
EKOLOŠKA BUKA I ZAGAĐENJE ZRAKA
STUDIJA UTICAJA

PROJEKAT: PROCJENA UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU I DRUŠTVO
(ESIA) ZA DIONIC MATEŠEVO - ANDRIJEVICA BAR
AUTOCESTA BOLJARE

REVIZIJA V1: NOVO SISTEMI

KLIJENT: PASECO SP LTD

KORISNIK: EBRD

KONSULTANT:



Acoustics Consultancy Company

ŠPIROU DIMA 54 Str. & LAVRIOU Av., PC
19002, PEANIA GRČKA
TEL.: +30 210 6921928
FAX: +30 210 6921958
E-MAIL: info@eagroup.gr
WEB: www.eagroup.gr

DATUM: 13.12.2024 2. IZDANJE

Sadržaj

1	Uvod.....	4
1.1	Svrha	4
1.2	Obim radova.....	4
1.3	Utjecaj buke na okoliš.....	5
1.4	Utjecaj zagađenja vazduha na životnu sredinu.....	6
2	Regulatorni okvir	7
2.1	Buka.....	7
2.1.1	Nacionalni zahtjevi u skladu sa Uredbom 27/2015	7
2.1.2	Smjernice Svjetske banke o nivou buke	7
2.1.3	Smjernice Svjetske zdravstvene organizacije (SZO)	8
2.2	Zagađenje zraka	8
2.2.1	Nacionalni zahtjevi prema Uredbi NN 25/12	8
2.2.2	Evropske direktive.....	9
2.2.3	Smjernice Svjetske zdravstvene organizacije (WHO)	10
3	Postojeći uslovi	12
4	Metodologija evaluacije.....	14
4.1	Izvori saobraćajne buke	14
4.2	Definicije, svojstva i mjerne jedinice zvuka	14
4.3	Indikatori za procjenu buke u životnoj sredini	15
4.4	Evropska metoda procjene buke u okolišu.....	17
4.5	Izvori i disipacija zagađenja vazduha u drumskom saobraćaju.....	17
4.6	Građevinska buka i izvori zagađenja zraka	18
4.7	Softver za simulaciju širenja zagađivača zvuka i zraka	18
4.8	Izračunavanje efikasnosti mjera za smanjenje saobraćajne buke	20
5	Ulazni podaci.....	23
5.1	Meteorološki podaci.....	23
5.2	Model terena	23
5.3	Poravnanje.....	24
5.4	Saobraćajni tokovi.....	24
5.5	Sastav mašina za gradilište	25
5.6	Osetljivi prijemnici.....	28

6	Evaluacija uticaja na životnu sredinu.....	29
6.1	Buka.....	29
6.1.1	Faza izgradnje	29
6.1.2	Operativna faza.....	30
6.2	Zagađenje zraka.....	31
6.2.1	Faza izgradnje	31
6.2.2	Operativna faza.....	32
7	Mjere ublažavanja	34
7.1	Tokom izgradnje	34
7.2	Tokom rada	38

1 UVOD

1.1 Svrha

Svrha ove studije je da se identifikuju i procijene potencijalni uticaji koji mogu nastati od buke i zagađenja vazduha koji se emituju tokom izgradnje i eksploatacije dionice "Mateševo – Andrijeвица" crnogorskog autoputa Bar-Boljare (SEETO ruta 4), na obliž nje stanove i stanovništvo (zajednicu i radnu snagu). Prijedlog za novu trasu autoputa dugačak je oko 21 km. Početna tačka je nakon IC Mateševo i tunela dužine 555m koji je već u izgradnji (dionica Smokovac – Mateševo). Kraj istražnog područja je područje rijeke Kršitice, pritoke Lima, kod Andrijevice.

Dionica autoputa "Mateševo – Andrijeвица" dio je autoputa Bar – Boljare koji povezuje luku Bar na Jadranskoj obali do Boljara u blizini granice sa Srbijom. Izgradnja autoputa Bar - Boljare je uvrštena u Prostorni plan Crne Gore (2008).

Procijenice se buka od drumskog saobraćaja, uzimajući u obzir ekološke i društvene osnovne uslove analizirane za područje istraživanja, i, gdje je potrebno i primjereno, predlažu mjere za ublažavanje.

1.2 Obim radova

Studija uključuje:

Poglavlje 2. Regulatorni okvir: Opis glavnog regulatornog okvira za životnu sredinu u Crnoj Gori, relevantnih evropskih direktiva i dodatnih projektnih zahtjeva u vezi sa bukom u saobraćaju i zagađenjem vazduha

Poglavlje 3. Postojeći uslovi: Kratak pregled postojećih uslova u pogledu buke u životnoj sredini i kvaliteta vazduha u blizini projekta, na osnovu podataka prikupljenih iz dostupnih relevantnih studija

Poglavlje 4. Metodologija evaluacije: Prezentacija metodologije koja će se primenom kompjuterskih modela koristiti za procenu uticaja buke i zagađenja vazduha od rada novog autoputa

Poglavlje 5. Evaluacija uticaja na životnu sredinu: Prezentacija rezultata kompjuterskih modela i poređenje procenjenih vrednosti uticaja sa zakonskom regulativom i postojećim uslovima

Poglavlje 6. Mjere ublažavanja: Indikativne mjere ublažavanja u vezi sa uticajima pomenutim u Poglavlju 4

Prikupiće se svi raspoloživi projektni podaci koji su potrebni za proračun smetnji buke i disipacije zagađenja vazduha, kao što je tok saobraćaja postojećeg

putnu mrežu u i njene prognoze za godinu pokretanja i 2057. godine, detaljni projekti novog autoputa, topografske podatke u blizini projekta itd.

Područje proučavanja obuhvata stanove i naselja u blizini trase između Mateševa (Č.0+000) i Andrijevice (Č.23+483).

1.3 Uticaj buke na životnu sredinu

Posljednjih godina, akustičko zagađenje postalo je uobičajen problem za zemlje u razvoju i njegov tretman jedan od novih izazova u politici zaštite okoliša.

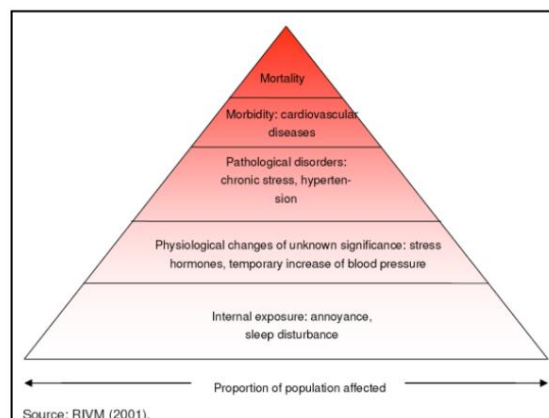
Nadalje, buka umanjuje kvalitetu života u opštijoj perspektivi. Procjenjuje se da polovina građana EU (EU 15) živi u područjima koja ne osiguravaju akustiku udobnost za stanare:

- 40% stanovništva izloženo je saobraćajnoj buci sa ekvivalentnim nivoom zvučnog pritiska koji prelazi 55 dB(A) tokom dana
- 20% do nivoa preko 65 dB(A)
- Noću, više od 30% je izloženo nivoima zvuka koji ometaju san (>55 dB(A))

Često zanemarena, buka izaziva ozbiljan uticaj na ljude i životne organizme.

Neki od štetnih efekata su sažeti u nastavku:

- Nerviranje: Buka stvara smetnje receptorima zbog fluktuacija nivoa zvuka. Aperiodični zvuk zbog svog neredovnog javljanja izaziva neugodnost sluha i izaziva neugodnost.
- Fiziološki efekti: Na fiziološke karakteristike kao što su amplituda disanja, krvni pritisak, broj otkucaja srca, puls, holesterol u krvi utiče buka.
- Gubitak sluha: Dugo izlaganje visokim nivoima zvuka uzrokuje gubitak sluha. To je uglavnom neprimjetno, ali ima negativan utjecaj na funkciju sluha.
- Ljudski učinak: Radni učinak radnika će biti pogođen u bučnom okruženju jer će izgubiti koncentraciju.
- Nervni sistem: Izlaganje visokim nivoima zvuka uzrokuje bol, zujanje u ušima, osjećaj umora, čime se utiče na funkcionisanje ljudskog sistema.
- Nesanica: Buka utiče na spavanje tako što dovodi ljude da postanu nemirni i izgube koncentraciju i prisustvo uma tokom svojih aktivnosti.



Slika 1, Efekti dugotrajne prekomjerne izloženosti buci

1.4 Uticaj na životnu sredinu od zagađenja vazduha

Zagađenje vazduha se ne uzima samo u obzir kao uticaj na klimatske promene, već i na njen uticaj na javno i individualno zdravlje zbog povećanja morbiditeta i mortaliteta.

Postoje mnogi zagađivači koji su glavni faktori bolesti kod ljudi:

- Čestice (PM), čestice promjenjivog, ali vrlo malog prečnika, prodiru u respiratorni sistem udisanjem, uzrokujući između ostalog respiratorna i kardiovaskularna oboljenja, reproduktivne disfunkcije i disfunkcije centralnog nervnog sistema, rak.
- Ozon, iako u stratosferi igra zaštitnu ulogu od ultraljubičastog zračenja zračenje, štetno je kada je u visokoj koncentraciji na nivou tla, utiče i na respiratorni i kardiovaskularni sistem.
- Azot oksid, sumpor dioksid, isparljiva organska jedinjenja (VOC), dioksini i policiklični aromatični ugljovodoni (PAH) se smatraju zagađivačima vazduha koji su štetni za ljude.
- Ugljen monoksid je također štetan zagađivač vazduha i može čak izazvati direktno trovanje kada se udahne na visokim nivoima.

Svjež zrak i čista voda smatraju se ključnim sastojcima dugog i zdravog života. Vazduh i voda su dva elementa koja zapravo lako ulaze u žive ćelije i predstavljaju njihove važne strukturne elemente koji održavaju njihov metabolizam. Nažalost, sa usponom industrijskog razvoja, kvalitet vode, a posebno zraka je ozbiljno pogoršan. Zagađivači zraka mogu putovati na velike udaljenosti i ne poštuju nikakve granice ili regije od posebnog ekološkog značaja. Štetne čestice koje se emituju iz elektrana, automobila ili rudarskih lokacija lako se prenose stotinama milja dalje od svog izvornog izvora.

Standardi kvaliteta zraka osmišljeni su da zaštite ljudsko zdravlje i okoliš općenito. Postojeća ograničenja kvaliteta zraka variraju od zemlje do zemlje, a ponekad čak iu samoj zemlji, postavljajući dugoročne i kratkoročne ciljeve.

2 REGULATORNI OKVIR

2.1 Buka

Prema zahtjevima projekta, izloženost stanovnika buci od drumskog saobraćaja i njen uticaj treba istražiti u skladu sa nacionalnim zahtjevima za buku i smjernicama Svjetske banke i SZO.

2.1.1 Nacionalni zahtjevi prema Uredbi 27/2015

Uredbom 27/2015, objavljenom u Službenom listu CG od 05.08.2015. godine, utvrđena su ograničenja buke za stambene akustične zone, akustične zone mješovite namjene ili akustične zone pod uticajem saobraćajne buke.

Skupština Glavnog grada Podgorice donijela je „Odluku o određivanju akustičnih zona na teritoriji Glavnog grada – Podgorica“, br. 02-030/15-1101 od 31.07.2015. godine („Sl. list CG – Opštinski propisi“, br. 27/2015 od 05.08.2015. godine), kojim je definisano akustičko zoniranje teritorije Podgorice.

Granične vrijednosti dnevnog, večernjeg i noćnog nivoa buke su 55, 55 i 45 dB za akustičnu zonu stanovanja; 60, 60 i 50 dB za akustičnu zonu mješovite namjene; 60, 60 i 55 dB za akustičnu zonu pod uticajem saobraćajne buke, prema Pravilniku i Pravilniku o graničnim vrijednostima buke u životnoj sredini, načinu određivanja indikatora buke i akustičkih zona i metodama za ocjenu štetnog dejstva buke („Sl. list CG“, br. 060/11).

Područje Projekta je u kategoriji „pod uticajem saobraćajne buke, zbog prisustva autoputa R-19.

2.1.2 Smjernice Svjetske banke o nivou buke

Opšte EHS smjernice Svjetske banke daju granične vrijednosti za nivoe ambijentalne buke kao što je prikazano u sljedećoj tabeli:

Receptor	Dnevno 07:00 - 22:00 [dB(A)]	Noću 22:00-07:00 [dB(A)]
	Residential; institucionalni; Obrazovni	55
Industrial; Komercijalni	70	70

Tabela 1, Smjernice Svjetske banke za EHS nivo buke

2.1.3 Smjernice Svjetske zdravstvene organizacije (SZO).

Smjernice SZO-a daju granične vrijednosti za nivoe ambijentalne buke kao što je prikazano u sljedećoj tabeli:

Oznaka	Dan [dB(A)]	Večer [dB(A)]	noć [dB(A)]
A	50	45	40
B	55	50	45
C	60	55	50

Tabela 2, Dozvoljeni nivoi buke u područjima sa različitim skalama osjetljivosti

Gdje oznaka znači:

- A = Osetljiva – Ova područja su označena kao mirna područja jer imaju vrednost u smislu to su bogomlje, važne turističke atrakcije, rekreativni parkovi i područja koja okružuju bolnice, škole i prirodna staništa osjetljiva na buku.
- B = mješoviti – Područjima koja su određena u ovoj kategoriji obično će dominirati Stambene nekretnine i mogu se kretati od rijetke gustine naseljenosti do prigradskih naselja okruzi gradova.
- C = neosjetljivo – Ova oznaka se odnosi na mješovita područja, često unutar gradova gdje postoji mješavina stambenih i poslovnih aktivnosti. Ova oznaka će se također primjenjivati maloprodajnim i finansijskim oblastima.

Područje projekta nalazi se pod oznakom B.

2.2 Zagađenje zraka

Izložnost stanovnika zagađenju vazduha od drumskog saobraćaja i njegov uticaj treba istražiti u skladu sa nacionalnim zahtevima za kvalitet vazduha i smernicama Svetske banke i SZO.

2.2.1 Nacionalni zahtjevi prema Uredbi NN 25/12

Uredbom o određivanju vrsta zagađujućih materija, graničnih vrijednosti i drugih standarda kvaliteta zraka (NN 25/12) definisane su granične vrijednosti i granice tolerancije, kao i drugi standardi kvaliteta zraka za zagađujuće tvari, koji su obuhvaćeni Aneks I Direktive 96/62/EC kao i Okvirne Direktive 2008/50/EC o kvalitetu ambijentalnog zraka i čistijem zraku za Evropu. O evropskim ograničenjima govori se u sljedećem paragrafu.

2.2.2 Evropske direktive

Evropska direktiva 2008/50/EC o kvalitetu ambijentalnog vazduha i čistijem vazduhu za Evropu stupila je na snagu 11. juna 2008. Direktiva postavlja pravno obavezujuće granice za koncentracije velikih zagađivača vazduha. On spaja i zamjenjuje gotovo sve prethodne zakone EU o kvalitetu zraka. Postavljeni su novi ciljevi kvaliteta zraka za PM_{2,5} (fine čestice), uključujući graničnu vrijednost i ciljeve vezane za izloženost – obavezu koncentracije izloženosti i cilj smanjenja izloženosti.

Općenito, ova Direktiva ima za cilj zaštititi zdravlje ljudi i postavlja granične vrijednosti za olovo (Pb), dušikov dioksid (NO₂), čestice (PM₁₀ i PM_{2,5}), sumporov dioksid (SO₂), benzol, ugljični monoksid (CO), određene toksične teške metale (arsen, kadmij, nikl i benzociklobenzo)(a) i ozon (O₃). Dugoročni cilj za ozon ima za cilj da obezbijedi zaštitu vegetacije.

U svim zonama i aglomeracijama u kojima nivo zagađujućih materija prelazi gornju graničnu vrijednost utvrđenu za te zagađivače, fiksna mjerenja će se koristiti za procjenu kvaliteta ambijentalnog vazduha. Ta fiksna mjerenja mogu biti dopunjena tehnikama modeliranja i/ili indikativnim mjerenjima kako bi se pružile adekvatne informacije o prostornoj distribuciji kvaliteta ambijentalnog zraka.

Prema Direktivi, granične vrijednosti su definirane u sljedećoj tabeli:

Zagađivač	Period usrednjavanja	EU granična vrijednost (μg/m ³)
sumporov dioksid (SO ₂)	1 sat	350 Ne smije se prekoračiti više od 24 puta u kalendarskoj godini
	1 sat Mjeri se preko 3 uzastopnih sati	500 Prag upozorenja na lokacijama predstavnika kvalitete zraka na najmanje 100 km ² ili na cijeloj zoni ili aglomeraciji, ovisno o tome koja je manja
	24 sata	125 Ne smije se prekoračiti više od 3 puta u kalendarskoj godini
	Kalendarska godina i zima 20	Kritični nivo za zaštitu vegetacije
dušikov dioksid (NO ₂)	1 sat	200 Ne smije se prekoračiti više od 18 puta u kalendarskoj godini
	1 sat Mjeri se preko 3 uzastopnih sati	400 Prag upozorenja na lokacijama predstavnika kvalitete zraka na najmanje 100 km ² ili na cijeloj zoni ili aglomeraciji, ovisno o tome koja je manja

Zagađivač	Period usrednjavanja	EU granična vrijednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	Kalendarska godina	40
	Kalendarska godina	30 Kritični nivo za zaštitu vegetacije
čestice (PM10)	24 sata	50 Ne smije se prekoračiti više od 35 puta kalendarsku godinu
	Kalendarska godina	40
čestice (PM2.5)	Kalendarska godina	20
Karbon monoksid (CO)	Maksimalni dnevni prosjek od 8 sati	10.000
Benzen (C6H6)	Kalendarska godina	5
olovo (Pb)	Kalendarska	0.5
ozon (O3)	godina 1 sat	180 Informativni prag
	1 sat Mjeriti ili predviđati tri uzastopna sata	240 Prag upozorenja

Tabela 3, Granične vrijednosti za zaštitu zdravlja ljudi

2.2.3 Smjernice Svjetske zdravstvene organizacije (SZO).

Projekti koji imaju značajne izvore emisija u zrak i potencijal za značajan uticaj na kvalitet ambijentalnog zraka, trebali bi spriječiti ili minimizirati uticaje. SZO sugerira u dokumentu 'Smjernice za kvalitetu zraka', objavljenom 1999. godine, da emisije ne rezultiraju koncentracijama zagađivača koje dostižu u ili prelaze vrijednosti u sljedećoj tabeli:

Zagađivač	Prosječni period 24	Vodeća vrijednost u $\mu\text{g}/\text{m}^3$
sumpor dioksid (SO ₂)	sata	125 (Privremena meta-1)
	10 minuta	50 (Privremena meta-2) 20 (smjernica) 500 (smjernica)
dušikov dioksid (NO ₂)	1 godina	40 (smjernica)
	1 sat	200 (smjernica)
Particulate Materija PM10	1 godina	70 (Privremena meta-1) 50 (Privremena meta-2) 30 (Privremena meta-3) 20 (smjernica)
	24 sata	150 (Privremena meta-1) 100 (Privremeni cilj 2) 75 (Privremena meta-3) 50 (smjernica)

Zagađivač	Prosječni period 1-	Vodeća vrijednost u $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Particulate Materija PM2.5	godina	35 (Privremena meta-1) 25 (Privremena meta-2) 15 (Privremena meta-3) 10 (smjernica)
	24 sata	75 (Privremena meta-1) 50 (Privremena meta-2) 37,5 (Privremena meta-3) 25 (smjernica)
Ozon	8 sati dnevno maksimum	160 (Privremena meta-1) 100 (smjernica)

Tabela 4, Smjernice za kvalitet ambijentalnog zraka SZO

3 POSTOJEĆA UVJETA

Mjerenja buke u životnoj sredini vršena su duž predložene trase na pet (5) lokacija tokom 2019. godine. Laboratorija koja je vršila mjerenja buke i vibracija je akreditovana laboratorija „Centar za ekotoksikološka istraživanja Podgorica doo“. Mjerenja nivoa buke obavljena su mjeračem nivoa zvuka klase 1 / Data Loggerom tipa Svan 977A. Korišćena metoda merenja zasnovana je na međunarodnom standardu ISO 1996, a period merenja je bio 23.09-28.09.2019.

Lokacije za mjerenja odabrane su uz kriterije da budu uz novu trasu autoputa i na lokacijama gdje su kuće ili objekti u blizini novog autoputa, odnosno na udaljenosti manjoj od 150 m. Tačnije, odabrane mjerne točke prikazane su na sljedećoj karti:



Slika 2, Lokacije mjerenja buke u okolišu i trasa budućeg autoputa

Rezultati mjerenja dati su u donjoj tabeli (Tabela 5), grupirani u tri vremenska perioda: dan, večer i noć. Na sljedećoj stranici je prikazana vremenska historija nivoa buke za svaku lokaciju.

Lokacija				
M01	50	45	41	50.4
M02	55	54	53	59.8
M03	60	50	44	58.0
M04	61	60	53	62.6
M05	61	59	54	62.8

Tabela 5, izmjereni nivoi buke [dB(A)]

Mjerenja zagađenosti vazduha vršio je „Centar za ekotoksikološka istraživanja Podgorica doo“, prema „Pravilniku o načinu i uslovima praćenja kvaliteta vazduha“ (Sl. list CG, br: 21/11, 32/16) – standardi: MEST EN 1412:2014 (SO₄), MEST NO₂, MEST EN20 14626:2014 (CO) i MEST EN 12341:2016 (PM₁₀, PM_{2.5}).

Rezultati su prikazani u izvještaju “00-1744/2” – “Mjerenje kvaliteta ambijentalnog vazduha uključeno trasa autoputa Matešeco-Andrijevića, polazno stanje” izdat 22.10.2019.

Mjerenja su vršena na 4 lokacije, koje se poklapaju sa tačkama M02 – M05 mjerenja buke (slika 2). Sažetak rezultata prikazan je u sljedećoj tabeli:

	PM10	PM2.5	SO2	NO	NO2	CO	
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	mg/m ³	
M02	13,82	7,44	2,35	3,35	4,00		0.21
M03	21,61	8,80	2,71	7,76	6,13		0.21
M04	11,34	6,83	2,44	4,52	5,58		0.10
M05	10,70	6,44	2,25	2,83		1.35	0.16

Sve izmjerene vrijednosti bile su ispod propisanih graničnih vrijednosti:

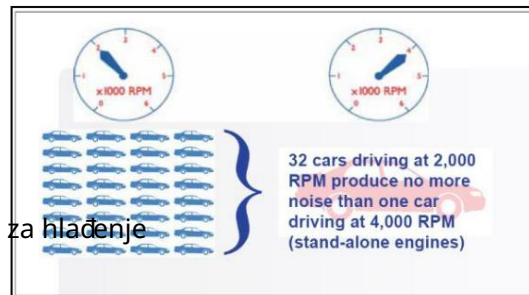
- sumpor dioksid: srednja satna vrijednost 350 µg/m³ i dnevna granična vrijednost 125 µg/m³,
- dušikov dioksid: srednja vrijednost sata 200 µg/m³ i srednja godišnja vrijednost 40 µg/m³,
- ugljen monoksid: dnevna 8-časovna srednja vrednost od 10 mg/m³,
- Čvrste čestice PM10: dnevna srednja vrijednost 50 µg/m³, srednja godišnja vrijednost 40 µg/m³,
- Čvrste čestice PM2,5: srednja godišnja vrijednost od 25 µg/m³.

4 METODOLOGIJA EVALUACIJE

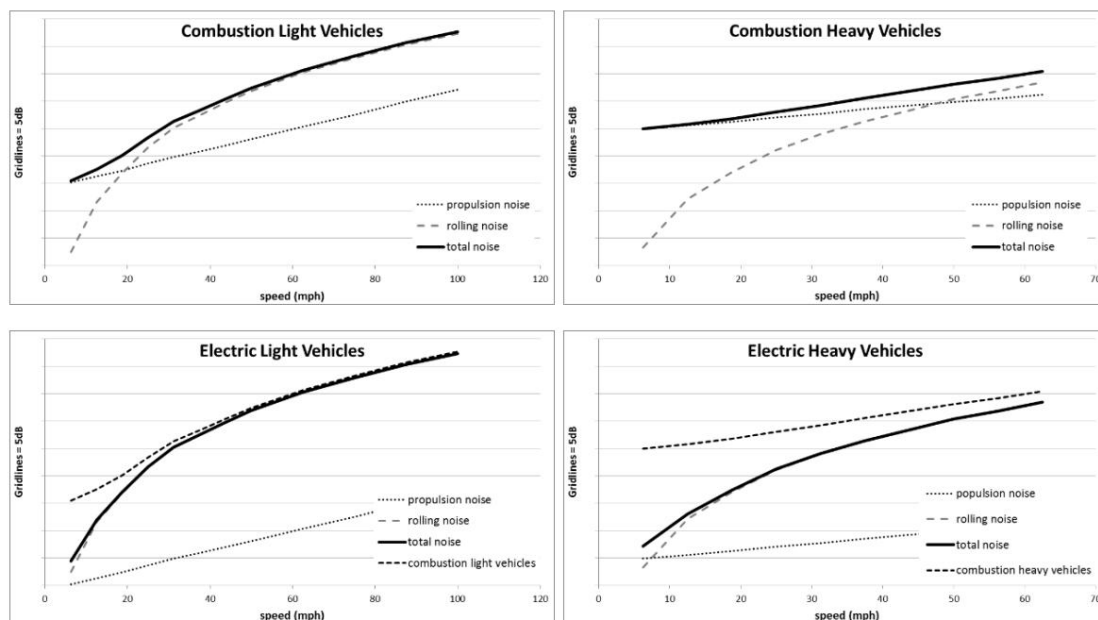
4.1 Izvori saobraćajne buke

Drumski saobraćaj ima uticaj na buku u okolini koji je odmah očigledan. Buku tranzita stvaraju vozila u pokretu.

Pogonske jedinice vozila stvaraju a) buku izduvnih gasova dizel motora ili benzinskih motora; vidi sliku desno, b) buku turbulencije vazduha koju stvaraju ventilatori za hlađenje i c) buka zupčanika.



Buka kotrljanja nastaje interakcijom kotača s njihovim pokretnim površinama. Na nivo buke buke kotrljanja znatno više utiče brzina vozila nego buka pogona (slika 3). Na autoputevima, buka guma iz vozila sa gumenim gumama je najznačajniji izvor buke.



Slika 3, Ključni izvori saobraćajne buke i njihov ukupni doprinos

4.2 Definicije, svojstva i mjerne jedinice zvuka

Zvuk se definiše kao mehanički poremećaj koji se širi određenom brzinom u mediju koji može razviti unutrašnje sile i ima takav karakter da može stimulirati uho (slušni pretvarač) i izazvati slušno čulo.

Frekvencija zvuka, f , je frekvencija oscilovanja čestica elastike medij zbog disipacije zvučnog talasa, što odgovara broju ponavljanja u sekundi i mjeri se u hercima (Hz).

U akustici su jedinice koje se koriste obično logaritamske. Glavna mjerna jedinica je decibel (dB). To je logaritamska jedinica mjerenja akustičkog pritiska, intenziteta i snage koju emituje izvor zvuka. Trenutni nivo zvuka (Sound Pressure Level) definira se na sljedeći način:

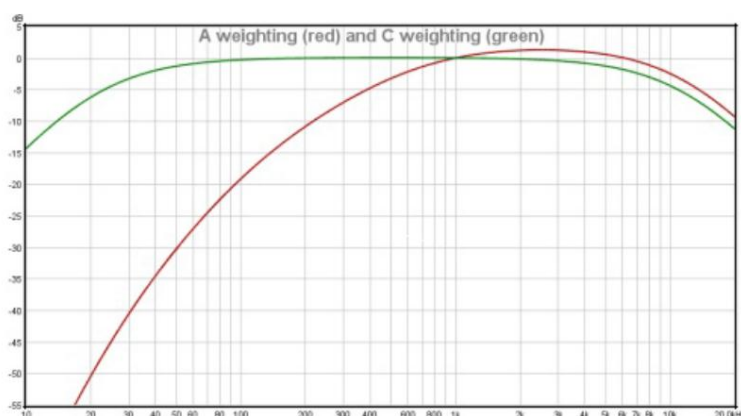
$$\text{SPL} = 20 \log \frac{p}{p_0},$$

gdje je p zvučni pritisak i $p_0 = 2 \times 10^{-5} \text{ Pa}$ je referentna vrijednost.

Dinamički raspon koji mlada osoba može percipirati je 0 - 120 dB, što u linearne jedinice odgovara opsegu od 20 Pa do 20.000.000 Pa. Izlaganje zvukovima iznad 120 dB je štetno, čak i ako je kratkotrajno.

Ljudsko uho radi u frekvencijskom opsegu od 16 Hz do 20 kHz, ali njegova osjetljivost nije ista na svim frekvencijama. Naime, ljudsko uho je osjetljivije na frekvencije u rasponu od 1000-6000 Hz. Iz tog razloga, a kako bi se prilagodila izmjerena buka na putu ljudskog ušnog kanala, koriste se filtri za mjerenje frekvencije. Najčešći filter je filter A-ponderiranja.

Nivo zvuka koji je rezultat mjerenja sa A-ponderiranim filterom naziva se A-ponderiranim nivoom zvuka i mjeri se u dB(A). U većini slučajeva, mjerenja buke (nivoa akustičnog pritiska) vrše se pomoću ovog filtera, korištenjem certificiranih prijenosnih uređaja koji se nazivaju mjerači zvuka. Ovi instrumenti su opremljeni A-ponderiranim filterom i izračunavanje u dB(A) se vrši automatski.



Slika 4, A-ponderiranje i C-ponderiranje krivulje

4.3 Indikatori za procjenu buke u životnoj sredini

Svi izvori buke uzrokuju vremenski promjenljiv nivo zvučnog pritiska. Dakle, buka ne može se opisati i procijeniti upotrebom trenutnog nivoa zvuka. Iz tog razloga, da bismo razumno kvantificirali šum, koristimo određene indekse/deskriptore s jednom vrijednošću. Indeksi koji se obično koriste za procjenu buke u okolišu su:

- : ekvivalentni kontinuirani nivo zvuka ili ekvivalentni nivo buke, koji izražava nivo konstantnog izvora zvuka koji obuhvata istu akustičnu energiju sa stvarnim zvukom:
- $$= 10 \log \frac{1}{2} \frac{L_{p0}(t)^2}{L_{p0}^2},$$
- gdje je vrijeme posmatranja

, / , : maksimum/minimum svih nivoa eksponencijalnog pokretnog prosjeka zabilježeni tokom mjerenja korištenjem vremenske konstante 'Brzo' (= 125 ms)

, / , : maksimum/minimum svih nivoa eksponencijalnog pokretnog prosjeka zabeleženih tokom merenja korišćenjem vremenske konstante 'Sporo' (= 1 s).
'Sporo' filter prigušuje reakciju na iznenadne promjene nivoa buke više od filtera 'Brzo', stoga uvijek ima nižu vrijednost od i ,
, uvijek ima veće vrijednosti od , .

,5%/ ,10%: nivo na kojem je 5%/10% nivoa eksponencijalnog pokretnog prosjeka zabilježeni tokom mjerenja korištenjem vremenske konstante 'Brzo' (= 1 ms) ispod njega.

Korisni su za izolaciju prolaznih incidenata buke od pozadinske buke, tj. prolaska vozila, a često se koriste u analizi buke u transportu.

,90%/ ,95%/ ,99%: nivo na kojem je 90%/95%/99% eksponencijalnog pokretnog prosjeka nivoi zabeleženi tokom merenja korišćenjem vremenske konstante 'Brzo' (= 1 ms) je ispod.

Oni su efikasni u isključivanju prolaznih incidenata buke iz rezultata; stoga daju procjenu ambijentalne pozadinske buke područja kad god nije dominantan izvor karakteristične buke.

: Nivo ekspozicije zvuka je nivo zvuka prolaznog izvora zvuka koji emituje konstantan zvuk jednu sekundu i obuhvata istu akustičnu energiju sa stvarnim zvukom:

$$= + 10 \log ,$$
 gdje je vrijeme posmatranja

Može se koristiti za poređenje događaja buke koji imaju različito vremensko trajanje.

/ / h : A-ponderisani dugoročni prosečni nivo zvuka kao što je definisano u ISO 1996-2:2007, određen u svim odgovarajućim periodima godine (dan: = 07:00 – 19:00, večer: = 19h00 – 23:00, noć: = 23h00 – 07:00)

: ponderisani 24h indeks nivoa buke definisan , i h korišćenjem formule:

$$= 10 \log \left(\frac{12}{24} 10^{\frac{L_{p0} - 10}{10}} + \frac{4}{24} 10^{\frac{L_{p0} - 10}{10} + 5} + \frac{8}{24} 10^{\frac{L_{p0} - 10}{10}} \right)$$

4.4 Evropska metoda procjene buke u životnoj sredini

Direktiva o buci u životnoj sredini (END) je glavni instrument EU kroz koji se prate emisije buke na kopnu i razvijaju aktivnosti. On definira buku u okolišu kao „neželjeni ili štetni vanjski zvuk koji nastaje ljudskim aktivnostima, uključujući buku koju emituju sredstva transporta, drumski saobraćaj, željeznički saobraćaj, zračni saobraćaj i sa lokacija industrijske aktivnosti“ (Direktiva 2002/49/EC). On postavlja obavezu drž avama članicama EU da procijene nivo buke izradom strateških mapa buke za sve glavne puteve, željeznice, aerodrome i urbana područja. Na osnovu ovih rezultata mapiranja buke, drž ave članice moraju pripremiti akcione planove koji sadrže mjere koje se bave pitanjima buke i njihovim efektima za ona područja u kojima su premašeni specifični pragovi indikatora END. Direktiva ne postavlja granične vrijednosti za izlož enost buci, niti propisuje mjere za uključivanje u akcione planove.

END je revidiran Direktivom EU 2015/996 od 19. maja 2015. o uspostavljanju zajedničkih metoda procjene buke prema Direktivi 2002/49/EC Evropskog parlamenta i Vijeća. Amandman predlaže da drž ave članice primjenjuju nove Zajedničke metode procjene buke koje je razvila Europska komisija (CNOSSOS-EU) za izračunavanje buke u okolišu poč evši od 31. prosinca 2018. CNOSSOS-EU ima za cilj poboljšati konzistentnost i uporedivost rezultata procjene buke u drž avama članicama EU koji se izvode na osnovu podataka o konsekvantnim analizama, npr. mapiranje u Evropi.

Za procjenu smetnji buke od novog autoputa, kao u slučaju ovog projekta, primjenjuju se procedure definisane u CNOSSOS-EU metodi prorač unava puteva. Metodom se izrač unava zvuč na snaga drumskih vozila na osnovu njihovog tipa, frekvencije i vrste i stanja površine puta. Zatim se izrač unava disipacija nivoa buke od autoputa do osjetljivog prijemnika s obzirom na udaljenost, topologiju i apsorpciju zvuka terena, okolinu (temperatura, relativna vlaga, vjetar) i svaku prepreku (npr. barijeru od buke, druge zgrade) koja

dolazi između izvora i prijemnika.

Izrač unata procjena nivoa buke na prijemniku se zatim upoređ uje sa granicama buke koje se primjenjuju na područje koje se prouč avava. Ako postoje područja u kojima je nivo iznad granica, treba osmisliti mjere ublaž avanja.

4.5 Izvori i disipacija zagađenja vazduha u drumskom saobraćaju

Isparenja iz saobraćaja sadrže štetne hemikalije koje zagađuju atmosferu. Drumski saobraćaj emisije proizvode stakleničke plinove koji doprinose globalnom zagrijavanju.

Emisije iz drumskih vozila će se izračunavati pomoću softverskog alata COPERT, prateći metodologiju definisanu u EMEP/CORINAIR Vodiču u o inventaru emisija, koji je razvila UNECE Radna grupa za inventare i projekcije emisija.

4.6 Građevinska buka i izvori zagađenja zraka

Građevinska aktivnost je sama po sebi bučna zbog sljedećeg:

- Ulaz/izlazak vozila sa gradilišta i pozajmišta
- Građevinski radovi (npr. betoniranje, iskop, mašine, rad dizalica)

Građevinska djelatnost također proizvodi zagađivače zraka, uglavnom iz motora sa unutrašnjim sagorijevanjem građevinskih mašina, koji uglavnom rade na dizel.

Procjena uticaja se vrši korišćenjem vrste mašina i vozila

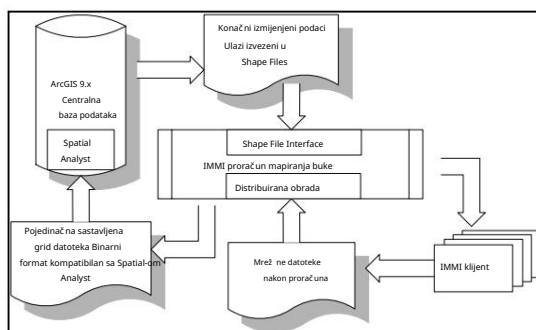
koristi se u "reprezentativnom" projektu (vidi §5.5 - Sastav mašina za gradilište).

4.7 Softver za simulaciju širenja zagađivača zvuka i zraka

U okviru Studije uticaja na životnu sredinu projekta, u cilju kvantitativne procene nivoa emitovane buke pri radu autoputa, razvijen je simulacioni model buke korišćenjem specijalizovanog kompjuterskog softvera. Proračuni i rezultirajuće mape buke izvedene su korišćenjem specijaliziranog softvera za predviđanje i procjenu buke IMMI Premium 2021 od Woelfel MebSysteme GmbH. Softver u potpunosti pokriva zahtjeve Evropske direktive o buci, uključujući njenu izmjenu iz 2015. godine, dok pruža i mogućnost prijenosa projekata i podataka u i iz drugog softvera za predviđanje i evaluaciju buke. Na ovaj način, puna kompatibilnost sa

drugi relevantni softver je postignut i podaci su upotrebljivi tokom vremena.

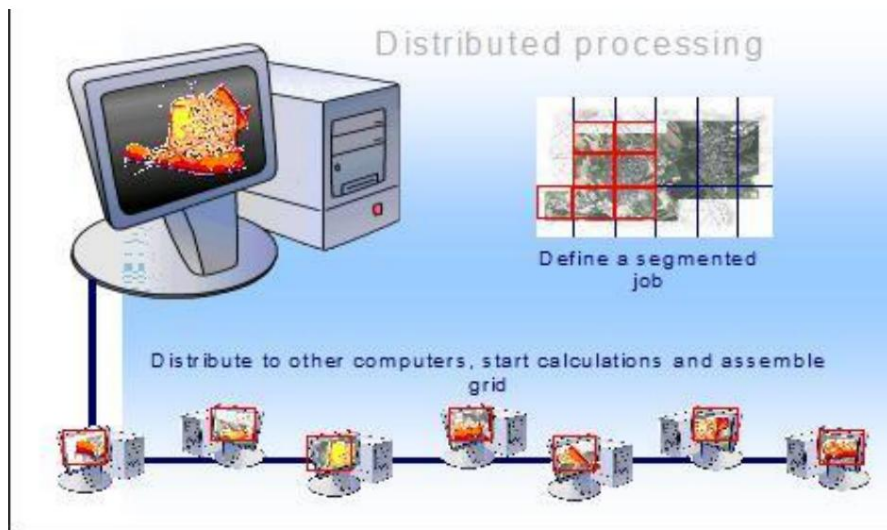
Sve informacije o ulaznim podacima prikupljene su i klasifikovane u GIS slojeve za potrebe upravljanja podacima i osiguranja kvaliteta. IMMI pruža veliku međupovezanost između svojih struktura podataka i GIS softvera (Slika 5).



Slika 5, IMMI međupovezanost sa GIS softverom

Ostale karakteristike IMMI Premium 2021 koje su vrijedne za trenutnu studiju uključuju:

- Kompletnost softvera u pogledu potreba koje proizilaze iz buke u životnoj sredini
 - Direktiva (2002/49 EZ) i njena izmjena (EC 2015/996)
 - Mogućnost izvođenja proračuna kao cjeline 3D modela područja projekta distribucijom intenzivnih proračuna potrebnih na računarsku mrežu (slika 6)
- Obezbeđuje elemente kao zvučne ekrane (ravne ili konzolne), zelene pojaseve, porozni asfalt itd. za ispitivanje efikasnosti mera za smanjenje buke
- Automatski algoritam za optimalni proračun visine zvučne barijere
- Mehanizmi ubrzanja za povećanje brzine izračunavanja mapiranja šuma
 - Međusobna povezanost (unos/izlaz podataka) sa geografskim informacionim sistemima (GIS) i softverom za dizajn kao što je Autocad
- Povezivanje sa WMS serverima za dobijanje georeferenciranih satelitskih snimaka
 - Upotrebljivost u promjenama modela nakon uvoza direktno iz softvera
- Mehanizmi osiguranja kvaliteta i automatske provjere kvaliteta podataka prije početka kalkulacije
- Istovremeni proračun u svakoj poziciji prijemnika sva 4 indikatora šuma (h , ...) i registraciju u odvojenim slojevima
 - Mogućnost prikaza rezultata u tematskim mapama (sa različitim setovima prijemnika ili izvora ili kombinacijom izvora/prijemnika)
 - Sposobnost izvođenja različitih scenarija za identifikaciju mjera buke s različitim politikama (testovi politike) ali i s različitim meteorološkim i prostornim planskim podacima



Slika 6, IMMI šema distribuirane obrade

Za izračunavanje buke u drumskom saobraćaju, model koristi Zajedničke metode procjene buke koje je razvila Evropska komisija (CNOSSOS-EU). Metoda izračunava zvučnu snagu vozila na osnovu njihovog tipa, brzine, frekvencije i tipa i stanja kolnika. Zatim se izračunava disipacija nivoa buke od autoputa do osjetljivog prijemnika s obzirom na udaljenost, topologiju i apsorpciju zvuka terena, okoline (temperatura,

relativnu vlagu, vjetar) i svaku prepreku (tj. barijeru od buke, druge zgrade) koja se nalazi između izvora i prijemnika.

Nova Evropska komisija razvila je Zajedničke metode za procjenu buke (CNOSSOS-EU) za izračunavanje buke u okolišu zahtijeva znatnu količinu ulaznih parametara kako bi se proizveo 3D model područja projekta, kao što su meteorološki parametri, model terena, ekranizacija prepreka, geometrija putne mreže, distribucija teških vozila i srednja geometrija vozila (i u tri vremenska perioda tokom jednog dana od 24 sata ('dan': 07:00 - 19:00, 'veče': 19:00 - 23:00, 'noć': 23:00 - 07:00)).

Zagađenje zraka se procjenjuje korištenjem odgovarajućeg modela atmosferske disperzije. Modeliranje atmosferske disperzije je matematička simulacija kako se zagađivači zraka raspršuju u ambijentalnoj atmosferi. Izvodi se pomoću kompjuterskih programa koji rješavaju matematičke jednačine i algoritme koji simuliraju disperziju zagađivača. Modeli disperzije se koriste za procjenu ili predviđanje koncentracije zagađivača zraka ili toksina koji se emituju niz vjetar iz izvora kao što su industrijska postrojenja, promet vozila ili slučajna ispuštanja kemikalija.

Svi proračuni disperzije gasa i prašine se rade sa sledećim softverom: IMMI Premium 2021, broj licence S72/354, prema Gaussovom modelu (TA Luft 1986 [6]), korišćenjem emisija definisanih u §4.5 – Izvori i disipacija zagađenja vazduha u saobraćaju.

4.8 Proračun efikasnosti mjera za smanjenje saobraćajne buke

Smanjenje buke se može postići na samom izvoru korišćenjem niskobučnih putnih površina. Niskošumne površine puta, kao što su tankoslojni, dvoslojni, porozni i poroelastični kolovozi, nude značajan potencijal za dramatično smanjenje buke na putu, budući da je interakcija guma-put glavni izvor buke pri velikim brzinama vozila. Takve površinske mjere imaju prednost jer donose trenutne koristi, posebno za korištenje na žarištima buke.

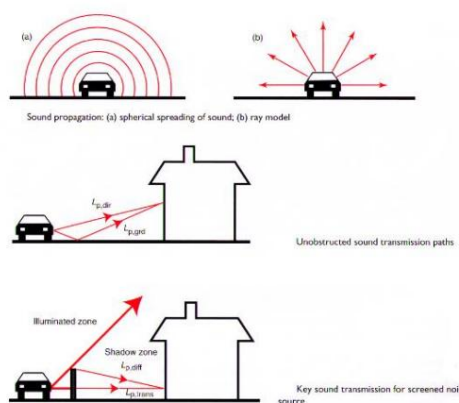
CNOSSOS-EU modelira putne površine sa niskim nivoom buke primjenom težinskog faktora na zvučnu snagu pojedinačnih emisija buke vozila. Faktori težine su dati u opsegu od 1/3 oktave i zavise od vrste površine puta i kategorije vozila. Dati su generički faktori težine za niskošumne putne površine (1-slojni ZOAB, 2-slojni ZOAB, 2-slojni ZOAB (fino), tanak sloj A, tanak sloj B).

Ako se željeni stepen smanjenja buke ne može postići mjerama na izvoru, barijere od buke će biti od pomoći u smanjenju širenja buke. Primarna funkcija barijera protiv buke je da štite prijemnike od prekomjerne buke koju stvara cestovni saobraćaj. Mnogi faktori se moraju uzeti u obzir u detaljnom dizajnu barijera protiv buke. Odgovarajući dizajn barijera za buku bi bio potreban kako bi se uzelo u obzir obje strane

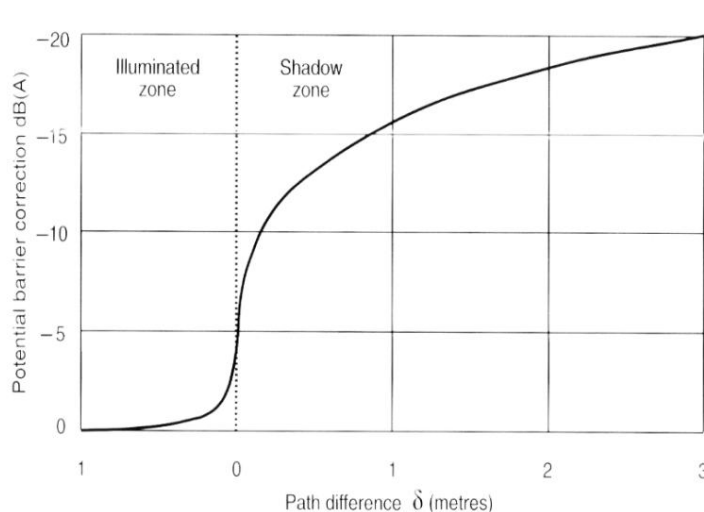
akustičke i neakustičke aspekte. Razmatranja akustičkog dizajna uključuju materijal barijere, lokacije barijere, dimenzije i oblike. Razmatranja o neakustičkom dizajnu su podjednako važna, kao što su mogućnost održavanja, strukturalni integritet, sigurnost i estetika.

Prilikom uvođenja barijere, kritični 'akustični zraci' su oni koji se difraktiraju iznad gornje ivice barijere

Razlika u dužini (difraktirana dužina puta minus direktna dužina puta) je najvažniji parametar za slabljenje koje barijera može pružiti. Postoji matematička formula za precizno predviđanje zvučne izolacije (slika 7).



CNOSSOS-EU geometrijski modelira slabljenje od skrininga, na osnovu povećanja udaljenosti zvučnih talasa između ostalih faktora. Svaka putna traka je podijeljena na nekoliko ekvivalentnih tačkastih izvora, a faktor slabljenja se izračunava praćenjem zraka, u generiranim vertikalnim i horizontalnim poprečnim presjecima, od diskretizovanih tačkastih izvora do prijemnika. Model također uzima u obzir negativne efekte na stvarno prigušenje od barijera buke koje mogu biti uzrokovane širenjem i refleksijama niz vjetar. Refleksije smanjuju akustičke performanse i mogu se spriječiti korištenjem barijera koje apsorbiraju zvuk (slika 9). Formula je poluempirijska i ima graničnu vrijednost pri maksimalnom slabljenju od 25 dB u bilo kojem scenariju.



0..-5 dB

minimalno ublažavanje šuma prijemnika, barijera može da neće biti efikasna u pogledu troškova

-5..-10 dB

prijemnici će razumjeti primjetno smanjenje izloženosti buci

-10..-15 dB

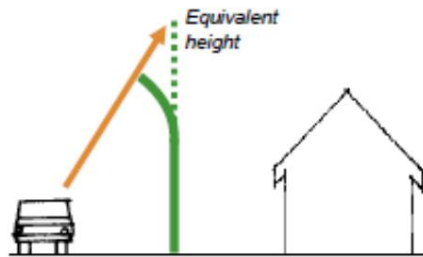
ekranizacija barijere od buke je veoma primetna

-15..-20 dB

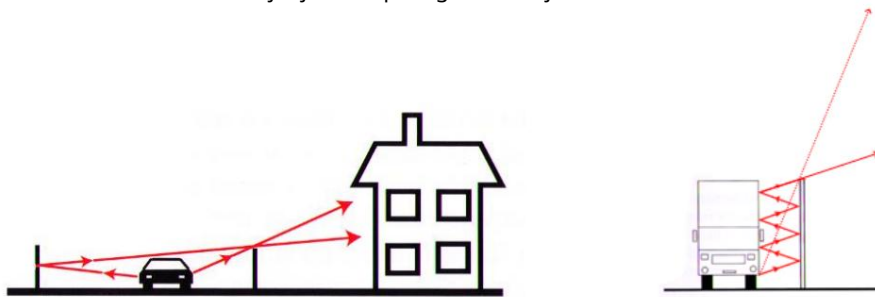
veoma teško dostići u praksi – potrebne su previsoke barijere

Slika 7, Gubitak umetanja barijere buke

Efektivna visina barijere mož e se poboljšati lociranjem barijere što bliž e izvoru i nagnjanjem ili savijanjem konzolne barijere prema cesti (Slika 8).



Slika 8, Konzolna barijera nagnuta preko puta mož e povećati smanjenje buke postignuto barijerom



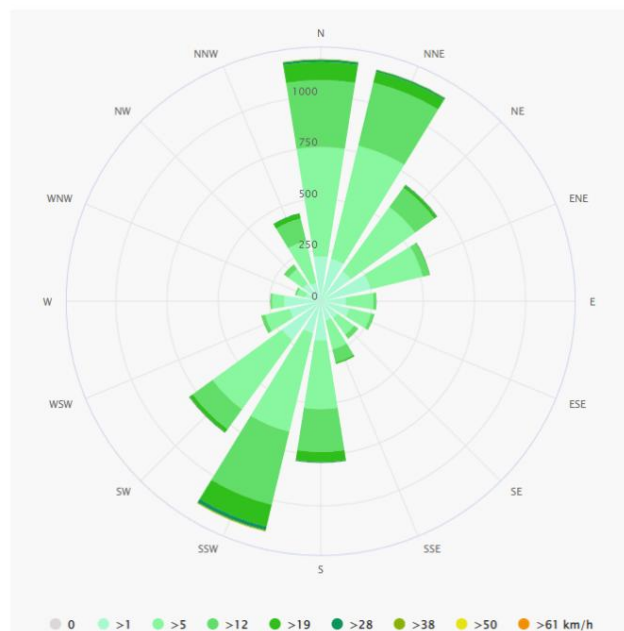
Slika 9, Uticaj refleksije na širenje buke u saobraćaju

5 ULAZNI PODACI

5.1 Meteorološki podaci

Prosečna mesečna temperatura u regionu varira od -1°C do 23°C, a prosečna vlažnost vazduha od 50% do 78%. Dominantni vjetar je prikazan na slici 10:

Temperatura vazduha je u modelima implementirana na prosečno 10°C, a vlažnost u proseku 65%RH. Korištena ružica vjetrova prikazana je u nastavku:



Slika 10, Ružica vjetrova iz istorijskih podataka u regionu

5.2 Model terena

Karakteristike topografije definisane su u modelu uvozom podatke o nadmorskoj visini iz različitih izvora, oblikujući tako digitalni model terena istraživanog područja. Digitalna elevacija modela buke sastoji se od:

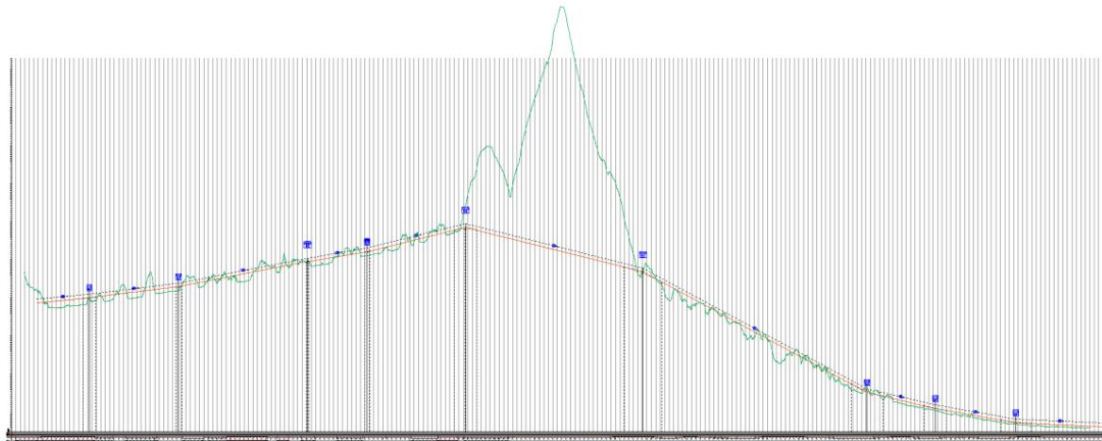
- šire područje u rezoluciji mreže od 1" luku preuzeto je iz USGS SRTM baza podataka,
- konture unutar područja od približno $\pm 50-100\text{m}$ od ose trase iz projektnog topografskog snimanja postojećih uslova,
- površina koja će biti modifikovana projektom iz TIN modela projekta

Model uključuje namjene područja u pogledu stambenih područja (sela) i površina pokrivenih vegetacijom, kako je utvrđeno u izvještaju ESIA projekta. Uopšteno govoreći, the

ukupna vrijednost koeficijenta apsorpcije uzeta je kao 0,5 u modelu* , koji je a konzervativna vrijednost za ruralne sredine.

5.3 Poravnanje

Geometrija predlož enog Projekta preuzeta je iz finalne projektne dokumentacije i slijedi uzduž ni presjek prikazan u nastavku:



Slika 11, Uzduž ni presjek trase

5.4 Saobraćajni tokovi

Za ovu studiju korištene su procjene saobraćajnih tokova koje su predlož ene u Saobraćajnoj studiji projekta (Izveštaj o analizi saobraćaja BB-D-00-0-SS-0-00-PD-01, april 2021.).

AADT veh/dan						
Od	To	2022	2027	2032	2037	2057
Mateševo	Andrijevica	2 688	3 558	4 585	6 009	7 906
Andrijevica	Mateševo	2 786	3 688	4 753	6 228	8 195

Teška vozila/dan						
Od	To	2022	2027	2032	2037	2057
Mateševo	Andrijevica	101	113	126	140	198
Andrijevica	Mateševo	104	117	131	145	205

* minimalna vrijednost od 0,0 predstavlja tvrdo reflektirajuće tlo, a maksimalna vrijednost od 1,0 predstavlja upijajuće meko tlo

Tabela 6, Saobraćajni tokovi po različitim scenarijima za novi autoput

Prosječna radna brzina koja je uzeta u obzir u modelima je 100 km/h za laka i srednje teška vozila i 80 km/h za teška vozila.

Raspodjela na intervale dan/večer/noć je procijenjena iz 'Dodatka 1 ATC – Broji iz Traffic Study', što rezultira 82%-14%-4% respektivno.

5.5 Sastav strojeva gradilišta

Za procjenu nivoa buke i emisije u zrak sa gradilišta, procjena sastava indikativnog gradilišta prikazan je u sljedećoj tabeli, odnosno vrsta i broj mašina i vozila koji će se koristiti u fazi izgradnje Projekta (Tabela 7). Tabela također uključuje vrstu goriva koju koristi svaka mašina i dnevnu potrošnju goriva po mašini / vozilu. Rad na gradilištu od cca. Pretpostavlja se 10 sati/dan.

Oprema	Broj mašina/vozila	Gorivo	Potrošnja goriva (lt/h)
bager gusjeničar (20 t)	2	Diesel	19.0
Kompresor / pneumatski prekidač	2	Diesel	3.5
Dozer (200 KW)	2	Diesel	17.0
Utovarivač na gusjenicama (60 KW)	1	Diesel	19.0
Polaganje puteva (asfaltni posipač, posipač strugotine, valjak, kamion)	1	Diesel	35.0
Roller	1	Diesel	7.0
Kamion mikser	1	Diesel	20.0
Kamion 20 t	4	Diesel	8.0

Tabela 7, Tipična sinteza opreme radilišta i potrošnje goriva

Emisije buke

The buku od rada opreme koja će se koristiti tokom izgradnje projekat, zasnovan na direktivi Defra (UK Department for Environment, Food and Rural Affairs) „Baza podataka buke za predviđanje buke na građevinskim i otvorenim lokacijama“ prikazana je u sljedećoj tabeli:

A/A	Μηχάνημα	Prosečna buka nivo u 10m udaljenost od izvor, [dB(A)]	Site	strip	Zaštićeni	Pavement	Ποιότητα	Strukture	Piling
1	Bager	70							
2	Bager utovarivač	76							
3	Grejder	86							
4	Traktor - kompresor	80							

5	Kompresor	65						
6	Cilindar	73						
7	Kiper kamion	86						
8	Crane	76						
9	Dizalica sa fiksnom bazom ili pokretna dizalica	68						
10	Betonska pumpa	66						
11	Mikser za beton	79						
12	Kompresor zemlje	78						
13	Teleskopski utovarivač	71						
14	Oprema za bušenje	89						

Tabela 8, Emisije buke iz opreme radilišta

Emisije prašine iz gomila za skladištenje agregata

Prašina je glavni problem kvaliteta zraka na gradilištima i oko njih. Prašina je problematična iz raznih razloga, kao što je navedeno u nastavku:

- Neugodnost za lokalno stanovništvo. Na primjer, ljudi će možda morati ponovo da peru veš koji je stavljen napolje da se suši, i da peru prozore, zavese i vozila. Prašina može kontaminirati meso koje visi u mesnicama na otvorenom i drugu hranu koja joj je izložena u kućama, prodavnicama i restoranima na otvorenom, dajući hrani pjskavu teksturu.
- Zdravstveni i sigurnosni problemi. Prašina može uticati na zdravlje iritirajući oči i pogoršavajući zdravlje ljudi sa astmom. Prašina može smanjiti vidljivost za vozače na cestama. Takođe se može oduvati vetrom na velike udaljenosti.
- Oštećenje useva. Čak i niske koncentracije prašine mogu uticati na rast biljaka i plodova udaljeno jedan kilometar od gradilišta. Rast biljaka je posebno podložan prašinama koje su visoko alkalne, na primjer vapnenačka i cementna prašina. Prašina koja se taloži i tokom slabih padavina može uzrokovati stvaranje kore na površini tla koja povećava otjecanje. Oni predstavljaju društvene/ekonomske uticaje. Jedna od mjera ublažavanja koje implementira Izvođač će biti žalbeni mehanizam sa potencijalnom kompenzacijom za štetu na usjevu.
- Uticaj na ekologiju. Duvanje prašine u vodotoke može oštetiti okoliš uslovi povećanjem sedimentacije, smanjenjem sunčeve svjetlosti i gušenjem ribe. Takođe može uticati na rast biljaka i promeniti vrste biljaka koje rastu na nekom području. Prašina također može oštetiti drveće i drugu vegetaciju zasađenu kao dio ugovora o izgradnji.
- Oštećenja postrojenja i opreme za doziranje i asfaltiranje. Unutar gradilišta, prašina može uzrokovati mehaničke ili električne probleme u osjetljivoj opremi kao što su kompjuteri. Takođe može povećati habanje pokretnih delova opreme i začepljenje filtera za vazduh.
- Rušenje objekata (zgrade, stambeni objekti, ograde i sl.) koji se nalaze na trasi autoputa. U slučaju zgrada i stambenih objekata, njihovo rušenje podrazumijeva rizik od pronalazača materijala koji sadrže azbest i koji su mogli biti korišteni za njihovu izgradnju. Ako se to dogodi, može doći do vrlo opasnog zagađenja zraka azbestom. Na gradilištu se očekuju mogući udari preko ose autoputa (na udaljenosti od ± 100 m).

Prema US EPA (AP-42; 13.2.4), količina emisija čestica generiranih bilo kojim tipom operacije pada, po kilogramu (kg) (toni) prebačenog materijala, može se procijeniti korištenjem sljedećeg empirijskog izraza:

$$E = k \times 0,0016 \times \frac{(2,2/U)^{1,3}}{(L/k)^{1,4}} \text{ (kg/t)}$$

gdje:

E = faktor emisije k: multiplikator veličine čestica (za čestice < 30 μm, k= 0,74)

U: brzina vjetra (pretpostavlja se 5 m/s) M: sadržaj vlage u materijalu (pretpostavljeno 10%)

Emisije čestica su izračunate kao E= 0,36 g čestica/t materijala.

Emisije čestica iz kretanja građevinskih vozila (asfaltirani putevi)

Emisije čestica nastaju kad god se vozila kreću po asfaltiranoj površini kao što je put. Uopšteno govoreći, resuspendovane emisije čestica sa asfaltiranih puteva potiču od, i rezultiraju iscrpljivanjem rastresitog materijala prisutnog na površini (tj. površinskog opterećenja). Zauzvrat, to površinsko opterećenje se kontinuirano dopunjuje drugim izvorima. Kretanje vozila je povezano sa gradilištem operacije, kao što je transfer materijala i opreme.

Prema US EPA (AP-42; 13.2.1), količina emisija čestica iz resuspendiranja rastresitog materijala na površini puta zbog vožnje vozila po suvom asfaltiranom putu može se procijeniti korištenjem sljedećeg empirijskog izraza:

$$E = k \times (L/k)^{1,02} \times (W)^{1,02}$$

gdje je k: množitelj veličine čestica ovisno o rasponu veličine čestica (g/kilometar vozila putovao)

L: Utovar mulja, (0,06 g/m² za asfaltirane puteve).

W: prosječna težina (tone) vozila koja putuju cestom (5 t)

Emisije čestica (PM 2,5 i PM 10) izračunate su u sljedećoj tabeli uzimajući u obzir prethodno navedeno

	k (g/VKT)	sL (g/m ²)	W (t)	E (g/VKT)
PM 2,5	0,15	0,06	5	0,06
PM 10	0,62	0,06	5	0,25

Tabela 9, Emisije čestica iz kretanja građevinskih vozila (asfaltirani putevi)

Iz gornje tabele može se zaključiti da emisija čestica pri kretanju građevinskih vozila po asfaltiranim cestama iznosi 0,06 g/km vozila.

Prijedeno za PM 2,5 i 0,25 g/kilometraž a vozila Prijedeno za PM 10.

Posljedično, utjecaji će biti umjereni, negativni, direktni/kumulativni budući da se prašina i plinovi izgaranja stvaraju reverzibilnim građevinskim aktivnostima lokalnih

karaktera i kratkoročne jer će na svakoj lokaciji zagađenje zraka trajati dok se građevinska aktivnost odvija.

Lokacije za pozajmišta, postrojenja za drobljenje kamena, betonska dvorišta i asfalt postrojenja će zahtijevati odobrenja. Učinit će se napori da se osigura da ovi objekti budu locirani što bliže Projektnoj cesti kako bi se izbjegla nepotrebna putovanja i potencijalne pojave prašine od kretanja vozila tokom građevinskih radova na neasfaltiranom terenu putevi u urbanim sredinama. Trase izvlačenja će biti pripremljene i dostavljene Inženjeru kao dio njegovog Plana upravljanja saobraćajem (TMP) koji je detaljnije analiziran u Planu upravljanja okolišem ove ESIA.

5.6 Osetljivi prijemnici

Za procjenu osjetljivih područja u pogledu buke i zagađenja zraka uzeti su u obzir sljedeći kriteriji:

- Udaljenost škola, zdravstvenih ustanova, vjerskih institucija i drugih relevantnih institucije
- Udaljenost stambenih kuća, gustina naseljenosti i mjesta za rekreaciju
- Udaljenost poljoprivrednih gazdinstava i plantaža sa predloženom trasom
- Udaljenost industrijskih aktivnosti od područja istraživanja

Na osnovu navedenog, osjetljivi prijemnici su grupisani na pet glavnih lokacija duž trase, (1) na 1+300 - 1+700, (2) naselje Bare Kraljske na 5+400 - 8+000, (3) Naselje Gnjili Potok na 13+850 - 17+140, (4) Selo Kralje na 17+350 - 18+750 i (5) Andrijevica (sjever) na 20+200 - 23+100.

Iz dokumenta "Promena projekta Trešnjevik-Andrijevica v2.0.dwg" koji prikazuje izmenu projekta za deonicu tunel Trešnjevik – Andrijevica, izgrađeno je 333 objekta izdvojeno, raspoređeno na gore navedene klasterne na sljedeći način:

Gnjili Potok 84 objekta

Selo Kralje 89 objekata

Andrijevica 160 zgrada

6 EVALUACIJA UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU

6.1 Buka

6.1.1 Faza izgradnje

U modelu uticaja buke na fazu izgradnje uzeto je u obzir da će se posebna pažnja posvetiti isporuci materijala, posebno pri padu sa visine. Građevinskim materijalima treba pravilno upravljati kako bi se proizvela minimalna buka. U različitim fazama izgradnje odgovara oprema u tabeli 7. Unutar ovih faza, naravno, samo dio navedene opreme će se istovremeno koristiti.

Emisije buke mašina koje su uvedene u softver su in

u skladu sa direktivom Defra (UK Department for Environment, Food and Rural Affairs) "Baza podataka o buci za predviđanje buke na građevinskim i otvorenim lokacijama", kao što je predstavljeno u poglavlju 5.5.

Istražene građevinske aktivnosti uključuju čišćenje gradilišta

radovi, Radovi na površinskom sloju tla, Zemljani radovi, Popločavanje i oblaganje, Građevinski radovi i

Radovi na postavljanju šipova. Najgori scenario istražuje istovremeni rad radne mašinerije i građevinskih

kamiona, pod pretpostavkom da je izvor raspoređen unutar lokacije na visini od 2 m . = 98 dB buke

m od tla i tačkasti izvor buke na visini od 20 m od tla. = 91 dB

U nedostatku detaljnih informacija o namjenama pojedinačnih objekata duž predložene razvoja, procjena izgradnje je izvršena na osnovu udaljenosti od zemljanih radova predložene razvoja (pretpostavlja se da je to najbliža lokacija do receptora u kojima će se odvijati građevinski radovi).

Predviđeni nivoi građevinske buke na receptorima osjetljivim na buku za svaku građevinsku aktivnost prikazani su u tabeli 9:

Distance band	Predviđeni nivo građevinske buke (dB) na fasadi, po aktivnosti						
	Site klirens	Gornji sloj tla	Zemljani radovi	Pavement i izlaganje na površinu	Konstrukcije	Piling	najgore-slučaj scenario
20m	71	70	70	67	70	71	74
40m	65	64	64	61	64	65	68
80m	59	58	58	55	58	59	62
160m	53	52	52	49	52	53	56
320m	47	46	46	43	46	47	50

Tabela 10, Emisije čestica iz kretanja građevinskih vozila (asfaltirani putevi)

Unutar tampon zone od 40m, uticaj građevinske buke se smatra diskutabilnim za obližnje osjetljive akustične prijemnike, gdje se očekuje više od 65 dB(A). Kada se osjetljivi prijemnici nalaze u ovoj tampon zoni od izvora buke, tada bi izvođač radova trebao pratiti bilo kakve incidente smetnje buke i primijeniti mjere ublažavanja predložene u §7.1 (strana 34). Kao prva procjena, takva područja kandidata uključuju sve lokacije predstavljene u §5.6 Osetljivi prijemnici (stranica 28).

6.1.2 Faza rada

Svi proračuni disipacije zvuka rađeni su sa sljedećim softverom: IMMI Premium 2023, broj licence S72/354.

Izrađen je 3D model područja projekta za proračune na osnovu ulaznih parametara kako je opisano u Poglavlju 5: Ulazni podaci (meteorološki parametri, model terena, ekranizirane prepreke, geometrija putne mreže i saobraćajni tokovi raspoređeni po različitim tipovima vozila u tri vremenska perioda tokom jednog dana od 24 sata ('dan': 09h00 - 07h00 - 07h00 - 07h00' 23h00, 'noć': 23h00 - 07h00).

Sljedeće tabele predstavljaju maksimalne nivoe buke generirane u svakom identificiranom osjetljivom klasteru prijemnika iz proračuna rada na cestama za godinu lansiranja i 2057.:

Osjetljivo Prijemnici	(12h) [dB(A)]	(4h) [dB(A)]	(8h) [dB(A)]	[dB(A)]
1+300 - 1+700	58.7	51.0	45.6	57.5
Bare Kraljske	66.7	59.0	53.6	65.5
Gnjili Potok	66.5	58.8	53.4	65.3
Kralje	67.5	59.8	54.3	66.2
Andrijevića (sjever)	68.1	60.4	55.0	66.9

Tabela 11, Procijenjeni nivoi buke tokom rada projekta: godina lansiranja

Osjetljivo Prijemnici	(12h) [dB(A)]	(4h) [dB(A)]	(8h) [dB(A)]	[dB(A)]
1+300 - 1+700	63.6	55.9	50.4	62.3
Bare Kraljske	71.5	63.9	58.4	70.3
Gnjili Potok	71.4	63.7	58.3	70.2
Kralje	72.4	64.7	59.2	71.1
Andrijevića (sjever)	73.0	65.3	59.9	71.8

Tabela 12, Procijenjeni nivoi buke tokom rada Projekta: 2057

Konture nivoa buke (indikator $L_{h,i}$) u projektu područje za godinu lansiranja i 2057. godine prikazane su na kartama Dodatka C.

Rezultati izračunatih nivoa buke su procenjeni u odnosu na granične vrednosti buke utvrđene propisom predstavljenim u Poglavlju 2 ovog izveštaja. Kao što se i očekivalo, rezultati modela pokazuju da su nivoi buke u području istraživanja prilično povišeni blizu puta, a u nekim slučajevima i iznad granica (60 dB(A) za L_{eq} i 55 dB(A) za L_{max}). Shodno tome, uticaji se mogu okarakterisati kao negativni, trajni, lokalnog razmjera, visoki, vjerojatni i iako su reverzibilni, rekonstrukcija uključuje djelomični prekid servisa i trošak je znatno veći nego ako se mjere ublažavanja sprovedu tokom izgradnje.

6.2 Zagađenje zraka

6.2.1 Faza izgradnje

U fazi izgradnje glavni izvor zagađivača vazduha dolazi iz motora sa unutrašnjim sagorevanjem građevinskih mašina, koji uglavnom rade na dizel, iz betonara i asfaltnih postrojenja. Postoji mogućnost uticaja na kvalitet vazduha na lokalnom nivou usled emisije prašine i izduvnih gasova (NO_x, CO, SO₂, VOC) iz neke opreme na gradilištu sa dizel motorima sa unutrašnjim sagorevanjem (kamioni, bageri, utovarivači itd.) i iz betonara i fabrika za asfalt.

Faza izgradnje će se sastojati od niza različitih operacija uključujući čišćenje zemljišta, uklanjanje površinskog sloja zemlje, utovar i izvlačenje materijala, skladištenje, ravnanje, buldožer, sabijanje, kretanje teških vozila po asfaltiranim i neasfaltiranim putevima, betonare i asfaltne fabrike itd. Svaka od ovih operacija ima svoje trajanje i potencijal za stvaranje prašine i izduvnih gasova. Stoga se očekuje da će obim emisije prašine značajno varirati iz dana u dan u zavisnosti od nivoa aktivnosti, specifičnih operacija i preovlađujućih meteoroloških uslova.

Izduvni gasovi koji se emituju iz rada mašina na gradilištu su uglavnom ugljen monoksid (CO), ugljovodonici (VOC), oksidi azota (NO_x) i oksidi sumpora (SO_x).

Faktori emisije za građevinsku opremu i goriva prikazani u Tabeli 13 su izvedeni iz EMEP/EEA vodiča za inventar emisija 2013 (1.A.4 Neputni mobilni izvori – mašine GB2013, faktori emisije Tier 1). Ukupne emisije u zrak sa radilišta izračunate su potrošnjom goriva svake vrste opreme pomnoženom s faktorom emisije prema Tablici 13.

Vrsta goriva	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	kg/kg
Diesel	10.7	32,79	2.09	6,0	3160

Tabela 13, Emisioni faktori za terenske mašine

Na osnovu gore navedenih faktora emisije i sastava građevinskih mašina kao što je prikazano u tabeli 7 (stranica 25), ukupne emisije zagađujućih materija u vazduhu za najgori scenario istovremenog rada sve opreme prikazane su u tabeli ispod:

Zagađivač	Emisija (g/h) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Granica ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	1636,90	0.05	10
	5036,85	8.34	30
	320,41	0,50	40
	307,20	0.24	20
	485k	16.40	

Tabela 14, Emisije iz rada na gradilištu

Kao što se može zaključiti iz gornjih proračuna, emisije u zrak iz rada opreme radilišta su niske i stoga će se njihova distribucija u okolnom području odnositi na zanemarljive koncentracije. Zbog toga rad građevinskih mašina može imati manji uticaj na kvalitet vazduha i ne očekuje se da će doći do bilo kakvih smetnji.

6.2.2 Faza rada

Narušavanje kvaliteta vazduha usled emisije zagađujućih materija iz saobraćaja na autoputu zasniva se na rezultatima iz modela disperzije gasa koji su izračunati uz pomoć specijalnog računarskog softvera IMMI 2021. Proračuni su napravljeni za godinu lansiranja i 2057. Kvantitativna procena se vrši fokusiranjem na glavni transportni zagađivač, 5,5, zagađivač na putevima²). Sledeće⁰ +
tabele pokazuju rezultate.

koncentracija	godina lansiranja 2057	
	rezultati koncentracije [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	
1+300 - 1+700	0.91	2.69
Bare Kraljske	1.65	4.84
Gnjili Potok	1.71	5.04
Kralje	3.66	10.77
Andrijevića (sjever)	3.12	9.19

Tabela 15 – Izlož enost površine za koncentracija

koncentracija	godina lansiranja 2057	
	rezultati koncentracije [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	
1+300 - 1+700	32.98	97.01
Bare Kraljske	59.40	174.72
Gnjili Potok	61.85	181.91
Kralje	132.15	388.70
Andrijevića (sjever)	112.84	331.89

Tabela 16 – Izlož enost površine za koncentracija

koncentracija	godina lansiranja 2057	
	rezultati koncentracije [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	
1+300 - 1+700	113,85	334,88
Bare Kraljske	205.06	603.15
Gnjili Potok	213.49	627.96
Kralje	456.20	1341.85
Andrijevica (sjever)	389.52	1145.73

Tabela 17 – Izlož enost površine za koncentracija

koncentracija	godina lansiranja 2057	
	rezultati koncentracije [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	
1+300 - 1+700	1.74	5.12
Bare Kraljske	3.13	9.21
Gnjili Potok	3.26	9.59
Kralje	6.97	20.50
Andrijevica (sjever)	5.95	17.50

Tabela 18 – Izlaganje površine za koncentraciju č estica materije

U svim scenarijima emisije su ispod prihvatljivih granica. Zabiljež en je porast scenarija budućih projekcija zbog povećanja cestovnog saobraćaja.

7 MJERE UBLAŽ AVANJA

7.1 Tokom izgradnje

Procjene nivoa zagađenja gasom tokom izgradnje projekta su niske i privremene, tako da nema potrebe za preduzimanjem radnji. Međutim, što se tiče smetnji od prašine tokom perioda izgradnje projekta, predlaže se niz mjera za ograničavanje emisija i smanjenje koncentracije prašine u sljedećim prijemnicima.

Kontrola emisije prašine se vrši jednostavnim metodama upravljanja, a nivo smetnji značajno zavisi od mera kontrole na izvoru. U pogledu proizvodnje prašine zbog kretanja građevinskih vozila, a posebno na neasfaltiranim površinama, kodeks upravljanja za ograničenje prašine tokom izgradnje uključuje:

- ovlaživanje saobraćajnica
- intervencije na golim površinama gdje je to potrebno
- postavljanje ograničenja maksimalne brzine na svim neasfaltiranim površinama
- izduvni gasovi svih mašina treba da budu okrenuti od tla
- glavni i saobraćajni hodnici trebaju biti čisti i vlažni

Takođe, deponovanje ili stavljanje materijala u/sa gomila treba svesti na minimum, a deponovanje materijala u gomile vršiti sa minimalne moguće visine.

Ograđivanje ili pokrivanje neiskorištenih šipova smanjuje njihovu koroziju vjetrom. Gomile materijala mogu se zaštititi umjetnim ogradama ili postavljanjem u blizini brana ili drvoreda, grmlja ili u blizini ograda.

Općenitije mjere za upravljanje gradilištem za ograničavanje prašine uključuju:

- Kamione koji prevoze rastresite materijale treba pokriti.
- Kiša pri kretanju i taloženje peska i šljunka, kao i pranje točkova svih vozila koja napuštaju radni prostor, mogu smanjiti emisiju prašine. Vozila koja napuštaju polje rada moraju biti čista.
- Sve mašine i oprema koja se koristi u građevinarstvu treba da budu u dobrom stanju, i da ispunjavaju specifikacije proizvođača, kako bi se emisija prašine svela na minimum.
- Miješanje i priprema betonske mješavine je požarnije od tekućeg, a ne suhog betona. Ovaj rad treba izvoditi u zatvorenom ili ograđenom prostoru.
- Silose za skladištenje cementa i inertnog materijala zatvoriti postavljanjem filtera za prašinu.

Što se tiče praha koji se očekuju prilikom transporta rasutih materijala od kamenoloma ili iskopa do gradilišta, predlaže se sljedeće mjere koje se također odnose na sigurnost vožnje:

- Posebno obilježavanje duž cijele trase transporta materijala koji se izvoze van
- Označavanje na izlazima iz kamenoloma i gradilišta
- Izbjegavajte prepunjavane kamiona za transport rasutog tereta

- Pokrivanje materijala poklopcem
- Održavanje mreže i drumskog transporta
 - Ako je ruta kroz stambena naselja, razmislite o mogućnosti zaobilaznice. Ako ne, onda pokušajte nakvasiti puteve.
- Tvrdne površine će biti potrebne u građevinskim područjima sa redovnim kretanjem vozila.
- Primjenjivaće se efikasna upotreba vodenih spreja (npr. zalivanje radi suzbijanja prašine vršiti najmanje 3 puta dnevno: ujutru, u podne i popodne za vreme suvog vremena sa temperaturama preko 25 °C ili vetrovitog vremena. Izbegavajte preterano zalivanje jer to može da zamuti okolinu). Sva voda koja se koristi za kontrolu prašine bit će bez mirisa i zagađenja.

Prije faze izgradnje, izvođač će izraditi Plan upravljanja kvalitetom zraka i prašinom, kao i Plan upravljanja građevinskim saobraćajem kako bi osigurao da

Projekat neće uvoditi ljude u oblast lošeg kvaliteta vazduha gde je ranije nije bilo relevantnog izlaganja. Izvođač će biti odgovoran do kraja usklađenost sa ovim EMP-om, za sljedeće:

- Emisije izduvnih gasova: peći, kotlovi ili druga slična postrojenja ili oprema koja koristi bilo koje gorivo koje može proizvesti zagađivače vazduha neće biti instalirana bez prethodne pismene saglasnosti Inženjera. Građevinska oprema će biti održavana u skladu sa dobrim standardom i opremljena uređajima za kontrolu zagađenja koje će redovno nadgledati Izvođač i Inženjer.
- Otvoreno sagorevanje otpadnih materijala: Neće doći do sagorevanja otpada ili drugih materijala Sajt bez dozvole Inženjera.
- Izvođač će osigurati da zalihe materijala budu locirane u zaštićenim područjima i pokrivene ceradom ili drugim odgovarajućim pokrivačem kako bi se spriječilo iznošenje materijala u zrak.
- Obustavljanje zemljanih radova kada brzina vjetra u područjima prijeđe 20 km/h unutar 500 m od bilo koje zajednice.

Uz to, pozajmne jame, betonara, postrojenje za drobljenje kamena i asfalt Postrojenje za miješanje će biti predmet posebne primjene u okolišu pod odgovornost Izvođača. Inženjer će osigurati da takav objekat ne postane u funkciji bez potrebnih dozvola.

Što se tiče smetnji buke i očekivanog blagog porasta nivoa buke tokom izgradnje koji može uticati na stambena područja u blizini gradilišta, mjere protiv buke predložene tokom izgradnje su sažete u tri nivoa intervencija:

- Korišćenje mašina na gradilištu opremljenih EEC sertifikatom o buci.
- Uzimanje u obzir buke u definisanju programa rada i izgradnje metodologija za smanjenje emisije buke, posebno za rad u blizini stambenih područja.
- Primjena tehničkih rješenja sa izgradnjom zvučnih zavjesa oko gradilišta i korištenjem mobilnih sistema za poništavanje buke na mjestima visoke emisije buke.

Izvođač projekta treba da izabere raspored lokacija i planiranje radova kako bi se što manje uznemiravalo urbano okruženje koje je stvorio čovjek uže i šireg područja projekta. Raspoređivanje akumuliranih materijala na gradilištu treba biti izvedeno na način da djeluju kao zvučne zavjese za smanjenje buke.

Konačno, dizajn i konstrukciju zvučnih zavjesa na licu mjesta treba pažljivo obaviti kako bi se osigurala potrebna zaštita. Za veću efikasnost zvučne zavese će biti postavljene što bliže izvoru buke.



Slika 12, Indikativni oblik privremene barijere od buke

U slučajevima kada će zvučna izolacija opreme biti potrebna nekoliko mjeseci, koristit će se vreće s pijeskom. Takođe proizvodi za iskopavanje i/ili građevinski materijali mogu ponuditi zvučnu izolaciju tokom njihovog privremenog taloženja prije upotrebe. Na primjer, gomile naoružanja, cijevi i sl., betonske vreće, gomile povrtnog zemljišta i sl. uz odgovarajuću instalaciju dovoljne su za smanjenje buke iz radnog prostora. Praktično pravilo u stvaranju sličnih privremenih zvučnih barijera je da je dužina barijere najmanje deset puta veća od visine. Ako se koriste barijere kraće dužine, treba ih usmjeriti oko izvora buke.

U cilju smanjenja smetnji u saobraćaju vozila, predlažu se sljedeće smjernice:

- Podesite ograničenje brzine kretanja vozila unutar privremenih puteva lokacije na 10 km/h ili manje, po potrebi.
- Stabilizacija zemljanih puteva šljunkom (ili sličnim) odmah nakon njihovog formiranja

- Vozila moraju biti utovarena i istovarena na način da se proizvodnja buke svede na najmanju moguću mjeru i, gdje je moguće, da se prevoze dalje od područja osjetljivih na buku.
- Putevi unutar lokacije biće izgrađeni sa što manjim nagibom. Uklanjanje oštrog nagiba pomaže u smanjenju saobraćajne buke, jer motori vozila, posebno onih sa više brzina kao što su kamioni, ne moraju da rade tako intenzivno.
- Izbjegavajte nepotrebnu upotrebu sirene pri izlasku/ulasku na obližnje puteve, nepotrebno pokretanje motora i isključite opremu kada nije potrebna.
- Koristite gumene obloge u, na primjer, željeznicama i damperima kako biste smanjili buku udara i smanjili visinu pada materijala
- Pokretanje postrojenja i vozila uzastopno, a ne sve zajedno.

Sva oprema mora biti održavana na visokim operativnim nivoima i postavljena gdje je to moguće na položajima koji maksimiziraju učinak bilo koje barijere protiv buke, kao što su privremene zgrade na gradilištu ili neaktivna oprema. Mašine i operativna oprema (uključujući bagere, drobilice, utovar/istovar, generatore, itd.) bit će postavljeni što dalje od područja osjetljivih na buku, a fizičke barijere kao što su skladišta, gomile ili zgrade će se koristiti za smanjenje buke gdje god je to moguće.

Istovremeno, planiranje aktivnosti proizvodnje buke će biti osmišljeno tako da se izbjegnju efekti, npr. izbjegavanje istovremene upotrebe/rada bučne opreme, korištenje gomila materijala za iskop kao barijere za buku za osjetljive akustične prijemnike tokom iskopa, održavanje privremenih konstrukcija koje djeluju kao barijera od buke (npr. faza izgradnje skladišta, ureda itd.) do posljednje faze projekta gradilišta, itd.

Biljku uvijek treba koristiti u skladu s uputama proizvođača. Treba voditi računa da se oprema na gradilištu nalazi dalje od područja osjetljivih na buku. Gdje je to moguće, utovar i istovar također treba obavljati dalje od takvih područja. Posebna pažnja je neophodna kada se rad mora obavljati noću, ali je možda moguće obavljati mirne aktivnosti tokom tog vremena.

Mašine kao što su dizalice koje se mogu povremeno koristiti treba isključiti između radnih perioda ili ih treba smanjiti na minimum. Mašine ne treba ostavljati da rade bez potrebe, jer to može biti bučno i troši energiju.

Postrojenje za koje je poznato da je buka posebno usmjerena treba, gdje god je to izvodljivo, biti orijentirana tako da buka bude usmjerena dalje od područja osjetljivih na buku. Akustične poklopce motora treba držati zatvorene kada su motori u upotrebi i u praznom hodu. Ako se koriste kompresori, oni bi trebali imati efikasna akustična kućišta i biti dizajnirani da rade kada su njihovi pristupni paneli zatvoreni.

Izbor opreme će uzeti u obzir nivo buke. Umjesto opreme sa dizel ili benzinskim motorima i obavezno u skladu sa Evropskom direktivom 2000/14/EC o emisiji buke radnih mašina. U slučaju da bude gomila-

izvođenje radova u temeljima mosta, udarna buka prilikom zabijanja šipova može se smanjiti uvođenjem nemetalne kolica između čekića i pogonske kacige ili zatvaranjem pogonskog sistema u akustični omotač, ili kućište koje zatvara čekić i cijelu dužinu šipa koji se zabija.

U slučaju bilo kakve reklamacije, utvrdit će se izvor prekomjerne buke i procijeniti mjere kao što su lokacija opreme i radno vrijeme. Iz tog razloga, osjetljive audio prijemnike treba otkriti prije početka rada.

Podrazumeva se da će sve instalacije, mašine i druga vozila biti redovno proveravana da li rade efikasno u skladu sa specifikacijama proizvođača od strane obučanih i kvalifikovanih operatera. Pored povećane sigurnosti, ovaj proces utiče i na pravilno održavanje i na tihi rad mašine.

Također je vrlo važno izbjegavati pritužbe kako biste pravilno komunicirali sa onima koji su pogođeni, prije izvođenja bilo kakvih neizbježnih bučnih aktivnosti u blizini prijemnika osjetljivih na buku, trebali bi biti unaprijed obaviješteni ili o radovima koji će se obaviti, kao i o očekivanom trajanju.

Radno vrijeme treba planirati i uzeti u obzir efekte buke na stanovnike u područjima koja okružuju rad gradilišta i vjerovatne posljedice bilo kakvog produženja radnog perioda. Gdje je to razumno izvodljivo, treba koristiti tihe metode rada, uključujući korištenje najprikladnijeg postrojenja, razumno radno vrijeme za bučne operacije, te ekonomičnost i brzinu rada. Teretna vozila ne smiju stizati ili napuštati gradilište između 19.00 i 07.00 sati. U tunelu

lokacijama, na primjer, uobičajena je praksa da se obezbijede noćna skladišta za zemlju i otpad.

U svakom slučaju, buka koja se emituje tokom faze izgradnje neće uzrokovati trajne smetnje. Uslovi koji će se stvoriti biće kratkoročni i reverzibilni.

7.2 Tokom rada

U okviru ESIA studije projekta, izvršena je preliminarna procjena implementacije odabranih mjera za smanjenje buke. Proračuni su napravljeni uz korištenje softvera IMMII Premium 2023, koristeći isti model simulacije buke i ulazne podatke i pretpostavke opisane u prethodnom poglavlju. Mora se napomenuti da bi optimizacija i detaljno projektovanje barijera od buke trebalo da budu rezultat detaljne akustičke studije.

Za ovaj preliminarni proračun smanjenja buke uzete su u obzir nacionalne i međunarodne smjernice. Na osnovu rezultata modela, za godinu lansiranja uočeni su nivoi do 14 dB iznad granica u četiri područja duž trase: Bare Kraljske, Gnjili Potok, Kralje i Andrijevića (sjever) (Tabela 19 - Tabela 20). Kolona 'Autoput Bar-Boljare' prikazuje nivo buke koja se emituje iz predlož enog Projekta BEZ ikakvih mjera zaštite od buke, kolona 'Pozadinska buka' nivo buke koji se emituje iz svih ostalih izvora buke u ž ivotnoj sredini na osnovu

na anketi mjerenja buke (uglavnom na preostalim cestama područja koje se proučava) i kolona 'Ukupno' prikazuje kumulativnu buku.

Osjetljivi prijemnici Bar-Boljare autoput [dB(A)]	Pozadinska buka [dB(A)]	Kumulativno Buka [dB(A)]	Limit [dB(A)]	
Bare Kraljske	66.7	55.0	67.0	60.0
Gnjili Potok	66.5	57.5	67.0	60.0
Kralje	67.5	60.0	68.2	60.0
Andrijevića (sjever)	68.1	61.0	68.9	60.0

Tabela 19, Područja koja zahtijevaju zaštitu od buke – rezultati po danu

Osjetljivi prijemnici Bar-Boljare autoput [dB(A)]	Pozadinska buka [dB(A)]	Kumulativno Buka [dB(A)]	Limit [dB(A)]	
Bare Kraljske	53.6	53.0	56.3	55.0
Gnjili Potok	52.3	48.5	54.6	55.0
Kralje	53.7	44.0	54.7	55.0
Andrijevića (sjever)	52.3	53.5	57.3	55.0

Tabela 20, Područja koja zahtijevaju zaštitu od buke – noćni rezultati

Za ova područja istraž eno je uvođenje barijera protiv buke na cesti. Visina barijera je postepeno povećavana u cilju postizanja ciljnih vrijednosti h indeksa, u oba i do visine od 4,5 metara, budući da konstrukcijska ograničenja iznad 4,5 m čine postavljanje barijere protiv buke nesposobnom. Tamo gdje postoje stambena područja sa obje strane puta, pretpostavljaju se barijere od buke apsorpcionog tipa, kako bi se izbjeglo odbijanje buke na prijemnicima na suprotnoj strani.

Granice buke su 60 dB(A) za dan i 55 dB(A) za noć. Međutim, kada je kumulativna buka viša od gore navedenih vrijednosti, emisije buke su i dalje prihvatljive ako je utjecaj na pozadinu buke od emisije buke novog projekta jednak ili manji od 3 dB.

Rezultirajući nivoi buke nakon primjene predlož enih mjera ublaž avanja, prikazani su u Tabeli 21 i Tabeli 22. Iz rezultata se mož e vidjeti da se nivoi buke sa novog autoputa mogu ograničiti na svim kontrolnim tačkama na ciljne vrijednosti projekta određene nacionalnom regulativom.

Osjetljivi prijemnici Bar-Boljare autoput [dB(A)] (1)	Pozadinska buka [dB(A)] (2)	Kumulativno Buka [dB(A)] (3)	Uticaj na pozadinsku buku [dB] {(3) – (2)}
Bare Kraljske	59.8	61.1	6.1
Gnjili Potok	57.3	60.4	2.9
Kralje	59.7	62.9	2.9
Andrijeвица (sjever) 60.4	61.0	63.7	2.7

Tabela 21, Rezultati optimizacije barijera modeliranja buke – dan

Osjetljivi prijemnici Bar-Boljare autoput [dB(A)] (1)	Pozadinska buka [dB(A)] (2)	Kumulativno Buka [dB(A)] (3)	Uticaj na pozadinsku buku [dB] {(3) – (2)}
Bare Kraljske	46.7	53.9	0.9
Gnjili Potok	43.1	49.6	1.1
Kralje	45.9	48.1	4.1
Andrijeвица (sjever) 44.6	53.5	54.0	0.5

Tabela 22, Rezultati optimizacije barijera modeliranja buke – noć

Stoga se vjeruje da nikakve dodatne mjere za smanjenje buke, poput poroznog asfalta, ograničenja brzine, itd. neće biti potrebne kako bi autoput bio u granicama buke i da se ne očekuje uznemiravanje javnosti kada projekat bude će početi sa radom.

Predlož ene mjere ublaž avanja sastoje se od sljedećih barijera od buke:

Lokacija	NB duž ina (m)	NB površina (m ²)	NB prosječna visina
7+000 - 8+100/ lijeva strana	1 100	3 300	3.0
14+050 - 14+800/ lijeva strana	750	2 250	3.0
14+930 - 15+650/ lijeva strana	720	2 160	3.0
16+000 - 16+600/ lijeva strana	600	1 800	3.0
17+300 - 17+500/ lijeva strana	200	600	3.0
18+500 - 400 - 50 19+750/ lijeva strana	750	2 250	3.0
20+450 - 22+500/ lijeva strana	300	900	3.0
20+200 - 20+600/ lijeva strana	2 050	6 150	3.0
20+950 - 22+100/ desna strana	400	1 200	3.0
21+300 - 22+000/ desna strana	1 150	3 450	3.0
desna strana	700	2 100	3.0

Tabela 23, Duž ina i površina barijere za buku po segmentu

Dodatak A – Osnovna mjerenja

Dodatak B – Konturne karte