

Prilog 7.

TEHNIČKI OPIS

Predmet ovog projekta je sustav ozvučenja u tunelu, odnosno u zonama poprečnih prolaza u tunelu, u svrhu obavješćavanja korisnika autoceste koji su se zatekli u tunelu u slučaju zastoja ili neke incidentne situacije.

Prema čl. 22 Pravilnika o minimalnim sigurnosnim uvjetima za tunele evakuacijski putovi i ostala mjesta u tunelu na kojima korisnici tunela čekaju evakuaciju na otvoren prostor, moraju biti opremljena zvučnicima radi davanja informacija.

Uvod

Sustav ozvučenja mora biti projektiran tako da se mogu ozvučiti dijelovi tunela dovoljno snažno, a da pri tome razgovjetnost govora bude takva da obavijest ili uputu operatera mogu čuti i korisnici koji nisu ugasili vozilo.

Izuzetno je važno predvidjeti dobar raspored zvučnika, kako bi se eliminirao reverberacijski efekt i minimizirao utjecaj buke uzrokovane radom ventilatora i gustoćom prometa. Budući da je buka koju uzrokuje promet fiksna vrijednost, a akustička prilagodba tunelskih zidova iznimno skupa, potrebno je dobro poznavati akustičku teoriju pri projektiranju kvalitetnog sustava ozvučenja.

Zvučno polje u prostoriji je vrlo složeno i sastoji se od velikog broja zvučnih signala, koji čine dvije komponente zvučnog polja. Prva komponenta je direktan zvuk, a druga reflektirani zvuk. Direktan zvuk je onaj koji najkraćim putem dolazi od izvora do prijemne točke, slabeći za 6 dB s kvadratom udaljenosti od izvora. Pojam reflektiranog zvuka podrazumijeva svu onu zvučnu energiju koja u prijemnu točku stiže nakon niza refleksija od okolnih zidova. Za razliku od direktnog zvuka, reflektirana zvučna energija stiže u prijemnu točku sa svih strana, zbog stohastičnosti kretanja refleksija kroz prostor.

Reverberacija se manifestira kao zvuk koji se može čuti određeno vrijeme nakon što je izvor zvuka isključen. Vrijeme reverberacije ovisi o dimenzijama prostorije i apsorpcijskom kapacitetu njenih površina. Govor zahtijeva što kraću reverberaciju, jer preduga reverberacija može govor učiniti nerazumljivim, a prekratka reverberacija može narušiti glasnoću i balans tonova.

Eksperimentima je pokazano da razina zvučnog tlaka viša od 110 dB(A) može oštetiti uho slušatelja već nakon dvadesetak sekundi slušanja, a kratkotrajni iznenadni zvukovi tlaka višeg od 105 dB(A) mogu zaplašiti slušatelja do te mjere da on poruku ni ne registrira. Zato sustav ozvučenja treba dimenzionirati tako da se kombinacijom zvučnika postiže razina zvučnog tlaka od 110 dB(A) na udaljenosti od 3 m, u frekventnom području od 1 kHz do 4 kHz.

Najbolje je koristiti zvučne trube, jer one lako svladavaju visoke razine zvuka, pritom dobro podnoseći agresivnu tunelsku atmosferu. Zvučne trube treba koristiti kao vertikalne parove, jer se tako postiže vrlo dobra akustička usmjerenost. Ako su, uza sve to, zvučnici okrenuti suprotno od smjera prometa u tunelskoj cijevi, stvoreni su uvjeti za ispravno funkcioniranje sustava ozvučenja.

Osnovni dijelovi sustava

Sustav ozvučenja tunela Konjsko sastoji od:

- razglasne centrale s upravljačkom konzolom
- dvije tunnelske razglasne podcentrale s pojačalima snage, u SOS nišama na zaustavnim površinama
- zvučnika i zvučnih stupova raspoređenih po tunelu
- niskonaponskog kabelskog razvoda po tunelu.

Upravljanje sustavom ozvučenja predviđeno je kako slijedi:

1. za tunele Brinje i Grič iz CNUP Brinje
2. za tunele Ledenik i Bristovac iz CNUP Tunel Sveti Rok
3. za tunele Dubrave, Bisko i Stražina iz CNUP Zagvozd

Za slučaj da obavijesti treba pružiti izravno iz tunela, predviđena je mogućnost direktnog ulaska u sustav ozvučenja iz tunnelskih podcentrala.

Upravljačka konzola

Upravljačka konzola sastoji se od mikrofona visoke osjetljivosti i selekcijske tipkovnice. Bit će smještena na operatorski pult u nadzornoj prostoriji CNUP-a Brinje, CNUP-a Tunel Sveti Rok i CNUP-a Zagvozd.

Operateru u CNUP-u je preko upravljačke konzole omogućeno pružanje informacija pomoću mikrofona visoke osjetljivosti, te izbor grupe zvučnika, na koju se želi odaslati informacija. U slučaju incidentne situacije u tunelu, video sustav ili SOS sustav locirat će ugroženi dio tunela, pa operater, sukladno tome, za obavješćavanje bira zvučnike koji pokrivaju ugrožena područja.

Izbor grupe zvučnika obavlja se preko selekcijske tipkovnice. Sustav ima mogućnost ponovnog biranja posljednje kombinacije, kao i mogućnost biranja unaprijed snimljenih poruka, te najavnog i odjavnog tona. Sustav mora imati mogućnost nadogradnje, odnosno prihvata dodatnih zona (dodatni moduli).

Razglasna centrala

Razglasna centrala bit će smještena u sobi s opremom, a služi povezivanju upravljačke konzole s tunnelskim podcentralama. Izvodi se kao 19'' ormar visine 42U, sa zakretnim okvirom, u kojem su smještene sljedeće komponente:

- mrežno sučelje
- upravljačko sučelje
- sučelje za povezivanje s radio sustavom
- optički primopredajnici.

Na mjestu ugradnje razglasne centrale potrebno je pripremiti napajanje 230 V s UPS-a CNUP-a (osigurač 10 A, klase C) i odgovarajuću količinu patch cord-ova (dva po tunelskoj podcentrali) za priključak na razdjelnik za glavni svjetlovodni kabel.

Od razglasne centrale u sobi s opremom do upravljačke konzole na pultu potrebno je povući komunikacijski kabel.

U svrhu omogućavanja izravnog ulaza iz upravljačke konzole u radio program, potrebno je spojiti audio izlaz iz razglasne centrale na relej za FM Break-In u centralnoj stanici sustava radiodifuzije.

Razglasna centrala vezana je s tunelskim razglasnim podcentralama putem postojećeg svjetlovodnog kabla autoceste (za svaku podcentralu potrebne po dvije niti).

Tunelske podcentrale

U tunelskim podcentralama nalaze se pojačala snage, čija je zadaća pojačavanje audio signala prema zvučničkim zonama.

Osnovne komponente tunelske razglasne podcentrale su:

- upravljačka jedinica, koje služi za konfiguriranje i podešavanje parametara
- mikrofonske visoke osjetljivosti
- mrežno sučelje
- optičko sučelje
- pojačala snage.

Pojačala snage su dvokanalna, snage 250 W po kanalu. Pojačala su visoko kvalitetna, i ne unose nikakve deformacije u izvorni audio signal.

Za smještaj opreme tunelske podcentrale, potreban je 19" zidni ormar visine 21U, sa zakretnim okvirom. Ormar treba biti odgovarajuće klase zaštite (IP 55) i reflektirajuće boje (RAL 2004), radi bolje uočljivosti.

Obzirom na duljinu tunela, predviđene su tunelske podcentrale kako slijedi:

1. tunel Brinje – dvije tunelske podcentrale, po jedna u svakoj cijevi.
Podcentrale smjestiti u SOS nišu u km 14+550 u desnoj cijevi, odnosno u km 14+492 u lijevoj cijevi.
2. tunel Brinje – dvije tunelske podcentrale, po jedna u svakoj cijevi.
Podcentrale smjestiti u SOS nišu u km 1+209 u desnoj cijevi, odnosno u km 1+229 u lijevoj cijevi.
3. tunel Ledenik – jedna tunelska podcentrala.
Podcentralu smjestiti u SOS nišu u km 230+360 u desnoj cijevi.
4. tunel Bristovac – jedna tunelska podcentrala.
Podcentralu smjestiti u SOS nišu u km 232+170 u desnoj cijevi.

5. tunel Dubrave – jedna tunelska podcentrala.
Podcentralu smjestiti u SOS nišu u km 345+570 u desnoj cijevi.
6. tunel Bisko – jedna tunelska podcentrala.
Podcentralu smjestiti u SOS nišu u km 8+810 u desnoj cijevi.
7. tunel Stražine – jedna tunelska podcentrala.
Podcentralu smjestiti u SOS nišu u km 27+073 u desnoj cijevi.

Napajanje svake podcentrale treba ići preko tunelskog uređaja za besprekidno napajanje (UPS), iz SOS niše.

Tunelske podcentrale su s razglasnom centralom spojene putem postojećeg svjetlovodnog kabela autoceste. Za svaku tunelsku podcentralu potrebne su po dvije niti.

U slučaju nemogućnosti smještaja tunelskih podcentrala u SOS niše, predvidjeti mogućnost smještaja istih u najbliže poprečne pješačke prolaze.

Točne lokacije tunelskih podcentrala će se definirati izvedbenim projektom.

Sustav zvučnika

Kako bi se omogućilo pokrivanje tunela zvučnim signalom, duž tunela se raspoređuju zvučnici i zvučni stupovi. Po jedan zvučni stup montira se na svaki ulazni portal tunela, te po jedan nasuprot svakog pješačkog prolaza, u blizini semafora, budući da se tu najčešće mogu očekivati zaustavljanja vozila.

Zvučni stupovi su vertikalni parovi usmjerenih zvučnih truba (2 x 30W), montirani na zajedničkoj konzoli od nehrđajućeg čelika, koja se pričvršćuje direktno na zid tunela, na visini od prosječno 2,3 m. Zvučni stupovi dobro reproduciraju visoke frekvencije važne za razumljivost govora, a bitno smanjuju reverberacije.

Zvučne stupove treba montirati na zid tunelske cijevi, iznad desne vozne trake, a orijentacija zvučnih truba mora biti obrnuta od smjera prometa (ususret prometu).

Uz svaki zvučni stup montira se i priključna kutija za kabele, koja mora biti od posebnog materijala otpornog na sve atmosferske uvjete u tunelu (klasa zaštite IP 65).

Za kvalitetno pokrivanje tunelskih cijevi audio signalom potrebno je ukupno 10 zvučnih stupova, po 5 u svakoj cijevi za tunele Brinje i Grič, odnosno ukupno 6 zvučnih stupova, po 3 u svakoj cijevi za tunele Ledenik, Bristovac, Dubrave, Bisko i Stražina.

Lokacije, odnosno stacionaže pojedinih zvučnih stupova će se definirati izvedbenim projektom.

Samostalna zvučna truba snage 30 W postavlja se u poprečne pješačke prolaze, a služe obavješćavanju pješaka koji su se zatekli u prolazu. Budući da je pješački prolaz zatvorena prostorija, puno tiša od tunela, postoji određena fleksibilnost pri određivanju položaja i orijentacije zvučne trube u prolazu. Ipak, najbolje je zvučnu trubu montirati na strop pješačkog prolaza, što bliže sredini, i povezati ju na obližnju tunelsku podcentralu niskonaponskim kabelom, po oblozi tunela.

Navedenim rasporedom zvučnika omogućeno je zonsko ozvučavanje, odnosno ozvučavanje samo onog dijela za koji se ukaže potreba, ali se isto tako može ozvučiti i cijeli tunel odjednom. Zonsko ozvučavanje ima prednost kada prostorija koju ozvučavamo ima dugačko vrijeme reverberacije i kada je razina buke u prostoriji visoka, što je upravo u tunelima jako izraženo.

Sustav ima mogućnost podešavanja snage zvučnika, što se obavlja u tunelu, prilikom puštanja u rad, uz uključene ventilatore u tunelu. Najmanja objektivna vrijednost razumljivosti zvučne informacije pomoću indeksa razumljivosti govora preko javnih razglasa (STI-PA) iznosi 0,45, u skladu sa specifikacijom iz HRN EN 60268-16 Dodatak A.

Kabelski razvod

Napajanje zvučnika u tunelu (100 V) predviđeno je niskonaponskim kabelima od tunnelske podcentrale po instalacijskom kanalu tunela, uz zasipavanje kabela sitnim pijeskom. Iz instalacijskog kanala do priključne kutije zvučnog stupa kabel se polaže po zidu tunela u kanalici od nehrđajućeg čelika. Od priključne kutije do zvučnika polaže se fleksibilniji kabel manjeg presjeka.

Koristi se niskonaponski kabel presjeka $2 \times 2,5 \text{ mm}^2$, teško gorivi malodimni, bez halogena, konstrukcije koja zadovoljava norme IEC 60092-350 i IEC 60092-353.

Izvedbeni projekt

Potrebno je izraditi izvedbeni projekt sustava ozvučenja tunela Brinje, Grič, Ledenik, Bristovac, Dubrave, Bisko i Stražina na temelju više navedenih smjernica, te u skladu s zakonskom regulativom.

Prije izrade izvedbenog projekta sustava ozvučenja tunela potrebno je izvršiti obilazak tunela i nadležnih CNUP-ova, te se upoznati s postojećim stanjem.

Izvedbeni projekt mora biti izrađen od strane ovlaštenog inženjera elektrotehnike.

Program kontrole i osiguranja kvalitete

Programom kontrole osigurava se potrebna kvaliteta, i to tako da se za opremu predviđenu projektom tokom gradnje i puštanja u rad dokaže funkcionalna ispravnost prema važećim zakonima, propisima i standardima, u pogledu pouzdanosti, mehaničke otpornosti i stabilnosti, sigurnosti u slučaju požara, utjecaja na zdravlje ljudi, stvaranje prevelike buke i vibracija, uštede energije i što bezbolnijeg uklapanja u prirodni okoliš.

Izvođač je dužan organizirati kontrolu kvalitete radova, dokumentirati kvalitetu radova po pojedinim fazama gradnje, i ugrađivati samo materijale koji imaju atest ili su u skladu s propisima o tehničkim normativima i normama s obaveznom primjenom.

Nakon provedene kontrole kvalitete potrebno je sačiniti izvješće, koje čini sastavni dio dokumentacije o tehničkom pregledu objekta.

Kvaliteta uređaja osigurava se tijekom projektiranja, proizvodnje, ugradnje i održavanja. Pri provedbi navedenih aktivnosti moraju biti zadovoljeni osnovni zahtjevi koji se odnose na sigurnost, zaštitu zdravlja ljudi, zaštitu okoliša te tehničku usklađenost.

Potrebna pouzdanost i raspoloživost uređaja u aktivnosti projektiranja osigurava se pravilnom procjenom djelovanja okoliša na uređaj, ispravnim odabirom zaštitnih mjera u odnosu na nepovoljno djelovanje okoliša i primjenom propisanih ili tehničkom praksom prihvaćenih tehničkih rješenja. U fazi projektiranja sustava mora biti ispunjen uvjet kontrole spomenutih rješenja unutar organizacije koja provodi aktivnost. U ovom procesu potrebno je osigurati kontrolu kvalitete sukladno standardu HRN EN ISO 9001.

Kabeli, TK uređaji i oprema moraju biti sukladni sljedećim zahtjevima:

- mjere i načini zaštite (IP kodovi) prema HRN EN 60529
- zaštita od prenapona prema HRN EN 50124-2
- elektromagnetska kompatibilnost prema HRN EN 50121-4
- zaštita od onečišćenja okoliša prema EN 50125-3.

Proizvođač treba osigurati upravljanje kakvoćom pri razvoju, proizvodnji i održavanju TK opreme sukladno standardima HRN EN ISO 9001, HRN EN ISO 9002 te HRN EN ISO 9003. Ako je proizvod uvezen, uvoznik/distributer je dužan postupiti po članku 7 i 8 Zakona o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenjivanju sukladnosti. Prije nego što je proizvod stavio na tržište, proizvođač je obavezan izraditi propisanu tehničku dokumentaciju i provesti provođenje postupka ocjenjivanja sukladnosti proizvoda. Kad je sukladnost dokazana, proizvođač je obavezan sastaviti izjavu o sukladnosti u kojoj se navodi da su ispunjeni svi tehnički zahtjevi iz propisa koji se primjenjuju na određeni proizvod. S izjavom o sukladnosti, te potvrdom (certifikatom) o sukladnosti proizvod se stavlja na tržište. U potvrdi o sukladnosti navedeni su propisi i norme koji za proizvod dokazuju kvalitetu i sukladnost. Dokaz kvalitete mora biti preveden na hrvatski jezik, uz izjavu da propisi po kojima je ispitivan odgovaraju hrvatskim propisima.

U fazi ugradnje uređaja kvaliteta se osigurava ispitivanjima u koracima ugradnje. U ovom procesu potrebno je osigurati kontrolu kvalitete prema HRN EN ISO 9001. Nakon dovršetka montaže potrebno je obaviti završno ispitivanje uređaja. Prilikom ispitivanja mora biti predložena sljedeća tehnička dokumentacija:

- položajni nacrti sa svim potrebnim podacima o pojedinim dijelovima uređaja
- podaci o međusobnim zavisnostima, nacrti povezivanja sklopova i sl.
- spojne sheme, tabele, raspored sklopova ili komponenata, tabele ili nacrti za povezivanje ili spajanje
- pregledni nacrti napajanja sa svim podacima
- pregledni nacrti kabela sa svim potrebnim podacima i bitnim detaljima.

Održavanje uređaja mora osigurati ispravan rad uređaja u zadanim parametrima unutar životnog vijeka. Svi radovi na održavanju moraju se evidentirati. Upute za održavanje uređaja propisuje proizvođač/isporučitelj opreme. Uputama moraju biti propisane mjere i metode za održavanje uređaja u ispravnom i funkcionalnom stanju.