



ЈАВНО ПРЕДУЗЕЋЕ
ПУТЕВИ СРБИЈЕ

Студија примене система грађења
у државном путном систему са
најмањим утицајем на животну
средину уз осврт на животни
циклус пута



ПОДАЦИ О НАРУЧИОЦУ И АУТОРИМА СТУДИЈЕ

Подаци о наручиоцу:

Назив наручиоца:

ЈП „Путеви Србије“ Београд
ПИБ: 100610690; МБ: 07299974

Адреса Наручиоца:

Булевар краља Александра 282, Београд

Интернет адреса Наручиоца:

www.putevi-srbije.rs

Врста наручиоца:

Јавно предузеће

Аутори студије:

Вођа тима:

др Зоран Ђорђевић, дипл. инж. грађ.

Аутори студије:

др Александар Цветановић, дипл. инж. грађ.
Гојко Средовић, дипл. инж. електр.
Стефан Ћирковић, дипл. екон.
Сандра Егерић, маст. дипл. менаџ.
Богданка Огризовић, асистент на пројектима

Чланови стручног тима:

Марко Димитријевић, асистент на пројектима
Маја Прлинчевић, асистент на пројектима
Кристина Мицоски, асистент на пројектима
Сара Цојић, асистент на пројектима

Садржај

1	Општи део	1
1.1	Извод о регистрацији привредног субјекта	1
1.2	Списак учесника у изради студије.....	5
1.3	Пројектни задатак.....	5
2	Увод	14
2.1	Циљ израде студије	14
2.2	Законска регулатива	15
2.2.1	Важећа регулатива Републике Србије.....	15
2.2.2	Важећа регулатива Европске Уније	22
2.3	Методологија израде студије.....	25
3	Одрживи путеви	26
3.1	Одрживи путеви у пракси	26
3.2	Опис активности на изградњи путева.....	27
3.3	Општи фактори изградње коловоза који утичу на одрживост система коловоза током животног циклуса	31
3.3.1	Емисије у току изградње.....	34
3.3.2	Мере за побољшање одрживости путева.....	36
3.4	Модерни системи реконструкције флексибилне коловозне конструкције	41
3.4.1	Топла мешавина	41
3.4.2	Хладна мешавина.....	44
4	Идентификовање индикатора утицаја на животну средину	46
5	Идентификовање активности на извођењу пројекта и елементи система процене животног циклуса	57
6	Софтверско праћење утицаја изградње на индикаторе животне средине	61
7	Анализа трошкова и утицаја на животну средину	67
8	Извештај о извршеним анализама	71
9	Закључак	73
9.1	Коришћени улазни подаци	73
9.2	Резултати Студије	73
9.3	Практични закључци	74
9.4	Препоруке за даљи рад.....	75
	ПРИЛОГ А: Мерење загађења ваздуха у функцији израде Студије	76
	Актуелна законска регулатива	76
	Пројекти мерења квалитета ваздуха у Србији.....	78

Технички опис уређаја за мерење квалитета ваздуха	80
Резултати мерења квалитета ваздуха	81
10 Литература	84

1 Општи део



1.1 Извод о регистрацији привредног субјекта

Привредни субјекат EU BUILD д.о.о., МБ: 20699540 ПИБ: 106884710 чији је пун назив Предузеће за едукацију, консалтинг и менаџмент EU BUILD д.о.о. Београд (Стари град), основано је 22. децембра 2010. године са седиштем у Београду, општина Стари град, улица Пајсијева број 3.

Делатности које EU BUILD д.о.о. обавља су консултантске активности у вези с пословањем и осталим управљањем.

Законски заступник привредног субјекта EU BUILD д.о.о. је др Зоран Ђорђевић дипл. инж. грађ., на функцији директора предузећа.

У наставку се налази извештај о регистрацији привредног субјекта EU BUILD д.о.о. Агенције за привредне регистре Републике Србије:

 8000035742335	ИЗВОД О РЕГИСТРАЦИЈИ ПРИВРЕДНОГ СУБЈЕКТА	 Република Србија Агенција за привредне регистре
ОСНОВНИ ИДЕНТИФИКАЦИОНИ ПОДАТАК		
Матични / Регистарски број	20699540	
СТАТУС		
Статус привредног субјекта	Активно привредно друштво	
ПРАВНА ФОРМА		
Правна форма	Друштво са ограниченом одговорношћу	
ПОСЛОВНО ИМЕ		
Пословно име	PREDUZEĆE ZA EDUKACIJU, KONSALTING I MENADŽMENT EU BUILD DOO BEOGRAD (STARI GRAD)	
Скраћено пословно име	EU BUILD DOO BEOGRAD	
ПОДАЦИ О АДРЕСАМА		
Адреса седишта		
Општина	Београд-Стари Град	
Место	Београд-Стари Град	
Улица	Пајсијева	
Број и слово	3	
Спрат, број стана и слово	/ /	
ПОСЛОВНИ ПОДАЦИ		
Подаци оснивања		
Датум оснивања	22. децембар 2010	
Време трајања		
Време трајања привредног субјекта	Неограничено	
Претежна делатност		
Шифра делатности	7022	
Назив делатности	Консултантске активности у вези с пословањем и осталим управљањем	
Остали идентификациони подаци		
Порески Идентификациони Број (ПИБ)	106884710	

Дана 13.11.2014. године у 09:57:06 часова

Страна 1 од 3

Слика бр. 1 – Извод о регистрацији привредног субјекта (страница 1/3)

РЗЗО Број	4000588675	
Контакт подаци		
Телефон 1	+381 11 2686707	
Факс	+381 11 2686707	
Интернет адреса	www.eubuild.rs	
Подаци о статусу / оснивачком акту		
<input type="checkbox"/> Постоји обавеза овере измена оснивачког акта	Датум важећег статута	<input type="text"/>
	Датум важећег оснивачког акта	<input type="text"/>

Законски (статутарни) заступници		
Физичка лица		
1. Име	Зоран	Презиме Ђорђевић
ЈМБГ	3107960710150	
Функција	Директор	
Ограничење супотписом	не постоји ограничење супотписом	

Чланови / Сувласници		
Подаци о члану		
Име и презиме	Бранислав Ђорђевић	
ЈМБГ	0503927710066	
Подаци о капиталу		
Новчани		
износ	датум	
Уписан: 500,00 EUR	<input type="text"/>	
износ	датум	
Уплаћен: 250,00 EUR, у противвредности од 26.397,90 RSD	20. децембар 2010	
	износ(%)	
Сувласништво удела од	100,00000	

Основни капитал друштва		
Новчани		

Дана 13.11.2014. године у 09:57:06 часова

Страна 2 од 3

Слика бр. 2 – Извод о регистрацији привредног субјекта (страница 2/3)

износ	датум
Уписан: 500,00 EUR	
Уплаћен: 250,00 EUR, у противвредности од 26.597,90 RSD	датум 20. децембар 2010

Регистратор, Миладин Маглов



Дана 13.11.2014. године у 09:57:06 часова

Страна 3 од 3

Слика бр. 3 – Извод о регистрацији привредног субјекта (страна 3/3)

1.2 Списак учесника у изради студије

Вођа тима:

др Зоран Ђорђевић, дипл. инж. грађ.

Аутори студије:

др Александар Цветановић, дипл. инж. грађ.

Слободан Аћимовић, дипл. екон.

Гојко Средовић, дипл. инж. електр.

Стефан Ћирковић, дипл. екон.

Сандра Егерић, маг. дипл. менаџ.

Богданка Огризовић, Асистент

1.3 Пројектни задатак

Увод и циљеви

Пракса изградње путева значајно се променила у посљедњих неколико деценија. Коришћење нових технологија довело је до побољшања квалитета коловоза и ефикасности изградње уз истовремено смањење утицаја на животну средину. **Нова пракса изградње**, заједно са одговарајућим структурним дизајном коловозне конструкције, може пружити значајна побољшања укупних перформанси и одрживости.

Одрживи путеви се граде тако да смање утицај на животну средину, а пројектовање узима у обзир циклусе животног пута који се могу унапредити на овом нивоу новим методама и иновацијама. Сам обим радова који се преузимају приликом изградње државних путева налаже да се истраже мере којима се даље може смањити утицај на животну средину.

Циљ израде ове студије је да се побољшају критична подручја изградње путева која могу имати значајан утицај на укупну одрживост:

- Потрошња горива (приликом транспорта материјала са локације, између постројења и локације, и саме грађевинске операције).
- Емисија издувних гасова и честица.
- Кашњења у саобраћају, загушења и емисије буке настале током изградње.
- Перформансе коловоза и укупни животни век (као резултат квалитета градње).

Документа која су основа за израду Студије:

- Политика заштите животне средине у ЈП „Путеви Србије“ (2008)
- Национална стратегија одрживог коришћења природних ресурса и добара („Сл. гласник РС“, бр. 33/12)
- Стратегија управљања отпадом за период 2010 – 2019. године („Сл. гласник РС“, бр. 29/10)
- Национална стратегија одрживог развоја („Сл. гласник РС“, бр. 57/08)
- Други извештај Републике Србије према Оквирној конвенцији Уједињених нација о промени климе (2017, Министарство заштите животне средине) - Закон о путевима („Сл. гласник РС“, бр. 14/2018, 95/2018 и др. закон)
- Закон о планирању и изградњи („Сл. гласник РС“, бр. 72/2009, 81/2009 - испр., 64/2010 - одлука УС, 24/2011, 121/2012, 42/2013 - одлука УС, 50/2013 - одлука УС, 98/2013 - одлука УС, 132/2014, 145/2014, 83/2018, 31/2019 и 37/2019 - др. закон)
- Закон о заштити животне средине („Сл. гласник РС“, бр. 135/2004, 36/2009, 36/2009 - др. закон, 72/2009 - др. закон, 43/2011 - одлука УС, 14/2016, 76/2018, 95/2018 - др. закон и 95/2018 - др. закон)
- Закон о заштити ваздуха („Сл. гласник РС“, бр. 36/2009 и 10/2013)
- Уредба о условима за мониторинг и захтевима квалитета ваздуха („Сл. гласник РС“, бр. 11/2010, 75/2010 и 63/2013)

Израда студије

Студија разматра питања која ће пројекат учинити изводљивим или неизводљивим. Разматра различите аспекте примене система грађења у државном путном систему са најмањим утицајем на животну средину довољно детаљно да би се донела коначна одлука о томе на који начин да се уведу предложени системи. Указује да ли је употреба система грађења у државном путном систему са најмањим утицајем на животну средину изводљива у инжењерским условима, потврђује могуће трошкове и одлучује о методама које треба усвојити за пројектовање и изградњу.

У студији се разматра да ли ће предложене методе бити изводљиве у жељеном буџету, која је најбоља стратегија за развој будућих пројеката који ће инкорпорирати извођење путева са најмањим утицајем на животну средину, као и на које препреке и ограничења у финансирању, као и препреке и изазове у планирању и пројектовању на које би примена иновираних система могла да наиђе.

Студија се завршава припремом извештаја и закључка који документује његове налазе и наводи препоруке за наредну фазу примене система грађења са најмањим утицајем на животну средину у путној инфраструктури. Важно је у овој фази идентификовати кључне утицаје на животну средину и одрживост, краткорочно и дугорочно, како ће се бавити тим утицајима и како су ти утицаји већ формирали обим пројекта, локацију објекта, ограничења стратегије за развој или имплементацију.

У наставку се наводе нека од истраживања и приступи који могу бити полазна основа за проучавање овог питања.

Различити истраживачи су се бавили одрживошћу у изградњи инфраструктурних пројеката. Умер и сар. „*Sustainability assessment of roadway projects under uncertainty using Green Proforma: An index-based approach*“ развио је процену одрживости хијерархијског модела за пројекте коловоза користећи индекс заснован на зеленој основи, како би се проценило колико пројекат задовољава одрживост и како би се илустровало колико добро пројект коловоза испуњава своје циљеве одрживости.

Парк и сар. „*Quantitative Assessment of Environmental Impacts on Life Cycle of Highways*“ развили су модел за квалитативну процену како би утврдили утицаје животног циклуса аутопутева на животну средину. Модел узима у обзир четири фазе: производња грађевинског материјала, изградњу, одржавање/поправку и фазу рушења / рециклаже. Утврдили су да је потрошња енергије током фазе одржавања и поправке била највећа.

Барандика и сар. „*Applying life cycle thinking to reduce greenhouse gas emissions from road projects*“ развио је модел за смањење утицаја емисије гасова стаклене баште у изградње путева користећи процену животног циклуса. Открили су да су земљани радови главна активност и доприносе 60–85% укупних емисија у фази изградње. Нису узимали у обзир потрошњу примарне енергије која произлази из осветљења путева и потрошњу горива који произилазе из путничких аутомобила и грађевинске опреме.

Приступи за побољшање опште одрживости операција изградње пута/коловоза:

Циљеви	Унапређење одрживости	Економски утицај	Утицај на животну средину	Социјални утицај
Смањена потрошња горива и емисије	Смањење удаљености	Смањење трошкова за гориво	Смањење емисије гасова стаклене баште и загађивача ваздуха	
	Одабир опреме одговарајућег типа и величине за посао	Смањење трошкова за гориво, али потребна одређена инвестициона улагања	Смањење емисије гасова стаклене баште и загађивача ваздуха	
	Редукција празног хода у послу	Смањење трошкова за гориво, али потребна одређена инвестициона улагања да би се минимизирао	Смањење емисије гасова стаклене баште и загађивача ваздуха	Побољшан квалитет ваздуха

Циљеви	Унапређење одрживости	Економски утицај	Утицај на животну средину	Социјални утицај
		празан ход у послу		
	Употреба алтернативних горива	Варира	Смањење емисија	Побољшан квалитет ваздуха
	Модификовање грађевинске опреме или коришћење хибридне грађевинске опреме	Повећање трошкова због почетних инвестиционих улагања	Смањење емисије гасова стаклене баште и загађивача ваздуха	Побољшан квалитет ваздуха и могуће смањење буке током изградње
Смањена бука	Ограничење времена изградње	Може довести до смањења у ефикасности изградње	Може повећати ниво емисија ако се пролонгира изградња	Смањена бука и може утицати на квалитет ваздуха
	Одржавање опреме или модификација опреме	Повећани инвестициони трошкови	Без утицаја на животну средину	Смањена бука
Убрзана изградња	Ефикасно управљање саобраћајем и побољшане стратегије пропуштања возила	Смањење трошкова за гориво за кориснике пута	Може смањити застоје у саобраћају и пратеће емисије	Смањено ремећење саобраћаја
	Успостављање циљева за ниво учинка и мера за придржавање на градилиштима	Смањење трошкова за гориво за кориснике пута и јавно предузеће	Може смањити застоје у саобраћају и пратеће емисије	Смањено ремећење саобраћаја
	Коришћење софтвера за управљање пројектом (нпр. Microsoft Project), нарочито за фазно извршавање и управљање обуставом саобраћаја	Смањење трошкова за гориво за кориснике пута и јавно предузеће, повећање ангажовања ресурса у предузећу	Може смањити застоје у саобраћају и пратеће емисије	Смањено ремећење саобраћаја

Циљеви	Унапређење одрживости	Економски утицај	Утицај на животну средину	Социјални утицај
	Увођење интелигентних система за упозоравање и обавештавање	Повећани трошкови јавног предузећа	Може смањити застоје у саобраћају и пратеће емисије	Смањено ремећење саобраћаја и побољшана безбедност на градилишту
Контрола ерозије, отицајних вода и таложјења	Постављање препрека на ободу градилишта (ограде, бале сламе и др.)	Могуће повећање цене пројекта	Смањена седиментација, спречавање негативног утицаја на квалитет воде	Без директних социјалних утицаја
	Смањење деградираних површина	Могуће повећање цене пројекта	Смањене површине деградираних земљишта	Може смањити утицај на околне стамбене зоне
	Примена прекривки за контролу ерозије	Могуће повећање цене пројекта	Смањена седиментација	Може смањити утицај на околне стамбене зоне
	Одлагалишта / привремена сметлишта довољно удаљена од водотокова	Без значајних економских утицаја	Могуће спречавање негативног утицаја на квалитет воде	Могуће смањење негативног утицаја на квалитет воде
Побољшан квалитет градње у складу са захтевима инвеститора	Постигнута циљана густина и захтеви за уградњу и глаткоћу коловоза	Незнатне промене или без промена у цени пројекта	Смањење утицаја на животну средину коришћењем квалитетних материјала и дуготрајнијих коловозних конструкција/застора	Дуготрајније коловозне конструкције / застори и мање интервенција на путу

Табела бр. 1 - Приступи за побољшање опште одрживости операција изградње пута/коловоза

Садржај студије:

1. Општи део

- 1.1. Извод о регистрацији привредног субјекта
- 1.2. Списак учесника у изради студије
- 1.3. Пројектни задатак

2. Увод

2.1. Циљ израде студије

Дефинисати циљ израде на основу принципа еколошке одговорности, заштите потенцијала животне средине, објективности, економичности, стицања нових сазнања и сродних постулата.

2.2. Законска регулатива, директиве и препоруке

У оквиру ове тачке потребно је дати преглед (листу) важеће регулативе Републике Србије у области пројектовања коловозних конструкција, области рударства и употребе природних ресурса, управљања отпадом и других, а која је релевантна за увођење нових принципа пројектовања коловозних конструкција. Такође потребно навести кључне националне стратегије везане за предмет Студије.

Потребно је навести и регулативу Европске Уније која је од значаја за горе наведена питања (дати преглед садржаја прописа ЕУ у области пројектовања коловозних конструкција, уз нарочит осврт на циркуларну економију у регулативи ЕУ).

Извршити опсежну анализу литературе и трендова (различита јавна предузећа и надлежни органи, научни радови). Анализирати која су то прописи који омогућују коришћење побољшаних система грађења. Дати контекст у виду европских препорука.

2.3. Методологија израде студије

3. Одрживи путеви

- Дефинисати одрживе путеве.
- Навести примере одрживих путева у пракси
- Дефинисати животни циклус пута, а нарочито фазе изградње пута уз пратеће процесе
- На који начин се оцењује одрживост, који су то параметри (циљеви и приоритети пословања, перформансе, кост-бенефит, значај и дуготрајност, шири утицај, ризици и сл.). На који начин се оцењују утицаји на животну средину.

У наставку су наведени општи фактори изградње коловоза који утичу на одрживост система коловоза током животног циклуса:

- Потрошња енергије у вези са изградњом
 - Потрошња горива (приликом транспорта материјала са локације, између постројења и локације, и саме грађевинске операције).
- Утицај на околну област (укључујући емисије честица и гасова, буку, утицај на становнике и предузећа, као и утицај на мочваре и потоке).
 - Емисија издувних гасова и честица. ○ Кашњења у саобраћају, загушења и емисије буке настале током изградње.

- Конструисане карактеристике површине коловоза, које утичу на површинско трење (сигурност), буку и евентуално ефикасну потрошњу горива током фазе употребе.
- Перформансе коловоза и укупни животни век (као резултат квалитета градње).
Размотрити нарочито **циљеве/стратегије за побољшање одрживости изградње пута:**

1. смањена потрошња горива и емисије

- смањење удаљености
- одабир опреме одговарајућег типа и величине за посао
- редукција празног хода у послу
- употреба алтернативних горива
- модификовање грађевинске опреме и коришћење хибридне грађевинске опреме
- увођење софтвера, на нивоу пројектовања пута, за брзу анализу и квантификовање енергетских потреба у свим фазама пројектовања путева. Овакви софтвери кориснику омогућавају одабир материјала ниских енергетских отисака и узимају у обзир деградацију путева (пример: софтвер Joulesave2 или еквивалент. Joulesave2 развијен кроз пројекат Европске комисије Energy Conservation in Road Pavement Design, Maintenance and Utilisation (ECRPD))

2. смањена бука

3. убрзана изградња

4. контрола ерозије, отицајних вода и таложења

4. Идентификовање индикатора утицаја на животну средину

Потребно је квантификовати **индикаторе утицаја на животну средину који су повезани са пројектом изградње путева**. Развити Модел утицаја изградње на животну средину (МУИЖС) и представити методологију за развој овог модела. Модел решава главни проблем за пројектанте који желе да идентификују и квантификују индикаторе утицаја на животну средину у фази изградње путева.

Предлог методологије, може се мењати:

Дефинисати фазе МУИЖС, нпр.:

1. идентификовање скупова пројекта и процена граница животног циклуса;
2. дефинисање инпута за временски модул (време потребно за извршење), трошковни (трошкове животног циклуса) и еколошки модул (утицаја на животну средину и утрошена примарна енергија);
3. примену алгоритама за емисију;
4. приказ резултата предложеног модела.

Уз претходно наведено, идентификовање индикатора утицаја на животну средину извршити и кроз анализу литературе и на основу искуства одговорних извођача, одговорних пројектаната, других стручњака у тиму за израду студије. Задатак је да се у односу на искуство идентификују индикатори утицаја на животну средину са којим су се сусретали у својим пројектима.

Могући индикатори:

- утицај на емисије гасова стаклене баште (ГСБ)
- утицај на потенцијал еутрофикације (ПЕ)
- утицај на потенцијал ацидификације (ПА)
- утицај на здравље људи (ЉЗ) (утицај $PM_{2.5}$ и PM_{10})
- утицај на редукцију озона
- утицај на смог

Коришћење природних ресурса током фаза изградње, рада и одржавања пројекта је повезано са индикаторима утицаја на животну средину.

5. Идентификовање активности на извођењу пројекта и елементи система процене животног циклуса

Дефинисати активности при извођењу путева. Сваку активност потребно дефинисати кроз време потребно за извршење, трошкове животног циклуса, индикаторе утицаја на животну средину и укупну примарну енергију за сваку активност.

Извођење путева посматрати кроз осврт и на остале фазе животног циклуса пута:

1. фаза производње (материјали, делови, комплетне конструкције...)
2. фаза транспорта
3. фаза изградње
4. фаза одржавања
5. фаза експлоатације
6. фаза рециклаже
7. фаза деконструкције тј. шта се у овој фази животног циклуса пута може учинити што ће позитивно утицати и на остале фазе, односно смањење утицаја на животну средину као ланчана реакција на одлуке донете у овој фази.

6. Софтверско праћење утицаја изградње на индикаторе животне средине

Дати предлог (идејно решење) за софтверско праћење утицаја изградње на индикаторе животне средине (у склопу развој информационог модела изградње који ће бити део софтверских алата система енергетског менаџмента) - приказ индикатора утицаја на животну средину у односу на потребно време, трошкове животног циклуса, укупних индикатора утицаја на животну средину и примарне енергије и др.

Нпр. комбиновање софтвера за пројектовање типа Autodesk Revit / Auto CAD или еквивалента, и дефинисање параметара изградње у софтверу типа COPERT (стандардни ЕУ калкулатор емисије возила који користи податке о возном парку, километражу, брзину и друге податке као што је температура околине и израчунава емисије и потрошњу енергије) или еквивалент. Софтвер мора бити такав да се могу унети информације о гориву, информације о возилу, подаци о улазној флоти возила и сл.). Софтвер мора бити open-source и компатабилан са системима које користи ЈП „Путеви Србије“, односно да постоји могућност интеграције са локалном базом података.

7. Анализа трошкова и утицаја на животну средину

Дати теоретски пример, уважавајући све наведене фазе животног циклуса пута, трошкова примене предложених система са смањеним утицајем на животну средину у изградњи путне инфраструктуре и временски дијаграм исплативости такве инвестиције представљен не само кроз финансијски сегмент, већ и кроз емисије угљен-диоксида (CO₂), односно угљендиоксид еквивалента (eCO₂).

8. Извештај о извршеним анализама

За квалитетну израду студије, добављач је обавезан да о свом трошку постави опрему тј. уређаје и изврши мерење параметара квалитета ваздуха у реалном времену и то обавезно PM₁₀ и PM_{2.5}, а ако опрема има могућност приказа и других параметара, укључити те параметре у преглед. Уређаји морају бити еталонирани и да имају важеће уверење од стране лабораторије. Опрема ће се поставити на једној локацији у договору са наручиоцем.

Вредности са ове локације (уз придружене податке са других локација где су раније рађена мерења истих параметара у току извођења радова) служиће као референтне вредности. Прокоментарисати налазе у контексту Студије.

9. Закључак

10. Прилози

11. Литература

Садржај студије може се променити у договору са наручиоцем.

2 Увод

2.1 Циљ израде студије

Један од циљева савремених транспортних политика у различитим земљама света, је успостављање одрживог транспортног система, који, у складу са препорукама стручне јавности и бројних докумената на глобалном нивоу, треба да обезбеди виши степен интегрисаности између урбаних и руралних средина, бржи економски развој, пораст здравствене заштите и социјалну једнакост.

Последњих неколико деценија пракса изградње путева се значајно променила. Употреба нових технологија довела је до побољшања самог квалитета коловоза као и ефикасности изградње, а уз истовремено смањење утицаја на животну средину. Нова пракса изградње, заједно са одговарајућим структурним дизајном коловозне конструкције, може пружити значајна побољшања укупних перформанси и одрживости.

Одрживи путеви граде се тако да смање утицај на животну средину, а пројектовање узима у обзир циклусе животног пута који се могу унапредити на овом нивоу новим методама и иновацијама. Сам обим радова који се преузимају приликом изградње државних путева налаже да се истраже мере којима се даље може смањити утицај на животну средину.

Зелени путеви су друмске саобраћајнице будућности, засноване на потреби постојања баланса између заштите животне средине, економског просперитета и друштвеног развоја, као актуелну основу одрживости. Значи, може се закључити да је основни предуслов за планирање, изградњу и функционисање ових саобраћајница, заједничка платформа деловања јавног и приватног сектора, уз неопходну подршку државних власти.¹

Студија разматра различите аспекте примене система грађења у државном путном систему са најмањим утицајем на животну средину довољно детаљно да би се донела коначна одлука о томе на који начин да се уведу предложени системи. Студија указује да ли је употреба система грађења у државном путном систему са најмањим утицајем на животну средину изводљива у инжењерским условима, потврђује могуће трошкове и одлучује о методама које треба усвојити за пројектовање и изградњу.

Циљ израде ове студије је да се побољшају критична подручја изградње путева која могу имати значајан утицај на укупну одрживост:

- Потрошња горива (приликом транспорта материјала са локације, између постројења и локације, и саме грађевинске операције).

¹ <file:///G:/My%20Drive/YU%20Build/Consulting/Primena%20sistema%20gra%C4%91enja%20-%20Putevi%20Srbije/Stefan/81-Article%20Text-334-1-10-20190426.pdf>

- Емисија издувних гасова и честица (одабир опреме одговарајућег типа у величине за посао, редуција празног хода у послу и употреба алтернативних горива).
- Кашњења у саобраћају, загушења и емисије буке настале током изградње (ефикасно управљање саобраћајем и побољшане стратегије пропуштања возила, успостављање циљева за ниво учинка и мера за придруживање на градилиштима, увођење интелигентних система за упозоравање и обавештавање).
- Перформансе коловоза и укупни животни век (као резултат квалитета градње).

2.2 Законска регулатива

2.2.1 Важећа регулатива Републике Србије

Важећа регулатива Републике Србије у области пројектовања коловозних конструкција, области рударства и употребе природних ресурса, управљања отпадом итд., обухваћена је следећим документима:

1. Закон о планирању и изградњи (Сл. гласник РС, бр. 72/2009, 81/2009, 37/2019 - др. закон)
2. Закон о путевима (Сл. гласник РС, бр. 41/2018, 95/2018 и др. закон)
3. Закон о рударству и геолошким истраживањима
4. Закон о заштити животне средине (Сл. гласник РС, бр. 135/2004, 36/2009, 36/2009, 95/2018 - др. закон)
5. Закон о управљању отпадом (Сл. Гласник РС, бр. 36/2009, 88/2010, 14/2016 и 95/2018 – др. закон)
6. Закон о заштити природе (Сл. Гласник РС, бр. 36/2009, 88/2010, 91/2010 - испр., 14/2016 и 95/2018 – др. закон)
7. Закон о заштити ваздуха (Сл. гласник РС, бр. 36/2009 и 10/2013)
8. Национална стратегија одрживог коришћења природних ресурса и добара (Сл. гласник РС, бр. 33/12)
9. Политика заштите животне средине у ЈП „Путеви Србије“ (2008)
10. Стратегија управљања отпадом за период 2010 – 2019. године (Сл. гласник РС, бр. 29/10)
11. Уредба о условима за мониторинг и захтевима квалитета ваздуха (Сл. гласник РС, бр. 11/2010, 75/2010 и 63/2013)
12. Други извештај Републике Србије према Оквирној конвенцији Уједињених нација о промени климе (2017, Министарство заштите животне средине)

Закон о путевима (Сл. гласник РС, бр. 41/2018, 95/2018 и др. закон)²

Овим законом уређује се правни положај јавних и некатегорисаних путева, услови и начин управљања, заштите и одржавања јавних путева, посебни услови изградње и реконструкције јавних путева, извори и начин финансирања изградње, реконструкције, заштите и одржавања путева, стицање права својине, инспекцијски надзор, као и друга питања од значаја за управљање, изградњу, реконструкцију, заштиту и одржавање јавних путева.

Неке од значајнијих одредби за пројектовање путаве које су дефинисане овим Законом су:

- Члан 46, заштита јавног пута од воде, снежних лавина, буке, заслепљујућих ефеката и других штетних утицаја,
- Члан 69, рехабилитација јавног пута,
- Члан 78, планирање, пројектовање и изградња јавних путева,
- Члан 79, изградња и реконструкција јавних путева,

Закон о управљању отпадом (Сл. Гласник РС, бр. 36/2009, 88/2010, 14/2016 и 95/2018 – др. закон)³

Овим законом уређују се: врсте и класификација отпада; планирање управљања отпадом; субјекти управљања отпадом; одговорности и обавезе у управљању отпадом; организовање управљања отпадом; управљање посебним токовима отпада; услови и поступак издавања дозвола; прекогранично кретање отпада; извештавање о отпаду и база података; финансирање управљања отпадом; надзор, као и друга питања од значаја за управљање отпадом.

Такође, овим Законом дефинисано је следеће:

- Чланом 3, начин управљања отпадом,
- Чланом 4, изузеци од примене,
- Чланом 5, отпад од грађења и рушења
- Чланом 6, начела,
- Чланом 25 и 26, одговорност произвођача,
- Чланом 27, одговорност власника и држаоца отпада,
- Чланом 36, складиштење отпада,
- Чланом 53, управљање отпадом који садржи, састоји се или је контаминиран дуготрајним органским загађујућим материјама (ПОПс отпад)
- Чланом 54, управљање отпадом који садржи азбест,

Правно могућа решења уређивања:

1. Национални извори:
 - Устав РС
 - Закон о управљању отпадом
2. Извори ЕУ:

² <https://www.paragraf.rs/propisi/zakon-o-putevima.html>

³ https://www.paragraf.rs/propisi/zakon_o_upravljanju_otpadom.html

- Оквирна Директива о отпаду 2009/98/ЕЦ
- Уредба (ЕУ) Европског Парламента и Савета бр. 305/2011
- ЕУ директиве о посебним токовима отпада

Стратегија управљања отпадом за период 2010 – 2019. године (Сл. гласник РС, бр. 29/10)⁴

Стратегија управљања отпадом представља основни документ који обезбеђује услове за рационално и одрживо управљање отпадом на нивоу Републике Србије. Стратегија мора бити подржана већим бројем имплементационих планова за управљање посебним токовима отпада (биоразградиви, амбалажни и други). Утврђивање економских инструмената и финансијских механизма је неопходно како би се осигурао систем за домаћа и инострана улагања у дугорочно одрживе активности. Такође, стратегија разматра потребе за институционалним јачањем, развојем законодавства, спровођењем прописа на свим нивоима, едукацијом и развијањем јавне свести. Стратегија управљања отпадом:

- дређује основну оријентацију управљања отпадом за наредни период, у сагласности са политиком ЕУ у овој области и стратешким опредељењима Републике Србије;
- усмерава активности хармонизације законодавства у процесу приближавања законодавству ЕУ;
- идентификује одговорности за отпад и значај и улогу власничког усмеравања капитала;
- поставља циљеве управљања отпадом за краткорочни и дугорочни период;
- утврђује мере и активности за достизање постављених циљева.

Грађевински отпад и отпад од рушења – грађевински отпад укључује: земљу од ископа, отпад од рушења и грађења (отпад од керамике, бетона, гвожђа, челика, пластика и др.), као и отпадни асфалт и бетон.

Одрживо управљање отпадом – ефикасно коришћење материјалних ресурса, смањење количине отпада која се производи, а када је отпад произведен поступање са њим на начин који активно доприноси економским, социјалним и еколошким циљевима одрживог развоја.

Политика ЕУ у управљању отпадом – Тематска стратегија ЕУ о превенцији и рециклажи отпада, позната као Тематска стратегија ЕУ о отпаду, има за циљ спречавање настајања отпада, као и коришћење отпада као ресурса, пре свега за добијање секундарних сировина и енергије. Са друге стране, упозорава се да интерно тржиште мора олакшати активности рециклаже и поновне употребе уз постављање високих стандарда заштите животне средине. Као предуслов достизања наведених циљева, потребно је модернизовати постојећи регулаторни оквир који се огледа кроз увођење анализе

⁴ <http://www.pravno-informacioni-sistem.rs/SlGlasnikPortal/reg/viewAct/011043b3-7cee-4488-ba2c-e95f95271713>

животног циклуса у политику управљања и поједностављење и појашњење законодавства о отпаду ЕУ.

У оквиру регулативе и планских докумената ЕУ, све више се промовише смањење настајања отпада, што би смањило проблем отпада на самом извору. Постоји, међутим, значајна разлика у примени овог принципа у земљама чланицама ЕУ. Процент рециклаже отпада се креће од 10 до 65%, а проценат одлагања отпада на депоније од 10% до 90%. Принцип смањења количине отпада обухвата иницијативе за увођење чистије технологије, и свеобухватне кампање ширења јавне свести код становништва, у школама и сл. Политика ЕУ о отпаду наглашава развој мера као што су:

- промовисање чистије производње;
- уклањање опасних карактеристика отпада третманом;
- успостављање техничких стандарда који би ограничили садржај одређених опасних материја у производима;
- промовисање поновног коришћења и рециклаже отпада;
- примена економских инструмената;
- анализа животног циклуса производа;
- развој система еко-обележавања.

Спровођење политике заштите животне средине заснива се на принципу предострожности и принципу превенције, наиме, свака активност мора бити планирана и спроведена на начин да проузрокује најмању могућу промену у животној средини и да представља најмањи ризик по животну средину и здравље људи и здравље животиња, смањи оптерећење простора и потрошњу сировина и енергије у изградњи, производњи, дистрибуцији и употреби. Принципи управљања отпадом који су заједнички свим директивама ЕУ у овој области релевантни су у процесу планирања управљања отпадом:

- Принцип превенције – обезбедити очување природе и природних ресурса, путем смањења произведених количина отпада.
- Принцип предострожности – обезбедити смањење утицаја отпада на здравље људи и животну средину, као и смањење количина опасних супстанци у отпаду.
- Принцип „загађивач плаћа” – обезбедити да произвођачи отпада и загађивачи животне средине носе трошкове и одговорност за своје поступке.
- Принцип близине – обезбедити адекватну инфраструктуру путем оснивања интегрисаног и адекватног система и мреже постројења за третман и одлагање отпада заснованог на принципу близине и бриге о сопственом отпаду.

Грађевински отпад и отпад од рушења – Грађевински отпад укључује отпад који настаје приликом градње грађевина, реконструкције, одржавања или рушења постојећих грађевина, као и отпад настао од ископаног материјала, који се не може без претходне обраде користити. У просеку садржи: земљу од ископа 75%, отпад од рушења и грађења (отпад од керамике, бетона, гвожђа, челика, пластика и др.) 15–25%, као и отпадни асфалт и бетон 5–10%. Грађевински отпад је, према Каталогу отпада, разврстан у групу са индексним бројем отпада 17 00 00. Процењује се да у Републици Србији годишње

настаје око 1 милион т грађевинског отпада и отпада од рушења. Грађевински отпад у Републици Србији завршава на депонијама комуналног отпада, а користи се и као инертан материјал за прекривање отпада на депонији. Рециклажа грађевинског отпада не постоји (у малим количинама се рециклира асфалт), иако се поново може употребити око 80% грађевинског отпада.

Отпад који садржи азбест – Збрињавање отпада који садржи азбест у Републици Србији није решено. Отпад који садржи азбест може се наћи у грађевинском отпаду.

Отпад од експлоатације минералних сировина и отпад од енергетике – Интензивна дугогодишња експлоатација минералних сировина у рударским басенима у Републици Србији, поред исцрпљивања необновљивих природних ресурса и загађења воде и ваздуха довела је до значајног разарања и деградације земљишта. Ова појава је нарочито изражена у Колубарском и Костолачком басену где се врши експлоатација лигнита који лежи испод најквалитетнијих земљишта. Површинским коповима и одлагалиштима јаловине у великим рударским басенима деградирано је око 40.000 ha земљишта. Од тога природном и вештачком рекултивацијом (до сада само озелењавањем) обухваћено је мање од 20% површина. Отпад од експлоатације минералних сировина је разврстан у групу отпада 01 00 00, а отпад из енергетике у групу 10 01 00 према Каталогу отпада. У АП Војводини постоје привремене депоније исплаке од нафтних бушотина. За одлагање овог отпада изграђена је депонија у Новом Милошеву и решено је коначно одлагање 600.000 m³ исплаке. Овај отпад је разврстан у групу 01 05 00. Термоелектране које користе лигнит стварају око 5 милиона тона летећег пепела годишње, који се неадекватно складишти (покрива подручје од око 1.800 ha). Процењује се да се на одлагалиштима у Републици Србији налази око 170 милиона тона пепела из термоелектрана.

Активности по појединим токовима отпада

Грађевински отпад и отпад од рушења – Потребно је спречити неконтролисано одлагања грађевинског отпада у животној средини. Грађевински отпад се не сме трајно одлагати на месту настанка нити на локацијама које нису за то предвиђене. Власник грађевинског отпада сноси трошкове управљања грађевинским отпадом и дужан је да обезбеди услове за одвојено сакупљање и привремено складиштење грађевинског отпада. Такође је потребно да локалне самоуправе планским документима одреде локације за одлагање грађевинског отпада. Финансирање и одржавање локација обезбедиће ће се наплатом накнада за транспорт и одлагање власнику грађевинског отпада. Потребно је увести обавезну рециклажу грађевинског отпада на стационарном или мобилном постројењу. Отпад од рушења је потребно раздвајати и поступати са њим у складу са законом (папир, стакло и пластика одвојити из грађевинског отпада и предати лицима која врше сакупљање или третман). Рециклирати се може бетон, асфалт, камен и др.

Отпад који садржи азбест – Отпад који садржи азбест је посебна категорија и одвојено се сакупља, пакује, складишти и одлаже, а подаци о томе се достављају Агенцији. Азбестни отпад мора се припремити за транспорт и одлагање поступцима површинског очвршћивања или солидификације или уништавањем азбестних влакана, тако да се

спречи ослобађање и разношења азбестних влакана у животну средину. Слабо везани азбестни отпад мора се упакovati у одговарајућу непропусну сертификовану амбалажу. Азбестни отпад мора се пре одлагања третирати, упакovati и прекрити на начин да се избегне испуштање азбестних влакана или прашине у ваздух или изливања течности које садрже азбестна влакна. Азбестни отпад се може одложити на депонију неопасног отпада без претходне анализе елуата, ако је познато његово порекло, а под условом да: не садржи друге опасне материје осим чврсто везаног азбеста; укључује грађевински отпад који садржи чврсто везани азбестни отпад и буде одложен у посебне касете за азбестни отпад, одвојено од осталог отпада на депонији. Касете где је затворен и одложен азбестни отпад не треба отварати, како би се спречило ослобађање азбестних влакана и прашине у животну средину.

Отпад од експлоатације минералних сировина и отпад из енергетике – Управљање отпадом од експлоатације минералних сировина у надлежности је Министарства рударства и енергетике. Потребно је увести принципе чистије производње приликом експлоатације минералних сировина и ВАТ и ВЕР. Потребно је промовисати и радити на искоришћењу отпада из рударства. Потребно је рекултивисати постојеће депоније летећег пепела од сагоревања угља у термоелектранама и пепео користити у изградњи путева, грађевинарству и производњи грађевинских материјала, где је то оправдано и могуће. У примени је нова технологија припреме, транспорта и одлагања пепела из термоелектрана у односу 1:1. Податке о количинама овог отпада сакупља Агенција.

Закон о заштити животне средине (Сл. гласник РС, бр. 135/2004, 36/2009, 36/2009, 95/2018 - др. закон)⁵

Грађевински објекти најчешће су изграђени од материјала који лоше утичу на здравље и животну средину. Велико учешће у отпаду има грађевински отпад.
Домаће законодавство, Закон о заштити животне средине:

- Члан 9, начела заштите животне средине,
- Члан 36, процена утицаја пројета на животну средину

Политика заштите животне средине у ЈП „Путеви Србије“

Политика заштите животне средине ЈП „Путеви Србије“ тежи у свом домену ка смањењу доприноса путног сектора загађењу ваздуха, вода и земљишта, буци, глобалном отопљењу, као и смањењу ризика у транспорту опасних терета.

Циљ заштите животне средине у сектору државних путева је остварење инфраструктуре која је прлагођена природном и културном окружењу, на начин да се природни ресурси чувају, а утицаји саобраћаја имају подношљив/прихватљив утицај на здравље и добробит људи.

Закон о заштити ваздуха (Сл. гласник РС, бр. 36/2009 и 10/2013)⁶

⁵ https://www.paragraf.rs/propisi/zakon_o_zastiti_zivotne_sredine.html

⁶ https://www.paragraf.rs/propisi/zakon_o_zastiti_vazduha.html

Овим законом уређује се управљање квалитетом ваздуха и одређују мере, начин организовања и контрола спровођења заштите и побољшања квалитета ваздуха као природне вредности од општег интереса која ужива посебну заштиту.

Одредбе овог закона не примењују се на загађења проузрокована радиоактивним материјама, индустријским удесима и елементарним непогодама.

Овим Законом уређена су питања:

- контроле квалитета ваздуха,
- захтеви квалитета ваздуха,
- стратегије, планови и програми,
- мере за побољшање квалитета ваздуха,
- послови мерења емисије и нивоа загађујућих материја у ваздуху,
- информисање и извештавање,
- информациони системи,
- финансирање заштите и побољшања квалитета ваздуха,
- надзор,
- надлежности за решавање о жалби и
- казнене одредбе.

Национална стратегија одрживог коришћења природних ресурса и добара (Сл. гласник РС, бр. 33/12) ⁷

Национална стратегија одрживог коришћења природних ресурса и добара (у даљем тексту: Национална стратегија) се састоји од три дела:

ДЕО ПРВИ садржи уводна разматрања са основним информацијама о правном основу и разлозима за доношење документа, структури документа и процесу припреме, значају и вези са другим стратешким документима. Дате су дефиниције природних ресурса и природних добара, подела природних ресурса, а дефинисани су и главни, основни циљеви Националне стратегије, уз наглашен значај координисаног међусекторског управљања природним ресурсима. Наведене су скраћенице и изрази који се користе у тексту, као и дефиниције. Начела одрживог развоја у националној политици управљања природним ресурсима и добрима су такође садржана у првом делу документа.

ДЕО ДРУГИ обухвата стратешка опредељења и Анекс, који је одштампан уз ову стратегију и чини њен саставни део. У Анексу су садржани подаци који се односе на анализу стања и досадашњег степена истражености природних ресурса и добара по врстама, просторном распореду, разноврсности, обиму и квалитету, процени утицаја њиховог коришћења на животну средину, билансне категорије (просторне и временске функције, количине, квалитет, угроженост, обновљивост, стратешке резерве и сл.) и предвиђање трендова промене стања. Основни, други део документа се састоји од седам одељака, у којима се дефинишу оквири за одрживо коришћење за кључне природне ресурсе: минералне ресурсе (металичне, неметаличне и фосилна горива);

⁷ <http://www.pravno-informacioni-sistem.rs/SlGlasnikPortal/eli/rep/sgrs/vlada/strategija/2012/33/1/reg>

обновљиве изворе енергије; шумске ресурсе; заштићена подручја, биодиверзитет, геодиверзитет и предео диверзитет; рибље ресурсе; водне ресурсе и земљиште. У овом делу разматрани су начини вредновања и услови одрживог коришћења природних ресурса и добара, еколошко-просторна основа о потенцијалима природних ресурса и добара, услови за постепену супституцију природних ресурса, као и смернице за даља истраживања у области појединачних природних ресурса и добара и за потребе планирања, односно доношење планова и програма. За сваки природни ресурс приказани су устаљени начини управљања, дат је стратешки, законски и институционални оквир, дефинисани циљеви (општи и специфични) и изазови за њихово одрживо коришћење за наредну декаду, као и мере за остваривање циљева.

ДЕО ТРЕЋИ представља завршни део и односи се на социо-економску и планско развојну анализу стратешких приоритета истраживања и коришћења природних ресурса. Овај део садржи две главе, од којих се једна односи на економске и социјалне утицаје Националне стратегије, а друга на реализацију Националне стратегије. У овом делу разматрани су економски ефекти искоришћења природних ресурса и економски циљеви и изазови њиховог одрживог коришћења. У закључним поглављима дати су потенцијални утицаји Националне стратегије на друштвену и економску сферу, као и вероватни трошкови, извори финансирања и изазови који се постављају пред реализацију Националне стратегије.

2.2.2 Важећа регулатива Европске Уније

Важећа регулатива Европске Уније у области пројектовања коловозних конструкција и циркуларне економије, обухваћена је првенствено у следећим документима:

1. Комуникација Комисије Европском парламенту, Већу, Европском економском и социјалном комитету и Одбору регија – Нови акциони план за циркуларну економију "За чишћу и конкурентнију Европу" (COM/2020/98 final), анекс - COM(2020) 98 final,
2. Комуникација Комисије – Европски зелени план (COM/2019/640 final),
3. Директива 2011/92/EU Европског парламента и Савета од 13. децембра 2011. о процени утицаја одређених јавних и приватних пројеката на животну средину,
4. Уредба (ЕУ) бр. 1315/2013 о смерницама Уније за развој трансевропске саобраћајне мреже, посебно чланови 17 и 39,
5. Директива 2008/96/ЕС о управљању безбедношћу путне инфраструктуре,
6. Директива Комисије (ЕУ) 2020/367 од 4. марта 2020. о измени Прилога III Директиве 2002/49/ЕС Европског парламента и Савета у погледу успостављања метода процене штетних утицаја буке у околини,
7. Директива Савета 99/31/ЕС о депонијама,
8. Директива Савета 2008/98/ЕС о отпаду која замењује и допуњује Оквирну директиву 75/442/ЕЕС, 2006/12/ЕС,

9. Директива Савета 92/43/ЕЕА од 21. маја 1992. о очувању природних станишта и дивље фауне и флоре,
10. Директива 2000/60/ЕС Европског парламента и Савета од 23. октобра 2000. о успостављању оквира за деловање Заједнице у области водене политике,
11. Директива 2001/42/ЕС Европског парламента и Савета од 27. јуна 2001. о процени утицаја одређених планова и програма на животну средину,
12. Директива 2009/31/ЕС Европског парламента и Савета од 23. априла 2009. о геолошком складиштењу угљен-диоксида,
13. Директива 2008/50/ЕС Европског парламента и Савета од 21. маја 2008. о квалитету амбијенталног и чистијем ваздуху за Европу,
14. Директива 2018/2001 Европског парламента и Савета од 11. децембра 2018. о подстицању коришћења енергије из обновљивих извора,
15. Директива 2004/107/ЕС Европског парламента и Савета од 15. децембра 2004. о арсену, кадмијуму, живи, никлу и полицикличким ароматским угљоводонцима у спољном ваздуху,

Нови акциони план за циркуларну економију (COM/2020/98 final) најављује иницијативе током животног циклуса производа, са нагласком на њихов дизајн, промовисање основних начела кружне економије, подстицање одрживе потрошње и осигурање очувања ресурса који се користе у економији ЕУ што је дуже могуће.

Главни циљеви дефинисани Европским зеленим планом (COM/2019/640 final) односе се на емисије гасова са ефектом стаклене баште. ЕУ ће постати климатско неутрална до 2050. године, што је и главни циљ Европског зеленог плана, и од сада ће се све јавне политике у ЕУ посматрати кроз призму одрживости. Европска транзиција ка одрживој економији представља значајно улагање у све секторе економије, посебно транспорт, енергетику, пољопривреду, грађевинарство и индустрије попут челика, цемента, ИКТ, текстил и хемикалије.

Директива 2011/92/EU о процени утицаја одређених јавних и приватних пројеката на животну средину се примењује на процену утицаја јавних и приватних пројеката на животну средину који могу имати значајне утицаје на животну средину.

Уредба (ЕУ) бр. 1315/2013 о смерницама Уније за развој трансевропске саобраћајне мреже утврђују се смернице за развој трансевропске саобраћајне мреже која садржи двослојну структуру која се састоји од свеобухватне мреже и основне мреже, а последња се успоставља на основу свеобухватне мреже, идентификују пројекти од заједничког интереса и прецизирају захтеви које треба испунити за управљање инфраструктуром трансевропске транспортне мреже, утврђује приоритете за развој и предвиђене су мере за спровођење трансевропске саобраћајне мреже.

Директива 2008/96/ЕС о управљању безбедношћу путне инфраструктуре захтева успостављање и примену поступака у вези са проценама утицаја на безбедност на путевима, ревизијама безбедности на путевима, управљањем безбедносним инспекцијама и безбедносним инспекцијама од стране држава чланица и примењује на путеве који су део трансевропске путне мреже, без обзира да ли су у фази пројектовања, у изградњи или у раду.

Циљ **Директиве 2002/49/ЕС Европског парламента и Савета у погледу успостављања метода процене штетних утицаја буке у околини** је да дефинише заједнички приступ који има за циљ да избегне, спречи или смањи на приоритетни начин штетне ефекте, укључујући неугодност, услед излагања буци околине. Ова Директива такође има за циљ да пружи основу за развијање мера Заједнице за смањење буке коју емитују главни извори, нарочито друмска и железничка возила и инфраструктура, ваздухопловство, спољна и индустријска опрема и покретне машине.

Директива Савета 99/31/ЕС о депонијама дефинише категорије отпада и врсте депонија, захтеве за третман отпада пре одлагања и захтеве за смањење одлагања биоразградивог отпада, успостављање система дозвола за одлагање на депонији и забрањује одлагање на депоније: течни, запаљиви, експлозивни, заразни, медицински отпад, старе гуме и друге врсте отпада. Транспонована је кроз Закон о управљању отпадом ("Службени гласник РС", бр. 36/09, 88/10 и 14/16) и Уредбу о одлагању отпада ("Службени гласник РС", бр. 92/10).

Циљ **Директива Савета 92/43/ЕЕА о очувању природних станишта и дивље фауне и флоре** је да допринесе осигуравању биолошке разноликости кроз очување природних станишта и дивље фауне и флоре на европском територију држава чланица на које се примењује Уговор.

Сврха **Директиве 2000/60/ЕС о успостављању оквира за деловање Заједнице у области водене политике** је да успостави оквир за заштиту унутрашњих површинских вода, прелазних вода, приобалних и подземних вода који спречава даље погоршање и штити и побољшава стање водених екосистема и, између осталог, има за циљ појачану заштиту и побољшање воденог окружења, кроз посебне мере за прогресивно смањење испуштања, емисија и губитака приоритетних материја и престанка или поступног укидања испуштања емисија, осигурава прогресивно смањење загађења подземне воде и спречава њено даље загађење, и доприноси ублажавању последица поплава и суша.

Циљ **Директиве 2001/42/ЕС о процени утицаја одређених планова и програма на животну средину** је да обезбеди висок ниво заштите животне средине и да допринесе интеграцији еколошких аспеката у припрему и усвајање планова и програма ради промовисања одрживог развоја, обезбеђујући да се, у складу са овом директивом, врши процена заштите животне средине за одређене планове и програме који могу имати значајне утицаје на животну средину.

Директивом 2008/50/ЕС о квалитету амбијенталног и чистијег ваздуха за Европу су утврђене мере усмерене на дефинисање и успостављање циљева квалитета амбијенталног ваздуха чији је циљ избегавање, спречавање или смањење штетних утицаја на здравље људи и животну средину у целини, процена квалитета спољног ваздуха у државама чланицама на основу заједничких метода и критеријума, прибављање информација о квалитету спољног ваздуха ради помагања у борби против загађења ваздуха и сметњи и праћење дугорочних трендова и побољшања проистеклих из националних и мера Заједнице, осигуравање да такве информације о квалитету

спољног ваздуха буду доступне јавности, одржавање квалитета ваздуха тамо где је добар и побољшање у другим случајевима, промовисање веће сарадње између држава чланица у смањењу загађења ваздуха.

2.3 Методологија израде студије

Студија „Примене система грађења у државном путном систему са најмањим утицајем на животну средину уз осврт на животни циклус пута“ разматра различите аспекте примене система грађења у државном путном систему са најмањим утицајем на животну средину довољно детаљно да би се донела коначна одлука о томе на који начин да се уведу предложени системи. Указује да ли је употреба система грађења у државном путном систему са најмањим утицајем на животну средину изводљива у инжењерским условима, потврђује могуће трошкове и одлучује о методама које треба усвојити за пројектовање и изградњу.

Студија разматра да ли ће предложене методе бити изводљиве, која је најбоља стратегија за развој будућих пројеката који ће инкорпорирати извођење путева са најмањим утицајем на животну средину, као и на које препреке и ограничења у финансирању, као и препреке и изазове у планирању и пројектовању на које би примена иновираних система могла да наиђе.

Студија се завршава припремом извештаја и закључка који документује његове налазе и наводи препоруке за наредну фазу примене система грађења са најмањим утицајем на животну средину у путној инфраструктури.

У овој фази идентификовани су кључни утицаји на животну средину и одрживост, како се тим утицајима треба бавити и како су ти утицаји већ формирали обим пројекта, локацију објекта, ограничења стратегије за развој или имплементацију.

3 Одрживи путеви

Одрживи путеви треба да задовоље функционалне потребе животног циклуса друштвеног развоја и економског раста уз истовремено смањење негативних утицаја на животну средину и потрошњу природних ресурса.⁸

FNWA⁹ сматра одрживе аутопутеве саставним делом одрживог развоја. Карактеристике одрживости пројекта аутопута или саобраћајнице треба проценити и размотрити за примену током целог животног циклуса, од замишљања до изградње, рада и одржавања.

3.1 Одрживи путеви у пракси¹⁰

Принцип уштеде ресурса рециклирањем путева одавно је пронашао своју примену у европским земљама.

У Француској, пример представљен у даљем тексту, представља технику **хладног рециклирања на лицу места** (cold in – place recycling) уз примену емулзије битумена примењене на деоници пута 1089, некада националном путу 89 (Bordeaux – Lyon), у департману Жиронда, који повезује границу Дордоње на северу, са аутопутем А89 код Бордоа.



Слика бр. 4 - Техника хладног рециклирања (cold in – place recycling) - Француска¹¹

⁸ <https://www.sustainablehighways.org/203/what-is-a-sustainable-highway.html>

⁹ Савезна управа за аутопутеве

¹⁰ <https://sustainableroads.eu/results/>

¹¹ <https://sustainableroads.eu/results/>

У Мађарској, реч је о путу 31, покрајина Хевеш у североисточном делу Мађарске, на граници Алфелда (велика мађарска низија). Главне активности на којима је радио тим мађарских пројектаната **су контрола потрошње горива, потрошње електричне енергије и редукација дужине транспорта асфалтне смеше из фабрике у којој се производи.**

Конструкција је састављена од четири слоја:

- Носећи слој: 4 cm AC 11(mF)
- Везивни слој: 9cm AC 22(mF)
- Слој са хидрауличком везаном мешавином: 20 cm SKt-4
- Слој дебљине 20 cm – хладно рециклирање

Коришћен је SEVE софтвер.



Слика бр. 5 - Пут бр. 31, Мађарска¹²

Немачка, регион Рур, федерални аутопут А2, једна од значајних деоница у земљи и федерални аутопут А40, такође доста саобраћајно оптерећен.

У Шпанији је пет деоница обухваћено овим програмом и то Кастељон, Валенсија, Малага и Севиља.

3.2 Опис активности на изградњи путева¹³

Припремне активности на изградњи путева обухватају:

- Увођење извођача у посао,
- Припреме за отварање градилишта,

¹² <https://sustainableroads.eu/results/>

¹³ <http://vojput.com/iso/wp-content/uploads/2017/03/QP-05.02-03-Izgradnja-puteva.pdf>

- Припремне радове.

Припремни радови

Припремни радови обухватају следеће активности:

- Обележавање трасе и објеката (исколчавање),
- Формирање градилишта,
- Чишћење и припрема терена за изградњу пута,
- Регулисање водотока и одводњавање површинских вода,
- Отварање и уређење позајмишта,
- Формирање депонија материјала.

Поред наведених активности припремни радови обухватају и друге радове предвиђене конкретном техничком документацијом (главним и/или извођачким пројектом или пројектом организације и технологије грађења).

Земљани радови

Земљани радови су радови који се изводе у природном материјалу (засеци, усеци, тунели, галерије и сл.) или од природног материјала (насипи). Ова група активности обухвата следеће радове:

- Утврђивање „нултог“ стања,
- Откоп хумуса,
- Широки откоп и превози,
- Обрада подтла,
- Замена недовољно носивог тла,
- Израда насипа,
- Уређење постељице (планума доњег строја),
- Израда дренажа и елемената за одводњавање трупа пута,
- Нивелација терена,
- Остали радови у оквиру доњег строја пута (заштита косина, израда одводних јаркова и банкина) као и друге специфичне радове предвиђене главним и/или извођачким пројектом.

Израда носећих слојева коловозне конструкције путева

Израда носећих слојева коловозне конструкције путева обухвата:

- Израду невезаних (доњих и горњих) носећих слојева коловозне конструкције,
- Израду везаних носећих слојева коловозне конструкције

Израду невезаних (доњих и горњих) носећих слојева коловозне конструкције

Могуће врсте слојева од невезаног материјала у коловозној конструкцији су:

- Основни слој или слој специјалне намене представља први слој коловозне конструкције који се израђује преко постељице, и то:
 - Филтерски слој – да би се обезбедило одводњавање постељице од ситнозрног кохезивног материјала и коловозне конструкције,
 - Тампонски слој – да би се обезбедила потребна дебљина коловозне конструкције неопходна ради заштите од дејства мраза постељице од ситнозрногкохезивног материјала и трупа пута,
 - Изравнавајући слој – за постељицу у стени
- Носећи слој са функцијом преноса оптерећења на доњи строј

Пројектом коловозне конструкције, који представља саставни део главног и/или извођачког пројекта обејкта, одређена је конкретна структура коловозне конструкције, односно предвиђених коловозних конструкција, па су самим тим одређене и врсте носећих невезаних слојева.

Независно од улоге (функције) слија од невезаног материјала у горњем строју, извођење ове позиције радова обухвата следеће активности: набавка материјала, транспорт до места уграђивања, истовар, разастирање, планирање, евентуално квашење и збијање. Материјали који се користе, зависно од положаја слоја у коловозној конструкцији (доњи или горњи носећи слој) су:

- Природни песак или шљунак, односно песковито – шљунковити материјал,
- Дробљени камени материјал,
- Мешавина природног и дробљеног каменог материјала.

При извршењу ове позиције рада спроводе се:

- Геомеханичка испитивања којима се контролише квалитет употребљеног материјала,
- Геомеханичка испитивања којима се контролише квалитет уграђивања,
- Мерење равности.

Обим и врста испитивања, као и критеријуми за оцену квалитета дати су у техничким условима и/или стандардом SRPS U.E9.020, Класичне и савремене подлоге за путеве – Технички услови.

Израда везаних носећих слојева коловозне конструкције

Израда везаних носећих слојева коловозне конструкције, зависно од врсте везива, обухвата:

- Израду цементне стабилизације,
- Израду битуменизираних носећих слојева коловозне конструкције.

Израда цементне стабилизације

Носећи слојеви коловозне конструкције од материјала стабилованих цементом и сличним хидрауличним везивима представљају:

- Стабилизације или обраде природних или дробљених материјала или њихових мешавина цементом, гранулисаном згуром, кречом, летећим пепелом и др. или
- Комплексне стабилизације са више везива (креч и гранулисана згура, цемент и летећи пепео, и др.)

Цементом стабиловани материјали (или стабилизације цементом) су хомогене мешавине одабраног основног материјала (природни или дробљени камени материјал или њихова мешавина) са одговарајућом количном везива (цемента) и воде, сабијену до прописане збијености. Очвршћавањем збијене мешавине услед хидратације везива (цемента) треба да се добије чврст и отпоран носећи слој коловозне конструкције који одговара основним захтевима дефинисаним стандардом SRPS U.E9.024, Израда носећих слојева коловозних конструкција путева од материјала стабилованих цементом и сличним хидрауличним везивима – Технички услови.

За израду цементне стабилизације могу се употребити:

- као основни материјали, све погодне врсте природних песковито-шљунковитих камених материјала уколико не садрже састојке који штетно утичу на процес везивања (као: сулфати, органиске материје и сл.), вештачки произведени (дробљени) камени материјали, као и мешавине природних и дробљених камених материјала. Врсте основних материјала и услови квалитета дати су стандардом SRPS U.E9.024 или Техничким условима;
- као везиво, могу се употребити: чист портланд цемент, портланд цемент са додатком пуцолана или згуре, и металуршки цементи класе PC 25 и PC 35. У погледу квалитета, употребљени цементи морају одговарати захтевима стандарда за цемент (SRPS B.C8.022, SRPS B.C8.023, SRPS B.C8.024 и SRPS B.C1.011) или Техничким условима;
- вода за коју постоје докази да је подобна за примену. Услови које вода мора да задовољи дати су стандардом SRPS U.E9.024 или Техничким условима.

Израда цементне стабилизације обухвата следеће активности:

- набавку, довоз и складиштење компонентних материјала,
- справљање мешавине,
- уграђивање и збијање мешавине,
- неговање изграђеног слоја.

Уградња опреме пута

Завршна контрола објеката нискоградње

Завршни радови

Процена животног циклуса је свестран алат за истраживање аспекта животне средине производа, услуге, процеса или активности, идентификовањем и квантификавањем повезаних токова улаза и излаза које систем користи.

Циљ **пројектовања и изградње одрживих путева** јесте изградња путева који ће дугорочно имати повољан утицај на животну средину. Тај **повољан утицај** огледа се првенствено у **смањењу угљен диоксида, смањењу утрошка енергије као и смањеној употреби сировина**, док се истовремено ради на побољшању путне мреже и оптимизацији трошкова градње.

Један од главних циљева Европске уније је промовисање одрживе економије уз истовремено подстицање иновације. То укључује модернизацију и адаптацију сектора на тренутне изазове и на тај начин постизање специфичних еколошких циљева:¹⁴

- 20% смањење емисије гасова са ефектом стаклене баште у односу на ниво из 1990. године
- 20% повећање енергетске ефикасности
- 20% енергије из обновљивих извора енергије

Поменуте ставке морају бити побољшане у путном сектору, који је тренутно одговоран за више од 5% емисије гасова са ефектом стаклене баште. Око 90% активности у путној индустрији јесу послови на одржавању и реконструкцији путне мреже, док само 10% припада изградњи нових путева.

3.3 Општи фактори изградње коловоза који утичу на одрживост система коловоза током животног циклуса

Операције изградње путева често захтевају знатне количине енергије у облику фосилних горива, стварајући тако знатне емисије гасова са ефектом стаклене баште. Иако се ефикасност потрошње тешке грађевинске опреме детаљно проучава, ограничена пажња се посвећује начину на који се планира процес изградње у циљу смањења потрошње енергије и емисија гасова са ефектом стаклене баште. Материјали који се обично користе извлаче се из каменолома, па су, због тога, потрошња енергије и повезане емисије велике. Процењује се да су више од 90% од 5,2 милиона километара европских путева и аутопутева асфалтни путеви. Ова масовна употреба асфалта на путу ка ЕУ има и велике еколошке последице.¹⁵

¹⁴ http://sustainableroads.eu/wp-content/uploads/2019/06/1-Laymans_report-V3EN.pdf

¹⁵ <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1007343/FULLTEXT01.pdf>

Од укупних утицаја на животну средину значајан проценат потиче од **производње битумена**, при чему вађење сирове нафте представља главну потрошњу енергије и емисију CO₂. 85% целокупног произведеног битумена у свету користи се у асфалтним коловозима, 10 процената се користи за покривање кровова, а преосталих 5% користи се на друге начине.¹⁶

Поред битумена, **агрегати** су друга главна компонента на путевима. Око 30.000 тона агрегата потребно је за изградњу једног километра државног пута и може се сматрати да се емисије CO₂ повезане са производњом агрегата у зависности од врсте екстрактивног места и тврдоће стене крећу у распону између 30 и 40 kg CO₂. Ако се узме у обзир да је европска путна мрежа (ЕУ27) дугачка преко пет и по милиона километара према Еуробитумену, лако је претпоставити да је годишње потребно за изградњу и одржавање европских путева милион тона агрегата.¹⁷

Животни циклус пута подељен је на следеће фазе:

1. Производња грађевинских материјала
2. Фаза транспорта
3. Изградња пута
4. Одржавање/поправка пута
5. Фаза експлоатације
6. Рушење/рециклирање

Извршена је и **квантификација потрошње енергије у свакој фази животног циклуса** и процењено је еколошко оптерећење применом фактора емисије у околину по сваком извору енергије. Изградња новог пута веома је енергетски захтеван процес. За производњу асфалтних смеша и њихову употребу троши се око 9384,7 - 9986,3 GJ/km за аутопутеве. Најинтензивнији процес је производња асфалтних смеша, које троше око 92,4 - 92,9% енергије. Транспорт материјала и смеша троши око 5,7 - 6,3% енергије, а процеси постављања троше 1,0 - 1,8% енергије.¹⁸

За одржавање асфалтних површина **врућом методом рециклаже у постројењу** за асфалт за аутопутеве је потребно око 2096,0 - 2221,7 GJ/km. На производњу нове смеше отпада 90,4 - 90,8%, 5,3 - 5,8% за превоз материјала и асфалтних смеша и 3,3 - 4,1% на остале операције.¹⁹

За одржавање асфалтних површина методом **врућег рециклирања на месту** за аутопутеве треба око 1519,8 - 1584,6 GJ/km. На производњу нове смеше отпада 68,5 - 71,2%, 3,0 - 3,4% за превоз материјала и асфалтних смеша и 25,3 - 28,4% за поновно

¹⁶ <https://cordis.europa.eu/project/id/603862/reporting>

¹⁷ <https://cordis.europa.eu/project/id/603862/reporting>

¹⁸ https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/ecrpd_publishable_report_en.pdf

¹⁹ https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/ecrpd_publishable_report_en.pdf

мешање и остале операције. Коришћењем методе врућег рециклирања на месту у случају аутопута може се постићи уштеда енергије од 27,5 - 29,24%.²⁰

Хладно рециклирање²¹ на месту (cold in site recycling) је техника рециклирања коловозне конструкције која се успешно примењује широм света: Јужна Африка, Индија, Пољска итд. са утврђеним смерницама за дизајн. У досадашњим истраживањима²² показало се да се различитим методама рециклирања на лицу места остварују уштеде од 35 – 40% у односу на конвенционалне технике, док истраживања из Канаде показују уштеде од 42%.

У наставку је приказан сажетак два пројекта (IERD, ECRPD) и описани су модели који се у тим пројектима користе за процену ефекта потрошње горива у саобраћају.

IERD је акроним за „**Интеграција коришћења енергије у пројектовање путева**“ (IERD 2002). Циљ пројекта је био да подржи и охрабри инжењере пројектанта на путеве да размотре енергетске импликације када пројектују нове путеве са циљем да смање укупну енергију која се користи у изградњу и коришћење путева. У IERD пројекту састављен је списак свих типичних активности које су потребне за изградњу путева, заједно с квантификацијом енергије потребне за обављање активности. Процењена је изградња енергије која се користи за бројне стазе и врсте путева. Потрошња енергије у промету у периоду од 20 година израчуната је употребом симулацијског софтвера VETO.²³

Према компилацији, они су идентификовани као земљани радови, колници и саобраћајнице, а управо у тим фазама су се могле остварити главне уштеде. На пример, уштеда током фазе изградње кретала се између 1% и 60% за различите алтернативе рута које се користе у студијама за поједине земље. Да би се остварила уштеда, то је требало узети у обзир у фази пројектовања, на пример, при избору поравнања пута. Прорачун потрошње енергије у саобраћају узео је у обзир геометрију пута, карактеристике и услове површине пута, детаље возила, понашање у вожњи и метеоролошке услове. Процењене су да би **потенцијалне уштеде енергије због модификације руте биле између 12% и 34%.**²⁴

Уштеда енергије у пројектовању, одржавању и коришћењу коловозне конструкције (ECRPD) изграђена на IERD пројекту (ECRPD 2010). Одлучено је да би било пожељно да се у софтверски пакет JOUSLAVE уграде и енергетски захтеви за одржавање и материјали. Стога је главни циљ пројекта ECRPD био развити моделе и методе како би се минимизирао износ енергије која се користи за изградњу путева, одржавање путева и саобраћај. Резултат истраживања је JOUSLAVE2.

²⁰ https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/ecrpd_publishable_report_en.pdf

²¹ Nicholas Thom * and Andrew Dawson, “Sustainable Road Design: Promoting Recycling and Non-Conventional Materials“

²² Troeger and Widyatmoko

²³ https://trimis.ec.europa.eu/sites/default/files/project/documents/03_miravec_d2.1_v5.0.pdf

²⁴ https://trimis.ec.europa.eu/sites/default/files/project/documents/03_miravec_d2.1_v5.0.pdf

Четири различите врсте коловоза проучаване су у пројекту где су за сваку од њих израчунате вредности енергије. Различите врсте путева су са по једном коловозним траком, широки коловоз са по једном траком, коловоз са двоструком траком и аутопут. Направљена је анализа путних шема у којима су упоређене различите опције рута за одређену шему пута. Укупно је проучено пет деоница аутопута, једанаест деоница коловоза са двоструким тракама и осам деоница пута са по једном коловозном траком. Анализа је показала да се **уштеда енергије може постићи у свим испитиваним фазама живота на путу**. Према студијама случаја, уштеда енергије се може постићи:

- Изградња: до 47%
- Одржавање: до 30%
- Рад: до 20%

Други циљ ECRPD-а био је да упореди енергију која се користи током одржавања путева од чешће употребљених материјала за плочнике са новим „нискоенергетским материјалима“. Ово поређење показало је да би се могле постићи **просечне уштеде енергије од 25% до 30%, помоћу „нискоенергетских“ материјала.**²⁵

Током изградње могући су неповољни утицаји на животну средину, али ће они бити ограничени на релативно кратко раздобље. Активности током грађења које би могле утицати на околину су следеће:

- Земљани радови ископа земље и камења, затим депоновање материјала од ископа због дизања прашине могу утицати на квалитет ваздуха. Уколико се вишак ископаног материјала не збрине на исправан начин након завршетка изградње то може нарушити изглед пејзажа (крајолика);
- Транспорт тешке механизације, опреме и грађевинског материјала до градилишта и кретање тешке механизације по градилишту (земљани радови, грађење, монтажа) може имати негативне последице на квалитет ваздуха (дизање прашине);
- Евентуално минирање у сврху ископавања трасе уз стручно руковање имаће краткотрајне негативне последице дизања прашине, буке и могућег утицаја вибрација услед експлозија;
- Настајање комуналног отпада због боравка особља на градилишту (остаци хране, стакло, папир, санитарно-хигијенски отпад) може имати негативан утицај на околину, уколико се одлаже и прикупља на непримерен начин.

3.3.1 Емисије у току изградње

Током изградње неминовно ће доћи до емисије прашине у ваздух, емисија буке и вибрација у облику сеизмичких таласа, као и до настанка грађевинског и комуналног

²⁵ https://trimis.ec.europa.eu/sites/default/files/project/documents/03_miravec_d2.1_v5.0.pdf

отпада. Узевши у обзир потребну механизацију за обављање радова, производи ископавања (земља, камење), асфалтни материјал, бетон, гориво, грађевинске машине, очекује се емисија у околину у фази изградње која утиче на абиотичку, биотичку и руком изграђену животну средину.

Емисије у ваздух

До емисија прашине долази услед неадекватног транспорта материјала и услед извођења грађевинских земљаних радова. До емисија издувних гасова долазиће услед коришћења механизације која ће се користити при изградњи. Издувни гасови дизел мотора садрже углавном оксиде угљеника, азота и сумпора, алдехиде, несагореле угљоводонике и честице чађи. Ове емисије се могу умањити организацијом градилишта, и коришћењем исправне и квалитетне механизације, те квалитетног погонског горива и заменом машина које користе моторе са унутрашњим сагоревањем за машине које користе акумулаторе и струју кад год је то могуће.

Испуштање у воду и земљиште

У процесу ископа, насипања и изградње доћи ће и до замућености водоток услед испирања финих фракција земљишта уз замућење површинских токова. Из тих разлога неопходно је предвидети мере заштите при руковању разним машинским уљима и мазивима, нафтним дериватима као и сакупљање уља и мазива уз спречавање било каквог угрожавања околне флоре и фауне.

При разматрању угрожености земљишта од загађивања, основа је физичка деградација (уклањање површинског слоја) а затим и његово загађивање активностима транспортних средстава и радних/грађевинских машина, услед цурења горива, мазива и моторног уља. Евентуално загађено земљиште има карактер опасног отпада. Ако дође до оваквог загађења земљишта, обавеза је Носиоца пројекта да изврши ремедијацију угроженог земљишта и доведе га у првобитно стање. Количина овог земљишта није предвидива и зависи од врсте загађења и величине угроженог подручја.

Чврсти отпад

Приликом реализације пројекта доћи ће до велике количине грађевинског отпада, углавном отпада из ископа, који представља инертан грађевински отпад. Поред инертног грађевинског отпада јављаће се и опасни отпад у мањим количинама (отпадна уља и мазива, остаци асфалта, зауљена амбалажа) те одређене количине мешовитог комуналног отпада и амбалаже.

Течни отпад

Горива за машине и средстава за подмазивање-могуће просипање. Могуће отпадне материје које загађују животну средину (ако се не примене мере за ублажавање утицаја), а могу се појавити у раду механизације, су цурења машинског уља или горива из механизације. Ова цурења су најчешће безначајна пошто се у таквим случајевима машина зауставља и поправља. Други извор загађења настаје при одржавању опреме и

механизације. При одржавању опреме и механизације исту је потребно прво опрати. При томе се издвајају насlage земље и прашине које су често зауљене. Такође је сваки део који се растави замашћен или зауљен па се прије поправке врши одмашћивање. При прању се користе вода под притиском, често, помешана са детерџентима за одмашћивање. Већина машина користи уље за подмазивање које се периодично мења. Ово отпадно уље је потенцијални загађивач околине. При радовима на редовном одржавању могу се појавити наведене отпадне материје штетне по околину, нарочито земљу и воду. С овим материјалима се мора адекватно поступати да не доспеју у околину већ се збрињавају по прописима.

Бука и вибрације

До повећаног нивоа буке може доћи само за време рада грађевинских машина у току изградње. Ова бука је локализована само на ужу зону радова. Ако у близини извођења радова нема насељених места, бука ће се одразити само на животињски свет. У супротном бука ће се одразити и на становнике. Утицај буке престаје завршетком изградње. Током грађења на терену ће се применити класична грађевинска механизација, која у правилу производи буку преко нивоа до 80 дБ. Такође, извори буке су и транспортна средства и активности људи. Повећан ниво буке на локацији захвата је неминован, привременог је карактера и представља краткотрајан утицај, доминантан на самој локацији захвата.

Социо-економско окружење

Изградња пута може двојако да утиче на социо-економско окружење и привредни развој подручја кроз које пролази коридор пута. Реч је о две основне интересне популације. Једну чине корисници пута у виду транспорта робе и путника, а другу власници земљишта на коме се гради пут (проблеми везани за експропријацију земљишта, фрагментацију парцела, тежи приступ појединим деловима парцеле и др.).

3.3.2 Мере за побољшање одрживости путева

Једна од потенцијалних мера за смањење утицаја на животну средину је употреба материјала са зеленијим профилем. Тренутно најбоље праксе у вези са путним производима и инфраструктуром, као што је широко примењена ЦЕ ознака успостављена Уредбом ЕУ о грађевинским производима бр. 305/2011, узимају у обзир скуп техничких захтева за њихову утврђену употребу и у смислу утицаја на животну средину да сви грађевински материјали не би требало да имају изузетно висок утицај током целог животног циклуса, на квалитет животне средине или климу током њихове изградње, употребе и рушења су фокусирани на одрживост.

Следеће технологије за производњу асфалтних смеша смањују утицај коловозне конструкције на животну средину:²⁶

- Рециклирање отпада. Поновна употреба отпада и секундарних агрегата смањује утицај на изградњу путева на животну средину због:
 - смањења садржаја нечистог битумена и повећава употребу рециклираног асфалтног коловоза нове асфалтне смеше
 - смањења употребе природних агрегата за више од 50% у целој структури асфалтног коловоза и
 - знатном смањењу количине отпада који се шаље на депоније
- Био-везива. Употреба био везива (био-флукс и лигнин полимер модификовани битумен) као супституција битумена смањује потребу за коришћењем сировина (ефикасност ресурса), осим смањења емисије CO₂ произашле из производње битумена. Штавише, употреба средстава за биофузију смањује емисије испарљивих органских једињења повезаних са производњом асфалтних смеша који негативно утичу на здравље радника.
- Субституција нафтних деривата. Доказано је да употреба битумен-модификованог полимера лигнина за делимичну замену битумена и полимера који се добија сирово смањује до 10% де битумена и 15% полимера.

Опште мере

Захват извести према пројектној документацији. Пројектом организације градилишта одредити места за привремено разврставање и одлагање ископаног материјала, као и паркиралиште за возила и машине на којему се требају предузети мере заштите од онечишћења земљишта зауљеним течностима.

Мере за заштиту ваздуха

У току изградње

- Користити савремену праксу и средства код организовања градилишта и извођења радова и са минималним утицајем на квалитет ваздуха;
- Теретна возила и друга возила потребно је очистити од остатака земље која се може наћи на точковима возила
- Осигурати максималну исправност и функционалност система сагоревања погонског горива
- Смањити дисперзију лебдећих честица у ваздуху да буде што мања, током извођења грађевинских радова, ублажавати мерама заштите којима се емисије лебдећих честица доводе у граничне вредности (оптимална влажност материјала, квашење и орошавање материјала).

²⁶ <https://cordis.europa.eu/project/id/603862/reporting>

- Локалне саобраћајнице планирати на начин да се не поремети локални и транзитни саобраћај у односу на ситуацију прије почетка изградње.
- Праћење стања мониторингом концентрације загађујућих материја у ваздуху током изградње.

Мере за заштиту вода

У току изградње

- Заштитити површине осетљиве на ерозију, пре свега обале река на којима ће се изводити грађевински радови.
- Оставити пуфер зоне формиране од биљног покривача између пута и водних тела.
- Користити технички исправну механизацију и превозна средства на градилиштима за транспорт опреме и материјала.
- Забрањено је истресање ископног материјала на обалу реке, водоток и у клисуру.
- Забрањено је прати машине и возила у зони радова, а правилном организацијом радова и надзором минимизирати могућност акцидентног загађења воде због непажње запослених радника.
- У случају процуривања горива, потребно је одмах приступити ремедијацији загађене површине.
- Осигурати просторе са непропусном подлогом за смештај и сервисирање механизације, изван зона дефинисаних као зоне високог ризика од загађења вода.
- Потребно је сакупљати фекалне отпадне воде из објеката предвиђених за запослене раднике и третирати их на локалном постројењу за отпадне воде односно ангажовати фирму регистровану за третман фекалних вода.
- Предлаже се мониторинг квалитета површинских вода пре и током изградње и поштовање граничних емисија у отпадним водама које се упуштају у површинске водотоке ускладити са релевантним правилницима.
- Ради заштите обала река неопходно је све активности у овим зонама свести на минимум. Уклањање дрвећа у зони речних обала мора се свести на минимум. Замућеност у реци проузрокована грађевинским машинама мора се минимизирати, а вожња обалом или коритом реке мора се избегавати.

Мере за заштиту земљишта

У току изградње

- Хумус треба да буде депонован на посебна места где ће бити изолован од утицаја других материјала из ископа као и заштићен од загађења хемикалијама.
- Уклоњени хумус потребно је оставити за касније хортикултурно уређење локације које је заузимало градилиште чиме ће се умањити деградација педолошког слоја земљишта.
- Максимално сачувати постојећу вегетацију,

- Материјал из ископа који неће бити употребљен у току грађевинских радова депоновати на локације које су предвиђене за те намјене а које су заштићене од појаве ерозије;
- Мора постојати забрана отварања неконтролисаних приступних путева појединим деловима градилишта.
- Услед загађења земљишта које је последица радова на изградњи пута, потребно је обезбедити минимални заштитни појас.
- Све манипулације са нафтом и њеним дериватима у процесу изградње, неопходно је обављати на посебно дефинисаном месту и уз максималне мере заштите како не би дошло до просипања.
- Смештај свих возила и механизације која користе течна гориво, мора бити на уређеном водонепропусном платоу уз строгу контролу евентуалног загађења, односно процуривања,
- За сва позајмишта и депоније материјала морају се урадити посебни пројекти рекултивације како би се спречило деградирање већих површина земљишта.
- Сечу шума и постојеће вегетације свести на минимум да се не би иницирали процеси клизања и ерозије тла, што треба дефинисати Планом сече шума.
- Предлаже се мониторинг концентрација загађујућих материја у земљишту пре изградње.

Мере за заштиту од буке

- Употребом одговарајуће опреме (заштита антифонима и штитницима на ушима).
- Имајући у виду неповољне ефекте буке потребно је проводити мере за смањење буке.
- Грађевинске радове који би производили велику буку изводити у одређеним временским интервалима и према одговарајућим прописима и стандардима.
- Ради заштите чула слуха од прекомерне буке на радним местима руковооца погонских и радних машина морају се користити одговарајућа заштитна средства и то:
 - вата за заштиту слуха од буке јачине до 75 dB;
 - ушни чепићи за заштиту слуха од буке јачине до 85 dB;
 - ушни штитници за заштиту слуха од буке јачине до 105 dB.
- Радове током ноћи проводити изузетно и обавезну претходну најаву локалном становништву.
- За кретање тешких возила треба одабрати путеве уз које има најмање потенцијално угрожених стамбених објеката.
- За паркирање тешких возила одабрати места удаљена од потенцијално угрожених стамбених објеката.
- У складу са планом мониторинга извршити мерења нивоа буке у току извођења радова и на основу добијених вредности прописати мере за ближу и ширу околину.

Мере за спречавање и смањење настајања чврстог отпада

- Негативан утицај чврстог отпада минимализовати његовим правилним збрињавањем.
- Сав отпад који ће настајати у току извођења радова се мора одвојити према врстама и одлагати у водонепропусне контејнере.
- Комунални чврсти отпад, папир и картон, папирна и картонска амбалажа, пластика и пластична амбалажа, потрошене гуме које ће настајати у процесу рада мора се прикупљати, одвојити према врстама а затим одлагати у затворене водонепропусне контејнере и одвозити у договору са надлежном комуналном службом.
- Отпадна уља и мазива и други опасни отпад сакупљати у посебним бачвама, складиштити на наткривеној и бетонираној површини, и збрињавати у сарадњи са овлашћеном институцијом.
- Уколико дође до неконтролисаног истицања опасних материја (гориво, уље) обезбедити довољне количине адсорбенса и адекватне посуде за прихватање горива.
- Урадити Акциони план заштите у случају просипања опасних материја, у циљу спречавања загађења површинских и подземних вода, као и земљишта.

Мере за заштиту вегетације, флоре, фауне и екосистема

- Неопходно је ограничити крчење вегетације и кретање грађевинских машина, механизације и транспортних средстава искључиво у простору одобреном по Главном пројекту;
- Користити технички исправну грађевинску механизацију са што мањим степеном емисије штетних продуката сагоревања, буке и вибрација, организацијом градилишта и фазним начином изградње пута омогућити пролазе, приступе појилиштима, хранилиштима и сл.
- Сечу шума и постојеће вегетације свести на минимум да се не би иницирали процеси клизања и ерозије тла, што треба дефинисати Планом сече шуме. При вршењу радова, спровођење шумског реда и заштите стабала која су у широј зони изградње.

Мере за заштиту здравља становништва

- Применити све мере неопходне да дисперзија лебдећих честица у ваздуху буде што мања, током извођења грађевинских радова (ископ, утовар и истовар материјала), ублажавати мерама заштите којима се емисије лебдећих честица доводе у граничне вредности (оптимална влажност материјала, квашење и орошавање материјала),
- Редовно одржавати и квасити приступне и друге градилишне путеве као и манипулативне платое,
- Потребно је предвидети мере за заштиту здравља радника (нпр. коришћењем антифона или штитника за уши).
- За време извођења радова, строго забранити улаз незапосленим лицима. Градилиште оградити.

- Унапред дефинисати приступне саобраћајнице а ради заштите простора максимално користити већ постојеће путеве те их одржавати у стању у којем се обезбеђује безбедност свих учесника у саобраћају.
- Након завршетка грађевинских радова санирати сва евентуална оштећења на постојећој саобраћајној мрежи, најмање до нивоа стања пре почетка извођења радова.

3.4 Модерни системи реконструкције флексибилне коловозне конструкције

Овај одељак говори о два модерна система реконструкције коловозне конструкције. То су (1) топли мешани асфалти и (2) хладни мешани асфалти. У сваком одељку су објашњене предности одрживости. Поред тога, дискутују се и недостаци постојећих технологија и потенцијали за побољшање.

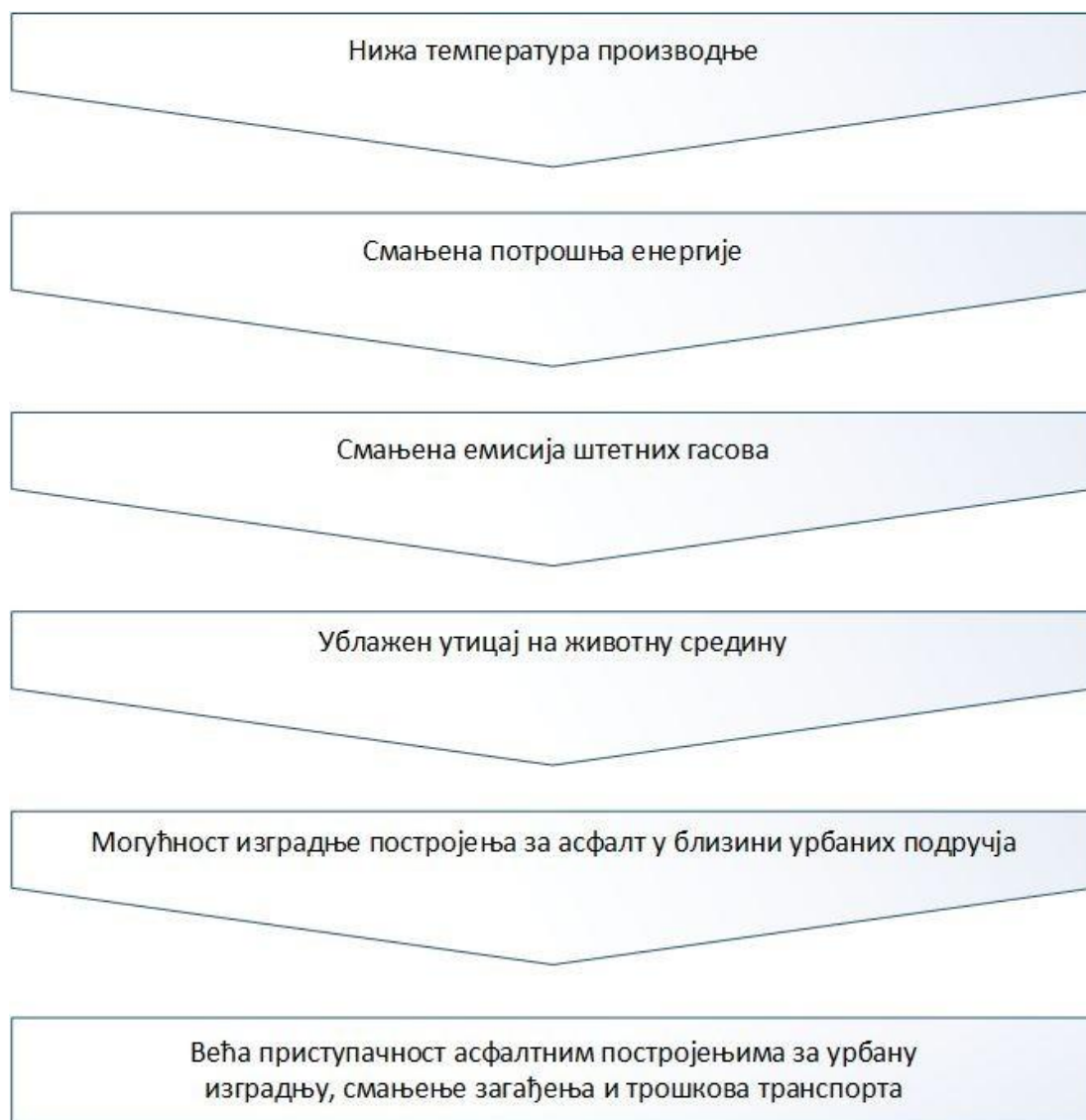
3.4.1 Топла мешавина

Смањење температуре мешавина је основни одрживи приступ у индустрији асфалта, јер доприноси и смањењу енергије и смањењу емисија. Топли асфалт је резултат приступа смањењу температуре. Резултати истраживања потврђују да њихово коришћење доприноси смањењу потрошње енергије и емисије из ваздуха. Редовне вруће мешавине требају температуру од 150 °C или више за производњу и сабијање. Топла смеша може да смањи потражњу енергије смањујући топлоту потребну између 16 и 55 °C.²⁷

Пад потребне температуре за обраду асфалтних смеша пропорционалан је захтевању мање горива по тони за загревање мешавине. На пример, асфалт са врућом мешавином може захтевати температуру од 180 °C и више од 7 l горива по тони, а полу топао асфалт може захтевати загревање између 60 и 80 °C и мање од 4 l горива по тони. Смањење горива, заузврат, доводи до смањења трошкова горива између 25 и 35%.²⁸

²⁷ <https://www.intechopen.com/books/asphalt-and-asphalt-mixtures/incorporating-sustainable-practices-in-asphalt-industry>

²⁸ <https://www.intechopen.com/books/asphalt-and-asphalt-mixtures/incorporating-sustainable-practices-in-asphalt-industry>



Слика бр. 6 - Како топле мешавине доприносе одрживости

Још једна предност топлих мешавина је могућност коришћења рециклираних асфалтних коловозних плоча у њима. Поред тога, предности одрживости и резултати истраживања показују да механичка својства ових мешавина нису угрожена како би била еколошки прихватљивија. Ове мешавине имају чврстоћу врло блиску врућим мешавинама, а њихова осетљивост на воду и отпорност на замор су упоредиви са врућим мешавинама.

Утицајни приступ повећању одрживости топлих мешавина асфалта је употреба **гумираног асфалтног бетона**. Ова технологија, економски је и еколошки прихватљива. Иако су ове смеше коришћене од 1960-их у САД-у, њихова се технологија и даље развија. Истраживање је показало задовољавајућу функционалност ових подлога за побољшање старења, оксидације, умора, клизања, пукотина и отпора кочења, као и ублажавања стварања буке, побољшану издржљивост и ниже трошкове одржавања. Да би се побољшали различити аспекти топле мешавине, налази истраживања могу се сврстати

у пројектовање, изградњу, перформансе и рециклирање као што је приказано у наредној табели.²⁹

Главна категорија	Подкатегорија	Потенцијали за унапређење
Пројектовање	Селекција материјала	- Отпорност на климу - Одзивност на велика оптерећења саобраћаја
	Градација мешавине	- Празнина и отворена градација - Коришћење у гушће градираним мешавинама
	Оптималан избор садржаја битумена	Однос између садржаја битумена и трајности, пропустљивости, осетљивости на воду и сабијања
	Лабораторијска процена перформанси	Побољшање лабораторијских метода за кондиционирање / очвршћавање испитних узорака, обрадивост итд.
Изградња	Питање температуре	Решавање проблема са температуром током изградње (смањењем вискозности везива)
	Производна стопа	Повећање стопе производње ради повећања брзине изградње
	Збијање	Постизање циљане густине збијања вруће мешавине
Перформансе	Упоредивање различитих типова топле мешавине	Топло гумено везиво за асфалт, топли гумирани асфалтни бетон итд.
Рециклирање	Методе рециклаже за топле мешавине	- Разлике између рециклирања топле мешавине и конвенционалних мешавина - Повећање употребљивости

²⁹ <https://www.intechopen.com/books/asphalt-and-asphalt-mixtures/incorporating-sustainable-practices-in-asphalt-industry>

Главна категорија	Подкатегорија	Потенцијали за унапређење
Анализа животне средине	Потенцијални утицаји топле мешавине на животну средину	- Квалитет ваздуха и професионална изложеност - Квалитет воде

Табела бр. 2 - Истраживачки приступи у побољшању технологије асфалтних топлих мешавина

Даље **смањење потребне температуре за обраду**. Као што је горе објашњено, снижавање температуре у току асфалтних топлих мешавина пропорционално је смањењу потрошње енергије, мањим трошковима горива, смањеним емисијама и ублаженим загађивањима. Због тога истраживања морају уложити у даљње смањење температуре прераде ових мешавина. Ово смањење мора да одржава очекивана механичка својства смеша. Оптимизација компромиса између ниже температуре и механичких перформанси захтевала је даља истраживања.

Укључивање рециклиране асфалтне подлоге у асфалт са топлом мешавином. И асфалта са топлом мешавином и рециклирана асфалтна подлога резултат су одрживих приступа у производњи асфалта. Очекује се да ће комбинација оба приступа максимирати одрживост производње асфалта. Ове иновативне топле смеше рециклирају асфалт са битуменском емулзијом. Очекује се да ће њихова примена допринети и економији и животnoj средини. Снижена температура омогућава употребу веће количине материјала за рециклирање. Ово може смањити потрошњу материјала и повећати уштеду енергије и смањити трошкове.

3.4.2 Хладна мешавина

Праве промене доноси техника хладног рециклирања³⁰ на лицу места (cold in site recycling). Ова техника рециклирања коловозне конструкције успешно се примењује широм света: Јужна Африка, Индија, Пољска итд. са утврђеним смерницама за дизајн. У досадашњим истраживањима³¹ показало се да се различитим методама рециклирања на лицу места остварују уштеде од 35 – 40% у односу на конвенционалне технике, док истраживања из Канаде показују уштеде од 42%.

Хладно рециклирање³² је технички поступак којим се коловозна конструкција рециклира без загревања да би се као резултат добила обновљена конструкција. У питању је мешавина са адитивима од које се добија носећи слој коловозне конструкције. Поступак подразумева глодање постојећих слојева, просејавање, дробљење и мешање са битуменом и додацима попут цемента. У неким случајевима

³⁰ Nicholas Thom * and Andrew Dawson, "Sustainable Road Design: Promoting Recycling and Non-Conventional Materials"

³¹ Troeger and Widyatmoko

³² Мате Сршен, Милан Мајкић, Марко Оркић, „Хладно рециклирање асфалтних колника“

додаје се и додатни агрегат ако је потребно. Рециклирана мешавина се потом полаже и врши се њено збијање конвенционалним машинама за израду коловозних конструкција или моторним грејдером.

Хладно рециклирање на лицу места је концептуално једноставно. Велика машина која ротацијом глође коловозну конструкцију до одређене дубине истовремено ради и мешање уклоњеног материјала са везивом, цементним или на бази битумена. Овом техником може се третирати слој конструкције до дубине од 250 мм. Оно што представља ману ове методе јесте варијабилност због самог начина извођења ове методе. Брзина наношења везива као и ефикасност мешања могу значајно утицати на квалитет ове мешавине.

Разлика између реконструкције на лицу места и реконструкције ван градилишта јесте у томе што се уклоњени материјал, у случају реконструкције ван градилишта, одвози до погона за рециклажу. Погон се може налазити ван градилишта или на самом градилишту. Реконструкција ван градилишта укључила би трошкове транспорта, али се заузврат добија поузданија мешавина.

Хладним рециклирањем добијамо конструкцију са минимизираним утицајем на животну средину. Међутим и ова метода, поред свих бенефита које пружа има и одређене недостатке. Постоје **четири значајне техничке баријере за имплементацију**:

1. Рециклирани материјали су више варијабилни од оригиналних сировина
2. Понашање материјала, као што је нпр. отпорност на пукотине разликује се од уобичајених мешавина
3. Осетљивост на дејство воде је већа код оваквих смеша
4. Да би се развила потпуна чврстоћа потребно је више недеља или чак месеци – спорији прираштај чврстоће

Примена технологије хладног рециклирања нашла је и своју примену у региону. Државни пут DC 55, деоница Винковци – Жупања у Хрватској реконструисан је применом технологије хладног рециклирања.

4 Идентификовање индикатора утицаја на животну средину

Штетни утицаји на животну средину могу се утврдити на основу садржаја загађујућих материја у³³:

- ваздуху (димни гасови из транспортних возила, прашина, бука, вибрације),
- води (температура, рН, укупне суспендоване материје и сл.),
- земљишту (садржај тешких метала, количина талога/седимента на земљишту),
- радном простору (микроклиматски услови и сл.).

У току изградње пута, у сврху спровођења мера заштите, а с циљем спречавања и ублажавања загађења елемената и фактора животне средине неопходно је успоставити мониторинг који ће своју функцију имати током грађења са могућношћу да се елементи мониторинга мењају и усавршавају са потребама праћења квалитета за све компоненте радне и животне средине.

Генерално посматрано, утицају пута на животну средину могу бити:

- директни,
- индиректни,
- кумулативни.

Директни утицај је утицај који се јавља услед постојања самог пута, а подразумева заузимање земљишта, деградацију вегетације и уситњавање претходно великих пољопривредних целина. Наведени утицаји су лако уочљиви, лако се вреднују и контролишу, и њихове последице су евидентне.

Индиректни утицаји могу имати дубље и веће последице по животну средину. Временом, оне могу захватити ширу околину око новоизграђеног објекта.

Промене у животној средини могу настати као последица утицаја:

- једног великог пројекта,
- више повезаних пројеката,
- акцидената - неочекивана непогода,
- непогода која се полако шири.

Загађујуће материје које су највише заступљене у емисијама услед одвијања саобраћаја су:

- оксиди азота (NO_x),
- угљоводоници (НС),
- угљен – моноксид (СО),

³³ <https://www.vladars.net/>

- сумпор – диоксид (SO₂),
- суспендоване честице,
- алдехиди,
- секундарни загађивачи и
- прашина

Око 30% производње угљен – диоксида (CO₂), који спада у најважније гасове са ефектом стаклене баште потиче од саобраћаја. У Европској унији се просечно емитује 8,5 тона угљен – диоксида годишње по глави становника. Та цифра у Србији износи 5 тона/становнику годишње.³⁴

Бука је један од најочигледнијих утицаја пута на животну средину. Фазу изградње, када је у питању утицај на ниво буке и вибрација, карактерише рад механизације и постројења лоцираних дуж саобраћајнице која се гради. Чујни опсег људског слуха варира од 0 до 120db. Интензитет од 0db представља праг чујности, а интензитет од 120db праг бола, после кога настају трајна оштећења слуха. У пракси нивои буке варирају од 30db у тихој спаваћој соби до 90db поред веома оптерећеног пута.³⁵

Изградња и експлоатација пута доводи такође до утицаја на **површинске и подземне воде**. У водама које отичу са коловозних површина присутан је низ штетних материја у концентрацијама које су често изнад максимално дозвољених за упуштање у водотоке. Ради се пре свега о компонентама горива као што су угљоводоници, органски и неоргански угљеник и једињења азота (нитрати, нитрити и амонијак). Посебну групу елемената представљају тешки метали као што су:

- кадмијум
- бакар
- цинк
- жива
- гвожђе
- никл

Значајан део представљају и чврсте материје различите структуре и својстава, које се јављају у облику таложивих, суспендованих и растворних материја. Такође се региструју материје које су последица коришћења материјала за заштиту од корозије. Посебну групу веома канцерогених материјала представљају полиароматски угљоводоници (бензо-а-пирен, флуорантен) који су продукт некомплетног сагоревања горива и коришћеног моторног уља.

³⁴ <http://www.ecobike.org.rs/vesti/ugljen-dioksida-sve-vise/>

³⁵ [https://www.putevi-](https://www.putevi-srbije.rs/images/pdf/strategija/tehnicko_uputstvo_procena_uticaja_na_zivotnu_sredinu.pdf)

[srbije.rs/images/pdf/strategija/tehnicko_uputstvo_procena_uticaja_na_zivotnu_sredinu.pdf](https://www.putevi-srbije.rs/images/pdf/strategija/tehnicko_uputstvo_procena_uticaja_na_zivotnu_sredinu.pdf)

Супстанца	Референтне вредности (kg/ha/год)	МДК ³⁶ (mg/l)
Суспендоване честице	145	30
ВРК5	6,5	4
НРК	49	12
Нитрати	0,98	10
Укупни фосфор	0,13	
Уља и масти	2,25	0,05
Бакар	0,01	0,1
Олово	0,082	0,05
Цинк	0,079	0,2

Табела бр. 3 - Процењена количина загађивача у атмосферској отпадној води, која се слива са коловозне површине пута, за саобраћајно оптерећење у планском периоду³⁷

Када је реч о **земљишту**, и оно може претрпети значајна загађења, што у фази изградње, што у фази експлоатације пута.

Фазе **животног циклуса** пута су:

1. Производња грађевинских материјала
2. Фаза транспорта
3. Изградња пута
4. Одржавање/поправка пута
5. Фаза експлоатације
6. Рушење/рециклирање

Под појмом деградације земљишта у смислу утицаја на животну средину подразумева се више различитих процеса од којих посебну тежину имају појаве клижења и одрона, ерозија, промена пермеабилитета земљишта, могућа погоршања карактеристика земљишта у широј зони, деградација земљишта због отварања позајмишта грађевинског материјала, деградација земљишта због формирања депонија као и други утицаји који у конкретним просторним условима могу имати мањи или већи значај.³⁸

Чињеница која се односи на проблематику квантификације **загађивача земљишта**, доводи до могућности да се у смислу нумеричке квантификације дефинишу само они елементи за које су одређене законитости релативно верификоване. Поред осталог ради се о чињеници да загађење земљишта првенствено зависи од³⁹:

- система одводњавања пута;
- саобраћајног оптерећења и структуре саобраћајног тока;
- конфигурације околног терена и његове пошумљености;

³⁶ Максимално дозвољене концентрације полутаната за II категорију водотока

³⁷ https://www.putevi-srbije.rs/images/pdf/strategija/tehnicko_uputstvo_procena_uticaja_na_zivotnu_sredinu.pdf

³⁸ https://www.putevi-srbije.rs/images/pdf/strategija/tehnicko_uputstvo_procena_uticaja_na_zivotnu_sredinu.pdf

³⁹ https://www.putevi-srbije.rs/images/pdf/strategija/tehnicko_uputstvo_procena_uticaja_na_zivotnu_sredinu.pdf

- загађење земљишта од прскања приликом проласка возила су при томе ограничена на узак појас уз ивицу пута;
- расипање материјала са коловоза у току сувог периода услед ваздушних струјања због проласка возила такође је сконцентрисано на узак појас уз ивицу пута;
- таложење из атмосфере присутно је на удаљеностима од чак неколико стотина метара, што за сада није могуће дефинисати као ни конкретне законитости које би могле послужити за квантификацију ових појава.

Законска регулатива⁴⁰ која уређује област загађења земљишта:

1. Правилник о дозвољеним количинама опасних и штетних материја у земљишту и води за наводњавање и методе њиховог испитивања („Службени гласник РС” број 23 од 18. марта 1994.)
2. Уредбом о програму систематског праћења квалитета земљишта, индикаторима за оцену ризика од деградације земљишта и методологији за израду ремедијационих програма (“Службени гласник РС”, бр. 88 од 23. новембра 2010, 30 од 20. априла 2018 - др. Уредба)

Поред свега наведеног, изградња и експлоатација пута може имати утицај и на **биљни и животињски свет, на здравље становништва, миграције становништва, климатске параметре, природна добра посебних вредности итд.**



Слика бр. 7 - Животни циклус аутопута и границе система

⁴⁰ https://www.putevi-srbije.rs/images/pdf/strategija/tehnicko_uputstvo_procena_uticaja_na_zivotnu_sredinu.pdf

Извршена је и **квантификација потрошње енергије у свакој фази животног циклуса и процењено је еколошко оптерећење** применом фактора емисије у околину по сваком извору енергије. Изградња новог пута веома је енергетски захтеван процес. За производњу асфалтних смеша и њихову употребу троши се око 9384,7 - 9986,3 GJ/km за аутопутеве. Најинтензивнији процес је производња асфалтних смеша, које троше око 92,4 - 92,9% енергије. Транспорт материјала и смеша троши око 5,7 - 6,3% енергије, а процеси постављања троше 1,0 - 1,8% енергије.⁴¹

За одржавање асфалтних површина врућом методом рециклаже у постројењу за асфалт за аутопутеве је потребно око 2096,0 - 2221,7 GJ/km. На производњу нове смеше отпада 90,4 - 90,8%, 5,3 - 5,8% за превоз материјала и асфалтних смеша и 3,3 - 4,1% на остале операције.⁴²

За одржавање асфалтних површина методом врућег рециклирања на месту за аутопутеве треба око 1519,8 - 1584,6 GJ/km. На производњу нове смеше отпада 68,5 - 71,2%, 3,0 - 3,4% за превоз материјала и асфалтних смеша и 25,3 - 28,4% за поновно мешање и остале операције. Коришћењем методе врућег рециклирања на месту у случају аутопута може се постићи уштеда енергије од 27,5 - 29,24%.⁴³

За потребе израде **модела утицаја изградње на животну средину** индикатори који су одабрани подељени су у два дела:

- Емисије индустријске производње и
- Емисије механизације

Одабрани индикатори односе се на глобално загревање, исцрпљивање озонског омотача, ацидификације, еутрофикације и РМ честице.

У наставку су приказане табеле одабраних индикатора за емисије индустријске производње.

⁴¹ https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/ecrpd_publishable_report_en.pdf

⁴² https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/ecrpd_publishable_report_en.pdf

⁴³ https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/ecrpd_publishable_report_en.pdf

Утицај на животну средину производње једне тоне бито шљунка са превозом од 30 km

	Индикатор	Јединица	УКУПНО
Утицај на животну средину	Глобално загревање	kg CO ₂ eq (угљен-диоксид)	4,34E+01
	Исцрпљивање озонског омотача	kg CFC-11 eq (фреон)	6,45E-06
	Ацидификација тла и воде	kg SO ₂ eq (сумпор-диоксид)	2,09E-01
	Еутрофикација	kg PO ₄ eq (фосфат)	2,83E-02
	Фотохемијско стварање озона	kg C ₂ H ₄ eq (етилен)	1,41E-02
	Исцрпљивање ресурса (фосили)	MJ	2,33E+03
	Загађивање воде	m ³	1,69E+01
	Загађивање ваздуха	m ³	5,01E+03

Табела бр. 4 – Утицај на животну средину производње једне тоне бито- шљунка са превозом од 30km⁴⁴

Утицај на животну средину производње једне тоне асфалтног бетона са превозом од 30 km

	Индикатор	Јединица	УКУПНО
Утицај на животну средину	Глобално загревање	kg CO ₂ eq (угљен-диоксид)	4,57E+01
	Исцрпљивање озонског омотача	kg CFC-11 eq (фреон)	6,63E-06
	Ацидификација тла и воде	kg SO ₂ eq (сумпор-диоксид)	2,25E-01
	Еутрофикација	kg PO ₄ eq (фосфат)	2,99E-02
	Фотохемијско стварање озона	kg C ₂ H ₄ eq (етилен)	1,50E-02
	Исцрпљивање ресурса (фосили)	MJ	2,71E+03
	Загађивање воде	m ³	1,83E+01
	Загађивање ваздуха	m ³	5,38E+03

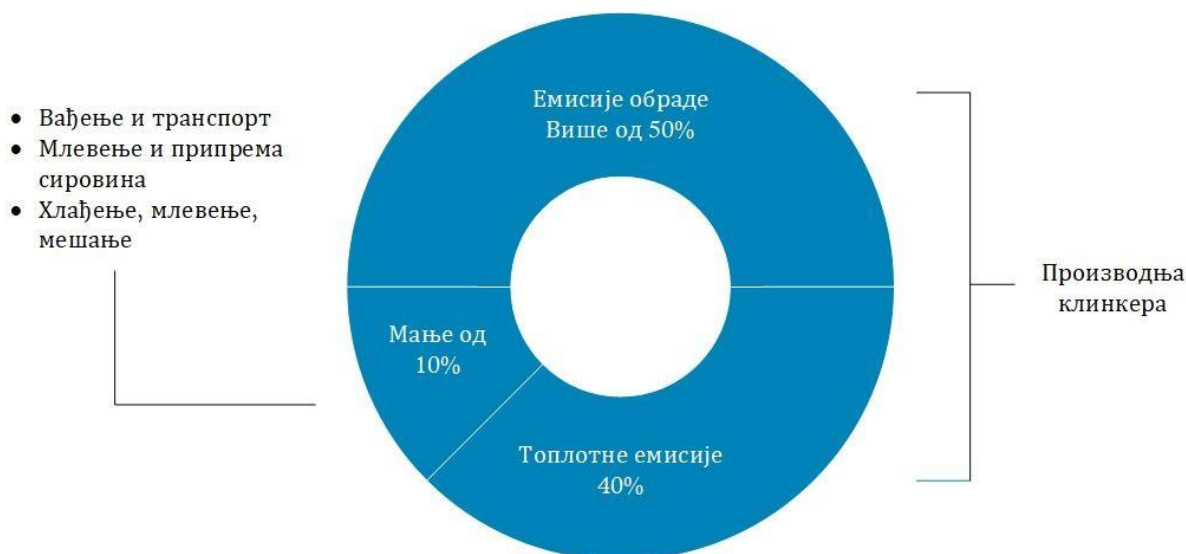
Табела бр. 5 - Утицај на животну средину производње једне тоне асфалтног бетона са превозом од 30km⁴⁵

Највећи загађивач у производњи цемента је производња клинкера. Заједно са термичким сагоревањем, 90% емисије из овог сектора се може приписати производњи клинкера.⁴⁶

⁴⁴ https://www.routesdefrance.com/wp-content/uploads/3-20160113_LCA_USIRF_Final-report.pdf

⁴⁵ https://www.routesdefrance.com/wp-content/uploads/3-20160113_LCA_USIRF_Final-report.pdf

⁴⁶ <https://www.bbc.com/news/science-environment-46455844>



Слика бр. 8 – Удео емисија у производњи цемента

Утицај на животну средину производње једне тоне клинкера

	Индикатор	Јединица	УКУПНО
Утицај на животну средину	Глобално загревање	kg CO ₂ eq (угљен-диоксид)	6,72E-01
	Глобално загревање	kg NO _x eq (оксиди азота)	2,50E+00
	Ацидификација тла и воде	kg SO ₂ eq (сумпор-диоксид)	1,11E+01
	Ацидификација тла и воде	kg HF (водоник-флуорид)	1,15E-03
	Ацидификација тла и воде	kg HCL (хлороводиник)	2,30E-02
	Исцрпљивање ресурса (фосили)	MJ	4,75E+03
	Прашина	m ³	2,61E-01

Табела бр. 6 - Утицај на животну средину производње једне тоне клинкера⁴⁷

Индикатори емисије механизације који су изабрани су:

- CO₂
- NO_x
- CO
- SO₂
- PM_{2.5}
- PM₁₀

Као примарни загађивачи механизације изабране су следеће машине где за сваку машину постоје индикатори емисије у грамима по коњској снази сату. У наставку су приказани изабрани улазни параметри везани за механизацију потребни за израду модела утицаја на животну средину:

⁴⁷ <http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/16692/1/55-Stajanca-296-302.pdf>

Врста машине	Снага мотора (hp)	Практични учинак	Капацитет
Камион	300		20 t (10m ³)
Багер	115	35,05	
Аутомиксер	300		8 m ³

Табела бр. 7 – Улазни параметри механизације (снага мотора, практични учинак, капацитет)

Врста машине	CO ₂ (g/hp*h)	NO _x (g/hp*h)	CO (g/hp*h)	SO ₂ (g/hp*h)	PM _{2.5} (g/hp*h)	PM ₁₀ (g/hp*h)	Фактор емисије за кретање по неасфалтираном путу (g/km)
Камион	536	5,49	2,07	0,74	0,4	0,41	522,44
Багер	536,3	4,6	1,3	0,74	0,31	0,32	
Аутомиксер	529,7	7,28	2,32	0,73	0,47	0,48	

Табела бр. 8 – Улазни параметри механизације (емисиони фактори⁴⁸, фактор емисије за кретање по неасфалтираном путу⁴⁹)

Помоћу фактора наведених у Табела бр. 9 – Улазни параметри механизације (емисиони фактори, фактор емисије за кретање по неасфалтираном путу) модел прерачунава емисије у kg/m³ за врте радова из као што су:

- Уклањање материјала
- Земљани радови
- Асфалт
- Бетон
- Бито-шљунак

Такође, као један од значајнијих утицаја на количину емисије PM₁₀ издвојено је кретање по неасфалтираном путу. Емисија PM₁₀ по неасфалтираном путу придодаје се емисији PM₁₀ камиона чиме се добија укупно произведена количина загађења овог загађивача.

Укупан утицај на животну средину одређен је на основу одабраних индикатора, а тосу:

- CO₂
- NO_x
- CO
- SO₂
- PM_{2.5}
- PM₁₀

⁴⁸ https://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1711-25045-6430/appendix_d.pdf

⁴⁹

https://www.researchgate.net/publication/337978160_Estimation_of_Gas_and_Dust_Emissions_in_Construction_Sites_of_a_Motorway_Project

За израду модел утицаја коловозне конструкције на животну средину узима као пример радове на деоници Црвена река – Чифлик (High Way Part 1).

Сам модел израђен је тако да уз помоћ уношења потребних количина из предмера радова за коловозну конструкцију, модел као резултат израчунава утицај на животну средину по претходно наведеним факторима у килограмима и њихову трошковну димензију по ценама утврђеним на нивоу Европске уније⁵⁰. Цене изражене у €/kg приказане су у следећој табели, а методологија за срачинавање ових цена описана је у поглављу 7. Анализа трошкова и утицаја на животну средину:

Индикатори емисије	CO ₂ (€/kg)	NO _x (€/kg)	CO (€/kg)	SO ₂ (€/kg)	PM _{2.5} (€/kg)	PM ₁₀ (€/kg)
Ниже цене	0,022	9	0,0383	8,3	27	19
Средња цена	0,057	14,8	0,0526	11,5	38,7	26,6
Више цене	0,094	22,1	0,0918	17,9	59,5	41

Табела бр. 9 – Цене одабраних индикатора емисије⁵¹

Може се уочити да по ценама утврђеним на нивоу ЕУ највеће цене имају PM_{2.5} и PM₁₀ загађивачи, што као крајњи резултат кроз трошковну димензију емисија, а заједно са количинама, даје највеће трошкове.

Главни резултати добијени у моделу приказани су у наставку:

⁵⁰ <https://www.cedelft.eu/en/publications/2191/environmental-prices-handbook-eu28-version>

⁵¹ <https://www.cedelft.eu/en/publications/2191/environmental-prices-handbook-eu28-version>

Врста радова	Опис позиције	Количина (m ³)	CO ₂ (kg)	NO _x (kg)	CO (kg)	SO ₂ (kg)	PM _{2.5} (kg)	PM ₁₀ (kg)
Уклањање материјала	Уклањање материјала са превозом од 15km	3.211,80	39.737,72	397,60	145,34	54,86	28,70	2.798,10
Земљани радови	Земљани радови са превозом од 5km	1.955.073,60	10.356.444,88	100.347,52	35.049,26	14.295,42	7.149,94	569.117,88
Асфалт	Производња и уградња асфалта - средњи услови	31.252,28	3.283.285,09	0,00	0,00	16.164,97	0,00	0,00
Бетон	Бетонски радови	12.091,00	454.087,25	16.907,73	1.832,47	51.713,77	366,50	11.998,56
Бито-шљунак	Производња и у градња бито-шљунка - средњи услови	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Свега еколошки утицаји пројекта:	14.133.554,94	117.652,85	37.027,06	82.229,02	7.545,14	583.914,54

Табела бр. 10 – Еколошки утицај коловозне конструкције деонице Црвена река – Чифлик (Индикатори приказани у kg)

	CO ₂	NO _x	CO	SO ₂	PM _{2.5}	PM ₁₀	Укупно
Ниже цене	310.938,21 €	1.058.875,68 €	1.418,14 €	682.500,85 €	203.718,79 €	11.094.376,25 €	13.351.827,91 €
Средње цене	805.612,63 €	1.741.262,24 €	1.947,62 €	945.633,70 €	291.996,93 €	15.532.126,75 €	19.318.579,87 €
Више цене	1.328.554,16 €	2.600.128,07 €	3.399,08 €	1.471.899,42 €	448.935,84 €	23.940.496,11 €	29.793.412,69 €

	Укупно						
Ниже цене	2,33%	7,93%	0,01%	5,11%	1,53%	83,09%	100,00%
Средње цене	4%	9%	0%	5%	2%	80%	100,00%
Више цене	4%	9%	0%	5%	2%	80%	100,00%

Табела бр. 11 – Трошковна димензија еколошког утицаја коловозне конструкције деонице Црвена река – Чифлик

Посматрајући индикаторе емисије количински CO_2 и PM_{10} се издвајају као највећи загађивачи, а посматрано по врстама радова, земљани радови проузрокују највећу количину емисије.

Као једна од битних ствари издваја се кретање по неасфалтираном путу које у суштини проузрокује највише емисије PM_{10} , те се због тога PM_{10} издваја као други највећи загађивач.

Трошковна димензија показује да PM_{10} имају најзначајнији удео у укупним трошковима емисије. Разлог за то је што су по ЕУ ценама приказаним у Табела бр. 10 – Цене одабраних индикатора емисије $\text{PM}_{2.5}$ и PM_{10} значајно веће од цена осталих индикатора, а када узмемо у обзир и да је количина PM_{10} други највећи загађивач, добијамо да има најзначајнији удео у укупним трошковима.

5 Идентификовање активности на извођењу пројекта и елементи система процене животног циклуса

Модел утицаја изградње на животну средину узима податке из предмера радова изградње коловозне конструкције и уз помоћ одабраних индикатора емисије и цена обрачунава количински и трошковно утицај на животну средину.

Врсте радова из предмера коловозне конструкције су:

- Земљани радови
- Агрегат
- Асфалт
- Бетон
- Цемент
- Бито-шљунак

Као основне операције на извођењу ових радова издвојене су следеће активности:

- Ископ земље треће категорије са истоваром на камион
- Транспорт расутог материјала по асфалтном и неасфалтираном путу (са различитим брзинама транспорта)
- Транспорт свеже бетонске масе по асфалтном путу (са брзином кретања од 40 km/h)
- Производња асфалтног бетона са транспортном даљином свежег асфалта од 30 km
- Производња бито-шљунка са транспортном даљином свеже масе од 30 km
- Производња клинкера

Операција	Механизација	Процењена брзина (km/h)	Јединице мере конверз. фактора	CO ₂	NO _x	CO	SO ₂	PM _{2.5}	PM ₁₀
Транспорт расутог материјала по асфалтном путу (t) - 80km/h	Камион (t)	80	kg/(t*km)	0,100500	0,001029	0,000388	0,000139	0,000075	0,000077
Транспорт расутог материјала по асфалтном путу (m3) - 80km/h	Камион (m3)	80	kg/(m3*km)	0,201000	0,002059	0,000776	0,000278	0,000150	0,000154
Транспорт расутог материјала по прашњавом путу (t) - 80km/h	Камион (t)	80	kg/(t*km)	0,100500	0,001029	0,000388	0,000139	0,000075	0,026199
Транспорт расутог материјала по прашњавом путу (m3) - 80km/h	Камион (m3)	80	kg/(m3*km)	0,201000	0,002059	0,000776	0,000278	0,000150	0,052398
Транспорт расутог материјала по асфалтном путу (t) - 50km/h	Камион (t)	50	kg/(t*km)	0,160800	0,001647	0,000621	0,000222	0,000120	0,000123
Транспорт расутог материјала по асфалтном путу (m3) - 50km/h	Камион (m3)	50	kg/(m3*km)	0,321600	0,003294	0,001242	0,000444	0,000240	0,000246
Транспорт расутог материјала по прашњавом путу (t) - 50km/h	Камион (t)	50	kg/(t*km)	0,160800	0,001647	0,000621	0,000222	0,000120	0,026245
Транспорт расутог материјала по прашњавом путу (m3) - 50km/h	Камион (m3)	50	kg/(m3*km)	0,321600	0,003294	0,001242	0,000444	0,000240	0,052490
Транспорт расутог материјала по асфалтном путу (t) - 25km/h	Камион (t)	25	kg/(t*km)	0,321600	0,003294	0,001242	0,000444	0,000240	0,000246
Транспорт расутог материјала по асфалтном путу (m3) - 25km/h	Камион (m3)	25	kg/(m3*km)	0,643200	0,006588	0,002484	0,000888	0,000480	0,000492
Транспорт расутог материјала по прашњавом путу (t) - 25km/h	Камион (t)	25	kg/(t*km)	0,321600	0,003294	0,001242	0,000444	0,000240	0,026368
Транспорт расутог материјала по прашњавом путу (m3) - 25km/h	Камион (m3)	25	kg/(m3*km)	0,643200	0,006588	0,002484	0,000888	0,000480	0,052736
Транспорт свеже бетонске масе по асфалтном путу (m3) - 40km/h	Аутомискер	40	kg/(m3*km)	0,496594	0,006825	0,002175	0,000684	0,000441	0,000450
Ископ земље треће категорије са истоваром на камион	Багер	-	kg/m3	1,759615	0,015093	0,004265	0,002428	0,001017	0,001050
Производња асфалтног бетона са транспортном даљином свежег асфалта од 30km	Постројење	-	kg/t	45,700000	-	-	0,225000	-	-
Прозводња бито-шљунка са транспортном даљином свеже масе од 30km	Постројење	-	kg/t	43,400000	-	-	0,209000	-	-
Производња клинкера	Постројење	-	kg/t	0,672000	2,500000	-	11,120000	-	0,261360

Табела бр. 12 – Основне операције на извођењу радова

За претходно наведе врсте радова и основне операције утицај на животну средину посматра се кроз следеће индикаторе:

- CO₂
- NO_x
- CO
- SO₂
- PM_{2.5}
- PM₁₀

Модел утицаја изградње на животну средину помоћу наведених основних операција, даљине транспорта, количине елемената загађења у јединици мере и изабраних индикатора приказује структуру загађивача по врстама радова (активностима). У овој структури активности су:

- Бетонски радови
- Земљани радови са превозом од 5 km
- Земљани радови са превозом од 15 km
- Уклањање материјала са превозом од 15 km
- Производња и уградња асфалта – средњи услови
- Производња и уградња бито-шљунка – средњи услови

За сваку од ових активности приказана су загађења по изабраним индикаторима у kg/m³ и трошковно у €/m³ за ниже, средње и више цене које су утврђене на нивоу ЕУ.

Као пример узет је предмер радова коловозне конструкције деонице Црвена река – Чифлик (High Way Part I). Ставке из предмера расподељене су по врстама радова и њиховим укупним количинама:

Врста радова	Активности	Количина (m ³)
Уклањање материјала	Уклањање материјала са превозом од 15km	3.211,80
Земљани радови	Земљани радови са превозом од 5km	1.955.073,60
Асфалт	Производња и уградња асфалта - средњи услови	31.252,28
Бетон	Бетонски радови	12.091,00
Бито-шљунак	Производња и у градња бито-шљунка - средњи услови	0,00

Табела бр. 13 – Позиције из предмера коловозне конструкције Црвена река – Чифлик (High Way Part I), пратеће активности и укупне количине

У следећој табели приказана је структура загађивача по врстама радова (активностима):

Активности	CO ₂ (kg/m ³)	NO _x (kg/m ³)	CO (kg/m ³)	SO ₂ (kg/m ³)	PM _{2.5} (kg/m ³)	PM ₁₀ (kg/m ³)
Бетонски радови	37,55580	1,398372	0,151556	4,277046	0,030311	0,992354
Земљани радови са превозом од 5km	5,297214	0,051326	0,017927	0,007311	0,003657	0,291097
Земљани радови са превозом од 15km	12,37241	0,123794	0,045251	0,017079	0,008937	0,871193
Уклањање материјала са превозом од 15km	12,37241	0,123794	0,045251	0,017079	0,008937	0,871193
Производња и уградња асфалта - средњи услови	105,057471	-	-	0,517241	-	-
Производња и уградња битумшљунка - средњи услови	99,770114	-	-	0,480459	-	-

Табела бр. 14 – Структура загађивача по врстама радова

6 Софтверско праћење утицаја изградње на индикаторе животне средине

За потребе предметне студије израђен је модел који израчунава утицај изградње коловозне конструкције на животну средину по одређеним индикаторима емисије (који се односе на глобално загревање, исцрпљивање озонског омотача, ацидификације, еутрофикације и РМ честице) и трошковим по тим индикаторима, као и укупним трошковима изградње коловозне конструкције.

Укупан утицај на животну средину одређен је на основу одабраних индикатора, а то су:

- CO₂
- NO_x
- CO
- SO₂
- PM_{2.5}
- PM₁₀

За израду модел утицаја коловозне конструкције на животну средину узима као пример радове на деоници Црвена река – Чифлик (High Way Part 1).

Модел је обухватио следеће радове:

- Земљани радови
- Агрегат
- Асфалт
- Бетон
- Бито-шљунак

Сам модел израђен је тако да уз помоћ уношења потребних количина из предмера радова за коловозну конструкцију, модел као резултат израчунава утицај на животну средину по претходно наведеним факторима у килограмима и њихову трошковну димензију по ценама утврђеним на нивоу Европске уније⁵². Цене изражене у €/kg приказане су у следећој табели, а методологија за срачинавање ових цена описана је у поглављу 7. Анализа трошкова и утицаја на животну средину:

⁵² <https://www.cedelft.eu/en/publications/2191/environmental-prices-handbook-eu28-version>

Индикатори емисије	CO ₂ (€/kg)	NO _x (€/kg)	CO (€/kg)	SO ₂ (€/kg)	PM _{2,5} (€/kg)	PM ₁₀ (€/kg)
Ниже цене	0,022	9	0,0383	8,3	27	19
Средња цена	0,057	14,8	0,0526	11,5	38,7	26,6
Више цене	0,094	22,1	0,0918	17,9	59,5	41

Табела бр. 15 – Цене одабраних индикатора емисије

За потребе израде модела утицаја изградње на животну средину индикатори који су одабрани подељени су у два дела:

- Емисије индустријске производње и
- Емисије механизације

Емисије индустријске производње обухватају:

- Утицај на животну средину производње једне тоне бито-шљунка са превозом од 30 km
- Утицај на животну средину производње једне тоне асфалтног бетона са превозом од 30 km
- Утицај на животну средину производње једне тоне клинкера⁵³

Као примарни загађивачи механизације изабране су следеће машине где за сваку машину постоје индикатори емисије у грамима по коњској снази сату. У наставку су приказани изабрани улазни параметри везани за механизацију потребни за израду модела утицаја на животну средину:

Врста машине	Снага мотора (hp)	Практични учинак	Капацитет
Камион	300		20 t (10m ³)
Багер	115	35,05	
Аутомиксер	300		8 m ³

Табела бр. 16 – Улазни параметри механизације (снага мотора, практични учинак, капацитет)

Врста машине	CO ₂ (g/hp*h)	NO _x (g/hp*h)	CO (g/hp*h)	SO ₂ (g/hp*h)	PM _{2,5} (g/hp*h)	PM ₁₀ (g/hp*h)	Фактор емисије за кретање по неасфалтираном путу (g/km)
Камион	536	5,49	2,07	0,74	0,4	0,41	522,44
Багер	536,3	4,6	1,3	0,74	0,31	0,32	
Аутомиксер	529,7	7,28	2,32	0,73	0,47	0,48	

Табела бр. 17 – Улазни параметри механизације (емисиони фактори, фактор емисије за кретање по неасфалтираном путу)

⁵³ Највећи загађивач у производњи цемента је производња клинкера. Заједно са термичким сагоревањем, 90% емисије из овог сектора се може приписати производњи клинкера

Помоћу претходно наведених улазних параметара модел прерачунава емисије у kg/m^3 за врсте радова из предмера.

Као основне операције на извођењу радова из предмера издвојене су следеће активности:

- Ископ земље треће категорије са истоваром на камион
- Транспорт расутог материјала по асфалтном и неасфалтираном путу (са различитим брзинама транспорта)
- Транспорт свеже бетонске масе по асфалтном путу (са брзином кретања од 40 km/h)
- Производња асфалтног бетона са транспортном даљином свежег асфалта од 30 km
- Производња бито-шљунка са транспортном даљином свеже масе од 30 km
- Производња клинкера

Усвојене су и следеће три транспортне брзине:

- 80 km/h
- 50 km/h и
- 25 km/h

Модел по наведеним активностима израчунава количине изабраних индикатора емисије.

Као један од значајнијих утицаја на количину емисије PM_{10} издвојено је кретање по неасфалтираном путу. Емисија PM_{10} по неасфалтираном путу придодаје се емисији PM_{10} камиона чиме се добија укупно произведена количина загађења овог загађивача.

Модел утицаја изградње на животну средину помоћу наведених основних операција, даљине транспорта, количине елемената загађења у јединици мере и изабраних индикатора приказује структуру загађивача по врстама радова (активностима). У овој структури активности су:

- Бетонски радови
- Земљани радови са превозом од 5 km
- Земљани радови са превозом од 15 km
- Уклањање материјала са превозом од 15 km
- Производња и уградња асфалта – средњи услови
- Производња и уградња бито-шљунка – средњи услови

Активности	CO ₂ (kg/m ³)	NO _x (kg/m ³)	CO (kg/m ³)	SO ₂ (kg/m ³)	PM _{2.5} (kg/m ³)	PM ₁₀ (kg/m ³)
Бетонски радови	37,55580	1,398372	0,151556	4,277046	0,030311	0,992354
Земљани радови са превозом од 5km	5,297214	0,051326	0,017927	0,007311	0,003657	0,291097
Земљани радови са превозом од 15km	12,37241	0,123794	0,045251	0,017079	0,008937	0,871193
Уклањање материјала са превозом од 15km	12,37241	0,123794	0,045251	0,017079	0,008937	0,871193
Производња и уградња асфалта - средњи услови	105,057471	-	-	0,517241	-	-
Производња и уградња битошљунка - средњи услови	99,770114	-	-	0,480459	-	-

Табела бр. 18 – Структура загађивача по врстама радова

Помоћу свих претходно наведених фактора, модел израчунава укупни еколошки утицај изградње коловозне конструкције за деоницу Црвена река – Чифлик:

Врста радова	Опис позиције	Количина (m ³)	CO ₂ (kg)	NO _x (kg)	CO (kg)	SO ₂ (kg)	PM _{2.5} (kg)	PM ₁₀ (kg)
Уклањање материјала	Уклањање материјала са превозом од 15km	3.211,80	39.737,72	397,60	145,34	54,86	28,70	2.798,10
Земљани радови	Земљани радови са превозом од 5km	1.955.073,60	10.356.444,88	100.347,52	35.049,26	14.295,42	7.149,94	569.117,88
Асфалт	Производња и уградња асфалта - средњи услови	31.252,28	3.283.285,09	0,00	0,00	16.164,97	0,00	0,00
Бетон	Бетонски радови	12.091,00	454.087,25	16.907,73	1.832,47	51.713,77	366,50	11.998,56
Бито-шљунак	Производња и у градња бито-шљунка - средњи услови	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Свега еколошки утицаји пројекта:	14.133.554,94	117.652,85	37.027,06	82.229,02	7.545,14	583.914,54

Табела бр. 19 – Еколошки утицај коловозне конструкције деонице Црвена река – Чифлик (Индикатори приказани у kg)

	CO ₂	NO _x	CO	SO ₂	PM _{2.5}	PM ₁₀	Укупно
Ниже цене	310.938,21 €	1.058.875,68 €	1.418,14 €	682.500,85 €	203.718,79 €	11.094.376,25 €	13.351.827,91 €
Средње цене	805.612,63 €	1.741.262,24 €	1.947,62 €	945.633,70 €	291.996,93 €	15.532.126,75 €	19.318.579,87 €
Више цене	1.328.554,16 €	2.600.128,07 €	3.399,08 €	1.471.899,42 €	448.935,84 €	23.940.496,11 €	29.793.412,69 €

	CO ₂	NO _x	CO	SO ₂	PM _{2.5}	PM ₁₀	Укупно
Ниже цене	2,33%	7,93%	0,01%	5,11%	1,53%	83,09%	100,00%
Средње цене	4%	9%	0%	5%	2%	80%	100,00%
Више цене	4%	9%	0%	5%	2%	80%	100,00%

Табела бр. 20 – Трошковна димензија еколошког утицаја коловозне конструкције деонице Црвена река – Чифлик

Посматрајући индикаторе емисије количински CO₂ и PM₁₀ се издвајају као највећи загађивачи, а посматрано по врстама радова, земљани радови проузрокују највећу количину емисије.

Као једна од битних ствари издваја се кретање по неасфалтираном путу које у суштини проузрокује највише емисије PM₁₀, те се због тога PM₁₀ издваја као други највећи загађивач.

Трошкови показују да PM₁₀ има најзначајнији удео у укупним трошковима емисије. Разлог за то је што су по ЕУ ценама приказаним у Табела бр. 16 – Цене одабраних индикатора емисије PM_{2.5} и PM₁₀ значајно веће од цена осталих индикатора, а када узмемо у обзир и да је **количина PM₁₀ други највећи загађивач**, добијамо да **има најзначајнији удео у укупним трошковима.**

7 Анализа трошкова и утицаја на животну средину

У циљу спровођења анализе трошкова утицаја на животну средину потребно је пре свега одрети еколошке цене, цене на нивоу загађивача.

Еколошке цене су конструисане цене за социјални трошак или загађење, изражене у €/kg загађивача. Еколошке цене тако указују на губитак економског благостања који настаје када један додатни килограм загађивача пронађе свој пут у околину. Ове цене се такође могу израчунати за нематеријалне облике загађења као што су сметње од буке и јонизујуће зрачење. У таквим случајевима еколошка цена је изражена у еврима по јединици сметње или изложености (на пример, у децибелима). Због недостатка тржишта за квалитет животне средине, цене животне средине не могу се посматрати директно, тј. емпиријски, већ се морају израчунати користећи резултате истраживања о преференцијама људи за избегавање утицаја загађења.⁵⁴

Наведене еколошке цене темеље се на трошковима штете. Израчунавањем и вредновањем штете настале загађењем животне средине (или другим таквим интервенцијама) у односу на низ крајњих тачака, вредност се може доделити додатној укупној штети коју је проузроковао додатни килограм дате емисије (или еквивалент). Еколошке цене у овој студији су просечне цене за 2015. годину по килограму емисије, из просечног извора на просечној локацији (на пример са просечном густином насељености и просечним приходима). Еколошке цене су стога грубе процене које не морају нужно бити важеће у одређеним ситуацијама. У принципу, ове цене представљају друштвену вредност загађења животне средине за емисије у 2015. години.⁵⁵

Све еколошке цене изражене су као ниже, више и средње вредности. Саме еколошке цене израчунате су на основу мноштва несигурних фактора где су варијације врло значајне - толико значајне да би употреба цена у окружењу заправо требало да обесхрабри у првом степену. Међутим, питање је одабира мањег зла: или се суздржавамо од коришћења цена заштите животне средине, што значи да се финансијски подаци не могу упоређивати са утицајима на животну средину и да се ти утицаји не могу међусобно упоређивати, или се неки користе, али признају да резултати имају степен несигурности.⁵⁶

У наставку су приказане еколошке цене за одабране индикаторе утицаја на животну средину:

⁵⁴ <https://www.cedelft.eu/en/publications/2191/environmental-prices-handbook-eu28-version>

⁵⁵ <https://www.cedelft.eu/en/publications/2191/environmental-prices-handbook-eu28-version>

⁵⁶ <https://www.cedelft.eu/en/publications/2191/environmental-prices-handbook-eu28-version>

Индикатори емисије	CO ₂ (€/kg)	NO _x (€/kg)	CO (€/kg)	SO ₂ (€/kg)	PM _{2.5} (€/kg)	PM ₁₀ (€/kg)
Ниже цене	0,022	9	0,0383	8,3	27	19
Средња цена	0,057	14,8	0,0526	11,5	38,7	26,6
Више цене	0,094	22,1	0,0918	17,9	59,5	41

Табела бр. 21 – Цене одабраних индикатора емисије⁵⁷

Дефинисањем еколошких цена за сваки одабрани индикатор утицаја на животну средину анализирани су трошкови утицаја на животну средину коловозне конструкције деонице Црвена река – Чифлик (High Way Part I).

На основу еколошких цена, одабраних индикатора утицаја на животну средину и количина укупно произведеног загађења коловозне конструкције и количина из предмера, добијени су трошкови по сваком од претходно наведених индикатора, као и укупни еколошки трошак коловозне конструкције по вишим, нижим и средњим ценама.

Може се уочити да по ценама утврђеним на нивоу ЕУ највеће цене имају PM_{2.5} и PM₁₀ загађивачи, што као крајњи резултат кроз трошковну димензију емисија, а заједно са количинама, даје највеће трошкове.

Главни резултати добијени у моделу приказани су у наставку:

⁵⁷ <https://www.cedelft.eu/en/publications/2191/environmental-prices-handbook-eu28-version>

Врста радова	Опис позиције	Количина (m3)	CO ₂ (kg)	NO _x (kg)	CO (kg)	SO ₂ (kg)	PM _{2.5} (kg)	PM ₁₀ (kg)
Уклањање материјала	Уклањање материјала са превозом од 15km	3.211,80	39.737,72	397,60	145,34	54,86	28,70	2.798,10
Земљани радови	Земљани радови са превозом од 5km	1.955.073,60	10.356.444,88	100.347,52	35.049,26	14.295,42	7.149,94	569.117,88
Асфалт	Производња и уградња асфалта - средњи услови	31.252,28	3.283.285,09	0,00	0,00	16.164,97	0,00	0,00
Бетон	Бетонски радови	12.091,00	454.087,25	16.907,73	1.832,47	51.713,77	366,50	11.998,56
Бито-шљунак	Производња и у градња бито-шљунка - средњи услови	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Свега еколошки утицаји пројекта:	14.133.554,94	117.652,85	37.027,06	82.229,02	7.545,14	583.914,54

Табела бр. 22 – Еколошки утицај коловозне конструкције деонице Црвена река – Чифлик (Индикатори приказани у kg)

	CO ₂	NO _x	CO	SO ₂	PM _{2.5}	PM ₁₀	Укупно
Ниже цене	310.938,21 €	1.058.875,68 €	1.418,14 €	682.500,85 €	203.718,79 €	11.094.376,25 €	13.351.827,91 €
Средње цене	805.612,63 €	1.741.262,24 €	1.947,62 €	945.633,70 €	291.996,93 €	15.532.126,75 €	19.318.579,87 €
Више цене	1.328.554,16 €	2.600.128,07 €	3.399,08 €	1.471.899,42 €	448.935,84 €	23.940.496,11 €	29.793.412,69 €

	Укупно						
Ниже цене	2,33%	7,93%	0,01%	5,11%	1,53%	83,09%	100,00%
Средње цене	4%	9%	0%	5%	2%	80%	100,00%
Више цене	4%	9%	0%	5%	2%	80%	100,00%

Табела бр. 23 – Трошкови еколошког утицаја коловозне конструкције деонице Црвена река – Чифлик

Посматрајући индикаторе емисије количински CO₂ и PM₁₀ се издвајају као највећи загађивачи, а посматрано по врстама радова, земљани радови проузрокују највећу количину емисије.

Као једна од битних ствари издваја се кретање по неасфалтираном путу које у суштини проузрокује највише емисије PM₁₀, те се због тога PM₁₀ издваја као други највећи загађивач.

Анализа трошкова показује да PM₁₀ имају најзначајнији удео у укупним трошковима емисије. Разлог за то је што су по ЕУ ценама приказаним у Табела бр. 22 – Цене одабраних индикатора емисије PM_{2.5} и PM₁₀ значајно веће од цена осталих индикатора, а када узмемо у обзир и да је количина PM₁₀ други највећи загађивач, добијамо да има најзначајнији удео у укупним трошковима.

8 Извештај о извршеним анализама

Мерења квалитета ваздуха у реалном времену извршена су на локацији Мостарске петље у Београду.⁵⁸ Мерења су приказана за период од 15.05.2020. до 31.05.2020. по следећим индикаторима:

- SO₂
- PM₁₀
- NO₂
- NO_x
- CO
- PM_{2.5}

У наставку је приказана табела са индикаторима и резултатима мерења као просечне дневне вредности:

Време	SO ₂ (µg/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	NO _x (µg/m ³)	CO (µg/m ³)	PM _{2.5} (µg/m ³)
15.5.2020	10,17	24,77	16,85	40,91	0,56	17,61
16.5.2020	6,94	18,18	15,04	26,77	0,53	12,89
17.5.2020	8,45	23,74	21,65	43,1	0,61	20,35
18.5.2020	9,18	19,23	22,14	51,67	0,61	14,75
19.5.2020	12,78	21,5	18,83	40,65	0,59	15,73
20.5.2020	7,21	18,16	14,53	28,79	0,51	15,9
21.5.2020	6,15	14,95	14,65	25,18	0,47	6,23
22.5.2020	6,31	16,75	26,21	51,26	0,53	7,13
23.5.2020	10,23	10,78	32,14	55,79	0,61	7,67
24.5.2020	7,53	9,14	20,29	34,62	0,54	6,43
25.5.2020	6,31	9,53	17,79	32,91	0,52	4,64
26.5.2020	5,18	8,99	19,58	53,03	0,59	8,17
27.5.2020	4,55	12,96	18,37	41,4	0,54	7,99
28.5.2020	4,62	15,04	20,35	38,69	0,54	8,26
29.5.2020	4,71	19,01	21,1	38,22	0,54	11,32
30.5.2020	4,83	12,75	17,93	37,12	0,56	10,85
31.5.2020	4,58	7,26	13,95	22,65	0,42	4,5
Просечна вредност	7,04	15,46	19,49	38,99	0,55	10,61

Табела бр. 24 – Нумеричке вредности концентрација загађујућих материја, у µg/m³, Београд Мостар

Област квалитета ваздуха у Републици Србији је уређена постојећом домаћом регулативом. Кровни закон је Закон о заштити ваздуха („Сл. гл. РС” бр. 36/09 и 10/13).

⁵⁸ <http://www.amskv.sepa.gov.rs/>

Његове одредбе, у области мониторинга и оцене квалитета ваздуха, прецизирају подзаконска акта: Уредба о условима за мониторинг и захтевима квалитета ваздуха (“Сл. гл. РС” бр.11/10 , 75/10 и 63/13), Уредба о утврђивању програма контроле квалитета ваздуха у државној мрежи (“Сл. гл. РС” бр. 58/11), Уредба о утврђивању зона и агломерација (“Сл. гл. РС” бр. 58/11 и 98/12)

Критеријуми за оцењивање квалитета ваздуха⁵⁹ дати су у следећој табели:

Период усредњавања	Загађујућа материја	Горња вредност (µg/m ³)	Одличан	Добар	Прихватљив	Загађен	Јако загађен
			1	2	3	4	5
1h	SO ₂	350	0 - 100	100,01 - 200	200,01 - 350	350,01 - 500	> 500
	NO ₂	150	0 - 40	40,01 - 100	100,01 - 150	150,01 - 400	> 400
	CO	5.000	0 - 5.000	5.001 - 10.000	10.001 - 25.000	25.001 - 50.000	> 50.000
	O ₃		0 - 80	80,01 - 120	120,01 - 180	180,01 - 240	> 240
	PM _{2,5}		0 - 15	15,01 - 30	30,01 - 40	40,01 - 90	> 90
	PM ₁₀		0 - 35	35,01 - 60	60,01 - 90	90,01 - 180	> 180

Табела бр. 25 – Индекс квалитета ваздуха⁶⁰

⁵⁹ <http://www.amskv.sepa.gov.rs/kriterijumi.php>

⁶⁰ <http://www.amskv.sepa.gov.rs/kriterijumi.php>

9 Закључак

9.1 Коришћени улазни подаци

Кључни подаци за израду студије преузети су из напред наведених истраживања и студија:

- Укупне количине радова за коловозну конструкцију преузете су из предмера радова коловозне конструкције на деоници Црвена река – Чифлик (High Way Part I);
- Индикатори емисије и њихове количине за механизацију преузети су сајта федералне агенције за управљање у хитним ситуацијама (FEMA), агенција Министарства унутрашњих послова Сједињених Америчких Држава;
- Фактор емисије за кретање по неасфалтираном путу изражен у g/km коришћен за израчунавање генерисане емисије PM₁₀ од кретања по неасфалтираном путу
- Индикатори емисије и њихове количине за индустријску производњу за асфалтни бетон и бито-шљунак преузети су из извештај о пројекту Анализа животног циклуса репрезентативне француске вруће мешавине асфалтног бетона и асфалтног коловоза, а емисије и њихове количине за производњу клинкера из истраживања под називом „Утицај на животну средину од производње цемента“, Stajanča M., Eštoková A.
- Еколошке цене преузете су из студије под називом „Приручник о ценама животне средине - EY28 верзија“, Sander de Bruyn, CE Delft.

9.2 Резултати Студије

У Студији су, у складу са пројектним задатком, анализирани еколошке последице пројектовања путева у складу са важећом домаћим и ЕУ регулативом, као и на основу јавно доступних истраживања која су обрађивала овај проблем.

- Из доступне литературе преузете су процене еколошких последица производње грађевинског материјала (асфалт, клинкер, ...).
- На основу података о еколошким последицама рада грађевинских машина и на основу анализе њихових учинака на конкретним грађевинским радовима процењене су еколошке последице њиховог рада на извршавању стандардних грађевинских радова.
- Комбиновање еколошких последица производње грађевинских материјала и еколошких последица рада грађевинске механизације је омогућило да за основне позиције из предмера грађевинских радова на путевима (уклањање материјала, бетонски радови, земљани радови, ...) срачунамо њихове реалне еколошке последице.

- На основу овако организованих података припремљен је Excel модел који на основу стандардног предмера грађевинских радова на изградњи путева срачунава еколошке последице изградње пута.
- Excel модел је примењен на конкретној техничкој документацији пута који је недавно изграђен (Коловозне конструкције за деоницу Црвена река – Чифлик - High Way Part I).
- Поред прорачуна еколошких последица, Excel модел је срачунао и процену финансијских трошкова наведених еколошких последица, коришћењем цена које је за потребе ЕУ израдио CE Delft
- Резултати прорачуна указују да, по ценама из студије CE Delft, цене еколошких последица изградње пута, по тзв. „нижим“ ценама за ЕУ28 износе око 13 мил. €. 80% ове цене чини емисија PM_{10} , која је највећим делом последица возње камиона по земљаним путевима.

9.3 Практични закључци

Из текста Студије могу се извући следећи практични закључци:

- На основу горе наведеног јасно је да се конкретна техничка документација за изградњу пута може неспорно евалуирати, уз минималне додатне трошкове, по критеријуму „еколошких трошкова изградње“
- На основу предложене методологије Путеви Србије могу једноставно да прошире своје пројектне задатке за израду техничке документације и добију систематску и неспорну оцену еколошких последица изградње пута, како мерено у конкретним емисијама, тако и прерачунато у „еколошке трошкове“.
- У случају да се таква одлука донесе, биће могуће увести „бонификације“ за пројектанте чији пројекти остваре мањи негативан утицај на животну средину. Тиме би се веома подстакло пројектовање путева чија изградња минимално доприноси загађењу животне средине.
- Током избора оптималне варијанте изградње пута сада је могуће унети и параметар „еколошких трошкова“. На тај начин ће Путеви Србије бити у могућности да сагледају целокупну цену изградње и изаберу заиста најбољу варијанту техничке документације.
- На крају, сада је могуће „уназад“ анализирати постојеће пројекте изведеног стања постојећих путева и утврдити еколошке последице изградње сваког од њих.

- Како „еколошки трошкови“ превоза материјала по неасфалтираним путевима представљају најзначајни део „еколошких трошкова“ изградње путева, размотрити начин да се извођачи радова подстакну да на минимум сведу транспорт по неасфалтираним путевима током изградње објеката из надлежности Пuteва Србије.

9.4 Препоруке за даљи рад

Аутори Студије предлажу Наручиоцу да размотри следеће даље кораке:

- Утврђивање „локалних цена“ еколошких утицаја, јер цене које важе за ЕУ28 сигурно требају да буду прилагођене тако да одражавају специфичности Србије.
- Израда софтвера који ће неспорно срачунавати еколошке ефекте конкретне техничке документације.
- Дефинисање додатка на пројектне задатке за пројектовање путева који ће захтевати да пројектант сагледа и еколошке последице техничке документације које је израдио
- Утврђивање правилника за додељивање „бонификација“ пројектантима на основу еколошких последица техничке документације коју је израдио.
- Ажурирање постојећих техничких спецификација Пuteва Србије тако да се „еколошки трошкови“ изградње путева сведу на најмању могућу меру.

ПРИЛОГ А: Мерење загађења ваздуха у функцији израде Студије

Да би се свеобухватно сагледали еколошки ефекти пројектовања путева у оквиру Студије су вршена и мерења квалитета ваздуха (суспендованих честица $PM_{2.5}$ и PM_{10}). Мерења су извршена на објекту испод моста Газела, на углу саобраћајница Бродарска и Садика Рамиза. Тачна локација објекта је: $44^{\circ}48'16.1''N$ $20^{\circ}26'19.1''E$, а локацију уређаја и параметри мерења квалитета ваздуха могу се пратити на следећим web страницама:

- <https://maps.luftdaten.info/#16/44.8041/20.4393>
- <https://api-rrd.madavi.de/grafana/d/GUaL5aZMz/pm-sensors?orgId=1&theme=light&var-chipID=esp8266-14339216>

Актуелна законска регулатива

Област квалитета ваздуха у Републици Србији уређена је постојећом домаћом регулативом. Кровни закон је закон о заштити ваздуха („Сл. гл. РС” бр. 36/09 и 10/13). Његове одредбе, у области мониторинга и оцене квалитета ваздуха, прецизирају подзаконска акта: Уредба о условима за мониторинг и захтевима квалитета ваздуха (“Сл. гл. РС” бр.11/10 , 75/10 и 63/13), Уредба о утврђивању програма контроле квалитета ваздуха у државној мрежи (“Сл. гл. РС” бр. 58/11), Уредба о утврђивању зона и агломерација (“Сл. гл. РС” бр. 58/11 и 98/12).

Уредба о условима за мониторинг и захтевима квалитета ваздуха (“Сл. гл. РС” бр.11/10 , 75/10 и 63/13), одређује услове за мониторинг као што су критеријуми за одређивање минималног броја мерних места и локација за узимање узорака, методологија мерења и оцењивање квалитета ваздуха и сл. Као и захтеве за квалитета ваздуха у смислу граничних вредности нивоа загађујућих материја у ваздуху, горње и доње границе, границе толеранције, критични ниво загађења итд.

Претходно поменутом уредбом одређене су максималне дозвољене концентрације за заштиту здравља људи у случају наменских мерења која су приказана у наставку.

1. Гасовите неорганске материје	
Период усредњавања	Максимална дозвољена концентрација
Амонијак (NH_3)	
Три часа	$200 \mu g/m^3$
Један дан	$100 \mu g/m^3$
Водоник сулфид (H_2S)	
Један дан	$150 \mu g/m^3$
Хлороводоник (HCl)	
Три часа	$50 \mu g/m^3$

Једандан	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Календарска година	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
<i>Хлор (Cl₂)</i>	
Три часа	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Један дан	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
<i>Флуороводоник (HF)</i>	
Три часа	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Један дан	3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2. Органске материје	
Период уредњавања	Максимална дозвољена концентрација
<i>Угљендисулфид (CS₂)</i>	
Једандан	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
<i>Стирен</i>	
Седам дана	0,26 mg/m^3
<i>Тоулен</i>	
Седам дана	0,26 mg/m^3
<i>Формалдехид</i>	
Један дан	0,1 mg/m^3
<i>1,2 дихлоретан</i>	
Један дан	0,7 mg/m^3
<i>Акролеин</i>	
Једандан	0,1 mg/m^3
<i>Тетрахлоретилен</i>	
Један дан	5 mg/m^3
Календарска година	0,25 mg/m^3
3. Канцерогене материје	
Период усредњавања	Максимална дозвољена вредност
<i>Акрилонитрил</i>	
Календарска година	0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
<i>Арсен</i>	
Календарска година	6 ng/m^3
<i>Хром шестовалентни</i>	
Календарска година	0,3 ng/m^3
<i>Никл</i>	
Календарска година	20 ng/m^3
<i>Азбест</i>	

Календарска година	200 $\mu\text{l}/\text{m}^3$
4. Укупне суспендоване честице	
Период усредњавања	Максимална дозвољена вредност
Један дан	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Календарска година	70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
5. Укупне таложне материје	
Период усредњавања	Максимална дозвољена вредност
Један месец	450 $\text{mg}/\text{m}^2/\text{dan}$
Календарска година	200 $\text{mg}/\text{m}^2/\text{dan}$
6. Чађ	
Период усредњавања	Максимална дозвољена вредност
Један дан	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Календарска година	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Табела бр. 26 - Максималне дозвољене концентрације за заштиту здравља људи у случају наменских мерења

Такође Уредбом су одређени критеријуми за оцењивање концентрација, поред осталих и суспендованих честица ($\text{PM}_{2.5}$ и PM_{10}) у зонама и англомерацијама. Горња и доња граница оцењивања за суспендоване честице $\text{PM}_{2.5}$ не примењују се у случају мерења која служе за процене испуњености циља смањења изложености суспендованим честицама $\text{PM}_{2.5}$ у циљу заштите здравља људи.

	Просечне 24-часовне концентрације PM_{10}	Просечне годишње концентрације PM_{10}	Просечне годишње концентрације $\text{PM}_{2.5}$
Горња граница оцењивања	70 % граничне вредности (35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, не сме се прескочити више од 35 пута у једној календарској години)	70 % граничне вредности (28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	70 % граничне вредности (17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Доња граница оцењивања	50 % граничне вредности (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, не сме се прескочити више од 35 пута у једној календарској години)	50 % граничне вредности (20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	50 % граничне вредности (12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Табела бр. 27 - Критеријуми за оцењивање концентрација, поред осталих и суспендованих честица ($\text{PM}_{2.5}$ и PM_{10}) у зонама и англомерацијама

Технички опис уређаја за мерење квалитета ваздуха

Уређајем за мерење квалитета ваздуха може се самостално мерити степен загађења ваздуха. За његово функционисање потребно је повезивање наведених елемената и напајања, као и повезивање са Wi-Fi мрежом ради конфигурисања јединственог ID-а станице. Након конфигурације станице и креирања налога, могуће је вршити снимање

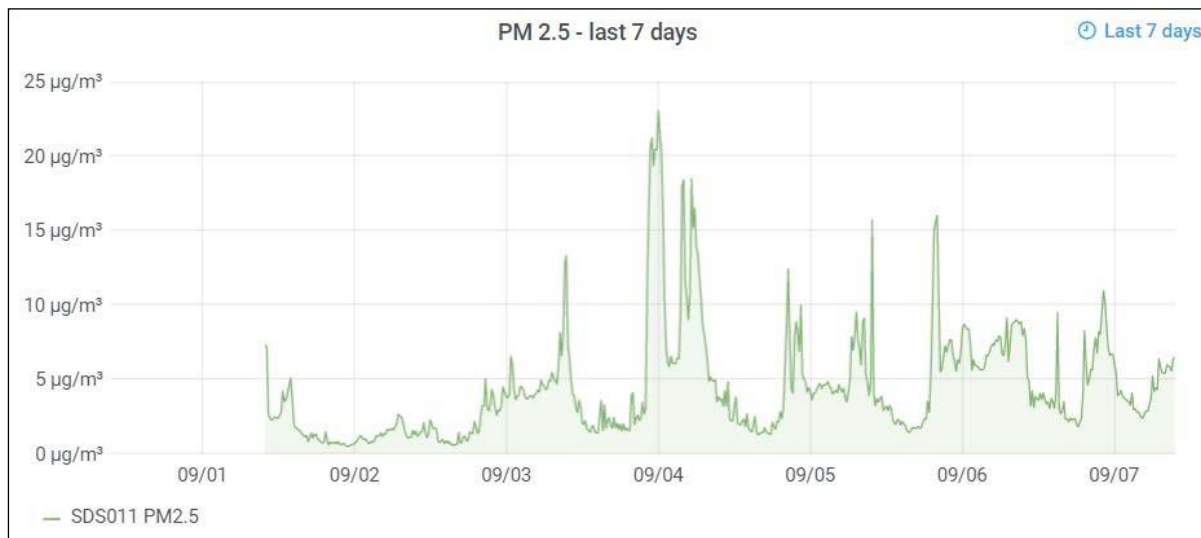
и обраду података.

У наставку ће бити приказан преглед техничких спецификација уређаја којим су извршена мерења квалитета ваздуха:

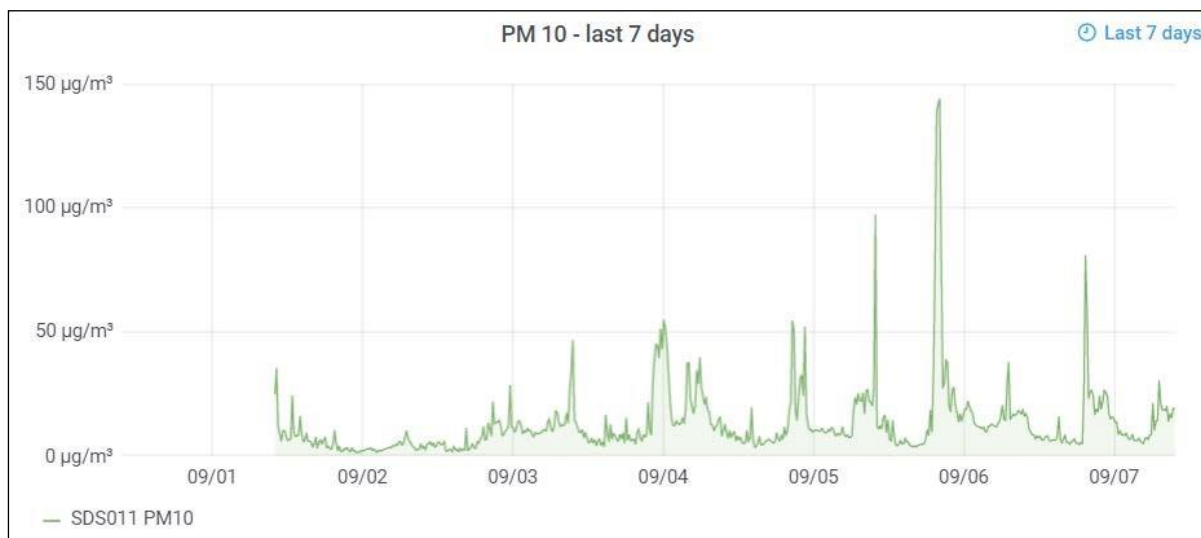
- NodeMCU ESP8266 CPU/WLAN
 - Процесор: Tensilica 32-bit
 - Радни напон: 3.3 V
 - Улазни напон: 7-12 V
 - Дигитални I/O пинови (DIO) : 16
 - Аналогни улазни пинови : 1
 - Флеш меморија: 4 MB
 - SRAM: 64KB
 - Брзина такта: 80MHZ
- SDS011 сензор за честице прашине
 - Опсег мерења: 0.0-999.9 μ g/m³
 - Улазни напон: 5V
 - Максимална дозвољена струја: 100mA
 - Време одзива: 1 секунда
 - Фреквенција излаза серијских података: једном по секунди
 - Резолуција пречника честица: $\leq 0.3\mu$ m
 - Релативна грешка: 10%
 - Распон температуре: -20~50°C
 - Димензије: 71mm*70mm*23mm
- BME280 6-PIN сензор за мерење температуре, влажности ваздуха и ваздушнoг притиска:
 - Распон температуре: од -40 до 85°C
 - Влажност ваздуха: 0-100%
 - Распон притиска: 300-1100 hPA
 - I2C и SPI Интерфејс
 - Радни напон: 3.3 V
- Кабл
- USB кабл (micro USB)
- USB кабл за напајање
- Траке за кабл
- Еластична цев, по могућству непровидна, пречника 6mm и дужине 20mm
- Заштита од временских услова, Marley Silent HT Arc DN 75 87°
 - Пречник: 88mm
 - Угао лука: 87°
 - Боја: RAL 7037 (Сива)
 - Материјал: Полипропилен
 - Номинална величина: DN 75
 - Отпорност на температуру: до 90°C
 - Тежина: 110g

Резултати мерења квалитета ваздуха

Мерења су вршена у периоду од 1.9.2020. до 7.9.2020. године. Мерења су извршена на објекту испод моста Газела, на углу саобраћајница Бродарска и Садика Рамиза. Тачна локација објекта је: 44°48'16.1"N 20°26'19.1"E. У наставку су приказани резултати мерења квалитета ваздуха:



Слика бр. 9 – Резултат мерења квалитета ваздуха (суспендованих честица $PM_{2.5}$) у периоду од 1.9.2020. до 7.9.2020. године⁶³



Слика бр. 10 - Резултат мерења квалитета ваздуха (суспендованих честица PM_{10}) у периоду од 1.9.2020. до 7.9.2020. године⁶⁴

На основу поменутих постојећих регулатива на територији Републике Србије, посебно Уредбе о условима за мониторинг и захтевима квалитета ваздуха ("Сл. гл. РС" бр.11/10, 75/10 и 63/13) и добијених резултата мерења квалитета ваздуха може се закључити да

⁶³ <https://api-rrd.madavi.de/grafana/d/GUaL5aZMz/pm-sensors?orgId=1&theme=light&var-chipID=esp8266-14339216&from=now-7d&to=now>

⁶⁴ <https://api-rrd.madavi.de/grafana/d/GUaL5aZMz/pm-sensors?orgId=1&theme=light&var-chipID=esp8266-14339216&from=now-7d&to=now>

укупне суспендоване честице нису прелазиле максималну дозвољену вредносту осим дана 05.09.2020. године.

Веће осцилације читавања мерења на дневном нивоу $PM_{2.5}$ и PM_{10} честица јављале су се у јутарњим и вечерњим часовима.

Са графикана се може уочити да се вредност $PM_{2.5}$ честица у просеку кретала испод вредности од $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, док је за PM_{10} та вредност била испод $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ што би се сматрало вредностима које су у границама нормале.

10 Литература

1. Др Марија Маленковска Тодорова, др Јасмина Буневска Талевска: *“Зелени путеви – паметно решење за одрживи развој животне средине”*, 2017.
2. Закон о планирању и изградњи (Сл. гласник РС, бр. 72/2009, 81/2009, 37/2019 - др. закон)
3. Закон о путевима (Сл. гласник РС, бр. 41/2018, 95/2018 и др. закон)
4. Закон о рударству и геолошким истраживањима ("Сл. гласник РС", бр. 101/2015 и 95/2018 - др. Закон)
5. Закон о заштити животне средине (Сл. гласник РС, бр. 135/2004, 36/2009, 36/2009, 95/2018 - др. закон)
6. Закон о управљању отпадом (Сл. Гласник РС, бр. 36/2009, 88/2010, 14/2016 и 95/2018 – др. закон)
7. Закон о заштити природе (Сл. Гласник РС, бр. 36/2009, 88/2010, 91/2010 - испр., 14/2016 и 95/2018 – др. закон)
8. Закон о заштити ваздуха (Сл. гласник РС, бр. 36/2009 и 10/2013)
9. Национална стратегија одрживог коришћења природних ресурса и добара (Сл. гласник РС, бр. 33/12)
10. ЈП „Путеви Србије“: *Политика заштите животне средине у ЈП „Путеви Србије“*, 2008.
11. Стратегија управљања отпадом за период 2010 – 2019. године (Сл. гласник РС, бр. 29/10)
12. Уредба о условима за мониторинг и захтевима квалитета ваздуха (Сл. гласник РС, бр. 11/2010, 75/2010 и 63/2013)
13. Министарство заштите животне средине: *“Други извештај Републике Србије према Оквирној конвенцији Уједињених нација о промени климе”* 2017.
14. Комуникација Комисије Европском парламенту, Већу, Европском економском и социјалном комитету и Одбору регија – Нови акциони план за циркуларну економију "За чишћу и конкурентнију Европу" (COM/2020/98 final), анекс - COM(2020) 98 final
15. Комуникација Комисије – Европски зелени план (COM/2019/640 final)
16. Директива 2011/92/EU Европског парламента и Савета од 13. децембра 2011. о процени утицаја одређених јавних и приватних пројеката на животну средину
17. Уредба (ЕУ) бр. 1315/2013 о смерницама Уније за развој трансевропске саобраћајне мреже
18. Директива 2008/96/ЕС о управљању безбедношћу путне инфраструктуре
19. Директива Комисије (ЕУ) 2020/367 од 4. марта 2020. о измени Прилога III Директиве 2002/49/ЕС Европског парламента и Савета у погледу успостављања метода процене штетних утицаја буке у околини
20. Директива Савета 99/31/ЕС о депонијама
21. Директива Савета 2008/98/ЕС о отпаду која замењује и допуњује Оквирну директиву 75/442/ЕЕС, 2006/12/ЕС

22. Директива Савета 92/43/ЕЕА од 21. маја 1992. о очувању природних станишта и дивље фауне и флоре
23. Директива 2000/60/ЕС Европског парламента и Савета од 23. октобра 2000. о успостављању оквира за деловање Заједнице у области водене политике
24. Директива 2001/42/ЕС Европског парламента и Савета од 27. јуна 2001. о процени утицаја одређених планова и програма на животну средину
25. Директива 2009/31/ЕС Европског парламента и Савета од 23. априла 2009. о геолошком складиштењу угљен-диоксида
26. Директива 2008/50/ЕС Европског парламента и Савета од 21. маја 2008. о квалитету амбијенталног и чистијем ваздуху за Европу
27. Директива 2018/2001 Европског парламента и Савета од 11. децембра 2018. о подстицању коришћења енергије из обновљивих извора
28. Директива 2004/107/ЕС Европског парламента и Савета од 15. децембра 2004. о арсену, кадмијуму, живи, никлу и полицикличким ароматским угљоводоницима у спољном ваздуху
29. Војпут Суботица: *“Изградња путева”*, 2015.
30. SustainEuroRoad: *“Layman’s report”*
31. Jan Krantz, Weizhuo Lu, Tim Johansson, Thomas Olofsson: *“An energy model for sustainable decision – making in road construction projects”*, Lulea University of Technology, Sweden
32. Acciona construccion SA: *“Final Report Summary - APSE (Use of eco-friendly materials for a new concept of Asphalt Pavements for a Sustainable Environment)”*, 2017.
33. Intelligent Energy Europe: *“Energy Conservation in Road Pavement Design, Maintenance and Utilisation”*, 2010.
34. Australian institute of technology: *“MIRAVEC: Models and methods for the estimation of fuel consumption due to infrastructure parameters”*, 2013.
35. ЈП „Путеви Србије“: *“Упутство за праћење стања животне средине у путном појасу на мрежи државних путева Републике Србије”*, 2014.
36. Mohammadsoroush Tafazzoli: *“Incorporating Sustainable Practices in Asphalt Industry”*, 2019.
37. Nicholas Thom and Andrew Dawson, *“Sustainable Road Design: Promoting Recycling and Non-Conventional Materials”*
38. Мате Сршен, Милан Мајкић, Марко Оркић: *„Хладно рециклирање асфалтних колника“*, 2009.
39. ЈП „Путеви Србије“: *“Техничко упутство о процени утицаја на животну средину за путни сектор”*, 2011.
40. USIRF Routes de France, Bio by Deloitte: *“Project Report – Life cycle analysis of representative French hot – mix asphalt concrete and asphalt pavement, Confidential document”*, 2016.
41. Ing. Miroslav Stajanča, doc. RNDr. Adriana Eštoková: *“Environmental impacts of cement production”*, Technical University of Košice, Civil Engineering Faculty, Institute of Architectural Engineering, 2012.

42. Marinella Giunta, Dario Lo Bosco, Giovanni Leonardi and Francesco Scopelliti: *“Estimation of Gas and Dust Emissions in Construction Sites of a Motorway Project”*, 2019.
43. Sander de Bruyn и сар.: *“Environmental Prices Handbook EU28 version - Methods and numbers for valuation of environmental impacts”*, CE Delft, 2018.
44. Барандика и сар.: *„Applying life cycle thinking to reduce greenhouse gas emissions from road projects“*, 2013.
45. Парк и сар.: *„Quantitative Assessment of Environmental Impacts on Life Cycle of Highways“*, 2003.
46. Умер и сар.: *„Sustainability assessment of roadway projects under uncertainty using Green Proforma: An index-based approach“*, 2016.
47. U.S. Department of Transportation: *What is a sustainable highway?*
<https://www.sustainablehighways.org/203/what-is-a-sustainable-highway.html>
48. *SustainEuroRoad: Activities and demonstrator jobsites*
<https://sustainableroads.eu/results/>
49. *Влада Републике Србије*
<https://www.vladars.net/sr-sp-cyrl/Pages/default.aspx>
50. *Угљен диоксида је све више*, 2015._
<http://www.ecobike.org.rs/vesti/ugljen-dioksida-sve-vise/>
51. *Climate change: The massive CO2 emitter you may not know about*
<https://www.bbc.com/news/science-environment-46455844>
52. *Calculation of sheet – combustible emissions*
https://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1711-25045-6430/appendix_d.pdf