

Za naručitelja:

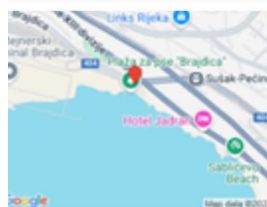
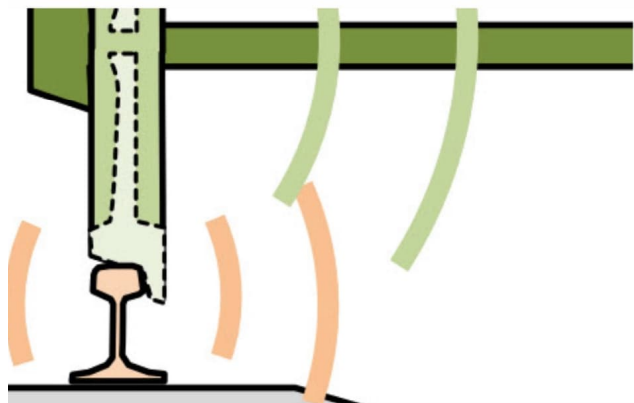
GRAD RIJEKA
Korzo 16
51000 Rijeka

NACRT PRIJEDLOGA AKCIJSKOG PLANA
UPRAVLJANJA BUKOM GRADA RIJEKE ZA 4.
KRUG IZVJEŠTAVANJA – SCENARIJI
UPRAVLJANJA BUKOM NA PODRUČJIMA
UPRAVLJANJA BUKOM

Oznaka: 2024-AP-120/03

studeni 2025.g.

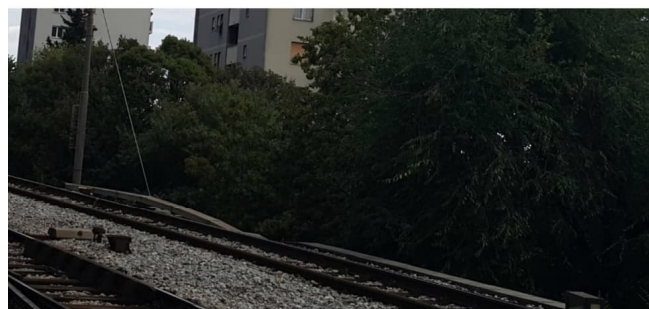
DARH 2 d.o.o. za arhitekturu i akustiku
Odobrio: dr.sc. Alan Štimac, dipl.ing.el



Humidity 52%
Pressure 1025hPa
Wind 4.12 m/s



11/11/2024 12:00



Izrađivač:

DARH 2 d.o.o. za arhitekturu i akustiku

Ljubičin prolaz 3

10 430 Samobor

Tel.: (0)1/6 52 29 76; (0)1/6 52 29 78

Fax.: (0)1/6 52 29 85

<http://www.darh2.hr>

E-mail: akustika@darh2.hr

Voditelj projekta:

dr.sc. Alan Štimac, dipl.ing.el.

Izradili:

Branko Doračić, ing.građ.

Martina Hovorka

Bojana Marčićev Rebić

dr.sc. Alan Štimac, dipl.ing.el.

Naručitelj:

GRAD RIJEKA

Korzo 16

51000 Rijeka

Ugovor oznake:

KLASA 351-01/24-01/21; URBROJ: 2170-1-05-00-24-5

DARH 2 oznaka i naziv dokumenta:

2024-AP-120/03 - Scenariji upravljanja bukom na područjima upravljanja bukom

U Samoboru, studeni 2025.

POVIJEST DOKUMENTA

Broj izdanja (naziv datoteke)	Status	Bitne napomene	Datum
1	Draft	Inicijalni prijedlog	2025-11-07

AUTORSKA PRAVA

Ideje, metodologija rada, predloženi način rada sadržani u ovom elaboratu kao i svaki dio ovog elaborata ostaju intelektualno autorsko pravi DARH 2 d.o.o. za arhitekturu i akustiku (u daljnjem tekstu „Društvo“) i ne smiju se koristiti bez prethodnog pristanka Društva.

SADRŽAJ

1. OPĆI PODACI	9
1.1. PODATCI O REGISTRACIJI TVRTKE IZRAĐIVAČA PROJEKTA.....	9
1.2. PODATCI O OVLAŠTENJU TVRTKE IZRAĐIVAČA PROJEKTA ZA STRUČNE POSLOVE ZAŠTITE OD BUKE.....	13
2. O PROJEKTU AKCIJSKOG PLANA UPRAVLJANJA BUKOM.....	16
2.1. PRIMIJENJENI ZAKONSKI PROPISI, DIREKTIVE I NORME	18
2.2. PREPORUKE AKCIJSKOG PLANA EUROPSKE UNIJE „PREMA NULTOM ZAGAĐENJU ZRAKA, VODE I TLE“	19
3. MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	20
3.1. KOREKTIVNE I PREVENTIVNE MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	20
3.1.1. Korektivne mjere	20
3.1.2. Preventivne mjere	20
3.1.3. Nadzor i procjena napretka plana aktivnosti	20
3.2. ODABIR MJERA ZA UPRAVLJANJE BUKOM, KRITERIJI ZA OCJENJIVANJE KVALITETE I PRIMJERENOSTI MJERA	21
3.3. MJERE ZA SNIŽAVANJE I UPRAVLJANJE BUKOM.....	25
3.3.1. Specifičnosti vezane za cestovni promet.....	25
3.3.2. Specifičnosti vezane za željeznički promet.....	26
3.3.3. Ostale bitne napomene i pretpostavke	28
4. PRIMJENA REZULTATA PROJEKTA PHENOMENA	29
4.1. CESTOVNI PROMET	31
4.2. ŽELJEZNIČKI PROMET.....	33
4.3. OSVRT NA ZIDOVE ZA ZAŠTITU OD BUKE.....	36
5. UPRAVLJANJE BUKOM CESTOVNOG PROMETA	38
5.1. OPIS NAJČEŠĆIH MJERA UPRAVLJANJA BUKOM.....	38
5.1.1. Ograničenje brzine kretanja vozila i upravljanje cestovnim prometom	41
5.1.2. Korištenje „tihih“ kolničkih konstrukcija	43
5.1.3. Kolničke konstrukcije s jednoslojnim poroznim asfaltom	46
5.1.4. Kolničke konstrukcije s dvoslojnim poroznim asfaltom	47
5.1.5. Kolničke konstrukcije s tankoslojnim asfaltom	48
5.1.6. Porozno-elastične kolničke konstrukcije	49
5.1.7. Gumirani asfalt	49
5.1.8. Zidovi za zaštitu od buke i mjere upravljanja bukom na putu širenja buke.....	50

5.1.9.	Zidovi za zaštite od buke – razni materijali	54
5.1.10.	Zidovi za zaštite od buke – razni oblici	56
5.1.11.	Zidovi za zaštite od buke – akustički elementi	59
5.1.12.	„Zeleni“ i „živi“ zidovi za zaštitu od buke	60
5.1.13.	Vertikalno i horizontalno uklapanje cestovnog prometa	62
5.1.14.	Mješovite konstrukcije zaštite od buke	63
5.1.15.	Zgrade ne-stambene namjene koje se koriste za zaštitu od buke	63
6.	UPRAVLJANJE BUKOM ŽELJEZNIČKOG PROMETA	65
6.1.	OPIS NAJČEŠĆIH MJERA UPRAVLJANJA BUKOM	65
6.1.1.	Snižavanje buke na izvoru pri interakciji kotača i tračnice – tip 1	66
6.1.2.	Snižavanje buke na izvoru pri interakciji kotača i tračnice – tip 2	67
6.1.3.	Snižavanje buke na izvoru pri interakciji kotača i tračnice – tip 3	71
6.1.4.	Infrastrukturne mjere upravljanja bukom održavanjem tračnica	75
6.1.5.	Upravljanje željezničkim prometom	77
6.1.5.1.	Ograničavanje brzine prolaska vlakova kroz određene dionice noću	77
6.1.5.2.	Upravljanje željezničkim prometom s teretnim vlakovima s dizel lokomotivom	78
6.1.5.3.	Zidovi za zaštitu od buke nižih visina	79
7.	UPRAVLJANJE BUKOM INDUSTRIJSKIH POGONA I POSTROJENJA	82
7.1.	OPIS NAJČEŠĆIH MJERA UPRAVLJANJA BUKOM	84
7.2.	UPRAVLJANJE EMISIJSKIM RAZINAMA BUKE NA IZVORU PRIMJENOM MJERA NAJBOLJE PRAKSE UPRAVLJANJA (BMP)	84
7.2.1.	Konceptualna razmatranja pri projektiranju industrijskih postrojenja	87
7.2.2.	Ograničenje kretanja teških vozila	89
7.2.3.	Kontrola utovara, transporta i obrade materijala	91
7.2.4.	Raspored rada	93
7.2.5.	Akustičko održavanje	95
7.3.	UPRAVLJANJE RAZINAMA BUKE PRIMJENOM NAJBOLJIH EKONOMSKI OSTVARIVIH DOSTUPNIH TEHNOLOGIJA (BATEA)	97
7.3.1.	Odabir tiših tehnologija	99
7.3.2.	Akustičko oklapanje izvora buke	101
7.3.3.	Zaštitne pregrade oko izvora buke	105
7.3.4.	Primjena učinkovitih prigušivača	110
7.3.5.	Poboljšanje postojeće zvučne izolacije	115

7.3.6.	Primjena apsorbera zvuka	117
7.3.7.	Primjena antivibracijskih sustava	119
8.	PRIJEDLOG SCENARIJA I MJERA UPRAVLJANJA BUKOM.....	121
8.1.	O ANALIZI USPJEŠNOSTI SCENARIJA UPRAVLJANJA BUKOM.....	123
9.	GRAFIČKI DIO.....	124
9.1.	PRILOG 1 - GRAFIČKI PRIKAZ PODRUČJA UPRAVLJANJA BUKOM	124
9.2.	PRILOG II – ISPUNJENI OBRASCI KANDIDATA ZA PODRUČJA UPRAVLJANJA BUKOM.....	126

Popis slika

Slika 1.	Prikaz dijagrama toka višekriterijske analize	21
Slika 2.	Prikaz DPSEEA okvira	30
Slika 3.	Prikaz učinaka različitih vrsta rješenja za smanjenje buke na raspodjelu izloženosti END-u, koji se upotrebljavaju za izračun zdravstvenih utjecaja.	31
Slika 4.	Postotak smanjenja štetnog učinka na zdravlje do 2030. i omjer koristi i troškova (BCR) u razdoblju 2020-2035. za odabrane pojedinačne i kombinirane mjere upravljanja bukom cestovnog prometa.....	32
Slika 5.	Postotak smanjenja štetnog učinka na zdravlje do 2030. i omjer koristi i troškova (BCR) u razdoblju 2020-2035. za odabrane pojedinačne i kombinirane mjere upravljanja bukom željezničkog prometa	34
Slika 6.	Karakterističan prikaz raspodjele brzine kretanja vozila na državnoj cesti na području Grada Rijeke.....	42
Slika 7.	Prikaz mjerne prikolice za mjerenje CPX parametara	44
Slika 8.	Karakterističan prikaz dijela rezultata CPX parametara državne ceste DC8	45
Slika 9.	Raspodjela izmjerenih uzoraka parametra L_{CPXP} na državnoj cesti DC8 unutar područja Grada Rijeke.....	45
Slika 10.	Karakterističan presjek kolničke konstrukcije s jednoslojnim poroznim asfaltom (40-45 mm debljina sloja 0/16, udio šupljina 20 %).....	46
Slika 11.	Karakterističan presjek dvoslojne porozne kolničke konstrukcije (25 mm debljina gornjeg sloja 4/8, 45 mm donjeg sloja 11/16)	48
Slika 12.	Fotografija 10 mjeseci stare porozno-elastične kolničke konstrukcije	49
Slika 13.	Prikaz poželjnog smještaja zida za zaštitu od buke	52
Slika 14.	Prikaz moguće refleksije zvučnog vala	53
Slika 15.	Prikazi izvedbe zidova za zaštitu od buke od raznih materijala	56
Slika 16.	Prikaz konzolnih konstrukcija zida za zaštitu od buke.....	57
Slika 17.	Prikaz disperzivnih konstrukcija zida za zaštitu od buke	58
Slika 18.	Prikaz složenih (polu)tunelskih konstrukcija zaštite od buke.....	58
Slika 19.	Prikaz ostakljenih zidova za zaštitu od buke	59
Slika 20.	Prikaz izvedbe zidova za zaštitu od buke s akustičkim elementima.....	60
Slika 21.	Prikaz akustičkog elementa.....	60
Slika 22.	Prikaz izvedbe „ozelenjenog“ zida za zaštitu od buke.....	62

Slika 23.	Sporenboog (Funenpark) Amsterdam.....	64
Slika 24.	Prikaz interakcije kotača i tračnica	67
Slika 25.	Prikaz ugrađenog sustava za primjenu maziva	68
Slika 26.	Prikaz ugrađenih sustava modifikatora trenja	69
Slika 27.	Prikaz ugrađenog sustava za zalijevanje vodom dodirnih površina	69
Slika 28.	Prikaz ugrađenog sustava amortizera na kotačima	70
Slika 29.	Karakterističan prikaz dvije izvedbe elastičnih kotača	71
Slika 30.	Karakterističan prikaz perforiranih kotača	72
Slika 31.	Karakterističan prikaz ugođenih apsorbera kotača	73
Slika 32.	Karakterističan prikaz mrežnih štitnika kotača.....	73
Slika 33.	Karakterističan prikaz lokalnih neravnina na kotaču.....	73
Slika 34.	Prikaz površine kotača nakon djelovanja kočnica opremljenih različitim tipom papuča (redom slijeva: blok od lijevanog željeza, LL papuča IB116, LL papuča C952-1).....	74
Slika 35.	Mehanizam generiranja buke kotrljanja	75
Slika 36.	Prikaz različitih verzija prigušivača na tračnicama (a-Tata Steel, b-Schrey & Veith, c-Vossloh, d-Strail)	76
Slika 37.	Prikaz izvedbe niskih apsorpcijskih zidova za zaštitu od buke	80
Slika 38.	Karakterističan prikaz akustičkog oklapanja izvora buke (poveznica).....	103
Slika 39.	Karakterističan prikaz akustičkog oklapanja cijelog tehnološkog procesa	104
Slika 40.	Prikaz jednostrano apsorbirajućeg zida za zaštitu od buke.....	105
Slika 41.	Karakterističan prikaz zida za zaštitu od buke oko prostornog izvora buke	108
Slika 42.	Karakterističan prikaz mjere zaštite od buke na kompresoru – projekt DARH 2 d.o.o., Zagrebačka pivovara	108
Slika 43.	Karakterističan prikaz mjere zaštite od buke na vodotornju – projekt DARH 2 d.o.o., Zagrebačka pivovara	109
Slika 44.	Karakterističan prikaz mjere zaštite od buke sustava klimatizacije – projekt DARH 2 d.o.o., HT Data centar	109
Slika 45.	Karakterističan prikaz različitih izvedbi prigušivača (https://stopson.it/products/silencers/)	112
Slika 46.	Prikaz noseće čelične konstrukcije kulisnih prigušivača buke - projekt DARH 2 d.o.o., Zaštita od buke sustava klimatizacije i ventilacije zgrade Hrvatske kontrola zračne plovidbe	113
Slika 47.	Prikaz noseće čelične konstrukcije cilindričnih prigušivača buke - projekt DARH 2 d.o.o., .Zaštita od buke sustava klimatizacije i ventilacije HT Data centar	113
Slika 48.	Prikaz ugrađenog stanja cilindričnih prigušivača buke - projekt DARH 2 d.o.o., .Zaštita od buke sustava klimatizacije i ventilacije HT Data centar, Zagreb.....	114
Slika 49.	Prikaz modela prostorne akustike strojarnice Zagrebačke pivovare d.o.o. - projekt DARH 2 d.o.o.	118
Slika 50.	Prikaz izvedenog stanja strojarnice Zagrebačke pivovare d.o.o. - projekt DARH 2 d.o.o.	118
Slika 51.	Prikaz predloženih mjera po područjima upravljanja bukom	122

Popis tablica

Tablica 1.	Kriteriji grupe „Rezultati prethodnih akcijskih planova i/ili projekata“	22
------------	--	----

Tablica 2.	Kriteriji grupe „Zakonodavni okvir“	22
Tablica 3.	Tehnički kriteriji	22
Tablica 4.	Krajobrazni (okolišni) kriteriji	24
Tablica 5.	Mišljenje javnosti.....	24
Tablica 6.	Opseg primjene	24
Tablica 7.	Postotak smanjenja štetnog učinka na zdravlje do 2030. i omjer koristi i troškova (BCR) u razdoblju 2020-2035. za odabrane scenarije (kombinirane mjere upravljanja bukom cestovnog prometa).....	32
Tablica 8.	Postotak smanjenja štetnog učinka na zdravlje do 2030. i omjer koristi i troškova (BCR) u razdoblju 2020-2035. za odabrane scenarije (kombinirane mjere upravljanja bukom željezničkog prometa).....	35
Tablica 9.	Analiza uspješnosti zidova za zaštitu od buke kao mjere upravljanja bukom u okviru projekta PHENOMENA.....	36
Tablica 10.	Popis mogućih mjera upravljanja bukom cestovnog prometa.....	38
Tablica 11.	Popis mogućih mjera upravljanja bukom pružnog prometa	40
Tablica 12.	Popis mogućih mjera upravljanja bukom industrijskih pogona i postrojenja	41
Tablica 13.	Prosječne vrijednosti brzine kretanja vozila na državnoj cesti tijekom ocjenskih razdoblja .	42
Tablica 14.	Snižavanje razina buke u odnosu na snižavanje brzine vozila.....	43
Tablica 15.	Parametar L_{CPXP} državne ceste DC8 na području Grada Rijeke.....	44
Tablica 16.	Zavisnost snižavanja razina buke u odnosu na godine korištenja (bez ispravnog održavanja)	47
Tablica 17.	Važnost pojedinih komponenata buke u ovisnosti o brzini kretanja pružnog vozila	65
Tablica 18.	Mjere upravljanja bukom željezničkog prometa.....	66
Tablica 19.	Akustički dobitak zamjene blokova (papuča) sustava za kočenje	75
Tablica 20.	Ovisnost smanjenja emisijskih razina buke o brzini vozila	77
Tablica 21.	Popis mogućih mjera upravljanja bukom industrijskih pogona i postrojenja	83
Tablica 22.	Korištene vrijednosti koeficijenta upojnosti (apsorpcije) α' materijala za optimizaciju akustike prostora	118
Tablica 23.	Nadležnost nad provedbom scenarija upravljanja bukom.....	121
Tablica 24.	Analiza primjene mjera upravljanja bukom	122

I. OPĆI PODACI

I.1. Podatci o registraciji tvrtke izrađivača projekta



REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

Elektronički zapis
Datum: 05.08.2025

POVIJESNI IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

MBS:

080337435

OIB:

27165475250

EUID:

HRSR.080337435

TVRTKA:

- 1# DARH 2 graditeljstvo, trgovina i usluge, d.o.o.
- 2# DARH 2 d.o.o. za graditeljstvo i akustiku
- 3 DARH 2 d.o.o. za arhitekturu i akustiku

- 1 DARH 2 d.o.o.

SJEDIŠTE/ADRESA:

- 1# Samobor (Grad Samobor)
Ulica Mirka Kleščića 7
- 2 Samobor (Grad Samobor)
Ljubičin prolaz 3

ADRESA ELEKTRONIČKE POŠTE:

7 alan@darh2.hr

PRAVNI OBLIK:

- 1 društvo s ograničenom odgovornošću

PREDMET POSLOVANJA:

- 1# 51 - Trgovina na veliko i posredovanje u trgovini, osim trgovine motornim vozilima i motociklima
- 2# 51 - Trgovina na veliko i posredovanje u trgovini, osim trgovine motornim vozilima i motociklima
- 1 72.30 - Obrada podataka
- 1 * - Projektiranje, građenje i nadzor nad građenjem
- 1 * - Ostalo projektiranje
- 1 * - Proizvodnja elektronskih sklopova
- 1 * - Zastupanje stranih tvrtki
- 2 * - kupnja i prodaja robe
- 2 * - obavljanje trgovačkog posredovanja na domaćem i inozemnom tržištu
- 2 * - stručni poslovi zaštite od buke
- 2 * - stručni poslovi zaštite na radu
- 2 * - stručni poslovi zaštite okoliša
- 2 * - računalne i srodne djelatnosti
- 2 * - savjetovanje u vezi s poslovanjem i upravljanjem
- 3 * - tehničko ispitivanje i analiza
- 3 * - promidžba (reklama i propaganda)
- 4 * - poslovanje nekretninama
- 4 * - posredovanje u prometu nekretnina
- 4 * - stručni poslovi prostornog uređenja
- 4 * - prijevoz za vlastite potrebe
- 5 * - energetska certificiranje, energetski pregled zgrade i redoviti pregled sustava grijanja i sustava hlađenja ili klimatizacije u zgradi

Izrađeno: 2025-08-05 21:11:00
Podaci od: 2025-08-05

D005
Stranica: 1 od 4



REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

Elektronički zapis
Datum: 05.08.2025

POVIJESNI IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

PREDMET POSLOVANJA:

OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

- 1# Branko Doračić, OIB: 41846639677
Samobor, Kladje 14
- 3 BRANKO DORAČIĆ, OIB: 41846639677
Samobor, Ljubičin prolaz 3
- 1# - jedini osnivač d.o.o.
- 4# - jedini osnivač d.o.o.
- 4# - prestao biti jedini osnivač d.o.o.
- 4 - član društva

- 4# Alan Štimac, OIB: 55004845222
Zagreb, Vijenac Frane Gotovca 3
- 6 ALAN ŠTIMAC, OIB: 55004845222
Zagreb, Ulica Aleksandra Brdarića 18
- 4 - član društva

OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:

- 1# Branko Doračić, OIB: 41846639677
Samobor, Kladje 14
- 3 BRANKO DORAČIĆ, OIB: 41846639677
Samobor, Ljubičin prolaz 3
- 1 - direktor
- 1 - zastupa samostalno i pojedinačno

- 2# Alan Štimac, OIB: 55004845222
Zagreb, Sortina 41
- 3# Alan Štimac, OIB: 55004845222
Zagreb, Vijenac Frane Gotovca 3
- 6 ALAN ŠTIMAC, OIB: 55004845222
Zagreb, ULICA ALEKSANDRA BRDARIĆA 18
- 2 - direktor
- 2 - zastupa samostalno i pojedinačno

TEMELJNI KAPITAL:

- 1# 18.900,00 kuna
- 2# 18.900,00 kuna
- 2 20.000,00 kuna

PRAVNI ODNOSI:

Osnivački akt:

- 1 Akt o osnivanju d.o.o. od 06.09.1994. god. usklađen sa ZTD-om 22.11.1995. god. i sastavljen u novom obliku kao Izjava.
- 2 Odlukom Skupštine od 29.09.2005. godine mijenja se Izjava društva od 22.11.1995. godine na način da se u cijelosti stavlja van snage i usvaja nova Izjava od 29.09.2005. godine.
- 3 Odlukom člana društva od 02.02.2012. godine izmijenjena je Izjava o osnivanju - odredbe o tvrtci i predmetu poslovanja, te je usvojena Izjava - potpuni tekst koji se dostavlja sudu.
- 4 Odlukom članova društva od 17. siječnja 2014. godine izmijenjene su odredbe Izjave (potpuni tekst) od 2. veljače 2012. godine o temeljnom kapitalu i poslovnim udjelima, predmetu poslovanja, te je usvojen Društveni ugovor od 17. siječnja 2014. koji se u

Izrađeno: 2025-08-05 21:11:00
Podaci od: 2025-08-05

D005
Stranica: 2 od 4



POVIJESNI IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

PRAVNI ODNOSI:

Osnivački akt:

- potpunom tekstu dostavlja sudu.
5 Odlukom članova društva od 05.06.2014. godine izmijenjena je odredba Društvenog ugovora od 17.01.2014. godine o predmetu poslovanja, te je u cijelosti izmijenjen Društveni ugovor i u potpunom tekstu dostavljen sudu.

Promjene temeljnog kapitala:

- 1 Odlukom osnivača od 22.11.1995. god. povećan je temeljni kapital za iznos od 14.555,00 kuna na iznos od 18.900,00 kuna uplatom u stvarima.
2 Odlukom Skupštine od 29.09.2005. godine povećava se temeljni kapital sa iznosa od 18.900,00 kn za iznos od 1.100,00 kn uplatom u novcu na iznos od 20.000,00 kn.

OSTALI PODACI:

- 1 Subjekt je bio upisan kod Trgovačkog suda u Zagrebu pod reg. ul. broj 1-57961.

FINANCIJSKA IZVJEŠĆA:

	Predano	God.	Za razdoblje	Vrsta izvještaja
eu	30.03.09	2008	01.01.08 - 31.12.08	GFI-POD izvještaj
eu	25.03.10	2009	01.01.09 - 31.12.09	GFI-POD izvještaj
eu	18.03.11	2010	01.01.10 - 31.12.10	GFI-POD izvještaj
eu	21.03.12	2011	01.01.11 - 31.12.11	GFI-POD izvještaj
eu	20.03.13	2012	01.01.12 - 31.12.12	GFI-POD izvještaj
eu	31.03.14	2013	01.01.13 - 31.12.13	GFI-POD izvještaj
eu	31.03.15	2014	01.01.14 - 31.12.14	GFI-POD izvještaj
eu	24.02.16	2015	01.01.15 - 31.12.15	GFI-POD izvještaj
eu	25.04.17	2016	01.01.16 - 31.12.16	GFI-POD izvještaj
eu	25.04.18	2017	01.01.17 - 31.12.17	GFI-POD izvještaj
eu	30.04.19	2018	01.01.18 - 31.12.18	GFI-POD izvještaj
eu	30.03.20	2019	01.01.19 - 31.12.19	GFI-POD izvještaj
eu	23.04.21	2020	01.01.20 - 31.12.20	GFI-POD izvještaj
eu	01.04.22	2021	01.01.21 - 31.12.21	GFI-POD izvještaj
eu	27.04.23	2022	01.01.22 - 31.12.22	GFI-POD izvještaj
eu	25.04.24	2023	01.01.23 - 31.12.23	GFI-POD izvještaj
eu	04.04.25	2024	01.01.24 - 31.12.24	GFI-POD izvještaj

Upise u glavnu knjigu proveli su:

RBU Tt	Datum	Naziv suda
0001 Tt-95/15422-3	07.11.2000	Trgovački sud u Zagrebu
0002 Tt-05/9182-6	14.11.2005	Trgovački sud u Zagrebu
0003 Tt-12/1856-2	08.02.2012	Trgovački sud u Zagrebu
0004 Tt-14/1431-3	31.01.2014	Trgovački sud u Zagrebu
0005 Tt-14/14311-2	18.06.2014	Trgovački sud u Zagrebu
0006 Tt-17/31438-1	10.08.2017	Trgovački sud u Zagrebu
0007 Tt-21/2203-2	02.02.2021	Trgovački sud u Zagrebu
eu /	30.03.2009	elektronički upis



REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

Elektronički zapis
Datum: 05.08.2025

POVIJESNI IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

Upise u glavnu knjigu proveli su:

RBU Tt	Datum	Naziv suda
eu /	25.03.2010	elektronički upis
eu /	18.03.2011	elektronički upis
eu /	21.03.2012	elektronički upis
eu /	20.03.2013	elektronički upis
eu /	31.03.2014	elektronički upis
eu /	31.03.2015	elektronički upis
eu /	24.02.2016	elektronički upis
eu /	25.04.2017	elektronički upis
eu /	25.04.2018	elektronički upis
eu /	30.04.2019	elektronički upis
eu /	30.03.2020	elektronički upis
eu /	23.04.2021	elektronički upis
eu /	01.04.2022	elektronički upis
eu /	27.04.2023	elektronički upis
eu /	25.04.2024	elektronički upis
eu /	04.04.2025	elektronički upis

Napomena: Podaci označeni s "#" prestali su važiti!

Sukladno Uredbi o tarifi sudskih pristojbi (NN br. 37/2023) Tar. br. 28. ne plaća se pristojba za izdavanje aktivnog i/ili povijesnog izvotka iz sudskog registra.



Ova isprava je u digitalnom obliku elektronički potpisana certifikatom:
CN=sudreg2,L=ZAGREB,2.5.4.97=HR72910430276,C=HR,O=MINI STARSTVO PRAVOSUĐA UPRAVE I DIGITALNE TRANSFORMACIJE

Broj zapisa: 00bqq-9vfin-Hfk53-OCgRo-FSU8J
Kontrolni broj: Sec30-ovII5-inFVL-RHBUV

Skeniranjem ovog QR koda možete provjeriti točnost podataka.
Isto možete učiniti i na web stranici
http://sudreg.pravosudje.hr/registar/kontrola_izvornika/ unosom gore navedenog broja zapisa i kontrolnog broja dokumenta.
U oba slučaja sustav će prikazati izvornik ovog dokumenta. Ukoliko je ovaj dokument identičan prikazanom izvorniku u digitalnom obliku, Ministarstvo pravosuđa i uprave potvrđuje točnost isprave i stanje podataka u trenutku izrade izvotka.
Provjera točnosti podataka može se izvršiti u roku tri mjeseca od izdavanja isprave.

Izrađeno: 2025-08-05 21:11:00
Podaci od: 2025-08-05

D005
Stranica: 4 od 4

I.2. Podatci o ovlaštenju tvrtke izrađivača projekta za stručne poslove zaštite od buke



REPUBLIKA HRVATSKA
MINISTARSTVO ZDRAVSTVA

KLASA: UP/I-540-01/21-03/10
URBROJ: 534-03-3-2/2-21-05
Zagreb, 26. listopada 2021.

Ministar zdravstva Republike Hrvatske na temelju članka 11. Zakona o zaštiti od buke ("Narodne novine", br. 30/09, 55/13, 153/13, 41/16, 114/18 i 14/21) i članka 3. Pravilnika o uvjetima glede prostora, opreme i zaposlenika pravnih osoba koje obavljaju stručne poslove zaštite od buke ("Narodne novine", br. 91/07) povodom zahtjeva trgovačkog društva DARH 2 d.o.o., Ljubičin prolaz 3, Samobor, zastupanog po direktoru dr. sc. Alanu Štimcu, dipl. ing. el., u predmetu utvrđivanja uvjeta za obavljanje stručnih poslova zaštite od buke, donosi

RJEŠENJE

1. Ovlašćuje se DARH 2 d.o.o., Ljubičin prolaz 3, Samobor, za obavljanje stručnih poslova zaštite od buke za akustička mjerenja (mjerenje razine buke i mjerenje zvučne izolacije); projektiranje, odnosno predviđanje razine buke; izrada karata buke i akcijskih planova; izrada stručnih podloga glede zaštite od buke za dokumente prostornoga uređenja svih razina i akata za njihovo provođenje i izrada procjene utjecaja buke na okoliš, na rok od 5 (pet) godina od dana izdavanja ovoga rješenja.
2. Odgovorna osoba za obavljanje stručnih poslova zaštite od buke je dr. sc. Alan Štimac, dipl. ing. el.
3. Ovo rješenje je važeće dok su ispunjeni uvjeti na temelju kojih je rješenje izdano.
4. U slučaju promjene utvrđenih uvjeta temeljem kojih je ovo rješenje izdano, pravna osoba obvezna je o tome pisanim putem obavijestiti Ministarstvo zdravstva.
5. Rješenje Ministarstva zdravstva, KLASA: UP/I-540-01/21-03/10, URBROJ: 534-03-3-2/2-21-03, od 09. lipnja 2021., stavlja se van snage.

Obrazloženje

DARH 2 d.o.o., Ljubičin prolaz 3, Samobor, zastupan po direktoru dr. sc. Alanu Štimcu, dipl. ing. el., podnio je zahtjev za utvrđivanje uvjeta u pogledu prostora, opreme i stručne osobe za ovlaštenje obavljanja stručnih poslova zaštite od buke za akustička mjerenja (mjerenje razine buke i mjerenje zvučne izolacije); projektiranje, odnosno predviđanje razine buke; izradu karata buke i akcijskih planova; izradu stručnih podloga glede zaštite od buke za dokumente prostornoga uređenja svih razina i akata za njihovo provođenje te izradu procjene utjecaja buke na okoliš.

Podnositelj zahtjeva je uz zahtjev priložio Potvrdu o akreditaciji broj 1673 od Hrvatske akreditacijske agencije (HAA) kojom dokazuje ispunjavanje uvjeta norme HRN EN ISO/IEC 17025:2017, KLASA: 383-02/21-30/020, URBROJ: 569-02/2-21-35, od 21. listopada 2021.



Ksaver 200a, 10 000 Zagreb, Republika Hrvatska, T +385 1 46 07 555, F +385 1 46 77 076



Područje za koje je pravna osoba akreditirana je područje mjerenja i ocjenjivanja buke okoliša (HRN ISO 1996-2:2017 uz primjenu norme HRN ISO 1996-1:2016, terensko mjerenje zračne zvučne izolacije (HRN EN ISO 16283-1:2014 i HRN EN ISO 16283-1:2014/A1:2018, uz primjenu norme HRN EN ISO 717-1:2021), terensko mjerenje udarne zvučne izolacije (HRN EN ISO 16283-2:2020 uz primjenu norme HRN EN ISO 717-2:2021), terensko mjerenje zvučne izolacije fasada (HRN EN ISO 16283-3:2016 uz primjenu norme HRN EN ISO 717-1:2021).

Podnositelj zahtjeva za obavljanje mjerenja razina buke kao osnovno sredstvo rada koristi zvukomjer Brüel & Kjær 2250 tip 1, tv. br.: 2590442 s mikrofonom Brüel & Kjær 4189, tv. br.: 2676575; zvukomjer Brüel & Kjær 2270 tip 1, tv. br.: 2706836 s mikrofonom Brüel & Kjær 4189, tv. br.: 2725926; zvukomjer Brüel & Kjær 2270 tip 1, tv. br.: 2706798 s mikrofonom Brüel & Kjær 4189, tv. br.: 2710724; zvukomjer Brüel & Kjær 2270 G4 tip 1, tv. br.: 3002987 s mikrofonom Brüel & Kjær 4189, tv. br.: 2866627; zvukomjer Brüel & Kjær 2270 G4 tip 1 tv. br.: 3011797 s mikrofonom Brüel & Kjær 4189, tv. br.: 3099956; mjerni mikrofoni Brüel & Kjær 4189, tv. br.: 2676577; mikrofoni za vanjsku uporabu Brüel & Kjær, tip 4952, s zaštitnim kućištem UA 1679, tv. br.: 2788812; umjerivač zvuka Brüel & Kjær 4231, tv. br.: 2513045; umjerivač zvuka Brüel & Kjær 4231, tv. br.: 2022726; pistonfon Brüel & Kjær 4220, tv. br.: 536457; osjetnik VAISALA za mjerenje meteoroloških uvjeta, tip WXT 520, tv. br.: E4040004, dok za mjerenje zvučne izolacije kao osnovno sredstvo rada koristi normirani izvor udarnog zvuka marke Brüel & Kjær, tip 3207; tvornički broj: 2495646; normirani izvor udarnog zvuka marke NOR279; pojačalo snage marke Brüel & Kjær, tip 2716, tvornički broj: 2508596; neusmjereni izvor zvuka marke Brüel & Kjær, tip 4296; tvornički broj: 2498652.

Podnositelj zahtjeva je uz zahtjev priložio i Uvjerenje o položenom stručnom ispitu iz područja zaštite od buke za stručne poslove - akustička mjerenja za dr. sc. Alana Štimca, dipl. ing. el., KLASA: UP/I-133-04/08-09/02, URBROJ: 534-09-1-1-1/4-14-20, od 20. kolovoza 2014.; Uvjerenje o položenom stručnom ispitu iz područja zaštite od buke za stručne poslove - projektiranje, odnosno predviđanje buke za dr. sc. Alana Štimca, dipl. ing. el., KLASA: UP/I-133-04/08-09/02, URBROJ: 534-09-1-1-1/4-14-22 od 20. kolovoza 2014.; Uvjerenje o položenom stručnom ispitu iz područja zaštite od buke za stručne poslove - izrada karata buke i akcijskih planova za dr. sc. Alana Štimca, dipl. ing. el., KLASA: UP/I-133-04/08-09/02, URBROJ: 534-09-1-1-1/4-14-21 od 20. kolovoza 2014.; Uvjerenje o položenom stručnom ispitu iz područja zaštite od buke za stručne poslove - izrada stručnih podloga glede zaštite od buke za dokumente prostornog uređenja svih razina i akata za njihovo provođenje za dr. sc. Alana Štimca, dipl. ing. el., KLASA: UP/I-133-04/08-09/02, URBROJ: 534-09-1-1-1/4-14-23 od 20. kolovoza 2014.; Uvjerenje o položenom stručnom ispitu iz područja zaštite od buke za stručne poslove - izrada procjene utjecaja buke na okoliš za dr. sc. Alana Štimca, dipl. ing. el., KLASA: UP/I-133-04/08-09/02, URBROJ: 534-09-1-1-1/4-14-24 od 20. kolovoza 2014.

Podnositelj zahtjeva za obavljanje gore navedenih stručnih poslova zaštite od buke kao osnovno sredstvo rada koristi licencirani računalni program (software) proizvođača Brüel & Kjær, LIMA PLUS 7812.

Temeljem dostavljene dokumentacije utvrđeno je da DARH 2 d.o.o., Ljubičin prolaz 3, Samobor, ispunjava uvjete u pogledu prostora, opreme i stručne osobe koje moraju ispunjavati pravne osobe temeljem odredbi Pravilnika o uvjetima glede prostora, opreme i zaposlenika pravnih osoba koje obavljaju stručne poslove zaštite od buke ("Narodne novine", br. 91/07), za područje obavljanja akustičkih mjerenja (mjerenje razine buke i mjerenje

zvučne izolacije); projektiranje, odnosno predviđanje razine buke; izradu karata buke i akcijskih planova; izradu stručnih podloga glede zaštite od buke za dokumente prostornoga uređenja svih razina i akata za njihovo provođenje i izradu procjene utjecaja buke na okoliš.

Sukladno svemu gore navedenom, a u skladu s člankom 11. Zakona o zaštiti od buke ("Narodne novine", br. 30/09, 55/13, 153/13, 41/16, 114/18 i 14/21) i člankom 3. Pravilnika o uvjetima glede prostora, opreme i zaposlenika pravnih osoba koje obavljaju stručne poslove zaštite od buke ("Narodne novine", br. 91/07), riješeno je kao u izreci ovoga rješenja.

UPUTA O PRAVNOM LIJEKU:

Protiv ovog rješenja stranka može pokrenuti upravni spor pred mjesno nadležnim upravnim sudom, u roku od 30 dana po primitku ovog rješenja. Tužba se predaje mjesno nadležnom sudu neposredno u pisanom obliku, usmeno na zapisnik ili se šalje poštom, odnosno dostavlja elektronički.


izv. prof. dr. sc. Vili Beroš, dr. med.

Dostaviti:

1. DARH 2 d.o.o.
Ljubičin prolaz 3, Samobor
2. Pismohrana, ovdje

2. O PROJEKTU AKCIJSKOG PLANA UPRAVLJANJA BUKOM

Propisi iz područja buke okoliša Republike Hrvatske (u daljnjem tekstu propisi) postavljaju odgovornosti u području izrade strateških karata buke i akcijskih planova. Određene su pravne osobe odgovorne za izradu strateških karata buke i akcijskih planova (obveznici izrade), dok je Ministarstvo zdravstva (MiZ) zaduženo za nadgledanje provedbe zakonskih propisa te za prijavu podataka Europskoj agenciji za okoliš.

Zakonski okvir za izradu akcijskog plana upravljanja bukom Grada Rijeke za 4.krug izvještavanja (u daljnjem tekstu akcijski plan) je članak 7.Zakona o zaštiti od buke (NN 30/09, 55/13, 153/13, 41/16, 114/18, 14/21). Okvir izrade akcijskog plana definiran je odredbama Zakona, Pravilnika o izmjenama i dopunama Pravilnika o načinu izrade i sadržaju karata buke i akcijskih planova te o načinu izračuna dopuštenih indikatora buke (Narodne novine 146/21)¹, Direktive 2002/49/EZ Europskoga parlamenta i Vijeća od 25. lipnja 2002. godine o procjeni i upravljanju bukom okoliša (u daljnjem tekstu END), kao i Preporukama Europske agencije za okoliš i Radne skupine Opće uprave za okoliš Europske komisije o ocjeni izloženosti buke „Predstavljanje informacija o kartama buke javnosti“, ožujak 2008.

U skladu sa svojim glavnim ciljevima, END se odnosi na buku kojoj su izloženi ljudi, osobito u blizini glavnih prometnica ili glavnih pruga, u naseljenim područjima, u javnim parkovima ili drugim tihim područjima u naseljenim područjima, u tihim područjima u prirodi, u blizini škola, bolnice i ostalim na buku osjetljivim građevinama i javnim površinama. Temeljna načela END su slična onima koji podupiru druge okolišne politike (kao što su zrak ili otpad), osobito one koji slijede iz primjene dviju glavnih aktivnosti:

- izrada „strateških karata buke“ glavnih cesta, željezničkih pruga, zračnih luka i naseljenih područja,
- prepoznavanje mogućih i ostvarivih akcijskih planova upravljanja bukom, koji će biti odabrani od strane nadležnog tijela.

Polazeći od rezultata strateške karte buke, najvažnije faze akcijskog plana su:

- rješavanje problema prekomjernih razina buke na lokalnoj/mikro razini, zahtijevajući od nadležnih tijela izradu akcijskih planova za snižavanje buke, gdje je to potrebno i s ciljem održanja postojeće kvalitete života na određenoj lokaciji,
- razviti dugoročnu strategiju koja uključuje postavljanje određenih ciljeva za snižavanje broja stanovnika izloženih prekomjernim razinama buke.

Potrebno je naglasiti da END **ne postavlja obvezujuće granične vrijednosti emisije buke i ne propisuje mjere** koje će se primjenjivati u akcijskim planovima, nego navedene činjenica prepušta u nadležnost zemlji članici EZ, kao i odlukama nadležnih tijela.

Sukladno prije navedenim propisima, akcijski planovi se izrađuju na temelju rezultata strateških karata buke koje se izrađuju za točno određenu kalendarsku godinu u točno određenim vremenskim ciklusima

¹https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2021_12_146_2532.html

od najviše 5 godina. Počevši od drugog kruga izrade strateških karata buke i akcijskih planova, karte buke i akcijski planovi se izrađuju za naseljena područja s više od 100 000 stanovnika, za glavne ceste s preko 3 milijuna vozila godišnje, za glavne željezničke pruge s više od 30 000 prolazaka vlakova godišnje kao i za glavne zračne luke s više od 50 000 operacija na godinu.

Akcijски planovi upravljanja bukom moraju biti razvijani u kontekstu postojećeg nacionalnog zakonodavnog okvira te u pravilu moraju sadržavati opis i procjenu postojećeg zakonskog okvira za upravljanje bukom uz nužno osiguranje da javnost bude na vrijeme upoznata s prijedlozima scenarija za akcijske planove kako bi se bilo kakve primjedbe, prijedlozi i sl. mogle uključiti u razradu akcijskog plana.

U odnosu na protekli krug izrade akcijskih planova upravljanja bukom, u prosincu 2021.g. na snagu su stupili novi zakonski propisi kojima se određuju dopuštene razine buke, odnosno način izrade i sadržaj karata buke i akcijskih planova:

- Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke s obzirom na vrstu izvora buke, vrijeme i mjesto nastanka (Narodne novine 143/21)²
- Pravilnik o izmjenama i dopunama Pravilnika o načinu izrade i sadržaju karata buke i akcijskih planova te o načinu izračuna dopuštenih indikatora buke (Narodne novine 146/21)³,

Pravilnik o izmjenama i dopunama Pravilnika o načinu izrade i sadržaju karata buke i akcijskih planova te o načinu izračuna dopuštenih indikatora buke (NN 146/21) u potpunosti je promijenio metodologiju proračuna emisijskih razina buke glavnih izvora, matematički model širenja zvuka u atmosferi kao i način analize izloženosti stanovništva i/ili stambenih jedinica za stalno stanovanje odnosno analize izloženosti pokrivenosti površina određenim razinama buke.

Normirana računalna metoda koja je obavezna za izradu strateške karte buke i akcijskog plana za 4.krug izvještavanja je tzv. „Zajednička metoda ocjene buke u EU-u“⁴ (u daljnjem tekstu „CNOSSOS-EU“). Navedena metoda implementirana je kroz Direktivu Europske komisije (EU) 2015/996 od 19.svibnja 2015. o uspostavi zajedničkih metoda ocjene buke u skladu s Direktivom 2002/49/EZ Europskog parlamenta i Vijeća uz Ispravak Direktive Europske Komisije (EU) 2015/996 od 19. svibnja 2015. o uspostavi zajedničkih metoda ocjene buke u skladu s Direktivom 2002/49/EU Europskog parlamenta i Vijeća, Službeni list Europske unije L5/35-46, 10. siječanj 2018.U konačnici opisana metoda je doživjela dodatne ispravke i nadopune kroz Delegiranu Direktivu Europske Komisije (EU) 2021/1226 od 21. prosinca 2020. o izmjeni, u svrhu prilagodbe znanstvenom i tehničkom napretku, Priloga II. Direktive 2002/49/EZ Europskog parlamenta i Vijeća u pogledu zajedničkih metoda ocjene buke (SL L 269, 28. 7. 2021.).

² https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2021_12_143_2454.html

³ https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2021_12_146_2532.html

⁴ Common Noise Assessment Methods in Europe (CNOSSOS-EU) – JRC Reference Report, EUR 25379 EN. Luksemburg: Ured za publikacije Europske unije, 2012., ISBN 978-92-79-25281-5

2.1. Primijenjeni zakonski propisi, Direktive i norme

Prilikom izrade akcijskog plana korištene su odredbe niže navedenih zakona, pravilnika i direktiva, odnosno primjenjivati će se metodologija koje je propisana navedenim propisima (u daljnjem tekstu propisi):

- Zakon o zaštiti od buke (Narodne novine 30/09, 55/13, 153/13, 41/16, 114/18, 14/21), (u daljnjem tekstu: Zakon)
- Pravilnik o načinu izrade i sadržaju karata buke i akcijskih planova te o načinu izračuna dopuštenih indikatora buke (Narodne novine 75/09, 60/19, 117/18 i 146/21), (u daljnjem tekstu: Pravilnik 1)
- Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke s obzirom na vrstu izvora buke, vrijeme i mjesto nastanka (Narodne novine 143/21), (u daljnjem tekstu: Pravilnik 2)
- Direktiva 2002/49/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 25. lipnja 2002. koje se odnose na utvrđivanje i upravljanje bukom okoliša - izjava Komisije u Odboru za mirenje o Smjernici o procjeni i upravljanju bukom okoliša (SL 189, 18.07.2002.)
- Direktiva Europske komisije (EU) 2015/996 od 19. svibnja 2015. o uspostavi zajedničkih metoda ocjene buke u skladu s Direktivom 2002/49/EZ Europskog parlamenta i Vijeća;
- Ispravak Direktive Europske Komisije (EU) 2015/996 od 19. svibnja 2015. o uspostavi zajedničkih metoda ocjene buke u skladu s Direktivom 2002/49/EU Europskog parlamenta i Vijeća, Službeni list Europske unije L5/35-46, 10. siječanj 2018.;
- Direktiva Europske Komisije (EU) 2020/367 od 4. ožujka 2020. o izmjeni Priloga III. Direktive 2002/49/EZ Europskog parlamenta i Vijeća u pogledu utvrđivanja metoda procjene štetnih učinaka buke iz okoliša, Službeni list Europske unije L 67, 5. ožujak 2020.;
- Delegirana Direktiva Europske Komisije (EU) 2021/1226 od 21. prosinca 2020. o izmjeni, u svrhu prilagodbe znanstvenom i tehničkom napretku, Priloga II. Direktive 2002/49/EZ Europskog parlamenta i Vijeća u pogledu zajedničkih metoda ocjene buke (SL L 269, 28. 7. 2021.);
- Provedbena odluka Europske Komisije (EU) 2021/1967 od 11. studenoga 2021. o uspostavi obveznog repozitorija podataka i obveznog mehanizma za digitalnu razmjenu informacija u skladu sa Direktivom 2002/49/EZ Europskog parlamenta i Vijeća, Službeni list Europske unije L 400/160 od 12. studenog 2021.;
- HRN ISO 1996-1:2016 – Akustika – Opis, mjerenje i utvrđivanje buke okoliša – 1. dio: Osnovne veličine i postupci utvrđivanja (ISO 1996-1:2016),
- HRN ISO 1996-2:2017 – Akustika – Opis, mjerenje i utvrđivanje buke okoliša – 2. dio: Određivanje razina buke okoliša (ISO 1996-2:2017),
- ISO/TR 17534-4:2020 - Acoustics – Software for the calculation of sound outdoors – Part 4: Recommendations for quality assured implementation of CNOSSOS EU calculation methods in software according to ISO 17534-1.

2.2. Preporuke akcijskog plana Europske unije „Prema nultom zagađenju zraka, vode i tle“

Tijekom svibnja 2021. Europska komisija usvojila je Akcijski plan EU-a: „Prema nultom zagađenju zraka, vode i tla“ (uz priloge) kao ključni rezultat Europskog zelenog dogovora („European Green Deal“). Vizija nultog onečišćenja na području Europske unije za 2050. je da se onečišćenje zraka, vode i tla smanji na razine koje se više ne smatraju štetnima za zdravlje i prirodne ekosustave. Ova vizija pretočena u ključne ciljeve za 2030. uključuje:

- poboljšanje kvalitete zraka kako bi se smanjio broj preuranjenih smrti uzrokovanih onečišćenjem zraka za 55%;
- poboljšanje kvalitete vode smanjenjem otpada, plastičnog otpada u moru (za 50%) i mikroplastike ispuštene u okoliš (za 30%);
- poboljšanje kvalitete tla smanjenjem gubitaka hranjivih tvari i upotrebe kemijskih pesticida za 50%;
- smanjenje za 25 % ekosustava EU-a u kojima onečišćenje zraka prijeti bioraznolikosti;
- **smanjenje udjela ljudi koji su kronično pogođeni bukom prometa za 30%, te**
- značajno smanjenje proizvodnje otpada i za 50% preostalog komunalnog otpada.

Cilj Europske Unije za smanjenje udjela ljudi koji su kronično pogođeni bukom prometa za 30% temelji se na studiji EK iz 2021. koja analizira službene podatke država članica o izloženosti buci, sve nacionalne akcijske planove za buku koji pokrivaju razdoblje 2018. – 2024. i EEA publikacije 2020 „Izgledi o buci okoliša u Europi⁵. Studija je kvantificirala smanjenje zdravstvenih problema povezanih s bukom koji mogu proizaći iz provedbe troškovno učinkovitih mjera, uključujući rješenja koja su već dostupna na tržištu. Neka od njih proizlaze iz posebnih ograničenja buke koja su obvezna prema zakonu EU (npr.: na gumama, na cestovnim vozilima, na „tihim“ vagonima), dok druga ograničenja (npr.: tihe kolničke konstrukcije, glatke i tiše tračnice, vremenski okviri, infrastrukturne mjere) zahtijevaju mjere koje treba poduzeti na nacionalnoj/lokalnoj razini. Sveukupno, procjena različitih scenarija koji integriraju mjere na prometnicama, željeznicama i zračnim lukama pokazala je da je, u usporedbi s 2017., očekivano smanjenje zdravstvenih problema povezanih s bukom do 2030. u rasponu od 15% do 45%, a najskromnije smanjenje proizlazi iz provedbe nekoliko mjera povezanih s posebnim ograničenjima buke koja su obvezna prema pravu EU-a i najveće smanjenje iz kombinacije prvog scenarija zajedno sa snažnijim mjerama na lokalnoj razini.

Stoga se smanjenje od 30% do 2030. predložilo kao realistična ambicija, uglavnom ostvariva kroz bolju provedbu relevantnih zakona EU-a i čvrstu potporu urbanim i regionalnim aktivnostima nultog zagađenja bukom.

⁵ <https://www.eea.europa.eu/publications/environmental-noise-in-europe>

3. MJERE UPRAVLJANJA BUKOM

3.1. Korektivne i preventivne mjere upravljanja bukom

3.1.1. Korektivne mjere

Temeljem rezultata strateške karte buke kao i konfliktne karte buke, upravitelj izvora buke temeljem postavljenih internih ciljeva poduzima aktivnosti u područjima s najvišim prioritetom te se u pravilu u kratkoročnom razdoblju raspoloživi resursi ulažu u područja upravljanja bukom koja su postavljena na najvišu razinu prioriteta. Veliki dio mjera upravljanja bukom u ovim područjima provesti će se u kratkoročnom ili srednjoročnom razdoblju ⁶.

3.1.2. Preventivne mjere

S obzirom na opće gospodarske uvjete, za pretpostavljati je da će se sve manji broj sredstava i resursa ulagati u korektivne mjere, dok će se znatno više resursa ulagati u preventivne mjere upravljanja bukom. Ove mjere upravljanja bukom se moraju uklopiti u sveukupno planiranje održavanja i razvoja prometne infrastrukture u skladu s uvjetima održivog razvoja kao i kružne ekonomije. Navedene mjere u pravilu se provode u srednjoročnom do dugoročnom razdoblju ili su čak uvedene kao trajne aktivnosti.

3.1.3. Nadzor i procjena napretka plana aktivnosti

Po razradi scenarija upravljanja bukom potrebno je navesti način nadzora i ocjene učinkovitosti primijenjenih mjera upravljanja bukom. Preporuka stručne prakse je uvođenje određenih aktivnosti u sve poslovne procese upravitelja izvora buke koje će kroz razne aktivnosti preventivnih kontrola⁷ i pregleda osigurati očuvanje i/ili poboljšanje primijenjenih mjera.

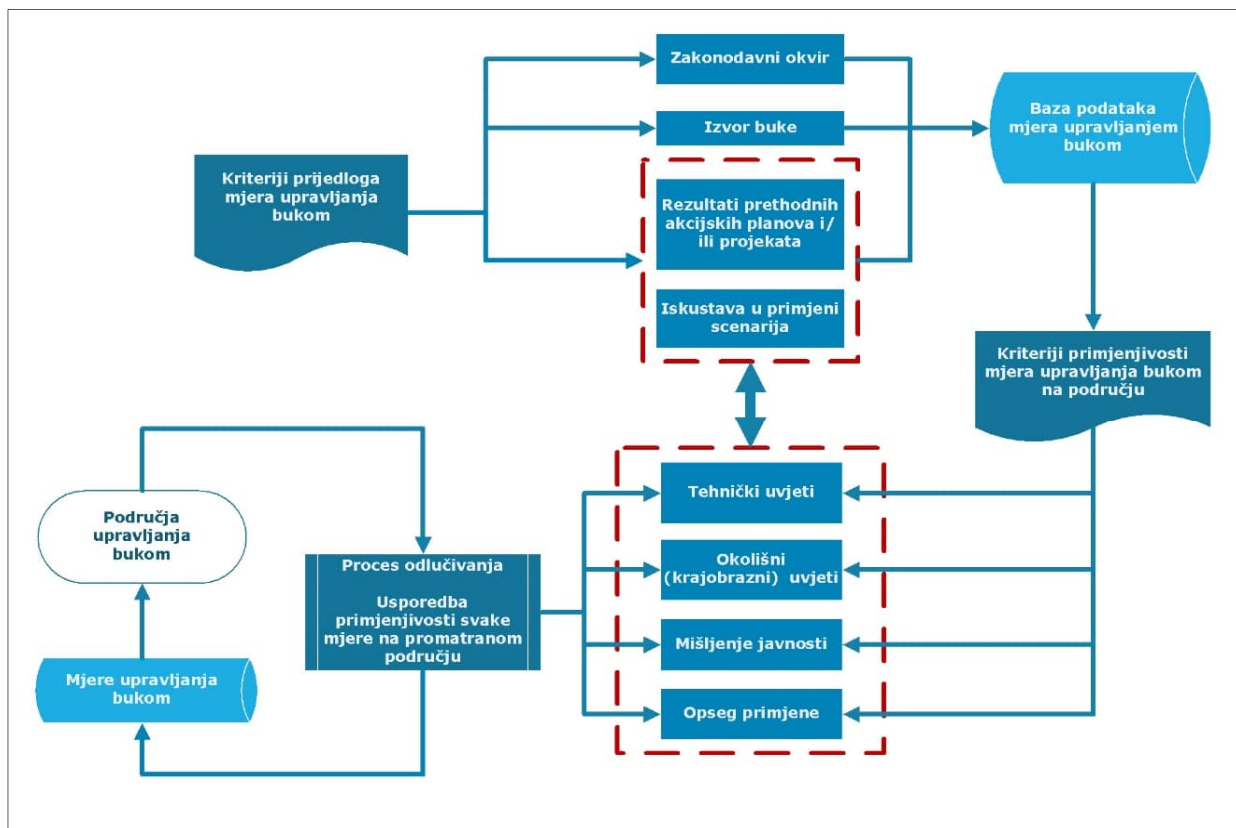
U području upravljanja buke, navedene aktivnosti se najčešće provode kroz obavezna nenadzirana mjerenja buke, akustička ispitivanja hrapavosti pruge prije i poslije postupaka brušenja, kao i dokazivanja funkcionalnosti provedenih mjera upravljanja bukom. Navedene aktivnosti u pravilu moraju podrazumijevati robusnost u odnosu na promjene u ustroju upravitelja izvora buke, jer kao takve uključuju alate koji prate učinkovitost provedenih mjera i predviđaju buduće trendove što je posebno bitno za trajan proces akcijskog planiranja.

⁶ Kratkoročno razdoblje u pravilu označava razdoblje 1-3 godine od dana odobrenje akcijskog plana, dok se srednjoročna razdoblja smatraju 4-7 godine od dana odobrenja akcijskog plana.

⁷ Kontrola u ovom smislu znači usmjeravanje resursa u prikupljanje podataka koji će nam pomoći u odlučivanju kada intervenirati, kada prevenirati i kada očuvati određene razine buke.

3.2. Odabir mjera za upravljanje bukom, kriteriji za ocjenjivanje kvalitete i primjerenosti mjera

Prilikom odabira mjera za upravljanje bukom, korištena je višekriterijska analiza s kojom je omogućen odabir svih mogućih mjera za upravljanje bukom promatranog izvora kako bi dobili najbolje i najprikladnije rješenje za svako promatrano područje upravljanja bukom (Slika 1).



Slika 1. Prikaz dijagrama toka višekriterijske analize

Odabir određene mjere upravljanja bukom ili više njih kako bi se izradio scenarij upravljanja bukom ovisi o zadovoljavanju posebnih kriterija koji na određeni način ukazuju na vjerojatnost uspjeha predloženog rješenja. Prilikom odabira mjera upravljanja bukom korišteni su kriteriji (parametri odlučivanja) koje prikazuje Tablica 1.

Tablica 1. Kriteriji grupe „Rezultati prethodnih akcijskih planova i/ili projekata“

Kriterij: Rezultati prethodnih akcijskih planova i/ili projekata	Opis kriterija
Rezultati prethodnih akcijskih planova i/ili projekata	<p>Prethodna iskustva u mjerama upravljanja i snižavanja buke. Procjena uspješnosti mjere provodi se uzimajući u obzir slijedeće kriterije:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zakonodavni okvir, Tablica 2 - Tehnički, Tablica 3. - Krajobrazni (okolišni), Tablica 4. - Mišljenje javnosti, Tablica 5. - Opseg primjene, Tablica 6. <p>U slučaju dokaza zadovoljavanja kriterija preporučuje se primjena uzimajući u obzir literaturu i slična iskustva. Predstavlja dobar indikator u predviđanju uspjeha plana.</p>

Tablica 2. Kriteriji grupe „Zakonodavni okvir“

Kriterij: Zakonodavni okvir	Opis kriterija
Zakonodavni okvir	<ul style="list-style-type: none"> - Zakon o zaštiti od buke - Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke s obzirom na vrstu izvora buke, vrijeme i mjesto nastanka - Pravilnik o mjerama zaštite od buke na otvorenom prostoru

Tablica 3. Tehnički kriteriji

Kriterij: Tehnički	Opis kriterija
Izvodljivost	<ul style="list-style-type: none"> - Razina spremnosti raspoloživih rješenja prema akustičkim tehničkim specifikacijama. - Jednostavnost primjene. - Jednostavnost ugradnje / izgradnje. - Tehnička izvodljivost izgradnje i primjene predloženih mjera. - Dostupnost materijala i primjena inženjerske prakse i tehnologije. - Primjenjivost standardnih konstruktivnih rješenja (temeljenje, statičko opterećenje, opterećenje vjetrom itd..) - Dostupna i primjenjiva inženjersko projektna praksa i tehnologija. - Dostupnost za održavanje - Funkcionalni i tehnički rizici.
Procijenjeni trošak (tijekom ciklusa investicije i održavanja)	<ul style="list-style-type: none"> - Troškovi izgradnje/ugradnja/implementacije. - Troškovi održavanja - Materijal za održavanje i dugovječnost. - Trajnost - Procjena temeljem očuvanja osnovnih akustičkih svojstava, kao i konstruktivnih karakteristika.

Kriterij: Tehnički	Opis kriterija
Sigurnost	<ul style="list-style-type: none"> - Primjena mjera upravljanja bukom (uključujući promjene u regulaciji prometa i drugim prometnim rješenjima) ne smiju ugroziti sigurnost prometa (i pješaka). - Korišteni materijali i mjera u cjelini moraju zadovoljavati sve sigurnosne zahtjeve uz možebitno izbjegavanje dodatne smetnje uslijed nepovoljnih vremenskih prilika, refleksije sunca, zasjenjenja, itd..
Akustička učinkovitost	<ul style="list-style-type: none"> - Akustički dobitak - Usporedba podataka o izloženosti prije/poslije primjene mjere upravljanja buke. - Značajno snižavanje buke. - Poželjno ispunjavanje graničnog kriterija primjenu mjere: na primjer treba biti izgrađeno samo ako bi rezultiralo vanjskim snižavanjem buke od minimalno 3 decibela ili minimalan postotak ljudi s značajnim poboljšanjem izloženosti buci.
Omjer koristi/troškova (povrat investicije):	<ul style="list-style-type: none"> - Učinkovitost - Vrijednosna procjena koja će u daljnjoj primjeni omogućiti procjenu izravnog troška snižavanja buke u dB po osobi (odgovor na pitanje „Koliko košta snižavanje buke od jednog decibela po osobi?“). - Vrijednosna procjena koja će moći uravnotežiti ulaganja u izradu strateških karata buke i akcijskih planova karte buke i prihode kroz možebitni pristup monetizacije buke.
Dodatni učinci:	<ul style="list-style-type: none"> - Sinergije s drugim akcijskim planovima (prijevoz, kvaliteta zraka, urbana mobilnost, prostorno planiranje i sl.) i politikom upravljanja okoliša. - Korištenje dugoročnih planova rekonstrukcije i održavanja. - Procjena mogućih nepovoljnih učinaka mobilnost i održivost. - Procjena makro utjecaja (utjecaj na veće područje od onog gdje je poduzeta mjera). - Provjera učinkovitosti scenarija provedbo modeliranja alternativnih scenarija pomoću imisijske karte buke radi procjene najboljeg rješenja upravljanja bukom.
Tehnički / zakonodavni okvir:	<ul style="list-style-type: none"> - Tehničke preporuke i obveze koje reguliraju postupak projektiranja, gradnje, sukladnost proizvoda, sigurnost itd. Mjere upravljanja bukom moraju biti projektirane, građene i/ili provedene u skladu s zakonodavnim okvirom.
Komplementarnost i interakcija s ostalim mjerama upravljanja bukom	<ul style="list-style-type: none"> - Provedba neke mjere upravljanja bukom ne isključuje naknadnu uporabu komplementarnih mjera, ali ponekad uvođenje dviju mjera ponekad ne znači da će konačna učinkovitost biti jednaka sumi učinkovitosti samostalnih mjera. Ponekad konačna učinkovitost može iskazati negativan rezultat što ukazuje na nesukladnost komplementarnosti dvaju različitih mjera za upravljanje bukom.

Tablica 4. Krajobrazni (okolišni) kriteriji

Kriterij: Krajobrazni (okolišni)	Opis kriterija
Krajobrazni (okolišni)	<ul style="list-style-type: none"> - Razina uklapanja u krajobraz. - Procjena vizualnog učinka. - Izbjegavanje zadiranja u arhitektonsku baštinu i krajolik. - Izbjegavanje zadiranja u urbano baština. - Moguće dodatne mjere umjetničkog dizajna i/ili mjera protiv grafita.

Tablica 5. Mišljenje javnosti

Kriterij: Mišljenje javnosti	Opis kriterija
Mišljenje javnosti	<ul style="list-style-type: none"> - Prihvatanje mjera javnosti. Unutarnja procjena mišljenja javnosti za predložene mjere upravljanja bukom (za / protiv). - Informiranje i savjetovanje sa zainteresiranom javnošću o razvoju akcijskog plana je potrebno provesti u okviru komunikacijske strategije obveznika izrade. - Preporuča se uspostava dobre komunikacije strategije s ciljem osiguranja dvosmjernog komunikacijskog procesa s javnošću.

Tablica 6. Opseg primjene

Kriterij: Opseg primjene	Opis kriterija
Opseg primjene	<ul style="list-style-type: none"> - Procjena opsega primjene po razini prostornog pristupa (makro nasuprot mikro razina pristupa) - Procjena opsega primjene po razini vremenske primjene mjerene (primjena mjere u kratkoročnom, srednjoročnom odnosno dugoročnom razdoblju). - Procjena opsega primjene po vrsti primjene indikatora buke (L_{den} u odnosu na L_{night}; L_{day} u odnosu na L_{night})

3.3. Mjere za snižavanje i upravljanje bukom

Akcijski planovi upravljanja bukom koji se primjenjuju kako na područja u okolini glavnih izvora buke, tako i unutar naseljenih područja (tzv. „aglomeracije“) su uvijek složeni i ukazuju na dugogodišnje zanemarivanja upravljanja bukom. Potrebna interdisciplinarnost za učinkovito upravljanje bukom u životnom prostoru prvenstveno je bila zanemarena tijekom razvoja zakonodavnog okvira prostornog planiranja i urbanizma, potom kroz zakonodavni okvir građenja kao i kroz zakonodavni okvir zaštite od buke. Upravo zbog svega navedenog akcijski planovi mogu biti usvajani iz različitih gledišta:

- Tehničko –izvedba tehničkih mjera upravljanja bukom s ciljem snižavanja prekomjernih razina buke na mjestu emisije / imisije.
- Prostorno plansko - stavljanje u fokus holističkih rješenja kako bi se postigla viša naseljenost i održivost naseljenih područja.
- Edukativno - informiranje javnosti o problemu prekomjernih razina buke i njenim (štetnim) posljedicama među različitim društvenim skupinama uključujući djecu i studente, pružanje cjelovite informacije o akcijskim planovima upravljanjem bukom, te općenito podizanje svijesti o problematici buke okoliša.
- Organizacijsko - mijenjanje prioriteta u razmatranju zaštite od buke u raznim poslovnim procesima i procedurama, podizanje svijesti o problemu buke kod svih uključenih dionika.
- Ekonomsko – uvođenje subvencija i ekonomskih potpora prilikom korištenja naprednih mjera upravljanja bukom, umjesto standardnih pristupa prekršaja i kazni.
- Zakonodavno – usavršavanje zakonodavnih odredbi, pretvaranje preporučenih postupaka iz tehničkih smjernica u obavezne odredbi Pravilnika ili sl.

Tehničko gledište uz primjenu najboljih raspoloživih tehnologija ponekad može biti najpoželjnije, ali ponekad nije niti najučinkovitije, niti najjeftinije, niti ono s najmanje socio-ekonomskih utjecaja na područje koje je predmetom interesa. Zbog navedenog se pristupu razradi scenarija mora pristupiti s jasno definiranom mjerom uspješnosti scenarija upravljanja bukom.

3.3.1. Specifičnosti vezane za cestovni promet

S obzirom da je cestovni promet najrašireniji izvor buke na promatranom području, logičnim se čini primjena mjera za snižavanje buke na mjestu emisije, npr. komponente buke koje su uzrokovane bukom kotrljanja kotača po kolničkoj konstrukciji i/ili buke pogona vozila. Međutim, izrada scenarija upravljanja bukom koja bi npr. stvarala nova pravila i propise koje bi npr. nametnula uporabu guma koje emitiraju niže razine buke je apsolutno izvan nadležnosti grada pa čak i države. Naime, tehničke specifikacije buke kotrljanja guma je u okviru nadležnosti Europske unije kroz primjenu Uredbe (EU) 2019/2144 Europskog parlamenta i Vijeća od 27. studenoga 2019. o zahtjevima za homologaciju tipa za motorna vozila i njihove prikolice te za sustave, sastavne dijelove i zasebne tehničke jedinice namijenjene za takva vozila, u pogledu njihove opće sigurnosti te zaštite osoba u vozilima i nezaštićenih sudionika u cestovnom prometu, o izmjeni Uredbe (EU) 2018/858 Europskog parlamenta i Vijeća i stavljanju izvan snage uredbi (EZ) br. 78/2009, (EZ) br. 79/2009 i (EZ) br. 661/2009 Europskog parlamenta i Vijeća i uredbi Komisije (EZ) br. 631/2009, (EU) br. 406/2010, (EU) br. 672/2010, (EU) br. 1003/2010, (EU) br. 1005/2010, (EU) br. 1008/2010, (EU) br. 1009/2010, (EU) br. 19/2011, (EU) br. 109/2011, (EU) br. 458/2011, (EU) br. 65/2012,

(EU) br. 130/2012, (EU) br. 347/2012, (EU) br. 351/2012, (EU) br. 1230/2012 i (EU) 2015/166⁸ te se kao takve ne mogu mijenjati niti se nad njima može primjenjivati stroži kriterij.

Dakako da se na nacionalnoj i lokalnoj razini može potjecati uporaba npr. „tiših“ guma, ali to zahtijeva značajniju ulogu nadležnih ministarstava nadležnih za zdravlje i okoliš, kao i pronalazak određenih sredstava s kojim bi se poticala takva uporaba.

3.3.2. Specifičnosti vezane za željeznički promet

Na sličan način kao i kod cestovnog prometa, buka prometa s željezničkih pruga unutar područja grada primarno proizlazi iz komponente buke koje su uzrokovane kotrljanjem kotača po konstrukciji pruge kao i utjecaju različitih konstrukcija kočničkih sustava na teretnim vagonima. Samim time logičnim se čini primjena mjera za snižavanje buke na navedenim komponentama emisije buke. Međutim, izrada scenarija upravljanja bukom koja bi npr. stvarala nova pravila i propise koje bi npr. nametnula uporabu teretnih vagona drugačijih tehničkih specifikacija u odnosu na postojeće važeće tehničke specifikacije za interoperabilnost u pogledu emisije buke⁹ je apsolutno izvan nadležnosti grada kao i pravne osobe koja upravlja željezničkom prugom. Naime, prije navedene tehničke specifikacije u okviru su nadležnosti Europske unije koje se intenzivno mijenjaju tijekom proteklih 15-tak godina.

Od 2008.g, kada je EK u okviru politike „ozelenjavanja transporta“ prihvatila komunikaciju koja se odnosi na mjere zaštite od buke postojeće flote lokomotiva i vagona¹⁰, objavljen je pravni prijedlog za uvođenje tzv. „pristupne naknade u odnosu na razine buke“ (engl. „noise-differentiated track access charges“, skr. NDTAC) kao ekonomske potpore obnovi teretnih vagona s kočnicama s kompozitnim blokovima. Naime, zamjena postojećih kočnica s lijevanim čeličnim blokovima sa kočnicama s kompozitnim blokovima smatra se kao najučinkovitija mjera koja u bitnome snižava emisijske razine buke koja potječe od teretnih vagona, jer literatura navodi ukupna sniženja imisijskih razina buke do 10 dB (što u ljudskoj percepciji buke iznosi više od dvostrukog sniženja buke) po provedbi navedene mjere.

Dok Smjernica 2014/1304/EU¹¹ također predviđa opcionalno uvođenje „pristupne naknade u odnosu na razine buke“ (engl. „noise-differentiated track access charges“, skr. NDTAC) relevantna Provedbena uredba EK 2015/429 od 13. ožujka 2015. o utvrđivanju modaliteta za primjenu naplate troškova utjecaja buke postavlja okvir koji je potrebno slijediti prilikom primjene navedenih naknada troškova jer harmonizira osnovne principe naplate i na navedeni način potiče zemlje članice EZ da omoguće značajnije sektorske poticaje za obnovu (engl. „retrofit“).

Provedbena uredba komisije (EU) 2019/774 od 16 svibnja 2019. o izmjeni Uredbe (EU) br. 1304/2014 u pogledu primjene tehničke specifikacije za interoperabilnost podsustava „željeznička vozila – buka“ na postojeće teretne vagone navodi¹²: (početak citata)

⁸ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32019R2144>

⁹ (engl. „TSI on noise“ = „technical specification for interoperability“)

¹⁰ <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2008:0432:FIN>

¹¹ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:343:0032:0077:en:PDF>

¹² https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_impl/2019/774/oj

*„Primjenom tehničke specifikacije za interoperabilnost podsustava „željeznička vozila – buka“ željezničkog sustava Unije („TSI za buku“) utvrđene u Uredbi Komisije (EU) br. 1304/2014 (5) na postojeće vagonne trebale bi se stoga znatno smanjiti maksimalne razine emisije buke. Jedan od najdjelotvornijih načina ublažavanja buke koju proizvode željeznice naknadno je opremanje postojećih teretnih vagona kompozitnim kočnim blokovima. Tim se tehničkim rješenjem buka koju proizvode željeznice smanjuje za do 10 dB, što je smanjenje buke koju ljudi mogu čuti od 50 %.“
(kraj citata)*

Prema službenim podacima, troškovi povezani s prilagodbom su postali jedan od značajnijih problema kako za željezničke tvrtke tako i za vlasnike teretnih vagona u postizanja bržeg tempa napretka u procesu prilagodbe. Trenutačna procjena govori o trošku približnog iznosa 1700 € za prilagodbu svakog pojedinačnog teretnog vagona, no međutim dionici su upozorili da postoji i bitan trošak održavanja tijekom standardnog životnog vijeka prilagođenog vagona (engl. „life-cycle costs“). S ciljem potpore sektoru pružnog prometa te ublažavanju navedenih viših troškova, EK je predložila sufinanciranje navedenih troškova na razini EZ. Navedeni pristup je formaliziran kroz EU Regulativu ¹³ o osnivanju „Connecting Europe Facility (CEF)“ koja je omogućavala su-financiranje u iznosu od 20 % prihvatljivih troškova za prilagodbu postojećih teretnih vagona s kočnicama s kompozitnim blokovima.

U cilju boljeg upravljanja bukom željezničkog prometa, dodatno se tijekom posljednjih 5 godina intenziviralo uvođenje tzv. „tiših trasa“ (u izvorniku „quieter routes“). Naime, na temelju dokazanih štetnih zdravstvenih utjecaja na zdravlje, EK smatra da bi pitanje buke od željezničkog teretnog prijevoza trebalo rješavati kada predstavlja ozbiljnu smetnju i prijetnju za zdravlje. Zbog tog razloga i s obzirom na to da su teretni vlakovi koji voze noću posebno velika smetnja, uvedena je definicija „tihe trase“ s obzirom na intenzitet željezničkog teretnog prijevoza tijekom noći.

Prije spomenuta Provedbena uredba komisije (EU) 2019/774 definira „tišu trasu“ kao dio željezničke infrastrukture čija najmanja duljina iznosi 20 km i na kojoj je prosječni dnevni broj teretnih vlakova rijekom razdoblja „noć“ bio viši od 12. Navedeni prosjek računa se na temelju teretnog prijevoza 2015., 2016. i 2017. godine uz napomenu da ako teretni prijevoz zbog iznimnih okolnosti u nekoj godini odstupa od tog prosječnog broja za više od 25 %, država članica može izračunati prosječni broj na temelju preostale dvije godine. Sve države članice dužne su Agenciji Europske unije za željeznice dostaviti popis tiših trasa najkasnije šest mjeseci nakon datuma objave Uredbe uz obavezno ažuriranje popisa tiših trasa najmanje svakih pet godina nakon 8. prosinca 2024.g.(u skladu s postupkom utvrđenim u Dodatku D.2. Priloga Provedbene uredbe). Navedene popise Agencija Europske unije za željeznice Agencija objavljuje popise na svojoj internetskoj stranici.

¹³ <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32013R1316>

3.3.3. Ostale bitne napomene i pretpostavke

Osim svega iznesenog, moguće mjere za sniženje i upravljanje bukom najčešće se „grupiraju“ po mjestu provedbe mjere:

- Sniženje razina buke na izvoru buke (snižavanje emisijskih razina buke) smatra se najučinkovitijim načinom snižavanja buke iz jednostavnog razloga jer se posljedično imisijske razine buke snižavaju na cijelom okolišu područja primjene mjere. Ukoliko snižavanje emisijskih razina buke na zakonski dopuštene razine nije moguće (što je najčešći slučaj kod buke od prometne infrastrukture), često se primjenjuje kriterij snižavanja emisije buke na odgovarajuću razinu.
- Kada je teško postići zadovoljavajuću razinu snižavanja buke na izvoru redovito se primjenjuje snižavanje buke korištenjem mjere snižavanje buke na putu širenja buke. Između ostalog, navedena mjera može uključivati gradnju, rekonstrukciju ili dogradnju za to namijenjenih zidova za zaštitu od buke oko izvora ili na mjestu izvora, korištenje raznih akustičkih elementa na vrhovima zidova za zaštitu od buke, izgradnja poslovnih objekata „tihe“ namjene između objekata stambene namjene i izvora buke itd.
- Snižavanje buke na mjestu imisije je uvijek posljednja mogućnost. Zagađenje bukom ostaje na istoj razini, te se ovom mjerom buka snižava samo na individualnoj razini stambenog objekta kada je osoba unutar objekta. Ova mjera uključuje primjenu posebnih mjera zvučne izolacije (kao mjere dodatne zvučne zaštite fasada, zidova i građevinskih otvora) kod stambenih objekata/zgrada izloženih prekomjernom utjecaju buke, kao što su npr. blizina zračnih luka ili velikih čvorišta prometnica ili pruga.

Upravljanje bukom je najučinkovitije u fazi planiranja i projektiranja (tzv. preventivne mjere upravljanja bukom), u usporedbi s kasnijim fazama kada se mjere primjenjuju na putu širenja buke i na mjestu imisije, što je značajno skuplje, ponekad s značajnim troškovima za zajednicu (tzv. korektivne mjere snižavanja buke).

U ovom projektu korištene su opće priznate mjere upravljanja bukom glavnih izvora koje su nastale temeljem primjene u zemljama EZ tijekom posljednjih 15-tak godina. Rezultati primjena raznih mjera upravljanja bukom, objavljavani su na raznim stručnim konferencijama, časopisima i/ili mrežnim stranicama te su kao takvi korišteni kao polazište u razradi popisa mjera upravljanja bukom. Potrebno je naglasiti da se iskustva iz primjena mogu koristiti s određenom razinom zadržke, jer ipak primjena mjera i smjernica za upravljanje bukom puno utječe o nacionalnim odrednicama upravljanja okolišem koje se u bitnom razlikuje diljem Europe.

4. PRIMJENA REZULTATA PROJEKTA PHENOMENA

Tijekom 2021. završen je projekt o potencijalnim zdravstvenim prednostima mjera smanjenja buke u Europskoj uniji (**P**otential **H**Health Benefits of **N**oise **A**bate**M**ENT **M**e**A**sures in the European Union; skr. „Phenomena“)¹⁴ kojeg je za Opću upravu Europske komisije za okoliš izradio konzorcij stručnjaka u razdoblju od 2019-2021.g. Izloženost buci od cestovnog, željezničkog i zračnog prometa bitno je zdravstveno opterećenje na području EU, odmah iza onečišćenja zraka, uz činjenicu da je otprilike svaka peta osoba u EU-u izloženim previsokim razinama buke s negativnim učincima na zdravlje prilikom čega daleko najveći utjecaj ima cestovni promet. Prema podacima Svjetske zdravstvene organizacije (WHO), učinci uključuju kardiovaskularne bolesti, kognitivna oštećenja kod djece, poremećaj spavanja i ozbiljne smetnje¹⁵.

Cilj ovog projekta bio je podržati Europsku komisiju u definiranju politika i mjera za snižavanje razina buke koje mogu dovesti do smanjenja zdravstvenog opterećenja od 20 do 50 posto uzrokovanog bukom cestovnog, željezničkog i zračnog prometa te procijeniti koliko relevantno zakonodavstvo u vezi s bukom može poboljšati provedbu mjera, uzimajući u obzir ograničenja i specifičnosti svakog oblika transporta. Projektom su prikupljeni i analizirani podaci iz geografskih područja kako ih je odredila END, za

- ceste i željeznice unutar naseljenih područja s više od 100 000 stanovnika;
- glavne ceste s više od 3 milijuna vozila godišnje;
- glavne željezničke pruge s više od 30 000 vlakova godišnje; i
- glavne zračne luke s više od 50 000 operacija godišnje.

Projekt je osigurao reprezentativnost rezultata na razini EU-a analizom širokog raspona izvora literature i procjenom uravnoteženog odabira praksi smanjenja buke u svim državama članicama uključujući:

- pregled međunarodne literature i literature EU-a te zakonodavstva EU-a i zemalja članica
- procjenu akcijskih planova za upravljanjem bukom i njihove provedbe
- široko savjetovanje s dionicima
- identifikaciju i procjenu zakonodavnih pokretača za smanjenje buke od svih vidova transporta
- reviziju logike intervencije
- popis dobrih praksi
- procjenu utjecaja na zdravlje i analiza troškova i koristi (CBA)
- procjenu dostupnih rješenja za smanjenje buke
- analizu scenarija rješenja za smanjenje buke
- prijedloge politika EU i država članica za smanjenje zdravstvenog opterećenja

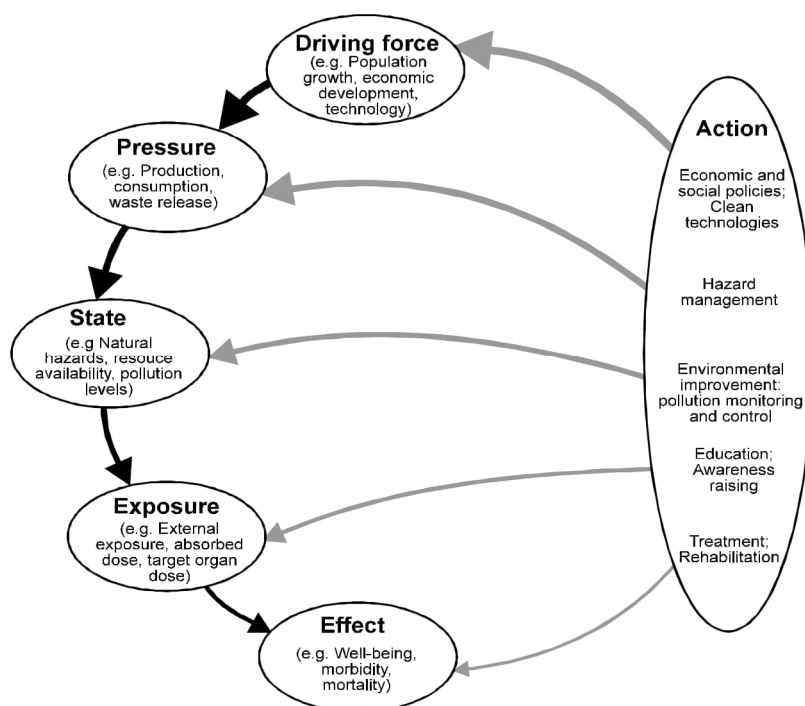
¹⁴ <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/f4cd7465-a95d-11eb-9585-01aa75ed71a1>

¹⁵ <https://www.who.int/europe/publications/i/item/9789289053563>

U okviru projekta pregledano je 300 akcijskih planova o upravljanju bukom s ciljem utvrđivanja koje su mjere za smanjenje buke planirane i provedene u svim državama članicama. Za 100 akcijskih planova prikupljene su detaljnije informacije o provedenim intervencijama i u kojoj mjeri nacionalna i EU zakonodavstva potiču provedbu mjera za smanjenje buke.

Za cestovni promet zaključeno je da su tijekom protekla 3 kruga izrade akcijskih planova pretežito korištene mjere upravljanja bukom koje uključuju između ostalog zidove za zaštitu od buke, tihe kolničke konstrukcije, napredno održavanje kolničkih konstrukcija. Ove mjere su se u pravilu kombinirale s ostalim mjerama upravljanja bukom zavisno od vrste prometne infrastrukture, planovima održive mobilnosti uz bitno ograničenje dostupnosti financijskih i tehničkih resursa. Tijekom protekla 3 kruga izrade akcijskih planova kampanje za podizanje javne svijesti o štetnosti buke kao i informiranje javnosti bile su znatno manjeg opsega od očekivanih.

Pomoću DPSEEA okvira (skr. od „Driving forces – Pressures – State – Exposure – Effect – Action“) ¹⁶ ispitane su pojedinačne mjere za upravljanje bukom te je kvantificiran njihov utjecaj na zdravlje. Za svaku vrstu transporta razmatrana su trenutačno dostupna rješenja za upravljanje bukom u smislu krajnjeg snižavanja razina buke. Potrebno je naglasiti da mjere upravljanja bukom koje su bile u razvoju tijekom provedbe projekta PHENOMENA nisu bila uključena zbog vremenskog okvira EU 2030. Temeljem analize rezultata, za svaki način transporta utvrđen je uži popis najučinkovitijih kombinacija mjera upravljanja bukom.

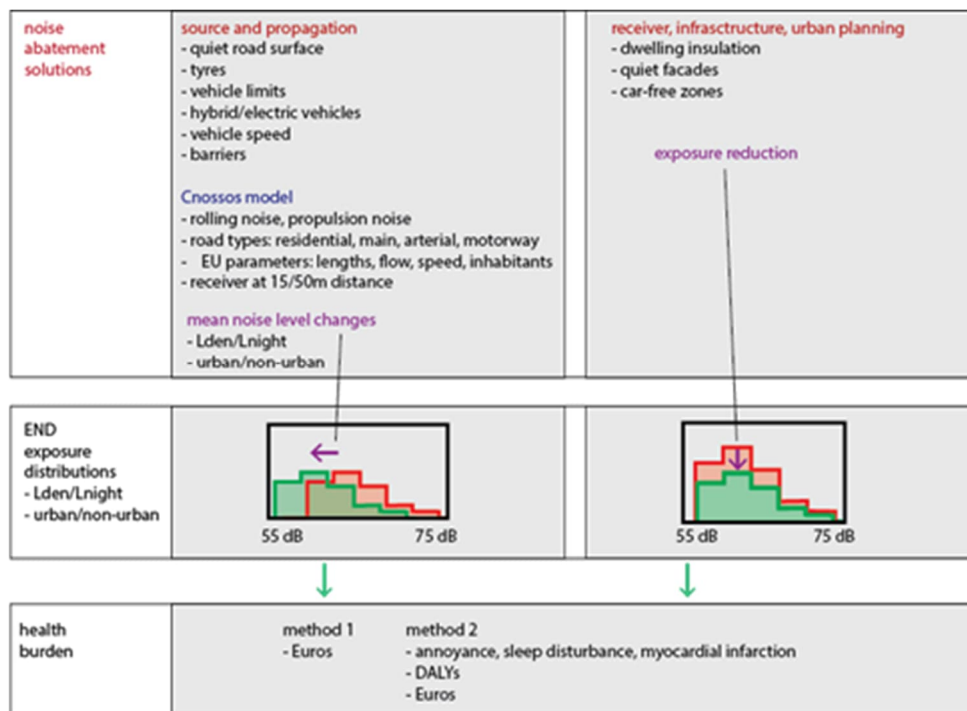


Slika 2. Prikaz DPSEEA okvira

Učinak na zdravlje kvantificiran je ne samo dvjema metodama monetizacije štetnih utjecaja buke nego i korištenjem postotka smanjenja broja stanovništva sa izraženom smetnjom, stanovništva sa izraženim

¹⁶ Environmental Health Indicators: Framework And Methodologies; WHO/SDE/OEH/99.10

poremećajem sna kao i prilagođenih godina života (DALY), uključujući ishemijske bolesti srca (Slika 3). Kao polazni podatci korišteni su podatci o izrađenim strateškim kartama buke za 3.krug izvještavanja iz podataka EEA. Analiza je pokazala da se učinkovito smanjenje opterećenja bukom na razini cijele EU može postići samo skupom kombiniranih i komplementarnih mjera te su zbog toga predložene ukupno 23 pojedinačne opcije politika uključujući šest zakonskih promjena za općenite političke mjere koje bi utjecale na sve načine transporta.

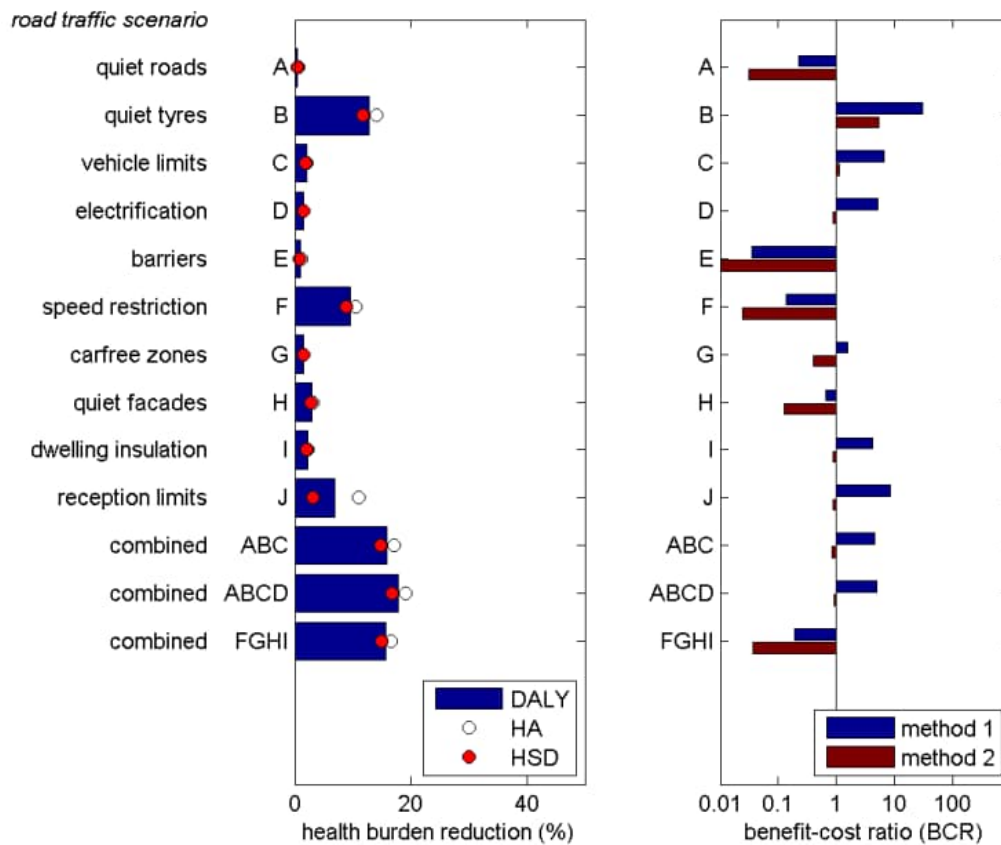


Slika 3. Prikaz učinaka različitih vrsta rješenja za smanjenje buke na raspodjelu izloženosti END-u, koji se upotrebljavaju za izračun zdravstvenih utjecaja.

4.1. Cestovni promet

Smanjenje štetnih utjecaja buke cestovnog prometa na zdravlje proračunato je temeljem promjene raspodjele izloženosti stanovništva u odnosu na početno stanje zbog primjene određene mjere upravljanja bukom. Za cestovni promet detaljno su razmatrane mjere koje uključuju:

- (A) tihe kolničke konstrukcije,
- (B) tiše gume,
- (C) tiša vozila,
- (D) udio električnih vozila,
- (E) zidove za zaštitu od buke,
- (F) ograničenje brzine kretanja vozila,
- (G) zone bez automobila,
- (H) tihe fasade,
- (I) dodatnu izolaciju stambenih objekata i
- (J) dopuštene razine buke na mjestu prijema.



Slika 4. Postotak smanjenja štetnog učinka na zdravlje do 2030. i omjer koristi i troškova (BCR) u razdoblju 2020-2035. za odabrane pojedinačne i kombinirane mjere upravljanja bukom cestovnog prometa

Identificirani najučinkovitiji scenariji sa procjenom smanjenja monetiziranog štetnog učinka na zdravlje u 2030. i omjer koristi i troškova izvedeni su za sva tri načina transporta. Rezultate provedene analize za cestovni promet prikazuje Tablica 7.

Tablica 7. Postotak smanjenja štetnog učinka na zdravlje do 2030. i omjer koristi i troškova (BCR) u razdoblju 2020-2035. za odabrane scenarije (kombinirane mjere upravljanja bukom cestovnog prometa)

Oznaka scenarija	Opis	Smanjenja monetiziranog štetnog učinka na zdravlje do 2030	Omjer koristi i troškova (BCR) u razdoblju 2020-2035.
ABC	Tihe kolničke konstrukcije, tiše gume, snižavanje ograničenja za buku vozila	16-22 %	0,8-4,6
ABCD	Tihe kolničke konstrukcije, tiše gume, snižavanje ograničenja za buku vozila, povećanje udjela električnih vozila	18-24 %	0,9-5,1
FGHI	Ograničenje brzine kretanja vozila, gradske zone bez automobila, „tihe“ fasade i dodatna zvučna izolacija fasada stambenih jedinica	16-20 %	0,04-0,2

Scenariji ABC i ABCD u pravilu su povezani s učinkovitim strategijama za smanjenje buke na razini EU-a (budući da su te mjere upravljanja bukom uređene zakonodavstvom EU-a) te su stoga ti scenariji najrelevantniji za regulaciju buke i mjere upravljanja bukom na razini EU.

Scenarij FGHI više je usmjeren na lokalnu razinu i stoga manje prikladan za izravno djelovanje na razini EU-a. Međutim, smjernice EU-a povezane sa scenarijem FGHI mogu biti korisne za poticanje učinkovitih strategija za snižavanje štetnih utjecaja buke na lokalnoj razini. U zaključcima projekta navodi se :

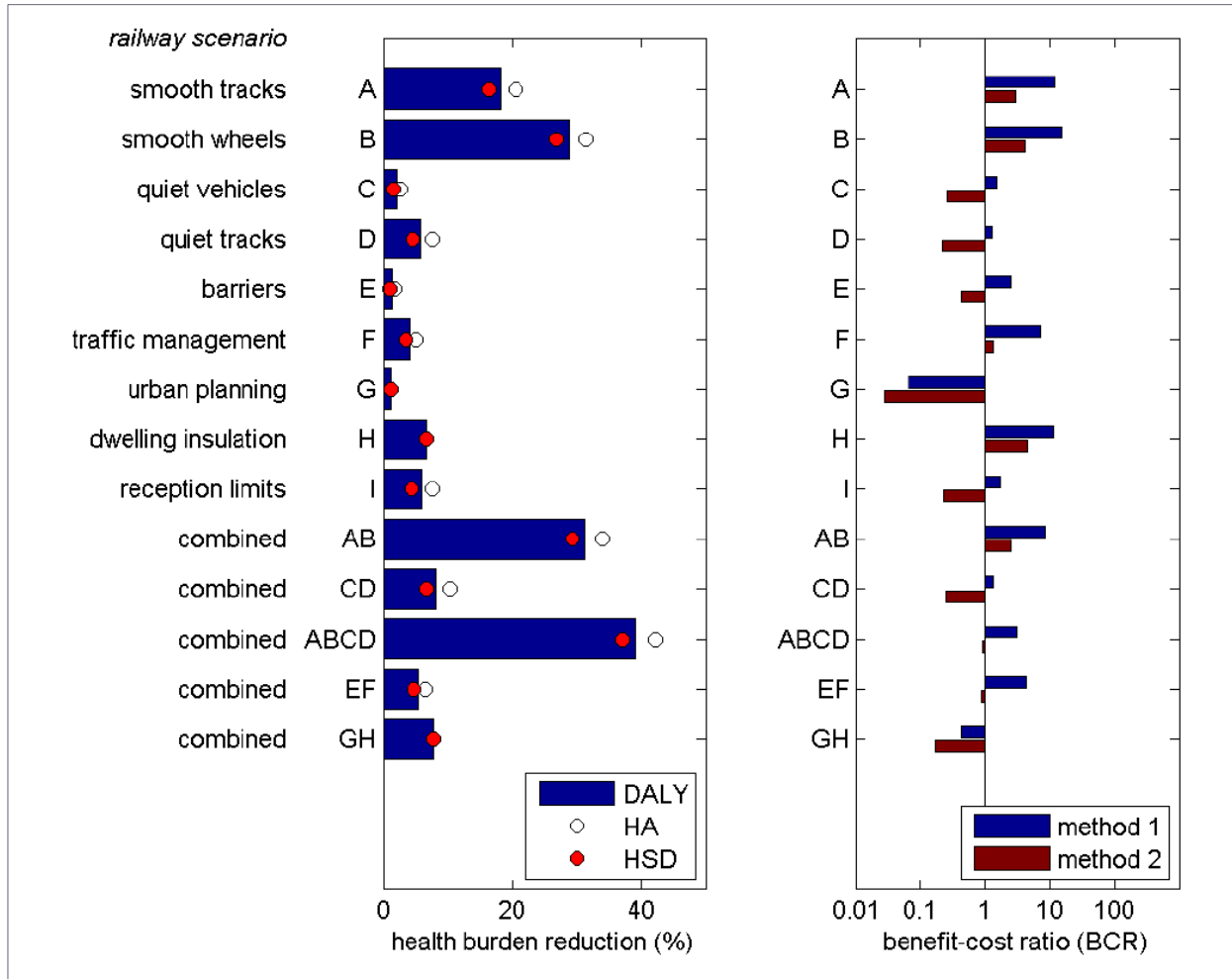
Kako bi se postiglo smanjenje zdravstvenog opterećenja u rasponu od 20-50%, preporučuju se korištenje opcija ABCD zajedno s FGHI. To uključuje nužne izvorne propise EU-a o buci kotrljanja, stroža ograničenja vezano za emisijske razine buke vozila, uključujući povećanu elektrifikaciju flote, zajedno s nacionalnim mjerama uključujući ograničenja brzine i pristupa određenim kategorijama vozila i primjenu tihih fasada kao i dodatnim zvučnim izolacijama stambenih objekata.

Ovim zaključkom ne isključuju se druga razmatrana rješenja, ali se u kontekstu ovog projekta smatraju najučinkovitijima na razini EU-a.

4.2. Željeznički promet

Smanjenje štetnih utjecaja buke željezničkog prometa proračunato je temeljem promjene raspodjele izloženosti stanovništva u odnosu na početno stanje zbog primjene određene mjere upravljanja bukom. Za željeznički promet detaljno su razmatrane mjere koje uključuju:

- A - glatke željezničke pruge
- B – glatke željezničke kotače
- C – tiha željeznička vozila
- D – tihe željezničke trase (rute)
- E – zidovi za zaštitu od buke
- F – upravljanje prometom
- G – prostorno planiranje / urbanizam
- H – dodatnu zvučnu izolaciju stambenih objekata i
- I – dopuštene razine buke na mjestu prijema.



Slika 5. Postotak smanjenja štetnog učinka na zdravlje do 2030. i omjer koristi i troškova (BCR) u razdoblju 2020-2035. za odabrane pojedinačne i kombinirane mjere upravljanja bukom željezničkog prometa

Identificirani najučinkovitiji scenariji sa procjenom smanjenja monetiziranog štetnog učinka na zdravlje u 2030. i omjer koristi i troškova za željeznički promet prikazuje Tablica 7.

Tablica 8. Postotak smanjenja štetnog učinka na zdravlje do 2030. i omjer koristi i troškova (BCR) u razdoblju 2020-2035. za odabrane scenarije (kombinirane mjere upravljanja bukom željezničkog prometa)

Oznaka scenarija	Opis	Smanjenja monetiziranog štetnog učinka na zdravlje do 2030	Omjer koristi i troškova (BCR) u razdoblju 2020-2035.
AB	glatke željezničke pruge glatki željeznički kotače	30 - 42 %	2-9
CD	tih željeznička vozila tihe željezničke trase (rute)	7 - 15 %	0,24 - 1,3
ABCD	glatke željezničke pruge glatki željeznički kotače tiha željeznička vozila tihe željezničke trase (rute)	37 - 52 %	0,9 – 3,1
EF	zidovi za zaštitu od buke i upravljanje prometom	5 – 10 %	0,9 – 4,5
GH	prostorno planiranje i rekonstrukcije uz poboljšanje zvučne izolacije stambenih jedinica	7,8 %	0,2 – 0,4

Scenarij ABCD nudi daleko najbolji potencijal za smanjenje zdravstvenog opterećenja, koji bi trebao biti proširen scenarijem EF i/ili GH, koji su relevantni za upravljanje bukom željezničkog prometa na lokalnoj razini.

Ovim zaključkom ne isključuju se druga razmatrana rješenja, ali se u kontekstu ovog projekta smatraju najučinkovitijima na razini EU-a.

4.3. Osvrt na zidove za zaštitu od buke

S obzirom da se u Republici Hrvatskoj mjere zaštite od buke primarno svode na primjenu zidova za zaštitu od buke kao jedinu „učinkovitu“ mjeru potrebno je naglasiti preporuke ovog projekta u odnosu na primjenu ove mjere upravljanja bukom. Niže navedeni tekst „neslužbeni“ je prijevod izrađivača ovog akcijskog plana: (početak citata)

Iako zidovi za zaštitu od buke nisu vrlo isplativ scenarij u usporedbi s drugim rješenjima na razini EU-a, one se i dalje primjenjuju i stoga se ovdje spominju. Zidovi za zaštitu od buke uglavnom se grade uz autoceste i državne ceste s dovoljnim brojem susjednih stambenih jedinica. Njihov dizajn i primjena ovise o specifičnim geografskim i socioekonomskim karakteristikama određenog područja, uključujući veličinu i gustoću naseljenosti, raspored zgrada i prometne parametre. Na primjer, i veličina zemlje i cijena zemljišta mogu biti ograničavajući faktor. U kontekstu ove studije, dodatni zidovi za zaštitu od buke (npr. udvostručenje duljine u EU-u) ne donose veliku korist za zdravlje na razini EU-a zbog ograničene ukupne duljine autocesta u usporedbi s drugim vrstama cesta.

Rezultati predstavljeni u ovom projektu ukazuju na to da je isplativost zidova za zaštitu od buke prilično niska, djelomično zbog visokih troškova, ali i zato što nisu izvedive u mnogim urbanim situacijama. Stoga zidovi za zaštitu od buke nisu poželjna opcija za smanjenje utjecaja buke cestovnog prometa, osim ako su integrirane u krajobraz ili građevinske objekte (zgrade). Općenito, mjere upravljanja bukom na samom izvoru su poželjnije (kao što je slučaj za sve vrste transporta). Međutim, zbog visokih razina izvora buke za autoceste i nedostatka alternativa, zidovi za zaštitu od buke ostat će relevantne za te situacije u doglednoj budućnosti.

Zidovi za zaštitu od buke za ceste primjenjuju se kao zidovi uz cestu, između kolnika u razdjelnim pojasevima, kao nasipi, a u nekim situacijama zgrade poslovne namjene se koriste kao prepreke širenju buke. Iako se lokacije na kojima bi se mogli izgraditi zidovi za zaštitu od buke mogu djelomično izvesti iz rezultata karata buke, odabir i provedba gradnje odgovornost su nacionalnih i lokalnih tijela.

Razmjena informacija, posebno među regionalnim i lokalnim dionicima prekograničnih područja, kao i zajedničke inovacijske inicijative koje uključuju javne i privatne subjekte, mogle bi učinkovito poboljšati rezultate pružanjem informacija o dobrim praksama, stečenim iskustvima te usporedbom ostvarenih troškova i koristi. (kraj citata)

Tablica 9. Analiza uspješnosti zidova za zaštitu od buke kao mjere upravljanja bukom u okviru projekta PHENOMENA

Definicija	Zidovi za zaštitu od buke
Opis mjere	Različite vrste zidova za zaštitu od buke uključujući nasipe, zgrade i sl.
Zakonodavni okvir	END, Nacionalno zakonodavstvo
Uzročno-posljedične veze s nacionalnim zakonodavstvom ili zakonodavstvom EU-a	Dopuštene razine buke nacionalnog zakonodavstva, emisijske kvote

Definicija	Zidovi za zaštitu od buke
Potreba za dodatnim tehničkim i administrativnim koracima	Lokalno planiranje i provedba
Negativni kompromisi	Nema utjecaja na snižavane buke na izvoru
Smanjenja monetiziranog štetnog učinka na zdravlje do 2030	0,9-1,6 %
Omjer koristi i troškova (BCR) u razdoblju 2020-2035.	0,01-0,03 isplativost niska zbog visokih troškova gradnje i ograničene izvedivosti u urbanim područjima
Vjerojatnost provedbe od strane nadležnih tijela	Visoka, uglavnom uz autoceste i državne ceste s raspoloživim prostorom
Prepreke	Trošak, utjecaj na krajobraz
Vremenski okvir	Provode se lokalno u nedostatku drugih mjera

5. UPRAVLJANJE BUKOM CESTOVNOG PROMETA

Prilikom odabira mjera za upravljanje bukom, korištena je višekriterijska analiza s kojom je omogućen odabir svih mogućih mjera za upravljanje bukom svih glavnih izvora buke kako bi dobili najbolje i najprikladnije rješenje za svako promatrano područje upravljanja bukom (skr. "PUB"). Odabir određene mjere upravljanja bukom kako bi se izradio scenarij upravljanja bukom ovisi o zadovoljavanju posebnih kriterija koji na određeni način ukazuju na vjerojatnost uspjeha predloženog rješenja. Zbog navedenog se pristupu razradi scenarija pristupilo s jasno definiranom mjerom uspješnosti scenarija upravljanja bukom koje su globalno grupirane na mjesto provedbe mjere:

- a) sniženje razina buke na izvoru buke (snižavanje emisijskih razina buke), odnosno
- b) sniženje razina buke korištenjem mjera na putu širenja buke, ili konačno
- c) sniženje buke na mjestu emisije buke.

5.1. Opis najčešćih mjera upravljanja bukom

Moguće mjere upravljanja bukom globalno su podijeljene u tri razine, na način da su mjere upravljanje bukom grupirane po kategoriji i po mogućem načinu primjene svake od navedene mjere. Mjere su podijeljene na 3 razine:

Razina 1 – Krovna grupa mjera upravljanja bukom (Oznaka grupe tipa 1., 2. odnosno 3.)

Razina 2 – Pojedinačna kategorija mjera upravljanja bukom unutar svake krovne grupe mjera (Oznaka kategorije unutar svake grupe sadržava oznaku grupe i oznaku kategorije tipa 1.x., 2.x odnosno 3.x).

Razina 3 – Mjera upravljanja bukom unutar svake pojedinačne kategorije mjera (Oznaka mjere sadržava oznaku grupe, kategorije tipa 1.x.y., 2.x.y. odnosno 3.x.y.)

Temeljem opisane metodologije analize mogućih mjera upravljanja bukom, iste su podijeljene prema podjeli koju prikazuje Tablica 18.

Tablica 10. Popis mogućih mjera upravljanja bukom cestovnog prometa

Oznaka grupe	Oznaka kategorije	Oznaka moguće mjere	Opis
C1.			UPRAVLJANJE CESTOVNIM PROMETOM
	C1.1.		<i>Smanjenje gustoće prometa upravljanjem prometom</i>
		C1.1.1.	Preusmjeravanje toka prometa
		C1.1.2.	Preusmjeravanje toka prometa koristeći inteligentne sustave upravljanja prometom (skr. „ITS“)
		C1.1.3.	Ograničenje cestovnog prometa
		C1.1.4.	Uvođenje tihih zona (poznate kao „Q-zones“)
		C1.1.5.	Smanjenje korištenja privatnih automobila kroz promicanje korištenja javnog prijevoza
		C1.1.6.	Smanjenje korištenja privatnih automobila kroz promicanje korištenja ne-motoriziranih modela prometa

Oznaka grupe	Oznaka kategorije	Oznaka moguće mjere	Opis
		C1.1.7.	Korištenje sustava parkiranja
	C1.2.		<i>Mjere kontrole i nadzora bučnih vozila</i>
		C1.2.1.	Upravljanje prometom teških vozila kroz korištenje alternativnih pravaca
		C1.2.2.	Upravljanje prometom teških vozila kroz zabranu i ograničenja toka prometa teških vozila
		C1.2.3.	Upravljanje prometom teških vozila na parkiralištima, PUO, pretovar robe
		C1.2.4.	Upravljanje javnim prijevozom: Obnova vozila javnog prijevoza
		C1.2.5.	Uvođenje aktivnosti izmjene modaliteta transporta za promet teških vozila i prijevoz osoba
		C1.2.6.	Upravljanje javnim prijevozom – Periodične tehničke inspekcije emisije buke vozila javnog prijevoza
		C1.2.7.	Upravljanje prometom za zbrinjavanje otpada
		C1.2.8.	Upravljanje bukom vozila za čišćenje prometnica
	C1.3.		<i>Smirivanje toka prometa kroz primjenu mjera upravljanja bukom koje utječu na uravnoteženje brzine i toka prometa</i>
		C1.3.1.	Zeleni valovi
		C1.3.2.	Uravnoteženje toka prometa
		C1.3.3.	Korištenje inteligentnih sustava upravljanja prometom za upravljanje brzinom prometa
		C1.3.4.	Isključivanje semafora tijekom razdoblja noći na križanjima s malom gustoćom toka prometa
		C1.3.5.	Mjere usporavanja prometa (ograničenja brzine, tzv. „šikane“)
		C1.3.6.	Rekonstrukcija semaforiziranih križanja s kružnim tokovima
		C1.3.7.	Redizajn i rekonstrukcija cestovnog prometa kroz korištenje uspornika prometa
		C1.3.8.	Uvođenje nadzora na ograničenju brzine kroz radarske sustave, nadzor policije
	C1.4.		UPRAVLJANJE KOLNIČKOM KONSTRUKCIJOM
		C1.4.1.	Zamjena normalne kolničke konstrukcije s tihom kolničkom konstrukcijom
		C1.4.2.	Zamjena normalne kolničke konstrukcije s dvoslojnom asfalt poroznom kolničkom konstrukcijom – referentna kolnička konstrukcija
		C1.4.3.	Zamjena normalne kolničke konstrukcije s jednoslojnom asfalt poroznom kolničkom konstrukcijom
		C1.4.4.	Zamjena normalne kolničke konstrukcije s tankoslojnom asfaltnom kolničkom konstrukcijom
		C1.4.5.	Zamjena normalne kolničke konstrukcije s poro-elastičnom kolničkom konstrukcijom
		C1.4.6.	Zamjena normalne kolničke konstrukcije s gumiranom kolničkom konstrukcijom
	C1.5.		<i>Održavanje prometnica i mjere za prijelazne naprave</i>

Oznaka grupe	Oznaka kategorije	Oznaka moguće mjere	Opis
		C1.5.1.	Rekonstrukcija prijelaznih naprava
C2.			SNIŽAVANJE BUKE NA PUTU ŠIRENJA
	C2.1.		<i>Zidovi za zaštite od buke</i>
		C2.1.1.	Zidovi za zaštite od buke – razni materijali
		C2.1.2.	Zidovi za zaštite od buke – razni oblici
		C2.1.3.	Zidovi za zaštite od buke – akustički elementi
		C2.1.4.	Specijalni zidovi za zaštitu od buke niže visine blizu prometnica
	C2.2.		<i>Alternativna zaštita u odnosu na zidove za zaštitu od buke</i>
		C2.2.1.	„Zeleni“ i „živi“ zidovi za zaštitu od buke
		C2.2.2.	Vertikalno i horizontalno uklapanje cestovnog i tračničkog prometa
		C2.2.3.	Miješane konstrukcije zaštite od buke
		C2.2.4.	Zgrade ne-stambene namjene koje se koriste za zaštitu od buke
		C2.2.5.	Inovativna rješenja zidova za zaštitu od buke

Tablica 11. Popis mogućih mjera upravljanja bukom pružnog prometa

Oznaka grupe	Oznaka kategorije	Oznaka moguće mjere	Opis
P1.			SMANJENJE BUKE NA IZVORU UZ NADZOR EMISIJE BUKE PRILIKOM INTERAKCIJE KOTAČA I TRAČNICE
	P1.1.		Mjere upravljanja bukom cviljenja, škripanja i proklizavanja
	P1.2.		Mjere upravljanja voznim parkom – održavanje i poboljšanje kotača
	P1.3.		Infrastrukturne mjere upravljanja bukom održavanjem tračnica
	P1.4.		Upravljanje željezničkim prometom
		P1.4.1.	Ograničavanje brzine prolaska vlakova kroz određene dionice noću
		P1.4.2.	Upravljanje željezničkim prometom s teretnim vlakovima s dizel lokomotivom
P2.			ZIDOVI ZA ZAŠTITU OD BUKE I MJERE UPRAVLJANJA BUKOM NA PUTU ŠIRENJA BUKE
	P2.1.		Zidovi za zaštite od buke – razni materijali
	P2.2.		Zidovi za zaštite od buke – razni oblici
	P2.3.		Zidovi za zaštite od buke – akustički elementi
	P2.4.		Zidovi za zaštitu od buke nižih visina
P3.			ALTERNATIVNA ZAŠTITA U ODNOSU NA ZIDOVE ZA ZAŠTITU OD BUKE
	P3.1.		„Zeleni“ i „živi“ zidovi za zaštitu od buke
	P3.2.		Vertikalno i horizontalno uklapanje cestovnog i pružnog prometa

Oznaka grupe	Oznaka kategorije	Oznaka moguće mjere	Opis
	P3.3.		Mješovite konstrukcije zaštite od buke
	P3.4.		Zgrade ne-stambene namjene koje se koriste za zaštitu od buke

Tablica 12. Popis mogućih mjera upravljanja bukom industrijskih pogona i postrojenja

Oznaka grupe	Oznaka kategorije	Oznaka mogućih mjere	Opis
I1.			PRAKSA NAJBOLJEG UPRAVLJANJA
	I1.1.		Promjene tlocrta i projektiranje industrijskih postrojenja
	I1.2.		Ograničavanje kretanja teškim vozilima
	I1.3.		Kontrola tereta, transport i obrada materijala
	I1.4.		Raspored rada
	I1.5.		Akustičko održavanje
I2.			NAJBOLJA EKONOMSKI DOSTUPNA TEHNOLOGIJA
	I2.1.		Odabir tiših tehnologija
	I2.2.		Ograđivanje mehanizacije
	I2.3.		Zaštita na izvoru
	I2.4.		Projektiranje učinkovitih prigušivača
	I2.5.		Poboljšanje zvučne izolacije
	I2.6.		Instaliranje prigušivača zvuka
	I2.7.		Sustavi protiv vibriranja

5.1.1. Ograničenje brzine kretanja vozila i upravljanje cestovnim prometom

Osnovni razlog primjene ove mjere upravljanja bukom na mreži prometnica Grada Rijeke jest činjenica da se na prometnice u područjima upravljanja bukom sa najvećom prioritetnom razinom prekoračenja unutar grada može utjecati isključivo ograničenjima kretanja određene kategorije vozila, ograničenjima brzine kretanja vozila tijekom nekih ocjenskih razdoblja ili utjecajem na kolničke konstrukcije. Zbog vrlo čestih priključaka na glavne prometnice, morfologije prostora u pravilu je nemoguće izvoditi učinkovite zidove za zaštitu od buke, te je ovim akcijskim planom pretpostavljena mjera učinkovitijeg upravljanja bukom kroz ograničenja brzine kretanja vozila. Kao potvrda ovog prijedloga izrađivača korišteni su podaci koji su pribavljeni za potrebe izrade strateške karte buke za 3.krug izvještavanja gdje je potvrđeno prosječno prekoračenje dopuštene brzine kretanja na znatnom broju brojačkih mjesta.

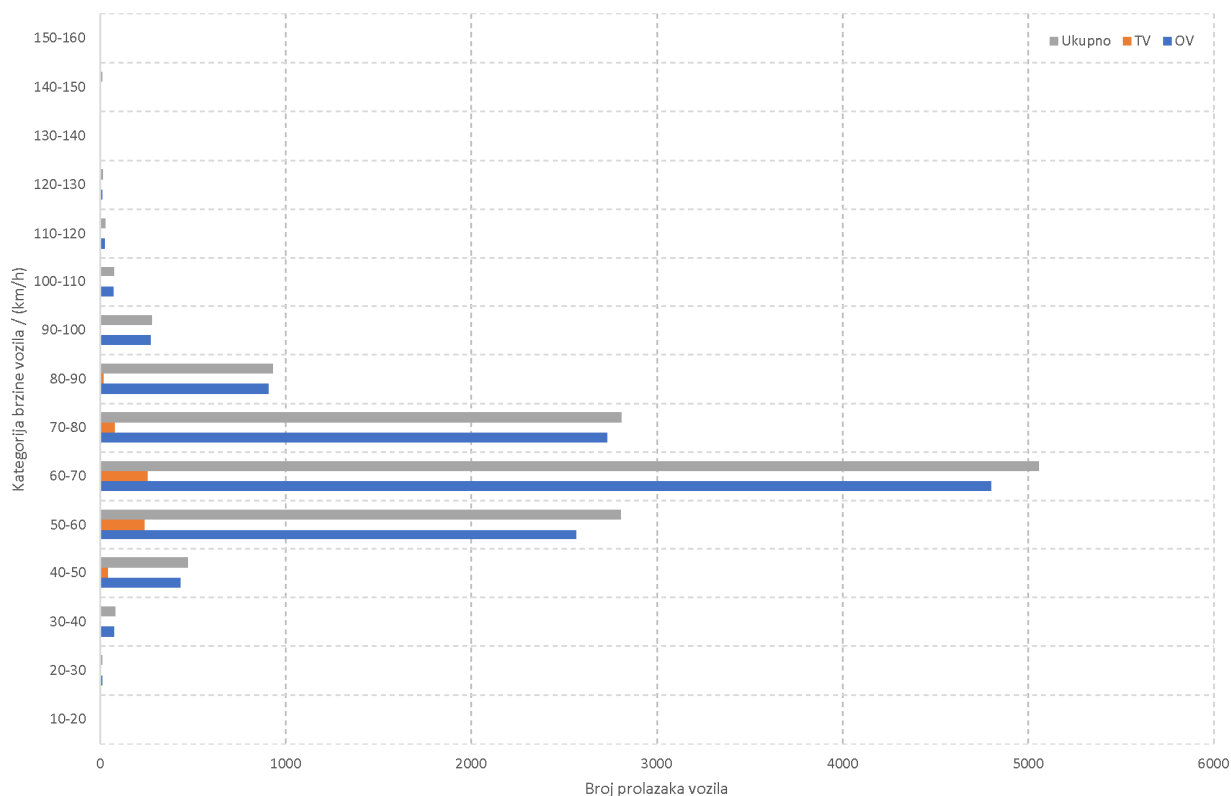
Kao karakterističnu situaciju prikazujemo kratkotrajne podatke sa DC404 u neposrednoj blizini Brajdice, gdje su tijekom 24-satnog mjerenja zabilježene brzine kretanja vozila koje prikazuje Tablica 13 gdje je prosječna brzina kretanja vozila prekoračena za cca 7 km/h (67 km/h u odnosu na dopuštenu brzinu kretanja 60 km/h).

Tablica 13. Prosječne vrijednosti brzine kretanja vozila na državnoj cesti tijekom ocjenskih razdoblja

Ocjensko razdoblje	Prosječna brzina kretanja vozila / (km/h)		
	Osobna vozila	Teretna vozila	Ukupno
Dan	66,4	62,2	66,2
Večer	68,4	65,4	68,3
Noć	70,7	67,3	70,3
24 h	67,0	63,5	66,8

Sam iznos prosječnog prekoračenja od 7 km/h, na prvi pogled ne izgleda puno, no međutim pogled u detaljne podatke u stvarnosti iskazuje opseg prekoračenja. Naime, tijekom provedbe mjerenja, od ukupno 12609 vozila svih kategorija, ukupno je 73,2% od ukupnog broja vozila prometovalo nedopuštenom brzinom kretanja vozila (Slika 6).

Navedenoj činjenici potrebno je pridružiti još i činjenicu da su brzine kretanja vozila tijekom razdoblja noći u prosjeku veće za (3-4) km/h po određenoj kategoriji vozila (uključujući laka i teška teretna vozila), što dodatno povećava emisiju buke u najosjetljivijem razdoblju „noći“.



Slika 6. Karakterističan prikaz raspodjele brzine kretanja vozila na državnoj cesti na području Grada Rijeke

Ukoliko se uzme u obzir poznata činjenica koja pokazuje da je emisija buke cestovnog prometa izravno povezana sa brzinom kretanja vozila ¹⁷, vidljivo je koliki potencijal sustavne mjere upravljanja brzinom kretanja vozila preostaje za snižavanje prekomjernih razina buke sa ostalim mjerama zaštite od buke poglavito integriranim sustavima za praćenje buke i nadzorom brzine kretanja vozila (Tablica 14).

Tablica 14. Snižavanje razina buke u odnosu na snižavanje brzine vozila¹⁸

Smanjenje brzine vozila	Snižavanje razina buke $L_{A,E}$ / dB	
	Osobna vozila	Teška vozila
Sa 130 km/h na 120 km/h	1,0	-
Sa 120 km/h na 110 km/h	1,1	-
Sa 110 km/h na 100 km/h	1,2	-
Sa 100 km/h na 90 km/h	1,3	1,0
Sa 90 km/h na 80 km/h	1,5	1,1
Sa 80 km/h na 70 km/h	1,7	1,2
Sa 70 km/h na 60 km/h	1,9	1,4
Sa 60 km/h na 50 km/h	2,3	1,7
Sa 50 km/h na 40 km/h	2,8	2,1
Sa 40 km/h na 30 km/h	3,6	2,7

Potrebno je naglasiti da je predložena mjera upravljanja bukom isključivo „samofinancirajuća“ jer uz primjenu informatičkih tehnologija i inteligentnih transportnih sustava, integracijom mjerila zvuka sa mjerilima prometnih veličina te povezivanjem sa bazom podatka registriranih vozila, provedba mjere može biti izrazito samodostatna.

5.1.2. Korištenje „tihih“ kolničkih konstrukcija

Jedna od najraširenijih metoda snižavanja buke u kontekstu upravljanja bukom u naseljenim područjima je korištenje kolničkih konstrukcija koje temeljem svoje konstrukcije upijaju zvuk te se zbog toga često nazivaju i „tihanje kolničke konstrukcije“. Dodatna komparativna prednost ove mjere upravljanja bukom je

¹⁷ Greibe, P. and Nilsson, P. K., 1999. Speed Management. National practice and experiences in Denmark, the Netherlands and in the United Kingdom. Copenhagen: Danish Road Directorate. Report no. 167.

¹⁸ Andersen, B., „Støjundersøgelse fra biler på vejnettet“; Kgs. Lyngby; Danish Transport Research Institute; Report 2; 2003.

njena primjena, bilo samostalno ili u kombinaciji s drugim mjerama upravljanja prometom/bukom, jer je rezultat pozitivan pri apsolutno svakoj kombinaciji mjera upravljanja bukom.

Osim pozitivnih iskustava primjene tih kolničkih konstrukcija u posljednjih 15-tak godina, podloga za uključivanje ove mjere u ovaj akcijski plan bili su izmjereni podaci koji su pribavljeni za potrebe izrade akcijskog plana tijekom 2018/2019 g. na mreži državnih cesta¹⁹. Ciklusom ispitivanja, provedeno je mjerenje u skladu s odredbama HRN EN ISO 11819-2:2017 - Akustika -- Mjerenje utjecaja površine ceste na buku prometa -- 2. dio: Metoda neposredne blizine površine ceste (ISO 11819-2:2017; EN ISO 11819-2:2017), koristeći tzv. CPX metodu koristeći specijalno konstruiranu prikolicu (Slika 7). Mjerenje je provedeno uz korištenje ispitne metode pri normiranoj brzini, v , sukladno ograničenju brzine na određenoj državnoj cesti.



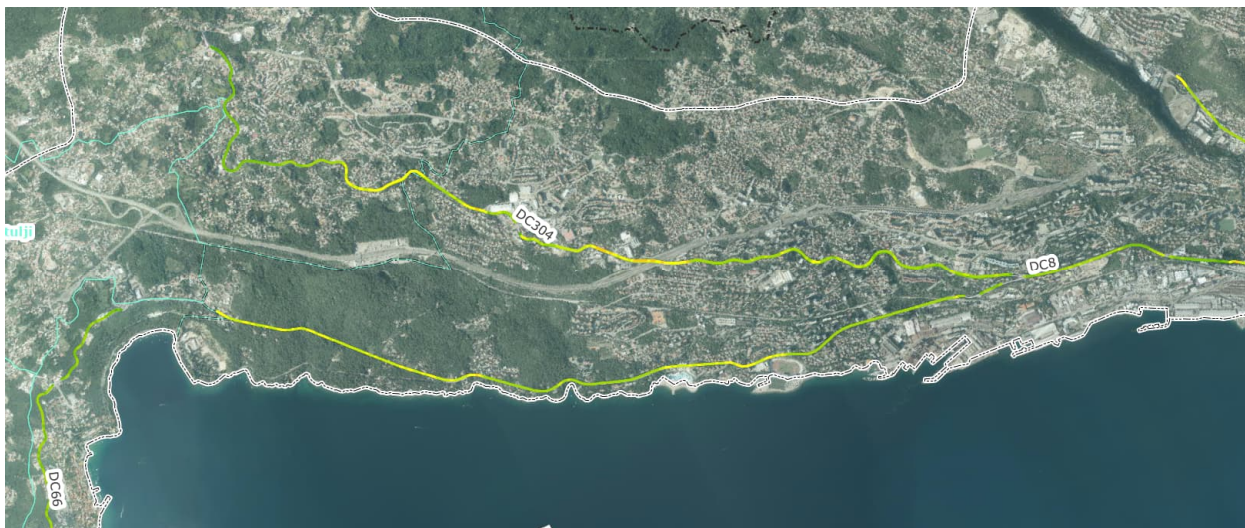
Slika 7. Prikaz mjerne prikolice za mjerenje CPX parametara

Kao karakterističan primjer odabrana je državna cesta DC8 gdje je mjerenjem na području Grada Rijeke obuhvaćeno približno 19 km prometnice, te su dobiveni rezultati koje prikazuje Tablica 15 odnosno Slika 8.

Tablica 15. Parametar L_{CPXP} državne ceste DC8 na području Grada Rijeke

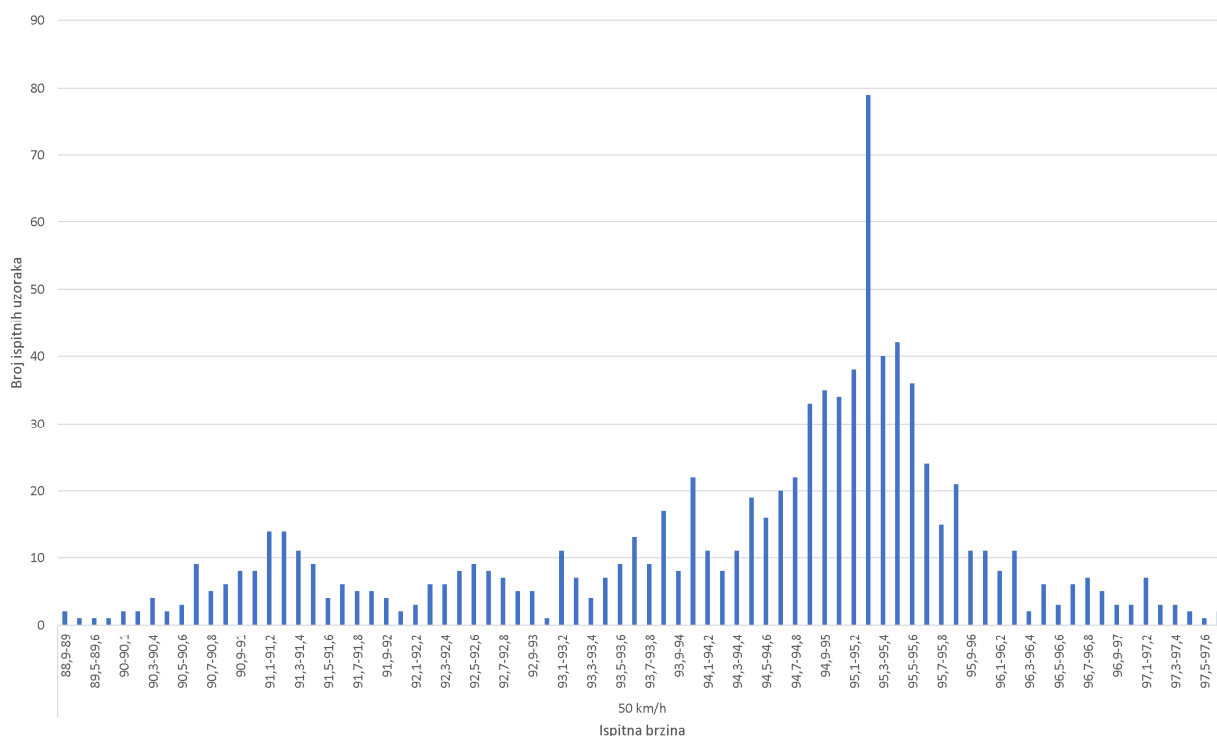
Oznaka državne ceste / isp.brzina	Broj mj. segmenata	Duljina mj. segmenata / m	v / km/h	$\overline{L_{CPXP}}$ / dB(A)	$L_{CPXP,min}$ / dB(A)	$L_{CPXP,max}$ / dB(A)	Raspon L_{CPXP} / dB(A)	σ / dB(A)
DC8 / 50 km/h	9090	18181,2	49,9	94,4	88,9	97,7	8,8	1,7

¹⁹ „Terensko mjerenje utjecaja površine ceste autocesta na buku prometa“; Oznaka dokumenta: 2019-AP-038/01; DARH 2 d.o.o., studeni 2019.g.



Slika 8. Karakterističan prikaz dijela rezultata CPX parametara državne ceste DC8

Iz sumarne tablice vidljivo je da pri nominalnoj brzini od 50 km/h, na području dijela državne ceste srednja vrijednost parametra $L_{CPXP_{50}}$ iznosi 94,4 dB(A), u rasponu vrijednosti (88,9-97,7) dB(A), sa srednjom devijacijom $\sigma=1,7$ dB. Međutim kada se pogleda histogram izmjerenih uzoraka koji predstavljaju segmente prometnice duljine 20 m, vidljivo je da na području ove prometnice postoje barem tri akustički različite kolničke konstrukcije sa razlikom parametra $L_{CPXP_{50}}$ od približno 2,6 dB što ukazuje na više različitih kolničkih konstrukcija.



Slika 9. Raspodjela izmjerenih uzoraka parametra L_{CPXP} na državnoj cesti DC8 unutar područja Grada Rijeke

Temeljem izmjerenih rezultata vidljivo je da postoji mogućnost primjene različitih tipova kolničkih konstrukcija koja se do sada uglavnom određivala temeljem očekivanih prometnih opterećenjem. Ovim akcijskim planom predlaže se uvođenje procjene utjecaja buke kotrljanja vozila prilikom određivanja tipa habajuće konstrukcije kolnika.

Naime, rasponi učinkovitosti „tihih“ kolničkih konstrukcija kreću se od 1 dB(A) izmjerene na beton-asfaltu s velikom maksimalnom veličinom agregata pa do iznad 10 dB(A) na sitno zrnatom poroznom asfaltu, uvažavajući opće pravilo da što je veća maksimalna veličina agregata, to je viša emisijska razina buke uz isti promet.

Za usporedbu, potrebno je znati da se snižavanje razina buke od 10 dB na mjestu štice objekta može dobiti isključivo gradnjom zidova za zaštitu od buke (kada je to moguće) dok „tiha kolnička konstrukcija“ snižuje razine buke u puno širem opsegu primjene po znatno nižem financijskom izdatku.

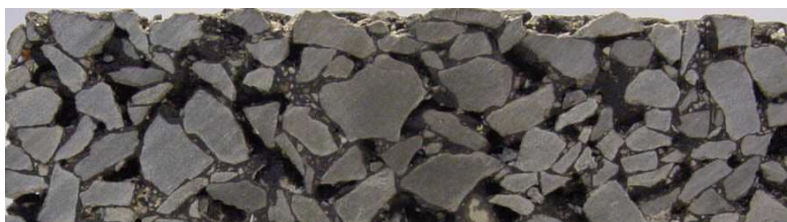
S obzirom da se na području EZ, već skoro 20 godina koriste „tihe kolničke konstrukcije“, nema nikakvih tehničkih razloga da se u postupke upravljanja bukom ne uključuju inovativna rješenja tihih kolničkih konstrukcija. Na gradskim prometnicama, njihovim kombiniranjem moguće je postići snižavanje razina buke u prosjeku (3-8) dB, dok je na autocestama s višim ograničenjima brzine potencijal za snižavanje buke doseže 10 dB i više. Uporaba ovih kolničkih konstrukcija na prometnicama posebno projektiranim za manje brzine s velikom vjerojatnošću naglog kočenja i ubrzavanja može dovesti do kraće trajnosti tanjih kolničkih konstrukcija, što upućuje na potrebu korištenja neke druge konstrukcije „tiših“ kolnika. Također „tihe“ kolničke konstrukcije imaju bolji efekt snižavanja buke na osobna vozila, nego na teška vozila, te zavisno o očekivanoj kompoziciji prometa na određenoj prometnici potrebno je i odabirati tip kolničke konstrukcije.

Kada govorimo oko „tihih“ kolničkih konstrukcija, najčešće se susreću slijedeće konstrukcije:

- kolničke konstrukcije s jednoslojnim poroznim asfaltom,
- kolničke konstrukcije s dvoslojnim poroznim asfaltom,
- kolničke konstrukcije s tanko slojnim asfaltom,
- porozno-elastične kolničke konstrukcije,
- gumirani asfalt.

5.1.3. Kolničke konstrukcije s jednoslojnim poroznim asfaltom

Kolničke konstrukcije s jednoslojnim poroznim asfaltom u pravilu imaju promjer agregata do 8 mm, udio šupljina od 20-23% i standardnu debljinu sloja od 40 mm te se u pravilu primjenjuju za prometnice širine cca 25 m (kao npr. četvertračne prometnice) s brzinama većim od 60 km/h.



Slika 10. Karakterističan presjek kolničke konstrukcije s jednoslojnim poroznim asfaltom (40-45 mm debljina sloja 0/16, udio šupljina 20 %²⁰)

²⁰ Inge van Vilsteren: „Porous asphalt – Dutch experiences with Porous Asphalt Pavements“; RIVM 2017

Pretpostavljeni vijek trajanja ovih kolnika je (13-15) godina, te se često u programiranom roku trajanja do 20 god. uključuje druga zamjena površine nakon 10-12 godina. Sukladno rezultatima projekta NADIA²¹, trošak ugradnje ove kolničke konstrukcije je cca 15 €/m² uz predviđeni trošak održavanja 0,5 €/m². Tijekom zimskog održavanja poroznih asfalta obično se zahtjeva povećana uporaba soli.

Kolničke konstrukcije s jednoslojnim poroznim asfaltom imaju potencijal snižavanja buke od otprilike (4-6) dB, ali se navedeno snižavanje smanjuje u slučaju nedostatnog održavanja (Tablica 16).

Tablica 16. Zavisnost snižavanja razina buke u odnosu na godine korištenja (bez ispravnog održavanja)

Vrijeme od polaganja jednoslojne porozne kolničke konstrukcije s maksimalnim promjerom agregata 8 mm	Snižavanje buke u dB (miješani promet lakih i teških vozila).
Godina 0	4,5
Godina 1	4,6
Godina 2	2,7
Godina 3	2,4
Godina 4	2,8
Godina 5	1,7

5.1.4. Kolničke konstrukcije s dvoslojnim poroznim asfaltom

Dvoslojne porozne kolničke konstrukcije (engl. Double Layer Porous Asphalt; skr.:DLPA) su razvijene sa ciljem smanjivanja začepljenje pora asfalta, a samim time sprečavanja degradacije akustičke apsorpcije, kao i sa ciljem poboljšanja cjelovite apsorpcije buke poroznih asfalta. Sastav pojedinih mješavina i svojstava snižavanja buke za različite vrste dvoslojnih poroznih asfalta može značajno varirati zavisno od komponenti svakog pojedinog sloja kao i njihovih tehničkih (akustičkih) karakteristika, ali u pravilu ove konstrukcije se sastoje od finijeg, tanjeg gornjeg sloja i grubljeg, debljeg donjeg sloja asfalta (Slika 11).

Dvoslojne porozne kolničke konstrukcije imaju potencijal snižavanja buke od oko 4-6 dB što ovisi o postotku teških vozila u prometu, s time da je projekt HUSH²² izmjerio na mreži prometnica u Italiji snižavanje u rasponu (7-9) dB. Dobra svojstva u svim parametrima ocjenjivanja cestovne površine razlog su zašto se ove kolničke konstrukcije u budućnosti smatraju kao referentne površine.

²¹ <http://www.nadia-noise.eu/>

²² H.U.S.H. – LIFE08 ENV/IT/000386 - LIFE Harmonization of Urban noise reduction Strategies for Homogeneous action plans.



Slika 11. Karakterističan presjek dvoslojne porozne kolničke konstrukcije (25 mm debljina gornjeg sloja 4/8, 45 mm donjeg sloja 11/16)²³

U usporedbi s drugim mjerama upravljanja bukom, troškovi zamjene postojećih kolničkih konstrukcija sa ovom kolničkom konstrukcijom su relativno niski ukoliko se ispunjavaju slijedeći uvjeti:

- dominantna buka kotrljanja vozila,
- urbana područja srednje velike gustoće naseljenosti,
- nemogućnost izgradnje zida za zaštitu od buke ili otpor javnosti na gradnju građevina koji će narušiti vizuru prostora,
- u okolini prometnice se nalaze visoke zgrade,
- prometnice s niskim udjelom teškog prometa i motocikala.

Pozitivna iskustva iz Švedske, Danske i Nizozemske²⁴ ukazuju da je najčešće korištena maksimalna veličina agregata u gornjem sloju (5-8) mm, dok je u donjem sloju (16-22) mm, uz ukupnu debljinu kolnika koja varira u rasponu (55 -90) mm. Sa navedenim konstrukcijama osigurana je učinkovitost (5-9) dB koja ovisi o veličini agregata u gornjem sloju uz trošak ugradnje od 10,55 €/m², te trošak održavanja (1-1,85) €/m² više u odnosu na postojeće asfalte normalne gustoće.

5.1.5. Kolničke konstrukcije s tankoslojnim asfaltom

Kolničke konstrukcije s tankoslojnim asfaltom predstavljaju alternative jednoslojnim i dvoslojnim poroznim kolničkim konstrukcijama, a svojom trajnošću tradicionalnim konstrukcijama. Efekt snižavanja razina buke kod tankoslojnih asfalta je vezan uz strukturu kolničke konstrukcije koja je debljine do 3 cm i kreće se u rasponu (3-6) dB. Cilj je napraviti što glađu površinu kolnika, kako bi se smanjilo stvaranje buke kotrljanja kotača, a u isto vrijeme napraviti što otvoreniju površinu kolnika kako bi se smanjila buka od

²³ Inge van Vilsteren: „Porous asphalt – Dutch experiences with Porous Asphalt Pavements“; RIVM 2017

²⁴ Quiet City Transport Project - <http://www.qcity.org/results.html>

crpljenja zraka iz kolnika. Prometnice koje su pogodne za kolničke konstrukcije s tankoslojnim asfaltom trebale bi biti što šire, predviđenim vijekom trajanja od 14 godina. Trošak druge zamjene kolničke površine je duplo manji (0,75 €/m²) od inicijalnih troškova (1,5 €/m²), ali je bitno napomenuti da nema bitnih dodatnih troškova održavanja.

5.1.6. Porozno-elastične kolničke konstrukcije

Porozno-elastične kolničke konstrukcije („Porous elastic road surface“; skr. PERS) su konstrukcije koje se sastoje uglavnom od čestica gume (izvorna guma ili reciklirana guma) vezanih elastičnom smolom, većinom poliuretanom.



Slika 12. Fotografija 10 mjeseci stare porozno-elastične kolničke konstrukcije²⁵

Veliki potencijal za snižavanje buke koji prekoračuje 10 dB, duguje svojoj teksturi, poroznosti i elastičnosti²⁶. Snižavanje buke umanjuje se po stopi od otprilike 0,3 dB godišnje, što je sporija degradacija nego li jednoslojni porozni asfalt.

Trošak ugradnje ovog kolnika je 20 €/m² uz trošak održavanja od 2 €/m², ali je potrebno napomenuti da je vijek trajanja PERS-a kraći nego kod standardnih kolnika, te se zato koristi za prometnice u uskim gradskim centrima, sa većom gustoćom naseljenosti, manjim brzinama kretanja vozila do 50 km/h.

5.1.7. Gumirani asfalt

Gumirani asfalt (također se često naziva „gumirani asfaltbeton“ iz engleskog izvornika „Rubberized Asphalt Concrete“ skr. „RAC“) je gusti asfaltni kolnik koji se izrađuje koristeći asfaltnu mješavinu sa visokim udjelom zdrobljenih gumenih granula (15 % od ukupne mase smjese). Istraživanja u Švedskoj pokazala su

²⁵ <http://www.persuadeproject.eu>

²⁶ CEDR Technical Report 2017-01 - State of the art in managing road traffic noise: noise-reducing pavements

da je tehnologija gumiranog asfalta učinkovita kada je tekstura gradirana sa maksimalnom frakcijom zrna od 11 mm, 20 % veziva pomiješanog sa 10% gumenih granula te 15% udjela zračnih šupljina u ukupnoj debljini sloja od 40 mm. Sa navedenim konstrukcijama osigurana je učinkovitost (3-7) dB.

5.1.8. Zidovi za zaštitu od buke i mjere upravljanja bukom na putu širenja buke

Mjere upravljanja i zaštite od buke na putu širenja buke u pravilu uključuje projektiranje i izgradnju ili korištenje postojećih građevinskih konstrukcija posebno za zaštitu od buke izloženog stanovništva ili određenog područja osjetljivog na onečišćenje kada je primjena mjera smanjenja buke na izvoru nedovoljna ili neostvariva. U pravilu čak i najjednostavnije zgrade, ograde i neravni tereni mogu se smatrati pregradom tijekom širenja buke, ali takvi slučajevi nisu razmatrani kao sustavno rješenje. Pod ovim mjerama podrazumijeva se izgradnja/rekonstrukcija zidova za zaštitu od buke (svih tipova) ili čak u najsloženijim slučajevima zatvaranje linijskih izvora buke prometne infrastrukture u tunele ili polutunele.

Projektna dokumentacija za izgradnju zidova za zaštitu od buke mora se izraditi od strane ovlaštenog projektanta sa položenim stručnim ispitom iz projektiranja zaštite od buke, bilo u slučajevima kada je planirana izgradnja zida za zaštitu do buke korektivna mjera (npr. analiza žarišta nakon izrađene strateške karte buke, pritužbe većeg borja stanovnika) odnosno kada je sam projekt izgradnje zida za zaštitu od buke sastavni dio projektne dokumentacije za izgradnju/rekonstrukciju prometne infrastrukture.

Iako se po izgledu zidova za zaštitu od buke može jednostavno shvatiti zašto su zidovi za zaštitu od buke učinkoviti, potrebno je naglasiti da se njihova učinkovitost zasniva na fizikalnim pojavama loma, ogiba i refleksije zvučnih valova. Zbog navedenog je nužan zahtjev da se sve razine projektne dokumentacije zaštite od buke izrađuju temeljem najnovijih računalnih metoda prognoze širenja zvuka putem validiranih algoritama unutar programskih paketa. Mjere upravljanja i zaštite od buke na putu širenja buke u pravilu se mogu grupirati u dvije osnovne grupe:

- Akustičke pregrade širenju zvuka – zidovi za zaštitu od buke.
- Ostale alternativne prepreke širenju zvuka.

Općenito o zidovima za zaštitu od buke

Zidovi za zaštitu od buke su jedna od najčešće korištenih metoda zaštite od buke kao odgovor na utjecaj buke od linijskih izvora tipa „cestovni promet“. Zidovi za zaštitu od buke su definirane kao čvrsta građevina projektirana i izgrađena da služi kao prepreka prilikom širenja buke od određenog izvora. Najčešća primjena zidova za zaštitu od buke je uz velike prometnice ili željezničke pruge; ali postoje i brojni primjeri izgradnje zidova za zaštitu od buke kao mjere zaštite od buke industrijskih pogona i postrojenja, dijelova zračnih luka gdje se provodi taksiranje zrakoplova i sl. Postupak projektiranja zidova za zaštitu od buke mora biti proveden u skladu s pravilima struke i kao takav mora uključivati interdisciplinarna razmatranja:

- Akustička razmatranja uključuju odabir mjesto, dimenzije i oblik zida za zaštitu od buke, te akustički materijal koji će osigurati potreban fizikalni učinak. Općenito učinak zida ovisi o udaljenosti i relativnom položaju između točke emisije buke, točke emisije buke i visine zida za zaštitu od buke. Zbog navedenog razloga, niske zgrade je lakše zaštititi od buke u odnosu na više zgrade. Postoje također posebna konstrukcijska rješenja koje se primjenjuju na vrhu zida za zaštitu od buke te se oni također analiziraju ukoliko postoji potreba. Neki oblici na vrhu zida za zaštitu od buke (akustički elementi) povećavaju broj difrakcija i reflektiranih zvučnih valova što unosi dodatno gušenje zvučnog vala.

Prva faza u razradi projektne dokumentacije izgradnje zida za zaštitu od buke počinje određivanjem kritičnih mjesta emisije buke na kojima se mora zadovoljiti određeni kriterij o dopuštenim razinama buke određenog izvora. Temeljem postavljenog tehničkog zahtjeva, na razini idejne dokumentacije, razrađuje se ukupna duljina zida, visina po stacionažama, kao i relativan položaj u odnosu na izvore buke i točke emisije. Po odobrenju idejnog projekta pristupa se daljnjoj razradi projektne dokumentacije koja moraju zadovoljiti zahtjeve temeljene na nizu ne-akustičkih razmatranja. Zidovi za zaštitu od buke uglavnom se grade u slijedećim slučajevima:

- U žarištima urbanih područja, gdje postoji definirani problem prekomjernih razina buke za veći broj stanovništva od buke prometne infrastrukture te se time osigurava najniža cijena zaštite od buke po izloženoj osobi.
- Kad topologija terena, smještaja izvora buke i građevina, te horizontalna i vertikalna usklađenost građevina jamči učinkovitu zaštitu od buke.
- Zaštita od buke pojedinačnih osjetljivih zgrada (npr. dječji vrtići, škole i sl.).

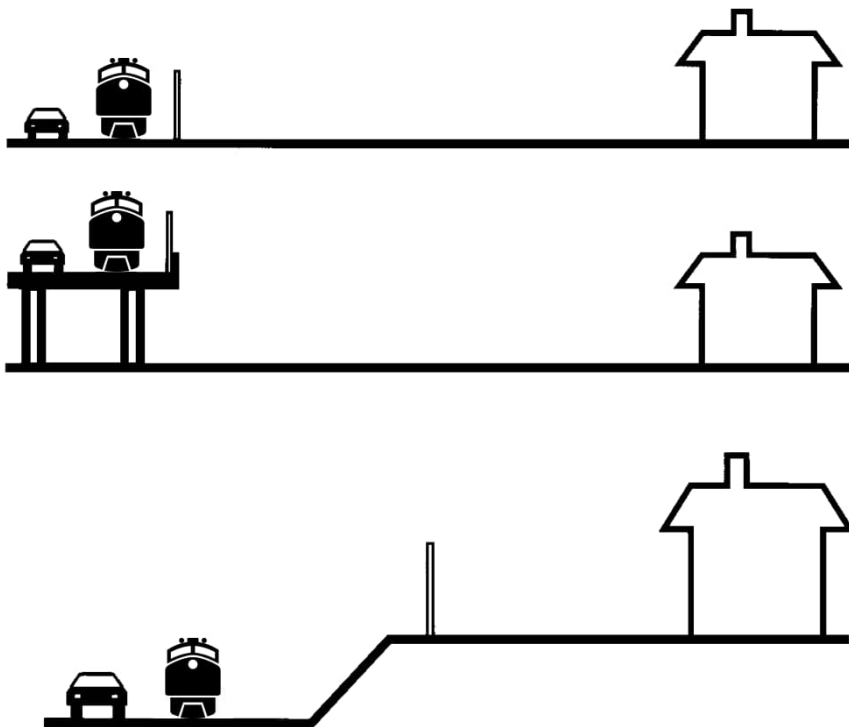
Akustička učinkovitost zida za zaštitu od buke ovisi o relativnom položaju (horizontalnom i vertikalnom) izvora buke, zida te dimenzija svih prepreka širenju zvuka. Općenito, kada je izravna vidljivost (tzv. „područje akustičke sjene“) između izvora buke i točke emisije prekinuta, postiže se snižavanje buke do 5 dB. Ako je zadovoljen prethodni kriterij, tada se može primijeniti opće pravilo koje vrijedi za jednostavne i pravilne situacije, da se za cca svakih 0,6 m povećanja visine zida, akustički dobitak povećava za 1 dB. Premda je maksimalna teoretska granica sniženja buke sa zidom za zaštitu od buke 25 dB, praktična granica sniženja buke sa zidom za zaštitu od buke iznosi do 15 dB, a u većini stvarnih slučajeva, raspon akustičkog dobitka iznosi (5-10) dB.

Relativan odnos udaljenosti između izvora buke, položaja zida te točke imisije također utječe na učinkovitost zida za zaštitu od buke te se povećanjem udaljenosti između zida i točke imisije smanjuje učinkovitost zida (uz pretpostavku da se ne mijenja geometrija zida za zaštitu od buke).

Razmatranje izravne vidljivosti kao približna metoda procjene učinka zida je prihvatljiva, no bitno je znati da na učinkovitost zida ima i tzv. horizontalni i vertikalni ogib zvučnog vala oko rubova zida što treba znati prilikom dimenzija i položaja zida. U navedenim slučajevima posebno je bitan vertikalni ogib (zbog apsorpcije terena) te se zbog navedenog efekta zid za zaštitu od buke mora produžiti do 4 puta (omjer preklapanja) u odnosu na udaljenosti između posljednje točke imisije i zida.

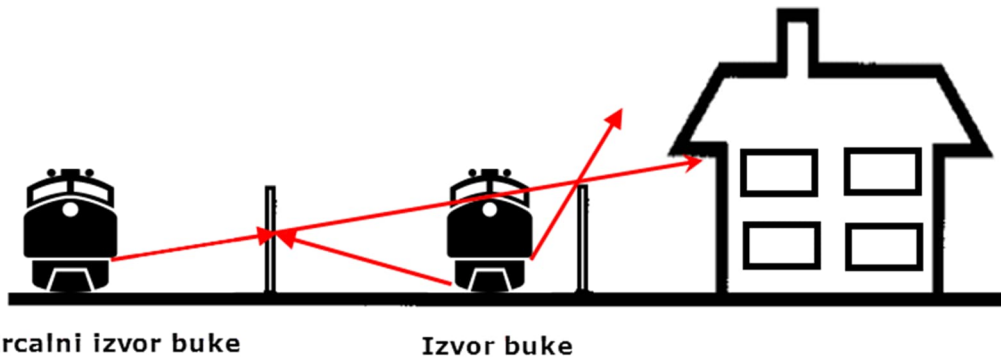
Na akustičku učinkovitost zida za zaštitu od buke određeni utjecaj ima sadržaj frekvencijskog spektra buke od izvora od kojeg se štiti područje imisije, te je zbog fizikalnog učinka ogiba, učinkovitost zida smanjena za izvore buke s dominantnom niskofrekvencijskom komponentom.

Učinkovitost lokacije – općenito pravilo govori da što se zid za zaštitu od buke postavi bliže izvoru buke bolji je akustički zaštitni učinak. Zbog navedenog razloga kod širokih višetravnih prometnica sa razdjelnim pojaskom, postoje izvedeni zidovi za zaštitu od buke u razdjelnim pojasevima. Međutim, kada trasa prometne infrastrukture vodi npr. u usjek bolje je postaviti zid za zaštitu od buke pri vrhu usjeka, gdje će imati veći zaštitni učinak. U suprotnom slučaju kada je izvor buke više iznad okoline i promatranih točaka imisije, kao npr. na vrhu mosta, bitno snižavanja buke moguće je postići bez posebno visokih zidova za zaštitu od buke.



Slika 13. Prikaz poželjnog smještaja zida za zaštitu od buke

U slučajevima kada se zidovi za zaštitu od buke grade sa obje strane bilo prometnice ili pruge, prilikom korištenja potpuno reflektirajućih zidova za zaštitu od buke vjerojatno je izdizanje buke na suprotnim stranama zbog dodatnih refleksija od zida. Zbog navedenog potrebno je razmotriti gradnju zidova s apsorbirajućim platicama barem na dijelovima zida na kojima se dešava bitna refleksija zvučnog vala.



Slika 14. Prikaz moguće refleksije zvučnog vala

Povećanje visine zida za zaštitu od buke najčešće nije popraćeno s linearnim povećanjem cijene izvođenja zida za zaštitu od buke, jer mnogi konstruktivni detalji u bitnome ovise o maksimalnoj visini zida. U konačnici omjer troškova/koristi uvelike ovisi o gustoći naseljenosti na području imisije, odabranom konstrukcijskom rješenju zida koji se planira izgraditi itd.

Strukturalna i druga ne-akustička razmatranja pri ugradnji zidova za zaštitu od buke

- za zidove za zaštitu od buke visine do 6 m pod povoljnim geomehničkim uvjetima tla, široki betonski temelj (AB betonska stopa) je dovoljan za prihvat nosive sile zida za zaštitu od buke. Za visine zidova za zaštitu od buke više od 6 m ili koji se namjeravaju izvoditi u slabim geomehničkim uvjetima tla, potrebno je temeljenje pilotima koji dodatno učvršćuju nosivost zidova za zaštitu od buke.
- opterećenje od vjetra uključivo učinak dinamičkog opterećenja uzrokovano prolaskom prometa,
- seizmičko opterećenje (djelovanje potresa na konstrukciju s provjerom nosivosti zida za zaštitu od buke na seizmičko opterećenje),
- opterećenje od snijega (ukoliko postoji potreba) na zidove za zaštitu od buke,
- aerodinamičke sile otpora i vibracije uzrokovane prolaskom prometa,
- vlastita težina konstrukcije,
- iznenadno opterećenje nastalo udarom, uključujući udarac vozila, zatim udar kamenja i sl. tijekom normalnih uvjeta na cesti,
- udaljenosti između polazišta i odredišta, te dodaci u pogledu cestovne opreme (prometni znakovi)

Nuspojave i mogući negativni učinci

- Tunelski efekt u slučaju zidova za zaštitu od buke većih dužina.
- U urbanim područjima primjena zida za zaštitu od buke je posebno problematična s obzirom na česte potrebe prekidanja zida za npr. pješački pristup . Zbog navedenog se na većim gradskim avenijama grade pješački mostovi koji su konstruirani tako da prelaze prometnu infrastrukturu.
- Potreba za izvedbom pristupa/izlaza u nuždi na svakih cca (250-300) m dodatno poskupljuje izvedbu.
- Potreba za izvedbom prekida odvodnje otpadnih voda s prometnice.

- Izvedba zida za zaštitu od buke u određenim slučajevima ograničava buduće projekte rekonstrukcije prometne infrastrukture.
- Prilikom viših visina zida zbog nedostatka prirodnog strujanja zrak, uslijed vremenskih utjecaja, moguće su lokalno povišene koncentracije plinova od izgaranja motora.
- Uklapanje zida za zaštitu od buke u krajobraz u pravilu zahtijeva dodatne troškove što povećava cijenu zaštite od buke.

Iskustva iz primjene

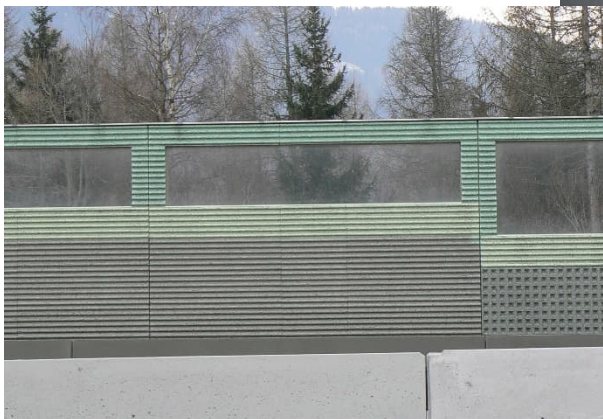
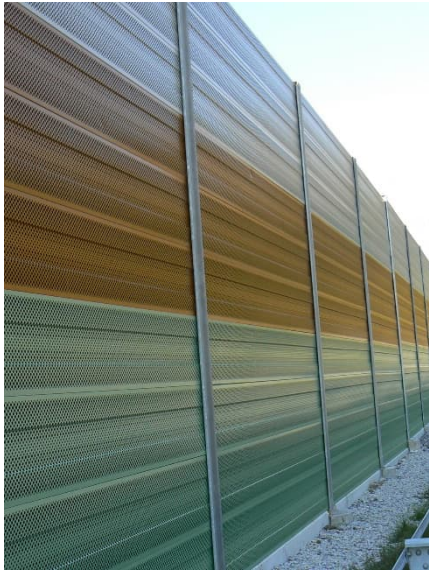
Cijena izvedbe u bitnome ovisi o ukupnoj površini zida za zaštite od buke, maksimalnim visinama zida za zaštitu od buke koji određuju najstrože kriterije temeljenja, odabir materijala za akustičke platice i sl.

- Za jednostavne instalacije zida za zaštitu od buke do visine 4 m dostupni su podaci:
 - [RH] Temeljem iskustva projektanata prosječna cijena izvedenog zida za zaštitu od buke po m² s standardnim materijalima kreće se u rasponu od (220-250) EUR/m².
 - [SILENCE] 300 EUR/m² za zid za zaštitu od buke do visine 4 m.
 - [CEDR] 400 EUR/m² za zid za zaštitu od buke do visine 4 m.
- Godišnji trošak održavanja zida za zaštitu od buke do visine 4 m iznosi (15-20) EUR/m² sa životnim vijekom (20-30) godina.
- Za instalacije zida za zaštitu od buke do visine 8 m dostupni su podaci:
 - [EPDHK] (450-650) EUR/m² za zid za zaštitu od buke do visine 8 m.
 - [QCITY] (300-800) EUR/m² za zid za zaštitu od buke do visine 5 m (visoko apsorbirajući zid za zaštitu od buke).
- Za instalacije zida za zaštitu od buke do visine 8 m temeljeni na pilotima dostupni su podaci:
 - [EPDHK] (650-900) EUR/m² za zid za zaštitu od buke do visine 8 m.
- Za izgradnju zidova za zaštitu od buke u obliku (polu)tunela dostupni su podaci:
 - [EPDHK] (900-1600) EUR/m².

5.1.9. Zidovi za zaštite od buke – razni materijali

Za izgradnju standardnog zida za zaštitu od buke u skladu s standardnim tehničkim zahtjevima, odabir materijala od koje će biti izgrađen nije kritičan. Međutim, za sniženje buke za više od 12 dB i sa akustičke točke gledišta, izbor materijala postaje bitan. Važno je napomenuti da odabir materijala može igrati glavnu ulogu u pitanjima kao što su uklapanje zida u krajobraz, održavanje istog kao i zaštita okoliša.

- Različiti materijali se koriste za izgradnju zidova za zaštitu od buke mogu biti metal, beton, drvo, staklo, plastika, keramika, reciklirani građevinski materijali i sl.





Slika 15. Prikazi izvedbe zidova za zaštitu od buke od raznih materijala

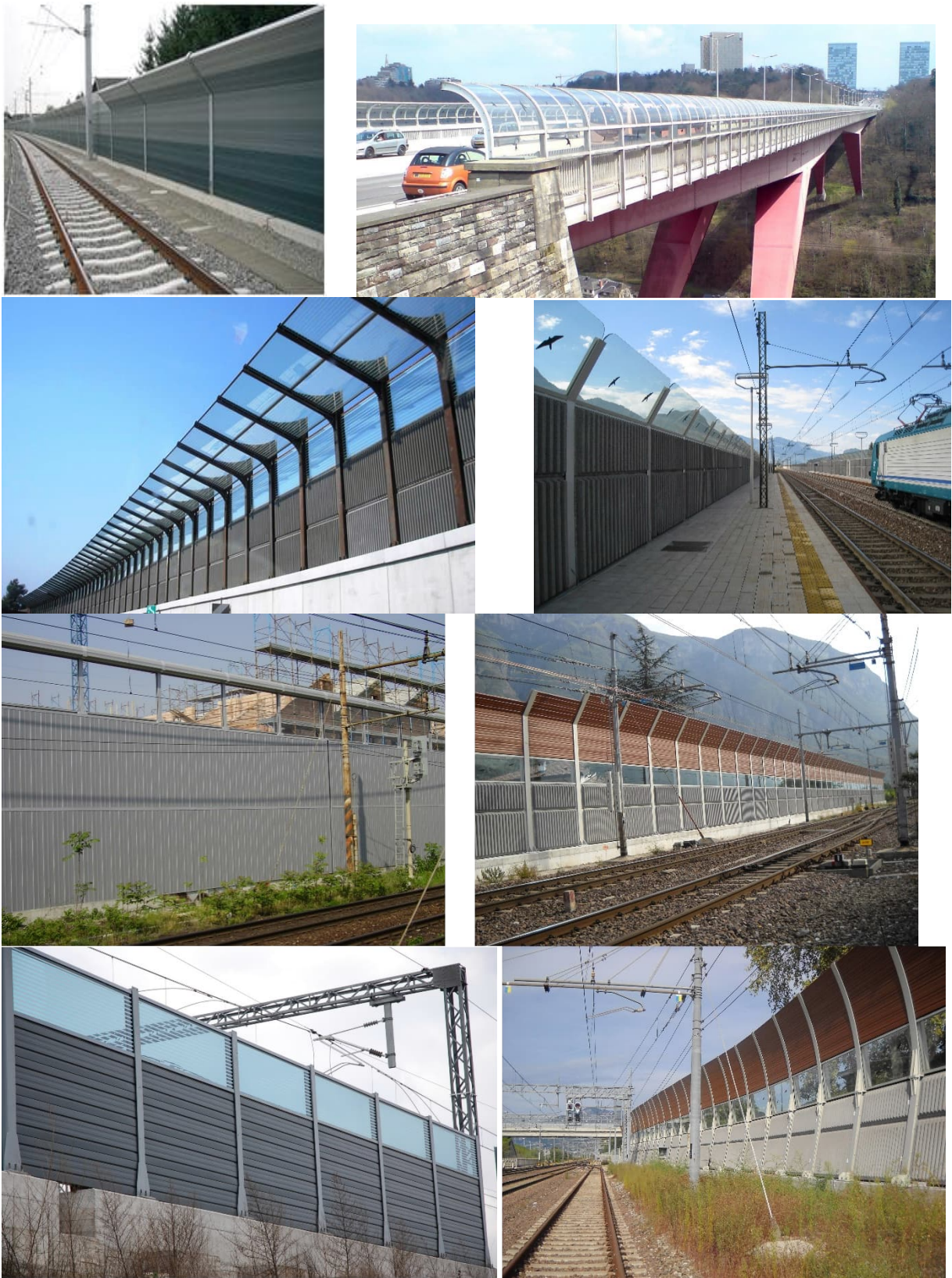
Zidovi za zaštitu od buke mogu smanjiti razinu buke bilo upijajući energiju zvuka (efekt apsorpcije zvuka), bilo reflektirajući zvučni val u suprotnom smjeru od smjera najosjetljivijih točaka imisije (efekt refleksije vala) kao i prisiljavajući zvučni val na savladavanje dužeg puta, preko ili okolo zidova za zaštitu od buke (efekt difrakcije zvučnog vala).

Zidovi sa apsorpcijskom površinom usmjerenom prema izvoru buke su učinkovitiji, te je manje vjerojatno da će proizvesti neočekivane rezultate, ali je potrebno znati da su ovi materijali nešto skuplji od konvencionalnih materijala. Korištenje zidova za zaštitu od buke od transparentnih materijala primarno se koriste u slučajevima kada je poželjno zadržati kontakt s okolinom radi očuvanja krajobraza, kako sa strane korisnika npr. prometne infrastrukture tako i sa strane stanovništva koje se štiti od buke. Prilikom korištenja ovih materijala potrebno je obratiti pažnju na moguće probleme s reflektiranim zvučnim valovima.

5.1.10. Zidovi za zaštite od buke – razni oblici

Zidove za zaštitu od buke koji po svojoj konstrukciji odudaraju od klasične konstrukcije „zida“ uvijek treba razmatrati sa dvije strane koje obavljaju različite funkcije. Površina i sastav zida koji primarno određuje akustičku funkciju zida, dok oblik zida, boje i tipovi vanjske površine značajno utječu na uklapanje u krajobraz i u urbanu integraciju.

- **Konzolne konstrukcije zidova za zaštitu od buke** koje s svojom geometrijom (zakošene platice na vrhu zida) osiguravaju dodatni učinak ogiba zvučnog vala te sa time povećavaju uneseno prigušenje buke.



Slika 16. Prikaz konzolnih konstrukcija zida za zaštitu od buke

- **Disperzivni zidovi za zaštitu od buke** koji po svojoj konstrukciji imaju različite površinske kutove čime se osigurava refleksija zvuka u željenom smjeru, na primjer u suprotnom smjeru od

osjetljivih točaka imisije buke. Pravilo je da se sa zakošenjem zida od samo 7° smanjuje utjecaj neželjenih refleksija.



Slika 17. Prikaz disperzivnih konstrukcija zida za zaštitu od buke

- **Složene (polu)tunelske konstrukcije zaštite od buke.** Različita rješenja sa konzolama i tunelima koje djelomično ili potpuno prekrivaju prometnu infrastrukturu su ponekad u urbanim sredinama jedini mogući način za provedbu mjera zaštite od buke. Postoje primjeri polu-zatvorenih i potpuno zatvorenih tunela.



Slika 18. Prikaz složenih (polu)tunelskih konstrukcija zaštite od buke

Učinkovitost ovakvih konstrukcija je iznimno visoka, s prigušenjem buke do 25 dB, no međutim također su troškovi izvedbe ovakvih konstrukcija iznimno visoki u rasponu (2000-4000) EUR/m² [QCITY].

Ostakljeni zidovi za zaštitu od buke na mjestu imisije uglavnom se grade na samim zgradama na kojima se nalaze imisijske točke izloženih buci prometne infrastrukture. Stakleni transparentni pokrovi se postavljaju kao zaseban sloj zvučne izolacije ispred prostorija namjene kao što su spavaća soba, dnevni boravak i po mogućnosti na pročeljima višekatnih stambenih zgrada.

- Relativno je jednostavno projektirati dobru potporu u nosivim zidovima zgrade, imajući u vidu veliku visinu potrebnu za pokrivanje višekata čime se posebno osigurava pogona mikro klima oko građevine.
- Mogućnost „zatvaranja“ zgrada U-oblika sa ostakljenim zidom nalik na zavjesu (koja može biti više od 20 metara visoka) je vrlo dobra mjera u urbanim područjima, čija učinkovitost ovisi jedino o potrebi propusta za prolazak stanovnika.

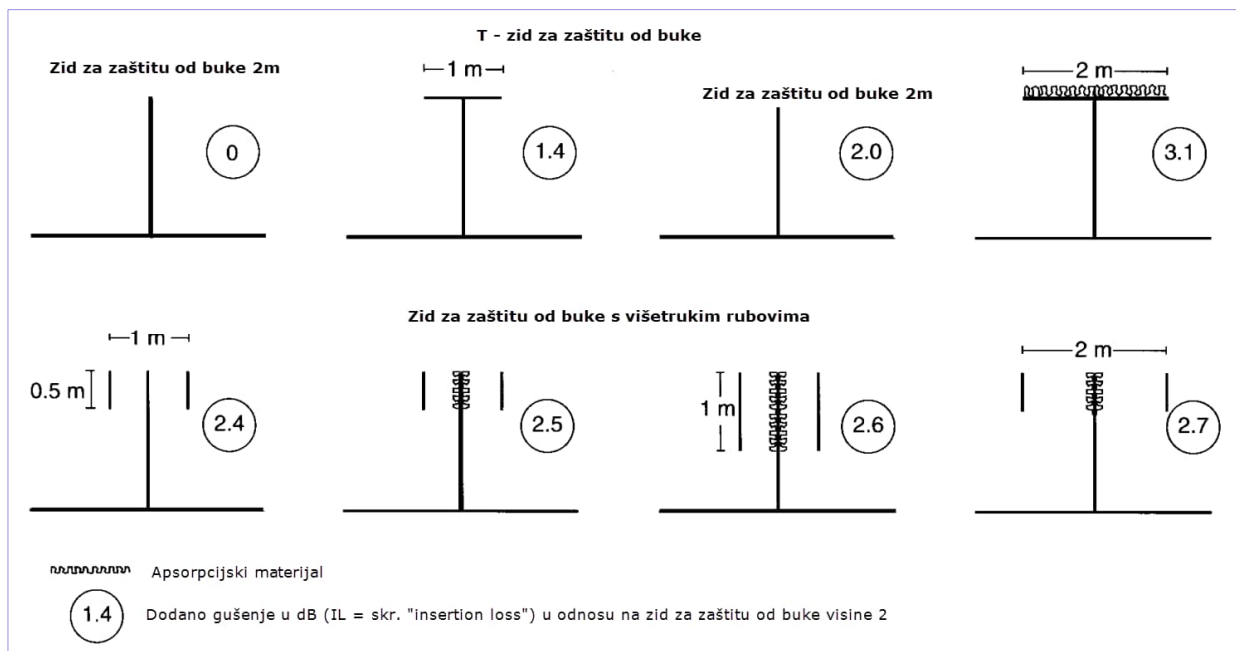


Slika 19. Prikaz ostakljenih zidova za zaštitu od buke

5.1.1.1. Zidovi za zaštite od buke – akustički elementi

Učinkovitost standardnog ravnog zida za zaštitu od buke jednake visine može se poboljšati uvođenjem dodatnog difrakcijskog ruba na vrhu zida, tj. dodavanjem raznih akustičkih elemenata. Samim time, navedeni elementi poboljšavaju i uneseno prigušenje buke zida. Oblik, veličina i materijal akustičkog elementa ima bitnu ulogu u vertikalnoj difrakciji zvučnog vala, te je do danas isprobano niz oblika elemenata koji se koriste za zidove za zaštitu od buke, kao što su npr. T-vrh, Y-vrh sa višestrukim rubom, vrh sa zupčastim rubom, vrh sa cilindričnim rubom, itd. Svi akustički elementi su projektirani da povećaju broj difrakcija i refleksija zvučnog vala te samim time smanjuju energiju direktnog zvučnog vala na mjestu imisije. Dodatna učinkovitost se osigurava, ukoliko se za izradu akustičkih elemenata koriste apsorpcijski materijali koji dodatno apsorbiraju zvuk na vrhu zida.

- Učinkovitost.
 - T-vrh. Dodatna učinkovitost (2-3) dB u odnosu na ravan zid jednake visine (2 m).
 - Y-vrh sa višestrukim rubovima Y oblika. Učinkovitije je ako su materijali koji apsorbiraju zvuk usmjereni prema izvoru zvuka. Dodatna učinkovitost (1-3) dB u odnosu na ravan zid jednake visine (2 m).
 - Vrh sa zupčastim rubom. Dodatna učinkovitost (2-3) dB u odnosu na ravan zid jednake visine (2 m).
 - Apsorpcijski vrh sa cilindričnim rubovima. Dodatna učinkovitost (3-4) dB u odnosu na ravan zid jednake visine (2 m).
- Trošak cilindričnog vrha [QCITY] sa promjerom većim od 0,5 m, (200-400) EUR/m¹.



Slika 20. Prikaz izvedbe zidova za zaštitu od buke s akustičkim elementima



Slika 21. Prikaz akustičkog elementa

5.1.12. „Zeleni“ i „živi“ zidovi za zaštitu od buke

Zemljani nasipi, posebno uz prometnu infrastrukturu imaju sličan učinak kao i zidovi za zaštitu od buke, ali potpuno različite inženjerske izazove kao i troškovne stavke pa se mogu razmatrati odvojeno od standardnih zidova za zaštitu od buke. Ostali objekti za zaštitu od buke koji se koriste kao prepreke u širenju zvuka zapravo rade na istim fizikalnim načelima ali se mogu koristiti u različitim primjenama, ne samo kod linijskih izvora buke.

Bilo koja vegetacija ne smatra se pogodnom zaštitom od buke jer sama po sebi neće osigurati nikakvo snižavanje imisije buke ukoliko vegetacija nije iznimno gusta s određenom visinom, dužinom i dubinom, a takvi nasadi se gotovo nigdje ne sade poradi zaštite od buke. Unutar gradskih područja sa mješovitom namjenom postoji nekoliko mogućnosti gdje bi sadnja biljaka mogla poboljšati kvalitetu zraka uz zanemarivo snižavanje razina buke.

Teoretski, gusta vegetacija snižava razina buke kroz apsorpciju buke (lišće, granje i ostali meki materijali) kao i kroz disperziju zvučnih valova (deblje grane, stabla). Sukladno tome, ovisno o godišnjem dobu i vrsti vegetacije, razina snižavanja buke može se u bitnome mijenjati.

- Iznimno gusta vegetacija (šuma i grmlje) od 10 m dubine, visine cca (3-4) m može omogućiti snižavanje buke od (1-3) dB.
- [KOTZEN] - zabilježeno je sniženje buke u niskom (< 250 Hz) i visokom (> 1 kHz) frekvencijskom pojasu. U srednjem frekvencijskom pojasu nisu zabilježena bitna sniženja razina buke.
- Drugi autori potvrđuju da je potrebno 30 m guste vegetacije s učinkovitim zaklanjanjem pogleda može sniziti razine buke do 5 dB.
- Približni trošak – cca 300 EUR/m'.

Međutim kada se u literaturi govori o „zelenim“ zidovima za zaštitu od buke, to se također odnosi i na zaštitu od buke uklopljenu u krajobraz, koja ne samo da je estetski atraktivna već pruža bitne psihološke i objektivne pogodnosti prilikom doživljaja snižavanja buke. Vrste (tipovi) „zelenih“ zidova mogu se grupirati kao:

- prije spomenuta gusta vegetacija grmlja i drveća koja može psihološki utjecati na svijest o prisutnosti prometne infrastrukture, uklanjanjem izvora buke iz vidokruga na mjestu imisije.
- „ozelenjeni“ zidovi za zaštitu od buke raznim biljnim materijalom bitno se bolje uklapaju u krajobraz. „Ozelenjena“ strana zida prema izvoru buke u pravilu ima poboljšana apsorpcijska svojstva, dok „ozelenjena“ strana zida prema mjestu imisije može u bitnome pridonijeti vizualnom utjecaju objekata koji se štite od buke.
- U određenim tehničkim rješenjima, vegetacija može dati dodatnu stabilnost i potporu zemljanom nasipu.

Primjeri i iskustva

- [KOTZEN] - London. Biljka „*Lonicera nitida*“ je uz potpornu mrežu korištena za pojačanje vanjske strukture, kao lice i naličje „zelenog“ zida u Thames Parku. To je gusta, brzo rastuća alternativa grmlju.



Slika 22. Prikaz izvedbe „ozelenjenog“ zida za zaštitu od buke

5.1.13. Vertikalno i horizontalno uklapanje cestovnog prometa

U ovoj grupi mjera koji se prvenstveno koriste prilikom izgradnje prometne infrastrukture, pretpostavlja se da samo projektno rješenje infrastrukture u odnosu na okolni teren, čini teren kao zaštitu od buke:

- Iako nije uobičajeno u gradskim sredinama, zemljani nasipi (berme) mogu biti vrlo atraktivno rješenje gdje ima dovoljno prostora jer je prometna infrastruktura smještena između paralelnih zemljanih nasipa. Kod nekih su potrebni opsežni zemljani radovi. Za vrijeme izgradnje prometnica, ova mjera zaštite od buke se može graditi od viška materijala iz iskopa uz zanemariv trošak. U nekim slučajevima, središte nasipa može biti ispunjeno alternativnim materijalima (na primjer recikliranim gumama) kako bi se smanjili troškovi. Dizajn nasipa treba biti u skladu s lokalnim krajobrazom i topografijom, te se ipak većinom ne može primijeniti u gradovima.
- Učinkovitost - razina zaštite od buke koju pružaju zemljani nasipi ovisi o kombinaciji visine, širine kao i nagiba nasipa, posebno kada je linijski izvor buke smješten na dnu zemljanog usjeka jer smještaj izvora buke na dnu usjeka utječe na izravan put zvučnog vala između izvora i točke imisije. Određene studije navode da se kod pružnog prometa mogu dogoditi višestruke refleksije između stranica usjeka stranica teretnih vagona, što se posebno ističe kod usjeka koji su izgrađeni od reflektirajućih materijala (npr. betonski podzidi ili sl.).
- Djelomično ili potpuno prekrivanje prometne infrastrukture sa usječenim kosinama koristeći tunele, podvožnjake ili (polucijevi). Sa stajališta učinkovitosti zaštite od buke najzanimljivije rješenje je potpuno oblaganje takvih infrastrukture dok se ne dobije tunnel ali su troškovi takvih mjera iznimno visoki.

Primjeri i iskustva

Kanada. Britanska Kolumbija, Ministarstvo prometa i autocesta (1997).

- Učinkovitost zemljanih bermi je 2 dB manja nego zidova za zaštitu od buke iste visine na istoj poziciji. Berme sa visoko zvučno apsorpcijskom površinom će (4-5) dB bolje štititi od normalnih travnatih površina.
- Zabilježeno je da će se učinci zaštite od buke zemljanih berma poboljšati kroz korištenje niskih zidova za zaštitu od buke na vrhu berme.
- Najveće sniženje buke, 10 dB, postignuto je kod 3 m visoke berme sa nagibom 3:1 i zidom za zaštitu od buke visine 1 m, smješten na vrhu berme.
- Zemljana berma visine 2.5 m s zidovima za zaštitu od buke višestruke visine 0.5 m osiguralo je zaštitu od buke sličnu ili veću od zemljane berme visine 5 m bez zida za zaštitu od buke.
- Barcelona [DRI] - autocesta u usjeku djelomično je pokrivena sa strane ceste sa visoko apsorpcijskim betonskim platicama, koje se konzolno nadvišuju nad prometnicu uz sniženje buke od (15-25) dB.

5.1.14. Mješovite konstrukcije zaštite od buke

Mješovite konstrukcije zaštite od buke su npr.: rješenja proizašla iz kombinacije zemljanih bermi i zidovi za zaštitu od buke na vrhu, na primjer sa biljnim elementima okruženja zemljišta, i sl.).

- Pozitivna komplementarnost.
- Optimalni zidovi za zaštitu od buke smješteni na vrhu brežuljkastih terena ili na vrhu usjeka.
- Izgradnja apsorbirajućih zidova za zaštitu od buke ili rekonstrukcija s apsorpcijskim platicama betonskih podzida s ciljem snižavanja broja refleksija.
- Mješovitost različitih konstrukcija može unijeti dodatnu potporu i stabilnost zemljanim nasipima.

Primjeri i iskustva

Uključuju efekt slične „probijanju zvučnog zida“ kod tunelskih portala kada brza vozila ili vlakovi ulaze/izlaze iz tunela. Sekundarni izvori buke zahtijevaju sniženje buke kroz posebna projektna rješenja tunelskih otvora/portala s apsorpcijskim oblogama.

5.1.15. Zgrade ne-stambene namjene koje se koriste za zaštitu od buke

Zgrade i drugi građevni objekti mogu učinkovito služiti kao zaštita od buke, poglavito kada štite susjedne objekte na buku osjetljive namjene od npr. buke prometne infrastrukture. U pravilu se ova mjera upravljanja bukom koristi na razini razrade prostorno planske dokumentacije. Konceptijski ova mjera se sastoji od zaštite na buku osjetljivih objekata smještajem ostalih zgrada kao što su komercijalne svrhe, uredi, rekreativna područja višekatni objekt za parking i sl. Razine snižavanja buke koje se mogu postići ovim mjerama ovise o veličini zgrade, udaljenosti među zgradama, i ostalim topografskim elementima. Sustavni uvođenjem zaštite od buke na razini detaljnih planova uređenja moguće je osigurati da tlocrt, visina, dizajn u bitnome minimizira utjecaj buke na stambene prostore.

Primjeri i iskustva

- Nizozemska - Sporenboog (Funenpark) Amsterdam je klasičan primjer korištenja visoke zgrade kao prostorno planske mjere zaštite od buke, s sniženjem buke do 20 dB.



Slika 23. Sporenboog (Funenpark) Amsterdam

6. UPRAVLJANJE BUKOM ŽELJEZNIČKOG PROMETA

Glavni izvor buke željezničkog prometa smatra se buka kotrljanja teretnih vagona, odnosno dodir kotača vagona s tračnicama. Sekundarni izvor po važnosti je buka pogonskih jedinica (pri manjim brzinama) i aerodinamična komponenta buke (vlakovi s većim brzinama). Tercijarni izvor buke po važnosti smatra se tzv. „cviljenje“ prilikom kočenja pružnih vozila. Važnost pojedinih komponenata buke u ovisnosti o brzini kretanja pružnog vozila prikazuje Tablica 17.

Tablica 17. Važnost pojedinih komponenata buke u ovisnosti o brzini kretanja pružnog vozila

Izvor buke	V < 60 km/h	60 km/h < V < 250 km/h	Željeznička stanica	Upravljanje vlakom
Kotrljanje	važno	vrlo važno	važno	manje važno
Pogonska jedinica i pomoćni sustavi	vrlo važno	važno	vrlo važno	vrlo važno
Aerodinamika	manje važno	manje važno	manje važno	manje važno
Cviljenje	važno	manje važno	vrlo važno	vrlo važno
Kočenje	važno	manje važno	vrlo važno	vrlo važno

Buka koja nastaje prilikom dodira kotača i tračnica može se smanjiti kočnicama s kompozitnim blokovima (teretni vagoni), elastičnim ovjesom kotača ili prigušivačima ugrađenim izravno na kotače, dok se ukupna buka željezničkog prometa smanjuje elastičnim tračničkim podlogama i kombinacijom zidova za zaštitu od buke različitih visina. Sustavima bočnog podmazivanja vozila može se izbjeći buka cviljenja i kočenja (u širokoj je upotrebi kod tramvajskog prometa), međutim najučinkovitija mjera za smanjenje emisije buke koja potječe od komponente jest zamjena kočnica teretnih vagona s kočnicama s kompozitnim blokovima.

Smanjenje buke u željezničkom prometu može se klasificirati kroz slijedeće 2 glavne grupe mjera upravljanja bukom:

- Grupa 1: Smanjenje buke na izvoru uz nadzor emisije buke prilikom interakcije kotača i tračnice
- Grupa 2: Nadzor i smanjenje buke željezničkog prometa

6.1. Opis najčešćih mjera upravljanja bukom

Mjere upravljanja bukom globalno su podijeljene u tri razine, na način da su mjere upravljanjem bukom grupirane po kategoriji i načinu primjene svake od navedene mjere. Na opisani način omogućena je analiza primjenjivosti mjera po područjima upravljanja bukom, čime će se osigurati potrebna razina informacija za daljnje odlučivanje, kao i za informaciju za javnost. Mjere su podijeljene na 3 razine:

Razina 1 – Krovna grupa mjera upravljanja bukom (Oznaka grupe tipa 1., 2. odnosno 3.)

Razina 2 – Pojedinačna kategorija mjera upravljanja bukom unutar svake krovne grupe mjera (Oznaka kategorije unutar svake grupe sadržava oznaku grupe i oznaku kategorije tipa 1.x., 2.x odnosno 3.x).

Razina 3 – Mjera upravljanja bukom unutar svake pojedinačne kategorije mjera (Oznaka mjere sadržava oznaku grupe, kategorije tipa 1.x.y., 2.x.y. odnosno 3.x.y.)

Temeljem opisane metodologije analize mjera upravljanja bukom željezničkog prometa, iste su podijeljene prema podjeli koju prikazuje Tablica 18.

Tablica 18. Mjere upravljanja bukom željezničkog prometa

Oznaka grupe	Oznaka kategorije	Oznaka mjere	Opis
P1.			SMANJENJE BUKE NA IZVORU UZ NADZOR EMISIJE BUKE PRILIKOM INTERAKCIJE KOTAČA I TRAČNICE
	P1.1.		Mjere upravljanja bukom cviljenja, škripanja i proklizavanja
	P1.2.		Mjere upravljanja voznim parkom – održavanje i poboljšanje kotača
	P1.3.		Infrastrukturne mjere upravljanja bukom održavanjem tračnica
	P1.4.		Upravljanje željezničkim prometom
		P1.4.1.	Ograničavanje brzine prolaska vlakova kroz određene dionice noću
		P1.4.2.	Upravljanje željezničkim prometom s teretnim vlakovima s dizel lokomotivom
P2.			ZIDOVI ZA ZAŠTITU OD BUKE I MJERE UPRAVLJANJA BUKOM NA PUTU ŠIRENJA BUKE
	P2.1.		Zidovi za zaštite od buke – razni materijali
	P2.2.		Zidovi za zaštite od buke – razni oblici
	P2.3.		Zidovi za zaštite od buke – akustički elementi
	P2.4.		Zidovi za zaštitu od buke nižih visina
P3.			ALTERNATIVNA ZAŠTITA U ODNOSU NA ZIDOVE ZA ZAŠTITU OD BUKE
	P3.1.		„Zeleni“ i „živi“ zidovi za zaštitu od buke
	P3.2.		Vertikalno i horizontalno uklapanje cestovnog i pružnog prometa
	P3.3.		Mješovite konstrukcije zaštite od buke
	P3.4.		Zgrade ne-stambene namjene koje se koriste za zaštitu od buke

6.1.1. Snižavanje buke na izvoru pri interakciji kotača i tračnice – tip I

Uz izuzetak buke od dizelskih motora koji rade pri punom opterećenju, glavni izvor buke željezničkog prometa proizlazi iz interakcije kotača s željezničkim tračnicama koje su izazvane vibracijama na hrapavoj kontaktnoj površini. Navedenu komponentu buke nazivamo „buka kotrljanja“. Emisijska razina ove komponente buke ovisi o mnogim faktorima, a posebno o:

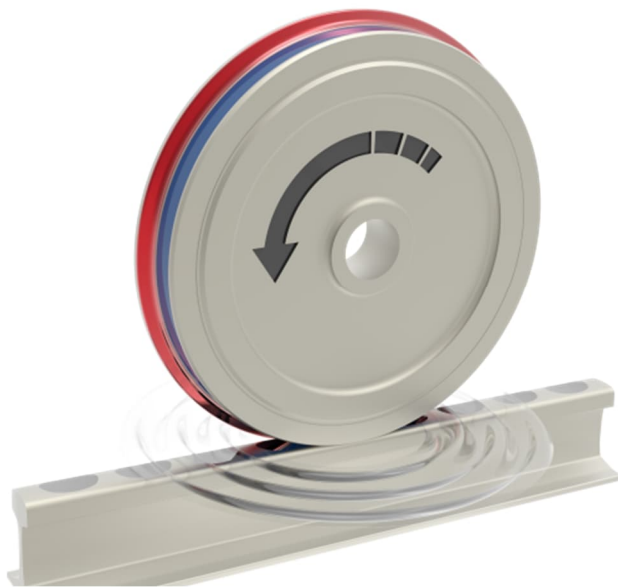
- brzini kretanja vozila,
- broju osovina i kotača, i

- vrsti sustava za kočenje.

Zamjena starih i dotrajalih vlakova s novim vlakovima isključivo zbog poboljšanja u emisiji buke predstavlja veliki financijski izdatak i jako se rijetko provodi. Međutim, pojačano održavanje može imati glavnu ulogu u smanjenju buke na izvoru. Više emisijske razine buke kotrljanja proizlaze iz nepravilnosti razmaka kotača i tračničke glave (hrapavost), pa se smanjenje buke na izvoru prilikom interakcije kotača i tračnice provodi:

- smanjenjem ili kontrolom hrapavosti kotača i/ili tračnice (hrapavost tračnica može se kontrolirati održavanjem – brušenjem tračnica),
- smanjenjem efekta „spljoštenih kotača i nabora tračnica“ kroz zamjenu kočničkih blokova od lijevanog željeza na postojećim teretnim vagonima s kompozitnim kočničkim blokovima ili disk kočnica koje će značajno poboljšati kontaktnu površinu kotača u vožnji i izravno smanjiti emisijske razine buke,
- podmazivanjem kotača na terenu smanjuje se klizni kontakt prirubnica kotača o tračnice što u pravilu rezultira škripom prirubnica,
- usvajanje tehnika vibro-akustičke izolacije tračnica kroz primjenu željezničkih zaklopki (0-3 dB) i amortizera kotača.

Trenutačno se procjenjuje da postojanje učinaka „spljoštenih kotača i nabora tračnica“, te hrapavost tračnica i kotača povećava emisijske razine buke za (10–20) dB. Iz tog razloga je smanjenje buke na izvoru uz nadzor emisije buke prilikom interakcije kotača i tračnica izuzetno bitno.



Slika 24. Prikaz interakcije kotača i tračnica

6.1.2. Snižavanje buke na izvoru pri interakciji kotača i tračnice – tip 2

Buka cviljenja, poglavito u zavojima, povremeno se javlja kada pružno vozilo s dvije paralelne (bezpogonske) osovine na istom podvozju prolaze kroz uske zavoje pri malim brzinama. Karakterizira je uska frekvencija emisije buke od oko 4 kHz. Takva tonalna komponenta buke može biti vrlo neugodna i izazvati mnogo smetnji uzrokovane bukom. Izvor ove buke pripisuje se kontaktu kotača i tračnica što izaziva vibracije od trenja na samom kontaktu, što pak uzrokuje oscilacije tračnica i kotača.

Buka škripanja ima identično porijeklo kao i buka izazvana zavojima malih radijusa. Sustavi u urbanim sredinama najčešće imaju uže zavoje i više problema sa škripom u zavojima te ih također karakterizira tonalna komponenta buke.

Buka prirubnica nije tonska i povezana je s frikcijom prirubnice kotača i kuta tračnice. Cilj ove mjere upravljanja bukom je izbjeći škripanje ili barem smanjiti njihovo trajanje i jačinu. Zato se najčešće koriste maziva ili modifikatori trenja koji smanjuju trenje na samom kutu tračnice, te smanjuje emisiju buku za (5–20) dB.

Karakteristični primjeri mjera upravljanja bukom cviljenja, škripanja i proklizavanja obuhvaćaju:

- primjenu maziva na vrhove tračnica uz dodatnu brigu o mogućim problemima priranja kod vuče i kočenja,

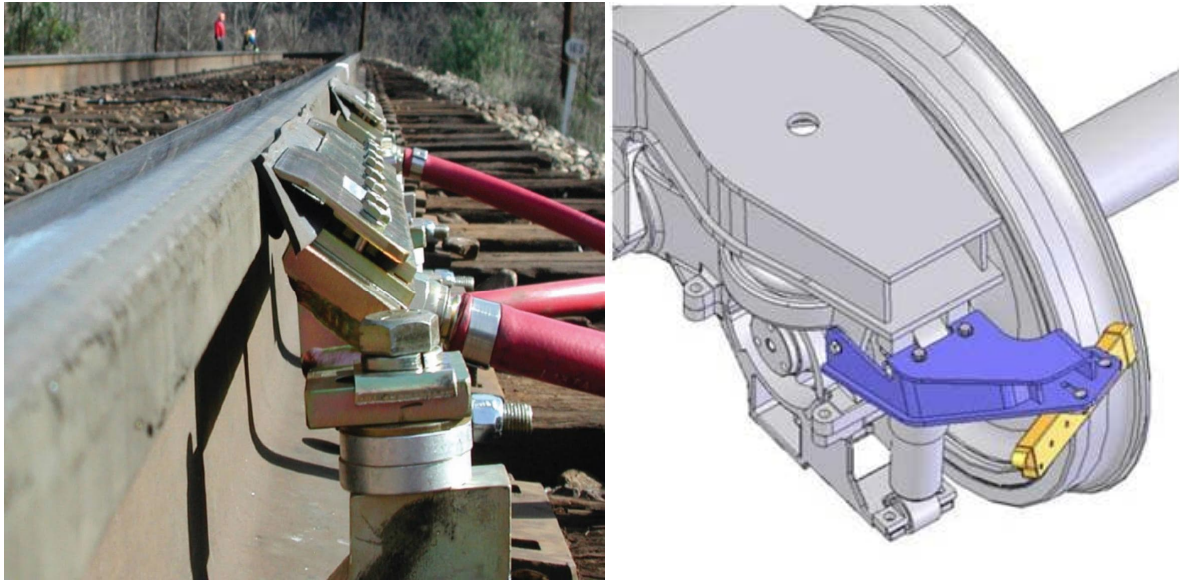


Slika 25. Prikaz ugrađenog sustava za primjenu maziva ²⁷

- primjenu modifikatora trenja s ciljem bolje kontrole trenja na vrhu tračnice. Ova mjera može biti vrlo učinkovita ali zahtjeva čestu primjenu koja se najčešće postiže kroz automatske aplikatore na samom kolosijeku.

Obje navedene mjere mogu biti ugrađene na tračnicama i na sustavima na vozilima i pokazale su se vrlo učinkovitim jer smanjuju buku za (5–20) dB.

²⁷ <http://www.elpa.si>



Slika 26. Prikaz ugrađenih sustava modifikatora trenja ²⁸

- zalijevanje vodom dodirnih površina kotač/tračnica neposredno prije prolaska vlakova kroz automatske aplikatore,



Slika 27. Prikaz ugrađenog sustava za zalijevanje vodom dodirnih površina

- amortizeri na kotačima također smanjuju buku škripanja (iako smanjenje buke škripanja u zavojima uglavnom nije glavni cilj ugradnje amortizera).

²⁸ <http://www.dipostel.fr>



Slika 28. Prikaz ugrađenog sustava amortizera na kotačima ²⁹

Primjeri i iskustva

- sustavi za podmazivanje montirani na tračnicama
 - UIC testovi na željezničkoj postaji u Bernu (Švicarska) na pruzi s radijusom zakrivljenosti 180,0 m, tonalna komponenta buke od oko 5,0 kHz je snižena za 11 dB dok je prosječno trajanje bučnog događaja škripanja skraćeno s 9 sekundi na 1 sekundu.
 - UIC testovi na željezničkoj postaji u Njemačkoj (German Konjunktur programm II; DB Netze 2012) primijenjeni su na nekoliko zavoja s radijusima od (300-500) m. Maksimalne vršne terčne razine su snižena za cca 20 dB s napomenom da testovi kočenja nisu ukazali na produženje puta kočenja zbog podmazivanja. Potrebno je određen standard održavanja jer je potrebno osigurati punjenje tekućine za podmazivanje na licu mjesta i električna energija mora biti dostupna na licu mjesta. U posljednje vrijeme prisutne su izvedbe s solarnim napajanjem koje učinkovito rješavaju navedenu potrebu.
 - procijenjeni trošak ugradnje po jediničnom uređaju cca 5.000 EUR.
- modifikator sustava trenja ugrađen na tračnicama
 - primjer iz Portugala [Alarcão 2010] – sa sustavom Elpa CL-E1 ³⁰ i modifikatorom trenja KL-trinAl³¹ učinak sniženja buke iznosio je (3-10) dB, ovisno o vrsti pružnih vozila. Na frekvencijama iznad 3 kHz, prosječno sniženje vršnih razina je bilo oko 20 dB.
 - procijenjeni trošak ugradnje po jediničnom sustavu cca 26000 EUR uz godišnje troškove održavanja cca 5000 EUR (radijus zakrivljenosti 500 m), te prosječnu trajnost sustava od 13-15 godina.
- vodeni sprej
 - Fremantle Port, Perth (Australija)– 600,0 metara dugačak sustav propusti vodu iz slavine 10-tak sekundi prije prolaska vlaka. – rezultati su zadovoljavajući i nema potrebe za dodavanjem tvari u vodu kako bi se poboljšalo trenje.
- modifikator sustava trenja ugrađen na vozilo
 - trošak modifikatora sustava trenja ugrađenog na vozilo iznosi 20.000 EUR po vlaku,
 - potrebne je napraviti ugradnju na vozilu (< 3.000 EUR),
 - održavanje u stanici je jednostavno, a upotreba maziva je ograničena na iste krivine,

²⁹ http://www.bochumer-verein.de/en-US/products/wheel_vibration_absorbers/Pages/default.aspx

³⁰ http://www.elpa.si/pc6/cl_e1_top_devices_for_rails

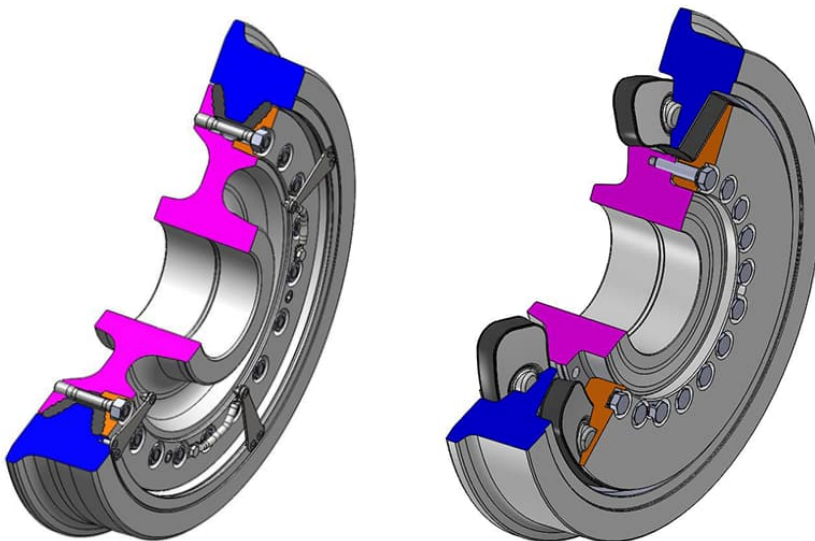
³¹ http://www.elpa.si/kl_trin_al

- troškovi održavanja modifikatora sustava trenja ugrađenog na vozilu iznose 3.600 EUR po vlaku,
- trajnost modifikatora sustava trenja ugrađenog na vozilu iznosi 15 godina,
- nije moguća primjena kod teretnih vagona,
- negativne posljedice na okoliš – onečišćenje uz tračnice.

6.1.3. Snižavanje buke na izvoru pri interakciji kotača i tračnice – tip 3

Mjere upravljanja bukom vezane uz pružna vozila imaju najbolji omjer troškova i koristi, djelomično zbog toga jer posljedice tih mjera pokrivaju cijelu željezničku mrežu. Iz navedenih razloga je npr. mjera zamjene postojećih kočnica s kočničkim blokovima od lijevanog željeza s kompozitnim blok-kočnicama mjera s najvišim prioritetom diljem cijele Evrope. Od ostalih mjera koje pomažu u smanjenju buke najčešće se primjenjuju mjere koje u bitnome utječu na smanjenje vibracija kotača bilo kroz instalaciju nove opreme ili zamjenu postojeće³²:

- **elastični kotači (engl. „resilient wheels“)** – mogu smanjiti kako zračnu komponentu buke te kroz snižavanje vibracija poboljšati kvalitetu vožnje, te biti vrlo učinkoviti kod smanjenja buke u uskim zavojima³³.



Slika 29. Karakterističan prikaz dvije izvedbe elastičnih kotača³⁴

- **prigušnici vibracija kotača (engl. „wheel dampers“)** – u pravilu korištenje prigušenja na kotačima karakteristično je za tzv. „lake željeznice“ ili tramvajska pružna vozila, no u posljednje vrijeme prisutna su i iskustva na nagibnim vlakovima (Pendolino, Finska, 2009.g.). U pravilu se koriste razne verzije prigušnica kotača, npr. tanjuraste prigušnice koje prigušuju vibracije i apsorbiraju zračnu komponentu, „sandwich“ prigušnice koje su zapravo set slojevitih prigušnica montiranih na kotač,

³² European Parliament, Directorate General for Internal Policies. Structural and Cohesion Policies Transport and Tourism <http://www.europarl.europa.eu/studies>

³³ <http://www.wheels-world.com/Wheels/?Show=Photos&AlbumID=1>

³⁴ <http://www.ghh-bonatrans.com/en/products-and-services/wheels/>

prstenaste prigušnice koje su pričvršćene u utor kotača, frikcijske prigušnice koje se sastoje od sloja metalnih ploča koje proizvode energiju trenja dok prigušuju vibracije kotača itd.

Prilikom korištenja ove mjere treba razmotriti međusobni utjecaj prigušnika vibracija kotača i prigušnika (apsorbera) buke na tračnicama radi optimalnog učinka cijelog sustava.

- Učinkovitost prigušnika povećava se s brzinom vlakova, smanjenje buke iznosi (2-5) dB na brzinama (160-250) km/h. Na teretnim vlakovima s visoko elastičnim materijalima, zabilježeno je sniženje buke (1-2) dB.
- Procijenjeni trošak cca 27000 EUR po vozilu, uz godišnji trošak održavanja cca 400 EUR po vozilu te standardnim radnim vijekom trajanja do 20 godina.
- **perforiranje kotača** – pokazalo se relativno neučinkovito za masovnu uporabu s obzirom na povezani trošak provedbe.



Slika 30. Karakterističan prikaz perforiranih kotača

- **ugodeni apsorberi vibracija kotača** – podešeni na kotačima smanjuju buku (2–7) dB uz procijenjeni trošak (3000–8000) EUR po kotaču, odnosno (24000–64000) EUR po vagonu.



Slika 31. Karakterističan prikaz ugođenih apsorbera kotača

- mrežni štitnici kotača (engl. „wheel web shields“) – smanjuju zračnu komponentu buke do 9 dB.



Slika 32. Karakterističan prikaz mrežnih štitnika kotača

- **podešavanje geometrije kotača (engl. „wheel truing“)** – jedna od najvažnijih korektivnih mjera na samom kotaču jer ispravljaju lokalne neravnine na kotaču (engl. „wheel flats“³⁵) te samim time snizuju udarnu komponentu buke . Kada se koristi u kombinaciji s brušenjem tračnica može smanjiti razine buke (7–10) dB. Procjena troška iznosi cca 60 EUR/kotaču.



Slika 33. Karakterističan prikaz lokalnih neravnina na kotaču

- **Zamjena blokova (papuča) sustava kočenja** – u odnosu na blokove (papuče) od lijevanog željeza, kompozitni „K“, „L“ i „LL“ blokovi (papuče) ne pridonose dodatnoj hrapavosti kotača, čime značajno snizuju razinu buke kotrljanja.

³⁵ https://en.wikipedia.org/wiki/Flat_spot

- Preventivne mjere očuvanja kvalitete kontaktne vozne površini kotača i tračnica imaju znatan utjecaj na emisiju buke prvenstveno kroz prije naveden sustav zamjene sustava kočenja koji se temelji na blokovima (papučama) od lijevanog željeza s tri UIC grupe :
 - o **kompozitnim blok kočnice (engl. „K blocks“)** – sa visokim koeficijentom trenja i ovisnosti o brzini kretanja vozila. Zamjena blokova (papuča) od lijevanog željeza na postojećim vagonima s kompozitnim blok kočnicama zahtjeva prilagodbu sustava za kočenje vozila (tlak), pa je trošak puno viši nego zamjena s LL blok kočnicama,
 - o **„L“ blok kočnice (engl. „L blocks“)** – sa nižim koeficijentom trenja za izravnu uporabu gdje se kočnički sustav temeljen na ovim blokovima ne koristi kao primarni (tj. moguća zamjena za blokove (papuče) od lijevanog željeza na lokomotivama i dvostrukim sustavima za kočenje na putničkim vagonima);
 - o **„LL“ blok kočnice (engl. „LL blocks“)** – s sličnim koeficijentom trenja kao i blokovi (papuče) od lijevanog željeza. Za zamjenu blokova (papuča) od lijevanog željeza s “LL” papučama nije potreban set za prilagodbu kotača, te je trošak najniži.



Slika 34. Prikaz površine kotača nakon djelovanja kočnica opremljenih različitim tipom papuča (redom slijeva: blok od lijevanog željeza, LL papuča IB116, LL papuča C952-1)

- Učinkovitost kompozitnih „K“ blokova (papuča) iznosi (8-10) dB u odnosu na isto vozilo opremljeno papučama od lijevanih željeznih blokova (papuča). Trošak zamjene iznosi cca 8000 EUR/vozilu te godišnji trošak održavanje cca 400 EUR/vozilu te predviđeni rok uporabe do 40 godina.
- Učinkovitost „LL“ blokova (papuča) iznosi (7-12) dB u odnosu na isto vozilo opremljeno papučama od lijevanih željeznih blokova (papuča). Trošak zamjene iznosi cca 21000 EUR/vozilu te godišnji trošak održavanje cca 300 EUR/vozilu te predviđeni rok uporabe do 40 godina.

Primjeri i iskustva

Mjerenja buke na vlaku Airport Express, Oslo, Norveška koji je bio opremljen s tanjurastim prigušnicama na kotačima ukazala su na sniženje razina buke od 3 dB pri brzini od 200 km/h. Na teretnim vagonima na kojima su bili ugrađene različite verzije prigušnica vibracija ukazali su na sniženje razina buke od 2 dB pri brzini od 120 km/h, odnosno za 1 dB pri brzini od 80 km/h. Temeljem UIC studije ³⁶ zaključeno je da

³⁶ UIC Report „Real noise reduction of freight wagon retrofitting Supporting communication on noise reduction“

zamjena papuča sustava za kočenje osigurava minimalni akustički dobitak od 7 dB na pruzi s standardnom hrapavosti tračnica. Detaljne podatke o akustičkom dobitku ove mjere prikazuje Tablica 19.

Tablica 19. Akustički dobitak zamjene blokova (papuča) sustava za kočenje

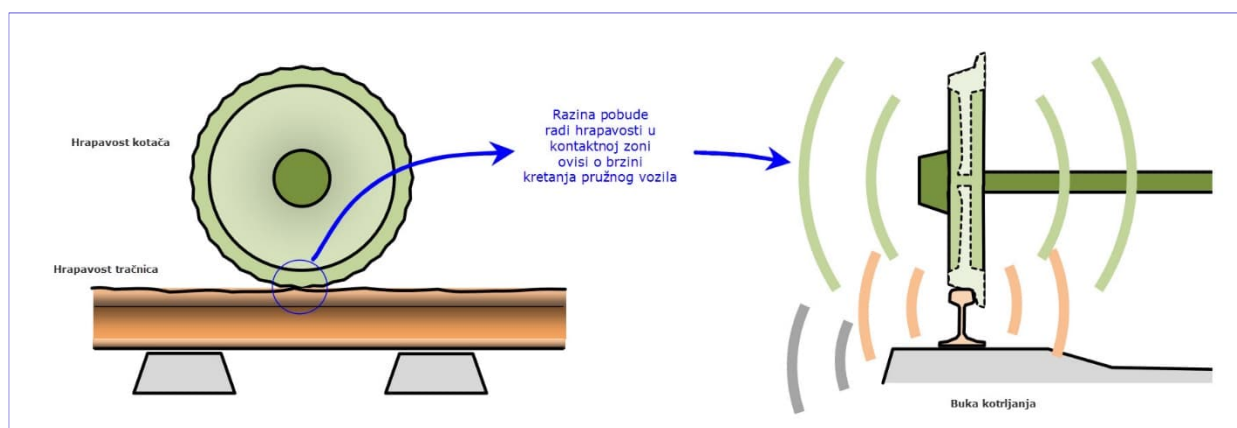
TIP	Proizvođač	Akustički dobitak / dB
K	Razni proizvođači	8-10
LL	Jurid 777	7-8
LL	C952 i C952-1	8-9
LL	Becorit IB116	10-12

6.1.4. Infrastrukturne mjere upravljanja bukom održavanjem tračnica

Mjere upravljanja bukom na željezničkoj infrastrukturi možemo podijeliti u dvije glavne grupe aktivnosti:

- akustičko brušenje, i
- ugradnja prigušivača vibracija na tračnicama.

Akustičko brušenje je mjera upravljanja bukom na samom izvoru (tračnica) kojom se snižava više komponenti buke pružnog prometa. Radi toga se akustička brušenja tračnica moraju provoditi redovito na godišnjoj razini, kako bi se smanjila (ako ne i uklonila) hrapavost tračnica. U određenim zemljama EU, brušenje se provodi čim se određene referentne razine buke prekorače za (1-3) dB, za što je dakako potrebno postojanje trajnog sustava za praćenje razina buke.



Slika 35. Mehanizam generiranja buke kotrljanja

Naime, poznato je da su oštećenja na kontaktnoj tračničkoj površini i tračničkim spojevima jedan od najvećih uzroka buke kotrljanja, te hrapava tračnica s brojni naborima u usporedbi s glatkom referentnom tračnicom može povećati razinu buke i do 20 dB.

Izuzev zračne komponente buke, u gradskim područjima bitan je i akustički učinak vibracija koje se šire kroz zemlju (engl. „ground-borne vibration“) te se zbog navedenih razloga provodi i niz mjera upravljanja bukom s ciljem sniženja zvučne snage na izvoru. Tako npr. spojene tračnice imaju (2-3) dB više emisijske razine buke nego kontinuirano zavarene tračnice pa bi zamjena spojenih tračnica s zavarenima pomogla pri smanjenju ukupne emisijske razine buke.

Druga moguća mjera je instaliranje različitih prigušivača na tračnicama, kao što su npr. pružni prigušivači vibracija (engl. „rail dampers“) koji osiguravaju sniženje emisijskih razina buke u rasponu (0-3) dB. Prigušivači na tračnicama sastoje se od elemenata koji se postavljaju na samu nožicu pruge. Snižavanje emisijskih razina buke uvelike ovisi o karakteristikama tračničkog sustava bez prigušivača, te treba razmotriti međusobni utjecaj prigušivača buke ugrađenih na kotaču i prigušivača na tračnicama radi optimalnog učinka sustava. Uobičajena rješenja su otporne željezničke podloge, ali na lokacijama gdje je potrebna viša razina prigušenja moguće su plivajuće odnosno izolirane pločaste tračnice, kao i vibroelastični jastuci ispod pragova i balastne prostrirke.



a)



b)



c)



d)

Slika 36. Prikaz različitih verzija prigušivača na tračnicama (a-Tata Steel, b-Schrey & Veith, c-Vossloh, d-Strail)

Primjeri i iskustva

- U Njemačkoj je razvijeno te se primjenjuju akustička brušenja pri velikim brzinama, s strojevima Vossloh željezničke službe do maksimalne brzine 100 km/h.
- U Belgiji je proveden test program tijekom 2011. i 2012. godine, s ciljem smanjenja nabora tračnica koji se pokazao učinkovitiji nego kao standardno održavanja brušenjem. Navedenim programom postignuto je sniženje buke (3-4) dB tijekom šest mjeseci nakon brušenja. Procijenjeni trošak održavanja brušenjem iznosi cca (3000-4000) EUR/km pruge.
- Tata Steel je patentirao sustav ugođenih prigušivača SilentTrack koji sadrže dvije ili tri rezonantne mase čelika ugrađene u elastične materijale s visokim faktorom prigušenja (amortizacije). Prigušivači

su postavljeni sa bilo koje strane tračnice sa posebnom opružnom stezaljkom. Vrsta i masa sastavnih materijala osigurava snižavanje buke u širokom frekvencijskom spektru u rasponu (3–7) dB.

Procijenjeni trošak iznosi (300–400) EUR/m¹ pruge. Tijekom 2005.g., u Francuskoj su navedeni prigušivači testirani na tračnicama i na mostovima, te je na „normalnim“ tračnicama snižavanje buke iznosilo (2-4) dB, dok je na Gavignot mostu izmjereno sniženje buke (4–5) dB.

- Nizozemski upravitelj pruga PRORAIL je zaključio da su prigušivači na tračnicama jeftiniji na dvotračnoj dionici nego niski zid za zaštitu od buke visine 1 m na jednoj strani željezničke pruge. Zbog toga je u razdoblju 2007-2012.g. ugrađeno oko 106 km prigušivača na tračnicama diljem Nizozemske na lokacijama gdje bi inače bile potrebni niski zidovi za zaštitu od buke. Prema rezultatima navedenih istraživanja u Nizozemskoj, učinkovitost prigušivača na snižavanje vršne razine buke iznosi (3-6) dB, s procijenjenim troškom ugradnje od 240000 EUR/km pruge, te godišnjim troškom održavanja od cca 11900 EUR/km pruge.

6.1.5. Upravljanje željezničkim prometom

Osim prije navedenih i opisanih izvora buke kotrljanja i vibracija, izvori buke željezničkog prometa uključuju buku pogonskih jedinica (vuča lokomotive), vučnih motora, ventilatora za hlađenje i pomoćnu opremu. Loše ili neredovito održavanje može uzrokovati povećanu razinu buke, posebno kod komponenti s pokretnim dijelovima koji su podložni trošenju i habanju. Tehničke mjere zaštite od buke od željezničkog prometa također mogu sadržavati i niz mjera s kojima se upravljanje i planira željeznička mreža.

Premda UIC u svojem izvještaju iz 2008.g neke mjere upravljanja bukom odbacuje kao neprihvatljive, ipak ih je potrebno spomenuti kao mogući mjere u neki jedinstvenim slučajevima. Tako npr. ograničenja brzine moraju biti znatna (oko 50 km/h) da bi imala važan utjecaj na snižavanje buke i stoga „nisu u skladu s komercijalno konkurentnom željeznicom“ no međutim ukazuju na moguću primjenu ove mjere u nekim slučajevima.

Također, UIC navodi da prostorno planske mjere imaju malog utjecaja na udaljenostima većim od 50 m od pruge, tako da preusmjeravanje prometa nije prikladna mjera zaštite od buke. U nekim slučajevima mogu postojati alternativne linije ali pri tome mogu biti pogođeni stanovnici na drugim područjima tako da se ova mjera upravljanja bukom smatra samo kao „odgađanje rješenja problema“.

6.1.5.1. Ograničavanje brzine prolaska vlakova kroz određene dionice noću

Već je prije navedeno da buka kotrljanja u bitnome ovisi o brzini kretanja pružnog vozila. Samim time s smanjenjem brzine vozila smanjuje se i emisijska razina buke (Tablica 20).

Tablica 20. Ovisnost smanjenja emisijskih razina buke o brzini vozila

Smanjenje brzine / %	Smanjenje buke / dB
10	0,9
20	1,9
30	3,1
40	4,4
50	6,0

Iako može biti učinkovita u smislu zaštite od buke, ova mjera ima negativne posljedice na promet jer bilo kakva ograničenja brzine zahtjeva potpuno novu procjenu obzirom na kapacitet željezničke mreže i moguće posljedice na količinu i frekvenciju prometa, vrijeme vožnje, itd. Negativne posljedice na buku – sekundarni negativni učinci bi potakli više ljudi na vožnju autom, što bi naizmjenice povećalo buku s prometnih izvora. Dodatno, zbog zasićenosti prometa tijekom dana, teretni prijevoz bi bio predviđen noću.

6.1.5.2. Upravljanje željezničkim prometom s teretnim vlakovima s dizel lokomotivom

Teretni vlakovi su trenutačno najbitniji izvor buke željezničkog prometa i posebno zbog činjenice da većina njih prometuje noću. Idealno bi bilo smanjiti emisijske razine buke (na izvoru), jer takve mjere imaju učinak na cijelu mrežu pruga. Tako npr. nove generacije dizelskih motora (proizvedeni od 2002. g. -) imaju niže emisijske razine buke za (8-10) dB od prethodne generacije dizelskih motora pri brzinama od cca 80 km/h.

- Problematika sustava kočenja objašnjena je ranije u ovom dokumentu.
- Emisijske razine buke dizelskih motora su (7-9) dB više od emisijskih razina električnih motora s višim razinama buke u niskofrekvencijskom dijelu spektra. Buka ispusta i odsisa dizel lokomotive su najvažniji izvor buke zajedno sa sustavom hlađenja te se zbog navedenog primjenjuju rješenja:
 - o korištenje učinkovitog niskofrekvencijskog prigušivača buke,
 - o hladnjak dizel motora je dominantan izvor buke pri radu s visokim brojem okretaja i maksimalnim hlađenjem. Optimizacija aksijalnih i radijalnih ventilatora može sniziti razine buke za 8 dB.
- buka željezničkog prometa u mirovanju je problem primarno vezan uz dizel lokomotive. Skraćivanje vremena kada su lokomotive u pripravnosti bi bilo najlogičnije rješenje za emisiju buke i onečišćenje zraka, kao i za nepotrebnu potrošnju goriva. Ukoliko nije moguće, željeznički promet u mirovanju trebalo bi smjestiti na parkiralištu lokomotiva, dalje od osjetljivih dijelova naseljenih područja.
- buka koja potječe od skretničkih motora (ubrzanja i kočenja), kao i buka od skretničkih utjecaja prvenstveno se snizuje redovitim održavanjem, te je po svojem utjecaju na dnu prioriteta.

Primjeri i iskustva

Analiza EQDSG ³⁷ je utvrdila da iako smanjenje brzine pružnih vozila vlaka može biti učinkovita u smisli snižavanja buke, uvođenje stalnih ograničenja brzine će zahtijevati potpunu procjenu o širim ciljevima i mogućim prometnim nedostacima mjere. Na primjer, smanjenje brzine vozile imati će negativan učinak na duže vrijeme putovanja i smanjivanje kapaciteta na prometnim pravcima. To može potaknuti više ljudi da putuju cestovnim prometom automobilom koji će također onda povećati buku cestovnog prometa. Dodatno takva smanjenja brzine povećava vjerojatnost potrebnih noćnih prolazaka teretnih vlakova (a što se svakako želi izbjeći) jer bi u kratkom vremenu nastupila zagušenja na određenim prometnim pravcima tijekom dnevnih sati. Konačno, u slučaju smanjenja brzine teretnih vlakova, uslijed smanjenja učinkovitosti potrošnje goriva pri nižim brzinama povećava se otisak ugljičnog dioksida (engl. „CO2 footprint“).

³⁷ www.scottishnoisemapping.org/downloads/guidance/Mitigation_Guidance.pdf

U SAD-u, po gašenju dieselskog motora, pomoćna agregatska jedinica preuzima i zadržava potrebnu temperaturu goriva, ulja, vode i kabine na razini potrebnoj za siguran, učinkovit i udoban rad lokomotive. Proizvođač Bombardier je primijenio slijedeće mjere zaštite od buke na svojim pružnim vozilima:

- sniženje emisijske razine buke od 10 dB zamjenom aksijalnog s radijalnim ventilatorom, uz bitno smanjenje tonalne komponente buke,
- sniženje emisijske razine buke od 7 dB je postignuto korištenjem raznih mjera zaštite od buke na aksijalnim ventilatorima ³⁸, uključujući zamjenu vrste hladnjaka
- smanjenje buke prolaska pružnog vozila od 8 dB na niskim brzinama (30 km/h),
- stacionarno smanjenje emisijskih razina buke do 5 dB.

6.1.5.3. Zidovi za zaštitu od buke nižih visina

Unutar urbanih područja za pružni promet interesantno rješenje se temelji na postavljanju niskih zidova za zaštitu od buke visine (0,5-1) m u blizini krajeva pragova (cca 1,70 m od osi tračnice). U određenim situacijama, kada je buka kotrljanja izraženija od buke motora, ovi zidovi za zaštitu od buke mogu učinkovito štititi od buke kao i konvencionalni zidovi za zaštitu od buke, ali bez ometanja pogleda putnika. Zbog navedenog ovo svojstvo ih čini puno prihvatljivijim u urbanim sredinama. Potrebno je napomenuti da zbog sigurnosnih razloga neke zemlje EZ nisu do sada homologirale navedene proizvode.

- Razina snižavanja buke ovisi o visini zidova za zaštitu od buke, njezinim akustičkim svojstvima, kao i relativnom položaju tračnica i točaka imisije.
- Stvarna iskustva ukazuju na mogućnost snižavanja razina buke u rasponu (2-10) dB.
- Detaljan izvješća ukazuju na mogućnost snižavanja razina buke u rasponu (8-10) dB samo za buku kotrljanja uz istovremenu primjenu zakretnih postolja.
- [QCITY] potvrđuje da integrirana platforma s niskim apsorpcijskim zidom za zaštitu od buke visine 0,7 m smještena na bliskoj udaljenosti od tračnica osigurava snižavanje buke u rasponu (6-11) dB.
- S obzirom na visok stupanj refleksije između posebno teretnih vagona i zidova za zaštitu od buke, preporuča se upotreba apsorpcijskih zidova tipa porozni betoni ili drvobetonski materijali.

³⁸ <http://www.silence-ip.org/site/index.php-id=33.html>



Slika 37. Prikaz izvedbe niskih apsorpcijskih zidova za zaštitu od buke

- Troškovi
 - Niži troškovi od „normalnih“ zidova za zaštitu od buke“ (temeljenje i površina zida) osim u onim slučajevima kada su potrebni niski zidovi za zaštitu od buke između kolosijeka.
 - Procijenjeni troškovi cca (500-1500) EUR/m' za 0,7 m visoki apsorbirajući zid za zaštitu od buke [UIC, QCITY].
 - Nema bitnijeg troška održavanja
 - Trajnost konstrukcije (20-25) godina
- Izvedivost
 - Potrebno cjelovito razmatranje s odvodnjom, kablovima te ostalim građevinskim elementima blizu tračnica.
- Negativni učinci.
 - Složenije održavanje infrastrukture
 - Prilagodba načina uklanjanje snijega s tračnica

Primjeri i iskustva

Raspon upotrebe niskih zidova za zaštitu od buke je znatno uži nego kod standardnih zidova za zaštitu od buke. Iako se koriste širom svijeta, mnoge od prijavljenih uporaba su ograničene na testne dionice.

- Švedska [UIC] - testiranje Zbloc zidova za zaštitu od buke koji su smješteni 1,7 m od osi trase i 0,7 m iznad tračnica. Učinkovitost ovih zidova za zaštitu od buke (4-6) dB za terene vlakove odnosno (8-9) dB za putničke vlakove. Razlika je uzrokovana dimenzijama putničkih vlakova, zbog čega je efektivna početna visina vlaka niža.
- Njemačka [UIC] – postavljene su testne dionice sa 7 različitih niskih pregrada na 9 različitih lokacija. Testirane su Zbloc zidovi za zaštitu od buke, čelične konstrukcije i gabioni (kamenom ispunjene žičane košare). Zidovi za zaštitu od buke su postavljene na udaljenosti od 1,75 m od osi trase s visinama (0,5-0,8) m iznad vrha tračnice. Razna akustička mjerenja su provedena do maksimalno 25 metara na različitim visinama.
- Učinkovitost
 - Raspon snižavanja buke teretnih vlakova je stalniji nego za putničke vlakove. Najbolji su se pokazali rezultati za 0,7 m visokih zidova za zaštitu od buke. Razine snižavanja buke na 25 m udaljenosti iznosile su 6 dB, 5 dB odnosno 3 dB na visinama 3,5 m, 6,3 m odnosno 9,1 m. Za udaljenije tračnice sniženja su očekivano bila niža. Zaključeno je da bi se na prometnim koridorima sa više kolosijeka i niskim zidovima za zaštitu od buke, morali graditi i niski zidovi unutar koridora čime bi se teoretski povećalo ukupno smanjenje za 2-2 dB. Međutim, to bi vjerojatno iziskivalo više prostora među postojećim kolosijecima nego što je inače potrebno.

7. UPRAVLJANJE BUKOM INDUSTRIJSKIH POGONA I POSTROJENJA

Buka uzrokovana industrijskim pogonima i/ili postrojenjima općenito je uzrok rada vrlo širokog i mješovitog skupa različitih vrsta i oblika izvora buke te je stoga praktički nemoguće izraditi katalog određenih mjera upravljanja bukom u obliku kratke liste opisa na ovoj strateškoj razini. Za ispravnu primjenu mjera upravljanja bukom industrijskih izvora, potrebno je provesti klasifikaciju buke s obzirom na tipove izvora buke:

- Industrijska postrojenja (obuhvaćaju sve aktivnosti unutar granica cijelog postrojenja) obično sadrže mnoštvo različitih izvora zvuka/buke, uključujući proizvodne prostorije; poslovni prostor, prostore skladištenja, manipulacije različitim materijalima, objekte dostave i otpreme vezano za postrojenje, objekti za održavanje i popravak.
- Pojedinačni industrijski izvori unutar određene tehnološke cjeline postrojenja
 - Različiti oblici rotacijske opreme tipa, kompresori, motori, ventilatori, pumpe, turbine, dizel i električni motori i s njima povezani sustavi prijenosa, električni transformatori i/ili trafo stanice,
 - Oprema za ventilaciju i/ili klimatizaciju, grijanje,
 - Buka koja se stvara transportom tekućih plinova ili tekućina u vodovima, cijevima, prijenosnim linijama, elementima odsisa, ventili i sl.,
 - Impulsni izvori različitih strojeva u npr. obradi materijala,
 - Mobilni izvori buke koji su vezani za određene tehnološke cjeline, poglavito transportne trake, tegljači, kamioni za pretovar i sl.
 - Ostala mehanička oprema koja se koristi kod transporta medija kao što su npr. transportne trake i sl.

Odabir mjera za upravljanje i snižavanje razina buke u bitnome ovisi o nužnom (željenom) snižavanju imisijskih razina buke kao i od tehničkih karakteristika izvora buke kojeg je potrebno akustički obraditi. Odabrane stvarne mjere snižavanja buke u bitnome će ovisiti o čimbenicima same lokacije primjene, kao što je npr. mogućnost da se na određeni izvor buke primijeni određena tehnička mjera u odnosu na druge mjere i s njima povezane troškove. U stvari, postoje tri osnovne strategije koje se koriste za snižavanje razina buke:

- Upravljanje emisijskim razinama buke na izvoru koristeći dva pristupa:
 - najbolja praksa upravljanja (BMP)³⁹, i
 - najbolja ekonomski ostvariva dostupna tehnologija (BATEA)⁴⁰.

Upravljanje razinama buke tijekom puta širenja buke od izvora do točke prijema, koristeći dva pristupa koji u pravilu povećavaju udaljenost između izvora buke i prijemnika:

³⁹ Best Management Practice

⁴⁰ Best Available Technology Economically Achievable

- korištenje mjera koje utječu na put širenja zvuka/buke, i
- prostorno planske mjere upravljanja bukom.
- Upravljanje razinama buke na mjestu prijema

Najbolja praksa upravljanja (BMP) je usvajanje određenih operativnih postupaka koji smanjuju emisijsku razinu buke zadržavajući traženu proizvodnu učinkovitost dok najbolja ekonomski ostvariva dostupna tehnologija (BATEA) pretpostavlja uključivanje opreme, postrojenja i strojeva koji proizvode određene emisijske razine buke uz korištenje naprednijih i pristupačnijih tehnologija za snižavanje razina buke.

Potrebno je znati da priuštivost („affordability“) određene tehnologije nije nužno određena isključivo cijenom određene tehnologije jer npr. povećana produktivnost također može rezultirati korištenjem naprednije opreme, nadoknađujući nešto više početne troškove, kao na primjer „malobučna“ izvedba određene opreme može raditi dulje vrijeme uz rjeđe servisne intervale, dok često najjeftinije verzije određene opreme u pravilu imaju i najviše emisijske razine buke. Upravo zbog toga, tamo gdje se primjenom BMP ne uspije postići potrebno snižavanje buke, treba razmotriti pristup koristeći BATEA princip kao što je npr.:

- korištenje opreme s učinkovitim dizajnom prigušivača buke posebno bitno kod izvora buke sa rotirajućim strojevima i kanalima/cijevima koje vode do/od njih,
- korištenje motora s tišim emisijskim razinama, npr. korištenje električnih motora umjesto motora s unutarnjim izgaranjem,
- korištenje učinkovitih prepreka za širenje buke uz cjelovite akustičke obloge/oklope oko izvora buke,
- prigušivanje ili oblaganje metalnih spremnika gdje se očekuje mogućnost impulsnih događaja,
- aktivna kontrola buke.

Tablica 21. Popis mogućih mjera upravljanja bukom industrijskih pogona i postrojenja

Oznaka grupe	Oznaka kategorije	Oznaka mogućih mjere	Opis
I1.			PRAKSA NAJBOLJEG UPRAVLJANJA
	I1.1.		Promjene tlocrta i projektiranje industrijskih postrojenja
	I1.2.		Ograničavanje kretanja teškim vozilima
	I1.3.		Kontrola tereta, transport i obrada materijala
	I1.4.		Raspored rada
	I1.5.		Akustičko održavanje
I2.			NAJBOLJA EKONOMSKI DOSTUPNA TEHNOLOGIJA
	I2.1.		Odabir tiših tehnologija
	I2.2.		Ograđivanje mehanizacije
	I2.3.		Zaštita na izvoru
	I2.4.		Projektiranje učinkovitih prigušivača
	I2.5.		Poboljšanje zvučne izolacije

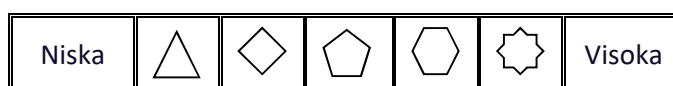
Oznaka grupe	Oznaka kategorije	Oznaka mogućih mjera	Opis
	12.6.		Instaliranje prigušivača zvuka
	12.7.		Sustavi protiv vibriranja

7.1. Opis najčešćih mjera upravljanja bukom

Pregled mjera je globalno podijeljen u tri dijela (mjere upravljanja bukom na samom izvoru buke, mjere upravljanja bukom na putu širenja buke, mjere upravljanja bukom na mjestu prijema) uz dodatnu podjelu na preventivne odnosno korektivne mjere. Opis mjera temelji se na iskustvima i rezultatima revidiranim u literaturi odnosno proteklim projektima izrađivača, budući da se procjena svake mjere za upravljanje bukom mora primijeniti specifično na određenoj lokaciji/situaciji.

Određene mjere upravljanja bukom (kada postoje informacije dostupne u literaturi i/ili stručnoj praksi te su rezultati općenito prihvaćeni od strane struke) popraćene su ocjenom „grafičkim“ prikazom koji omogućuje brzo razumijevanje njihove primjenjivosti uzimajući u obzir prije opisane kriterije. Opisano grafički prikaz u određenoj mjeri izražava vjerojatnost uspjeha primjene svake mjere upravljanja bukom, odnosno pruža mogući odgovor na pitanje „Što se može očekivati nakon primjene određenih mjera?“ uz dodatna pojašnjenja:

- oznaka mjere upravljanja bukom,
- opći opis mjere upravljanja bukom,
- primjeri i iskustva iz prakse,
- pregledni grafički prikaz opis mjere i upravljanja bukom, procjena troška, učinkovitost mjere, složenost i opseg implementacije mjere. U prikazu su navedeni parametri podijeljeni na ljestvici u 5 kategorija kao npr. (niska/visoka učinkovitost, jeftina primjena / skupa mjera i sl.)



7.2. Upravljanje emisijskim razinama buke na izvoru primjenom mjera najbolje prakse upravljanja (BMP)

Bukom industrijskih izvora poglavito prvenstveno treba upravljati/kontrolirati na samom izvoru buke, od samog početka razmatranja kroz postupak projektiranja, instalaciju izvora, redovan rad i preventivna održavanja izvora buke kao i uvođenja trajnog praćenja razina buke. Zbog dugotrajnog izbjegavanja uvođenja sustavnih mjera upravljanja bukom, broj pojedinačnih izvora buke koje u konačnici rezultiraju prekoračenjem dopuštenih razina buke cijelog pogona, sigurno prekoračuje dvoznamenkastu brojku, te se samim time postavljaju novi izazovi u identifikaciji neugodnih/dominantnih izvora buke, a potom i „teških“ odluka koje proizlaze iz primjenjivosti mjera zaštite od buke na postojećim izvorima buke.

Zbog toga se općenito smatra da postojanje sustavnih mjera upravljanja bukom jest ključni čimbenik u dugoročnoj održivosti rada ovakvog pogona. Najbolja praksa upravljanja (BMP) je usvajanje određenih operativnih postupaka koji snižavaju razine buke zadržavajući učinkovitost pogona. U određenim

situacijama, kada se razmatra primjena korektivnih mjera snižavanja razina buke koja pretpostavlja skupa inženjerska rješenja uvijek treba razmotriti „jeftinije, ne-inženjerske“ BMP mjere koje u bitnome mogu pridonijeti potrebnom snižavanju buke. Primjena ovih mjera u pravilu uključuju prakse:

- Planiranje korištenja bučne opreme u najmanje osjetljivo doba dana.
- Postavljanje bučne opreme iza struktura koje djeluju kao barijere ili na najvećoj udaljenosti od područja osjetljivog na buku; ili usmjeravanje opreme tako da su emisije buke usmjerene dalje od osjetljivih područja, kako bi se postiglo maksimalno prigušenje buke.
- Gdje postoji nekoliko bučnih dijelova opreme, raspored operacija tako da se koriste odvojeno, a ne istovremeno.
- Održavanje opreme u dobrom stanju
- Primjena 'tihih' postupaka pri radu s opremom—na primjer, postavljanje kamiona u praznom hodu na odgovarajuća područja.
- Vođenje programa edukacije osoblja o učincima buke i korištenju tihih radnih praksi.

Konceptualna razmatranja pri projektiranju industrijskih postrojenja

OPIS MJERE	TROŠAK	UČINKOVITOST	SLOŽENOST	RAZINA PRIMJENE
Konceptualna razmatranja pri projektiranju industrijskih postrojenja				Unutar pogona

Ograničenje kretanja teških vozila

OPIS MJERE	TROŠAK	UČINKOVITOST	SLOŽENOST	RAZINA PRIMJENE
Ograničenje kretanja teških vozila				Unutar pogona

Kontrola utovara, transporta i obrade materijala

OPIS MJERE	TROŠAK	UČINKOVITOST	SLOŽENOST	RAZINA PRIMJENE
Kontrola utovara, transporta i obrade materijala				Unutar pogona

Raspored rada

OPIS MJERE	TROŠAK	UČINKOVITOST	SLOŽENOST	RAZINA PRIMJENE
Raspored rada				Unutar pogona

Akustičko održavanje

OPIS MJERE	TROŠAK	UČINKOVITOST	SLOŽENOST	RAZINA PRIMJENE
Akustičko održavanje				Unutar pogona

7.2.1. Konceptualna razmatranja pri projektiranju industrijskih postrojenja

Prostorni položaj izvora buke je jedan od najbitnijih parametara koji se mora uzeti u obzir u svakom industrijskom projektu. Glavne izvore buke treba smjestiti na što većoj udaljenosti od najosjetljivijih mjesta prijema buke, nastojeći koristiti zgrade i druge potencijalne prepreke u postrojenju kao prepreke širenju zvuka, ali vodeći računa o mogućim učincima apsorpcije i/ili refleksije zvuka, odnosno difrakcije zvuka.

Kad je moguće, procesi koji uključuju opremu sa najvećom razinom zvučne snage morali bi biti projektirani u zatvorenim objektima ili akustičkim oklopima, sa dovoljnim vrijednostima zračne zvučne izolacije. U inženjerskoj praksi općenita je preporuka da pri razini zvučnog tlaka na 5 m od izvora buke, $L_p=90$ dB(A) potrebno je primijeniti zvučnu izolaciju ne manju od 35 dB(A). Navedeni zahtjeve podrazumijeva da svi građevinski otvori budu opremljeni vratima i/ili prozorima sa sličnim vrijednostima zračne zvučne izolacije, svi ventilacijski otvori trebaju biti opremljeni uređajima za smanjenje emisije buke (npr. prigušivači i/ili akustičke žaluzije). Prilikom primjene ove mjere najčešće se koristi:

- uključivanje načela akustičnog dizajna pri planiranju rekonstrukcije pogona koristeći možebitne zemljane nasipe, ukope ili sl. kao prepreke za širenje zvuke,
- iskorištavanje svih prirodnih topografskih značajki reljefa koje se mogu koristiti za zaštitu od buke,
- podjela pogona na više tehnoloških cjelina različite namjene kako bi se povećala udaljenost između zona koje treba štititi od zona sa emisijom buke,
- korištenje neproizvodnih objekata pogona (po mogućnosti na više katova) kao prepreka za širenje zvuka između zona koje treba štititi od zona sa emisijom buke. U navedenom slučaju, potrebno je primijeniti dodatne mjere zaštite od buke na samom neproizvodnom objektu kako bi se osigurali odgovarajući uvjeti za rad u zatvorenom prostoru objekta,
- posvećivanje bitne pozornosti na brtvljenje zračnih otvora oko vrata i prozora, korištenje vrata/prozora sa specijalnim vrijednostima zvučne izolacije.
- izbjegavanje instalacije opreme sa visokim emisijskim razinama na mjesta gdje se zbog načina ugradnje ukupna razina buke višestruko povećava prvenstveno radi refleksije zvuke uzrokovane položajem izvora buke u blizini reflektirajuće/ih ravnina,
- detektiranje izvora visokih vibracija o potencijalno premještanje što dalje od osjetljivih područja koja treba štititi od prekomjernih razina buke, uz korištenje vibroelastičnog temeljenja.
- izbjegavanje radova na otvorenom prostoru uz osiguranje zatvorenih radioničkih prostorija što dalje od osjetljivih područja koja treba štititi od prekomjernih razina buke,

Glavne karakteristike mjere

Učinkovitost	Ovisna od posebnosti lokacije i karakteristikama pogona, te udaljenosti između zona koje treba štititi od zona sa emisijom buke. Raspon poboljšanja može doseći čak 20 dB.
Trošak	Vrlo varijabilan s obzirom na opseg primjene
Troškovi održavanja	U pravilu nema dodatnih troškova održavanja
Trajnost	Obično više od 20 godina
Izvedivost	Ovisno o mogućnostima primjene unutar samog postrojenja, od vrlo jednostavne izvedbe do ekonomski nedostižnih izmjena

Stručna iskustva, primjeri iz prakse

(WGNA, 2002)

Raspon učinkovitosti iz javno objavljenih strategija upravljanja bukom

- građevinski objekti kao prepreke širenju zvuka do 20 dB,
- prilagođavanje položaja izvora buke, do 6 dB,
- utjecaj na prostorno razdvajanje izvora buke i točke prijema, od 1-6 dB,
- korištenje otvorenog prostora za smanjenje utjecaja buke, od 0–20 dB.

Za analizu očekivane učinkovitosti na industrijskim pogonima u pravilu se preporučuje korištenje računalnih modela za predviđanje buke jer se odnos troška i učinkovitosti mora proračunati od slučaja do slučaja uzimajući u obzir specifične karakteristike i visinu izvora buke promatranog industrijskog postrojenja.

OPIS MJERE	TROŠAK	UČINKOVITOST	SLOŽENOST	RAZINA PRIMJENE
Konceptualna razmatranja pri projektiranju industrijskih postrojenja				Unutar pogona

7.2.2. Ograničenje kretanja teških vozila

Većina industrijskih aktivnosti popraćena je prometom teških vozila i/ili pružnim prometom koji predstavljaju dodatne izazove prilikom rada pogona poglavito tijekom razdoblja „noći“. Ovaj promet uzrokovan ostalim industrijskim aktivnostima (uglavnom kamionima i vlakovima), unutar granica industrijskog pogona povisuje ukupne emisijske razine buke, a samim time i razine buke u neposrednoj okolini što u pravilu rezultira sa povećanom smetnjom neposrednih stanovnika.

Upravljanje prometnim pravcima uključujući promet teških vozila prilikom utovara/istovara materijala učinkovita je mjera za smanjenje zagađenja okoliša bukom od industrijskih aktivnosti. Uobičajene aktivnosti koje se primjenjuju kod ove mjere su:

- određivanje raspoloživih prometnih pravaca unutar postrojenja za promet teških vozila,
- preusmjeravanje ulaska vozila na dijelove pogona udaljene od zona boravišne namjene,
- ograničavanje kretanja teškim vozilima u područjima koja su najbliža zonama boravišne namjene (osjetljive na prekomjerne razine buke),
- obavezno gašenje motora teških vozila na parkiralištima,
- izgradnju zidova za zaštitu od buke u okolini parkirališta na kojima je nužan stalan rad motora tijekom mirovanja teškog vozila,
- upravljanje prometom teških vozila kako bi se izbjegle nepotrebne gužve na ulazno/izlaznim rampama pogona,
- optimizacija broja prolazaka teških vozila do i od gradilišta,
- određivanje parkirališne zone za teška vozila koja čekaju na ulazak u pogon na lokaciji koja je udaljena od zona boravišne namjene,
- ograničavanje rada teških vozila na dijelovima pogona koji imaju izravnu vidljivost sa zonama boravišne namjene (osobito tijekom razdoblja „noći“),
- obavještanje vozača teških vozila o obaveznim prometnim pravcima, mjestima parkirališta, prihvatljivim satima dopreme/otpreme ili o drugim relevantnim praksama (na primjer, smanjivanje korištenja kočenjem motora, praznog hod motora i sl.).

Glavne karakteristike mjere

Učinkovitost	Ovisi o prilagodljivosti prometne mreže unutar industrijskog pogona. Objavljena poboljšanja do 3 dB tijekom razdoblja „dan“ odnosno do 5 dB tijekom razdoblja „noć“
Trošak	Mora se procijeniti za svaku situaciju
Troškovi održavanja	Nema bitnih troškova
Negativni učinci	Moguć utjecaj na produktivnost i rad industrijskog postrojenja
Izvedivost	Ovisno o vrsti određene industrijske aktivnosti. Najpraktičnije za industrije koje se bave transportima materijala, sirovina i sl.

Stručna iskustva, primjeri iz prakse

(DRI, 2004)

Općenita učinkovitost mjere s obzirom na smanjenje udjela teških vozila uzimajući pretpostavljeni prometni tok od 30 km/h (stalna brzina) :

Smanjenje udjela teških vozila	Snižavanje razine buke L_{Aeq}
Sa 5 % na 0 %	1 dB
Sa 10 % na 0 %	1,5 dB
Sa 20 % to 0 %	2 dB

([EQDSG], 2010)

Smanjenje udjela teških teretnih vozila s 20% na 5% snižava razine buke za oko 3 dB za brzine prometa od oko 30 km/h. Kada je prosječna brzina voznog parka manja od 40 km/h i postotak teških vozila raste, tada buka motora vozila postaje dominantan izvor buke cestovnog prometa iz čega izravno slijedi da smanjenje udjela teških teretnih vozila ima veći učinak u snižavanju izloženosti buci.

OPIS MJERE	TROŠAK	UČINKOVITOST	SLOŽENOST	RAZINA PRIMJENE
Ograničenje kretanja teških vozila				Unutar pogona

7.2.3. Kontrola utovara, transporta i obrade materijala

Postoji velik broj industrijskih aktivnosti koje zahtijevaju operacije utovara i/ili istovara sirovina, otpreme različitih materijala, uključujući postupke vaganja. Same po sebi neke od ovih aktivnosti mogu biti dosta bučne kako zbog kretanja samih vozila (kamioni, dizalice) kao i zbog rukovanja sirovinama i potrebnim strojevima za transport. Niže navedena literatura navodi da su razina buke na mjestu emisije u rasponu (90-110) dB(A). Budući da se ove aktivnosti uglavnom odvijaju na otvorenom, a veličina prostora za utovar ovisi o količini materijala kojim se rukuje i radnim strojevima, implementacija pasivnog sustava upravljanja za snižavanje buke je gotovo neprovediva te se uglavnom koriste aktivnosti:

- odabira vozila sa što nižim razinama buke,
- izbjegavanja ispuštanja materijala s visine,
- podešavanje alarma za vožnju unatrag, ograničavanjem akustičkog dometa na neposredno opasno područje. Navedena aktivnost je moguća prilagodbom glasnoće signala ovisno o razini buke u okruženju uz korištenje višefrekvencijskih zvučnih signala koji emitiraju buku u širokom rasponu frekvencija,
- redovitog obučavanja radnika i izvođača za korištenje opreme na način da se smanji emisija buke.

Glavne karakteristike mjere

Učinkovitost	Procjena omjera učinkovitosti i troška mora se proračunati zasebno za svaki slučaj, uzimajući u obzir posebnost promatranog pogone, poglavito visine izvora buke unutar postrojenja. Za analizu očekivane učinkovitosti preporuča se korištenje modela predviđanja buke/zvuka.
Trošak	Mora se procijeniti za svaku situaciju
Troškovi održavanja	Nema bitnih troškova
Negativni učinci	Moguć utjecaj na produktivnost i rad industrijskog postrojenja
Izvedivost	Ovisno o vrsti određene industrijske aktivnosti. Najpraktičnije za industrije koje se bave transportima materijala, sirovina i sl.

Stručna iskustva, primjeri iz prakse

(EPA_NSW, 2000)

Agencija za okoliš Novog Južnog Walesa u svojoj politici upravljanja bukom industrijskih pogiba navodi niz mjera za ublažavanje utjecaja buke na okoliš, poglavito za pogone koji se bave obradom mineralnih sirovina, kao i transportom materijala, ali nisu pružene brojčane informacije o učinkovitosti. Navedene su mjere

- odabir vozila s minimalnom emisijom buke, uključujući buku kotrljanja i rad kompresora/ventilatora, izbjegavanje kočenja motorom,
- korištenje pružnih vozila sa tihim spojka i kompozitnim kočionim pločicama,
- korištenje lokomotiva sa pogonom koji ne proizvode tonalnu ili niskofrekvencijsku komponentu buke,
- optimizirano korištenje transportnih rute po mogućnosti u usjecima,

- ograničavanje prometovanja teškim vozilima po prometnim pravcima sa izravnom vidljivošću prema zonama stambene namjene.
- davanje prednosti prometnim pravcima sa nižim nagibima,
- korištenje transportnih sustava sa što nižim emisijskim razinama buke, s naglaskom na transportne trake (posebna pozornost na tehničku ispravnost valjaka),
- oklapanje transportnih sustava gdje je potrebno.
- korištenje 'pametnih' alarma za vožnju unazad.

OPIS MJERE	TROŠAK	UČINKOVITOST	SLOŽENOST	RAZINA PRIMJENE
Kontrola utovara, transporta i obrade materijala				Unutar pogona

7.2.4. Raspored rada

Izrada vremenskog rasporeda rada⁴¹ sa najvišim emisijskim razinama buke u razdobljima kada su ljudi najmanje pogođeni izuzetno je važan i moguć način smanjenja utjecaja buke. Naime izmjena "radnog vremena" pojedinih strojeva (izvora buke) utječe na ukupnu vrijednost rezultata emisije buke iz pogona jer se tijekom procjene koriste prosječne vrijednosti rada. Broj radnih sati i učestalost različitih načina rada industrijskog pogona može se u pravilu promijeniti sa određenim prilagodbama industrijske aktivnosti a sve sa ciljem snižavanja emisije buke, posebice tijekom razdoblja „noći“.

U posljednjih 15-tak godina, veliki dio industrijske opreme je moguće nabaviti na način da se omogućava nekoliko načina rada sa različitim emisijama buke⁴², pa bi određene industrijske aktivnosti trebalo prilagoditi na način se maksimalno koriste načini rada sa nižim emisijskim razinama buke uz izbjegavanje simultanog rada svih izvora buka na najvećem nazivnom opterećenju a sve sa ciljem izbjegavanja visoke razine smetnje kod stanovništva. Aktivnosti koje se poduzimaju sa ciljem snižavanja emisije buke su:

- kada je moguće provesti planiranje radnih operacija tijekom razdoblja „dan“, izbjegavajući raspored rada tijekom vikenda ili državnim praznicima,
- tijekom razdoblja kada se provode iznimno bučne aktivnosti potrebno je osigurati dostatno razdoblje sa minimalnim emisijskim razinama buke (npr. ograničiti broj noći tjedno i/ili broj noći po kalendarskom mjesecu u kojem se izvode bučne aktivnosti),
- kada je moguće iznimno bučne aktivnosti provoditi tijekom razdoblja kada je rezidualna razina buke viša kako bi se koristilo akustičko maskiranje zvuka,
- provedba savjetovanja sa najizloženijim stanovnicima o rasporedu aktivnosti kako bi se smanjio utjecaj buke,
- planiranje upotrebe opreme koja uzrokuje vibracije, u najmanje osjetljivo razdoblje dana uz izbjegavanje istovremenog korištenja takve opreme,
- provoditi otpremu isključivo u točno određenim razdobljima kada je minimalan utjecaj na najizloženije stanovništvo.

⁴¹ work scheduling

⁴² noise operation modes

Glavne karakteristike mjere




Učinkovitost	Ograničenje najbučnijih operacija tijekom razdoblja „noći“ može dovesti do značajnog snižavanja indikatora L_{den} i L_{night} u iznosu do 10 dB
Trošak	Možebitno visok jer je povezan s gubitkom produktivnosti određenog stroja (izvora buke)
Troškovi održavanja	Nema
Negativni učinci:	Moguć utjecaj na rad postrojenja
Izvedivost	Sve industrijske aktivnosti mogu primijeniti ovu vrstu mjera ublažavanja iako s obzirom na stalan proces i industrije koje ovise o cijeni električne energije, takve mjere obično nisu izvedive.

Stručna iskustva, primjeri iz prakse

Očekivano snižavanje emisijskih razina buke u odnosu na skraćenje rada izvora buke prikazuje tablica:

Skraćenja rada izvora buke u odnosu na neprekidni rad	Snižavanje razine buke
10%	0,5 dB
20%	1,0 dB
30%	1,5 dB
40%	2,2 dB
50%	3,0 dB

Prema navedenoj tablici npr. ako određeni izvor buke tijekom razdoblja noći umjesto neprekidnog rada od 8 sati, radi 6,4 sati (skraćenje rada izvora buke za 1,6 h = 20 %) snižavanje emisijske razine buke iznosi 1 dB.

OPIS MJERE	TROŠAK	UČINKOVITOST	SLOŽENOST	RAZINA PRIMJENE
Raspored rada				Unutar pogona

7.2.5. Akustičko održavanje

Kvarovi, istrošenost opreme te nedostatak redovitog i preventivnog održavanja redovno rezultiraju sa značajnim povećanjem razina buke. Uz pretpostavku da je cilj standardnog održavanja opreme održavanje strojeva u ispravnom radnom stanju za učinkovitu proizvodnju, jednostavnim proširenjem postojećeg programa održavanja kroz informiranje oko mogućih posebnosti emisije buke za određene strojeve moguće je dodatno minimizirati razine buke unutar postrojenja.

Redovito i učinkovito održavanje dugoročno je također i financijski održivo jer se npr. pravovremenom zamjenom pokretnih i ostalih elemenata rotacijskih strojeva smanjuje trošenje uzrokovano trenjem, a samim time i emisija buke. Redoviti postupci balansiranja rotacijskih strojeva osim zadržavanja nominalne emisije buke osiguravaju i minimalne vrijednosti vibracija. Redovito praćenje vibracija rotacijskih strojeva može preventivno pretpostaviti kvar⁴³ ležajeva čime se na vrijeme može osigurati zamjena prije nego što dođe do oštećenja stroja, te se navedenim snižavaju razine buke i vibracije uz dodatnu financijsku uštedu na vrlo vjerojatno skupljem kvaru stroja.

Akustičko održavanje mora se promatrati kao zasebna dodatna aktivnost u odnosu na standardne postupke održavanja. Zbog navedenog ovaj dio „održavanja“ zahtijeva dodatnu edukaciju za osoblje koji se bave održavanjem kako bi se dodatno stvorila "svijest o buci" i predstavile osnove inženjeringa slične onima koje se koriste za preventivno održavanje. Navedeni postupci zahtijevaju izradu „kataloga“ standardnih tehničkih postupaka i izvedbenih projektnih rješenja održavanja kao i načina provjere emisijskih razina buke i vibracija nakon provedbe održavanja. Tijekom akustičkog održavanja posebnu pažnju potrebno je posvetiti:

- usklađivanju i prilagođavanju⁴⁴ osi vrtnje rotacijskih dijelova stroja
- provjeri karakteristika elastičnih dijelova oprema koji služe za snižavanje utjecaja vibracija i/ili udarnog zvuka
- osiguravanju da dijelovi vodova pod tlakom ne propuštaju,
- podmazivanju rotacijskih elemenata,
- provjeri akustičkih dijelova opreme s kućištima, brtvljenje pomičnih elemenata kućišta, provjera mogućih ispusta zraka i sl.

⁴³ U praksi se koristi izraz „predictive failure“

⁴⁴ U praksi se koriste izrazi „alignment and adjustment“

Glavne karakteristike mjere

Učinkovitost Ovisi o vrsti strojeva i stupnju istrošenosti. Obično se postiže poboljšanje od (3-10) dB

Trošak Zavisno od stanja opreme. Obavezno uključivanje u planirano održavanje

Trajnost Redovna aktivnost

Negativni učinci Nema

Izvedivost Primjenjiva za sve vrste industrija, uključujući kemijsku i naftnu industriju

Stručna iskustva, primjeri iz prakse

-

OPIS MJERE	TROŠAK	UČINKOVITOST	SLOŽENOST	RAZINA PRIMJENE
Akustičko održavanje	△	◇	△	Unutar pogona

7.3. Upravljanje razinama buke primjenom najboljih ekonomski ostvarivih dostupnih tehnologija (BATEA)

Najbolja ekonomski ostvariva dostupna tehnologija (BATEA) pretpostavlja korištenje opreme, strojeva pa i cijelih postrojenja koje proizvode određene emisijske razine buke uz korištenje naprednijih, ali ekonomski dostupnih tehnologija za snižavanje razina buke.

Upravljanje bukom industrijskih pogona koje ponekad uključuje i upravljanje strukturnim zvukom i/ili vibracijama visoko je specijalizirano područje gdje su tehnologije kontrole često specifične za točno određenu industriju. Tonalna i/ili impulsna komponenta buke, kao postojanje nisko-frekvencijske komponente uz ponekad isprekidani rad izvora buke može dodatno unositi smetnju kod najizloženijih zona stambene namjene.

U usporedbi s mjerama BMP (mjere opisane u poglavlju 7.2) mjere upravljanja bukom kategorije „najbolje ekonomski ostvarive dostupne tehnologije (BATEA) čine komplementarni set mjera čime se upravitelju izvora buke predlažu gotovo sve moguće mjere te je na upravitelju izvora buke odabrati kombinaciju koja će omogućiti ispunjenje cilja koji je pretpostavljen scenarijima upravljanja bukom jer oprema, postrojenja i strojevi koji proizvode buku uključuju najnapredniju i najpristupačniju tehnologiju kako bi se smanjila ukupna emisija buke. Pristupačnost mjere nije nužno određena isključivo cijenom same tehnologije. Jer npr. povećana produktivnost također može biti posljedica upotrebe naprednije opreme, nadoknađujući početni izdatak, za npr. "tišu" verziju opreme koja se radi navedenog razloga može koristiti tijekom duljeg radnog vremena. Općenito unutar mjera BATEA govorimo o tri različite tehnike za snižavanje emisije buke industrijskih postrojenja :

- korištenje „tiših“ tehnologija uključujući korištenje tiših procesa i opreme,
- oklapanje akustičkim oblogama i/ili ograđivanje elementima zaštite od buke kada se emisija buke i vibracija radi specifičnosti postrojenje ne može izbjeći dostupnim proizvodnim tehnologijama,
- projektiranje proizvodnih procesa / ugradnje opreme, uključujući poboljšanje zvučne izolacije i akustičnog prigušivanja rashladnih i ventilacijskih sustava.

Odabir tiših tehnologija

OPIS MJERE	TROŠAK	UČINKOVITOST	SLOŽENOST	RAZINA PRIMJENE
Odabir "tiših" tehnologija				Unutar pogona

Akustičko oklapanje izvora buke

OPIS MJERE	TROŠAK	UČINKOVITOST	SLOŽENOST	RAZINA PRIMJENE
Akustičko oklapanje izvora buke				Unutar pogona

Zaštitne pregrade oko izvora buke

OPIS MJERE	TROŠAK	UČINKOVITOST	SLOŽENOST	RAZINA PRIMJENE
Zaštitne pregrade oko izvora buke				Unutar pogona

Primjena učinkovitih prigušivača

OPIS MJERE	TROŠAK	UČINKOVITOST	SLOŽENOST	RAZINA PRIMJENE
Primjena učinkovitih prigušivača				Unutar pogona

Poboljšanje postojeće zvučne izolacije

OPIS MJERE	TROŠAK	UČINKOVITOST	SLOŽENOST	RAZINA PRIMJENE
Poboljšanje postojeće zračne zvučne izolacije				Unutar pogona

Primjena apsorbera zvuka

OPIS MJERE	TROŠAK	UČINKOVITOST	SLOŽENOST	RAZINA PRIMJENE
Primjena apsorbera zvuka				Unutar pogona

Primjena antivibracijskih sustava

OPIS MJERE	TROŠAK	UČINKOVITOST	SLOŽENOST	RAZINA PRIMJENE
Primjena antivibracijskih sustava				Unutar pogona

7.3.1. Odabir tiših tehnologija

S obzirom na način emisije buke unutar proizvodnog pogona, u pravilu izvore buke dijelimo na točkaste izvore buke (npr. diskretni strojevi tipa elektromotori, pumpe, kompresori, odsisi i sl.), preko linijskih izvora buke (tipa transportne trake, vodovi za prijenos plinovitih ili tekućih medija) do površinskih izvora buke koji sa svojim dimenzijama predstavljaju velike emisijske plohe. Svim izvorima je zajednička emisija buke osnovne frekvencije sa harmonicima čijom se analizom utvrđuju frekvencijska područja u kojim je potrebno primijeniti određene mjere zaštite od buke.

Kao prvi prioritet, uvijek je potrebno primijeniti sve razumno provedive mjere zaštite od buke kako bi se osiguralo korištenje najtiših procesa i zadovoljavanje najtiših metoda rada postrojenja s ciljem minimiziranja projektiranja dodatnih mjera zaštite od buke i vibracija. Različite EU Smjernice, poglavito Smjernica o strojevima 2006/42/EZ (EC, 2006) (u literaturi se često koristi skraćenica MD= Machine Directive) kao i Smjernica o opremi za korištenja na otvorenom 2000/14/EZ (EC, 2000) (u literaturi se često koristi skraćenica OED=Outdoor Equipment Directive) propisuju načine OBAVEZNOG iskazivanja podataka o emisiji buke sa ciljem omogućavanja slobodnog kretanja strojeva unutar europskog unutarnjeg tržišta uz osiguranje visoke razine zaštite zdravlja, sigurnosti i zaštite okoliša (MD). Na opisani način, Europska komisija nije propisala maksimalno dopuštene razine emisije buke za određene strojeve, ali se primjenom Direktive smanjuje rizik od previsokih razina buke, uzimajući u obzir tehnički napredak i dostupnost metoda za smanjenje buke⁴⁵. Upravo je pružanje informacija o emisiji buke posljednji **ali obavezni** korak u pomaganju krajnjim korisnicima strojeva da prepoznaju i upravljaju rizikom od buke.

U industriji tipa INA RNR, jedan od čimbenika koje obavezno treba implementirati u postupke projektiranja i/ili nabavke, svakako je emisija buke jer dobavljači opreme raspolažu sa brojnim tehničkim informacijama o emisiji buke čime se dodatno mora provjeravati sukladnost određene opreme sa zahtjevima o maksimalnoj emisiji buke na određenoj lokaciji a sve sa ciljem izbjegavanja dodatnih troškova izazvanih potrebom za dodatne mjere zaštite od buke.

U odnosu na moguće potrebne promjene na postojećim strojevima, često je moguće provesti relativno jednostavne i ekonomski održive promjene u neposrednoj okolini kako bi se smanjila buka na mjestu emisije:

- prilikom korištenja pneumatske oprema prvenstveno koristiti „supersilenced“ kompresore,
- koristiti alternative dizelskim/benzinskim motorima odnosno pneumatskim jedinicama, kao što su hidraulične ili električno upravljane jedinice ukoliko je to izvedivo i razumno. Tamo gdje nema opskrbe električnom energijom, koristite akustički oklopljene električne generatore.
- korištenje lokomotiva s komponentama koje ne emitiraju tonsku ili niskofrekventnu buku,
- ventilatori – koristiti motore sa mogućnosti frekvencijskog upravljanja , smanjiti broj okretaja, redovito održavati brtve, prilikom odabira ventilatora odabrati tipove sa većim brojem lopatica, smanjiti statički pad tlaka, odabir tiših motora, odabrati elastično ovješene tipove opreme,

⁴⁵ https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/mechanical-engineering/noise-emission-outdoor-equipment/database_en

- ventil -koristiti „tihu“ verziju ventila, nadzirati i/ili ograničiti protok medija, ograničiti pad tlaka i brzine, odabrati veličinu ventila adekvatnu za ukupni protok,
- cjevovodi - nadzirati i/ili ograničiti protok medija, koristiti cjevovode obložene zvučno-apsorpcijskim materijalom
- transportne trake – zvukove koju proizvode pomični dijelovi traka moguće je smanjit korištenjem prikladnijih materijala za prigušivanje vibracija.

Glavne karakteristike mjere

Učinkovitost	Učinkovitost je vrlo promjenjiva ovisno o vrsti sektora i dostupnim tehnologijama, ali raspon poboljšanja može doseći čak i 20 dB
Trošak	Srednji-visok
Troškovi održavanja	Treba ga uključiti kao dio planiranog održavanja
Trajnost	Životni ciklus industrijskog procesa
Izvedivost	Njegova provedba ovisi o vrsti industrije i obično zahtijeva važna ekonomska ulaganja

Stručna iskustva, primjeri iz prakse

(European Commission, 2010) Prema IPPC-u, operater mora primijeniti "Najbolje raspoložive tehnike"⁴⁶ koje imaju za cilj osigurati da nema razumnog razloga za uznemiravanje stanovništva izvan granica postrojenja. EK objavio je nekoliko izvješća koja daju informacije o specifičnom industrijskom sektoru u EU, o tehnikama i procesima koji se koriste u njemu, trenutnim razinama emisije i potrošnje, tehnikama koje treba uzeti u obzir pri određivanju najboljih raspoloživih tehnika (BAT) i tehnika u nastajanju⁴⁷.

OPIS MJERE	TROŠAK	UČINKOVITOST	SLOŽENOST	RAZINA PRIMJENE
Odabir "tiših" tehnologija	◡	◡	◡	Unutar pogona

⁴⁶ U praksi se koristi skraćenica NRT = kao prijevod za BAT „Best Available Technologies“

⁴⁷ Provedbena odluka Europske komisije od 9. listopada 2014. o utvrđivanju zaključaka o najboljim raspoloživim tehnikama (NRT), u skladu s Direktivom 2010/75/EU Europskog parlamenta i Vijeća o industrijskim emisijama, za rafiniranje mineralnih ulja i plina (brojem dokumenta C(2014) 7155); 2014/738/EU

7.3.2. Akustičko oklapanje izvora buke

Akustička oklapanja se uobičajeno definiraju kao skup akustičkih mjera koja okružuju stroj, opremu ili skup njih čime se postiže snižavanje razine buke na samom izvoru buke. Ova mjera zaštite od buke može se provoditi jednostavnim oklapanjima sa predgotovljenim akustičkim panelima, ali također obuhvaća i tehnička rješenja koja zahtijevaju cjelovite postupke projektiranja i ishođenja potrebnih dozvola za rekonstrukciju postojećeg dijela pogona.

Akustička oklapanja (kućišta) u pravilu tvore paralelopipedni oblik, s četiri plohe koja predstavljaju zidove, te jednu plohu koja predstavlja „krov“ kućišta. Sukladno odredbama ISO 15667: 2000⁴⁸ postoji nekoliko fizikalnih veličina za definiranje traženog prigušenja akustičkih oklopa kao što su npr.: D_w , $D_{w,w}$, R , D_p , D'_p , $D_{p,A}$, $D_{p,A,e}$ koje predstavljaju određene pokazatelje akustičke učinkovitosti prigušenja primijenjenog oklopa. Općenito, ovo su čimbenici koje treba uzeti u obzir:

- na ispravan način treba pristupiti projektiranju i dimenzioniranju oklopa/kućišta, uključujući razmatranje raspoloživog prostora, potrebnog servisnog prostora oko izvora buke, mogućnost demontažnih elemenata, potrebu za prisilnom ventilacijom/hlađenjem, prihvatljive materijale,
- pri odabiru materijala za akustički oklop temeljem zahtjeva za zvučnu izolaciju i/ili apsorpciju zvuka uvijek je preporučljivo koristiti materijale u kojima je akustička obloga okrenuta prema izvoru buke zvučno upijajuća. U pravilu općenite smjernice navode da bi debljina čeličnog lima trebala biti minimalno 1,5 mm, dok bi se prilikom korištenja ostalih materijala moralo osigurati zadovoljavanje zahtjeva za minimalnu masu po jedinici površine u rasponu (10-15) kg/m². Ukoliko je potrebna apsorpcijska obloga, tada se preporučuje korištenje apsorpcijskog sloja tipa „mineralna vuna“ ili istovjetna debljine barem 50 mm sa perforacijom većom do 30 % površine.
- odabir otvora (prozora, vrata) prilikom čega se preporučuje korištenje barem jednostrukog prozorskog stakla debljine barem 6 mm, dok se za vrata preporuča korištenje vrata sa vrednovanim indeksom zvučne izolacije u ugrađenom stanju od barem 25 dB,
- minimiziranje nepoželjnog „curenja zvuka“ kod spojeva različitih elemenata strukture,
- u cilju izbjegavanja strukturnog zvuka i/ili vibracija, izvori buke moraju biti ugrađeni na anti-vibracijske temelje. Akustički oklop nikako ne smije imati mehanički kontakt sa plohom na kojoj je ugrađen izvor buke, te je potrebno osigurati odgovarajuće tehničke mjere,
- odabir prikladnih prigušivača i/ili akustičkih žaluzija na način da se ne naruše akustička svojstva akustičkog oklopa.

Ukoliko se primjenjuju navedene odredbe ISO 15667: 2000 u pravilu bi svako akustičko oklapanje trebalo osigurati prigušenje buke do 15 dB.

⁴⁸ HRN EN ISO 15667:2001 - Smjernice za smanjenje buke oklopima i kabinama (ISO 15667:2000; EN ISO 15667:2000), dostupno za nabavku na poveznici: <https://repositorij.hzn.hr/norm/HRN+EN+ISO+15667%3A2001>

Glavne karakteristike mjere

Učinkovitost	Odlična ukoliko se primjenjuju postupci opisani u stručnoj praksi
Trošak	Praksa navodi inženjerska rješenja (280-450) €/m ² u izvedenom stanju bez možebitnih troškova prigušivača.
Troškovi održavanja	Uobičajeno minimalni ako nema izvanrednih situacija, mogući dodatni trošak čišćenja, te obnova brtvi, elemenata za rasklapanje i sl. Dio oklopa mora biti jednostavan za pristup, održavanje, nadzor i izvanredne situacije.
Trajnost	Preko 20 godina
Izvedivost	U pravilu su ova tehnička izvediva jer se radi o korištenju prefabriciranih elemenata, najveći problem za postojeća postrojenja je nužan raspoloživi prostor. Učinak akustičkih oklopa mora biti razmatran sa utjecajem mogućeg oklapanja na potrebe za hlađenjem i/ili prisilnu ventilaciju te utjecajem na radni učinak pogona/stroja i njegovo održavanje.
Utjecaj na krajobraz	Oni ne predstavljaju nikakav negativan estetski učinak. Ovaj sustav skriva viziju bučnih strojeva

Stručna iskustva, primjeri iz prakse

(HRN_1793_1, 2018) ; (HRN_1793_2, 2018) - za korištenje u razradi projektne dokumentacije preporuča se korištenje akustičkih veličina definiranih u navedenim normama. Ove norme premda se koriste za zaštitu od buke cestovnog prometa definiraju osnovne akustičke veličine i klase akustičkih konstrukcija kako u pogledu prigušenja zvuke tako i u njegovoj apsorpciji. U velikom broju slučajeva preporuča se odabir konstrukcija koje se izrađuju od platica koji moraju zadovoljiti:

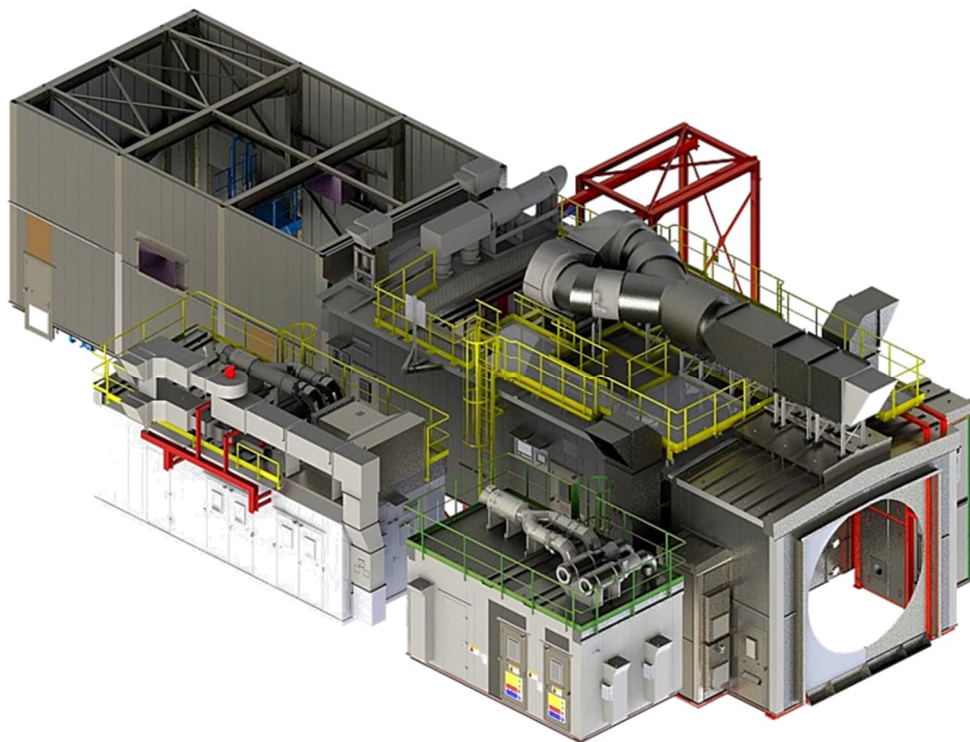
- u pogledu zvučne izolacije trebaju pripadati u kategoriju B3, tj. $D_{L,R} > 24$ dB,
- u pogledu apsorpcije zvuka trebaju pripadati u kategoriju A3, tj. $D_{L\alpha} > 8$ dB.

OPIS MJERE	TROŠAK	UČINKOVITOST	SLOŽENOST	RAZINA PRIMJENE
Akustičko oklapanje izvora buke				Unutar pogona



Slika 38. Karakterističan prikaz akustičkog oklapanja izvora buke ([poveznica](#))





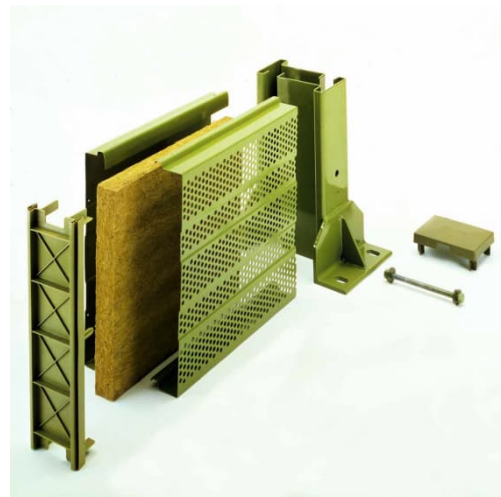
Slika 39. Karakterističan prikaz akustičkog oklapanja cijelog tehnološkog procesa ⁴⁹

⁴⁹ <https://saifrance.com/acoustic-enclosures/>

7.3.3. Zaštitne pregrade oko izvora buke

Zaštitne pregrade oko izvora buke najčešće se izvode kao građevinski objekti koji su posebno projektirani s ciljem zaštite od buke određenih područja od buke koju emitira jedan poznati izvor specifične buke. Najčešće se izvode u obliku samostojećih konstrukcija zidova za zaštitu od buke te se smatraju kao jedna od najčešće korištenih metoda snižavanja buke određenog stroja ili opreme.

Iako se po izgledu zidova za zaštitu od buke može jednostavno shvatiti zašto su zidovi za zaštitu od buke učinkoviti, potrebno je naglasiti da se njihova učinkovitost zasniva na fizikalnim pojavama loma, ogiba i refleksije zvučnih valova. Zidovi za zaštitu od buke mogu smanjiti razinu buke bilo upijajući energiju zvuka (efekt apsorpcije zvuka), bilo reflektirajući zvučni val u suprotnom smjeru od smjera najosjetljivijih točaka imisije (efekt refleksije vala) kao i prisiljavajući zvučni val na savladavanje dužeg puta, preko ili oko zidova za zaštitu od buke (efekt difrakcije vala). Zidovi sa apsorpcijskom površinom usmjerenom prema izvoru buke su učinkovitiji, te je manje vjerojatno da će proizvesti neočekivane rezultate, ali je potrebno znati da su ovi materijali nešto skuplji od konvencionalnih materijala.



Slika 40. Prikaz jednostrano apsorbirajućeg zida za zaštitu od buke

Projektna dokumentacija za izgradnju zidova za zaštitu od buke mora se izraditi od strane ovlaštenog projektanta bilo u slučajevima kada je planirana izgradnja zida za zaštitu do buke korektivna mjera (npr. analiza nakon izrađene karte buke, pritužbe stanovnika) odnosno kada je sam projekt izgradnje zida za zaštitu od buke sastavni dio projektne dokumentacije za izgradnju/rekonstrukciju pogona. Postupak projektiranja zidova za zaštitu od buke mora biti proveden u skladu s pravilima struke i kao takav mora uključivati interdisciplinarna razmatranja:

- akustička razmatranja uključuju odabir mjesta, dimenzije i oblik zida za zaštitu od buke, te akustički materijal koji će osigurati potreban fizikalni učinak. Općenito učinak zida ovisi o udaljenosti i relativnom položaju između točke imisije buke, točke emisije buke i visine zida za zaštitu od buke. Postoje također posebna konstrukcijska rješenja koje se primjenjuju na vrhu zida za zaštitu od buke te se oni također analiziraju ukoliko postoji potreba. Neki oblici na vrhu zida za zaštitu od buke (akustički elementi) povećavaju broj difrakcija i reflektiranih zvučnih valova što unosi dodatno gušenje zvučnog vala.

- prva faza u razradi projektne dokumentacije izgradnje zida za zaštitu od buke počinje određivanjem kritičnih mjesta imisije buke na kojima se mora zadovoljiti određeni kriterij o dopuštenim razinama buke određenog izvora. Temeljem postavljenog tehničkog zahtjeva, na razini idejne dokumentacije, razrađuje se ukupna duljina zida, visina, kao i relativan položaj u odnosu na izvore buke i točke imisije. Po odobrenju idejnog projekta pristupa se daljnjoj razradi projektne dokumentacije koja moraju zadovoljiti zahtjeve temeljene na nizu ne-akustičkih razmatranja.

Relativan odnos udaljenosti između izvora buke, položaja zida te točke imisije također utječe na učinkovitost zida za zaštitu od buke te se povećanjem udaljenosti između zida i točke imisije smanjuje učinkovitost zida (uz pretpostavku da se ne mijenja geometrija zida za zaštitu od buke).

Razmatranje izravne vidljivosti kao približna metoda procjene učinka zida je prihvatljiva, no bitno je znati da na učinkovitost zida ima i tzv. horizontalni i vertikalni ogib zvučnog vala oko rubova zida što treba znati prilikom dimenzija i položaja zida.

Na akustičku učinkovitost zida za zaštitu od buke određeni utjecaj ima sadržaj frekvencijskog spektra buke od izvora od kojeg se štiti područje imisije, te je zbog fizikalnog učinka ogiba, učinkovitost zida smanjena za izvore buke s dominantnom niskofrekvencijskom komponentom.

Učinkovitost lokacije – općenito pravilo govori da što se zid za zaštitu od buke postavi bliže izvoru buke bolji je akustički zaštitni učinak.

Glavne karakteristike mjere

Učinkovitost	Pasivna mjera zaštite od buke te ne djeluje na radni učinak opreme i performanse. Akustička učinkovitost zida za zaštitu od buke ovisi o relativnom položaju (horizontalnom i vertikalnom) izvora buke, zida te dimenzija svih prepreka širenju zvuka. Općenito, kada je izravna vidljivost (tzv. „područje akustičke sjene“) između izvora buke i točke imisije prekinuta, postiže se snižavanje buke do 5 dB. Ako je zadovoljen prethodni kriterij, tada se može primijeniti opće pravilo koje vrijedi za jednostavne i pravilne situacije, da se za cca svakih 0,6 m povećanja visine zida, akustički dobitak povećava za 1 dB. Premda je maksimalna teoretska granica sniženja buke sa zidom za zaštitu od buke 25 dB, praktična granica sniženja buke sa zidom za zaštitu od buke iznosi do 15 dB, a u većini stvarnih slučajeva, raspon akustičkog dobitka iznosi (5-10) dB.
Trošak	Trošak izgradnje iznosi cca (350-400) EUR/m ² u izvedenom stanju. Udio cijene same akustičke platice u pravilu iznosi cca 30 % prethodno navedenog troška.
Troškovi održavanja	Troškovi održavanja niski s godišnjom potrebom čišćenja te eventualnom zamjenom oštećenih platice. Perforirani pokrovni lim propada zbog prašine, prljavštine i svojstava upijanja. Ravne površine će zahtijevati redovito čišćenje visokotlačnim vodenim mlazom čim zagađenje postane vidljivije. Potrebno je osigurati periodični nadzor i bojanje dijelova strukture. Zatezanje spojeva i učvršćenja nakon početne izgradnje.
Trajnost	Trajnost (15-20) godina uz moguće hrđanje metala.
Izvedivost	Standardni način temeljenja, jednostavna ugradnja, mogućnost savijanja u druge oblike (npr. kod zakrivljenih zidova za zaštitu od buke), dostupnost izvedbi svih boja RAL definicija.

Stručna iskustva, primjeri iz prakse

(HRN_1793_1, 2018) ; (HRN_1793_2, 2018) - za korištenje u razradi projektne dokumentacije preporuča se korištenje akustičkih veličina definiranih u navedenim normama. Ove norme premda se koriste za zaštitu od buke cestovnog prometa definiraju osnovne akustičke veličine i klase akustičkih konstrukcija kako u pogledu prigušenja zvuke tako i u njegovoj apsorpciji. U velikom broju slučajeva preporuča se odabir konstrukcija koje se izrađuju od platica koji moraju zadovoljiti:

- u pogledu zvučne izolacije trebaju spadati u kategoriju B3, tj. $D_{L,R} > 24$ dB,
- u pogledu apsorpcije zvuka trebaju spadati u kategoriju A3, tj. $D_{L\alpha} > 8$ dB.

OPIS MJERE	TROŠAK	UČINKOVITOST	SLOŽENOST	RAZINA PRIMJENE
Zaštitne pregrade oko izvora buke				Unutar pogona



Slika 41. Karakterističan prikaz zida za zaštitu od buke oko prostornog izvora buke ⁵⁰



Slika 42. Karakterističan prikaz mjere zaštite od buke na kompresoru – projekt DARH 2 d.o.o., Zagrebačka pivovara

⁵⁰ <https://www.laerschutz-industrie.de/fileadmin/schuetzte/industrie/gallery/laerschutzwand-industrie-schuetzte7.jpg>



Slika 43. Karakterističan prikaz mjere zaštite od buke na vodotornju – projekt DARH 2 d.o.o., Zagrebačka pivovara



Slika 44. Karakterističan prikaz mjere zaštite od buke sustava klimatizacije – projekt DARH 2 d.o.o., HT Data centar

7.3.4. Primjena učinkovitih prigušivača

Prigušivač buke se definira kao pasivni element koji snižava razine buke prilikom prijenosa zvuka kroz kanal, cijev ili otvor po mogućnosti bez bitnog narušavanja prijenosa medija (u pravilu zrak). Po svojoj izvedbi najčešće se koriste prigušivači zvuka koji u sebi imaju ugrađene tzv. „kulise“ te se odabirom dimenzija kulisa (duljina, širina, debljina) kao i njihovim brojem unutar prigušivača „podešava“ prigušenje kako po razini tako i po dijelu frekvencijskog spektra. Prigušne kulise se izrađuju od negorivog, apsorpcijskog materijala kao npr. kamene vune, dok je najčešće kućište prigušivača izrađeno od pocinčanog čeličnog lima sa pripadajućim prirubnicama.

Druga često korištena verzija prigušivača su tzv. cilindrični prigušivači čiji je plašt (vanjska strana kućišta) izrađena od pocinčanog čeličnog lima, ispunjen apsorpcijskim materijalom. Preko apsorpcijskog materijala postavljen je unutarnji plašt prigušivača od perforiranog pocinčanog čeličnog lima. Ukoliko se žele postići veća prigušenja tada se unutar prigušivača postavlja jezgra koju čini „cilindar“ apsorpcijskog materijala preko kojeg je postavljen perforirani pocinčani lim. Glavne primjene prigušivača buke su:

- sniziti razinu buke sustava ventilacije i/ili klimatizacije gdje se dominantno koristi prisilna ventilacija zraka, uključujući industrijske radionice
- izbjegavanje ili snižavanje prijenosa buke u kanalima između prostorija kada su u njima visoke razine buke
- kompenzirati ugradnju akustičkih oklopa zbog koje je potrebno primijeniti sustave prisilne ventilacije te samim time osigurati da razina buke na upuhu/ispuhu ventilacije ne snižava učinak akustičkog oklopa
- za snižavanje buke na upuhu/ispuhu izlaza ventilatora, kompresora, puhala, turbina i sl.
- snižavanje buke ispušnih ventila/plinova koju stvaraju visokotlačni vodovi, kontrolni ventili, sigurnosni ventili („blow-off silencers“),
- za snižavanje buke na upuhu/ispuhu motora s unutarnjim izgaranjem.

Glavne karakteristike mjere

Učinkovitost	Prigušivač ima iznimno dobru učinkovitost i može se jako dobro „ugađati“ sa odgovarajućim projektnim rješenjima uvažavajući utjecaj na npr. „pad tlaka“ koji može utjecati na rad sustava.
Trošak	Raspon cijena prigušivača je vrlo velik i zapravo ovisi o traženim fizikalnim karakteristikama prigušivača (prigušenje, pad tlaka i sl.). U praksi se mogu naći preporuke za kanalske prigušivače buke (zrak) u rasponu (0,2 – 1,5) €/m ³ /h, ispušni prigušivači 8- 20 €/m/s), prigušivači odzračivanja:)2-10) €/kg/h). U velikom broju instalacija cijena prigušivača je cca (30-40) % ukupne cijene instalacija zbog masivne nosive konstrukcije, kao i ostalih tehničkih zahtjeva za prigušivač.
Troškovi održavanja	Redovito čišćenje kulise, pregled pribornica
Trajnost	20 godina
Izvedivost	Glavni problem prigušivača su varijacije tlaka koje uzrokuju sustav. Prigušivači se odabiru na temelju prigušenja zvuka kako bi se smanjio spektar buke i dostupan pad tlaka. Obje varijable su važne. Uzimajući u obzir ove parametre, prigušivač je dimenzioniran. Ugradnja prigušivača je jednostavna, ali ponekad je uvjetovana raspoloživim prostorom.

Stručna iskustva, primjeri iz prakse

(ISO_14163, 2000)⁵¹ definira različite indekse koji se koriste za procjenu unesenog prigušenja prigušivača (D_i , D_{iP} , D_t , D_s , D_a , D_m) koja mogu biti do 60 dB.

OPIS MJERE	TROŠAK	UČINKOVITOST	SLOŽENOST	RAZINA PRIMJENE
Primjena učinkovitih prigušivača				Unutar pogona

⁵¹ <https://repozitorij.hzn.hr/norm/HRN+EN+ISO+14163%3A2000>



Slika 45. Karakterističan prikaz različitih izvedbi prigušivača (<https://stopson.it/products/silencers/>)



Slika 48. Prikaz ugrađenog stanja cilindričnih prigušivača buke - projekt DARH 2 d.o.o., „Zaštita od buke sustava klimatizacije i ventilacije HT Data centar, Zagreb

7.3.5. Poboljšanje postojeće zvučne izolacije

Za određene industrijske aktivnosti koje se odvijaju u blizini osjetljivih područja (npr. zone stambene namjene) postoji određeni popis preventivnih i korektivnih mjera koje pomažu u snižavanju buke cijelog pogona.

- bučne radne operacije koje se odvijaju unutar zgrada moraju imati minimalne vrijednosti zračne zvučne izolacije koje neće uzrokovati prekoračenje dopuštenih razina buke na osjetljivim područjima,
- aktivnost unutar objekata se moraju provoditi sa zatvorenim vratima i prozorima. Sustavi koji otvaraju i zatvaraju vrata moraju biti automatizirani i tihi te mora postojati sustav dojave o otvorenim vratima/prozorima.
- po potrebi je potrebno poduzeti dodatne mjere za poboljšanje zvučne izolacije zračnih raspora oko vrata, prozora, te po potrebi provesti zamjenu postojećih vrata/prozora sa prozorima bolje klase zvučne izolacije.
- usisi/odsisi ventilacijskih sustava moraju biti opremljeni prigušivačima buke,
- u cilju smanjivanja buke na mjestu emisije, preporučljivo je unutrašnjost bučnih prostorija (stropovi/zidovi) obložiti zvučno-apsorpcijskim oblogama,
- provesti reviziju karakteristika anti-vibracijskih podloga strojeva i po potrebi zamijeniti dotrajale,
- ukoliko ne postoje plivajući podovi na određenim strojevima, potrebno je napraviti plan ugradnje plivajućih podova ili anti-vibracijskih temelja s ciljem minimiziranja strukturnog zvuka/vibracija,
- poželjno je izbjegavanje krutih spojeva između različitih elemenata te je potrebno primjenjivati elastične ovjese,
- otvori na konstrukciji objekta kroz koje prolaze vodovi (ventilacije, klimatizacije, i sl.) moraju u potpunosti biti kvalitetno obrađeni na odgovarajući način.

Glavne karakteristike mjere

Učinkovitost	Kvalitetno izvedena zvučna izolacija objekta može sniziti razine buke za preko 60 dB.
Trošak	Procjenjeni trošak poboljšanja zvučne izolacije strojarnice: 400-600 €/m ² Zvučno-apsorpcijske obloge: 150 €/m ² , (100-150) €/elementu
Troškovi održavanja	Postupci čišćenja
Trajnost	20 godina
Izvedivost	Najveća poteškoća je često dostupnost nužnog fizičkog prostora za provedbu projekata rekonstrukcije. Za izradu projekta poželjan je multidisciplinarni tim s praktičnim znanjima u sustavima poboljšanja zvučne izolacije, snižavanju vibracija i sl. Tijekom izvođenja nužna visoka razina kvalitete.

Stručna iskustva, primjeri iz prakse

Environmental Protection Department of Hong Kong

http://www.epd.gov.hk/epd/english/environmentinhk/noise/noise_maincontent.html

Vodiči kroz dobru praksu

https://www.epd.gov.hk/epd/english/environmentinhk/noise/guide_ref/noise_guidelines.html

Guidelines on Design of Design of Noise Barriers




https://www.epd.gov.hk/epd/english/environmentinhk/noise/guide_ref/design_barriers_content1.html

Good Practices on Pumping System Noise Control

https://www.epd.gov.hk/epd/sites/default/files/epd/english/environmentinhk/noise/guide_ref/files/Pump_sys_E-06_0.pdf

Good Practices on Ventilation System Noise Control

https://www.epd.gov.hk/epd/sites/default/files/epd/english/environmentinhk/noise/guide_ref/files/Vent_sys_E-06_0.pdf

OPIS MJERE	TROŠAK	UČINKOVITOST	SLOŽENOST	RAZINA PRIMJENE
Poboljšanje postojeće zračne zvučne izolacije				Unutar pogona

7.3.6. Primjena apsorbera zvuka

Kad god strojevi/izvori buke rade unutar zatvorenih prostora, razina zvuka u zatvorenom prostoru povećava se zbog akustičkih karakteristika unutarnjih naličja zidova, stropova kao i podova što se u akustici definira tzv. „odjekom“ odnosno činjenicom da se dio upadnog zvučnog vala odbija od prepreke (npr. zid) zavisno od koeficijenta apsorpcije/refleksije tog zida. Ukupni utjecaj refleksija i apsorpcija izravno se mjeri vremenom odjeka prostorije, RT^{52} standardiziranim ISO metodama. Sa ciljem snižavanja razina buke unutar same prostorije, tada je potrebno razmotriti stanje prostorne akustike prostorije te ukoliko je prikladno primijeniti mjere optimizacije akustike kao što je npr. ugradnja zvučno apsorpcijskih obloga, predgotovljenih zvučno apsorpcijskih elemenata i sl. Materijali koji se standardno koriste za ove primjene u bitnome zavise od namjene prostora (vrsta prostora, mogući štetni utjecaju, zahtjevi za negorivost, vizualni zahtjevi i sl.), ali postoje apsorberi zvuka u različitim kombinacijama tekstilnih, mineralnih, drvenih, metalnih materijala.

Glavne karakteristike mjere

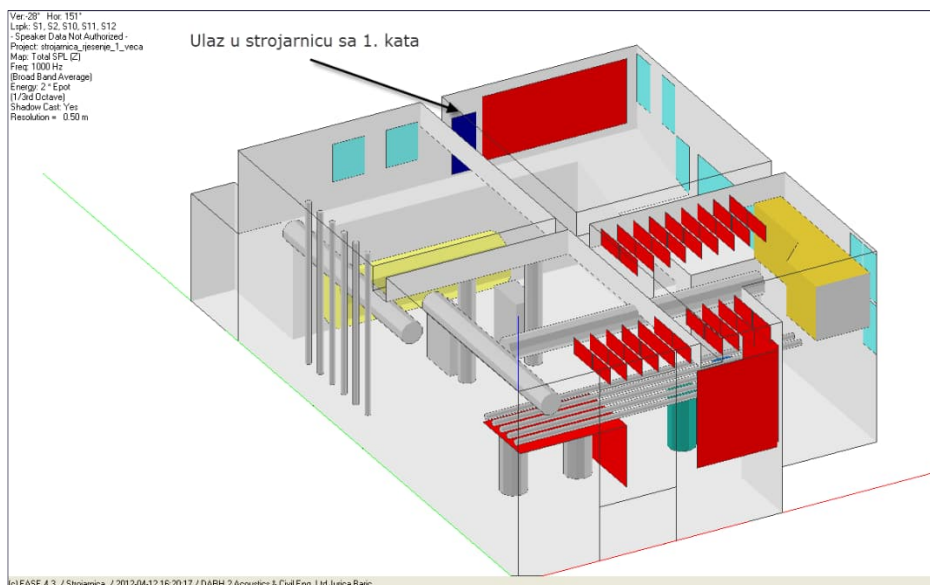
Učinkovitost	Uobičajeno snižavanje razina buke unutar prostorija kreće se u rasponu(1-9) dB
Trošak	Obrada površina na zidovima (100 – 130) €/m ² Obrada površina na stropu (120-150) €/m ² Predgotovljeni samostojeći apsorberi: (150-300) €/m ² (po komadu)
Troškovi održavanja	Čišćenje po potrebi
Trajnost	Preko 20 godina
Izvedivost	U pravilu nema negativnog učinka na proizvodni proces. Obično osigurava i bolju toplinsku izolaciju. U pravilu se radi o lagani i fleksibilnim materijalima. Nema negativnog vizualnog/estetskog učinka, dapače mogu se koristiti kao dodatne plohe za sadržaje (tekst, slika i sl.).

OPIS MJERE	TROŠAK	UČINKOVITOST	SLOŽENOST	RAZINA PRIMJENE
Primjena apsorbera zvuka	◊	△	◊	Unutar pogona

⁵² RT = Reverberation time

Stručna iskustva, primjeri iz prakse

U projektu su korišteni materijali Ecophon Hygiene Advance Baffle C3, Drvolit Akustik, odnosno Platice izvedene kao sendvič konstrukcija ispunjene mineralnom vunom.



Slika 49. Prikaz modela prostorne akustike strojarnice Zagrebačke pivovare d.o.o. - projekt DARH 2 d.o.o.

Tablica 22. Korištene vrijednosti koeficijenta upojnosti (apsorpcije) α' materijala za optimizaciju akustike prostora

Naziv materijala	Iznos koeficijenta upojnosti po frekvencijama							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Ecophon Hygiene Advance Baffle C3 ploče	-	0,35	0,35	0,60	0,80	0,85	0,75	-
Drvolit Akustik ploče	-	0,13	0,39	0,82	0,53	0,89	0,90	-
Platice izvedene kao sendvič konstrukcija ispunjene mineralnom vunom	0,3	0,7	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0



Slika 50. Prikaz izvedenog stanja strojarnice Zagrebačke pivovare d.o.o. - projekt DARH 2 d.o.o.

Nakon provedbe projekta razina buke unutar strojarnice je snižena za 6 dB.

7.3.7. Primjena antivibracijskih sustava

Premda se na prvi pogled čini da ova mjera nije primjenjiva za pogone koji nisu konstruktivno vezani za najbliže objekte u kojima živi izloženo stanovništvo, primjena anti vibracijskih sustava je neophodna u svim slučajevima kad je izvor buke bilo koja vrsta opreme koja sadržava bilo koju vrsti rotacijskog stroja. Naime, vrtnjom stroja generira se određena frekvencija zvuka koja se ukoliko nije stroj ispravno temeljen prenosi u konstrukciju temelja. Tako pobuđen temelj osim što sam počinje emitirati buku/zvuk određenih frekvencija, prenosi pobudu i na sve mehanički vezane konstrukcije (tipa zidovi, bočne stranice i sl.) koje također postaju emiteri zvuka. Samim time zbog neispravnog temeljenja jednog izvora buke, stvoren je novi problem sa više povezanih izvora buke koji u pravilu emitiraju zvuk izrazito nepovoljne niske frekvencije koju je gotovo pa nemoguće kontrolirati standardnim mjerama zaštite od buke.

U pravilu za primjenu ove mjere na određenim izvorima buke poželjno je primjenjivati slijedeće korake:

- u početnoj fazi projektiranja uvijek je poželjno odabrati strojeve koji unutar samog stroja imaju već izvedene anti-vibracijske mjere,
- na postojećim strojevima koji su mogući izvori vibracija, tehnikama mjerenja vibracija definirati razine vibracija / ubrzanja uzrokovane radom određenog stroja kao i prijenos na nosivu konstrukciju/temelj stroja,
- odrediti potrebnu razinu snižavanja vibracija,
- identificirati moguća ograničenja za primjenu klasičnih anti-vibracijskih mjera,
- razmotriti tržišno raspoložive mjere za slične tipove opreme počevši od proizvođača,
- odrediti prioritete prilikom određivanja prihvatljivosti određene mjere.

U pravilu se za različite strojeve koriste i različite vrste anti-vibracijskih mjera:

- neoprenski podlošci – za lakše strojeve, manji transformatori, manje pumpe i sl.
- opružni nosači - koriste se u slučajevima kada je potrebno ograničiti jednu dimenziju prijenosa sa stroja na temelj. Koriste se na rashladnim kompresorima, hidrantskim pumpama, rashladnim tornjevima, ventilatorima, pumpama i industrijskoj opremi
- elastični ovjes - koriste se za cjevovode, kanale radove, ventilatore, klima uređaje u kanalima, spuštene stropove itd.
- plivajući podovi.

Odabir opreme i montaže ovisi će o statičkoj težini opreme, frekvenciji rada opreme, prirodnoj frekvenciji anti-vibracijskog sustava, dinamičkoj reakcijskoj sili i reakcijskim silama koje se mogu pojavljivati prilikom pokretanja opreme.

Glavne karakteristike mjere

Učinkovitost	Vrlo dobre i ako se točne definiraju ulazni parametri za odabir mjere, učinkovitost može biti do 95 % snižavanja vibracija.
Trošak	Vrlo promjenjivo ovisno o strojevima tipa o, težini i rezonantnoj frekvenciji. Jednokratni trošak instalacije ovisi od veličine stroja i predviđenoj mjeri. Trošak instalacije na postojećoj opremi može biti značajan.
Troškovi održavanja	Nema, samo redovno čišćenje.
Trajnost	10 godina
Izvedivost	Nema negativnog utjecaja na proizvodni proces. Bitan je sinergijski utjecaj jer se automatski i smanjuje izloženost radnika vibracijama strojeva. Nema popratnih estetskih/vizualnih utjecaja.

Stručna iskustva, primjeri iz prakse

-

OPIS MJERE	TROŠAK	UČINKOVITOST	SLOŽENOST	RAZINA PRIMJENE
Primjena antivibracijskih sustava				Unutar pogona

8. PRIJEDLOG SCENARIJA I MJERA UPRAVLJANJA BUKOM

Po provedenom potvrđivanju područja upravljanja bukom, s ciljem što bolje definicije i određivanja scenarija upravljanja bukom, održani su sastanci projektnog tima te je za svako područje predložen barem jedan scenarij snižavanja i/ili upravljanja bukom sa barem jednom mjerom upravljanja bukom.

Od ukupno 38 područja upravljanja bukom cestovnog prometa za čiju je provedbu nadležan Grad Rijeka, na cca 55 % ukupnog broja područja Grad Rijeka može samostalno provoditi predložene aktivnosti, dok na preostalom broju područja (njih 17) potrebna je suradnja s Hrvatskim autocestama d.o.o. odnosno Hrvatskim cestama.

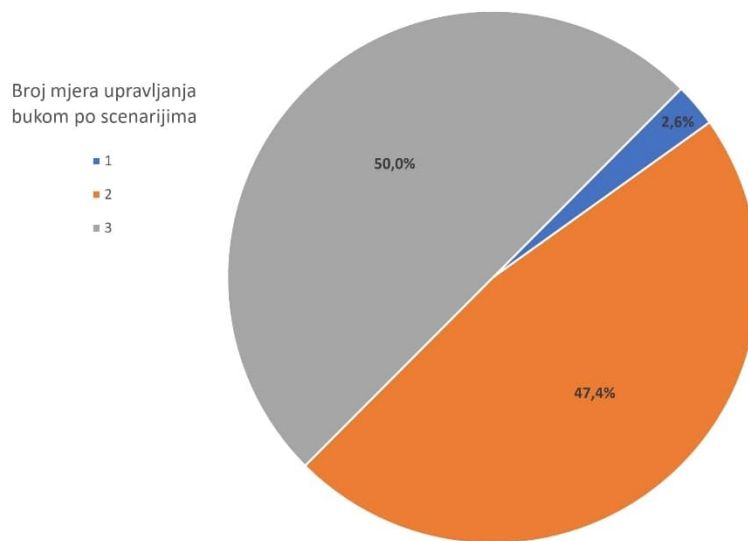
U odnosu na cestovni promet, u upravljanju bukom željezničkog prometa kao i bukom industrijskih pogona i postrojenja odnosno lučkih područja, Grad Rijeka nema nikakve mogućnosti poduzimanja samostalnih aktivnosti koje bi mogle npr. sniziti razine buke na samom izvoru. Samim time je Grad Rijeka na određeni način prepuštena upraviteljima izvora buke i njihovoj dobroj volji, odnosno nadzorom kojeg je dužan provoditi Državni inspektorat RH.

Tablica 23. Nadležnost nad provedbom scenarija upravljanja bukom

Izvor buke	Upravitelj izvora buke	Broj područja
Cestovni promet	Grad Rijeka	21
	Grad Rijeka, Hrvatske autoceste d.o.o.	6
	Grad Rijeka, Hrvatske ceste d.o.o.	11
Željeznički promet	HŽ Hrvatske ceste d.o.o.	6
Industrijski pogoni i postrojenja	Lučka uprava Rijeka / Koncesionar lučkog ili industrijskog područja	4

Od ukupnog broja područja upravljanja bukom cestovnog prometa, na cca 50 % područja pretpostavljena je primjena tri mjere upravljanja bukom, na cca 47 % područja pretpostavljena je primjena dvije mjere upravljanja bukom cestovnog prometa, dok je svega na jednom području pretpostavljena jedna mjera upravljanja bukom (Slika 51).

U ukupnom broju predloženih mjera upravljanja bukom cestovnog prometa, najzastupljenija je mjera „zamjena kolničke konstrukcije s tihom kolničkom konstrukcijom,“ te mjera „usporavanja prometa tijekom razdoblja noći“ koji prema stručnim preporukama osiguravaju najbolji omjer uloženo / dobiveno. S dodatnom mjerom korištenja inteligentnih sustava upravljanja prometom za upravljanje brzinom kretanja prometa pretpostavljeno je sniženje razina buke posebno tijekom razdoblja „noć“ (Tablica 24).



Slika 51. Prikaz predloženih mjera po područjima upravljanja bukom

U predloženom ukupnom broju scenarija upravljanja bukom željezničkog prometa najzastupljenije su mjere „Zidovi za zaštitu od buke prema projektnoj dokumentaciji“ koja se izrađuje tijekom proteklih 10 godina, uz obavezno trajno „infrastrukturno održavanje pruge (hrapavost i valovitost)“ čime se trajno osigurava niže emisijska razina buke.

Za industrijske pogone i postrojenja pretpostavljena je izrada „detaljne karte buke za 2026.g.“ što je zapravo neznatno proširenje ionako postojeće zakonske obaveza za izradu strateške karte buke za slijedeći krug izvještavanja uz izradu i provedbu plana upravljanja bukom i uvođenje trajnog praćenja razina buke čime bi javnost mogla trajno pratiti razine buke kojima je izložena.

Tablica 24. Analiza primjene mjera upravljanja bukom

Izvor buke	Opis mjere	Broj
Cestovni promet	Zamjena kolničke konstrukcije s tihom kolničkom konstrukcijom	35
	Mjere usporavanja prometa tijekom razdoblja noći	32
	Korištenje inteligentnih sustava upravljanja prometom za upravljanje brzinom prometa	20
	Snižavanje buke na putu širenja	7
Željeznički promet	Zidovi za zaštitu od buke prema projektnoj dokumentaciji	6
	Infrastrukturno održavanje pruge (hrapavost i valovitost)	6
Industrijski pogoni i postrojenja	Praksa najboljeg upravljanja - izrada i provedba plana upravljanja bukom	4
	Izrada detaljne karte buke za 2026.g.	4
	Uvođenje trajnog praćenja razina buke	4

8.1. O analizi uspješnosti scenarija upravljanja bukom

Prilikom procjene uspješnosti određenih scenarija upravljanja bukom potrebno je podsjetiti se da su područja upravljanja bukom u pravilu područja s najvećom gustoćom naseljenosti kao i prekoračenjem dopuštenih razina buke. Zbog navedene činjenice, neki od predloženih scenarija upravljanja bukom naizgled imat će jako ograničenu uspješnost, no međutim u stvarnosti će uspješnost na lokalnoj razini biti primjetnija poglavito uz dosljednu primjenu mjera. Predložene mjere upravljanja bukom često ne mogu nadomjestiti dugogodišnje zanemarivanje zaštite od buke, te se ne može očekivati da će se relativno ograničenom aktivnošću kao npr. ograničenje brzine kretanja vozila u bitnome sniziti imisijske razine buke. S druge strane, takvi na prvi pogled „ograničeno uspješni“ scenariji najbolje pokazuju koliko je složeno provesti učinkovite mjere zaštite od buke, te koliko su bitne prostorno-planske mjere upravljanja bukom tijekom upravljanja prostorom.

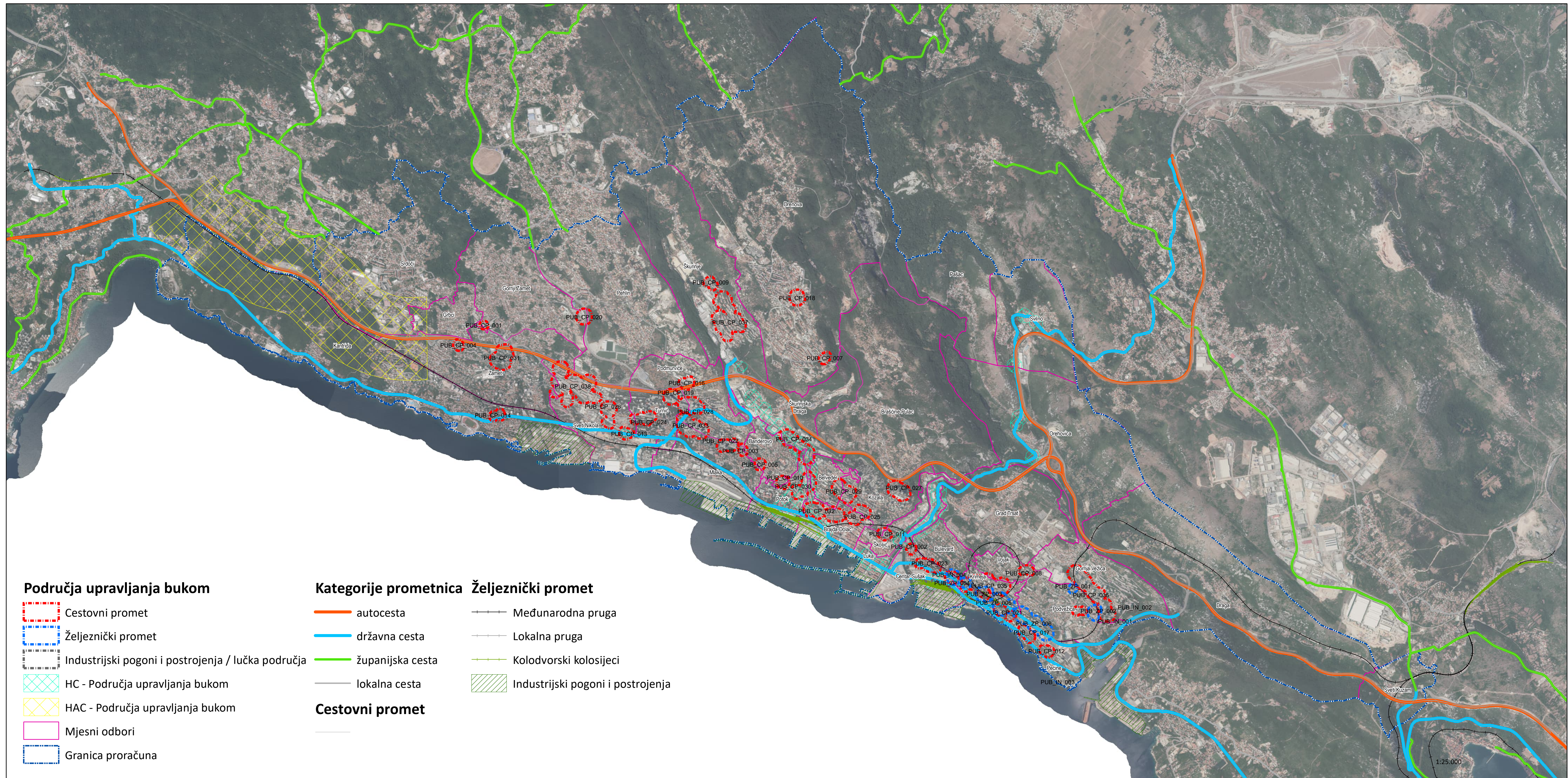
Potrebno je napomenuti da u svijetu postoji veliki dio pokazatelja koji pozitivno ocjenjuju provedbu mjera upravljanja bukom, a koji u ovom dokumentu ne mogu biti odgovarajuće valorizirani zbog činjenice da trenutačno problematika zaštite od buke u Republici Hrvatskoj nije visoko na listi prioriteta, te ne postoje vjerodostojni podaci na nacionalnoj razini. Prema posljednjim podacima koji su predstavljeni na stručnim konferencijama, neki od parametara koji izrazito pozitivno ocjenjuju provedbu mjera zaštite od buke su :

- smanjenje zdravstvenih troškova prouzročenih nižom stopom oboljenja od bolesti koje su indicirane s prekomjernom izloženosti buci,
- povećanje cijene nekretnina na nekretninama na kojima se snizuje izloženost buci, uz posredno veći porez na promet nekretnina,
- sinergijski učinak s programima zaštite kvalitete zraka,
- utjecaj na klimatske promjene kroz smanjenje emisije CO₂ itd.

Po provedbi javne rasprave, provesti će se procjena uspješnosti provedbe određenih scenarija upravljanja bukom te će se odrediti ročnost provedbe scenarija s procijenjenim troškovima.

9. GRAFIČKI DIO

9.1. Prilog I - Grafički prikaz područja upravljanja bukom



Područja upravljanja bukom

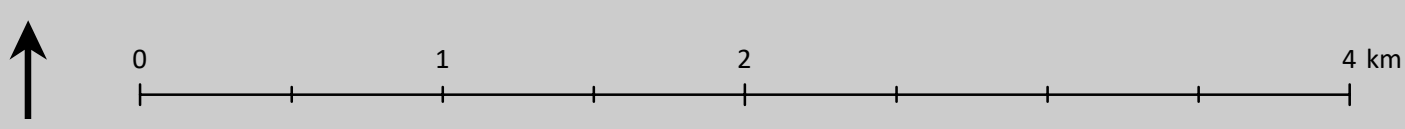
- Cestovni promet
- Željeznički promet
- Industrijski pogoni i postrojenja / lučka područja
- HC - Područja upravljanja bukom
- HAC - Područja upravljanja bukom
- Mjesni odbori
- Granica proračuna

Kategorije prometnica

- autocesta
- državna cesta
- županijska cesta
- lokalna cesta
- Međunarodna pruga
- Lokalna pruga
- Kolodvorski kolosijeci
- Industrijski pogoni i postrojenja

Cestovni promet

-



1:25.000

9.2. Prilog II – Ispunjeni obrasci kandidata za područja upravljanja bukom

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_CP_001

Vrsta izvora buke:	Cestovni promet		
Kriterij:	3 %	Površina / m²:	8852
Procjenjeni broj stanovnika u području:	166	Procjenjeni broj objekata u području:	8
Mjesni odbor	Zamet, Gornji Zamet	Primorska ulica	



OPIS IZVORA BUKE	
DOMINANTNI IZVOR BUKE	Primorska ulica
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	RI
OSTALI IZVOR BUKE:	NE
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	-

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
C1. / C1.3. / C1.3.5.	Mjere usporavanja prometa tijekom razdoblja noći
C1. / C1.4. / C1.4.1.	Zamjena kolničke konstrukcije s tihom kolničkom konstrukcijom
- / - / -	Nije planirana mjera
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_CP_002

Vrsta izvora buke:	Cestovni promet		
Kriterij:	3 %	Površina / m²:	12124
Procjenjeni broj stanovnika u području:	190	Procjenjeni broj objekata u području:	22
Mjesni odbor	Centar-Sušak, Bulevard Križanićeva ulica, Strossmayerova ulica		



OPIS IZVORA BUKE

DOMINANTNI IZVOR BUKE	Križanićeva ulica, Strossmayerova ulica
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	RI
OSTALI IZVOR BUKE:	NE
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	-

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
C1. / C1.3. / C1.3.3.	Korištenje inteligentnih sustava upravljanja prometom za upravljanje brzinom prometa
C1. / C1.4. / C1.4.1.	Zamjena kolničke konstrukcije s tihom kolničkom konstrukcijom
C1. / C1.3. / C1.3.5.	Mjere usporavanja prometa tijekom razdoblja noći
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_CP_003

Vrsta izvora buke:	Cestovni promet		
Kriterij:	3 %	Površina / m²:	13835
Procjenjeni broj stanovnika u području:	243	Procjenjeni broj objekata u području:	31
Mjesni odbor	Mlaka, Banderovo	Ulica Franje Čandeka, Vukovarska ulica	



OPIS IZVORA BUKE	
DOMINANTNI IZVOR BUKE	Ulica Franje Čandeka, Vukovarska ulica
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	RI
OSTALI IZVOR BUKE:	NE
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	-

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
C1. / C1.4. / C1.4.1.	Zamjena kolničke konstrukcije s tihom kolničkom konstrukcijom
C1. / C1.3. / C1.3.5.	Mjere usporavanja prometa tijekom razdoblja noći
- / - / -	Nije planirana mjera
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_CP_004

Vrsta izvora buke:	Cestovni promet		
Kriterij:	3 %	Površina / m²:	13979
Procjenjeni broj stanovnika u području:	310	Procjenjeni broj objekata u području:	24
Mjesni odbor	Zamet	Ulica Braće Bačić, A-7, Ulica Ivana Čikovića Belog	



OPIS IZVORA BUKE

DOMINANTNI IZVOR BUKE	Ulica Braće Bačić, A-7, Ulica Ivana Čikovića Belog
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	RI, HAC
OSTALI IZVOR BUKE:	NE
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	-

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
C2. / C.2.1. / C.2.1.3.	Snižavanje buke na putu širenja
C1. / C1.3. / C1.3.3.	Korištenje inteligentnih sustava upravljanja prometom za upravljanje brzinom prometa
C1. / C1.4. / C1.4.1.	Zamjena kolničke konstrukcije s tihom kolničkom konstrukcijom
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_CP_005

Vrsta izvora buke:	Cestovni promet		
Kriterij:	3 %	Površina / m²:	15106
Procjenjeni broj stanovnika u području:	182	Procjenjeni broj objekata u području:	27
Mjesni odbor	Mlaka, Banderovo	Vukovarska ulica	



OPIS IZVORA BUKE	
DOMINANTNI IZVOR BUKE	Vukovarska ulica
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	RI
OSTALI IZVOR BUKE:	NE
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	-

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
C1. / C1.4. / C1.4.1.	Zamjena kolničke konstrukcije s tihom kolničkom konstrukcijom
C1. / C1.3. / C1.3.5.	Mjere usporavanja prometa tijekom razdoblja noći
- / - / -	Nije planirana mjera
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_CP_006

Vrsta izvora buke:	Cestovni promet		
Kriterij:	3 %	Površina / m²:	15640
Procjenjeni broj stanovnika u području:	306	Procjenjeni broj objekata u području:	23
Mjesni odbor	Podvežica	Kvaternikova ulica	



OPIS IZVORA BUKE

DOMINANTNI IZVOR BUKE	Kvaternikova ulica
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	RI
OSTALI IZVOR BUKE:	NE
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	-

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
C1. / C1.4. / C1.4.1.	Zamjena kolničke konstrukcije s tihom kolničkom konstrukcijom
C1. / C1.3. / C1.3.5.	Mjere usporavanja prometa tijekom razdoblja noći
- / - / -	Nije planirana mjera
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_CP_007

Vrsta izvora buke:	Cestovni promet		
Kriterij:	3 %	Površina / m²:	16398
Procjenjeni broj stanovnika u području:	176	Procjenjeni broj objekata u području:	11
Mjesni odbor	Drenova	Drenovski Put	



OPIS IZVORA BUKE

DOMINANTNI IZVOR BUKE	Drenovski Put
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	RI
OSTALI IZVOR BUKE:	NE
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	-

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
C1. / C1.3. / C1.3.5.	Mjere usporavanja prometa tijekom razdoblja noći
C1. / C1.4. / C1.4.1.	Zamjena kolničke konstrukcije s tihom kolničkom konstrukcijom
- / - / -	Nije planirana mjera
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_CP_008

Vrsta izvora buke:	Cestovni promet		
Kriterij:	3 %	Površina / m²:	19353
Procjenjeni broj stanovnika u području:	478	Procjenjeni broj objekata u području:	21
Mjesni odbor	Podvežica	Kumičićeva ulica, Ulica Drage Šćitarar, Ulica Slavka Krautzeka	



OPIS IZVORA BUKE

DOMINANTNI IZVOR BUKE	Ulica Slavka Krautzeka, Kumičićeva ulica, Ulica Drage Šćitarar
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	RI
OSTALI IZVOR BUKE:	NE
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	-

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
C1. / C1.3. / C1.3.5.	Mjere usporavanja prometa tijekom razdoblja noći
C1. / C1.4. / C1.4.1.	Zamjena kolničke konstrukcije s tihom kolničkom konstrukcijom
C1. / C1.3. / C1.3.3.	Korištenje inteligentnih sustava upravljanja prometom za upravljanje brzinom prometa
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_CP_009

Vrsta izvora buke:	Cestovni promet		
Kriterij:	3 %	Površina / m²:	19903
Procjenjeni broj stanovnika u području:	237	Procjenjeni broj objekata u području:	11
Mjesni odbor	Škurinje	Ulica Save Jugo Bujkove	



OPIS IZVORA BUKE

DOMINANTNI IZVOR BUKE	Ulica Save Jugo Bujkove
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	RI
OSTALI IZVOR BUKE:	NE
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	-

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
C1. / C1.3./ C1.3.5.	Mjere usporavanja prometa tijekom razdoblja noći
- / - / -	Nije planirana mjera
- / - / -	Nije planirana mjera
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_CP_010

Vrsta izvora buke:	Cestovni promet		
Kriterij:	3 %	Površina / m²:	20582
Procjenjeni broj stanovnika u području:	254	Procjenjeni broj objekata u području:	50
Mjesni odbor	Banderovo, Potok	Ulica Viktora Cara Emina, Vukovarska ulica	



OPIS IZVORA BUKE

DOMINANTNI IZVOR BUKE	Vukovarska ulica, Ulica Viktora Cara Emina
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	RI
OSTALI IZVOR BUKE:	NE
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	-

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
C1. / C1.3. / C1.3.3.	Korištenje inteligentnih sustava upravljanja prometom za upravljanje brzinom prometa
C1. / C1.3. / C1.3.5.	Mjere usporavanja prometa tijekom razdoblja noći
C1. / C1.4. / C1.4.1.	Zamjena kolničke konstrukcije s tihom kolničkom konstrukcijom
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_CP_011

Vrsta izvora buke:	Cestovni promet		
Kriterij:	3 %	Površina / m²:	20604
Procjenjeni broj stanovnika u području:	347	Procjenjeni broj objekata u području:	28
Mjesni odbor	Kozala, Školjić	Ulica Ivana Grohovca, Ulica Žrtava fašizma	



OPIS IZVORA BUKE

DOMINANTNI IZVOR BUKE	Ulica Ivana Grohovca, Ulica Žrtava fašizma
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	RI
OSTALI IZVOR BUKE:	NE
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	-

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
C1. / C1.3. / C1.3.3.	Korištenje inteligentnih sustava upravljanja prometom za upravljanje brzinom prometa
C1. / C1.3. / C1.3.5.	Mjere usporavanja prometa tijekom razdoblja noći
C1. / C1.4. / C1.4.1.	Zamjena kolničke konstrukcije s tihom kolničkom konstrukcijom
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_CP_012

Vrsta izvora buke:	Cestovni promet		
Kriterij:	3 %	Površina / m²:	20847
Procjenjeni broj stanovnika u području:	245	Procjenjeni broj objekata u području:	43
Mjesni odbor	Pećine	Radnička ulica, Šetalište Trinaeste Divizije, Ulica Janka Polića Kamova	



OPIS IZVORA BUKE

DOMINANTNI IZVOR BUKE	Šetalište Trinaeste Divizije, Ulica Janka Polića Kamova, Radnička ulica
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	RI, HC
OSTALI IZVOR BUKE:	NE
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	-

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
C1. / C1.3. / C1.3.5.	Mjere usporavanja prometa tijekom razdoblja noći
C1. / C1.4. / C1.4.1.	Zamjena kolničke konstrukcije s tihom kolničkom konstrukcijom
- / - / -	Nije planirana mjera
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_CP_013

Vrsta izvora buke:	Cestovni promet		
Kriterij:	3 %	Površina / m²:	21026
Procjenjeni broj stanovnika u području:	372	Procjenjeni broj objekata u području:	22
Mjesni odbor	Sveti Nikola	Zvonimirova ulica	



OPIS IZVORA BUKE	
DOMINANTNI IZVOR BUKE	Zvonimirova ulica
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	RI, HC
OSTALI IZVOR BUKE:	NE
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	-

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
C1. / C1.3. / C1.3.5.	Mjere usporavanja prometa tijekom razdoblja noći
C1. / C1.4. / C1.4.1.	Zamjena kolničke konstrukcije s tihom kolničkom konstrukcijom
- / - / -	Nije planirana mjera
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_CP_014

Vrsta izvora buke:	Cestovni promet		
Kriterij:	3 %	Površina / m²:	21742
Procjenjeni broj stanovnika u području:	417	Procjenjeni broj objekata u području:	10
Mjesni odbor	Kantrida	Liburnijska ulica	



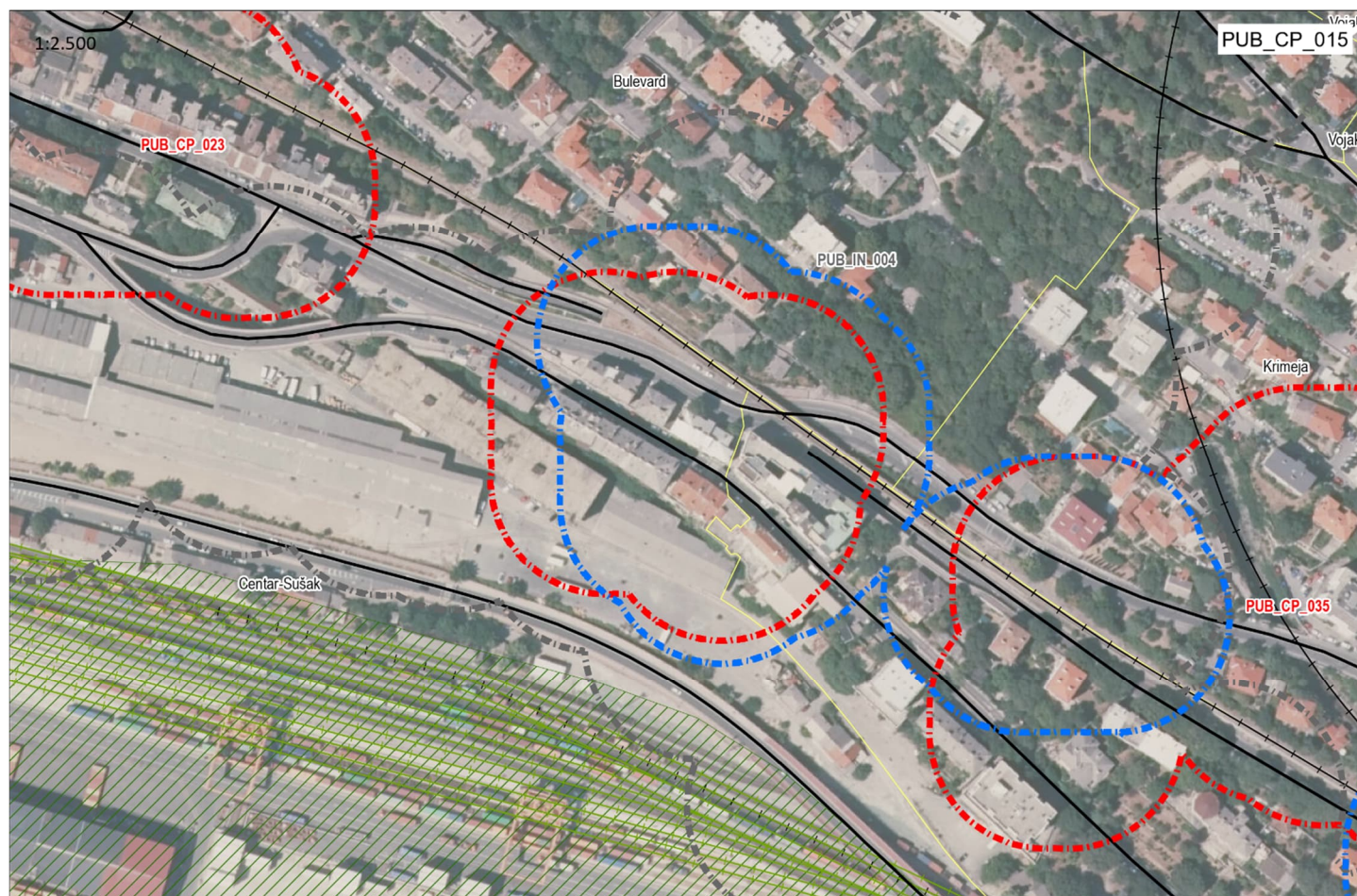
OPIS IZVORA BUKE

DOMINANTNI IZVOR BUKE	Liburnijska ulica
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	RI, HC
OSTALI IZVOR BUKE:	NE
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	-

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
C1. / C1.3. / C1.3.5.	Mjere usporavanja prometa tijekom razdoblja noći
C1. / C1.4. / C1.4.1.	Zamjena kolničke konstrukcije s tihom kolničkom konstrukcijom
- / - / -	Nije planirana mjera
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_CP_015

Vrsta izvora buke:	Cestovni promet		
Kriterij:	3 %	Površina / m²:	21846
Procjenjeni broj stanovnika u području:	197	Procjenjeni broj objekata u području:	21
Mjesni odbor	Centar-Sušak, Bulevard, Krimeja	Kumičićeva ulica, Strossmayerova ulica, Šetalište Trinaeste Divizije, Ulica Janka Polića Kamova	



OPIS IZVORA BUKE

DOMINANTNI IZVOR BUKE	Šetalište Trinaeste Divizije, Ulica Janka Polića Kamova, Kumičićeva ulica, Strossmayerova ulica
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	RI, HC
OSTALI IZVOR BUKE:	DA
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	PUB_IN_004; PUB_ZP_004

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
C1. / C1.3. / C1.3.5.	Mjere usporavanja prometa tijekom razdoblja noći
C1. / C1.4. / C1.4.1.	Zamjena kolničke konstrukcije s tihom kolničkom konstrukcijom
- / - / -	Nije planirana mjera
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_CP_016

Vrsta izvora buke:	Cestovni promet		
Kriterij:	3 %	Površina / m²:	23028
Procjenjeni broj stanovnika u području:	626	Procjenjeni broj objekata u području:	13
Mjesni odbor	Podmurvice	Vukovarska ulica, A-7	



OPIS IZVORA BUKE

DOMINANTNI IZVOR BUKE	A-7, Vukovarska ulica
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	RI, HAC
OSTALI IZVOR BUKE:	NE
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	-

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
C2. / C.2.1. / C.2.1.3.	Snižavanje buke na putu širenja
C1. / C1.3. / C1.3.3.	Korištenje inteligentnih sustava upravljanja prometom za upravljanje brzinom prometa
C1. / C1.4. / C1.4.1.	Zamjena kolničke konstrukcije s tihom kolničkom konstrukcijom
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_CP_017

Vrsta izvora buke:	Cestovni promet		
Kriterij:	3 %	Površina / m²:	28246
Procjenjeni broj stanovnika u području:	289	Procjenjeni broj objekata u području:	52
Mjesni odbor	Pećine	Šetalište Trinaeste Divizije, Ulica Janka Polića Kamova	



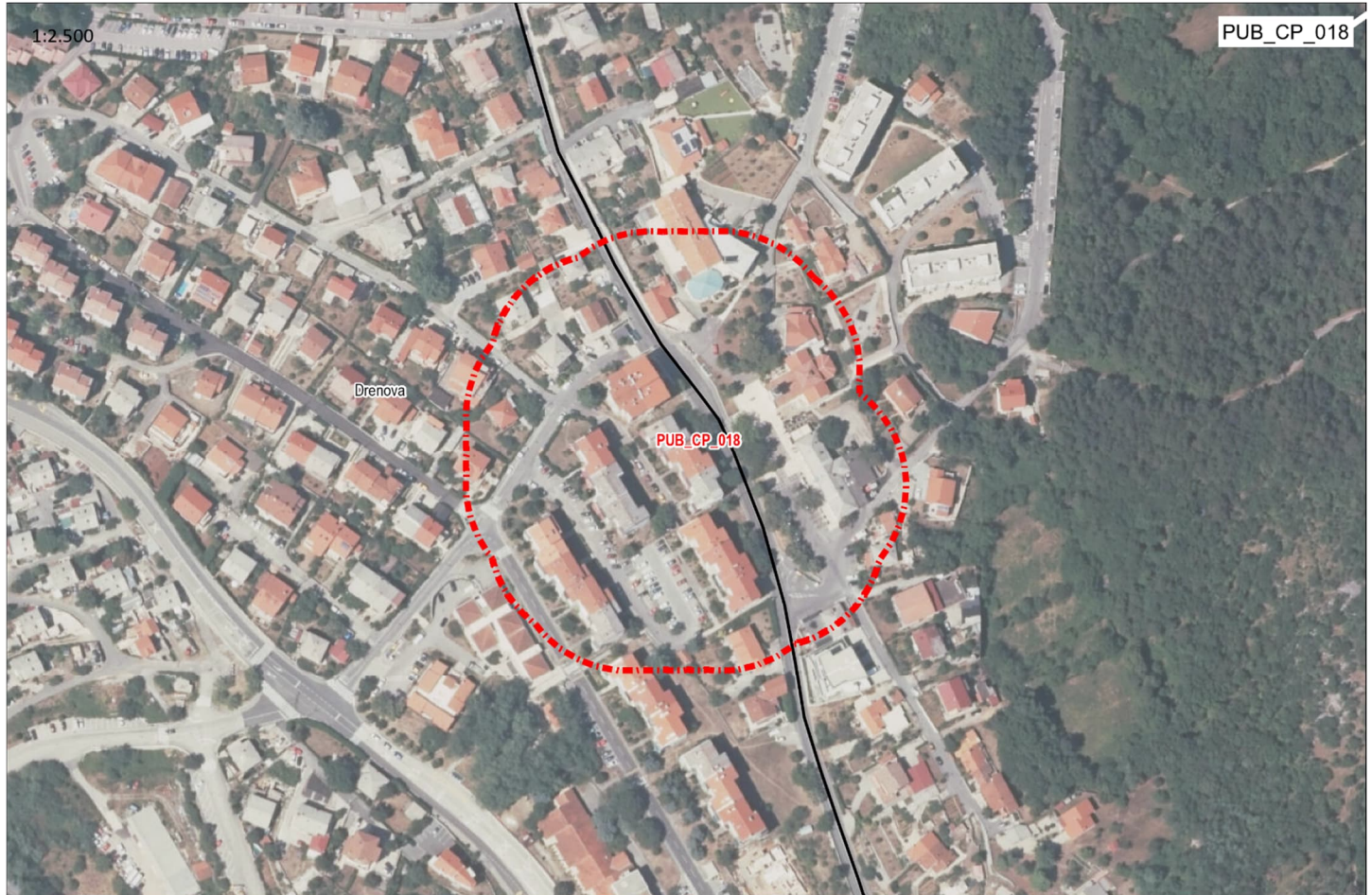
OPIS IZVORA BUKE

DOMINANTNI IZVOR BUKE	Šetalište Trinaeste Divizije, Ulica Janka Polića Kamova
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	RI, HC
OSTALI IZVOR BUKE:	NE
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	-

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
C1. / C1.3. / C1.3.5.	Mjere usporavanja prometa tijekom razdoblja noći
C1. / C1.4. / C1.4.1.	Zamjena kolničke konstrukcije s tihom kolničkom konstrukcijom
- / - / -	Nije planirana mjera
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_CP_018

Vrsta izvora buke:	Cestovni promet		
Kriterij:	3 %	Površina / m²:	28856
Procjenjeni broj stanovnika u području:	481	Procjenjeni broj objekata u području:	40
Mjesni odbor	Drenova	Drenovski Put	



OPIS IZVORA BUKE

DOMINANTNI IZVOR BUKE	Drenovski Put
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	RI
OSTALI IZVOR BUKE:	NE
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	-

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
C1. / C1.3. / C1.3.5.	Mjere usporavanja prometa tijekom razdoblja noći
C1. / C1.4. / C1.4.1.	Zamjena kolničke konstrukcije s tihom kolničkom konstrukcijom
- / - / -	Nije planirana mjera
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_CP_019

Vrsta izvora buke:	Cestovni promet		
Kriterij:	3 %	Površina / m²:	29003
Procjenjeni broj stanovnika u području:	396	Procjenjeni broj objekata u području:	4
Mjesni odbor	Turnić	Ulica Antuna Barca, A-7	



OPIS IZVORA BUKE

DOMINANTNI IZVOR BUKE	A-7, Ulica Antuna Barca
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	RI, HAC
OSTALI IZVOR BUKE:	NE
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	-

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
C2. / C.2.1. / C.2.1.3.	Snižavanje buke na putu širenja
C1. / C1.3. / C1.3.3.	Korištenje inteligentnih sustava upravljanja prometom za upravljanje brzinom prometa
C1. / C1.4. / C1.4.1.	Zamjena kolničke konstrukcije s tihom kolničkom konstrukcijom
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_CP_020

Vrsta izvora buke:	Cestovni promet		
Kriterij:	3 %	Površina / m²:	29107
Procjenjeni broj stanovnika u području:	296	Procjenjeni broj objekata u području:	15
Mjesni odbor	Gornji Zamet	Ul. Zametskog Korena, Hostov breg	



OPIS IZVORA BUKE

DOMINANTNI IZVOR BUKE	Ul. Zametskog Korena, Hostov breg
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	RI
OSTALI IZVOR BUKE:	NE
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	-

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
C1. / C1.3. / C1.3.5.	Mjere usporavanja prometa tijekom razdoblja noći
C1. / C1.4. / C1.4.1.	Zamjena kolničke konstrukcije s tihom kolničkom konstrukcijom
C.2. / C.2.1. / C.2.1.3.	Snižavanje buke na putu širenja
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_CP_021

Vrsta izvora buke:	Cestovni promet		
Kriterij:	3 %	Površina / m²:	30357
Procjenjeni broj stanovnika u području:	392	Procjenjeni broj objekata u području:	44
Mjesni odbor	Pećine	Ulica Janka Polića Kamova	



OPIS IZVORA BUKE

DOMINANTNI IZVOR BUKE	Ulica Janka Polića Kamova
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	RI, HC
OSTALI IZVOR BUKE:	NE
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	-

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
C1. / C1.3. / C1.3.5.	Mjere usporavanja prometa tijekom razdoblja noći
C1. / C1.4. / C1.4.1.	Zamjena kolničke konstrukcije s tihom kolničkom konstrukcijom
- / - / -	Nije planirana mjera
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_CP_022

Vrsta izvora buke:	Cestovni promet		
Kriterij:	3 %	Površina / m²:	33192
Procjenjeni broj stanovnika u području:	488	Procjenjeni broj objekata u području:	26
Mjesni odbor	Mlaka, Podmurvice	Ulica Franje Čandeka	



OPIS IZVORA BUKE	
DOMINANTNI IZVOR BUKE	Ulica Franje Čandeka
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	RI
OSTALI IZVOR BUKE:	NE
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	-

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
C1. / C1.4. / C1.4.1.	Zamjena kolničke konstrukcije s tihom kolničkom konstrukcijom
C1. / C1.3. / C1.3.5.	Mjere usporavanja prometa tijekom razdoblja noći
- / - / -	Nije planirana mjera
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_CP_023

Vrsta izvora buke:	Cestovni promet		
Kriterij:	3 %	Površina / m²:	38911
Procjenjeni broj stanovnika u području:	437	Procjenjeni broj objekata u području:	48
Mjesni odbor	Centar-Sušak, Bulevard	Bulevar oslobođenja, Strossmayerova ulica, Ulica Slavka Cindrića	



OPIS IZVORA BUKE

DOMINANTNI IZVOR BUKE	Strossmayerova ulica, Ulica Slavka Cindrića, Bulevar oslobođenja
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	RI, HC
OSTALI IZVOR BUKE:	DA
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	PUB_IN_004

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
C1. / C1.3. / C1.3.5.	Mjere usporavanja prometa tijekom razdoblja noći
C1. / C1.4. / C1.4.1.	Zamjena kolničke konstrukcije s tihom kolničkom konstrukcijom
- / - / -	Nije planirana mjera
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_CP_024

Vrsta izvora buke:	Cestovni promet		
Kriterij:	3 %	Površina / m²:	41002
Procjenjeni broj stanovnika u području:	654	Procjenjeni broj objekata u području:	42
Mjesni odbor	Turnić, Sveti Nikola	Nova cesta, Ulica Franje Čandeka	



OPIS IZVORA BUKE	
DOMINANTNI IZVOR BUKE	Nova cesta, Ulica Franje Čandeka
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	RI
OSTALI IZVOR BUKE:	NE
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	-

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
C1. / C1.3. / C1.3.5.	Mjere usporavanja prometa tijekom razdoblja noći
C1. / C1.3. / C1.3.3.	Korištenje inteligentnih sustava upravljanja prometom za upravljanje brzinom prometa
C1. / C1.4. / C1.4.1.	Zamjena kolničke konstrukcije s tihom kolničkom konstrukcijom
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_CP_025

Vrsta izvora buke:	Cestovni promet		
Kriterij:	3 %	Površina / m²:	45787
Procjenjeni broj stanovnika u području:	1065	Procjenjeni broj objekata u području:	114
Mjesni odbor	Brajda-Dolac, Kozala	Laginjina ulica, Pomerio	



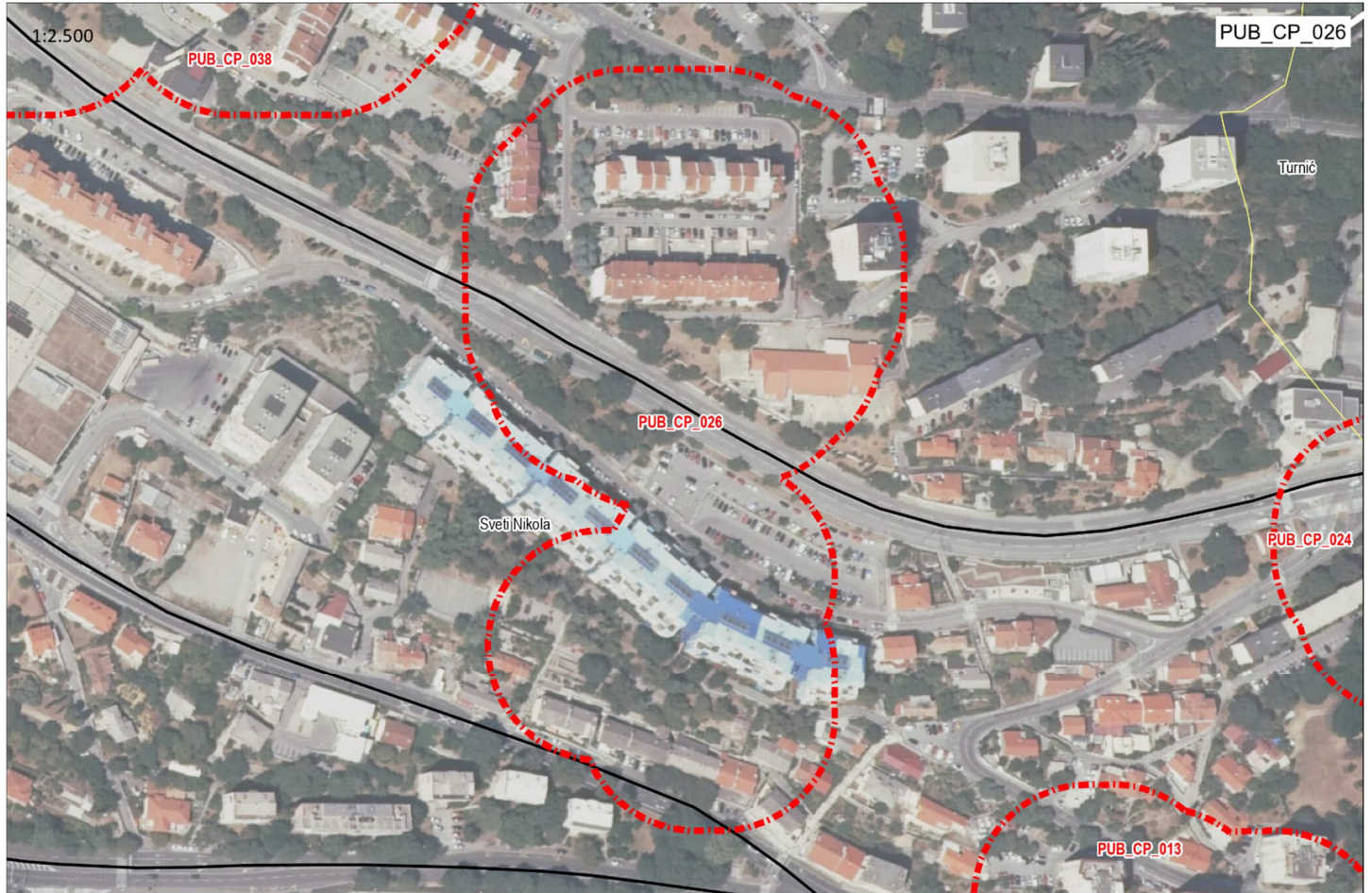
OPIS IZVORA BUKE

DOMINANTNI IZVOR BUKE	Laginjina ulica, Pomerio
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	RI
OSTALI IZVOR BUKE:	NE
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	-

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
C1. / C1.3. / C1.3.3.	Korištenje inteligentnih sustava upravljanja prometom za upravljanje brzinom prometa
C1. / C1.3. / C1.3.5.	Mjere usporavanja prometa tijekom razdoblja noći
- / - / -	Nije planirana mjera
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_CP_026

Vrsta izvora buke:	Cestovni promet		
Kriterij:	3 %	Površina / m²:	46590
Procjenjeni broj stanovnika u području:	884	Procjenjeni broj objekata u području:	41
Mjesni odbor	Sveti Nikola	Nova cesta, Zametska ulica	



OPIS IZVORA BUKE

DOMINANTNI IZVOR BUKE	Nova cesta, Zametska ulica
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	RI
OSTALI IZVOR BUKE:	NE
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	-

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
C1. / C1.3. / C1.3.3.	Korištenje inteligentnih sustava upravljanja prometom za upravljanje brzinom prometa
C1. / C1.3. / C1.3.5.	Mjere usporavanja prometa tijekom razdoblja noći
C1. / C1.4. / C1.4.1.	Zamjena kolničke konstrukcije s tihom kolničkom konstrukcijom
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_CP_027

Vrsta izvora buke:	Cestovni promet		
Kriterij:	3 %	Površina / m²:	47961
Procjenjeni broj stanovnika u području:	853	Procjenjeni broj objekata u području:	59
Mjesni odbor	Kozala	Ulica Kozala	



OPIS IZVORA BUKE

DOMINANTNI IZVOR BUKE	Ulica Kozala
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	RI, HAC
OSTALI IZVOR BUKE:	NE
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	-

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
C2. / C.2.1. / C.2.1.3.	Snižavanje buke na putu širenja
C1. / C1.3. / C1.3.3.	Korištenje inteligentnih sustava upravljanja prometom za upravljanje brzinom prometa
C1. / C1.4. / C1.4.1.	Zamjena kolničke konstrukcije s tihom kolničkom konstrukcijom
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_CP_028

Vrsta izvora buke:	Cestovni promet		
Kriterij:	3 %	Površina / m²:	51652
Procjenjeni broj stanovnika u području:	1064	Procjenjeni broj objekata u području:	61
Mjesni odbor	Podmurvice, Turnić	Ulica Antuna Barca, Vukovarska ulica	



OPIS IZVORA BUKE

DOMINANTNI IZVOR BUKE	Ulica Antuna Barca, Vukovarska ulica
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	RI
OSTALI IZVOR BUKE:	NE
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	-

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
C1. / C1.3. / C1.3.3.	Korištenje inteligentnih sustava upravljanja prometom za upravljanje brzinom prometa
C1. / C1.3. / C1.3.5.	Mjere usporavanja prometa tijekom razdoblja noći
C1. / C1.4. / C1.4.1.	Zamjena kolničke konstrukcije s tihom kolničkom konstrukcijom
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_CP_029

Vrsta izvora buke:	Cestovni promet		
Kriterij:	3 %	Površina / m²:	56300
Procjenjeni broj stanovnika u području:	1080	Procjenjeni broj objekata u području:	99
Mjesni odbor	Belveder, Kozala	Baštijanova ulica, Brajšina ulica, Laginjina ulica	



OPIS IZVORA BUKE

DOMINANTNI IZVOR BUKE	Baštijanova ulica, Brajšina ulica, Laginjina ulica
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	RI
OSTALI IZVOR BUKE:	NE
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	-

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
C1. / C1.3. / C1.3.3.	Korištenje inteligentnih sustava upravljanja prometom za upravljanje brzinom prometa
C1. / C1.3. / C1.3.5.	Mjere usporavanja prometa tijekom razdoblja noći
- / - / -	Nije planirana mjera
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_CP_030

Vrsta izvora buke:	Cestovni promet		
Kriterij:	3 %	Površina / m²:	57018
Procjenjeni broj stanovnika u području:	841	Procjenjeni broj objekata u području:	100
Mjesni odbor	Potok, Brajda-Dolac, Fučkovo, Ulica Nikole Tesle, Ulica Prvog Maja, Ulica Viktora Belveder, Škurinjska Draga Cara Emina		



OPIS IZVORA BUKE

DOMINANTNI IZVOR BUKE	Fučkovo, Ulica Nikole Tesle, Ulica Prvog Maja, Ulica Viktora Cara Emina
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	RI, HC
OSTALI IZVOR BUKE:	NE
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	-

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
C1. / C1.3. / C1.3.3.	Korištenje inteligentnih sustava upravljanja prometom za upravljanje brzinom prometa
C1. / C1.3. / C1.3.5.	Mjere usporavanja prometa tijekom razdoblja noći
C1. / C1.4. / C1.4.1.	Zamjena kolničke konstrukcije s tihom kolničkom konstrukcijom
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_CP_031

Vrsta izvora buke:	Cestovni promet		
Kriterij:	3 %	Površina / m²:	63857
Procjenjeni broj stanovnika u području:	920	Procjenjeni broj objekata u području:	44
Mjesni odbor	Zamet	Ulica Braće Monjac, Ulica Ivana Čikovića Belog, Ulica Slavka Tomašića, A-7	



OPIS IZVORA BUKE

DOMINANTNI IZVOR BUKE	Ulica Braće Monjac, Ulica Ivana Čikovića Belog, Ulica Slavka Tomašića, A-7
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	RI, HAC
OSTALI IZVOR BUKE:	NE
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	-

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
C2. / C.2.1./ C.2.1.3.	Snižavanje buke na putu širenja
C1. / C1.3. / C1.3.3.	Korištenje inteligentnih sustava upravljanja prometom za upravljanje brzinom prometa
C1. / C1.4. / C1.4.1.	Zamjena kolničke konstrukcije s tihom kolničkom konstrukcijom
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_CP_032

Vrsta izvora buke:	Cestovni promet		
Kriterij:	3 %	Površina / m²:	75552
Procjenjeni broj stanovnika u području:	1367	Procjenjeni broj objekata u području:	114
Mjesni odbor	Brajda-Dolac	Krešimirova ulica, Ulica Fiorella La Guardie, Ulica Moše Albaharija, Pomerio	



OPIS IZVORA BUKE

DOMINANTNI IZVOR BUKE	Krešimirova ulica, Ulica Fiorella La Guardie, Ulica Moše Albaharija, Pomerio
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	RI, HC
OSTALI IZVOR BUKE:	NE
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	-

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
C1. / C1.3. / C1.3.3.	Korištenje inteligentnih sustava upravljanja prometom za upravljanje brzinom prometa
C1. / C1.3. / C1.3.5.	Mjere usporavanja prometa tijekom razdoblja noći
C1. / C1.4. / C1.4.1.	Zamjena kolničke konstrukcije s tihom kolničkom konstrukcijom
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_CP_033

Vrsta izvora buke:	Cestovni promet		
Kriterij:	3 %	Površina / m²:	81171
Procjenjeni broj stanovnika u području:	2033	Procjenjeni broj objekata u području:	87
Mjesni odbor	Mlaka, Podmurvice	Ulica Franje Čandeka	



OPIS IZVORA BUKE	
DOMINANTNI IZVOR BUKE	Ulica Franje Čandeka
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	RI
OSTALI IZVOR BUKE:	NE
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	-

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
C1. / C1.3. / C1.3.3.	Korištenje inteligentnih sustava upravljanja prometom za upravljanje brzinom prometa
C1. / C1.3. / C1.3.5.	Mjere usporavanja prometa tijekom razdoblja noći
C1. / C1.4. / C1.4.1.	Zamjena kolničke konstrukcije s tihom kolničkom konstrukcijom
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_CP_034

Vrsta izvora buke:	Cestovni promet		
Kriterij:	3 %	Površina / m²:	84355
Procjenjeni broj stanovnika u području:	1305	Procjenjeni broj objekata u području:	116
Mjesni odbor	Banderovo, Potok, Škurinjska Draga	Osječka ulica, Ulica Prvog Maja	



OPIS IZVORA BUKE

DOMINANTNI IZVOR BUKE	Osječka ulica, Ulica Prvog Maja
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	RI, HC
OSTALI IZVOR BUKE:	NE
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	-

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
C1. / C1.3. / C1.3.5.	Mjere usporavanja prometa tijekom razdoblja noći
C1. / C1.4. / C1.4.1.	Zamjena kolničke konstrukcije s tihom kolničkom konstrukcijom
- / - / -	Nije planirana mjera
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_CP_035

Vrsta izvora buke:	Cestovni promet		
Kriterij:	3 %	Površina / m²:	118209
Procjenjeni broj stanovnika u području:	1908	Procjenjeni broj objekata u području:	263
Mjesni odbor	Krimeja, Pećine	Krimeja, Kumičićeva ulica, Kvaternikova ulica, Ulica Janka Polića Kamova	



OPIS IZVORA BUKE

DOMINANTNI IZVOR BUKE	Krimeja, Kumičićeva ulica, Kvaternikova ulica, Ulica Janka Polića Kamova
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	RI, HC
OSTALI IZVOR BUKE:	DA
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	PUB_IN_004; PUB_ZP_003; PUB_ZP_004; PUB_ZP_005

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
C1. / C1.3. / C1.3.5.	Mjere usporavanja prometa tijekom razdoblja noći
C1. / C1.4. / C1.4.1.	Zamjena kolničke konstrukcije s tihom kolničkom konstrukcijom
- / - / -	Nije planirana mjera
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_CP_036

Vrsta izvora buke:	Cestovni promet		
Kriterij:	3 %	Površina / m²:	137326
Procjenjeni broj stanovnika u području:	2057	Procjenjeni broj objekata u području:	187
Mjesni odbor	Gornja Vežica	Ulica dr. Zdravka Kučića	



OPIS IZVORA BUKE	
DOMINANTNI IZVOR BUKE	Ulica dr. Zdravka Kučića
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	RI
OSTALI IZVOR BUKE:	DA
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	PUB_ZP_001; PUB_ZP_002; PUB_IN_001

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
C1. / C1.3. / C1.3.3.	Korištenje inteligentnih sustava upravljanja prometom za upravljanje brzinom prometa
C1. / C1.3. / C1.3.5.	Mjere usporavanja prometa tijekom razdoblja noći
C1. / C1.4. / C1.4.1.	Zamjena kolničke konstrukcije s tihom kolničkom konstrukcijom
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_CP_037

Vrsta izvora buke:	Cestovni promet		
Kriterij:	3 %	Površina / m²:	145897
Procjenjeni broj stanovnika u području:	3301	Procjenjeni broj objekata u području:	135
Mjesni odbor	Škurinje	Osječka ulica, Ulica Ive Lole Ribara, Ulica Save Jugo Bujkove	



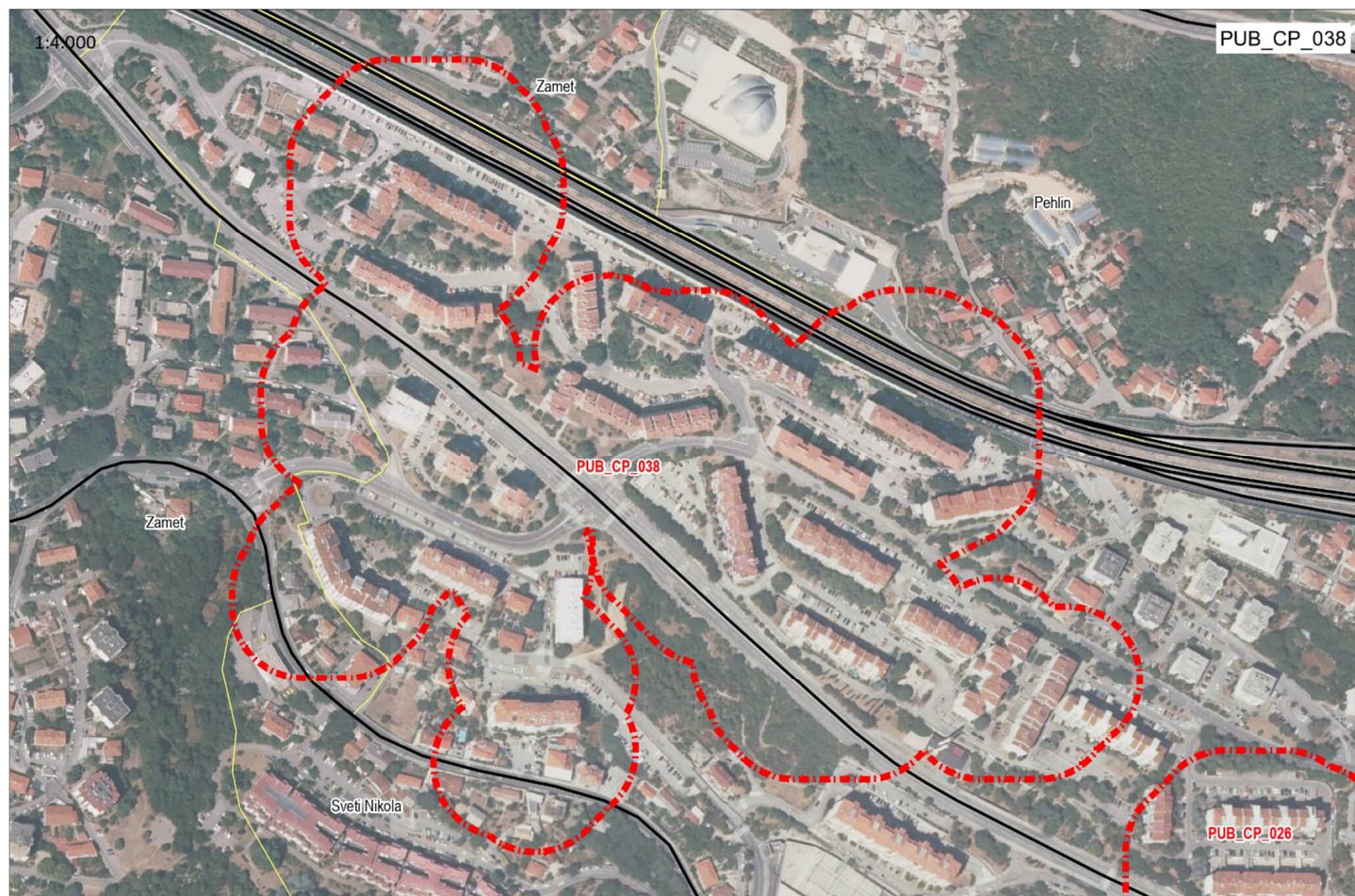
OPIS IZVORA BUKE

DOMINANTNI IZVOR BUKE	Osječka ulica, Ulica Ive Lole Ribara, Ulica Save Jugo Bujkove
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	RI
OSTALI IZVOR BUKE:	NE
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	-

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
C1. / C1.3. / C1.3.5.	Mjere usporavanja prometa tijekom razdoblja noći
C1. / C1.3. / C1.3.3.	Korištenje inteligentnih sustava upravljanja prometom za upravljanje brzinom prometa
C1. / C1.4. / C1.4.1.	Zamjena kolničke konstrukcije s tihom kolničkom konstrukcijom
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_CP_038

Vrsta izvora buke:	Cestovni promet		
Kriterij:	3 %	Površina / m²:	197417
Procjenjeni broj stanovnika u području:	3874	Procjenjeni broj objekata u području:	150
Mjesni odbor	Sveti Nikola	Nova cesta, Ulica Ivana Luppisa, Zametska ulica, A-7	



OPIS IZVORA BUKE	
DOMINANTNI IZVOR BUKE	Nova cesta, Ulica Ivana Luppisa, Zametska ulica, A-7
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	RI, HAC
OSTALI IZVOR BUKE:	NE
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	-

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
C2. / C.2.1. / C.2.1.3.	Snižavanje buke na putu širenja
C1. / C1.3. / C1.3.3.	Korištenje inteligentnih sustava upravljanja prometom za upravljanje brzinom prometa
C1. / C1.4. / C1.4.1.	Zamjena kolničke konstrukcije s tihom kolničkom konstrukcijom
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_IN_001

Vrsta izvora buke:	Industrijski pogoni i postrojenja		
Kriterij:	15 %	Površina / m²:	29003
Procjenjeni broj stanovnika u području:	490	Procjenjeni broj objekata u području:	14
Mjesni odbor	Gornja Vežica	Ulica dr. Zdravka Kučića	



OPIS IZVORA BUKE

DOMINANTNI IZVOR BUKE	Brodogradilište Viktor Lenac
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	LUR KLIP
OSTALI IZVOR BUKE:	DA
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	PUB_CP_036

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
I1. / I1.6./ -	Praksa najboljeg upravljanja - izrada i provedba plana upravljanja bukom
I1. / - / -	Izrada detaljne karte buke za 2026.g.
I1. / - / -	Uvođenje trajnog praćenja razine buke
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_IN_002

Vrsta izvora buke:	Industrijski pogoni i postrojenja		
Kriterij:	15 %	Površina / m²:	29107
Procjenjeni broj stanovnika u području:	482	Procjenjeni broj objekata u području:	10
Mjesni odbor	Gornja Vežica	Ulica Franje Belulovića	



OPIS IZVORA BUKE	
DOMINANTNI IZVOR BUKE	Brodogradilište Viktor Lenac
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	LUR KLIP
OSTALI IZVOR BUKE:	NE
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	-

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
I1. / I1.6./ -	Praksa najboljeg upravljanja - izrada i provedba plana upravljanja bukom
I1. / - / -	Izrada detaljne karte buke za 2026.g.
I1. / - / -	Uvođenje trajnog praćenja razine buke
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_IN_003

Vrsta izvora buke:	Industrijski pogoni i postrojenja		
Kriterij:	15 %	Površina / m²:	32627
Procjenjeni broj stanovnika u području:	114	Procjenjeni broj objekata u području:	31
Mjesni odbor	Pećine	Ulica Pećine	



OPIS IZVORA BUKE

DOMINANTNI IZVOR BUKE	Brodogradilište Viktor Lenac
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	LUR KLIP
OSTALI IZVOR BUKE:	NE
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	-

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
I1. / I1.6./-	Praksa najboljeg upravljanja - izrada i provedba plana upravljanja bukom
I1. / - / -	Izrada detaljne karte buke za 2026.g.
I1. / - / -	Uvođenje trajnog praćenja razine buke
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_IN_004

Vrsta izvora buke:	Industrijski pogoni i postrojenja		
Kriterij:	OST	Površina / m²:	284708
Procjenjeni broj stanovnika u području:	1498	Procjenjeni broj objekata u području:	282
Mjesni odbor	Centar-Sušak, Pećine, Krimeja	Šetalište Trinaeste Divizije, Ulica Janka Polića Kamova	



OPIS IZVORA BUKE

DOMINANTNI IZVOR BUKE	Kontejnerski terminal Brajdica
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	LUR KLIP
OSTALI IZVOR BUKE:	DA
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	PUB_CP_023; PUB_CP_015; PUB_CP_035; PUB_ZP_003; PUB_ZP_004; PUB_ZP_005

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
I1. / I1.6./ -	Praksa najboljeg upravljanja - izrada i provedba plana upravljanja bukom
I1. / - / -	Izrada detaljne karte buke za 2026.g.
I1. / - / -	Uvođenje trajnog praćenja raziina buke
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_ZP_001

Vrsta izvora buke:	Željeznički promet		
Kriterij:	5 %	Površina / m²:	10216
Procjenjeni broj stanovnika u području:	149	Procjenjeni broj objekata u području:	19
Mjesni odbor	Podvežica	Ulica Jože Gabrovška	



OPIS IZVORA BUKE

DOMINANTNI IZVOR BUKE	M202
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	HŽ
OSTALI IZVOR BUKE:	NE
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	-

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
P.2. / P.2.1. / -	Zidovi za zaštitu od buke prema projektnoj dokumentaciji
P1. / P1.3. / -	Infrastrukturno održavanje pruge (hrapavost i valovitost)
- / - / -	Nije planirana mjera
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_ZP_002

Vrsta izvora buke:	Željeznički promet		
Kriterij:	5 %	Površina / m²:	23616
Procjenjeni broj stanovnika u području:	236	Procjenjeni broj objekata u području:	38
Mjesni odbor	Podvežica	Ulica Brdo	



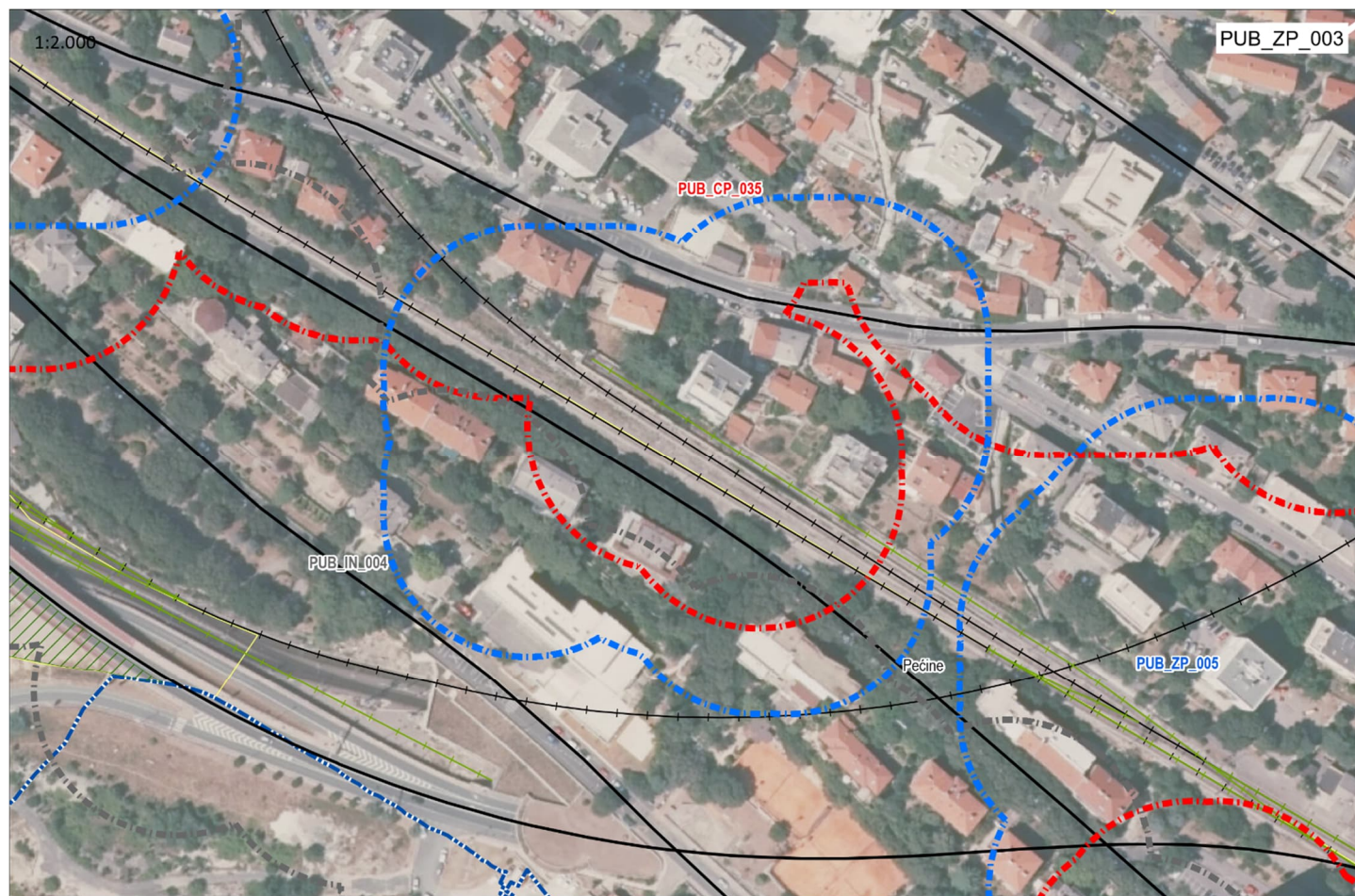
OPIS IZVORA BUKE

DOMINANTNI IZVOR BUKE	M202
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	HŽ
OSTALI IZVOR BUKE:	DA
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	PUB_CP_036

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
P.2. / P.2.1./ -	Zidovi za zaštitu od buke prema projektnoj dokumentaciji
P1. / P1.3. / -	Infrastrukturno održavanje pruge (hrapavost i valovitost)
- / - / -	Nije planirana mjera
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_ZP_003

Vrsta izvora buke:	Željeznički promet		
Kriterij:	5 %	Površina / m²:	30777
Procjenjeni broj stanovnika u području:	237	Procjenjeni broj objekata u području:	27
Mjesni odbor	Krimeja, Pećine	Šetalište Trinaeste Divizije, Ulica Janka Polića Kamova	

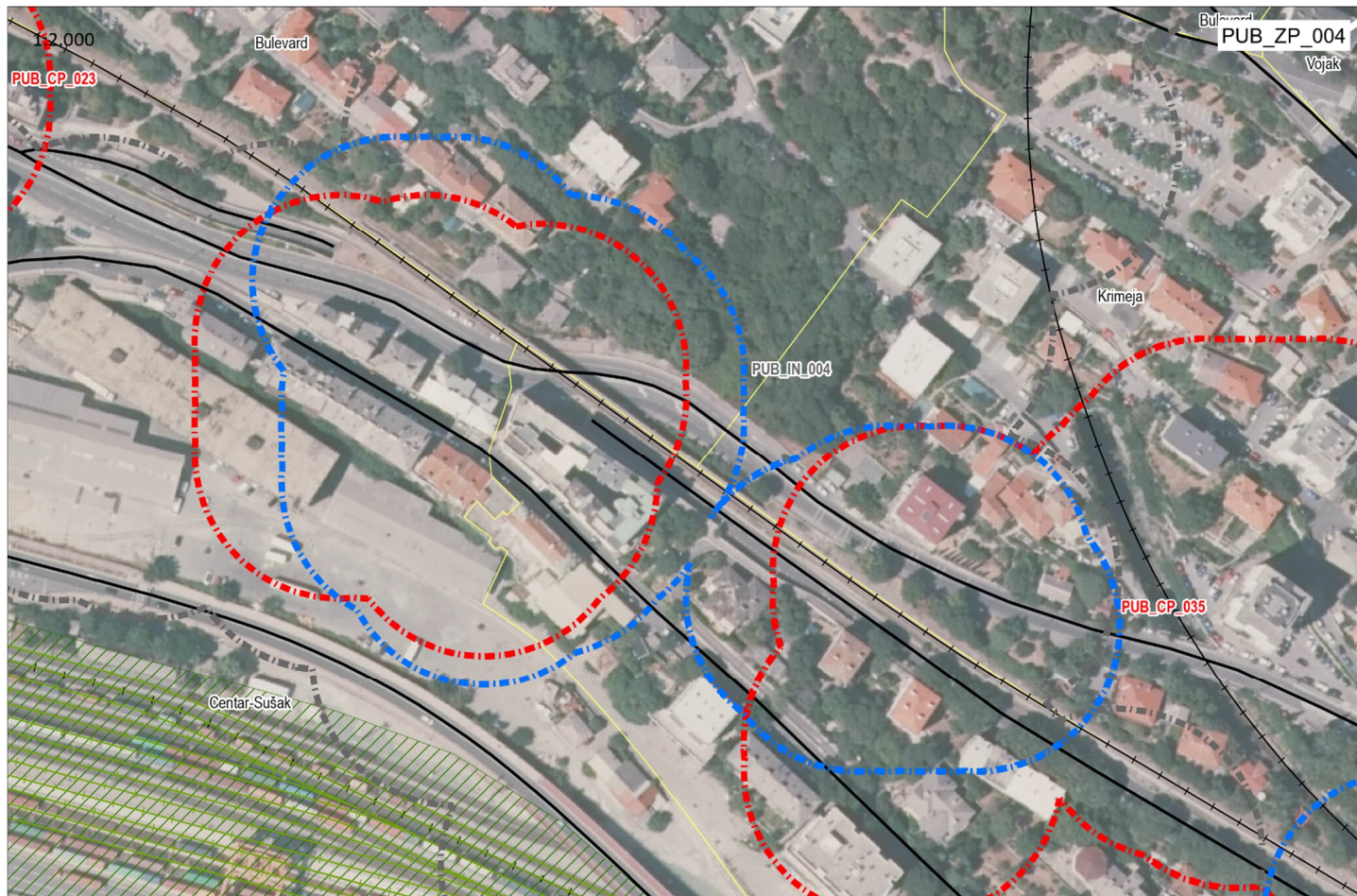


OPIS IZVORA BUKE	
DOMINANTNI IZVOR BUKE	M202, M603
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	HŽ
OSTALI IZVOR BUKE:	DA
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	PUB_CP_035; PUB_IN_004

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
P.2. / P.2.1. / -	Zidovi za zaštitu od buke prema projektnoj dokumentaciji
P1. / P1.3. / -	Infrastrukturno održavanje pruge (hrapavost i valovitost)
- / - / -	Nije planirana mjera
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_ZP_004

Vrsta izvora buke:	Željeznički promet		
Kriterij:	5 %	Površina / m²:	39234
Procjenjeni broj stanovnika u području:	319	Procjenjeni broj objekata u području:	64
Mjesni odbor	Krimeja, Pećine, Bulevard Šetalište Trinaeste Divizije, Ulica Janka Polića Kamova		



OPIS IZVORA BUKE

DOMINANTNI IZVOR BUKE	M202
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	HŽ
OSTALI IZVOR BUKE:	DA
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	PUB_CP_015; PUB_CP_035; PUB_IN_004

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
P.2. / P.2.1. / -	Zidovi za zaštitu od buke prema projektnoj dokumentaciji
P1. / P1.3. / -	Infrastrukturno održavanje pruge (hrapavost i valovitost)
- / - / -	Nije planirana mjera
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_ZP_005

Vrsta izvora buke:	Željeznički promet		
Kriterij:	5 %	Površina / m²:	55144
Procjenjeni broj stanovnika u području:	723	Procjenjeni broj objekata u području:	75
Mjesni odbor	Krimeja, Pećine	Ulica Janka Polića Kamova, Ulica Drage Gervaisa	



OPIS IZVORA BUKE	
DOMINANTNI IZVOR BUKE	M202, M603
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	HŽ
OSTALI IZVOR BUKE:	DA
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	PUB_CP_021; PUB_CP_035; PUB_IN_004

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
P.2. / P.2.1./ -	Zidovi za zaštitu od buke prema projektnoj dokumentaciji
P1. / P1.3. / -	Infrastrukturno održavanje pruge (hrapavost i valovitost)
- / - / -	Nije planirana mjera
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno

PODRUČJE UPRAVLJANJA BUKOM PUB_ZP_006

Vrsta izvora buke:	Željeznički promet		
Kriterij:	5 %	Površina / m²:	89212
Procjenjeni broj stanovnika u području:	845	Procjenjeni broj objekata u području:	126
Mjesni odbor	Pećine, Podvežica	Ulica Janka Polića Kamova, Ulica Drage Gervaisa	



OPIS IZVORA BUKE

DOMINANTNI IZVOR BUKE	M202
UPRAVITELJ IZVORA BUKE UNUTAR PODRUČJA:	HŽ
OSTALI IZVOR BUKE:	DA
PODRUČJA OSTALIH IZVORA BUKE:	PUB_CP_017; PUB_CP_021

GRUPA / KATEGORIJA / OZNAKA MJERE UPRAVLJANJA BUKOM	OPIS MJERE UPRAVLJANJA BUKOM
P.2. / P.2.1. / -	Zidovi za zaštitu od buke prema projektnoj dokumentaciji
P1. / P1.3. / -	Infrastrukturno održavanje pruge (hrapavost i valovitost)
- / - / -	Nije planirana mjera
ROK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno
PROCJENJENI TROŠAK PROVEDBE AKTIVNOSTI	Biti će određen naknadno