

Анализа утицаја пута на животну средину на нивоу генералног пројекта: пример аутопута Крагујевац - Мрчајевци

Сања Фриц^а, Владан Илић^а, Милош Лукић^а, Дејан Гавран^а, Филип Трпчевски^а, Стефан Врањевац^а

^а Грађевински факултет, Универзитет у Београду

ПОДАЦИ О РАДУ

DOI: 10.31075/PIS.67.01.02

Стручни рад

Примљен: 12/01/2021

Прихваћен: 15/03/2021

Коресподентни аутор:

sfric@grf.bg.ac.rs

Кључне речи:

Генерали пројекат

Животна средина

Процена утицаја

Поређење варијанти

Еколошки критеријуми

РЕЗИМЕ

Изградња нових аутопутних праваца оставља трајне последице на природу и живи свет дуж коридора у којем се простира усвојена траса аутопута. Због тога је неопходно још у почетним фазама пројекта (Генерални пројекат) веома озбиљно приступити анализи свих потенцијалних утицаја аутопута на животну средину. Предмет овог рада је управо анализа утицаја пута на животну средину на примеру генералног пројекта аутопута Крагујевац - Мрчајевци. У оквиру анализе утицаја варијантних коридора аутопута на животну средину истражена је проблематика буке, аерозагађења, загађења површинских и подземних вода, тла, климатских промена, заузимања површина и других релевантних утицаја. У раду је укратко описана методологија којом се дошло до оцене „нултог“ стања животне средине у разматраном подручју, као и методологија на основу које је извршено поређење пројектних алтернатива са становишта еколошких захтева, и на крају, шта је закључак таквог поређења.

1. Увод

Грађевински факултет Универзитета у Београду је, заједно са Саобраћајним факултетом и предузећем Хидропројекат - саобраћај, д.о.о., био ангажован на изради Генералног пројекта са Претходном студијом оправданости државног пута IA реда Крагујевац - Мрчајевци, чија реализација је окончана током 2020. године. У раду ће бити приказана примењена методологија израде Елабората анализе утицаја на животну средину, израђена од наставника и сарадника са Грађевинског факултета.

Основни циљ израде овог Генералног пројекта је утврђивање потребе за изградњом државног пута IA реда од Крагујевца до везе са државним путем IA-A5 (E-761) у Мрчајевцима, дефинисање нивоа услуге који треба да пружи дати објекат у условима промењеног стања у путној мрежи, утврђивање еколошки прихватљивог нивоа заштите околине, доношење планске документације, израда претходне студије оправданости и друго.

Циљ израде овог генералног пројекта био је:

- разматрање утицаја Просторног плана Р. Србије и других планова у поступку избора варијанте

- осавремењавање осталих неопходних података и вршења допунских истраживања уколико расположиве информације не задовољавају ниво тачности за израду генералног пројекта
- **утврђивање нивоа еколошке заштите за пут и околину**
- утврђивање етапности градње у актуелним условима у зависности од националне економије

На предметном пројекту аутопута концептуално су разматране три варијанте коридора, од чега су детаљно разрађене две. Трећа варијанта коридора, која није детаљно обрађена, проистекла је из раније разматраних коридора унутар планских докумената. Међутим, већ приликом првог прелиминарног разматрања тог коридора и основних процена елемената плана и подужног профила ова варијанта аргументовано је одбачена (неопходност примене тунелске конструкције дужине и до 7км).

У складу са претходно наведеним, детаљно су разматране две алтернативне варијанте коридора: Северни коридор (који се пружа северно од језера Гружа) и Јужни коридор (који се, аналогно, пружа јужно од језера Гружа).

Прелазак потенцијалног аутопута преко језера Гружа није разматран, с обзиром на значај ове акумулације за водоснабдевање Крагујевачког округа и чињенице да само језеро представља прву зону заштите, у којој је изградња нове саобраћајне инфраструктуре, најстроже забрањена.

Проблематика заштите животне средине за разматарне коридоре аутопута Крагујевац - Мрчајевци истраживана је у склопу елабората анализе утицаја на животну средину. Укупна проблематика анализирана је у оквиру неколико посебних целина кроз које су обухваћене основе за истраживање, карактеристике саме локације, вредновање постојећег стања животне средине, карактеристике планиране деонице аутопута, анализа утицаја на животну средину, неопходне мере заштите и процена еколошке подобности по варијантама из Генералног пројекта.

Кроз истраживање и вредновање постојећег стања извршена је анализа постојећих потенцијала (тло, вода, биљни и животињски свет, клима, зоне за становање, заштићена природна и културна добра) и дата оцена стања. Анализе указују да већина утицаја потиче од урбанизације ширег простора и пољопривредне производње (највећи део чини плодно обрадиво земљиште).

Просторне последице се не могу у потпуности експлицитно исказати новчаним јединицама. Изградња будућег аутопута ће резултирати трансформацијом пољопривредног земљишта у грађевинско земљиште (и јавно земљиште), раздвајањем појединих делова насеља кроз која пролази аутопут, одвајањем пољопривредних површина од насеља сеоског типа. Аутопут који пресеца село или га обилази без раскрснице са локалним путевима, утицаће на промену традиционалне структуре насеља и организацију унутар насеља. Такође, локација денivelисаних раскрсница утицаће на карактеристике развоја насеља због могућности ширења дуж прилазних путева.

У оквиру анализе утицаја варијантних коридора аутопута на животну средину истражена је проблематика буке, аерозагађења, загађења површинских и подземних вода, тла, климатских промена, заузимања површина и других релевантних утицаја. Сваки од утицаја дефинисан је кроз показатеље који карактеришу локалне услове, при чему су узете у обзир све просторне специфичности и специфичности настајања и просторне расподеле утицаја.

У оквиру изабраног коридора овог путног правца у наредним фазама пројектовања неопходно је водити рачуна о минимизирању еколошких последица које са собом носи изградња и експлоатација овакве саобраћајнице.

На основу свих анализа релевантних утицаја могуће је закључити да су утицаји планиране деонице аутопута посебно изражени у домену саобраћајне буке и утицаја на флору и фауну и опасности од вода, а ограничено у погледу загађења вода, загађења тла, заузимања површина.

Претходна анализа утицаја показала је да су, с обзиром на последице и њихов значај, свакако неопходне и одређене мере заштите које се у наредним фазама пројектовања морају детаљно анализирати.

У раду ће бити укратко описана методологија којом се дошло до оцене „нултог“ стања животне средине у разматраном подручју, као и методологија на основу које је извршено поређење пројектних алтернатива са становишта еколошких захтева, и на крају, шта је закључак таквог поређења.

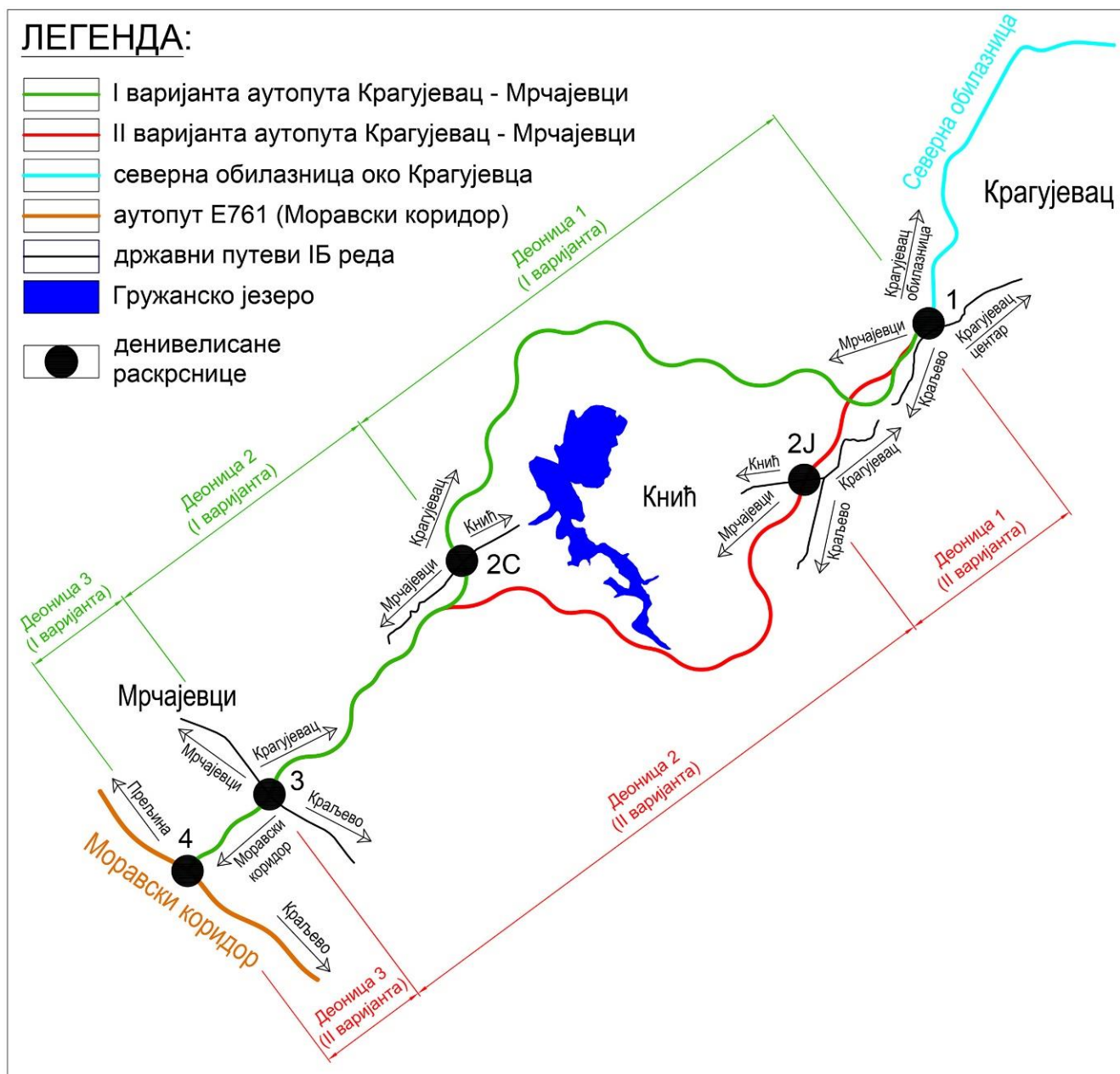
2. Просторне границе и истраживања

Највећи број истраживања која су се бавила проблематиком дефинисања потенцијала за потребе одређивања могућег ризика због изградње аутопутева показују да се сви непосредни утицаји јављају у одређеним границама у односу на просторни положај аутопута. Ове границе првенствено зависе од саобраћајног оптерећења, морфолошких карактеристика терена као и појединих потенцијала. За планирано саобраћајно оптерећење и структуру саобраћајног тока, онако како је то дефинисано у оквиру Генералног пројекта, као и за морфолошке карактеристике простора дуж анализираних варијантних решења треба очекивати директне утицаје у границама до 500 метара са једне и друге стране трасе као и индиректне утицаје у знатно ширим границама.

На основу ових чињеница, за потребе евидентирања основних еколошких потенцијала у оквиру анализираних коридора, дефинисана је зона ширине 12 km, која обухвата анализирана варијантна решења, у којој су могући негативни утицаји (Слика 1).

Предметно подручје истраживања свело се на два јасно дефинисана предметна коридора - коридор који се претежно пружа северно од Гружанског језера и коридор који се претежно пружа јужно од Гружанског језера, док се почеци, односно завршеци испитиваних коридора, добрим делом подударају.

Заједничко за оба испитивана коридора јесте да се налазе ван друге зоне заштите водоизворишта Гружа, у складу са Елаборатом о зонама санитарне заштите изворишта водоснабдевања акумулације „Гружа“, којим се забрањује изградња нове саобраћајне инфраструктуре у првој и другој зони заштите водоизворишта (због тога је елиминисана варијанта коридора који би се пружао преко језера).



Слика 1. Пружање разматраних коридора аутопута и њихове подеонице

Подручје истраживања, као део регије Шумадије, има следеће карактеристике: близина градских тежишта, развијена инфраструктура и природне погодности које упућују на развој повртарске, воћарске и сточарске производње и прераде на породичним газдинствима и у окружењу.

Као главна и водећа грана тржишне производње, издваја се мешовито сточарство, комплементарно ратарство и на појединим ужим локалитетима виноградарство, а у брдском подручју главна водећа грана тржишне производње је мешовито сточарство, комплементарно воћарство и на ужим локалитетима такође виноградарство.

Основни правац политике даљег усмеравања развоја и унапређивања пољопривредне производње на већем делу Шумадије, у складу са просторним плановима, је конвенционална пољопривреда, коригована поштовањем стандарда квалитета животне средине, заштите здравља људи, животиња и биљака, добробити животиња и заштите пољопривредног земљишта, оријентисана на конкурентну комерцијалну производњу основних пољопривредних производа за масовну потрошњу, прехранбену индустрију и извоз.

По доступним планским документима, као основни циљ развоја села и руралних подручја у овом делу Србије издваја се повећање квалитета живљења у руралним подручјима кроз очување, обнову и

одрживи развој њихове економске, социјалне и еколошке виталности, као резултат процеса децентрализације градова и општина. Ова подручја су традиционално зависна од пољопривреде и њој сродних делатности, али је свакако присутно и повећање учешћа непољопривредних активности, као што су индустрија, рурални туризам и услужне делатности.

3. Постојеће „нулто“ стање животне средине

Када је у питању оцена постојећег стања животне средине, у пројектној документацији анализиран је квалитет подземних и површинских вода у разматраном подручју, квалитет ваздуха, квалитет земљишта, као и стање комуналне буке.

Као основ за анализу коришћени су званични подаци из публикованих извештаја о стању животне средине (Агенција за заштиту животне средине Републике Србије, 2020).

3.1. Квалитет подземних и површинских вода

Приликом оцењивања постојећег стања квалитета површинских и подземних вода, почело се од анализе укрштања обе разматране варијанте коридора (северна и јужна варијанта) са сталним и повременим водотоцима у разматраном подручју.

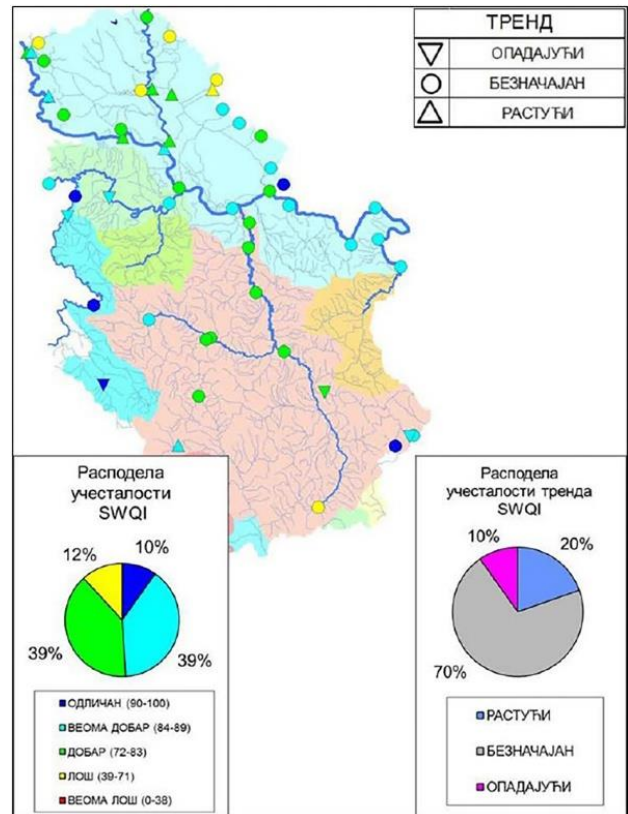
Анализа је показала да се траса у северном коридору укршта са 16 сталних и повремених токова, док се траса у јужној варијанти пружања коридора пресеца са 21 сталним и повременим водотоцима, који се могу сматрати неизученим сливовима.

На основу „Извештаја о стању животне средине за 2018. год.“, (Агенција за заштиту животне средине Републике Србије, 2020) који садржи систематизоване податке прикупљене током спроведених испитивања биолошких елемената за оцену еколошког статуса/потенцијала, као и физичко-хемијских, хемијских и микробиолошких показатеља квалитета вода водотока, акумулација и подземних вода на територији Републике Србије, издвојена је анализа заступљености појединачних параметара у периоду од 2008. до 2017. године. Од испитиваних параметара, за даљу анализу узети су у обзир индикатор потрошње кисеоника у површинским водама, концентрација амонијума, концентрација нитрата, као и концентрација ортофосфата.

На основу вредности појединачних параметара, у извештају је урађена синтеза на основу које се дошло до вредности Serbian Water Quality Index (SWQI) за водотоке у Републици Србији, што је приказано на Слици 2.

Сумарна вредност је неименовани број од 0 до 100 као квантитативан показатељ квалитета одређеног узорка воде, где је 100 најбољи квалитет.

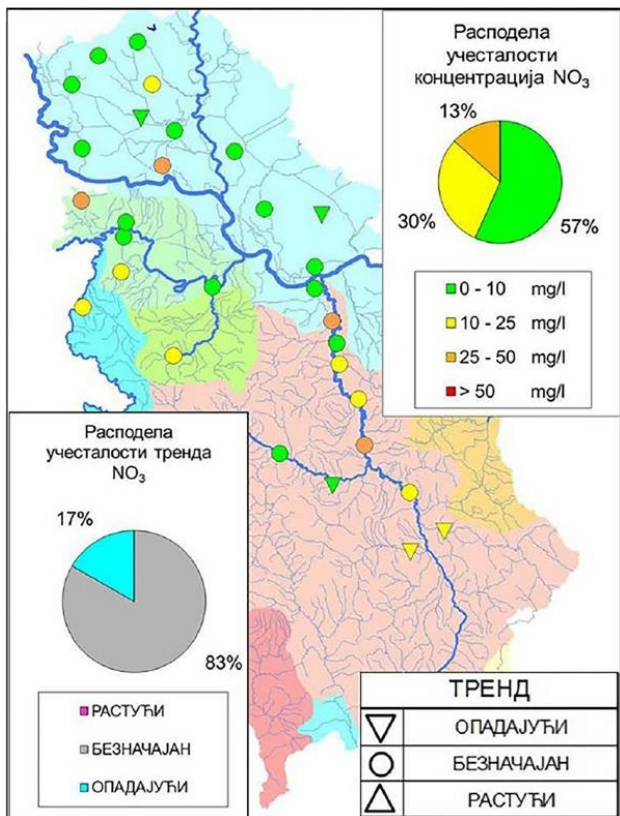
На основу вредности индекса од врло добар и добар у водотоцима који се налазе унутар посматраног подручја од интереса, може се сматрати да је „нулто“ квалитет површинских вода које су присутне у подручју истраживања задовољавајући.



Слика 2. Тренд и средња вредност SWQI у водотоцима Републике Србије (2008. – 2017.)

Извор: Агенција за заштиту животне средине Р. Србије (2018)

Када је у питању квалитет подземних вода у посматраном подручју, основни индикатор прати концентрације нитрата (NO_3) у подземним водама, и обезбеђује оцену стања подземних вода у погледу концентрације нутријената. Користи се за приказивање просторне и временске варијације нутријената и њихових дугорочних трендова. Прекомерна количина нутријената која из урбаних подручја, индустрије и пољопривредних области понире у тло доводи до повећања концентрација што проузрокује загађење подземних вода. Овај процес наравно има даљи негативан утицај на даље коришћење воде за људску потрошњу и друге сврхе.



Слика 3. Тренд и средња вредност концентрација нитрата у подземним водама Р. Србије (2008. - 2017. год.)
Извор: Агенција за заштиту животне средине Р. Србије (2018)

Може се констатовати да је, у посматраном подручју, на основу детектоване концентрације нитрата, квалитет подземних вода задовољавајући.

3.2. Квалитет ваздуха

На основу локације мерних станица, може се констатовати да су, за истраживање овог коридора, најзначајнији подаци они добијени са мерних станица Чачак, Краљево и Крагујевац.

Сагласно члану 21. Закона о заштити ваздуха ("Сл. гласник РС", 2009 и 2013), а према нивоу загађености, полазећи од прописаних граничних и толерантних вредности, на основу резултата мерења, утврђене су следеће категорије квалитета ваздуха:

- 1) прва категорија - чист или незнатно загађен ваздух где нису прекорачене граничне вредности нивоа ни за једну загађујућу материју;
- 2) друга категорија - умерено загађен ваздух где су прекорачене граничне вредности загађујућих материја, али нису прекорачене толерантне вредности;

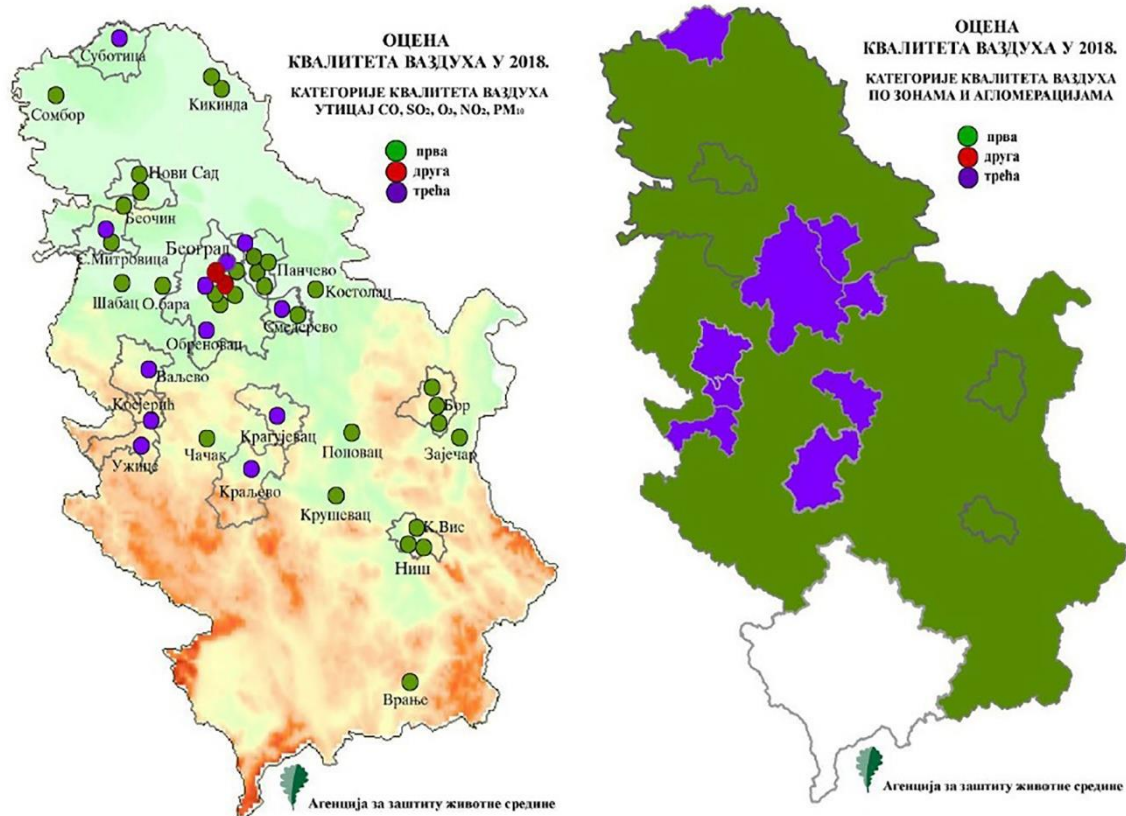
- 3) трећа категорија - прекомерно загађен ваздух где су прекорачене граничне вредности за једну или више загађујућих материја.

Категорије квалитета ваздуха у Извештају Агенције утврђене су на основу годишњих концентрација загађујућих материја и представљају званичну оцену квалитета ваздуха на територији Републике Србије за 2018. год. (Слика 4).

Од када се мерења врше, може се констатовати да је град Крагујевац прекомерно загађен због повећаних концентрација PM10 честица. Град Краљево је у 2018.-ој, другу годину заредом прекомерно загађен као последица загађења суспендованим честицама PM10 и PM2.5. Међутим, важно је напоменути да током 2018. године тешки метали Cd (кадмијум), Ni (никл), As (арсен) у суспендованим честицама PM10 нису прекорачили граничне вредност за Pb (олово), у Београду, Новом Саду, Ваљево, Ужицу и Крагујевцу.

У посматраном обухвату истраживања појављују се као могући извори загађења ваздуха са ограниченим утицајем дефинитивно индустрија (нарочито у зони Крагујевца), затим непосредна близина постојећих саобраћајница, пре свега државних путева првог реда, али и грејање у домаћинствима током зимског периода, које представља извор значајног загађења у већини насеља дуж алтернативних коридора.

У наредној фази разраде пројектне документације, требало би спровести посебна мерења квалитета ваздуха на подручју Крагујевца, Краљева и Чачка, као и насеља у близини дефинисаног коридора аутопута, која ће се користити за даља истраживања о потенцијалним утицајима на квалитет ваздуха, као и на прописивање неопходних мера ублажавања.



Слика 4. Оцена квалитета ваздуха у 2018. години

Извор: Агенција за заштиту животне средине Р. Србије (2018)

3.3. Квалитет земљишта

Земљиште кроз које пролазе алтернативни коридори претежно се може окарактерисати као пољопривредно (изуевши урбана подручја, кроз које пројектне алтернативе пролазе ободом самог подручја).

У оквиру Извештаја о стању животне средине за 2018. год. дата је и анализа стања плодности пољопривредног земљишта на територији подручја Централне Србије у којој се наводи:

- на подручју централне Србије доминирају земљишта слабо киселе и киселе реакције, бескарбонатна и слабо карбонатна, слабо хумозна до хумозна, са врло ниским и ниским садржајем лакоприступачног фосфора, и земљишта са оптималним и високим садржајем лакоприступачног калијума;
- резултати испитивања показују да највећи број узорака земљишта узетих са ораница и башти, воћњака, ливада и пашњака припада класи киселе реакције (pH у nKCl-у 4.5-5.5), док највећи број узорака винограда припада класи слабо киселе реакције (pH у nKCl-у 5.5-6.5);

- када је у питању угроженост земљишта у урбаним срединама, током 2017. године, на територији Републике Србије праћен је степен угрожености земљишта од хемијског загађења у урбаним зонама у 14 јединица локалне самоуправе;
- најчешће прекорачење граничних вредности забележено је за Zn, Cu, Ni, Co и Cd;
- резултати контроле плодности пољопривредних површина у 2018. години показују да највећи број узорака (60.04%) има низак садржај органског угљеника.

У граду Крагујевцу током истраживања 2016. год. прекорачена је гранична вредност за Cd, Zn, Ni и Co у узорцима узетим из обданишта, зоне изворишта водоснабдевања и са депоније. Истраживања из 2017. год. показала су да су граничне вредности прекорачене у зони изворишта водоснабдевања као и у рекреационој зони.

Може се закључити да су, у највећем броју случајева евидентирана прекорачења граничних вредности појединих параметара, док су прекорачења ремедијационих вредности забележена у оквиру индустријске зоне и на пољопривредном земљишту, али у мањем броју узорака.

Упоредивањем резултата испитивања за ширу зону града Крагујевца за 2016. и 2017. год. може се констатовати побољшање квалитета земљишта у ширем посматраном подручју, с обзиром да је присутан мањи број локалитета на којима су регистрована прекорачења граничних вредности.

У наредној фази разраде пројектне документације, пожељна су свакако додатна мерења квалитета земљишта на анализираном подручју која би се потом користила за даља истраживања о потенцијалним утицајима предметног аутопута на квалитет самог земљишта.

3.4. Стање комуналне буке

За оцену „нултог“ стања животне средине, мониторинг буке на предметном подручју није спровођен, односно нису рађена истражна мерења емисије буке.

Свакако је дуж трасе алтернативних коридора лоцирано више насеља која у планском периоду експлоатације аутопута могу бити изложена прекомерним нивоима саобраћајне буке. То су пре свега: Крагујевац, Равни Гај, Кнић и Мрчајевци.

Када се уради Студија о процени утицаја, требало би спровести посебна мерења буке на подручју свих већих насеља у близини дефинисаног коридора аутопута, која ће се користити за даља истраживања о нивоу буке у близини аутопута, као и неопходне мере ублажавања исте. Праћење мора да буде у складу са Правилником о методама мерења буке, садржини и обиму извештаја о мерењу буке ("Сл. гласник РС", 2010).

4. Претходна оцена еколошке подобности

Сви видови саобраћајних система, са својим садашњим особинама, представљају изворе значајних загађења животне средине. У том смислу се и планирање, пројектовање, грађење и експлоатација аутопутева јавља као врло значајан проблем у очувању и заштити животне средине. У оквирима изнетих ставова са сигурношћу се може тврдити да планирање, па последично и изградња капацитетних путних праваца, међу које се сигурно може сврстати и будући аутопут Крагујевац-Мрчајевци, увек као последицу изазива низ конфликата на релацији аутопут-животна средина.

Глобална анализа утицаја аутопута на животну средину показује да се сви ефекти генерално испољавају кроз два основна вида утицаја. Први вид представљају утицаји који се јављају као директна последица грађења објекта и који су по природи већином привременог карактера. Последица су присуства људи и машина као и технологије и организације извођења радова на терену.

По правилу негативне последице јављају се као резултат ископа/депоновања, транспорта и уграђивања великих количина грађевинског материјала при изградњи тупа аутопута и инжењерских објеката, као и трајног или привременог заузимања простора и свих активности које су у вези са тим.

Утицаји на животну средину који се јављају као последица егзистенције аутопута у простору и његове експлоатације кроз време имају углавном трајни карактер и као такви представљају посебно интересантне утицаје са становишта односа аутопут-животна средина. Ови утицаји у већини случајева имају карактер просторног и временског повећања, што неминовно намеће потребу за континуирано и благовремено праћење њихове природе и карактера.

Да би значај сваког од утицаја могао бити на одговарајући начин квантификован, неопходно је за конкретне услове сваком утицају придружити низ показатеља који по природи ствари треба да представљају егзактне величине, које се затим једноставно користе у процесу дефинисања потребних мера заштите. Део проблематике односа аутопута и животне средине лежи у чињеници да се за поједине утицаје, за које се зна да постоје, не могу одредити егзактни показатељи и да се део или пак комплетан утицај могу одредити само на основу субјективне процене.

Дефинисање појединих утицаја (критеријума) и њихових показатеља у смислу детаљности, битно је везано за фазу пројекта за коју се анализе раде. Како је свака фаза пројектне, односно планске документације, везана за карактеристике информативне основе која за собом повлачи и све битне чињенице у вези са обимом и тачношћу доступних информација, то је и могућност квантификације и тачност егзактних показатеља ограничена овим чињеницама.

На основу свих претходно дефинисаних ограничења и конкретних локацијских услова за ово истраживање дефинисани су основни утицаји (критеријуми). Матрица анализираних критеријума представља резултат досадашњих сазнања из домена проблематике односа аутопута и животне средине. Оно што је одмах јасно јесте чињеница да сви критеријуми немају исту тежину, а нарочито да немају исту тежину уважавајући конкретне просторне односе у оквиру анализираних подручја.

Аерозагађење представља један од основних показатеља који се мора квантификовати с обзиром на могуће утицаје дуж планиране деонице аутопута, првенствено у односу на флору, а затим, ограничено и на људску популацију и постојеће објекте.

Проблематика буке на анализираном простору где се пружају коридори аутопута, присутна је пре свега као параметар садашњих и будућих односа дуж планираног аутопута у односу на становништво које насељава анализирано подручје. Веома значајан параметар за процену референтних нивоа буке коју генеришу возила на будућем аутопуту јесте саобраћајно оптерећење на крају пројектног периода.

Проблематика загађења вода је критеријум који има велику тежину првенствено у контексту положаја варијантних коридора аутопута који обилазе Гружанско језеро са северне (I варијанта) и јужне (II варијанта) стране. Због изузетне важности акумулације Гржа за водоснабдевање Крагујевца и околине, морају се предупредити сви могући утицаји на загађење воде Гружанског језера и његових притока.

Загађење тла, заузимање површина и проблеми приступачности у датим просторним оквирима су значајни критеријуми, будући да анализирани коридори пресецају подручје у речним долинама бројних река и притока које се уливају у Гружанско језеро или отичу даље у Западну Мораву. Поред бројних насеља и засеока формираних у овим речним долинама, земљиште у њима највећим делом је веома плодно са израженим репродуктивним карактеристикама.

Специфичности просторних односа у зони анализираних коридора условљавају значај утицаја у домену флоре и фауне будући да је у оквиру анализе постојећег стања утврђено постојање одређених подручја са заштићеним врстама птица и стаништима угрожених животињских врста.

Постојеће стање животне средине у оквиру анализираних простора условљава мањи значај осталих критеријума. Мањи значај се огледа првенствено кроз два основна феномена која се могу дефинисати као: локална просторна распрострањеност утицаја или низак интензитет дуж анализираних коридора. Локални карактер имају микроклиматски утицаји, затим утицаји везани за проблематику постојеће инфраструктуре, ресурса и енергије.

Утицаји у социолошкој сфери имају одређено значаја пре свега са садашњег стања развијености насеља између Крагујевца и Мрчајеваца. Тренутно сам Крагујевац, као административни, индустријски и финансијски центар Шумадије, привлачи највећи број нових становника и инвестиција. Изградњом новог аутопута и његовим прикључењем на будући Моравски коридор (Е761), догодиће се значајне економске промене у целој Гружанској котлини. Пуштањем у саобраћај овакве висококапацитетне саобраћајнице створиће се повољни услови за бржи економски развој свих насеља дуж аутопута, а пре свега оних у близини чворишта путева, односно, денивелисаних раскрсница.

Све наведене чињенице показују да се разјашњење односа у домену проблематике животне средине може очекивати једино уколико се сваки од наведених критеријума анализира у конкретним просторним односима и поступцима квантификације доведе до репрезентативних показатеља. С тим у вези, уважавајући конкретне локацијске услове, карактеристике саобраћајних токова, намену површина у оквиру коридора као и основне законитости између критеријума којима се дефинише однос аутопут-животна средина, на основу срачунаних квантификованих показатеља, специфицирају се и захтеви у погледу потребних мера заштите. Простије речено, добијене вредности наведених показатеља представљају квантификовану основу за доношење одлука о потребним мерама заштите.

На основу „нултог“ стања животне средине и анализе могућих утицаја пружања разматраних коридора аутопута на животну средину, и након прелиминарне процене еколошких критеријума, донешени су следећи закључци:

4.1. Загађење и деградација тла

Од свих прогнозираних вредности очекиваних концентрација тешких метала у тлу на ивицама аутопута, максималне дозвољене концентрације прекорачују бакар (Cu) и олово (Pb) за обе варијанте коридора, што се види у Табели 1. Простим поређењем очекиваних концентрација тешких метала у тлу на ивицама аутопута, ниједној од анализираних варијанти коридора не може се дати јасна предност. Међутим, због веће дужине тунелске конструкције на јужној варијанти коридора, мора се истаћи да ова варијанта ипак има извесну предност због мање могућности даљег ширења тешких метала у околно тло.

Табела 1. Очекиване (просечне) концентрације тешких метала у тлу у [mg/kg] срачунате на ивицама дуж обе варијанте коридора аутопута

Редни број	Назив елемента	Хемијски симбол	МДК [mg/kg]	Очекивана концентрација [mg/kg]
1	арсен	As	25	6 - 18
2	хром	Cr	100	22 - 54
3	бакар	Cu	100	35 - 280
4	никл	Ni	50	26 - 48
5	олово	Pb	100	24 - 125
6	цинк	Zn	300	43 - 160

4.2. Заузимање површина

Упоредивањем варијанти са аспекта заузимања површина, закључено је да је јужна варијанта повољнија. Изражено у конкретним вредностима заузете површине земљишта јужна варијанта ангажује за 39 ha (12.5%) мању површину у односу на северну варијанту коридора.

4.3. Микроклима

Почеци и завршеци траса варијантних коридора практично се поклапају. Највеће разлике се јављају на оним деоницама варијантних коридора које пролазе северно и јужно од Гружанске акумулације. У претходним анализама закључено је да се највећи утицаји на промену микроклиме могу очекивати у зони високих насипа и усека, као и у зонама тунелских портала. С тим у вези и с обзиром на чињеницу да се на другој деоници јужне варијанте коридора налазе најдужи инжењерски објекти (тунели и мостови), предност у погледу промене микроклиме после изградње аутопута даје се северној варијанти.

4.4. Загађење и промена режима вода

Са аспекта утицаја загађења вода са површине коловоза варијантних решења трасе повољнија је јужна варијанта коридора, пре свега због мање дужине и смањеног ризика од изливања штетних материја у слив акумулације Гружа. Очекивани параметри загађења у водама са коловоза за оба разматрана коридора дати су у следећој табели.

Табела 2. Очекивани параметри загађења у водама са коловоза

Загађивач	Јед.	Очекивана концентрација
Суспендоване материје	mg/l	100 – 150
Хлориди	mg/l	50 – 80
Сулфати	mg/l	0.04 – 0.07
Фосфор	mg/l	0.4 – 0.8
Гориво	mg/l	0.005 – 0.008
Минерално уље	mg/l	0.004 – 0.007
Кадмијум	mg/l	0.002 – 0.005
Хром	mg/l	0.004 – 0.008
Бакар	mg/l	0.03 – 0.07
Гвожђе	mg/l	0.1 – 0.3
Олово	mg/l	0.07 – 0.1
Гвожђе	mg/l	0.1 – 0.2

У случају јужне варијанте захтева се дупло дужа регулација водотока, у односу на северну. На основу ове констатације, може се закључити да је са овог аспекта јужна траса аутопута неповољнија од северне.

У погледу конфликта аутопута са постојећим водним објектима, предност се даје северној траси због мањег број укрштаја трасе аутопута са водоводном мрежом.

4.5. Флора

Ако се узме у обзир укупна површина под различитим степенима утицаја од потпуног губитка вегетације, преко измењене вегетације и вегетације под повишеним концентрацијама полутаната предност се даје јужној варијанти, јер је површина под различитим степенима утицаја код ове варијанте мања за 69 ha у односу на северну. С друге стране, због веће количине земљаних радова и промена у морфологији постојећег терена, јужна варијанта коридора неповољнија је у односу на северну. Треба нагласити да би изградња јужне варијанте подразумевала и сечу већег броја стабала сладуна, китњака и цера на подручју обраслом шумом уз јужни део Гружанског језера.

4.6. Фауна

Изградњом аутопута прекидају се устаљене трајекторије и миграторни путеви кретања животињског света а нарочито крупних сисара. Имајући у виду да су на јужној варијанти коридора веће дужине тунелских и мостовских конструкција, пресечен је мањи број постојећих миграторних путева животиња. Иако северна варијанта заобилази заштићено ИБА подручје, њена траса сече водотокове узводно од Гружанске акумулације који представљају станишта великог броја заштићених и строго заштићених врста риба, водоземаца, гмизаваца, птица и сисара. Због тога ће у наредној фази разраде пројекта бити потребно предвидети додатне конструкције за пролаз водоземаца и гмизаваца кроз труп аутопута ако се усвоји северна варијанта коридора. Ако се узму у обзир све претходно наведене чињенице, са становишта очувања и заштите постојеће фауне повољнија је јужна варијанта.

4.7. Визуелна загађења

Са аспекта визуелног загађења, међусобним поређењем варијантних решења, показало се да у смислу геометријског обликовања трасе нема посебне разлике између анализираних варијанти. Након процене пејзажних карактеристика и очувања постојећих просторних односа, блага предност се даје јужној варијанти, јер је већи проценат дужине ове трасе у тунелу.

4.8. Природно и културно наслеђе

У оквиру подручја истраживања за обе варијанте коридора аутопута налази се укупно 92 објекта из категорије културног наслеђа (спомен плоче, стари надгробни споменици, спомен чесме, цркве, окућнице, старе куће, спомен бисте, итд.), од чега 3 споменика културе и 3 културна добра. Ако се посматра само однос пројектованих варијанти траса аутопута према објектима природног и културног наслеђа, не може се дати јасна предност ниједној од анализираних варијанти. Међутим, због већег броја археолошких налазишта у зони обухвата северне варијанте коридора, предност се ипак даје јужној варијанти.

4.9. Социјално - економски утицаји

С обзиром да јужна варијанта коридора пролази непосредно у близини пословне зоне "Равни Гај" и индустријске зоне "Рибез" у општини Кнић, у погледу утицаја на развој и даље унапређење привредних активности предност се даје јужној варијанти. Такође, у погледу будућег развоја пољопривредне производње на разматраном подручју, повољнија је јужна варијанта, јер заузима мању површину квалитетног пољопривредног земљишта у односу на северну.

4.10. Саобраћајна бука

За ниво тражених анализа прорачун је извршен на 2D моделу терена и еквиливантним растојањима од осовине пута до растојања од 500 м. За утврђивање положаја изграђених објекта у окружењу коришћена је ортофото подлога.

Прорачун нивоа буке извршен је помоћу француске националне методу NMPB-Routes-2008 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB) (Besnard et al., 2011; Besnard & le Duc, 2009). На основу израчунатих нивоа буке и примењених критеријума, сви објекти који су изложени нивоима буке од 65 dB (A) у току дана и 55 dB (A) у току ноћи су заштићени. Мере заштите од буке су дефинисане одговарајућом дужином зидова за заштиту од буке за сваку од предложених варијанти коридора аутопута. Према процењеној дужини конструкција зидова за заштиту од буке и изложености локалног становништва нивоима буке већим од дозвољених граница (северна варијанта 10.70 km, јужна варијанта 8.60 km дужина зидова) предност се даје јужној варијанти.

4.11. Аерозагађење

Од свих аерозагађивача сумпордиоксид има најизраженије дејство на грађевинске објекте. Сумпордиоксид у заједници са влагом реагује као сумпорасти киселина и тако разарајуће делује на органске материје. Како се ове реакције могу

одвијати и при најмањим концентрацијама значајно је свакако разматрање ових појава везано за историјску и уметничку вредност појединих објекта. Све штете настале на овај начин расту са порастом температуре, влажношћу ваздуха и интензитета светлости. Функционалне зависности које би повезивале ове појаве још увек не постоје па је у том смислу и отежано вредновање негативних последица.

Без обзира на све тешкоће везане за квантификацију параметара аерозагађења као и непостојање стандардизованих процедура може се на садашњем ступњу познавања ове проблематике ипак доћи до података који могу корисно, и са довољном тачношћу, послужити за доношење закључака о негативним утицајима. Треба нагласити да нам за квантификацију параметара аерозагађења као последице путног саобраћаја данас на располагању ипак стоје поступци различитог нивоа детаљности, првенствено у функцији од броја фактора који се у анализе укључују.

Прорачун аерозагађивача за поддеонице аутопута извршен је уз помоћ компјутерског програма QTraffic развијеног у оквиру EMSURE (Funding CENTRO-07-0224-FEDER-002004) истраживачког пројекта (Pirelli, 2020). Прорачуном емисија аерозагађења за обе варијанте коридора добијене су вредности количина загађивача ваздуха изражене преко јединице [g/km] (Табела 3). На основу добијених резултата предност се даје северној варијанти, првенствено због мањих вредности подужних нагиба нивелете, који имају за последицу и мање емисије аерозагађивача.

Табела 3. Прорачунске количине полутаната у ваздуху

Варијанта	Под-деоница	CO(g/km)	NOx(g/km)	CO2(g/km)	N2O(g/km)	NH3(g/km)	SO2(g/km)	PM2.5(g/km)
Јужна	Драгобраћа-Равни Гај	726.6	296	50240	3.20	11.1	5.58	2.99
	Равни Гај-Мрчајевци	569.8	232	39400	2.51	8.71	4.38	2.34
	Мрчајевци-Катрга	272.2	117	18740	1.36	4.44	2.13	0.96
Север	Драгобраћа-Бумбареве Б.	453.7	195	32170	2.26	7.86	3.71	1.71
	Бумбареве Б.-Мрчајевци	431.8	186	30610	2.15	7.48	3.53	1.62
	Мрчајевци-Катрга	281.7	121	19970	1.40	4.88	2.30	1.06

4.12. Могући акциденти

Са становишта безбедности саобраћаја на будућем аутопуту, анализа је показала да се у односу на процењени број саобраћајних незгода у првој (2025.) и последњој (2045.) години пројектног периода, ниједној од анализираних варијанти не може дати јасна предност.

У погледу ризика од неадекватних мера заштите, предност се даје јужној варијанти, која пролази низводно од слива Гружанске акумулације, где су заправо предметни ризици мањи. Сагледавајући ризике од акцидента у току грађења и одржавања установљено је да су исти мањи за северну варијанту коридора. Пошто северна варијанта коридора сече водотокове узводно од Гружанске акумулације, већи ризик од удеса опасних терета, односно изливања опасних материја и загађења акумулације Гружа, свакако постоји на северној варијанти, али је ипак она удаљенија од саме акумулације у односу на јужну варијанту. За предметне варијанте извршена је анализа ризика од поплава и ерозије. Анализом је закључено да је са аспекта ризика од поплава неповољнија јужна варијанта коридора аутопута због локације која је низводно од бране акумулације Гружа. Анализирајући ризик од ерозије за обе варијанте трасе показало се да нема посебне разлике између анализираних коридора.

5. Закључак

Када се узму у обзир сви показатељи добијени анализом претходно наведених критеријума при процени утицаја будућег аутопута Крагујевац - Мрчајевци на животну средину, предност се, са овог аспекта, може дати јужној варијанти коридора, што се може јасно видети у следећој Табели:

Табела 4. Предности/недостаци варијантних решења према еколошким критеријумима

Еколошки критеријуми за поређење варијанти	Загађење и деградација тла	Заузимање површина	Микроклима	Загађење и промена режима вода	Флора	Фауна	Визуелна загађења	Природно и културно наслеђе	Социјално - економски утицаји	Саобраћајна бука	Аерозагађење	Могући акциденти
I (северна варијанта)	⊖	⊖	⊕	⊕	⊕	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊕	○
II (јужна варијанта)	⊕	⊕	⊖	⊖	⊖	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊖	○

ЛЕГЕНДА:

- ⊕ предност варијанте
- ⊖ недостатак варијанте
- обе варијанте су равноправне

Свакако да овај "еколошки" критеријум није и једини у сложеном и мултидисциплинарном процесу вишекритеријумске оптимизације, али је сасвим јасно да није занемарљив и да ће временом аспект заштите животне средине све више добијати на значају. Приликом доношења коначне одлуке о избору оптималног коридора утицај аутопутног правца на животну средину мора се вредновати по критеријумима једнаке, ако не и веће тежине, у односу на грађевинске, саобраћајне и економске последице изградње новог аутопута.

На следећем нивоу пројектне разраде (Идејни пројекат), сви аспекти утицаја будућег аутопута на животну средину морају се још детаљније квантификовати, а сви нумерички показатељи процењених утицаја посебно срачунати за сваку од анализираних варијанти трасе у оквиру усвојеног коридора на крају генералног пројекта аутопута.

Road environmental impact assessment in the conceptual design stage - example of the Kragujevac - Mrčajevci motorway

Sanja Fric^a, Vladan Ilić^a, Miloš Lukić^a, Dejan Gavran^a, Filip Trpčevski^a, Stefan Vranjevac^a

^a Faculty of Civil Engineering, University of Belgrade

Abstract: The construction of new motorway routes leaves lasting consequences on the nature and the living world along the corridor through which the adopted motorway alignment extends. Therefore, it is necessary that in the initial stage of the project (Conceptual design) the analysis of all potential impacts of the motorway on the environment be done very rigorously. The subject of this paper is the road environmental impact assessment methodology implemented in conceptual design of Kragujevac - Mrčajevci motorway. Within the motorway environmental assessment for different variants of motorway corridor, traffic noise, air pollution, rainwater and groundwater pollution, soil pollution, climate change, occupation of surfaces for expropriation and other relevant impacts were investigated. In the paper the methodology used to assess the initial ("zero") state of the environment in the studied area was briefly described. In addition, the methodology based on which the project alternatives were compared regarding environmental requirements was also presented, and finally, what was the conclusion of such a comparison.

Key words: Conceptual design, Environment, Impact assessment, Variants comparison, Ecological criteria

Литература

- [1] Агенција за заштиту животне средине Републике Србије. (2020). Извештај о стању животне средине у Републици Србији за 2018. год. (on-line) Доступно преко: <http://www.sepa.gov.rs/download/Izvestaj2018.pdf> (27.05.2020).
- [2] Агенција за заштиту животне средине Републике Србије. (2020). Извештаји о стању животне средине у Републици Србији за 2019. год. (on-line) Доступно преко: <http://www.sepa.gov.rs/index.php?menu=5000&id=1304&akcija=sHowDocuments> (19.06.2020).
- [3] Besnard, F., & le Duc, E. (2009). Road noise prediction 2 - Noise propagation computation method including meteorological effects (NMPB 2008) (Issue June).
- [4] Besnard, F., Dutilleux, G., Hamet, J., le Duc, E., Guizard, V., Furst, N., & Doisy, S. (2011). Road noise prediction 1 - Calculating sound emissions from road traffic (Issue September).
- [5] Pirelli, L. (2020). Traffic Emission and Energy Consumption Model for open-source QGIS. EMSURE. (on-line) Доступно преко: <https://github.com/luipir/QTraffic> (12.06.2020).
- [6] Сл. гласник РС. (2009, 2013). Закон о заштити ваздуха, Службени гласник Републике Србије бр. 36/2009 и 10/2013, Београд.
- [7] Сл. гласник РС. (2010). Правилник о методама мерења буке, садржини и обиму извештаја о мерењу буке, Службени гласник Републике Србије бр. 72/2010, Београд.