физичку стварност, (слика 6).

У геотехничком инжењерству, наше средиште деловања се састоји од природног геолошког материјала које је позанто по својој променљивости, како у смислу својстава, тако и у смислу просторне распоређености.

Поврх сложености геологије и понашања, морамо да се ослонимо на сложене прорачуне и методе пројектовања.

Важно је истаћи, да се поведе рачуна **да сврха моделирања**, посебно употреба нумеричких модела, није само покушај копирања свеколике сложености природе. **Дух моделирања** огледа се у способности, да се једино разради представљање сложености физичке стварности, које је потребно да се у довољној мери схвати понашање сагласно захтевима посебног пројекта / прорачуна.

Разумевање овог једноставног појмовног приступа помаже инжењеру, да схвати, зашто процес моделирања увек почиње са најједноставнијим појмовним моделом (истрајност и једноставност), а затим долази до повећања сложености, све до оног нивоа, који је довољан да представи понашање материјала које је предмет интересовања.

Примена модела

Могуће је разврстати коришћење модела на бројне начине, али указујемо на три опште категорије:

- *Тумачење:* Ово се односи на употребу модела ради лакшег тумачења теренских и лабораторијских података. На пример, разрада модела код пружања помоћи приликом повратне анализе низа података проистеклих из мониторинга;
- *Прорачун/Пројектовање:* Приликом ове примене, ми развијамо модел који треба да нам олакша упоређивање релативног учинка разних пројектних варијанти, с мањим нагласком на завршно предвиђање учинка;
- *Предвиђање:* Коначно, ми бисмо могли да користимо модел за добијање завршног, квантификујућег предвиђања стварног понашања на терену.

Сагледавајући све у том контексту, можемо видети како је могуће обезбедити максималну корист из моделирања када се исто уграђује и примењује на целокупни процес прикупљања података, тумачења, пројектовања/прорачуна и коначног предвиђања.

Процес моделирања мора методолошки **да обухвати истражне радове** (профил терена/тла), **теренска и лабораторијска испитивања и мониторинг** (понашање тла), као и теоретску замисао и **нумеричке анализе**.

5. ЗАКЉУЧАК РАЗМАТРАЊА - КОНСТАТАЦИЈЕ И НАПОМЕНЕ

Геотехничко инжењерство, је као грана грађевине уско повезано са инжењерском геологијом, која представља грану геологије.

Геотехника представља, примену научних метода и инжењерских принципа у процесу прикупљања, интерпретације и познавања тла и стена за решавање практичних инжењерских проблема, да би се земљина кора прилагодила људским потребама.
Примена геотехнике, поред осталог, укључује предвиђање, превенцију и санацију штета узрокованих природним хазардима као што су: лавине, тецишта, клизишта, одрони и вулканске ерупције.

Геотехника садржи, делове механике тла, механике стена и многе инжењерске аспекте геологије, геофизике, хидрологије и других наука. Геотехником се баве, како инжењери геолози (спец. инжењерске геологије и геотехнике), тако и инжењери грађевине (спец. за геотехнику).

Примена механике тла, **механике стена** (јер су оне за геотехничко инжењерство, оно што је механика за пројектовање конструкција), и **механика флуида** на пројектовање, изградњу и сагледавање интеракције система терен – објекат, је од великог значаја за сагледавање проблематике геотехнике и геотехничког инжењерства.

У систему који чине **природна - геолошка** и **вештачка конструкција**, природна конструкција је знатно сложенија по свом саставу, стању и својствима. Зато на поузданост прогнозе интеракције, далеко већи утицај има тачно дефинисање природне конструкције, што је управо и разлог да познавање те средине чини суштински основ геотехнике.

Нумеричко (геотехничко) **моделирање**, представља приступ у операцију нумеричке алатке (опис сложене физичке стварности), као инжењерског процеса за решавање одређених геотехничких проблема.

Процес моделирања, је заправо пут до открића – начина учења о нечем новом, а односи се на сложено понашање нашег физичког света. Поред тога, то је процес који нам помаже да потпуније разумемо веома сложене физичке процесе, и који нам може помоћи у провери нашег инжењерског просуђивања, уз веће поуздање да предвиђамо.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Lokin, P., Vujanić, V. (1996). *Metodologija projektovanja i izvođenja geotehničkih istraživanja za potrebe planiranja, projektovanja i građenja puteva - Stidija I faza,* Beograd: Republička direkcija za puteve

[2] Lokin, P., Sunarić, D., Jevremović, D. , Vujanić, V., Rokić, LJ. (1997). *Odnos geotehnike i njeno mesto u sistemu nauke*, Beograd: Okrugli sto „Geološka struka i srodne struke“ – komplementarnost i nesporazumi, SITS,

[3] Rokić, LJ., Vujanić, V., Jelisavac, B., Jotić, M. (1997). *Metodološki principi izrade ekogeološke karte kod vrednovanja prostora pri planiranju putnih saobraćajnica,* Čačak: Savetovanje „Beograd – južni Jadran“.

[4] Vujanić, V. (1997). *Definicije osnovnih pojmova koje se najčešće primenjuju kod geološko – geotehničkih istraživanja za potrebe planiranja, projektovanja, izgradnje i eksploatacije objekata,* Beograd: časopis Instituta za puteve, a.d., br. 26/97.

[5] *Gudelines for geotechnical reports, technical buletin*, (1998). Canada: Ministry of Transportatiom and Highways.

[6] Donald, P. Caduto, (2000). *Geotechnical Engineering*, *Principles and Practices*, NJ07458, New Jersey, Prentoce Hall: Upper Saddle River.

[7] Vujanić, V., Lokin, P., Rokić, LJ. (2002). *Geotechnical investigations in road engineering,* Portorož: 6 Slovenski kongres o cestah in prometu, Zbornik referatov (1 del).

[8] S. Lee Barbour and John Krahn, (2004). *Geotecnical News*, Richmond.

[9] Vujanić, V., Lokin, P., Rokić, LJ. (2005). *Geotehnika u putnom inženjerstvu*, Kopaonik Zbornik radova sa naučno – stručnog savetovanja „Geotehnički aspekti građevinarstva“.

[10] Vujanić, V., Jotić, M., & Rokić, L. (2009). Neke specifičnosti racionalnog korišćenja i zaštite životne sredine pri izgradnji puteva. Put i saobraćaj, 56(2), 25-30.

[11] Vujanić, V., & Nedeljković, S. (2005). Harmonizacija naše i evropske regulative iz oblasti geotehnike i inženjerske geologije - teren u putarstvu. Put i saobraćaj, 52(4), 34-40.

[12] Vujanić, V., & Jotić, M. (2004). Razvoj geotehnike primenjene u putarstvu Srbije - 1955-2004. Put i saobraćaj, 51(2), 82-90.

[13] Rokić, L., Vujanić, V., & Jotić, M. (2002). Registracija i praćenje aktivnosti klizišta kao osnova za izradu svetske inventure klizišta. Put i saobraćaj, 48(1), 57-62.

[14] Rokić, L., Vujanić, V., & Jotić, M. (2000). Baza podataka nestabilnih terena za putnu mrežu Srbije. Put i saobraćaj, 46(2-3), 143-146.

РЕКОНСТРУКЦИЈА УКРШТАЈА УЛИЦЕ ЈУРИЈА ГАГАРИНА И ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ПРУГЕ СА НАДВОЖЊАКОМ У НОВОМ БЕОГРАДУ

Гордана Савић, дипл.инж.грађ.
Саоб. институт ЦИП, Немањина 6, Београд, savicg@sicip.co.rs

Стручни рад

Резиме: *Радови на реконструкцији улице Јурија Гагарина у Новом Београду почели су у августу месецу 2008. године а завршени у новембру 2009. године. Идејни и главни пројекат израђени су у Саобраћајном институту ЦИП, а за потребе Инвеститора, Дирекцију за грађевинско земљиште и изградњу града. Реконструкција је обухватила проширење улице Јурија Гагарина, изградњу новог надвожњака и дела пруге Београд – Шид – Државна граница, као и израду пратеће инфраструктуре. Пројекти су усклађени са планом детаљне регулације улице на делу испод железничке пруге који је урађен 2006. године.*

Кључне речи: *реконструкција улице, изградња новог надвожњака и реконструкција пруге*

RECONSTRUCTION OF JURIJA GAGARINA STREET AND RAILWAY LINE ON THE SEGMENT INTERSECTING THE EMBANKMENT IN NEW BELGRADE

Gordana Savić,B.Sc.Civ.Eng.
Institute of transportation CIP, Nemanjina 6, Belgrade, savicg@sicip.co.rs

Professional paper

Abstract: *Works on reconstruction of Jurija Gagarina Street in New Belgrade have started in July 2008. The works are being performed fully in accordance with designs prepared in the Institute of Transportation CIP. The Investor is Belgrade Land Development Agency. The reconstruction works include as follows: enlargement of Jurija Gagarina Street, construction of new overpass and the part of the railway line (Belgrade-Sid-State border), together with construction of accompanying infrastructure elements. All designs have been harmonized with Urban plan referring to the street on the segment below the railway line. The plan was prepared in 2006.*

Key words: *street reconstruction, construction of new overpass, railway line reconstruction.*

1. УВОД

Улица Јурија Гагарина је градска саобраћајница првог реда, која има важну улогу у примарној градској мрежи. Веза централног градског подручја са Новим Београдом обавља се у великој мери овом улицом трамвајским, аутобуским и путничким саобраћајем. Интензивном изградњом нових пословних четврти, тржних центара, и стамбених насеља у непосредној близини, улица Јурија Гагарина добија на важности у саобраћајној мрежи Новог Београда и представља најкраћу везу овог дела града са централним делом Београда.

Пун профил улице Јурија Гагарина износио је 60.0m, на потезу од 45 Блока до отвореног тржног центра. Део улице од бензинске пумпе код отвореног тржног центра, па до раскрснице са Трећим Булеваром, представљао је уско грло ове саобраћајнице. Ширина улице испод постојећег железничког моста износила је само 12.0m. Један коловоз са три саобраћајне траке, две према граду, а једна према блоку 45, била је недовољна за постојећи саобраћај, који се отежано одвијао. Да би се обезбедио пун профил, приступило се реконструкцији дела улице, која је обухватила изградњу новог железничког моста који је премостио улицу у пуном профилу, што је захтевало измештање пруге, демонтажу постојећег железничког моста и проширење коловоза и тротоара испод моста.

После завршене реконструкције укупна ширина улице, са проширеним коловозом, разделним појасом, тротоарима и травњацима износи 60.0m. Постигнут је јединствен профил улице Јурија Гагарина од почетка до краја.

2. ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ

Дужина реконструисаног дела улице износи 500m. и почиње од отвореног тржног центра у Новом Београду, а завршава се на раскрсници са Трећим Булеваром. Пун профил улице чине два одвојена коловоза са по три саобраћајне траке (2x10.50m), разделни појас ширине 14.0m, тротоари ширине 2x6.0m и травњаци ширине 2x6.5m. Реконструисани коловоз је уклопљен са постојећим, као и пешачке стазе и зелене површине.

Реконструисане су раскрснице са улицом Владимира Поповића и са улицом Трећи Булевар. На раскрсници са улицом Владимира Поповића пројектовани су пешачки прелази који су регулисани светлосном сигнализацијом. Пешачких прелаза преко главне саобраћајнице нема, јер су пешачки токови ниског интезитета. Пешаци користе пешачки прелаз код Отвореног тржног центра или код раскрснице са улицом Владимира Поповића.

У ситуационом и нивелационом плану осовина реконструисаног дела улице прати осовину и нивелету постојећег коловоза. На целој дужини улице нивелета је на коти 75.0m.

Попречни пад коловоза од 2.5% задржан је и на реконструисаном делу коловоза. Одводњавање површинских вода решено је системом кишне канализације. Дуж коловоза изграђене су сегментне риголе са сливницима. Са обе стране улице постојали су кишни колектори и то решење је задржано и на реконструисаном делу улице.

Геомеханичким истражним радовима утврђено је да се после површинског слоја који се састоји од неорганских материја и шута нагомиланог током година, налазе доњи слојеви од песковитог материјала. Иако је ниво подземне воде релативно близу површине терена (приликом истражних радова утврђена је кота на 71.0m.), не постоји опасност од капиларног пењања подземних вода, па је употреба дренажа за одводњавање постељице излишна. Из тог разлога, на улици није изведена дренажа.

Коловозна конструкција је пројектована на основу података о постојећој коловозној конструкцији, који су добијени геотехничким истражним радовима, вађењем "кернова" на карактеристичним местима из постојеће коловозне конструкције. На реконструисаном делу улице, дужине 500m примењена је иста, асфалтнобетонска коловозна конструкција за тежак саобраћај, дебљине 67cm. Конструкција на пешачким стазама је бетонска, дебљине 25cm.

Да би се премостила реконструисана улица Јурија Гагарина у пуном профилу морао се изградити нови железнички мост а демонтирати постојећи, који се није могао уклопити у концепцију реконструисане улице. Изградњом новог моста остварен је слободни профил на укрштају са улицом Јурија Гагарина. Због изградње новог моста морало се приступити реконструкцији пруге.

Постојећа главна магистрална пруга бр.5 Београд - Шид - Државна граница је једноколосечна, електрифицирана пруга нормалног колосека. На прузи саобраћају путнички и теретни возови. Пројектована девијација пруге почиње иза трамвајског моста преко реке Саве, а завршава се уклапањем у постојећу скретницу у станици Нови Београд. Укупна дужина девијације пруге износи 822.0m.

На укрштају пруге и улице Јурија Гагарина изведен је бетонски мост за једноколосечну пругу Београд – Шид – Државна граница. Лево од њега демонтиран је постојећи надвожњак, а десно од њега је постојећи бетонски мост за двоколосечну пругу по којој се одвија железнички саобраћај за станицу „Прокоп“. Најобимнији радови били су на мосту.Концепција моста је постављена тако да се у првом и четвртом пољу испод моста налазе пешачке стазе, ширине по 6.0m, а у другом и трећем, по три саобраћајне траке. Врло оштар угао укрштаја пруге и друмске саобраћајнице од 21° је одредио положај стубова и распоне моста. Укупна дужина моста је 188.0m. Стубови моста постављени су у средњи разделни појас и у зелени појас између коловоза и пешачких стаза.

У статичком смислу, мост представља континуални рам на четири поља, са распонима 40.0+54.0+54.0+40.0=188.0m. Главни носач је претходно напрегнута континуална греда од армираног бетона МВ50. Попречни пресек греде је трапезаст затворен сандук константне висине h=3.0м. Доња ивица конструкције новог железничког моста је на висини h=4.8м од коте нивелете улице. Због врло хетерогеног састава терена, и слабе носивости горњих слојева објекат је фундиран на шиповима. Шипови су армирано бетонски, дужине l=24м и пресека Ø1500. Средњи стубови су армирано бетонски, пуног пресека, димензија у основи 1.5x4.0m, са закошеним ивицама. Крајњи стубови, опорци су круте армиранобетонске конструкције, дебљине 2.0m, у које су укљештена крила d=50cm. и која заједно са тим стубовима чине једну просторну фигуру.

Слика 1. Почетак радова на изградњи новог железничког моста
(Извор: Из документације ЦИП-а – Почетак радова)

Слика 2. Постављање армиранобетонског шипа за стуб железничког моста
(Извор: Из документације ЦИП-а)

3. ТЕХНИЧКА ИНФРАСТРУКТУРА

Од постојеће инфраструктуре најугроженији је био магистрални цевовод индустријске воде Ø1000. Да би се обезбедила минимална удаљеност од ножице насипа до цевовода 3.0m, измештено је 200.00m трасе водовода. Због колизије са стубом новог железничког моста, измештен је и део магистралног цевовода са водом за пиће Ø600. Постојећа водоводна мрежа припада I зони београдског водоводног система, и у оквиру заштитног коридора који износи 3.0m је забрањена градња и депоновање материјала.

Због реконструкције улице и изградње новог моста дошло је до колизије са електро-енергетским кабловима 10кV и 110кV, који су морали да се измештају или да се штите. Са демонтажом дела постојеће пруге уклоњени су постојећи сигнално-сигурносни и телекомуникациони каблови, као и контактна мрежа на напуштеном делу пруге. На новом мосту и новом делу пруге пројектована је нова контактна мрежа, као и сигнално-сигурносни уређаји.

4. ТЕХНОЛОГИЈА ИЗВОЂЕЊА РАДОВА

Технологија извођења радова била је условљена постојањем и функционисањем објеката у чијој су се непосредној близини изводили радови. Магистрална електрифицирана пруга Београд-Шид-Државна граница, постојећа саобраћајница, електрокаблови 110кV и 10кV, канализациони колектор, водовод Ø600, водовод за индустријску воду Ø1000, и остали инфраструктурни објекти (гасовод, електро и телефонски каблови, сигнално сигурносни уређаји и контактна мрежа на прузи) су објекти који су диктирали фазе градње. Радови су извођени у четири фазе. **Прва фаза** радова обухватила је радове на изградњи новог моста. Како су се радови на новом мосту изводили без прекида саобраћаја, на почетку радова је осигуран труп постојеће пруге, завесом од шипова Ф600. У овој фази, после припремних радова, прво се приступило тачном лоцирању подземних инсталација и уз велике мере опрезности обављен је рад на заштити и измештању електроенергетских каблова, затим телекомуникационих каблова, као и измештању водоводнеинфраструктуре.

Заштита канализационог колектора у зони мостовског стуба, остварена је прилагођеном облику темељне стопе и распореду шипова, тако да се утицаји са стуба не преносе на колектор.
По изради мостовских стубова приступило се постављању скеле за извођење главне конструкције. Изнад улице постављена је рамовска скела и оплата гредног носача. Скела у распону од 12.0m била је тако обезбеђена да се саобраћај на улици безбедно одвијао без прекида.

По завршетку радова на гредном носачу и утезању конструкције, демонтирана је скела и приступило се изради парапета обалних стубова. Израдом пешачких стаза на мосту и осталим завршним радовима заокружена је прва фаза радова и приступило се изради друге фазе. **Друга фаза** обухватила је изградњу пружног насипа, постављање новог колосека и оспособљавање пруге за саобраћај уз лагану вожњу. Прекид саобраћаја на прузи, везано за превезивање постојеће пруге на трасу нове пруге, износио је 40 сати. **У трећој фази** урађене су све преостале активности везане за оспособљавање пруге за нормалну вожњу, а које могу да се раде под саобраћајем уз коришћење временског размака између проласка две композиције. **У четвртој фази** демонтиран је постојећи колосек и стари железнички мост, а затим израђен нови коловоз испод моста на улици Јурија Гагарина као и пешачке стазе и зелене површине. Све површине између пешачких стаза и коловоза, као и разделни појас између два коловоза, као и пружни насип имају зелене површине. Такође у овој завршној, четвртој фази изведена је и јавна расвета улице и моста. Постављање хоризонталне, вертикалне и семафорске сигнализације на делу реконструисане улице, усаглашено је са постојећом сигнализацијом у улици Ј. Гагарина.

Слика 3. Проширена улица Јурија Гагарина испод новог моста (Извор: Из документације ЦИП-а)

Слика 4. Нови железнички мост и улица Ј. Гагарина испод новог моста (Извор: документације ЦИП-а)

5. ЗАКЉУЧАК

Кроз овај рад обухваћене су све активности које су биле заступљене на реализацији реконструкције улице Јурија Гагарина.

Извођач радова Енергопројект-нискоградња уведен је у посао у јулу месецу 2008. године. а радови су завршени у децембру 2009. године. С обзиром на отежавајуће околности, јер су радови извођени скоро све време без прекида друмског и железничког саобраћаја, комплетна реконструкција је завршена у рекордном року.

Данас улица Јурија Гагарина целом својом дужином од 3.0km има јединствен попречни профил ширине 60.0m. и представља модерну градску саобраћајницу. Овако реконструисана улица омогућила је реализацију решења денивелисане раскрснице која се изводи код отвореног тржног центра а у склопу пројекта новог моста преко Аде.

Литература

[1] Малетин М.: (2005). Планирање и пројектовање саобраћајница у градовима Београд: Орион Арт
[2] Anđus, V. (2004). Univerzitetska nastava iz oblasti putnog inženjerstva u Srbiji od 1934. do 2004. godine. Put i saobraćaj, 51(2), 50-68.
[3] Bogdanović, R. (2011). Pogled na standardizovane detalje za projektovanje i izvođenje javnih radova u Klark okrugu, Las Vegas, Nevada. Put i saobraćaj, 57(4), 47-54.

КАКО И ГДЕ ЈЕ МОГУЋА ПРИМЕНА ЕЛЕКТРОФИЛТЕРСКОГ ПЕПЕЛА ПРИ ГРАДЊИ ПУТЕВА

Мр Владета Вујанић, дипл.инж.геол.
Институт за путеве Београд, Кумодрашка 257, geoteh@beotel.rs

Симо Тошовић, дипл.инж.геол.
Институт за путеве Београд, Кумодрашка 257, geoteh@beotel.rs

Бранко Росић, дипл.инж.геол.
Институт за путеве Београд, Кумодрашка 257, geoteh@beotel.rs

Светлана Јотић, дипл.инж.геол.
Институт за путеве Београд, Кумодрашка 257, geoteh@beotel.rs

Стручни рад

Резиме: *У раду су приказани могући начини уградње електрофилтерског пепела из ТЕНТ-Обреновац, односно ТЕКО-Костолац у конструкцију пута. С обзиром на повољна механичка својства електрофилтерског пепела која су детаљно испитана у оквиру истраживачко развојног пројекта као и потребе да смањимо гомилање пепела на депонијама, показаћемо на примерима могуће начине уградње у насипе, ровове и клинове иза објеката. Анализираће се цене изградње наспа са и без додатака креча у односу на класично изведене насипе од природних камених и земљаних материјала.*

Кључне речи: *електрофилтерски пепео, насипи, изградња.*

POTENTIAL MODES OF INCORPORATING FLY-ASH IN THE ROAD STRUCTURE

Vladeta Vujanic, M.Sc.geol.
Highway Institute, Belgrade, Kumodraška 257, geoteh@beotel.rs

Simo Tošović, B.Sc.geol.
Highway Institute, Belgrade, Kumodraška 257, geoteh@beotel.rs

Branko Rosić, B.Sc.geol.
Highway Institute, Belgrade, Kumodraška 257, geoteh@beotel.rs

Svetlana Jotić, B.Sc.geol.
Highway Institute, Belgrade, Kumodraška 257, geoteh@beotel.rs

Professional paper:

Summary: *The paper is revealing potential modes of incorporating fly-ash from TENT-Obrenovac in the road structure. In view of suitable mechanical properties of fly-ash which have been thoroughly examined within the framework of research-developmental project along with the needs of reducing the accumulation of fly-ash on waste dumps, we shall present the examples of its potential utilization in embankments, ditches, and wedges behind the structures The costs pertaining the construction of embankments with and without the addition of lime in relation to standard emabnkments made of stone and earhen materials will be sumbitted to the analysis.*

Key words: *embankment, fly-ash, incorporation.*

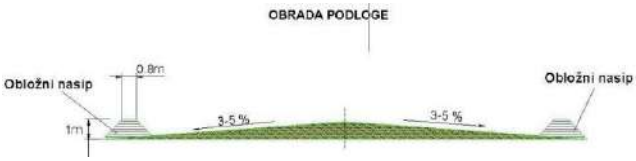
1. УВОД

У овом раду приказаће се примена електрофилтерског пепела узетог непосредно из производње, као и стабилизованог пепела са додатком цемента или креча. Грађевинске конструкције у путоградњи као што су насипи, врло често се граде на мало носивом тлу, са високим нивом подземне воде који осцилује у времену. Имајући ово у виду, показаће се основни типови изградње насипа у зависности од садејства, пре свега са геолошком средином.

2. НАСИПИ ОД ЕЛЕКТРОФИЛТЕРСКОГ ПЕПЕЛА

Са до сада испитаним пепелима имајући у виду његове физчко – механичке карактеристике, као и утицај на животну средину потребно је испоштовати следеће параметре при пројектовању и изради насипа:

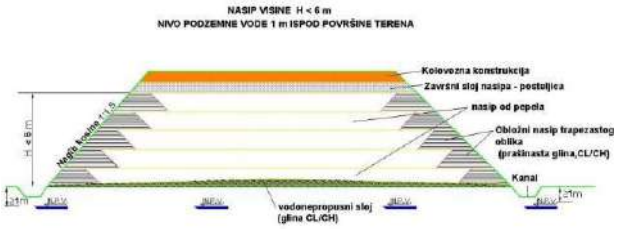
Насип изграђен од пепела без везива, мора бити „затворен“, након обраде подтла, заптивним водонепропусним слојем од глине. Водонепропусни слој треба урадитити са нагибом 3 до 5 % од средине обрадиве површине ка крајевима, као што је приказано на слици 1.



Слика 1. *Обрада подлоге насипа*

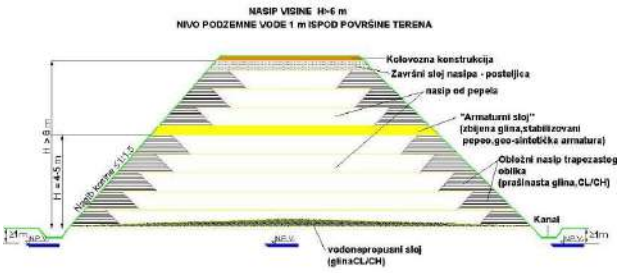
- Заптивни - водонепропусни слој треба уградити од глиновитог материјала који по USCS класификацији спада у групу CH, CL glina, а по AASHTO класификацији у групу глиновитог тла A-7-6.
- Коефицијенат филтрације материјала од кога се ради водонепропусни слој треба да буде $k > 10^{-5}$ cm/s.
- Евентуално процеђена вода из насипа, преко водонепропусног слоја, спроводи се у бочне канале поред насипа и одводи на пречишћавање.
- Канали морају, такође бити водонепропусни. Могу се урадити од бетона марке МВ 25 са заштитом испод бетонске облоге од пластичне HDPE мембране.
- Бочно се насипи затварају обложним прашинасто – глиновитим насипом трапезастог облика. Један сегмент насипа је висине 1m, ширине у круни 0,8 m и изводи се у нагибу 1:1,5 или мање – пирказано на сликама од 2 до 7.

- За израду обложног насипа може се употребити ситнозрни материјал који одговара техничким условима за уградњу материјала у насип – (SRPS.U.E1.010).
- У висини једног трапеза уграђују се три слоја насипа. Приближна дебљина насипа износи 30 cm у збијеном стању.



***Слика 2**. Израда насипа H < 6 m, Н.П.В. 1m испод површине терена*

- Могућност израде насипа од пепела, без употребе везива директно зависи од висине насипа. Уколико је висина насипа H < 6 m, насип се може извести од пепела без везива, по унапред описаном поступку, до постељичног слоја, слика 2.



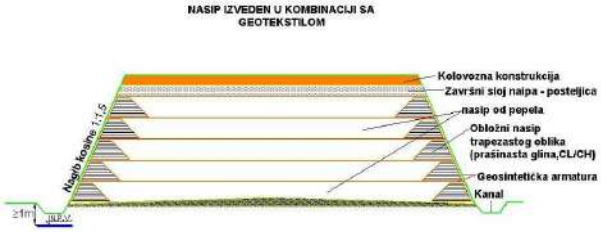
***Слика 3**. Израда насипа H > 6 m, Н.П.В. 1 m испод површине терена*

3. НАСИПИ ОД ПЕПЕЛА БЕЗ ВЕЗИВА У КОМБИНАЦИЈИ СА ГЕОТЕКСТИЛОМ

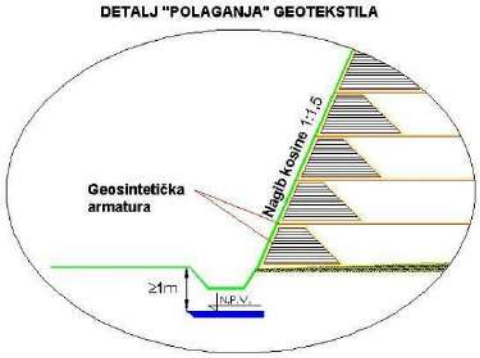
Уколико је потребна израда насипа са нагибима већим од 1:1,5, а изводи се од пепела без додатака цемента или креча, могуће га је извсти у комбинацији са геотекстилом, слика 4.

Поступак извођења насипа са геотекстилом је следећи:

- Геотекстил који се примењује потребно је да буде ткани. Затезна сила на кидање и максимална дилетација потребно је одредити при пројектовању.
- Геотекстил се полаже на заптивни слој који се изводи у свему по горе описаном поступку.
- На сваком сегменту насипа висине 1 m, поново се изводе обложни насипи трапезастог облика који се обмотава са геотекстилом, а затим се између изводе минимално три слоја насипа од пепела.
- Геотекстил се након тога полаже на задњи збијени слој пепела и следи поново израда насипа у сегментима, како је претходно описано, а насип изведен у комбинацији пепела и геотекстила није потребна израда стабилизованог слоја на висини 4 до 5 m.
- Постељични слој се изводи у свему по претходно описаној технологији.
- Израда бочних канала, као и одвођење воде се изводи као и код израде насипа од пепела без геотекстила.



***Слика 4**. Израда насипа у комбнацији са геотекстилом*



***Слика 5**. Детаљ израде насипа са геотекстилм*

4. НАСИПИ ОД ПЕПЕЛА СА ВЕЗИВИМА

Овај тип насипа би се најчешће примењивао у урбаним подручјима, где је потребно заузети што мањи простор при изградњи. Косине насипа су стрмијег нагиба од 1:1,5. Насипи се изводе по следећем поступку:

- Проценат везива (креча или цемента) одређује се претходним испитивањима. Са до сада обављеним испитивањима ове насипе је могуће извести са max 2% додатог цемента или креча.
- Нагиби косина могу бити 2:1 до 3:1, у зависности од физичко-механичких карактери- стика стабилизованог пепела (пре свега кохезије C' и угла унутрашњег трења φ'), који се одређије из опита чврстоће на притисак и индиректне затезне чврстоће (Бразилијански опит).
- При изради ових насипа није потребна израда обложних насипа од прашинасто- песковите глине трапезастог облика, с тим што је потребно предвидети накнадно хумузирање насипа.

5. НАСИПИ У СПЕЦИФ. ГЕОТЕХНИЧКИМ УСЛОВИМА ГРАДЊЕ

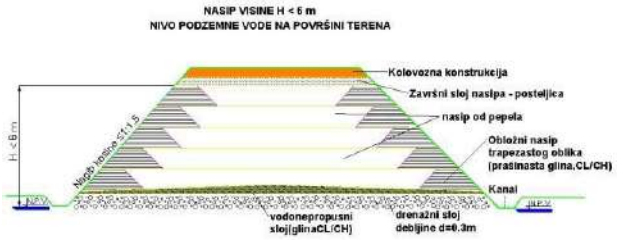
Врло често се при извођењу насипа срећемо са проблемом мало носивог тла или високог нивоа подземне воде. Ти параметри предодређују и специфичне услове изградње насипа. Приликом израде насипа на недовољно носивом тлу потребно је извршити санацију подтла испод насипа. Начин изведене санације је у функцији више параметара, као што су:

- висина насипа,
- материјал од кога се гради насип,
- својства тла на који се поставља насип.

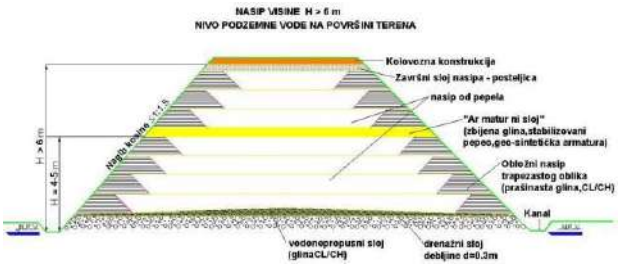
Високи насипи и онако оптерећују слабо носиво подтло. Зато је битно да материјал од којег се граде насипи, има што мању тежину. Пепео је за изградњу насипа на слабо носивом тлу, идеалан материјал. У односу на песак или шљунак знатно је лакши, јер има мању запреминску тежину 2 до 3 пута.

Терен изграђен од мало носивог тла са високим нивом подземне воде се санира израдом дренажног слоја, најчешће од песковито-шљунковитог материјала, који се обавије у ткани геотекстил са затезном чврстоћом: $\beta z \geq 40$ kN/m', $\varepsilon \leq$ 20 %. Дебљина дренажног слоја зависи од више параметара, обично се примењује 0.6 - 2.5 m. Постављање тканог геотекстила и израда „јастука“ имају како филтрациону тако и улогу повећања носивости подтла.

На сликама 6 и 7 приказани су насипи висине H > 6 m и H < 6 m, изграђени од пепела на терену са нивоом подземне воде на површини.



***Слика 6**. Израда насипа H<6m, N.P.V. на површини терена*



***Слика 7**. Израда насипа H > 6 m, N.P.V. на површини терена*

6. ИСПУНА ИЗА ОБЈЕКАТА

Испуне иза објеката, потпорних зидова преко којих се преводи труп пута и сл., представљају осетљиве делове конструкције код којих долази до накнадних, већих слегања. Овај проблем се решава употребом квалитетнијих материјала као што је дробљени кречњачки агрегат. Да би се ови проблеми отклонили и смањила могућа накнадна слегања, наведене и сличне објекте могуће је изводити од електрофилтерског пепела са везивима (лаки материјали повољних физичко – механичких својстава). На слици 9, дат је пример могуће израде испуне иза објеката од пепела са везивима.

Најбитнији параметри на које треба обратити пажњу при изради испуне од стбилизованог пепела су:

- Уколико пепео долази у контакт са бетоном, потребно је између њих урадити изолацију.
- Слојеве стабилизованог пепела са кречом или цементом треба извести у дебљини не већој од 30 цм.
- За испуну иза објеката употребљава се искључиво стабилизони пепео.
- Проценат додатог цемента или креча треба одредити предходном пробом.
- На основу досадашњих резултата испитвања, проценат креча у пепелу у зони испуне, не би требало да буде већи од 3 %.

На примеру стабилизованог пепела са 2 % додатог креча, на узорцима из ТЕНТ-а, после 7 дана једноаксијална чврстоћа на притисак износила је 0,8 MPa, а после 112 дана повећала се на 1,4 MPa. За исти проценат стабилиованог пепела са 2 % додатог цемента, после 7 дана чврстоћа на притисак износила је 7 MPa, а после 28 дана 1,5 MPa.

Са овим вредностима постиже се компактна стабилна зона без могућности накнадних слегања у зону испуне.

***Слика 8** . Испуна иза објекта*

7. ЗАТРПАВАЊЕ ИНФРАСТРУКТУРНИХ ИНСТАЛАЦИЈА

Приликом затрпавања ровова, у који се полажу инфраструктурне инсталације, употребљава се најчешће песак. Као и код испуне иза објекта и у овом случају употребом пепела са везивом постиже се већа сигурност, лакша уградљивост и већа економичност при извођењу радова. Интервенције на подземним инсталацијама у градским зонама су честе. Огромне количине природних материјала (песак, шљунак), се годишње употребљавају за испуне при затварању инсталација (водовода, канализације, топловода...).

Зона инсталације - зона око цеви - слој за израду „јастука“ на који се поставља инсталација до сада је извођен од ситнозрног материјала крупноће зрна до 10 mm. Обично се користио песак и ситнозрни шљунак. Зона око цеви се може извети са стабилизованим пепелом са 2% везива (креча или цемента).

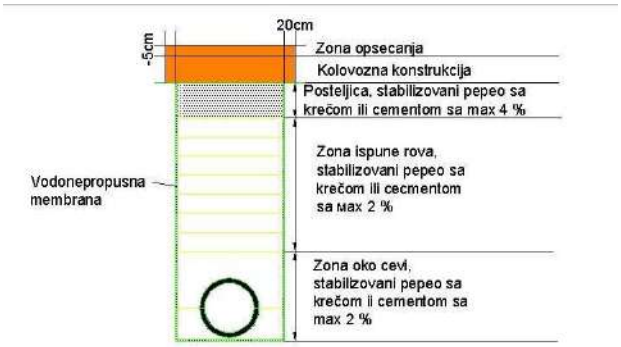
Зона испуне до сада се изводила са следећим материјалима:

- крупнозрни, добро гранулисани шљунак,
- једнолично гранулисани песак и шљунак са степеном неравномерности Cu < 10 („Савски песак“, песак „Дунавац“),
- Дробљени камени агрегат, Cu > 6.

Зона испуне може да се изведе од стабилизовног пепела са 2% везива (креча или цемента). Стбилизација мора бити разастрта и збијена у дебљини слоја max 25 cm. Први слој стабилизованог материјала, који се разастире до зоне инсталације треба збити са лаким средствима за збијање, до 95 % од стандардног Proctor-овог опита, да не би дошло до оштећења зоне инсталације. Уколико се инсталација изводи на дубини мањој од 2 m од нивелете, приликом збијања треба обратитити пажњу да не дође до оштећења инсталације.

Овде се може повећати проценат везива (цемента или креча) како би што у краћем веменском року већа чврстоћа на притисак преузела могуће слегање до ког би могло да дође због мање збијености од 100 % по стандардном Proctor-овом поступку. Завршни слој испуне - постељица, применом стабилизованог пепела изводи се са већим процентом, креча или цемента (до max 4%). Збијање слоја треба извести до 100% по стандардном Proctor-овом поступку.

Израда дренаже до објекта иза којег се изводи испуна. Дренажа може да се уради од геотекстилног – филтрационог композита, као што је приказано на слици 9.



***Слика 9**. Испуна ровова*

8. ЕКОНОМСКА ВАЛОРИЗАЦИЈА КОРИШЋЕЊА ЕЛЕКТРОФИЛТЕРСКОГ ПЕПЕЛА

Највеће количине електрофилтерског пепела могу се употребити за израду насипа трупа пута. Ово је значајно за равничарске терене, где су насипи већих висина, а због својстава пепела могуће је градити насипе стрмијих косина. Електро- филтерски пепео је због своје мале запремиске масе подобан за изградњу насипа на мало носивом тлу.

Имјући у виду изнете чињенице, анализиране су цене изградње путних насипа од електрофилтерског пепела, са и без додатка креча као и израда путних насипа на класичан начин од (прашинасто – глиновитог и песковито – шљунковитог тла).

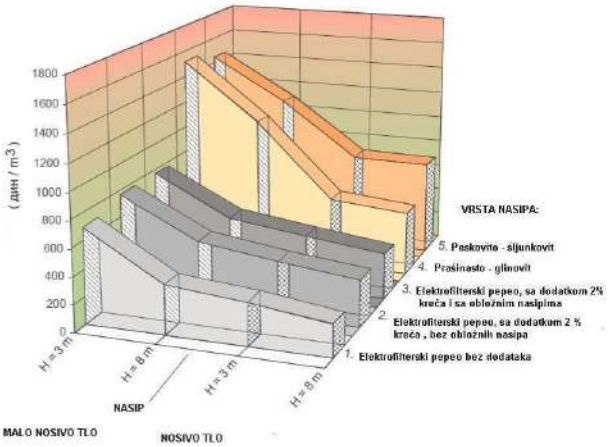
Да би се правилно проценила рентабилност примене електрофилтерскиг пепела при градњи путних насипа и утврдили тачни финансијски ефекти, пошло се од следећих претпоставки:

- При анализи узето је да је цена електрофилтерског пепела у термоелектрани 0,0 дин.
- Цену, при градњи путних насипа, оптерћују само трошкови транспорта до градилишта са утоваром и цена израде насипа.
- Процењено је да је рентабилност транспорта материјала, као што је пепео за ову врсту посла, могућа до 80 km.
- За нашу анализу узели смо дужину транспорта до 20 km. Надамо се да ће Београд, који је од Обреновца удаљен 20 km бити највећи потрошач, као и Пожаревац и Смедерево од Костолца.

Анализа је спроведена за две групе насипа: насипи на носивом тлу и насипи на мало носивом тлу. Одабрани су насипи висине 3 m и 8 m.

- Електрофилтерски пепео примењен је у два облика онако како се најчешће примењује у другим земљама при градњи насипа. Први облик је примена чистог пепела а други са додатком 2 % креча као везива.
- Насипи од пепела са и без додатка креча, поређени су са насипима од прашинасто – глиновитог и од песковито – шљунковитог тла, који се код нас најчешће изводе.

На слици 10 дат је графички приказ цене израде насипа од електрофилтерског пепела и насипа од класичних материјала висине 3 и 8 m, који се граде на носивом и мало носивом тлу.



***Слика 10**. Графички приказ израде насипа*

На основу извршених анализа, што је приказано на слици 10, цена грађења путева од електрофилтерског пепела на носивом и мало носивом тлу, је нешто мања од цене израде истих насипа од пепела са везивом од 2% креча, а знатно мања од насипа изграђених од прашинасто-глиновитог и песковито-шљунковитог материјала.

9. ЗАКЉУЧАК

Употреба пепела у путоградњи је могућа уколико се испоштују препоруке које су дате при изради наипа, клинова и ровова. Потребно је у што краћем временском периоду урадити пробну деоницу, како би се издали тенички услови грађења и почела озбиљна примена пепела у путоградњи.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Др. Цмиљанић, С., Мр. Вујанић, В., Росић, Б., Тошовић, С., Јотић, С., Др. Митровић, П. (2007). *ИРП-Коришћење електрофилтерског пепела и шљаке произведених у термо-електранама „Никола Тесла А и Б“ и термолелектранама „Костолац А и Б“ за потребе путоградње,* Београд: Институт за птеве а.д.

[2] Herle, V. (2007). *Пројекат извођења градње надземних комуникација уз употребу летећег пепела, технички услови,* ing. Ostrava, SG – GEOTEHNIKA.

[3] Herle, V. (2007). *Помоћ код коришћења летећег пепела из електрана за грађење кнструкција саобраћајних птева у Србији,* Ostrava.

[4] Davis R.E. et.al., (1937). *Propertis of cements and concretes containng fly ash* - Proceedings, American Concrete Institute 33, pp. 577 – 612,

[5] Kresta, F. (2005). *Rezultati praktičnih proba korišćenja stabilizata od materijala,* Košice: PRESTAB u građenju saobraćajnih puteva. – Zbornik priloga sa konferancije Saobraćajne komunikacije i železnice,

[6] Sorensen, J.L., (1994). *Gdynia Road embankment project using coal fly ash construction material,* Poland: Danish Geotechnical Institute,

[7] Cmiljanić, S., Vujanić, V., Rosić, B., Jotić, S., Tošović, S., Mitrović, P., & Vuksanović, B. (2010). Korišćenje elektrofilterskog pepela za potrebe putogradnje. Put i saobraćaj, 56(1), 79-97.

[8] Tošović, S., Vujanić, V., Jotić, S., & Mitrović, P. (2009). Mogući načini ugradnje pepela pri izgradnji puteva. Put i saobraćaj, 56(3), 5-10.

[9] Vujanić, V., Jotić, M., & Rokić, L. (2009). Neke specifičnosti racionalnog korišćenja i zaštite životne sredine pri izgradnji puteva. Put i saobraćaj, 56(2), 25-30.