

PRIMENA GRAĐEVINSKIH MERA ZA ZAŠTITU OD BUKE NASELJA U ZONI SAOBRAĆAJNICE NA PRIMERU AUTOPUTA E-661 GRADIŠKA - BANJALUKA¹

Babić V.²

REZIME

U okviru ovog rada dat je osvrt na primenu građevinskih konstrukcija za zaštitu od buke kao jednog od mogućih rešenja za zaštitu naselja od saobraćajne buke. Prezentovana su iskustva i rešenja stečena pri izradi diplomskog rada koja se odnose na akustički proračun, izradu situacionog i nivelacionog plana, izbor tipa kao i tehnologije izrade zaštitne konstrukcije.

KLJUČNE REČI: zaštita od buke, građevinske mere zaštite, zaštitni zid, izrada zaštitne konstrukcije

IMPLEMENTING TRAFFIC NOISE PROTECTIVE CONSTRUCTION MEASURES FOR SETTLEMENT LAKTASHI IN PROXIMITY OF HIGHWAY E-661 GRADISHKA - BANJALUKA

ABSTRACT

This paper shows work on implementing noise protective construction measures as one of possible solutions for protection of settlement from traffic noise. Presented experiences and solutions are attained during writing graduate work and are showing acoustic calculation, location and leveling plans and also selection of type and technology of building noise protection construction.

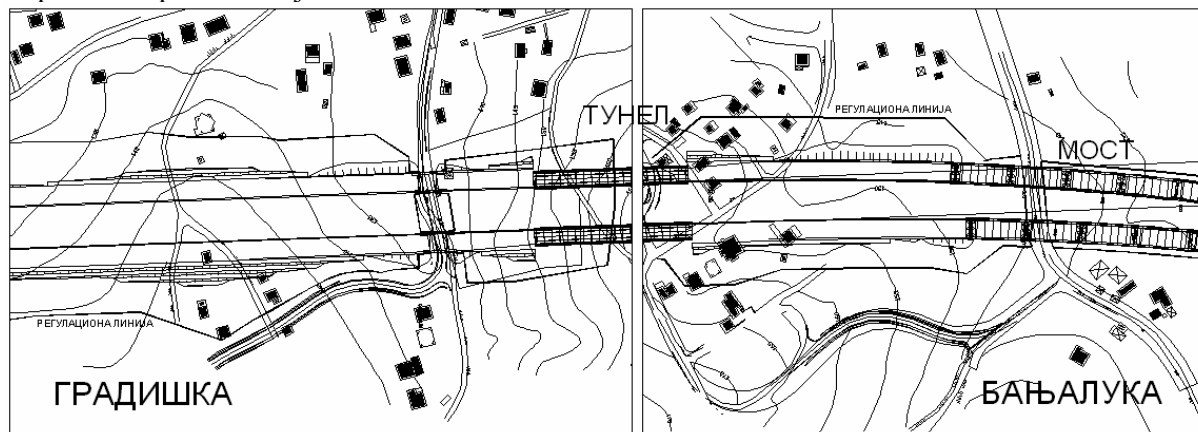
KEYWORDS: noise protection, protective construction measures, noise protective wall, building of protective construction

¹ Diplomski rad rađen na Građevinskom fakultetu u Beogradu na odseku za puteve i železnice

² Vladimir Babić, dipl. građ. inž., email: babic.vladimir@gmail.com

UVOD

Kao osnova za izradu diplomskog rada uzet je Projekat za izvođenje AP E-661 Banjaluka - Gradiška, deonica Aerodrom Banjaluka (Mahovljani) - Glamočani urađen od strane Urbanističkog zavoda Republike Srpske iz Banjaluke.



Slika1. AP E-661 deonica Mahovljani - Glamočani
Figure1. highway E-661 lot Mahovljani - Glamočani

Na pomenutoj deonici AP trasa saobraćajnice prolazi kroz naseljeno mesto Laktaši (slika1). Što se položaja nivelete tiče, on je uslovljen topografskim odlikama terena, koji je u oblasti nasenja brske konfiguracije, i nivelacionim odnosima sa poprečnim vezama.

Na ovoj deonici od značajnijih objekata nalaze se most i tunel čiji položaj dodatno uslovljava blizina naseljenog mesta Laktaši.

Projektovana trasa je vođena posebno za svaki smer. Ovakav pristup uslovlila je konstrukcija tunela tj. razmicanje tunelskih cevi po smerovima.

U okviru projektne dokumentacije uz projekat nalazi se i predlog projekta zaštite naselja Laktaši od saobraćajne buke. Za potrebe diplomskog rada u cilju predviđanja i analize saobraćajne buke, sagledavanjem svih relevantnih parametara iz projekta i kritičkim preispitivanjem predloženog rešenja došlo se do zaključka da se, zarad dobijanja optimalnog rešenja, predloženo rešenje mora izmeniti.

Izмене rešenja zaštite od buke izvršene su u smislu preispitivanja relevantnih polaznih činjenica vezanih za proračun merodavnih parametara, položaja konstrukcije u poprečnom profilu, prostornog položaja zaštitnih konstrukcija u situacionom planu kao i topografije primenjenog konstruktivnog rešenja.

PROGRAMSKI USLOVI

Kao osnova za sve analize poslužili su podaci dobijeni od strane:

- Republičke direkcije za puteve Republike Srpske iz Banjaluke, koji se prvenstveno odnose na merodavno saobraćajno opterećenje i strukturu merodavnih saobraćajnih tokova, a na osnovu tih podataka izvedene su i sve ostale polazne pretpostavke neophodne za analizu saobraćajne buke.
- Urbanističkog zavoda Banjaluka, koji se odnose na Projekat autoputa tj. usvojene poprečne profile, nagibe i ostale podatke bitne za prostorno definisanje trase autoputa.

Prostorna rešenja analizirane deonice i karakteristika poprečnog profila su takođe deo osnove predmetne analize saobraćajne buke. Za ovu deonicu karakteristično je to što su smerovi vođeni ne zavisno jedan od drugog i da svaki smer ima svoj tunelski portal. Analizom su obuhvaćeni karakteristični objekti sa obe strane AP E-661. S obzirom na uslove u pogledu prostiranja zvučnih talasa, koji su posledica saobraćajnih tokova i položaja objekata uz saobraćajnicu koji su izloženi negativnim uticajima za proračun merodavnih uticaja, izabrana je deonica sa pripadajućim, potencijalno ugroženim, objektima za stanovanje.

Merodavni pokazatelji saobraćajne buke, u skladu sa važećim uputstvima za zaštitu od saobraćajne buke Republike Nemačke iz 1992.g. [1], definisani su kao srednji ekvivalentni nivoi buke za period dana (06-22 h) i period noći (22-06 h). Na osnovu ovih merodavnih pokazatelja definisani su i svi elementi akustičkog proračuna za konkretne prostorne uslove i mere zaštite.

AKUSTIČKI PRORAČUN

Potpuno i ispravno sagledavanje problematike buke od predviđenog saobraćajnog opterećenja u zoni AP E-661 moguće je jedino ako se njene karakteristike istraže za sve objekte koji mogu biti izloženi nivou saobraćajne buke, za odgovarajući tip izvora buke, većem od zakonom dozvoljenih nivoa saobraćajne buke za odgovarajući period dana. Proračun saobraćajne buke za potrebe diplomskog rada izvršen je za definisane karakteristike saobraćaja i merodavnih deonica i po karakterističnim preseccima koji odgovaraju pojedinačno izdvojenim objektima [2].

Postupak proračuna saobraćajne buke podrazumeva pretpostavku da se radi o prekinutim izvorima buke. Ta metodologija proračuna se odnosi na linijske izvore konačne dužine, a postupak se sprovodi tako što se izvor saobraćajne buke deli na segmente konačne dužine koji se dalje u postupku proračuna mogu zameniti tačkastim izvorima odgovarajućih akustičkih osobina.

Za dalji proračun buke potrebno je da se detaljni akustički proračun, za svaki objekat posebno, obavi za sve emisione tačke. Za svaki objekat formira se poseban računski model sa linijskim izvorima buke, za petogodišnji (2010.g.) i dvadesetogodišnji (2025.g.) period eksploatacije, konačne dužine po bližoj saobraćajnoj traci za svaki pravac posebno.

Osnova za usvajanje i definisanje zaštitnih konstrukcija je usvojen, zakonom dozvoljen, nivo buke od saobraćajnog opterećenja za naseljena područija uz saobraćajnicu od 60 dB(A) u dnevnim i 50 dB(A) u noćnim uslovima eksploatacije.

Posle sprovedenih proračuna nivoa saobraćajne buke moguće je zaključiti da li dobijene vrednosti prekoračuju zakonski dozvoljene i da li je potrebno usvajanje mera za zaštitu od buke. Ukoliko nije moguća ili nije racionalna izgradnja zaštitnih mera daje se predlog za primenu pasivnih mera zaštite ili u krajnjem slučaju rušenje objekta i raseljenje stanara uz adekvatnu naknadu.

Na osnovu sprovedenog akustičnog proračuna došlo se do zaključka da na posmatranoj deonici AP E-661 postoje tri karakteristične deonice sa objektima ugroženim od strane saobraćajne buke, i da je shodno tome potrebna njihova zaštita. Potreba za zaštitom od buke se javlja na deonicama:

- zaštitni zid 1 sa leve strane autoputa u područiju naselja pre ulaska u tunel (iz pravca Gradiške)
- zaštitni zid 2 sa desne strane autoputa u područiju naselja pre ulaska u tunel (iz pravca Gradiške)
- zaštitni zid 3 sa leve strane autoputa u područiju naselja nakon izlaska iz tunela (iz pravca Gradiške).

MERE ZAŠTITE

Proračunom se pokazalo da je potrebno primeniti mere zaštite od buke. Moguće mere za zaštitu od buke su:

- suzbijanje buke na izvoru,
- u fazi projektovanja,
- primenom saobraćajnih propisa,
- primenom mera zaštite na samim objektima i
- primenom građevinskih mera zaštite.

Budući da je trasa saobraćajnice, za potrebe diplomskog rada, situaciono i nivelaciono definisana, te da se u nekim poljima ne može intervenisati, moraju se primeniti građevinske mere i mere zaštite na objektima kao mere zaštite u ovom slučaju.

Sledeći korak je usvojanje tipa tj. vrste zaštitne konstrukcije za zaštitu od saobraćajne buke. Od svih mogućih tipova zaštite, uzevši u obzir prostorne karakteristike saobraćajnice i činjenicu da AP E-661 prolazi kroz naseljeno područje, čime smo dodatno prostorno ograničeni, usvojeni su tipovi zaštitne konstrukcije u zavisnosti od reljefa:

- zaštitni zid koji će biti izgrađen u poprečnom profilu AP na nasipu i mostu
- obložni zid koji će biti izgrađen u poprečnom profilu AP u useku.

KONSTRUKTIVNE KARAKTERISTIKE

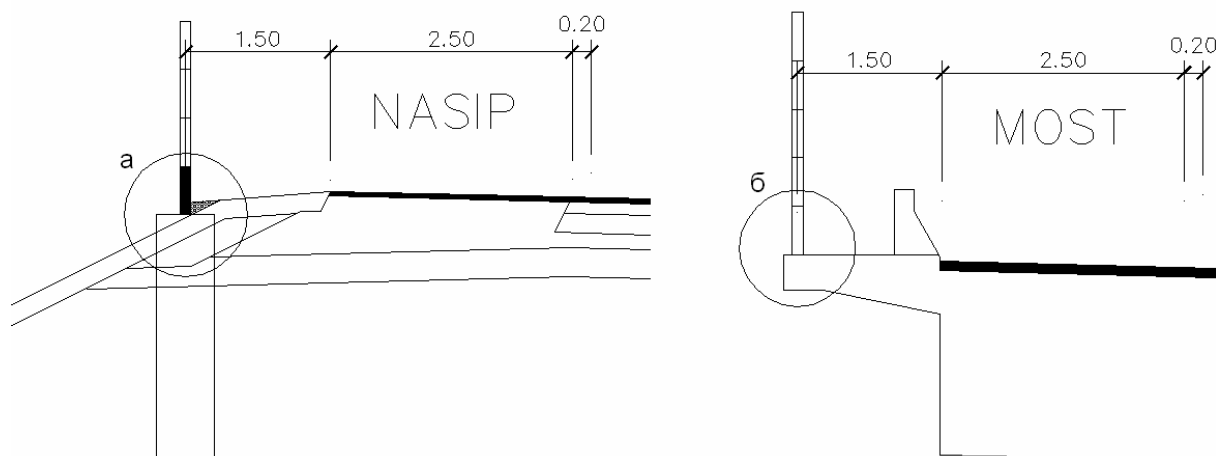
Da bi potrebni zaštitni efekti bili ispunjeni konstrukcija mora biti izgrađena po posebnim principima pri čemu treba voditi računa o:

- akustičnim karakteristikama konstrukcije
Proizvođač panela mora garantovati da oni ispunjavaju zadate akustičke karakteristike
- određenim estetskim karakteristikama
Izbor oblika, boje i površinske obrade talpi i obložnog zida mora da zadovolji određene estetske uslove budući da se konstrukcija nalazi unutar naseljenog mesta
- uslovima odvijanja i bezbednosti saobraćaja.
Imajući u vidu psihološki efekat zaštitne konstrukcije na vozača bilo bi poželjno da zaštitna konstrukcija zadrži kontinuirano odstojanje od ose AP. Da bi to ostvarili potrebno je mostovsku konstrukciju dva podvožnjaka dužine 10,60m proširiti za 13cm sa spoljne strane AP. Time bi bio ispunjen uslov da se osa konstrukcije nalazi se na rastojanju od 1,5m od ivice kolovoza, odnosno 2,5m ukoliko ne postoji zaustavna traka.

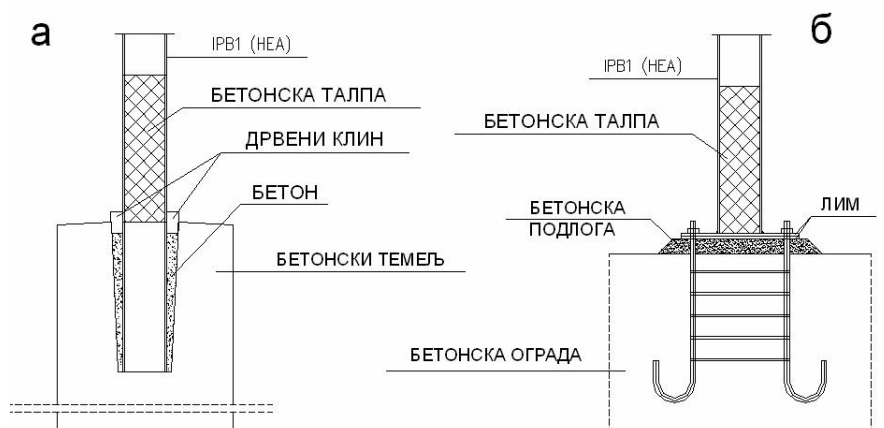
Za zaštitni zid usvojena je montažna konstrukcija za zaštitu od buke koja se montira u poprečnom profilu i koja je izgrađena od perforiranih aluminijumskih panela okrenutih ka saobraćajnici³ ispunjenih mineralnom vunom. Za ovaj tip konstrukcije predviđeno je i posebno održavanje da ne bi došlo do popunjavanja rupa na perforiranoj površini panela. Paneli se ugrađuju u čelične noseće stubove koji se temelje na duboko fundiranim prefabrikovanim betonskim temeljima na nasipu ili na konstrukciji mosta. Čelični stubovi se postavljaju vertikalno i oni održavaju konstrukciju u projektovanom položaju. Za čelične stubove mogu se usvojiti vruće valjani IPB1 (HEA) profili ili

³ perforiranošću površine panela od 33% postiže se apsorpcija zvuka od strane konstrukcije

profili dobijeni varenjem dva U profila. U ovom slučaju usvojen je profil NEA140 [3]. Položaj konstrukcije u profilu saobraćajnice dat je na slici2, a detalji pričvršćenja a i b su prikazani na slici3.



Slika2. položaj zaštitne konstrukcije u profilu saobraćajnice
Figure2. position of noise protective construction on highway cross-section



Slika3. primer pričvršćenja čeličnih stubova za a)betonski temelj i b)mostovsku konstrukciju [4]
Figure3. example of fortification of steel members for a) concrete foundation and b) bridge construction [4]

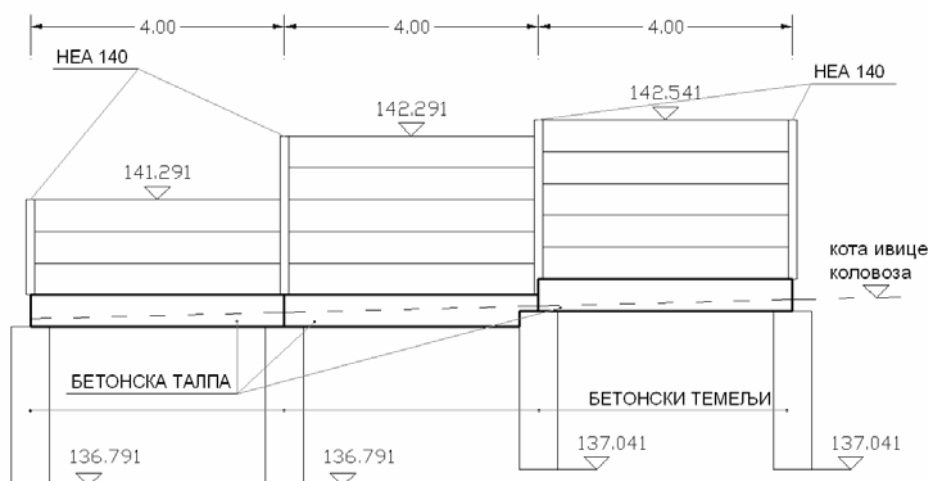
Prefabrikovani betonski temelji se dovoze na mesto ugradnje i postavljaju se u unapred izbušene rupe⁴, a zatim se tlo oko temelja zbija, čime se postiže povećanje nosivosti konstrukcije na horizontalna opterećenja. Čašica na vrhu temelja (slika3a) omogućava sidrenje čeličnog stuba za temelj. Kad se stub dovede u projektovani položaj drvenim klinovima se fiksira, a potom se betonom ispuni šupljina.

Primena klasičnih metoda proračuna za ove temelje nije preporučljiva jer se dobijaju temelji velikih dimenzija i velikih dubina ukopavanja. Zbog toga se pravilnikom [5] za proračun temelja jako opterećenih stubova, preporučuju metode Sulzberger-a i Klajnlogel-Bürklin-a kao najprikladnije. U ovom slučaju, za visinu zida od 4m i bočni vetar 25m/s, potrebna dubina fundiranja za iznosi 2,5m za prečnik f600.

⁴ prečnik rupe treba da bude 3 do 4 cm veći od prečnika temelja.

Što se pričvršćenja za betonsku ogradu na mostu tiče potrebno je na projektovanim mestima izraditi ankere kao što se vidi na slici3b. Potom se izrađuje podloga od betona na koju se postavlja lim, koji se zavrtnjevima pričvršćuje za ankere. Čelični profil se zatim vari za lim i na taj način ostvaruje vezu sa betonskom ogradom. U ovom slučaju korišćeni su zavrtnjevi M18 i var 6mm.

Da bi zaštitni zid vršio svoju funkciju mora se obezbediti kontinuitet konstrukcije. Zbog toga se prva talpa koja se postavlja, kad je put na nasipu, nalazi jednim svojim delom u trupu puta, tako da kota ivice kolovoza uvek bude između gornje i donje ivice betonske talpe (slika4). Da bi bili izbegnuti štetni uticaji i preterana pohabanost “nežne” aluminijumske talpe prva talpa se pravi od betona. Ova betonska talpa još omogućava da se ostale talpe, preko nje, postavljaju horizontalno nezavisno od nagiba nivelete. Problem oticanja vode sa kolovoza kroz zaštitnu konstrukciju se uspešno rešava promenom nagiba bankine, čime se omogućava oticanje vode ispod talpe, a prazan prostor, koji je nastao pri tome, se popunjava šljunkom. Zbog toga se pri projektovanju polazi od nivelacionog položaja betonske talpe i njenog odnosa sa kotom ivice kolovoza uz koji se projektuje zaštitni zid.

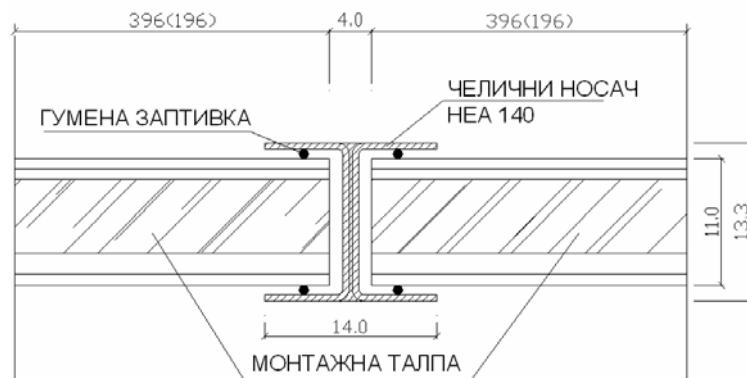


Slika4. podužni profil zaštitne konstrukcije
Figure4. longitudinal section of noise protective construction

Standardne dimenzije talpi su: dužina 2,0m i 4,0m, visina 0,5m, širina talpi varira u zavisnosti od tipa talpe, odnosno od upotrebljenog materijala za izradu talpi. Naime, potrebno je da težina talpe ne bude manja od 20 kg/m² kako bi predstavljala zvučnu barijeru.

Kako je niveleta saobraćajnice u nagibu, a betonske talpe se postavljaju horizontalno, da bi bio uspunjen uslov po kome kota ivice kolovoza mora biti unutar kota betonske talpe, mora se povremeno nadoknaditi visinska razlika koja se stvara kao posledica podužnog nagiba saobraćajnice. U tu svrhu koristimo betonske talpe koje su na jednom kraju nazubljene (slika4 - srednje polje). Takav oblik talpe nam omogućava promenu kote temelja za visinu zuba, što iznosi pola visine talpe (0,25m). Uzevši u obzir standardne dimenzije talpi i visinu zuba, ovaj tip zaštitne konstrukcije se može primenjivati na saobraćajnicama sa podužnim nagibom nivelete do 12,5% (dužina 2,0m), odnosno 6,25% (dužina 4,0m).

Zaštitni zid se montira tako što se između čeličnih stubova prvo postavlja betonska talpa preko betonskih temelja, a zatim se ostale talpe postavljaju na betonsku. Ova konstrukcija se fiksira sa gumenom zaptivkom postavljenom između čeličnog stuba i panela (slika5). Betonska talpa je postavljena između stubova sa razmakom koji dozvoljava dilatacije.



Slika5. veza između čeličnog stuba i panela [4]

Figure5. connection between steel member and noise reduction panel [4]

Obložni zid je izgrađen od prskanog betona površinski obrađenog iz estetskih razloga. Radi se o konstrukciji koja reflektuje zvuk od svoje površine. Budući da je nagib zida 5:1 i da je širina razdelnog pojasa u zoni potpornog zida 27m nema uticaja od refleksije na objekte koji se nalaze sa druge strane AP.

Obložni zid je armiran mrežastom armaturom Q188 koja se torketira u sloju od 20 cm. Mrežasta armatura se pričvršćuje na glavu ankera zavarivanjem. Kako se zid nalazi u blizini naselja poželjni je da pored akustičnih uslova zadovolji i estetske, pa se stoga mora obraditi površina betona.

ZAKLJUČAK

Ovakav Projekat zaštite od buke je analiza činjeničnog stanja na terenu i predstavlja određivanje optimalnog položaja i visine zaštitne konstrukcije. To je iterativan postupak koji se sprovodi sve dok rezultati detaljnog akustičkog proračuna ne budu zadovoljavajući, tj. dok nivo saobraćajne buke ne bude u zakonom propisanim granicama. Ukoliko se i posle primene mera za zaštitu od buke, njen nivo nalazi izvan dozvonjenog maksimuma potrebno je uzeti u obzir primenu pasivnih mera zaštite na ugroženim objektima.

Pri izboru optimalnog rešenja vodi se računa o odnosu troškova izgradnje zaštitnih mera i postignutog efekta smanjenja saobraćajne buke.

Prilikom donošenja odluke o sudbini ugroženih objekata postavlja se pitanje odnosa troškova izgradnje zaštitnih mera i vrednosti ugroženih objekata. Odluka o vrednosti objekta (ekonomska, istorijska, kulturna ...) se donosi uz konsultacije sa odgovarajućim institucijama.

U konkretnom slučaju AP E-661 i naselja Laktaši posle sprovedenih detaljnih akustičkih proračuna došlo se do zaključka da je potrebna konstrukcija za zaštitu od saobraćajne buke sa AP E-661 na sledećim deonicama:

- zaštitni zid 1 na stacionaži 38+444,070 do 38+612,070 sa leve strane AP ukupne dužine 168m, visine 3.0m,
- zaštitni zid 2 na stacionaži 38+508,454 do 38+584,454 sa desne strane AP ukupne dužine 76m, visine 3.0m,
- zaštitni zid 3 na stacionaži 39+010,048 do 39+150,048 sa leve strane AP ukupne dužine 140m, visine 4.5m (od 39+010,048 do 39+070,048) i visine 3.5m (39+070,048 do 39+150,048).

U proračunu za predviđanje i analizu saobraćajne buke za jedan stambeni objekat, KUĆA 16, i pored postavljanja zaštitne konstrukcije dužine 116m na bližoj i 96m na daljoj traci (ukupno 212m) visine 5,0m nije došlo do spuštanja nivoa saobraćajne buke na zakonom dozvoljen maksimum. Predlaže se da se kritični stambeni objekat proceni i snimi situacija na terenu, te da se donese odluka da li objekat štiti primenom pasivnih mera ili ga srušiti.

LITERATURA

- [1] - Rechenbispiele zu den Richtlinien für den Lärmschutz an Strassen RBLarm – 92, str 5-14 (Der Bundesminister für Verkehr)
- [2] - Richtlinien für den Lärmschutz an Strassen RLS – 90, str 13-19 (Der Bundesminister für Verkehr)
- [3] Branko Zarić,
Dragan Buđevac i
Bratislav Stipanić Čelične konstrukcije u građevinarstvu,
str 736-737
- [4] - Zaštita od saobraćajne buke urbanog područja Bijeljine – Izmene i dopune izvođačkog projekta (RDE, Beograd)
- [5] - Pravilnik o tehničkim normama za izgradnju nadzemnih vodova ("Službeni list SFRJ" broj 65/88)