

REPUBLIKA SRBIJA
PROJEKAT REHABILITACIJE TRANSPORTA

**PRIRUČNIK ZA PROJEKTOVANJE
PUTEVA U REPUBLICI SRBIJI**

7. PUT I ŽIVOTNA SREDINA

7.1 ZAŠTITA OD BUKE

BEOGRAD, 2012.

Izdavač: **Javno preduzeće Putevi Srbije, Bulevar kralja Aleksandra 282, Beograd**

Izdanja:

Br.	Datum	Opis izmena i dopuna
1	30.04.2012.	Prvo izdanje

SADRŽAJ

7.1.1	Uvodni DEO	1
7.1.1.1	REGULATIVA	1
7.1.1.2	TERMINOLOGIJA.....	1
7.1.2	VREDNOVANJE BUKE	2
7.1.2.1	IZVOR BUKE MOTORNIH VOZILA.....	2
7.1.2.2	OCENJIVANJE BUKE KOJA NASTAJE USLED ODVIJANJA SAOBRAĆAJA NA PUTU	2
7.1.2.3	OCENJIVANJE BUKE NA OSNOVU PRORAČUNA	2
7.1.2.4	OCENJIVANJE BUKE NA OSNOVU MERENJA	3
7.1.2.4.1	Merna oprema.....	3
7.1.2.4.2	Izvođenje merenja.....	4
7.1.2.5	OCENA NIVOVA BUKE PREMA PROPISANIM KRITERIJUMIMA	4
7.1.2.6	MERE ZA SMANJENJE BUKE.....	5
7.1.2.6.1	Preventivne mere pri prostornom planiranju područja uz puteve	5
7.1.2.6.2	Preventivne mere pri planiranju puteva	5
7.1.2.6.3	Saobraćajne mere.....	6
7.1.2.6.4	Građevinske mere na putevima	6
7.1.3	PROJEKTOVANJE ZAŠTITE OD BUKE	6
7.1.3.1	TEHNIČKA DOKUMENTACIJA ZA ZAŠTITU OD BUKE NOVIH PUTEVA.....	7
7.1.3.1.1	Generalni projekat.....	7
7.1.3.1.2	Idejni projekat.....	7
7.1.3.1.3	Glavni projekat	9
7.1.3.1.4	Izvođački projekat	10
7.1.3.1.5	Projekat izvedenog objekta.....	10
7.1.3.2	TEHNIČKA DOKUMENTACIJA ZA ZAŠTITU OD BUKE NA POSTOJEĆIM DEONICAMA	10
7.1.3.2.1	Procena buke sa predlogom zaštite na postojećim putevima	10
7.1.3.2.2	Glavni projekat na postojećim putevima	11
7.1.3.2.3	Izvođački projekat i projekat izvedenog objekta na postojećim putevima	11
7.1.3.3	VRSTE MERA ZA ZAŠTITU.....	11
7.1.3.4	OPTEREĆENJE I BEZBEDNOST KONSTRUKCIJA.....	12
7.1.3.4.1	Opterećenje konstrukcija za zaštitu od buke	12
7.1.3.4.2	Bezbednost konstrukcija	14
7.1.3.4.3	Stabilnost nasipa od zemljanih materijala	15
7.1.4	KONSTRUKCIJE ZA ZAŠTITU OD BUKE.....	15
7.1.4.1	TEMELJENJE KONSTRUKCIJA	15
7.1.4.1.1	Načini izgradnje temelja.....	15
7.1.4.1.2	Osnove za izračunavanje temelja.....	16
7.1.4.2	PROJEKTOVANJE KONSTRUKCIJA	16
7.1.4.2.1	Vrste materijale	17
7.1.4.2.2	Kvalitet materijala.....	18
7.1.4.2.3	Koncipiranje konstrukcije	20
7.1.4.2.4	Zahtevi za konstrukcije	26
7.1.4.3	POSEBNE MERE ZA ZAŠTITU OD BUKE	28
7.1.4.3.1	Dilatacije na mostovima	28
7.1.4.3.2	Apsorpcione obloge u tunelima	29

7.1.1 UVODNI DEO

Buka u životnoj sredini i u zatvorenim prostorijama smanjuje udobnost, a utiče i na zdravlje.

Jedan od najznačajnijih izvora buke je saobraćaj. Kao rezultat povećanog broja motornih vozila i brzine vožnje nivo buke na putevima se povećava.

Smanjenje uticaja buke na okolinu moguće je uspešno izvršiti primenom brojnih i u osnovi različitih poznatih mera.

Buku koja nastaje kao rezultat odvijanja saobraćaja na putevima treba ograničiti tako da ne prekoračuje propisane granične vrednosti indikatora buke.

Zaštitu okoline od buke treba obezbediti na osnovu procene brojnih uticaja na nivo buke, kao i na osnovu sprovedenih mera.

7.1.1.1 Regulatorna

- 1 Zakon o zaštiti od buke u životnoj sredini ("Službeni glasnik RS", broj 36/09 i 88/10)
- 2 Uredba o indikatorima buke, graničnim vrednostima, metodama za ocenjivanje indikatora buke, uznemiravanja i štetnih efekata buke u životnoj sredini („Sl. glasnik RS“, br. 75/10),
- 3 Pravilnik o metodologiji za određivanje akustičnih zona ("Službeni glasnik RS", broj 72/10)
- 4 Pravilnik o metodama merenja buke, sadržini i obimu izveštaja o merenju buke ("Službeni glasnik RS", broj 72/10)
- 5 Pravilnik o sadržini i metodama izrade strateških karata buke i načinu njihovog prikazivanja javnosti ("Službeni glasnik RS", broj 80/10)
- 6 Pravilnik o metodologiji za izradu akcionih planova ("Službeni glasnik RS", broj 72/10)
- 7 Pravilnik o uslovima koje mora da ispunjava stručna organizacija za merenje buke, kao i dokumentacija koja se podnosi uz zahtev za dobivanje ovlašćenje za merenje buke ("Službeni glasnik RS"; broj 72/10)
- 8 Uputstvo za merenje buke u životnoj sredini
<http://www.ekoplan.gov.rs/srl/1-4-Ostalo-252-document.htm>
- 9 Pravilnik o uslovima koje sa aspekta bezbednosti saobraćaja moraju da ispunjavaju putni objekti i drugi elementi javnog puta (Službeni glasnik RS, broj 50/2011)
- 10 Zakon o planiranju i izgradnji („Sl. glasnik RS“, br. 72/09, 81/09-ispravka, 64/10-US i 24/11),
- 11 Zakon o proceni uticaja na životnu sredinu („Sl. glasnik RS“, br. 135/04 i 36/09),
- 12 Zakon o javnim putevima („Sl. glasnik RS“, br. 101/05, 123/07 i 101/11),
- 13 Pravilnik o održavanju magistralnih i regionalnih puteva („Sl. glasnik RS“, br. 02/93),
- 14 Pravilnik o sadržini i načinu vođenja stručnog nadzora („Sl. glasnik RS“, br. 07/10),
- 15 Polazne osnove – Vodič kroz dobru praksu izrade strateških karata buke i s njima povezanih podataka o izloženosti buci“ („Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of associated Data on Noise Exposure - European Commission Work Group on Assessment of Exposure to Noise“), Brisel 2007
<http://ec.europa.eu/environment/noise/mapping.htm>
- 16 Studija izvodljivosti tehničkih mera smanjenja štetnog uticaja buke od drumskog saobraćaja na odabranim deonicama državnih puteva (Institut IMS AD Beograd, br. 4151/10, jun 2010)

7.1.1.2 Terminologija

U ovim smernicama upotrebljeni stručni termini imaju sledeće značenje:

Buka (noise) je bilo kakav zvuk u okolini, koji prouzrokuje nemir, ometanje i narušavanje zdravlja ili osećanja ljudi i koji negativno utiče na okolinu.

Izvor buke (noise source) je objekat ili sredstvo (put, motorno vozilo), čija upotreba ili delovanje prouzrokuje stalnu ili povremenu buku u životnoj sredini.

Emisija buke (noise emission) predstavlja vazdušni zvuk kojeg emituje definisani izvor buke..

Imisija buke (noise imission) predstavlja nivo buke u određenoj tački imisije u životnoj sredini, koji je rezultat uticaja jednog ili više izvora buke, a koji se iskazuje u decibelima dB(A).

Indikator buke (noise indicator) je akustička veličina kojom se opisuje buka u životnoj sredini i izražava se jedinicom dB(A) i koriste

se u cilju utvrđivanja stanja buke, za procenu i predviđanje stanja buke, izradu strateških karata buke i planiranje mera zaštite.

Granična vrednost indikatora buke (noise indicator limit value) je vrednost nivoa buke za određeni indikator buke na otvorenom prostoru koja je propisana za određeno akustičku zonu naselja s obzirom na namenu prostora ili vrednost indikatora buke, koja je propisana u zatvorenim prostorijama s obzirom na namenu prostorija.

Procena zagađenja bukom sa predloženim merama za zaštitu od buke (u daljem tekstu procena buke sa predlogom zaštite) jeste procena u kojoj se na osnovu proračuna buke za određeni planski period proceni nivo buke i izradi predlog mera za ograničenje buke.

Planski period jeste određeni vremenski presek od prve godine puštanja u promet za koji se procenjuje buka i za koji se dimenzionišu mere zaštite od buke.

Dinamičko opterećenje (dynamic load) je opterećenje prouzrokovano težinom snega koji oprema za uklanjanje snega baci na konstrukciju za zaštitu od buke.

Aktivne mere za zaštitu od buke (active action for protection against noise) predstavljaju mere predviđene za smanjenje emisije buke iz izvora ili mere za smanjenje širenja buke u okolinu (barijere).

Element za zaštitu od buke/panel (noise protection/acoustic element) je deo konstrukcije za zaštitu od buke koji obezbeđuje akustička svojstva.

Konstrukcija za zaštitu od buke (construction for protection against noise) je konstrukcija koja sprečava direktno prenošenje kroz vazduh buke koja nastaje usled saobraćaja na putu; sastoji se od konstruktivnih elemenata (temelja i nosećih stubova) i elemenata za zaštitu od buke.

Zvučna zaštita zgrada/pasivna zaštita (special insulation of dwellings) jeste skup mera zvučne izolacije konstrukcija, kojim se obezbeđuje, da se buka u zgradi ograniči, odnosno smanji.

$$L_{den} = 10 \log \left(\frac{1}{24} \left(12 * 10^{L_{day}/10} + 4 * 10^{(L_{evening} + 5)/10} + 8 * 10^{(L_{night} + 10)/10} \right) \right)$$

7.1.2 VREDNOVANJE BUKE

7.1.2.1 Izvor buke motornih vozila

Motorna vozila na putevima stvaraju buku

- pogonskim sistemom: izvor predstavlja rad motora i sistemi za izduvne gasove i hlađenje, i
- kretanjem: izvor predstavlja prijanjanje guma pri kotrljanju, otpor vazduha i uticaj neravnosti kolovoza na vozilo i teret.

7.1.2.2 Ocenjivanje buke koja nastaje usled odvijanja saobraćaja na putu

Ocenjivanje buke koja nastaje usled odvijanja saobraćaja na putu može da se izvede ili proračunom ili merenjem u skladu sa važećim pravnim odredbama. Za predviđanje buke koristi se proračun.

7.1.2.3 Ocenjivanje buke na osnovu proračuna

Procenjeni dnevni (L_{day}), večernji ($L_{evening}$), noćni (L_{night}) i celodnevni (L_{den}) nivo buke koja nastaje usled odvijanja saobraćaja na putu treba proračunati u skladu sa propisanom metodologijom. Uredba o indikatorima buke, graničnim vrednostima, metodama za ocenjivanje indikatora buke, uznemiravanju i štetnim efektima buke u životnoj sredini (Sl. Glasnik RS, br. 75/2010) određuje da ocenjivanje osnovnih indikatora buke izazvane drumskim saobraćajem treba izvršiti na osnovu proračuna u skladu sa francuskom nacionalnom metodom proračuna „NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB) i francuskim standardom „XPS 31-133“.

U proračunu buke koriste se dugoročni prosečni nivoi buke za period cele godine na osnovu prosečnog godišnjeg saobraćaja (PGDS).

Nivo buke za dan-veče-noć L_{den} , u decibelima dB(A) definiše se sledećom jednačinom:

Emisija buke izazvane drumskim saobraćajem zavisi od:

- kategorije vozila
- brzine vozila
- saobraćajnog toka
- uzdužnog profila

Za ocenjivanje i predviđanje buke koristi se dve kategorije vozila:

- laka vozila (< 3,5 tona neto mase)
- teška vozila (> 3,5 tona neto mase)

Broj i kategorija vozila za procenjivanje buke može da se odredi na osnovu podataka o brojanju saobraćaja (automatsko, ručno) ili na osnovu studije o saobraćajnom opterećenju (za predviđanje buke).

U proračunu se koriste prosečne brzine vozila. Ako podaci o prosečnoj brzini vozila ne postoje, može da se upotrebi maksimalna dozvoljena brzina vožnje na određenoj deonici puta.

Preporučena vrednost korekcije ψ za izračunavanje procenjenog nivoa buke za različite vrste kolovoznog zastora u skladu sa Preporukom EU komisije (2003/613/EC), predstavljena je u tabeli 7.1.1.

Tabela 7.1.1: Korekcija ψ za različite vrste zastora na kolovozu

Vrsta zastora	Korekcija nivoa buke ψ		
	0-60 km/h	61-80 km/h	81-130 km/h
Porozni zastor (PA)	-1 dB	-2 dB	-3 dB
	0 dB		
Glatki asfalt (beton ili mastiks)	0 dB		
Cementni beton	+2 dB		
Ravna kocka, istrošeni betonski kolovoz	+3 dB		
Istrošena kocka	+6 dB		

Za ocenjivanje je potrebno prikupiti što tačnije ulazne podatke. Kada podaci koji su potrebni za proračun buke ne postoje, odnosno kada bi njihovo prikupljanje prouzrokovalo nesrazmerno velike troškove, za određivanje podataka mogu da se koriste preporuke iz dokumenta radne grupe za

ocenu izloženosti buci Evropske Komisije pod nazivom „Polazne osnove – Vodič kroz dobru praksu izrade strateških karata buke i s njima povezanih podataka o izloženosti buci“ („Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of associated Data on Noise Exposure - European Commission Work Group on Assessment of Exposure to Noise“), Brisel 2007.

7.1.2.4 Ocenjivanje buke na osnovu merenja

Za proveru vrednosti indikatora buke koji su dobijeni na osnovu proračuna i za određivanje ukupne buke na određenom prostoru, koristi se merenje buke. Za ocenjivanje dugoročnih prosečnih vrednosti buke proračun je često pouzdaniji od kratkoročnog merenja buke, a pogotovo kada je merenje buke onemogućeno ostalim izvorima buke u određenom prostoru. Tokom merenja nivoa buke izazvane drumskim saobraćajem treba evidentirati broj vozila iz najmanje dve kategorije koje prolaze u mernom intervalu (brojanje saobraćaja), a pogotovo kada se rezultati merenja upotrebljavaju za uslove sa drugačijim saobraćajem. Merenje buke izazvane drumskim saobraćajem obično se vrši 24 sata, tako da se obuhvate sva doba za koja su propisani indikatori buke (dan, večer, noć). Za interpretaciju rezultata i eliminaciju slučajnih ili namernih smetnji tokom merenja buke, preporučuje se paralelno snimanje zvuka. Preporučuje se da se merenja izvrše onog dana tokom kojeg mogu da se očekuju prosečni saobraćajni tokovi (obično radnim danom).

Radi upoređivanja i ponavljanja, merenja nivoa buke je potrebno izvršiti posebnim postupcima, koji u određenom obimu isključuju spoljašnje uticaje, npr. meteorološke uslove (vetar, temperaturu vazduha, vlagu, pritisak) i uticaje vegetacije.

Merenja buke u životnoj sredini vrše se u skladu sa standardima SRPS ISO 1996-1 i SRPS ISO 1996-2.

7.1.2.4.1 Merna oprema

Tehnička svojstva opreme za merenje nivoa buke koja nastaje kao rezultat odvijanja saobraćaja na putevima, treba da budu u skladu sa sledećim tehničkim specifikacijama:

- IEC 61 672 Electroacoustics - Sound level meters
- IEC 61 260 Electroacoustics - Octave-band and fractional-octave-band filters

Kalibrator za kalibrisanje merne opreme mora da bude u skladu sa zahtevima standarda IEC 60 942.

7.1.2.4.2 Izvođenje merenja

Mernu tačku treba po pravilu izabrati tako da bude reprezentativna za mereni izvor buke i da na njoj nema uticaja drugih izvora buke, odnosno da su ti uticaji što manji. Lokacija mikrofona može da bude:

- u slobodnom zvučnom polju (free-field position),
- direktno na refleksivnoj površini,
- blizu refleksivne površine.

Kada mikروفon nije u slobodnom polju, izmerene vrednosti treba korigovati u skladu sa standardom SRPS ISO 1996-2.

Merenje se vrši na visini 1,5+/-0,1 m iznad tla. Pri izradi strateških karata buke ili pri posebnim okolnostima na terenu (npr. zaklonjenost zidom, nagib terena, veliko prigušenje tla) mikروفon može da se postavi na visini od 4 m iznad tla..

Merno mesto mora da bude barem 5 m od ivice kolovoza, ukoliko je to izvodljivo.

Merenje buke može da se izvrši sa ili bez nadzora od strane lica koje izvodi merenja. Ukoliko se merenje izvodi bez nadzora, merna oprema mora da bude programirana na odgovarajući način za sve predviđene funkcije.

Vremenske prilike tokom merenja moraju da budu reprezentativne za lokaciju merenja. Preporučuje se izvođenje merenja pri vremenskim prilikama pogodnim za širenje buke, kao što je definisano u standardu SRPS ISO 1996-2.

Tokom merenja kolovoz mora da bude suv i tlo ne sme da bude prekriveno snegom ili ledom, zamrznuto ili natopljeno vodom.

U zatvorenim prostorijama merenje se u skladu sa mogućnostima izvodi u prostoriji u kojima ljudi najčešće borave, sa zatvorenim prozorima i vratima. Ako je soba prazna i bez akustičke obrade, od izmerenih vrednosti oduzima se 3 dB.

7.1.2.5 Ocena nivoa buke prema propisanim kriterijumima

Rezultate dobijene proračunom ili merenjem imisije buke treba uporediti sa propisanim graničnim vrednostima indikatora buke za dan, večer i noć. Granične vrednosti indikatora buke u tabeli 7.1.2 predstavljaju osnovu za zaštitu životne sredine od prekomerne buke. Ako se ustanovi da je zvučna zaštita zgrada (zatvorenih prostorija), odnosno pasivna zaštita, primereniji način zaštite koriste se granične vrednosti indikatora buke date u tabeli 7.1.3

Tabela 7.1.2: Granične vrednosti indikatora buke na otvorenom prostoru

Zona	Namena prostora	Granična vrednost buke (dB(A))	
		Za dan i večer	Za noć
1	Područja za odmor i rekreaciju, bolničke zone i oporavilišta, kulturno-istorijski lokaliteti, veliki parkovi	50	40
2	Turistička područja, kampovi i školske zone	50	45
3	Čisto stambena područja	55	45
4	Poslovno-stambena područja, trgovačko-stambena područja i dečja igrališta	60	50
5	Gradski centar, zanatska, trgovačka, administrativno-upravna zona sa stanovima, zona duž autoputeva, magistralnih i gradskih saobraćajnica	65	55
6	Industrijska, skladišna i servisna područja i transportni terminali bez stambenih zgrada	Na granici ove zone buka ne sme da prelazi graničnu vrednost za zonu sa kojom se graniči	

Tabela 7.1.3: Granične vrednosti indikatora buke u zatvorenim prostorijama

	Namena prostorija	Granična vrednost buke (dB(A))	
		Za dan in veče	Za noć
1	Prostorije za boravak (spavaća i dnevna soba) u stambenoj zgradi sa zatvorenim prozorima.	35	30
2	U javnim i drugim objektima, sa zatvorenim prozorima:		
2.1	Zdravstvene ustanove i privatna praksa, i u njima:		
	a) bolesničke sobe	35	30
	b) ordinacije	40	40
	v) operacioni blok bez medicinskih uređaja i opreme	35	35
2.2	Prostorije u objektima za odmor dece i učenika, i spavaće sobe domova za boravak starih lica i penzionera	35	30
2.3	Prostorije za vaspitno-obrazovni rad (učionice, slušaonice, kabineti i sl.), bioskopske sale i čitaonice u bibliotekama	40	40
2.4	Pozorišne i koncertne sale	30	30
2.5	Hotelske sobe	30	30

7.1.2.6 Mere za smanjenje buke

Radi zaštite od buke u životnoj sredini i zatvorenim prostorijama koja nastaje kao rezultat odvijanja saobraćaja na putevima, potrebne je sprovesti sledeće mere:

- preventivne mere pri prostornom planiranju područja uz puteve i pri planiranju puteva,
- saobraćajne mere,
- građevinske mere na putevima i objektima koji se na njima nalaze.

7.1.2.6.1 Preventivne mere pri prostornom planiranju područja uz puteve

To su uglavnom sledeće mere:

- smanjenje obima i uticaja saobraćaja odgovarajućim prostornim planiranjem stambenih naselja i objekta/površina za različite delatnosti,
- udaljšavanje objekata od puteva i planiranje područja uz puteve tako da budu predviđena za svrhe kojima buka ne predstavlja smetnju,
- očuvanje područja predviđenih za izgradnju objekata za smanjenje širenja buke,
- uspostavljanje funkcionalno definisane/klasifikovane mreže puteva koja omogućava uspostavljanje zaštićenih stambenih područja i povezivanje

individualnog motornog saobraćaja na magistralne puteve i puteve većeg kapaciteta.

7.1.2.6.2 Preventivne mere pri planiranju puteva

Priplaniranju puteva, potrebno je razmotriti sledeće preventivne mere koje se odnose na zaštitu od buke:

- potrebno je uložiti napore da se ostvari najveća moguća udaljšenost puta od područja koje uslovljava/zahteva zaštitu,
- situacijom je potrebno obezbediti ujednačen tok saobraćaja (bez oštih krivina i velikih uzdužnih nagiba),
- ukoliko se radi o područjima koja zahtevaju zaštitu, situacija treba da uslovljava minimalnu promenu brzine, kao i smanjenje ubrzavanje i koćenja,
- planiranje trase bez raskrsnica (npr. sa kružnim raskrsnicama) omogućava ujednačen i manje uznemiravajući tok saobraćaja,
- nove puteve koji prouzrokuju/povećavaju buku preporučljivo je planirati u koridorima postojećih izvora buke (npr. postojećih puteva i železničkih pruga),
- situacijom trase potrebno je obezbediti uslove za postavljanje odgovarajućih mera za smanjenje širenja buke.

7.1.2.6.3 Saobraćajne mere

Saobraćajno-tehničke i saobraćajno-pravne mere koje su potrebne za zaštitu životne sredine od buke, treba prvenstveno da budu sledeće:

- poboljšanje toka saobraćaja: koordinacija saobraćajne svetlosne signalizacije smanjuje buku koja nastaje kao rezultat usporavanja i kočenja vozila,
- smanjenje broja zaustavljanja vozila u noćnom periodu produžavanjem perioda zaustavljanja,
- isključivanje saobraćajne svetlosne signalizacije noću,
- usporavanje saobraćaja u određenim područjima i postizanje ujednačene vožnje i ograničenje brzine (npr. noću) uz odgovarajuću kontrolu,
- zabrana odvijanja saobraćaja na određenim deonicama puta (npr. za teretna vozila)

U slučaju ograničenja koja se odnose na odvijanje saobraćaja, potrebno je ponuditi/obezbediti odgovarajuće zaobilaznicu ili dodatne kapacitete parkirališta u graničnim područjima.

7.1.2.6.4 Građevinske mere na putevima

Građevinsko-tehničke mere koje se odnose na zaštitu okoline od buke treba da obuhvate mere koje se odnose na izradu kolovoznog zastora, kao i mere za smanjenje širenja buke (barijere).

Kada je reč o kolovoznom zastoru na putevima kao meri zaštite od buke, potrebno je u obzir sledeće:

- izvođenjem zastora mora da se obezbedi minimalan nivo buke na izvoru,
- kolovoz je potrebno redovno održavati, naročito posle bilo kakvih iskopavanja,
- put ne sme da bude ravnomerno profilisan i ne sme da ima poprečne žljebove,
- potrebno je sprečiti/ukloniti pojavu neravnina, stepenika, pragova i deformacija,
- poklopce za šahtove, kao i druge ugrađene objekte treba postaviti na mestima koja se u najmanjoj mogućoj meri upotrebljavaju za prelaz vozila (izvan kolotruga),
- prelazi na konstrukcije / proširenja mostova treba da stvaraju što je moguće manju buku.

Osnovne mere koje se primenjuju za sprečavanje, odnosno smanjenje širenja buke izazvane saobraćajem su sledeći:

- nasipi za zaštitu od buke,

- objekti za zaštitu od buke,
- nasipi na kojima se izvode objekti za zaštitu od buke,
- strmi nasipi/roliranje kosina,
- useci i korita,
- pokriveni useci,
- tuneli i galerije,
- ozelenjavanje (smanjenje buke je zanemarljivo, da bi zasad bio efikasan, on mora da bude dubine barem 50 m).

Efikasnost objekata za smanjenje širenja buke se u principu povećava njihovom visinom i dužinom, kao i sa smanjenjem udaljenosti od puta.

7.1.3 PROJEKTOVANJE ZAŠTITE OD BUKE

Projektovanje zaštite od buke deli se na:

- projektovanje zaštite od buke za nove puteve,
- projektovanje zaštite od buke uz postojeće puteve.

Prilikom donošenja odluke o vrsti zaštite od buke, pored uslova koji se odnose na uređenje prostora, u obzir treba uzeti i prostorne mogućnosti (raspolaganje zemljištem, dodatna kupovina zemljišta) i racionalnost mera. Kada je reč o planiranju nasipa za zaštitu od buke, koji predstavljaju osnovnu alternativu sa stanovišta smanjenja zagađenja bukom, u obzir treba uzeti prekomerne količine ili nedostatak materijala na trasi koji može da se iskoristi za izgradnju, povećanje krajnje granice mera, povećanu upotrebu zemljišta i projekat kosina (ukoliko je moguće sa nagibima koji ne zahtevaju dodatnu stabilizaciju nasipa), investicione i troškove održavanja, kao i uputstva koja se odnose na bezbednost saobraćaja.

Visina i dužina barijera treba u osnovi da obezbede da granične vrednosti indikatora buke ne prelaze propisane vrednosti. Osnovni cilj je da se barijerom dovoljne visine i dužine postigne dovoljno zaklanjanje vertikalne i horizontalne linije optičke vidljivosti. Pri određivanju gabarita barijere treba uzeti u obzir smanjenje nivoa buke koje može da se postigne njenim postavljanjem, a koje za zgrade u blizini puteva sa gustim saobraćajem obično iznosi 5-10 dBA. Potrebni gabariti barijera se definišu proračunom u skladu sa propisanim metodama (XPS 31-133).

Zvučna barijera mora da bude pažljivo dimenzionirana i konstruisana, a njen položaj

između tačke emisije i tačke imisije mora da bude optimizovan tako da ona obezbedi najveću moguću zaštitu pri najmanjoj površini.

Uticao buke na osetljive zone treba uzeti u obzir tokom celog procesa planiranja. U ranim fazama planiranja tako da se odaberu koridori (generalni projekat) / varijante (idejni projekat), za koje se očekuje:

- da opterećuju najmanji broj stanovnika
- da nude uslove za izgradnju efikasnih mera za zaštitu od buke.

U daljnjem procesu projektovanja (idejni, glavni projekat, izvođački) treba obezbediti sprovođenje odgovarajućih mera zaštite od buke.

Prilikom projektovanja zaštite na postojećim putevima zaštitu treba najpre izvesti na onim deonicama za koje je pokazano da je uz najmanje troškove moguće zaštititi najveći broj (najviše opterećenih) stanovnika. Za pripremu kriterijuma za procenu opravdanosti ili prioriteta izvođenja zaštite mogu da se upotrebe sledeći parametri:

- nivo buke kojim su opterećeni stambeni, odnosno drugi osetljivi objekti,
- broj stanovnika ili osetljivih objekata
- izvodljivost efikasnih mera za zaštitu od buke s obzirom na troškove izvođenja
- drugi izvori buke koji postoje na određenom prostoru i koji imaju uticaj na efikasnost zaštite.

7.1.3.1 Tehnička dokumentacija za zaštitu od buke novih puteva

Pri projektovanju novih puteva u svim fazama izrade tehničke dokumentacije potrebno je uzeti u obzir zagađenje okoline bukom koja je izazvana drumskim saobraćajem. U procesu izrade dokumentacije potrebno je obezbediti odgovarajuće podatke radi izrade procene uticaja, proceniti uticaj i izraditi odgovarajuću tehničku dokumentaciju.

U osnovi potrebno je uzeti u obzir pravne odredbe koje se odnose na sadržaj propisane projektne dokumentacije koja se radi u fazama kao što su:

- Generalni projekat,
- Prethodna studija opravdanosti,
- Idejni projekat,
- Studija opravdanosti,
- Studija o proceni uticaja na životnu sredinu,
- Glavni projekat,
- Izvođački projekat (kada je potreban),
- Projekat izvedenog objekta.

Sastavni deo tehničke dokumentacije za zaštitu od buke (osnova za idejni projekat i glavni projekat) treba da predstavlja i procena buke sa predlogom zaštite.

Prema Studiji (Institut IMS AD Beograd, 2010) zvučne barijere trebalo bi da budu projektovane i izrađene tako da sačuvaju karakteristike najmanje 20 godina, a njihov vek trajanja je obično preko 40 godina, osim za drvene barijere kod kojih je vek trajanja oko 30 godina.

Uzimajući u obzir životni vek konstrukcija i planski period za koji se dimenzioniše putna mreža (Pravilnik o uslovima koje sa aspekta bezbednosti saobraćaja moraju da ispunjavaju putni objekti i drugi elementi javnog puta, "Službeni glasnik RS"; broj 72/10), zaštita od buke se dimenzioniše za konačni planski period od 20 godina, a u slučaju etapne izgradnje za planski period od 10 godina, od prve godine nakon puštanja u saobraćaj.

7.1.3.1.1 Generalni projekat

U toku izrade generalnog projekta novih deonica u okviru prethodne studije opravdanosti, u segmentu prethodne analize uticaja na životnu sredinu potrebno je uzeti u obzir predviđeno zagađenje od buke, a zatim i pojedine koridore proceniti sa stanovišta uticaja buke na životnu sredinu, odnosno jih optimizovati tako da prouzrokuju što manji uticaj na životnu sredinu. Preporučuje se da se u toj fazi izradi analiza buke za planski period od 20 godina na osnovu izofona (izo linija rastojanje određenog nivoa buke od osovine pojedine saobraćajnice ili pojedinog segmenta saobraćajnice) na nivou osnovne razmere generalnog projekta. U analizi se odredi broj zgrada (i stanovnika) i njihovo opterećenje bukom određenog nivoa/razreda (npr. >65, 65, 60, 55, 50, 45 i 40 dB(A). Rezultati neka se prikažu tabelarično na način koji može biti osnova za rangiranje pojedinih koridora.

Prethodna analiza uticaja na životnu sredinu obuhvata generalne karakteristike zaštite od buke na određenom prostoru, uglavnom u vezi sa vrstama mera zaštite od buke (barijere, zvučna zaštita zgrada, kolovozni zastori) i predlaže rešenja koje najbolje odgovaraju određenom prostoru.

7.1.3.1.2 Idejni projekat

Mere zaštite od buke se projektuju na osnovu procene buke sa predlogom zaštite. Prilikom pripreme procene, koja će se primenjivati kao

osnova za pripremu studije o proceni uticaja na životnu sredinu, u obzir je potrebno uzeti osnove iz planske i urbanističke dokumentacije, uključujući i granične vrednosti indikatora buke za određene akustičke zone, i predložiti mere u skladu sa određenim graničnim nivoima.

Procena buke sa predlogom zaštite

Procena buke i predložene mere za zaštitu od buke, koji su obuhvaćeni i sa Studijom o proceni uticaja na životnu sredinu, treba da se zasnivaju na :

- nivou zaštite od buke u skladu sa planskom i urbanističkom dokumentacijom (određenim akustičkim zonama),
- podacima o saobraćaju, odnosno stopi rasti buke za planski period od 20 (i 10 godina) godina od datuma predviđene izgradnje (puštanja u saobraćaj) deonice puta.

Potrebno je uzeti u obzir i sledeće:

- svojstva zastora na kolovozu, a posebno pažnju treba obratiti na izuzetke (npr. cementno-betonski zastor u području stanica za naplatu putarine),
- broj kolovoznih traka, širina kolovozne trake,
- ostali izvori buke u blizini (npr. drugi infrastrukturni objekti, industrija)
- u proceni buke sa predlogom zaštite treba planirati i mere za zaštitu od buke za područja koja su planskom i urbanističkom dokumentacijom (ili dopunama i izmenama iste, koje se pripremaju) predviđena za namene kojima je potrebna zaštita od buke.

Procena buke sa predlogom zaštite u idejnom projektu treba da bude izrađena na osnovu proračuna u skladu sa propisnom metodom.

Procena treba okvirno da sadrži:

- Opis ulaznih podataka i ostalih faktora važnih za definisanje nivoa buke i mera zaštite od buke (npr. plansko doba za koje se dimenzionišu mere zaštite od buke),
- Naznaku graničnih vrednosti indikatora buke, koje su relevantne za dimenzionisanje mera zaštite od buke,
- Podatke o osnovnim predloženim merama zaštite od buke sa definisanjem njihovih relevantnih karakteristika (dužina, visine pojedinih segmenata, merodavna izolaciona moć, merodavna apsorpcija barijere; naznaka zgrada za koje se predlože mere zvučne zaštite, posebnim

karakteristikama predloženih mera (npr. obrada vrha barijera),

- Podatke o posebnim predloženim merama zaštite od buke (npr. apsorpcione obloge na portalima tunela na naseljenim područjima, mere na proširenjima mostova (dilatacijama)),
- Podatke o imisijama buke bez predloženih mera, i sa predloženim merama zaštite od buke i o razlici (efektu) predloženih mera (pogotovo kada su predložene barijere),
- imisije relevantne za dimenzionisanje zvučne zaštite fasadnih elemenata zgrada (kada su takve mere predložene), koje su osnova za izradu Elaborata zvučne zaštite zgrada u glavnom projektu,
- procenu troškova predloženih mera.

Grafički prilozi:

- izofone mape za Ldan, Lveče, Lnoć, Ldvn, sa i bez mera, za planski period od 20 (i 10) godina
- situacioni plan sa pozicioniranim i dimenzionisanim merama (na odgovarajućoj geodetskoj podlozi),
- pozicija zaštite u normalnom poprečnom profilu,
- podužni profili mera (ako je potrebno)
- situacija zgrada za koje su predložene mere zvučne zaštite (fasadnih elemenata).

Ako se ustanovi da neki od indikatora buke nisu relevantni za prikaz izofone mape mogu da se izrade samo za relevantne indikatore buke (npr. samo Lnoć i/ili Ldvn).

Procena buke ne treba da sadrži neka poglavlja ako je taj sadržaj detaljnije razrađen u drugim delovima tehničke dokumentacije (npr. procena troškova).

U slučaju izrade elaborata zvučne zaštite zgrada (prema preporuci u poglavlju 7.1.3.1.3), za dimenzionisanje zvučne zaštite zgrada, koje se vrši u okviru izrade Elaborata zvučne zaštite zgrada u fazi izrade glavnog projekta u okviru projekta zaštite životne sredine, imisije buke u proceni buke moraju da budu definisane tako da omoguće sve potrebne podatke za to dimenzionisanje. Imisije buke moraju da budu određene za sve fasade i visine (spratove) za koje se predlažu te mere. Kod većih zgrada imisije moraju da budu određene u više imisionih tačaka određene fasade, ako je to potrebno.

Napomena: Prema preporuci potreba za izvođenje mera zvučne zaštite zgrada (pasivne zaštite) na pojedinoj zgradi, odnosno prostoru proverava se u Elaboratu

zvučne zaštite u fazi izrade glavnog projekta u okviru projekta zaštite životne sredine, kada se u odnosu na postojeću izolaciju fasadnih elementa (postojeći prozori) odrede potrebne mere za dostizanje propisanih nivoa buke u prostorijama.

Podaci o predloženim barijerama u proceni buke sa predlogom zaštite, koji će se koristiti pri daljem projektovanju treba da obuhvate:

- visinu konstrukcije za zaštitu od buke (iznad nivoa kolovoza ili terena),
- udaljenost konstrukcije za zaštitu od buke od osovine susedne kolovozne trake, odnosno tačno određen položaj barijere,
- stacionažu konstrukcije,
- traženi stepen apsorpcije konstrukcije (određen u skladu sa SRPS EN 1793-1),
- traženu izolaciju konstrukcije (određenu prema SRPS EN 1793-2),
- uslove za projektovanje konstrukcija sa transparentnim elementima za zaštitu od buke, ukoliko se postavljaju na području u kojem je predviđena konstrukcija sa apsorpcijom zvuka većom od 4 dB(A),
- druge posebne karakteristike i uslove.

U fazi pripreme idejnog projekta treba pripremiti:

- karakteristične arhitektonsko-građevinske crteže izgleda,
- situacioni plan,
- karakteristične poprečne profile

sa naglaskom na oblikovanje zaštite na nasipima, usecima, izlazima u slučaju opasnosti (vratima) i konstrukcijama mostova, koji moraju da budu pripremljeni i overeni od strane odgovornog projektanta, pejzažnog arhitekta i arhitekta. Potrebno je odrediti i glavne karakteristike u vezi sa bojom, oblikom i transparentnošću predviđenih konstrukcija za zaštitu od buke, kao i u vezi sa ozelenjavanjem okoline puta i barijera (smernice za to područje su date u poglavlju 7.5 „Pejzažno uređenje zemljišnog pojasa“). Gore navedeno (pogotovo transparentnost konstrukcija) mora obavezno da bude uzeto u obzir i obuhvaćeno pri formiranju predloga mera za zaštitu od buke u sklopu Procene buke sa predlogom zaštite.

7.1.3.1.3 Glavni projekat

Procenu buke sa predlogom zaštite izrađenu u idejnom projektu potrebno je u slučaju promene ulaznih podataka, odnosno rešenja ažurirati i usaglasiti sa rešenjima u glavnom projektu. Mere zaštite od buke na novoizgrađenim deonicama mogu da se izvode u etapama, tako da se procena buke sa predlogom zaštite u glavnom projektu može izraditi i za drugačiji planski period od

20 godina (10 godina ili u skladu sa odredbama prostornog/urbanističkog plana) ako se proceni da je to racionalnije (uzimajući u obzir potrebnu dogradnju u kasnijem periodu). U slučaju planiranja zaštite u etapama potrebno je izvršiti i proveru zagađenja bukom za planski period od 20 godina, ukoliko se polazni podaci o saobraćaju razlikuju od podataka koji su uzeti u obzir u fazi pripreme idejnog projekta, odnosno u koliko je to potrebno zbog drugih promena u glavnom projektu. U vezi sa sadržaja procene razumno je uzeti u obzir i sadržaj opisan za fazu idejnog projekta.

U slučaju projektovanja zaštite od buke za kraći planski period od 20 godina:

- temelji konstrukcija za zaštitu od buke uvek se dimenzionišu za planski period od 20 godina, tako da omoguće kasniju nadgradnju (do visina za konačni planski period),
- nasipi za zaštitu od buke se uvek dimenzionišu za planski period od 20 godina,
- profil puta (širina bankine, vodovi komunalne infrastrukture, inženjerski objekti) moraju da obezbede eventualno potrebno produženje, odnosno izgradnju dodatnih konstrukcija koje za kraći planski period (10 godina) nisu potrebne (zbog nižih nivoa buke, odnosno zato što na određenom području, koje je po nameni određeno za izgradnju za buku osetljivih objekta, ti objekti još ne postoje).

Predviđenim rešenjima treba omogućiti racionalno održavanje (pregledi, čišćenje) konstrukcija za zaštitu od buke, koje može da se izvodi standardnom opremom izvođača redovnog održavanja na javnim putevima. Rešenja treba da budu takva da se redovnim sredstvima koja se upotrebljavaju za održavanje (ukoliko je upotreba u skladu sa propisanom) ne prouzrokuju nikakva oštećenja konstrukcija za zaštitu od buke (čišćenje snega, košenje trave). Ukoliko je za održavanje konstrukcija za zaštitu od buke potrebna posebna oprema, primena iste mora da bude tehnički obrazložena i opravdana. Takođe, potrebno je obezbediti sve uslove za održavanje tako da se u toku funkcionisanja redovnog održavanja i rada zimске službe ne dođe do nikakvih oštećenja ili zastoja u saobraćaju.

Glavni projekat zaštite životne sredine treba da sadrži sve propisane elemente, a naročito:

- osnove za projektovanje,
- tehnički opis konstrukcija,
- tehnologiju izvođenja,
- način kontrole ugrađenih materijala,
- statički proračun,

- predmer i predračun radova,
- ostalo – ako je potrebno (hidraulički proračun, nacrt zatvaranja puta - na postojećim putevima, sađenje),
- grafički prilozi (situaciona rešenja, poprečni profili, podužni pogledi, detalji),
- ako se planira zvučna zaštita zgrada (pasivna zaštita) glavni projekat treba da sadrži i Elaborat zvučne zaštite zgrada.

Elaborat zvučne zaštite zgrada

(izrada elaborata se preporučuje za planiranje adekvatnih mera zvučne zaštite/pasivne mere).

Za izvođenje mera zvučne zaštite na zgradama, u okviru glavnog projekta preporučuje se izrada elaborata zvučne zaštite zgrada kojim se određuju potrebne mere za ograničenje buke na fasadnim elementima zgrade.

U prvoj fazi izrade elaborata potrebno je ustanoviti (proceniti, izmeriti) da li postojeći fasadni elementi u kombinaciji sa već planiranim merama za zaštitu od buke pružaju dovoljnu zvučno izolaciju, da li buka u stambenim i drugim na buku osetljivim prostorijama prelazi granične vrednosti. Ako zvučna izolacija postojećih elemenata nije dovoljna za prostorije izrađuje se predlog mera kojim se uzimaju u obzir nivoi buke u životnoj sredini (na fasadi određenih objekata), veličine fasadnih otvora (okna, vrata), oblici i veličine prostorija, namene prostorija.

Predložen sadržaj Elaborata zvučne zaštite zgrada:

- nivoi buke određeni u proceni buke s predlogom zaštite,
- zvučna izolacija postojećih fasadnih elementa,
- potrebna celokupna zvučna izolacija fasade (prozori/vrata i fasada),
- potrebna zvučna izolacija pojedinih elemenata (prozori/vrata),
- predmer elemenata koje je potrebno izmeniti (prozori, vrata, roletne, žaluzine, prozorske klupice, ostalo) sa opisom njihovih osnovnih karakteristika (materijal, boja,...),
- predmer ostalih potrebnih radova u vezi sa promenom prozora/vrata (bojenje, „gitovanje“,...),
- predračun radova,
- grafički prikaz objekta (situacija) i grafički prikaz potrebnih mera na određenom objektu (koji prozori sa opisom potrebne izolacije).

Posebnu pažnju treba posvetiti detaljima spojeva konstrukcije zgrade sa elementima (prozori/vrata) i izolaciji kutija za roletne koji moraju da obezbede dovoljnu izolacija.

7.1.3.1.4 Izvođački projekat

Izvođački projekat izrađuje se za potrebe izvođenja radova gradnje ako glavni projekat ne sadrži razradu detalja potrebnih za izvođenje radova.

Izvođački projekat obično izrađuje izvođač radova u skladu sa tehnologijom koju nudi.

7.1.3.1.5 Projekat izvedenog objekta

Prilikom pripreme projekta izvedenog objekta potrebno je uključiti potrebna uputstva za održavanje konstrukcija (ako je potrebno) i naročito za održavanje sadnica u početnom periodu rasta (ako je sadnja bila predviđena i izvedena).

7.1.3.2 Tehnička dokumentacija za zaštitu od buke na postojećim deonicama

Izrada tehničke dokumentacije za zaštitu od buke na postojećim deonicama vrši se u 4 glavne faze:

- izrada procene zagađenja bukom uz predložene mere zaštite od buke,
- izrada glavnog projekta za pojačano održavanje (član 59 Zakona o javnim putevima (sl. gl. RS br. 101/05; 123/07; 101/11),
- izrada izvođačkog projekta (ako je potrebno),
- izrada projekta izvedenog objekta.

7.1.3.2.1 Procena buke sa predlogom zaštite na postojećim putevima

Prva faza u vezi sa planiranjem zaštite od buke na postojećim putevima je izrada procene buke sa predlogom mera zaštite od buke.

Sadržaj procene je isti kao i za procenu u glavnom projektu za zaštitu od buke na novim deonicama, ali treba da sadrži i:

- podatke o postojećim merama zaštite od buke (ako postoje) i postojećim imisijama buke,
- prioritetni red izvođenja pojedinih mera (npr. sortirano po naseljima ili deonicama ili pojedinim područjima).

Procena, odnosno dimenzionisanje mera zaštite od buke izrađuje se za planski period

od 10 i 20 godina od datuma predviđene izgradnje mera zaštite od buke.

7.1.3.2.2 Glavni projekat za pojačano održavanje na postojećim putevima

U prvoj fazi izrade glavnog projekta priprema se predlog U članu 59 Zakona o javnim putevima (sl. gl. RS br. 101/05 i 123/07) tehničkih rešenja konstrukcija zaštite od buke u kojem se predlažu pojedina tehnička rešenja i određuju karakteristike konstrukcija za zaštitu od buke u sledećem okvirnom sadržaju:

- osnove za projektovanje (npr. projektni zadatak, sažetak procene zagađenja bukom, koncepcija oblikovanja, prethodna istraživanja (npr. geotehnika, kontrola betona na objektima,..), katastar,
- opis pojedinih tehničkih rešenja konstrukcija za zaštitu od buke,
- uporedna analiza tehničkih rešenja konstrukcija za zaštitu od buke i predlog najpovoljnijeg rešenja.

Predlog najpogodnijih tehničkih rešenja treba da uzme u obzir i procenu troškova buduće nadgradnje barijera u slučaju etapne izgradnje i da u slučaju nesrazmerno većih troškova predloži izgradnju mera za konačni planski period.

Nakon potvrde odabranog tehničkog rešenja konstrukcija od strane naručioca izrađuje se glavni projekat u kojem se uzimaju u obzir odrednice koje su opisane za izradu glavnog projekta na novogradnjama.

7.1.3.2.3 Glavni projekat na postojećim putevima

Konačni predlog tehničkih rešenja mera zaštite, zbog detaljnije obrade u okviru glavnog projekta, može da bude drugačiji od rešenja koja su predložena u proceni buke sa predlogom zaštite. Razlozi za to su:

- detaljno uklapanje mera u profil puta (ograničenja u vezi sa odvodnjavanjem, komunalne infrastrukture, bezbednost saobraćaj i slično)
- zahtevi u vezi sa pejzažnim uređenjem zemljišnog pojasa
- konačna konstrukciona rešenja mera za zaštitu od buke.

Drugačija rešenja potrebno je proveriti od strane akustičara i potvrditi izradom ažurirane procene zagađenja bukom.

7.1.3.2.4 Izvođački projekat i projekat izvedenog objekta na postojećim putevima

Pri izradi izvođačkog projekta i projekta izvedenog objekta treba uzeti u obzir odrednice koje su opisane za izradu istih na novogradnjama.

7.1.3.3 Vrste mera za zaštitu

Mere za zaštitu od buke koja nastaje kao rezultat odvijanja saobraćaja na putu dele se na:

- aktivne (nasipi, objekti, pokrivni useci, tuneli i galerije,...)
- pasivne (zvučna izolacija prozora i vrata zgrada).

Aktivnu zaštitu od buke može da predstavlja ispravno izgrađen nasip od zemlje ili kamena koji je u najvećoj mogućoj meri prilagođen okolini, a koji je, ukoliko je potrebno, moguće stabilizovati. Zaštitu od buke predstavljaju takođe ostale mere za smanjenje širenja buke, u skladu sa stavkom 7.1.2.6.4. Građevinske mere na putevima.

Konstrukcije za aktivnu zaštitu od buke razvrstavaju se prema njihovim karakteristikama u vezi sa smanjenjem buke, na apsorbujuće i odbojne (defleksione) konstrukcije. Detaljno su obrađene pod stavkom 7.1.4.2. Tehnički uslovi za konstrukcije za zaštitu od buke.

Metod aktivne zaštite od buke zavisi od potrebnog ograničenja imisije buke na određenom mesto, same emisije i tehnoloških ograničenja.

Ukoliko stambene i druge zgrade ne mogu na odgovarajući način da budu zaštićene od buke, neophodne su pasivne mere zaštite, u cilju obezbeđenja zaštite koja ograničava prolazak buke iz okoline u stambene i druge prostorije. Potrebna izolacija buke koju treba izvesti pomoću spoljnih zidova prostorija treba za posebne slučajeve da bude određena odgovarajućim zakonskim odredbama.

Najčešći oblici pasivne zaštite od buke su zamena prozora i vrata (zvučna izolacija prozora R_w = do 45 dB).

Ostali mogući oblici pasivne zaštite:

- izolacija fasade (kada je potrebno),
- sarkofag objekta,
- rekonstrukcija objekta sa relokacijom prostora za boravak.

7.1.3.4 Opterećenje i bezbednost konstrukcija

Konstrukcije za zaštitu od buke podložne su brojnim opterećenjima. Deformacije konstrukcija za zaštitu od buke koje nastaju kao rezultat prevelikog opterećenja ne smeju da umanje njihovu osnovnu funkciju tokom čitavog perioda njihove eksploatacije. Takođe, konstrukcije za zaštitu od buke ne smeju u toku čitavog perioda eksploatacije da ugroze bezbednost učesnika u saobraćaju ili okoline.

7.1.3.4.1 Opterećenje konstrukcija za zaštitu od buke

Osnovna opterećenja koja zahtevaju posebna mehanička svojstva konstrukcija ili elemenata za zaštitu od buke, u skladu sa SRPS EN 1794-1, su:

- aerodinamičko opterećenje,
- sopstvena masa elementa za zaštitu od buke,
- udari kamenja,
- opterećenje koje nastaje kao rezultat udara vozila,
- dinamička opterećenja koja nastaju pri čišćenju snega.

Aerodinamičko opterećenje

Adekvatnost mehaničkih svojstava kojima se obezbeđuje pouzdanost konstrukcija ili elemenata za zaštitu od buke, kao i sredstava za njihovo pričvršćivanje, treba da bude određena u skladu sa aerodinamičkim opterećenjem pomoću proračuna

- opterećenja snagom vetra W ,

- dinamičkog vazdušnog pritiska koji nastaje kao rezultat mimoilaženja vozila $q_{(v)}$, i
- maksimalnog dozvoljenog elastičnog savijanja d_{max} .

Predviđena snaga vetra q_{ref} (pritisak ili usisavanje) se izračunava primenom odredbi Eurocode 1: Actions on structures - EN 1991 1-4, uzimajući u obzir državnu mapu osnovnih brzina vetra ili druge raspoložive podatke, kao i primenom sledeće jednačine:

$$q_{ref} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_{ref}^2 \quad [\text{Pa}]$$

Rezultanta opterećenja snagom vetra W se izračunava (u skladu sa odredbama SRPS EN 1794-1) primenom sledeće jednačine:

$$W = \frac{1}{2} \rho \cdot V_{ref}^2 \cdot C_e(z) \cdot C_p \quad [\text{Pa}]$$

gde je:

- ρ gustina vazduha (kg/m^3)
- V_{ref} brzina vetra na visini (m) iznad tla (m/s)
- $C_e(z)$ koeficijent izloženosti
- C_p koeficijent pritiska

Dinamički vazdušni pritisak $q(v)$ koji nastaje kao rezultat mimoilaženja vozila predstavljen je u tabeli 7.1.4.

Tabela 7.1.4: Dinamički vazdušni pritisak koji nastaje kao rezultat mimoilaženja vozila

Udaljenost vozila od konstrukcije M		Brzina vozila km/h	Dinamički vazdušni pritisak $q_{(v)}$ Pa
Na otvorenom	1	≤ 100	650
Na otvorenom	3	> 120	800
U tunelima	1	≤ 120	1500

Podaci su namenjeni za dimenzionisanje nosećih delova konstrukcije, odnosno delova za privršćivanje, konstrukcije, broju i vrsti sidara, kao i načinu pričvršćivanja u zavisnosti od noseće obloge u tunelu.

Projektovano opterećenje snagom vetra i dinamički vazdušni pritisak $q(v)$ ne treba istovremeno uzimati u obzir.

Sopstvena masa elementa za zaštitu od buke

Sopstvena masa elementa za zaštitu od buke se određuje kada je element suv i kada je vlažan, i to

- masa suvog elementa za određivanje apsorpcije zvuka,
- masa vlažnog elementa za planiranje dimenzija elementa i njegove noseće konstrukcije,

- smanjena masa vlažnog elementa za planiranje dimenzija elemenata konstrukcije, ukoliko su elementi zaptiveni
- ili ukoliko se u njima ne može zadržavati voda.

Elementi konstrukcije koji preuzimaju težinu elemenata za zaštitu od buke moraju da budu dimenzionisani tako da mogu da izdrže težinu vlažnog elementa ili smanjenu težinu vlažnog elementa, uvećanu za faktor dozvoljenog opterećenja $S \geq 1.5$.

Udari kamenja

Konstrukcije za zaštitu od buke koje se nalaze pored kolovoza su izložene udarima kamenja koje izleće ispod točkova vozila. Zato sami elementi kao i sredstva za njihovo pričvršćivanje moraju da budu otporni na oštećenja u skladu sa kriterijumima, koji proizlaze iz standarda SRPS 1794-1. standarda

Opterećenje koje nastaje kao rezultat udara vozila

Konstrukcije za zaštitu od buke uglavnom nisu dimenzionisane tako da mogu da izdrže opterećenja koja nastaju kao rezultat udara vozila, pa su od navedenih udara zaštićene odbojnom ogradom. Ukoliko to nije slučaj, konstrukcije za zaštitu od buke predstavljaju nebezbedno mesto i moraju da budu zaštićene u skladu sa SRDM 6.0 „Saobraćajna signalizacija i oprema«, odnosno 6.3 »Saobraćajna oprema - zaštitne ograde«

Konstrukcije za zaštitu od buke, po pravilu, ne treba da predstavljaju opasnost po vozače i putnike koji se u trenutku udara nalaze u vozilu.

Prilikom planiranja konstrukcija za zaštitu od buke koje su kombinovane sa zaštitnom ogradom, treba uzeti u obzir odredbe SRPS EN 1317-2 Bezbednosna saobraćajna oprema.

Dinamičko opterećenje koje nastaje pri čišćenju snega

Dinamičko opterećenje konstrukcija za zaštitu od buke koje nastaje pri čišćenju snega prouzrokuje težina snega, u zavisnosti od vrste snega, vrste opreme za čišćenje, brzine vozila (ili karakteristika vozila za čišćenje snega) i udaljenosti konstrukcije za zaštitu od buke od ivice površine kolovoza koja se čisti. Zato graničnu brzinu vozila za čišćenje snega treba odrediti u skladu sa vrstom snega, uzimajući u obzir lokalne klimatske uslove. Uglavnom, brzina vozila za čišćenje snega je ograničena na 50 km/h.

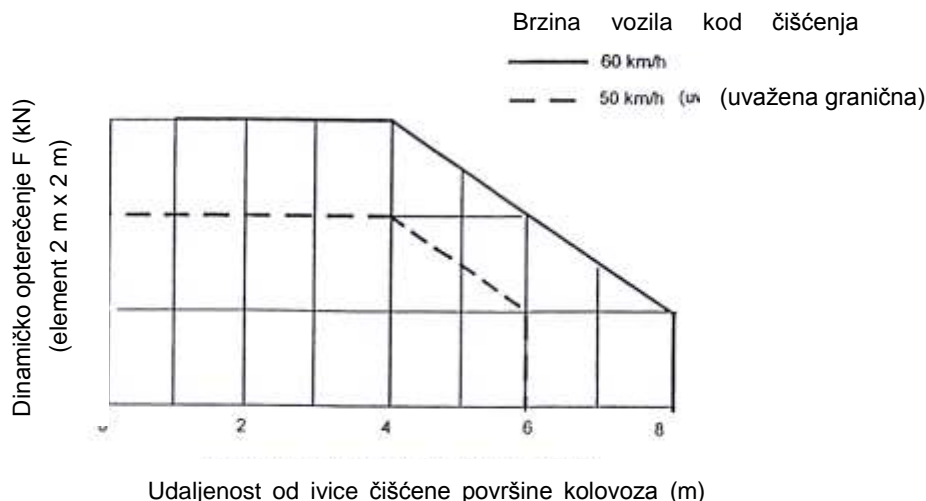
Ukoliko je konstrukcija za zaštitu od buke udaljena više od 7 m od površine kolovoza, koji je potrebno očistiti, za procenu je uglavnom relevantno opterećenje snagom vetra.

Informativne mase različitih vrsta snega su navedene u tabeli 7.1.5.

Tabela 7.1.5: Informativne mase različitih vrsta snega

Vrsta snega	Informativna masa (kg/m ³)
Sitan sneg	50
Novi sneg	80 do 200
Snežni nanos	250
Stari, vlažni sneg	300 do 400
Stvrdnuti, zaleđeni sneg	600
Bljuzgavica, led	800 do 900

Uzajamni odnos graničnog dinamičkog opterećenja koje nastaje pri čišćenju snega pri utvrđenoj brzini kretanja vozila i utvrđenoj udaljenosti konstrukcije za zaštitu od buke od ivice površine kolovoza, a koji je predviđen za ispitivanje vertikalnim opterećenjem pod pravim uglom na površinu elementa za zaštitu od buke, predstavljen je na slici 7.1.1.



Slika 7.1.1: Dinamičko opterećenje koje nastaje kao rezultat čišćenja snega

7.1.3.4.2 Bezbednost konstrukcija

Konstrukcije za zaštitu od buke ne smeju u toku perioda eksploatacije da predstavljaju bilo kakvu opasnost kako za učesnike u saobraćaju tako i za ljude koji žive pored puta. Takođe, navedene konstrukcije ne smeju da predstavljaju bilo kakvu opasnost po okolinu.

Osnovni uslovi koji se odnose na upotrebljivost konstrukcija za zaštitu od buke sa aspekta bezbednosti, u skladu sa SRPS EN 1794-2, su sledeći:

- otpornost na požare u prirodi,
- zaštita od otpadanja oštećenih elemenata,
- zaštita okoline,
- izlazi u slučaju opasnosti,
- odbijanje svetlosti,
- transparentnost (samo u informativne svrhe).

Otpornost na požare u prirodi

Konstrukcije za zaštitu od buke moraju u najvećoj mogućoj meri da budu otporne na požare u prirodi, kao i na požare koje prouzrokuju zapaljive supstance, uključujući proliveno gorivo za motorna vozila.

Ukoliko se konstrukcija za zaštitu od buke nalazi pored zgrada, treba zaštititi zgrade od širenja požara sa kolovoza.

Ukoliko su u konstrukciju za zaštitu od buke ugrađeni zapaljivi materijali, ista treba da sadrži i materijale koji su otporni na požar i koji sprečavaju dalje širenje vatre.

Prema otpornosti na požar, konstrukcije za zaštitu od buke – u skladu sa SRPS EN 1794-2, Dodatak A – razvrstane su u tri klase:

Klasa 1: upotreba nije dozvoljena:

- za elemente za zaštitu od buke koji se nalaze u blizini zgrada (udaljenost manja od 10 m),
- za elemente za zaštitu od buke koji se protežu iznad kolovoza,
- u okolini u kojoj je povećana opasnost od izbijanja požara u prirodi,
- u tunelima.

Klasa 2: upotreba nije dozvoljena:

- u tunelima,
- za elemente za zaštitu od buke sa posebnim zahtevima u vezi sa otpornošću na požar (npr. objekti od izuzetnog značaja i visoki zahtevi koji se odnose na bezbednost saobraćaja).

Klasa 3:

- nema ograničenja.

Za elemente za zaštitu od buke koji se nalaze u tunelima i sličnim objektima potrebno je pripremiti studiju o bezbednosti u slučaju izbijanja požara, kao i detaljnu analizu karakteristika otpornosti na požar, u skladu sa SRPS EN 13501-1 i SRPS EN 13501-2.

Elementi za zaštitu od buke u tunelima su obično upijajuće obloge od metalnih ili staklocementnih upijajućih elemenata ili obloge od elemenata izrađenih od drvocementa ili ekspanzirane gline. Pri izboru materijala za izradu zaštite od buke u tunelima potrebno je imati u vidu periodično pranje kao i druge postupke koji se sprovode prilikom održavanja.

Zaštita od otpadanja oštećenih elemenata

Elementi za zaštitu od buke treba da budu pričvršćeni za elemente noseće konstrukcije tako da nijedan oštećeni deo prilikom svog pada (npr. udarac vozila ili slično) ne predstavlja opasnost za učesnike u saobraćaju (npr. ispod nadvožnjaka).

Konstrukcije za zaštitu od buke treba da garantuju unutrašnju i spoljnu povezanost svih delova tako da je prilikom deformacije ili oštećenja onemogućeno ispadanje ili odvajanje oštećenih delova, u skladu sa standardom SRPS EN 1794 - 1

Izloženi elementi konstrukcija za zaštitu od buke moraju da budu dimenzionisani tako da mogu da izdrže četvorostruku masu vlažnih opasnih elemenata. Svaki spoj mora da izdrži težinu čitave povezane konstrukcije elementa za zaštitu od buke, u najgoroj mogućoj situaciji.

Zaštita okoline

Sva fizička i hemijska svojstva materijala, koja bi mogla da imaju negativan uticaj na okolinu, kao i mogućnost njihove ponovne upotrebe (reciklaža) treba da budu utvrđeni prilikom planiranja konstrukcije za zaštitu od buke u skladu sa standardom SRPS EN 1794 - 2.

Izlazi u slučaju opasnosti

Konstrukcije za zaštitu od buke ometaju pristup ograničenom području (na putu i njegovoj okolini), pa je zato za posebne slučajeve (npr. održavanje, spasavanje, izlaz sa puta) potrebno obezbediti izlaze (prolaze) u slučaju opasnosti.

Broj i lokacija prolaza se utvrđuju s obzirom na dužinu konstrukcija za zaštitu od buke, s tim da je navedene prolaze potrebno na odgovarajući način obeležiti.

Minimalne dimenzije izlaza u slučaju opasnosti su sledeće:

- širina: 0,9 m,
- visina: 2,1 m ili ukupna visina konstrukcije ukoliko je niža.

Visina stepenica ne sme da prelazi 30 cm.

Odbijanje svetlosti

Odbijanje sunčeve svetlosti ili svetlosti (snopa svetlosti) farova može pri velikim upadnim uglovima da predstavlja opasnost po učesnike u saobraćaju zbog opasnosti od zaslepljivanja.

U cilju projektovanja konstrukcije za zaštitu od buke, projektant je obavezan unapred da poznaje količinu usmerene svetlosti koja se određuje u skladu sa ISO 2813.

Transparentnost

Prilikom planiranja konstrukcija za zaštitu od buke u obzir je potrebno uzeti sledeće:

- statičku transparentnost koja je s obzirom na estetiku značajna za ljude koji žive u blizini konstrukcije (smanjen osećaj zarobljenosti),
- dinamičku transparentnost koja je značajna za bezbednost učesnika u saobraćaju (poboljšana orijentacija).

7.1.3.4.3 Stabilnost nasipa od zemljanih materijala

Stabilnost nasipa od zemljanih materijala se određuje na osnovu kohezije i unutrašnjeg trenja zemljišta i uslovljena je nosivošću osnove/temeljnog tla u skladu sa zahtevima navedenim u SRDM Posebnim tehničkim uslovima – 8.1 Zemljani radovi, 8.1.2 Projektovanje nasipa i useka i 8.1.10. Geosintetika.

7.1.4 KONSTRUKCIJE ZA ZAŠTITU OD BUKE

7.1.4.1 Temeljenje konstrukcija

U cilju smanjenja uticaja buke na okolinu neophodno je postavljanje konstrukcija za zaštitu od buke na različita mesta:

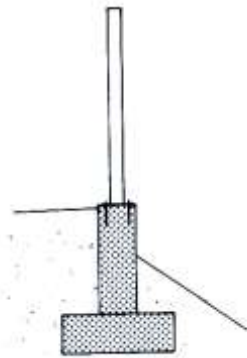
- na terenu/zemljištu duž puta,
- na kosinama nasipa i/ili useka,
- na nasipima koji su izvedeni kao noseće konstrukcije (npr. armirana zemlja) i/ili kao deo zaštite od buke (nasipi od zemljanog materijala),
- na već predviđenim elementima konstrukcije za zaštitu učesnika u saobraćaju (npr. cementno-betonske odbojne ograde/New Jersey)
- na konstrukcijama mostova i podpornim konstrukcijama.

7.1.4.1.1 Načini izgradnje temelja

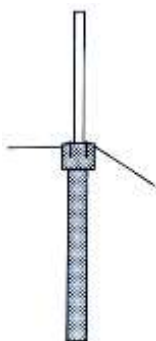
Temelji konstrukcija za zaštitu od buke se izvode kao:

- plitki temelj samac ili trakasti temelj (slika 7.1.2) ili sa osloncem na prirodnoj, poboljšanoj ili utvrđenoj osnovi,
- duboki temelji na utisnutim, upuštenim, bušenim ili injektiranim, oslonjenim i/ili

- lebdećim šipovima (slika 7.1.3), a u posebnim slučajevima na bunarima.
- da li se izvode plitki ili duboki temelji o tome se odlučuje sa statičkom proverom (vidi i sledeće potpoglavlje).



Slika 7.1.2: Poprečni profil konstrukcije za zaštitu od buke na trakastim temeljima



Slika 7.1.3: Poprečni profil konstrukcije za zaštitu od buke čiju osnovu predstavljaju mikro šipovi

7.1.4.1.2 Osnove za izračunavanje temelja

Svaki način izvođenja temelja konstrukcije za zaštitu od buke treba da se izračuna u skladu sa standardom EN 1997 - Eurocode 7: (Geotechnical design):

- sa kontrolom statičke ravnoteže,
- proveravanjem otpornosti na granična stanja konstrukcije i tla kod trajnih i promenljivih stanja,
- proveravanjem da li se tla ili konstrukcije podizaju,
- proveravanjem loma tla (kada je u pitanju voda ispod tla). ?

7.1.4.2 Projektovanje konstrukcija

Osnove za izradu i postavljanja konstrukcija za zaštitu od buke treba da budu u skladu sa standardima SRPS EN 1793 i SRPS EN 1794 i SRPS EN 14388.

S obzirom na vrstu i efikasnost, konstrukcije za zaštitu od buke mogu da se na osnovu nivoa smanjene odbijene buke razvrstaju na kategorije koje su predstavljene u tabeli 7.1.6. Nivo apsorpcije buke koji poseduju elementi konstrukcija za zaštitu od buke mora da bude proveren merenjima koja se izvode u eho komori u skladu sa standardom SRPS EN ISO 354, dok se njegova procena izvodi u skladu sa standardom SRPS EN 1793-1.

Konstrukcije za zaštitu od buke treba da budu izvedene tako da se prilikom prolaska buke, koja nastaje odvijanjem saobraćaja, kroz konstrukciju za zaštitu od buke (uzimajući u obzir sve elemente konstrukcije) ona smanjuje za najmanje 25 dB(A). Izolaciju buke koju izvode konstrukcije za zaštitu od buke treba proveravati laboratorijskim merenjima u skladu sa standardom ISO 140-3, dok se procena izvodi u skladu sa standardom SRPS EN 1793-2.

Prilikom planiranja zaštite od buke i naručivanja konstrukcija za zaštitu od buke, potrebno je detaljno navesti vrstu i efikasnost čitavog sklopa.

Tabela 7.1.6: Razvrstanje konstrukcija za zaštitu od buke na osnovu vrste i efikasnosti

Kategorija	Vrsta konstrukcije	Smanjenje buke pri odbijanju dB(A)
A1	Odbojna	do 4
A2	Apsorpciona	od 4 do 8
A3	Visoko apsorpciona	od 8 do 11
A4	Super apsorpciona	preko 11

Na osnovu konstrukcije, elementi su razvrstani na:

- jednoslojne, uglavnom se izvode od poliakrila ili polikarbonata,
- dvoslojne, uglavnom se izvode od cement - betona i drvo-betona i
- višeslojne (sendvič), uglavnom se izvode od drveta, metala i staklo-cementa.

Celokupna konstrukcija za zaštitu od buke mora, bez većih oštećenja ili deformacija, da izdrži dozvoljeno sleganje temelja koje je utvrđeno geotehničkom studijom.

7.1.4.2.1 Vrste materijale

Osnovni materijali za izradu elemenata za zaštitu od buke koji predstavljaju deo konstrukcija kao i za same konstrukcije, razvrstani su na:

- cementno-betonske,
- drvene,
- metalne,
- staklo-cementne,
- izrađene od lakih materijala,
- transparentne (od veštačkih materijala),
- nasipe (od zemljanih ili drugih materijala) i
- izrađene od ostalih materijala.

Cementni beton

Cementni beton se u konstrukcijama za zaštitu od buke upotrebljava za izradu temelja i veznih elemenata između nosećih stubova elemenata za zaštitu od buke, a u zavisnosti od projekta konstrukcije za zaštitu od buke za noseće stubove i za bilo koje druge strukturne elemente konstrukcija za zaštitu od buke, kao i za cementno-betonske proizvode, uključujući opeku za zidove – elemente za zaštitu od buke.

Vrste cementa klase jačine 32,5 ili više i smese kamenih zrna, u skladu sa standardom SRPS EN 12620 se uglavnom primenjuju za proizvodnju cementnog betona koji se upotrebljava za izradu konstrukcija za zaštitu od buke.

Drvo

Samo na vazduhu osušeno četinarsko drvo (smreka, jela, bor) je pogodno za izradu konstrukcija za zaštitu od buke.

Drvo koje se upotrebljava za izradu konstrukcija za zaštitu od buke treba da ima dvostruku dubinsku zaštitu, a sve vidljive i izložene drvene površine moraju da budu zaštićene. (SRPS EN 351-1,2)

Metali

Konstrukcioni čelik, nerđajući čelik i aluminijum mogu da se upotrebe za izradu elemenata konstrukcije za zaštitu od buke.

Upotrebljeni materijali moraju da budu otporni na koroziju, sve površine metalnih elemenata moraju da budu zaštićene od korozije, a sve vidljive i izložene površine moraju da budu premazane odgovarajućom bojom koju određuje projektant.

U skladu sa standardom EN 10025 za izradu nosećih stubova konstrukcije za zaštitu od buke mogu da se upotrebe sledeći čelični profili izrađeni od konstrukcionog čelika:

- toplo valjani profili, u skladu sa standardima EURONORM,
- hladno valjani profili, u skladu sa standardom SRPS EN 10219
- hladno oblikovani profili,
- zavareni profili.

U posebnim slučajevima dozvoljena je i upotreba oblikovanih profila od Al-legura i odlivaka od livenog gvožđa.

Svi strukturni elementi konstrukcija za zaštitu od buke moraju da budu izrađeni u skladu sa zahtevima statičkog proračuna i projektima elemenata za zaštitu od buke.

Staklo-cement

Cementi klase jačine 32,5, staklena vlakna postojana u alkalnoj sredini i odgovarajući punilac su najprikladniji za proizvodnju staklo-cementa.

Količina i dužina staklenih vlakana se određuje na osnovu preliminarnih ispitivanja, s tim da njihova količina ne sme da bude manja od 2 m.-%. Količina punioca se određuje na osnovu ispitivanja preliminarnog sastava. Odnos cementa i punioca ne sme da bude veći od 2 : 1.

Laki materijali

Za izradu konstrukcija za zaštitu od buke mogu da se upotrebe elementi izrađeni od mineralne ili staklene vune, cementnog betona koji je proizveden od cementa i zrna lakih materijala (ekspandirane gline "perlit", drobljene opeke prema standardu SRPS EN 13055) i od penastog betona, gas-betona i drvo-betona, koji se izrađuje od cementa, strugotina drveta i vodenog stakla.

Površine apsorbujućih elemenata za zaštitu od buke, koji su proizvedeni primenom odgovarajućeg postupka, mogu da budu

ravne, talasaste ili rebraste (slike 7.1.4 i 7.1.5).



Crtež 7.1.4: Poprečni profil apsorbujućeg elementa za zaštitu od buke koji je izrađen od lakog materijala na cementnobetonskoj podlozi



Crtež 7.1.5: Poprečni profil elementa za zaštitu od buke visoke apsorpcije koji je izrađen od lakog materijala na cementnobetonskoj podlozi

Transparentni materijali

Veštački materijali koji mogu da se upotrebe za izradu elemenata konstrukcije za zaštitu od buke treba da budu liveni ili oblikovani transparentni poliakrilil i polikarbonat.

Zemljani i drugi materijali za izradu nasipa

Sve vrste zemljanih i ostalih materijala (npr. leteći pepeo, otpadni materijal nastao rušenjem) koji obezbeđuju trajnu i stabilnu realizaciju mogu da se upotrebe za izradu nasipa kao konstrukcije za zaštitu od buke.

Radi stabilizacije nasipa, kao konstrukcije za zaštitu od buke, projektom je potrebno predvideti odgovarajuće materijale u skladu sa SRCM 8.1 Zemljani radovi, odnosno 8.1.2 Projektovanje nasipa i useka.

Zaštitni materijali

Izvođenje konstrukcija za zaštitu od buke zahteva upotrebu materijala za propusnu i nepropusnu zaštitu površine apsorpciono/zvučne izolacije koja se ugrađuje u element za zaštitu od buke.

Materijali za izradu propusnog zaštitnog sloja u skladu sa iskustvom treba da budu:

- pletena ili nepletana impregnirana staklena vlakna,
- pletene ili drugim postupkom izrađene mreže ili folije od UV otpornih plastičnih materijala.

Ostali samonoseći materijali

Nepropusni zaštitni sloj za zaštitu od atmosferskih uticaja, izvodi se samo kod elastičnih elemenata za zaštitu od buke upotrebom UV otpornih folija izrađenih od veštačkih materijala.

Ostali materijali

Konstrukcije za zaštitu od buke, u određenim slučajevima, zahtevaju primenu trajno elastičnih smesa za zaptivanje spojnica, sredstava za pričvršćivanje, boje i ostalog. Potrebno je unapred predvideti i na odgovarajući način dokumentovati upotrebljivost svih predviđenih materijala.

7.1.4.2.2 Kvalitet materijala

Kvalitet materijala koji se upotrebljavaju za izradu konstrukcija za zaštitu od buke mora da bude u skladu sa zahtevima koji su navedeni u opštim propisima kao i u skladu sa standardima i posebnim tehničkim uslovima.

Cementni beton

Svi elementi koji su deo konstrukcije za zaštitu od buke moraju da budu izrađeni od cementnog betona klase C 25/30 ili više i moraju da budu otporni na zamrzavanje i soli. Ostala zahtevana svojstva cementnog betona moraju detaljno da bude navedena u projektu.

Drvo

Kvalitet sečenog drveta za izradu pojedinih elemenata konstrukcije za zaštitu od buke mora da bude u skladu sa klasama kvaliteta koje su navedene u standardu DIN EN 1611-1:

- za drvene strukturne elemente, klasa G 4.3,
- za zadnji zid elementa za zaštitu od buke – drveni paneli – klasa G 4.2,
- za prednji zid elementa i zaštitne letve, klasa G 4.1.

Metali

Konstrukcioni čelik u skladu sa standardom EN 10025 (tabela 7.1.7) može da se upotrebi za izradu nosećih stubova, ankerisanje i pričvršćivanje elemenata.

Svi strukturni elementi (izuzev elemenata livenih u cementnom betonu) treba da budu vruće pocinkovani. Prosečna debljina pocinkovanog sloja treba da iznosi 86 μm ,

dok minimalna debljina treba da iznosi 76 μm .

Za elemente koji služe za apsorpciju ili odbijanje, mogu da se upotrebe toplo pocinkovani i obojeni čelični limovi, čelične limovi od nerđajućeg čelika ili obojeni aluminijumski limovi (tabela 7.1.8).

Staklo- cement

Kvalitet staklo-cementa koji se upotrebljava za izradu elemenata za zaštitu od buke mora da bude u skladu sa zahtevima navedenim u tabeli 7.1.9 i u standardu SRPS EN 1169. (Precast concrete products. General rules for factory production control of glass-fibre reinforced cement) Za dokazivanje ispunjenosti zahteva je potreban projekt betona.

Tabela 7.1.7: Zahtevana svojstva konstrukcionih čelika

Oznaka	Čvrstoća na istezanje R_m N/mm ²	Granica plastičnosti R_{eH} N/mm ²
S235JRG2	340	235
S235J2G3	470	235
S355J2G3	490	355

Tabela 7.1.8: Zahtevana svojstva limova

Oznaka	Čvrstoća na istezanje R_m N/mm ²	Standard	Minimalna debljina ¹⁾
S250 GZ275MA ili čelik sa boljim mehaničkim svojstvima i premazima koji se zasnivaju na cink-aluminijumu ili aluminijum-cinku	250	EN 10143	1,2 mm napred 1,0 mm pozadi
X5CrNiMo 17-12-2 ili čelik sličnih mehaničkih svojstava, otporan na soli	420	EN 10088	1,0 mm napred 1,0 mm pozadi
AL Mg2 Mn08 ili legure boljih mehaničkih svojstava, otporne na soli	170	EN 1396 EN 485	1,5 mm napred 1,5 mm pozadi

Legenda:

¹⁾ Nije primenljivo za samonoseće sendvič elemente za zaštitu od buke, prema standardu SRPS EN 14509.

Tabela 7.1.9: Karakteristična svojstva i granične vrednosti staklo-cementa

Svojstvo	Jedinica mere	Granične vrednosti za staklo-cement	
		mlazni	liveni
Gustina	t/m ³	1.9 – 2.1	1.9 – 2.0
Čvrstoća na pritisak	N/mm ²	≥ 75	≥ 50
Modul elastičnosti	kN/mm ²	≥ 25	≥ 20
Čvrstina na lom pri savijanju	N/mm ²	21 – 31	10 - 14

Laki materijali

Samonoseće ploče od mineralne vune, lakog cement-betona, penastog betona, gas-betona i drvo-betona moraju da budu otporne na uticaje vode, zamrzavanje, soli, ulja, industrijske atmosfere i saobraćaj. Samonoseće ploče od drvo-betona moraju, osim navedenog, da budu otporne na UV zrake, da budu trajne i nezapaljive.

Materijali za apsorpciju buke koji se ugrađuju u elemente za zaštitu od buke, moraju da imaju otvorene i međusobno povezane pore (odgovarajući strukturni faktor), kao i odgovarajuću otpornost na protok vazduha. Materijali za apsorpciju buke treba efikasno da apsorbuju buku u relevantnom području frekvencija.

Na osnovu laboratorijskih ispitivanja i dosadašnjih iskustava gustina lakog cementnog betona treba da iznosi između 400 i 2000 kg/m³ prema standardu SRPS EN 206-1, a debljina samonoseće ploče treba da iznosi najmanje 100 mm. Gustina ostalih apsorbujućih lakih materijala treba da iznosi najmanje 100 kg/m³, dok debljina ploča izrađenih od drvo-betona treba da iznosi najmanje 50 mm, a od ostalih lakih materijala najmanje 100 mm.

Transparentni materijali

Transparentni materijali koji se upotrebljavaju za izradu elemenata konstrukcije za zaštitu od buke treba da budu liveni ili oblikovani transparentni poliakril (polimetakrilat), polikarbonat i armirano staklo.

Kvalitet poliakrila, polikarbonata i armiranog stakla u pločama – elementima za zaštitu od buke – treba detaljno da bude naveden u projektu konstrukcije za zaštitu od buke.

Na osnovu laboratorijskih ispitivanja i dosadašnjih iskustava debljina poliakril ploča treba da iznosi najmanje 15 mm, dok debljina polikarbonatnih ploča treba da iznosi najmanje 12 mm.

U slučaju posebnih zahteva, dozvoljena je upotreba staklenih transparentnih elemenata. Upotrebljava se armirano staklo čije tehničke karakteristike određuje projektant.

Zemljani i drugi materijali za izradu nasipa

Kvalitet zemljanih i drugih materijala za ugradnju u nasipe koji služe za zaštitu od

buke mora da bude u skladu sa zahtevima navedenim u SRDM Posebnim tehničkim uslovima - 8.1. Zemljani radovi i odgovarajućim odredbama tehničkih propisa za ostale materijale, npr. poliester, polipropilen i geotekstil, vareni čelik i polimerne mreže, cementno-betonske proizvode – korita, vezne elemente, itd.

Zaštitni materijali

Trajnost zaštitnih materijala mora da bude najmanje jednaka periodu trajanja konstrukcije za zaštitu od buke. Ukoliko je propusni zaštitni sloj moguće zameniti, period trajanja treba da iznosi najmanje 10 godina.

Za zaštitu apsorbujućeg materijala u elementima za zaštitu od buke mogu da se upotrebe propusni materijali sa malom otpornošću na protok vazduha. Na osnovu laboratorijskih ispitivanja i dosadašnjih iskustava debljina sloja takvog materijala treba da iznosi najmanje 0,4 mm, dok njegova masa treba da iznosi najmanje 50 g/m².

Stakleni voal koji se upotrebljava za zaštitu apsorbujućih materijala u elementima za zaštitu od buke mora da bude propusan i da ima malu otpornost na protok vazduha.

Ostali materijali

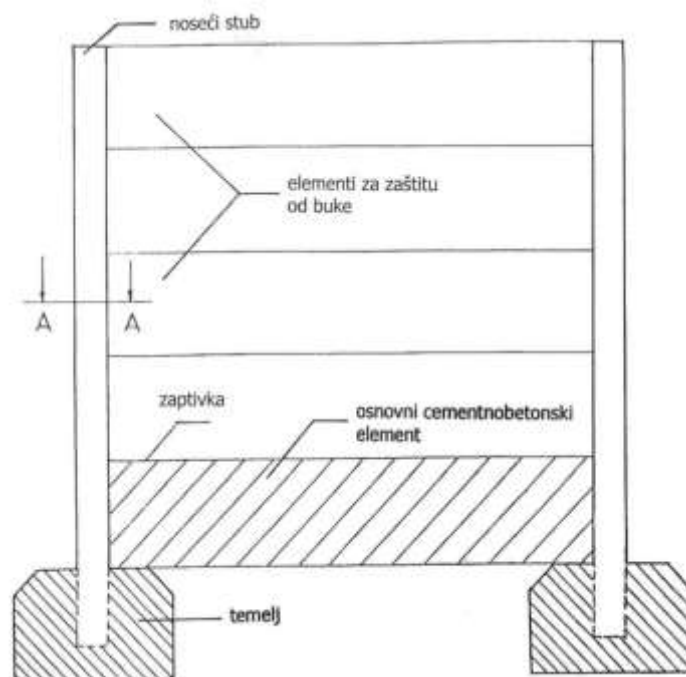
Kvalitet ostalih materijala koji su potrebni za izvođenje konstrukcije za zaštitu od buke, tj. smesa za zaptivanje spojnica, sredstava za pričvršćivanje, boja i ostalog, treba da obezbedi trajnost koja odgovara trajnosti sličnih elemenata u sklopu konstrukcije za zaštitu od buke.

7.1.4.2.3 Koncipiranje konstrukcije

Osnovni elementi konstrukcije za zaštitu od buke predstavljani su na slici 7.1.6.

Svi elementi konstrukcije za zaštitu od buke u dvoslojnim ili višeslojnim elementima za zaštitu od buke treba da budu dimenzionisani u skladu sa predviđenim opterećenjima, koja su navedena u statičkom proračunu.

Minimalne udaljenosti unutrašnje ivice konstrukcije za zaštitu od buke od spoljne ivice saobraćajne trake na putu predstavljene su u tabeli 7.110.



Slika 7.1.6: Elementi konstrukcije za zaštitu od buke

Tabela 7.1.10: Minimalna udaljenost konstrukcija za zaštitu od buke od ivice saobraćajne trake treba da bude u skladu sa SRDM 6.0 Saobraćajna signalizacija i oprema, odnosno 6.3. Saobraćajna oprema zaštitne ograde

Lokacija postavljanja konstrukcije za zaštitu od buke	Projektovana brzina vožnje V_{85} km/h	Minimalna udaljenost konstrukcije za zaštitu od buke od ivice m	
Duž saobraćajne trake: – sa zaštitnom ogradom	≤ 90	1,60	
	> 90	1,80	
	– bez zaštitne ograde	≤ 50	1,50
		60, 70	1,60
		80, 90	1,80
		100, 110	2,00
Na autoputevima: – duž zaustavne trake – na zaštitnoj ogradi	120	2,50	
	-	1,60	
	≤ 90	1,10	
Na ivici objekta	> 90	1,60	
	-	1,60	

Duž konstrukcije za zaštitu od buke potrebno je obezbediti uzdužno i poprečno odvodnjavanje tako da su svi elementi konstrukcije za zaštitu od buke, uglavnom strukturni elementi, na odgovarajući način zaštićeni od negativnog uticaja atmosferskih voda.

Kada je reč o konstrukcijama mostova na koje je otežan pristup, gornji deo konstrukcije za zaštitu od buke iznad visine kolovoza zavisi od odgovarajuće opreme kojom se redovno proverava stanje konstrukcije mosta. Pričvršćivanje konstrukcije za zaštitu od buke na ivicu objekta mora da bude izvedeno u skladu sa odredbama važećih tehničkih

propisa a posebno u skladu sa ovim priručnikom (vidi SRDM, poglavlje 9.12.2.7).

Kada je reč o postavljanju konstrukcija za zaštitu od buke, neophodno je izvesti potpuno zaptivanje svih spojnica između elemenata konstrukcije za zaštitu od buke, pričvršćivanje svih elemenata na noseću konstrukciju i povezivanje konstrukcije za zaštitu od buke i terena.

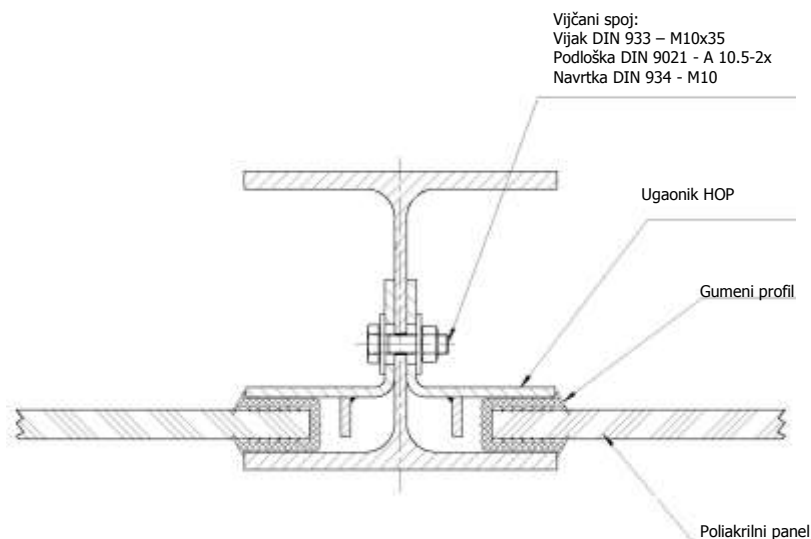
Jednoslojni elementi za zaštitu od buke

Jednoslojni elementi za zaštitu od buke upotrebljavaju se prvenstveno za odbojne

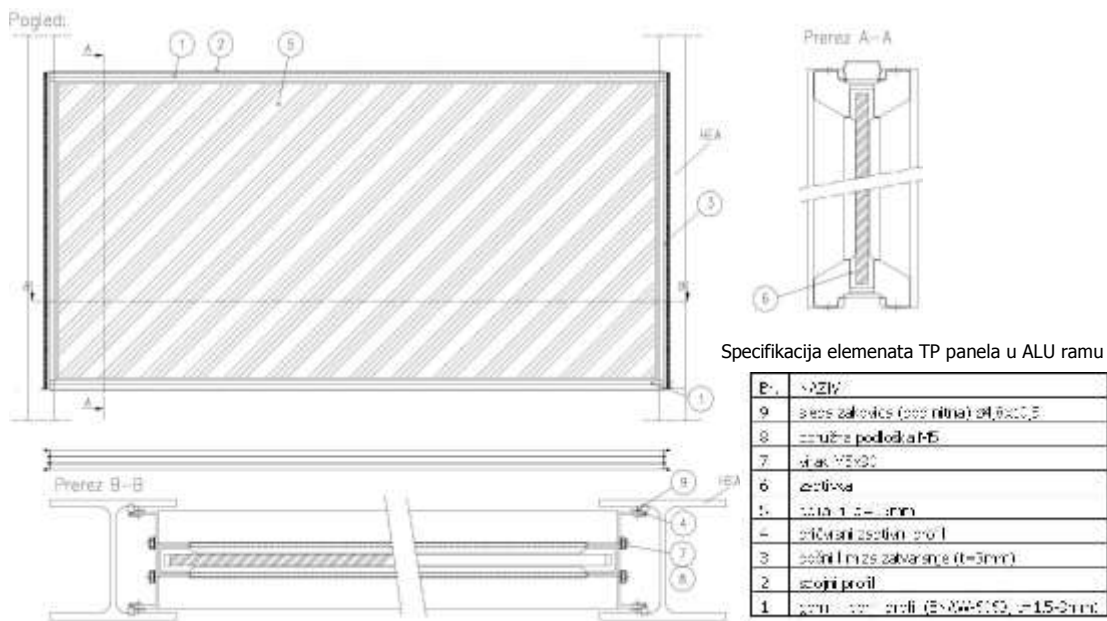
konstrukcije za zaštitu od buke i mogu da budu izrađeni od sledećih materijala:

- cementnog betona (masivni kamen ili elementi),
- opeka (masivni kamen),
- kamena (oblikovan lomljeni kamen),
- veštačkih materijala.

Jednoslojne elemente za zaštitu od buke, uglavnom transparentne ploče od poliakrila i polikarbonata, treba elastično pričvrstiti, a sistemom pričvršćivanja – zbog velikih temperaturnih razlika – treba omogućiti širenje elemenata za zaštitu od buke (slika 7.1.7).



Slika 7.1.7: Vertikalno pričvršćivanje poliakrila na HEA 160



Slika 7.1.8: Detalj transparentnog panela

Posle pričvršćivanja, jednoslojni elementi za zaštitu od buke (transparentne ploče) ne smeju da budu preopterećeni i mora im da bude omogućeno pomeranje u prostoru koje je uslovljeno temperaturom.

Dvoslojni elementi za zaštitu od buke

Dvoslojni elementi za zaštitu od buke treba da budu izrađeni od nosećeg (zadnjeg) sloja, uglavnom od cementnog betona, i apsorbujućeg (prednjeg) sloja. Oba sloja treba da budu na odgovarajući način povezana i treba da bude sprečeno razdvajanje slojeva ili otpadanje apsorbujućeg sloja.

Višeslojni (sendvič) elementi za zaštitu od buke

Višeslojni (sendvič) elementi za zaštitu od buke treba da budu izrađeni od nosećeg (zadnjeg) sloja koji može da bude od drveta, metala ili ploče/okvira od staklo-cementa, zatim od apsorbujućeg srednjeg sloja i sloja za zaštitu površine apsorbujućeg srednjeg sloja sa prednje strane, koji je stabilizovan zaštitnim/drvenim letvama za pokrivanje, dimenzija 2/2 cm, perforiranim limom ili perforiranim staklo-cementom.

Noseći i zaštitni slojevi višeslojnog elementa za zaštitu od buke treba da budu trajno spojeni pomoću odgovarajućih elemenata za

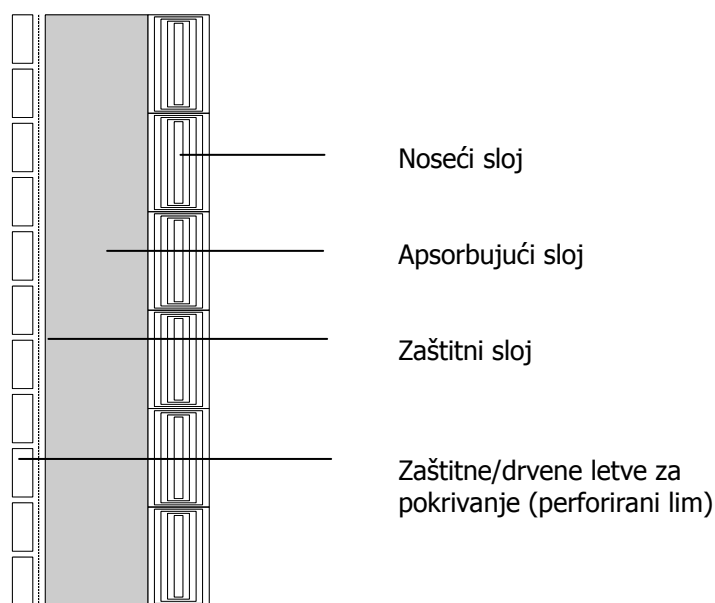
pričvršćivanje, a srednji apsorbujući sloj treba da bude ubačen ili pričvršćen na način kojim se sprečava kretanje i sleganje. Rešenje je deo plana izvođenja pojedinačnog proizvođača.

Višeslojni (sendvič) element za zaštitu od buke može da bude izveden i kao samonoseći sendvič element sa kombinovanim delovanjem zadnjeg sloja, srednjeg apsorbujućeg sloja i prednjeg zaštitnog sloja. Prilikom takve realizacije elementi moraju da budu kompaktno spojeni duž čitave površine spoja.

Šematski prikaz višeslojnog (sendvič) elementa za zaštitu od buke dat je na slici 7.1.9.

Višeslojni (sendvič) element za zaštitu od buke je i element za obostranu zaštitu od buke. Uz noseći sloj takvog elementa potrebno je postaviti apsorbujuće slojeve sa obe strane, dok je sa spoljnih strana potrebno postaviti zaštitne slojeve i slojeve za pokrivanje, izrađene od perforiranog lima, cementnog stakla ili drvenih letvi.

Noseći sloj – čelični lim u višeslojnom elementu za zaštitu od buke treba da bude povezan pomoću vезnog materijala koji je otporan na koroziju.



Slika 7.1.9: Poprečni profil višeslojnih (sendvič) elemenata za zaštitu od buke

Noseći sloj – ploča od staklo-cementa treba da bude izvedena tako da bude omogućeno nezavisno termičko delovanje zadnjeg (nosećeg) sloja i prednjeg sloja.

Vezni materijal otporan na koroziju koristi se za povezivanje slojeva u višeslojnom elementu.

Prednji sloj višeslojnog (sendvič) elementa za zaštitu od buke mora da bude akustički odgovarajući, stabilan i bezbedan.

Drvene letve mogu da budu pričvršćene za drveni okvir u bilo kom smeru u skladu sa zahtevima koje postavlja projektant; mogu da bude obojene ili mogu da ostanu u boji drveta i mogu da budu pričvršćene pomoću materijala otpornog na koroziju ili pomoću drvenih spojnica.

Ploča od lima ili staklo-cementa u prednjem sloju višeslojnog elementa za zaštitu od buke treba da bude perforirana ili projektovana u skladu sa zahtevima nadležnog projektanta tako da omogućava dobru apsorpciju i istovremenu mehaničku zaštitu zaštitnih i apsorbujućih slojeva. Površina prednjeg sloja višeslojnog elementa za zaštitu od buke treba da spreči odbijanje svetlosti čime bi se prekoračile vrednosti određene projektom: boja mora da bude u skladu sa zahtevima koje postavlja projektant, Različite

kombinacije perforacije su dozvoljene na prednjoj strani elementa za zaštitu od buke.

Nasipi izrađeni od zemljanih ili drugih materijala

Nasipi za zaštitu od buke izrađeni od zemljanih materijala su konstrukcije za zaštitu od buke koje se pomoću ozelenjavanja i zatravljanja u maksimalnoj mogućoj meri mogu uklopiti u okolinu, a i njihovo izvođenje je najjednostavnije.

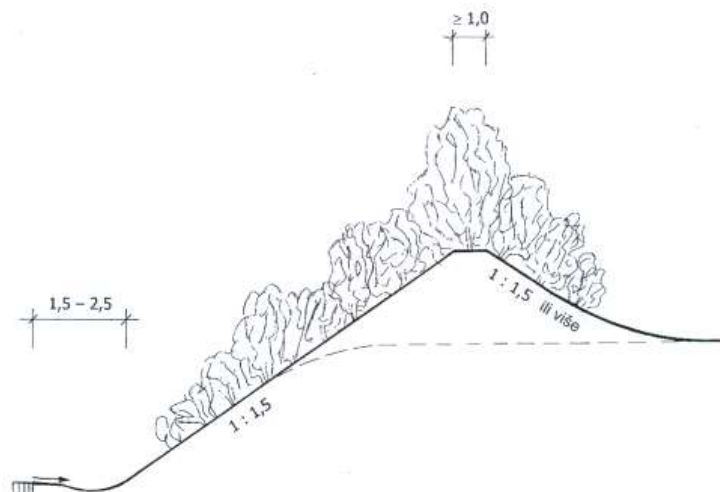
Nasipi za zaštitu od buke mogu da budu izvedeni od:

- zemljanih materijala i
- armirane (ojačane) zemlje,

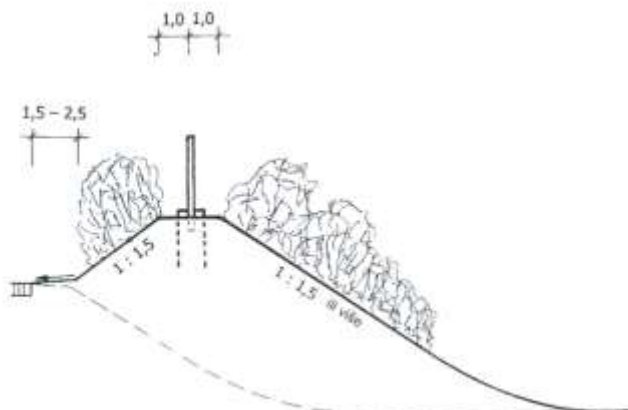
Nasipi za zaštitu od buke mogu da budu izvedeni:

- na gornjem rubu useka (produbljivanje izvora buke – slika 7.1.10), ili
- proširenjem nasipa koji je predviđen za trup puta i odgovarajućom visinom i – ukoliko je potrebno – dodavanjem dodatne konstrukcije za zaštitu od buke na vrhu nasipa za zaštitu od buke (slika 7.1.11),

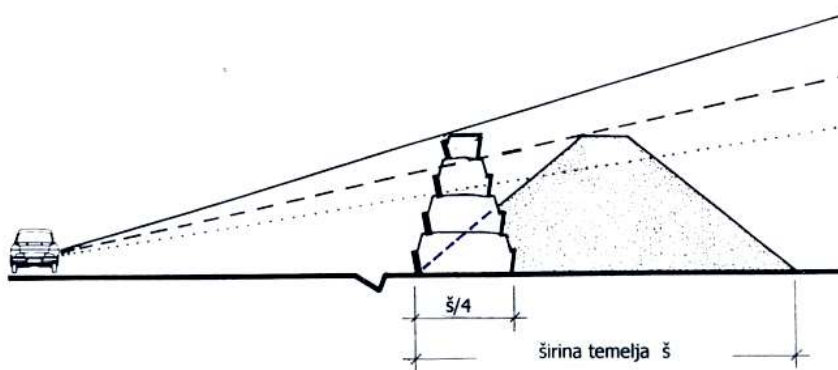
Nasipi izvedeni od armiranog (ojačanog) zemljanog materijala su odgovarajući u slučajevima kada je ograničeno područje za njihovo postavljanje (slika 7.1.12),



Slika 7.1.10: Produženje kosine (produbljivanje izvora buke) pomoću nasipa za zaštitu od buke na gornjoj ivici



Slika 7.1.11: Proširenje trupa puta za nasip odgovarajuće visine sa dodatnom konstrukcijom za zaštitu od buke na vrhu nasipa

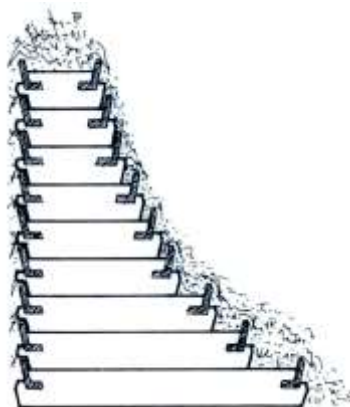


Slika 7.1.12: Nasipi za zaštitu od buke od armiranog zemljanog materijala koji zahtevaju manji prostor za izvođenje

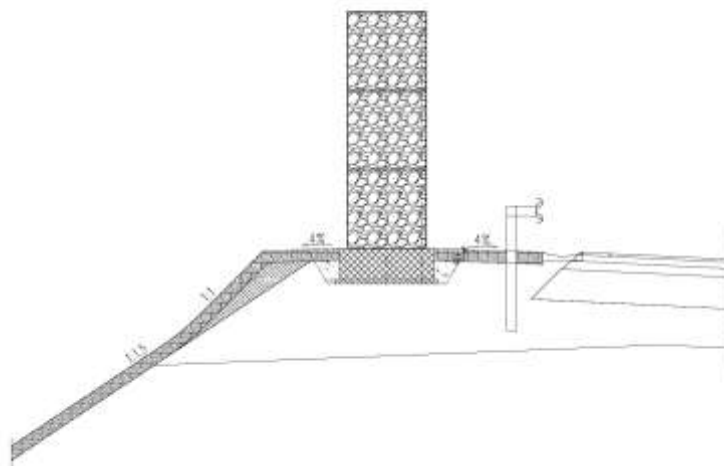
Najprikladniji za armiranje su proizvodi od cementnog betona različitih oblika (slika 7.1.13), kao i kombinacija geotekstila i mreža. Ugrađuju se na mestima na kojima nema dovoljno prostora za izradu klasičnih zemljanih nasipa ili ako su namenjeni za

oblikovanje putnog pojasa. Oni omogućavaju alternativna projektna rešenja i ozelenjavanje (obrastao zid) nasipa za zaštitu od buke.

Na slici 7.1.14 je prikazan zid za zaštitu od buke od gabiona.



Slika 7.1.13: Nasip za zaštitu od buke izveden od zemlje, sa obe strane stabilizovan/obložen elementima/proizvodima od cementnog betona



Slika 7.1.14 Ograda za zaštitu od buke sa gabionima

Noseći stubovi

Noseći stubovi/vertikalni oslonci konstrukcija za zaštitu od buke mogu da budu izrađeni od konstrukcionog čelika, ojačanog cementnog betona ili drugog odgovarajućeg materijala. Navedeni stubovi treba da omoguće pričvršćivanje potrebnih gumenih zaptivki.

Noseći stubovi/oslonci konstrukcija za zaštitu od buke treba da odgovaraju opterećenjima predviđenim statičkim proračunom, a njihov projekat treba da bude u skladu sa zahtevima projektanta konstrukcije za zaštitu od buke.

Temelji

Temelji moraju da budu izvedeni u skladu sa dimenzijama koje su prilagođene opterećenjima predviđenim statičkim proračunom, a projekat vidljivih delova mora da bude u skladu sa zahtevima projektanta konstrukcije za zaštitu od buke.

Dimenzije osnovnog cementno betonskog elementa koji je izveden između dva susedna temelja/noseća stuba moraju da budu usklađene sa konstrukcijom za zaštitu od buke.

Vrata i zaštita

Standard SRPS EN 1794-2 zahteva da se na izlazima za slučaj opasnosti na

konstrukcijama za zaštitu od buke ugrade vrata (bez brave). Najduži put do vrata treba da iznosi 150 m¹. Vrata treba da se sama zatvaraju.

Konstrukcija vrata na izlazima za slučaj opasnosti treba da obezbedi zaštitu od buke sličnu onoj koju obezbeđuje i sama konstrukcija za zaštitu od buke.

Vrata na izlazima za slučaj opasnosti treba da omoguće siguran prolaz pri svim vremenskim prilikama.

Kada je reč o konstrukcijama za zaštitu od buke na konstrukcijama mostova, za izlaze u slučaju opasnosti ne smeju da budu predviđena vrata.

Konstrukcije za zaštitu od buke moraju na vrhu da budu zaštićene odgovarajućim zatvarajućim elementima (npr. od drveta, metala ili cementnog betona).

7.1.4.2.4 Zahtevi za konstrukcije

Tehnički zahtevi koji se odnose na konstrukcije za zaštitu od buke (noseće, za zaštitu od buke, sredstva za pričvršćivanje) detaljno su navedeni u standardima:

- za mehanička svojstva i stabilnost, SRPS EN 1794-1,
- za opštu bezbednost i zaštitu životne sredine, SRPS EN 1794-2,

Mehanička svojstva i stabilnost

Mehanička svojstva konstrukcija za zaštitu od buke određuju se na osnovu područja elastičnosti, karakteristika opterećenja i faktora sigurnosti opterećenja, kao i na osnovu dodatnih zahteva u skladu sa standardom SRPS EN 1794-1.

Zahtevi koji se odnose na mehanička svojstva konstrukcija za zaštitu od buke treba da budu određeni za temperaturno područje

od -30°C do $+70^{\circ}\text{C}$. Prostorne promene elemenata konstrukcija za zaštitu od buke treba da budu proverene proračunima koji treba da utvrde da li su iste u okviru dozvoljenih granica.

Dozvoljene deformacije elemenata konstrukcije za zaštitu od buke koje nastaju kao rezultat aerodinamičkog opterećenja i sopstvene težine, predstavljene su u tabeli 7.1.11.

Tabela 7.1.11: Granične vrednosti deformacija elemenata konstrukcije za zaštitu od buke prema standardu SRPS EN 1794-1

Vrsta elementa konstrukcije za zaštitu od buke	Maksimalno dozvoljeno elastično savijanje d_{\max} (mm)	Maksimalna trajna deformacija posle prestanka opterećenja d_{\max} (mm)
Noseći: – vertikalni – pod nagibom Za zaštitu od buke: – vertikalni – pod nagibom	$L_s/150$ $L_s/300$ < 50 ¹⁾ < 50 ¹⁾	$L_s/500$ $L_s/500$ $L_A/500, h/500$ $L_A/200, h/200$

Legenda:

L_s – maksimalna visina konstruktivnog elementa (mm)

L_A – maksimalna dužina elementa za zaštitu od buke (mm)

h – ukupna visina elementa za zaštitu od buke (mm)

¹⁾ – dužina L_A i visina h

Uzimajući u obzir faktor sigurnosti $S = 1,5$, element konstrukcije za zaštitu od buke pri dinamičkom opterećenju

- ne sme da bude oštećen: ispupčen, ispucan sloj u elementu ne sme da bude pomećen,
- ne sme da se pomeri (ispasti) sa potpora i/ili tačaka povezivanja,

Navedeni zahtevi se uz potrebne izmene primenjuju i za kvalitet sredstava za pričvršćivanje, konstruktivnih elemenata i elemenata za zaštitu od buke.

Kada je reč o opterećenju elementa za zaštitu od buke sopstvenom težinom i težinom elemenata koji se na njemu nalaze, uzdužno savijanje ne sme da pređe $h/50$, dok vertikalno savijanje ne sme da pređe $L_A/400$, Osim navedenog, element ne sme da se ošteti.

Kada je reč o ispitivanju elemenata za zaštitu od buke na udar kamenja, oštećenje mora da bude ograničeno samo na spoljašnju površinu, pukotine ne smeju da budu duže od

50 mm, a dubina rupa ne sme da prelazi debljinu spoljnog sloja ili najviše 20 mm.

Uslovi koji se odnose na svojstva konstrukcije za zaštitu od buke u vezi sa opterećenjem u slučaju udara vozila navedeni su uz potrebne izmene u standardu EN 1317-2.

Dinamičko opterećenje uslovljeno čišćenjem snega ne sme da prouzrokuje oštećenja na zaštiti elemenata konstrukcije za zaštitu od buke ili na samim elementima (ispupčenje, trajna deformacija, pomeranje/ispadanje iz ležišta/lomljenje).

Opšta bezbednost i zaštita životne sredine

Konstrukcija za zaštitu od buke mora da bude izrađena od materijala koji u toku proizvodnje i/ili upotrebe ne stvaraju opasne supstance i nemaju štetne uticaje na opštu bezbednost učesnika u saobraćaju, kao i na životnu sredinu.

Osnovni zahtevi koji se odnose na izvođenje konstrukcija za zaštitu od buke, a koji obezbeđuju potrebne uslove za bezbednost učesnika u saobraćaju i zaštitu životne sredine, navedeni su pod stavkom 7.1.3.4.2 Bezbednost konstrukcije. Detaljni zahtevi treba da budu navedeni u projektu konstrukcije za zaštitu od buke. Ovaj projekat se zasniva na statičkim proračunima koji su izvršeni u skladu sa opterećenjima predviđenim za date uslove i sa izvedenim preliminarnim ispitivanjima u skladu sa standardom SRPS EN 1794-2.

7.1.4.3 Posebne mere za zaštitu od buke

Za smanjenje buke na izvoru u određenim situacijama potrebne su posebne mere zaštite. Kao posebne mere zaštite od buke ovde su opisane mere na dilatacijama na mostovima i apsorpcione obloge u tunelima. Mesta na kojima se potrebne posebne mere zaštite od buke, a uzimajući u obzir i osetljivost životne sredine na zagađenje bukom, moraju da budu definisana u proceni buke sa predlogom zaštite od buke.

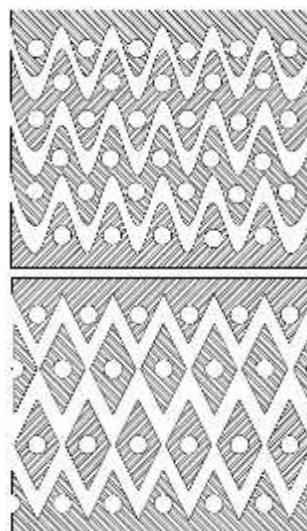
7.1.4.3.1 Dilatacije na mostovima

Dilatacije na mostovima predstavljaju poremećaj u kolovoznom zastoru koji prouzrokuje stvaranje buke pri prelazu vozila, pa je zato preporučljivo da se objekti izvede bez dilatacija gdegod je takva izvedba moguća (pogotovo kod kraćih objekta).

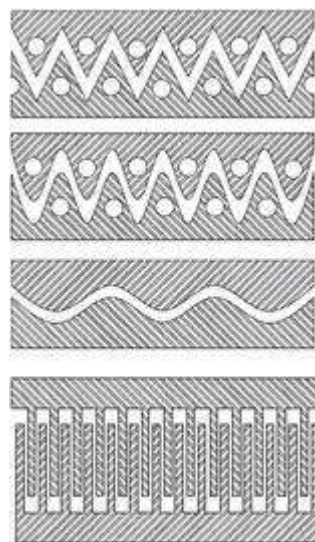
Na stvaranje buke uglavnom utiču:

- spoj između kolovoza i dilatacije,
- konstrukcija same dilatacije,
- ležišta dilatacije.

Radi smanjenja buke na mestu spoja razlika između nivoa asfaltnog sloja i dilatacije mora da bude što manja. Za smanjenje buke pri prelazu vozila preko same dilatacije na tržištu postoje različite specijalne konstrukcije, koje svojim oblikom smanjuju stvaranje buke pri prelazu točkova preko elementa dilatacija. Kod modularnih dilatacija za sprečavanje buke vršne konstrukcije su obično romboidnog ili sinusoidnog oblika (slika 7.1.15), a kod konzolnih konstrukcija se izvode u obliku češlja ili imaju sinusoidni oblik (slika 7.1.16).

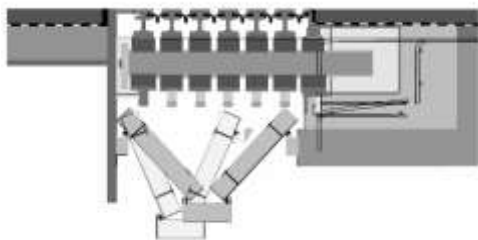


Slika 7.1.15: Modularne dilatacije za smanjenje buke



Slika 7.1.16: Konzolne dilatacije za smanjenje buke

Pored konstrukcija koje smanjuju stvaranje buke zbog prelaska vozila, za smanjenje buke koja se širi iz komore ispod dilatacije postoje konstrukcije za izolaciju i apsorpciju. Konstrukcije su obično izrađene od metala (ALU, Inox) i ispunjene su mineralnom vunom (slika 7.1.17). Izolacija u nekim slučajevima može da se izvede i zatvaranjem čitave komore za nadzor ležišta i dilatacije.



Slika 7.1.17: Shematski prikaz lamelne dilatacije sa zaštitom od buke – metalna podkonstrukcija sa mineralnom vunom

7.1.4.3.2 Apsorpcione obloge u tunelima

Zbog višestrukog odbijanja u tunelu buka se pojačava na izlazu iz tunela. Kada se obližnje zgrade nalaze u smeru izlaza iz tunela, za smanjenje buke na portalima tunela koriste se apsorpcione obloge. Potrebna površina i potrebna apsorpciona svojstva treba da budu propisani u studiji zaštite od buke.

Pri izvođenju apsorpcione obloge portala tunela treba voditi računa o sledećem:

- obloga ne sme da poremeti propisani svetli profil tunela,
- izvedba mora da omogući čišćenje tunela bez gubitka akustičkih svojstava,
- konstrukcija mora da bude otporna na razmere u tunelima,
- posebnu pažnju treba posvetiti bezbednom fiksiranju obloge.

Obloge se obično izvode u obliku metalnih (alumijskih, inox) perforiranih panela koji su ispunjeni mineralnom vunom za apsorpciju buke.