|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

**PRIRUČNIK ZA PROVJERU BEZBJEDNOSTI SAOBRAĆAJA U POSTOJEĆIM TUNELIMA (RSI) I REVIZIJU BEZBJEDNOSTI SAOBRAĆAJA U TUNELIMA (RSA)**

Izradili:

Prof.dr. Tomaž Tollazzi, dipl.inž.građ.

Doc.dr. Robert Rijavec, dipl.inž.građ.

Lektor:

Doc.dr. Boško Matović, dipl.inž.saob.

Ova publikacija je izrađena uz pomoć TAIEX. Sadržaj publikacije je isključiva odgovornost autora i ne odražava nužno stavove TAIEX.

Podgorica, septembar 2022

# Sadržaj

Sadržaj I

Predgovor II

Skraćenice III

UVOD (Pitanja bezbjednosti saobraćaja u postojećim tunelima) IV

Ključne reference IX

1. PROBLEMATIKA BEZBJEDNOSTI SAOBRAĆAJA U TUNELIMA 1

1.1. Istorijski razlozi za početak uvođenja promjena 1

1.2. Bezbjednost saobraćaja u putnim tunelima 3

1.2.1. Procjena bezbjednosti u tunelima 4

1.2.2. Specifične opasnosti u tunelima 5

1.2.3. Mjere bezbjednosti u tunelima 5

1.2.4. Bezbjednostni alati 11

1.3. EU projekt UPTUN 15

1.4. Direktiva 2004/54/EK 16

1.4.1. Dokumentacija o bezbjednosti tunela 16

1.5. Direktiva 2019/1936/EK 17

Ključne reference 18

2. REVIZIJA BEZBJEDNOSTI SAOBRAĆAJA U NOVOPREDVIĐENIM I NADOGRAĐENIM POSTOJEĆIM TUNELIMA 19

2.1. Šta je revizija bezbjednosti saobraćaja u tunelima? 19

2.2. Ciljevi sprovođenja RSA tunela? 19

2.3. Zašto trebamo RSA tunela? 19

2.4. Koje su koristi od RSA tunela? 20

2.5. Faze sprovođenja RSA novopredviđenih i za nadgrađenje predviđenih tunela 20

2.6. Sadržaj RSA izvještaja za tunel 21

2.6.1. Pristup reviziji RSA, mišljenju i ocjeni o bezbjednosti u putnih tunelima 25

Ključne reference 27

3. PROVJERA BEZBJEDNOSTI SAOBRAĆAJA U POSTOJEĆIM TUNELIMA 28

3.1. Šta je provjera bezbjednosti saobraćaja u postojećim tunelima? 28

3.2. Ciljevi sprovođenja provjere bezbjednosti saobraćaja u postojećim tunelima 28

3.3. Zašto trebamo provjeru bezbjednosti saobraćaja u postojećim tunelima? 28

3.4. Koje su koristi od provjere bezbjednosti saobraćaja u postojećim tunelima? 28

3.5. Ko izvodi provjeru bezbjednosti saobraćaja u postojećim tunelima 28

3.6. Sadržaj izvještaja o provjeri bezbjednosti saobraćaja u postojećim tunelima 29

3.6.1. Uvodna objašnjenja 29

3.6.2. Identifikovani nedostaci i preporuke 30

3.6.3. Izjava provjerivača 30

3.6.4. Prilozi 30

Ključne reference 30

4. PRILOG 32

Ključne reference 36

# Predgovor

Putni tunel je prolazak puta ispod površine zemlje ili ispod vode. To je, dakle, podzemni građevinski objekat, koji omogućava kretanje saobraćaja u zacrtanim geometrijskim oblicima kroz terenske granice ili urbanu sredinu, koji ujedno nudi i zaštitu okoline pred negativnim uticajem saobraćaja.

Putni tuneli su infrastrukturni objekti sa određenim specifičnostima odnosno prednostima i nedostacima. Među prednostima možemo istaći npr. neuticanje vanjskih klimatskih uslova (snijeg, kiša) i ograničeno širenje buke i čestica izduvnih gasova u okolinu, a među nedostacima npr. ograničene mogućnosti zaustavljanja vozila u slučaju nužde.

Strana istraživanja dokazuju da su, statistički gledano, tuneli opasniji od otvorenih dionica autoputeva i da troškovi teških saobraćajnih nezgoda u njima iznose između 12,46 i 284,72 EUR/10³prijeđenih kilometara (na otvorenoj dionici autoputa između 1,1 i 332,43 EUR/10³ prijeđenih kilometara).

Najopasniji vanredni događaj u tunelu je sigurno čeoni sudar i nalet vozila otpozadi, koji se može završiti požarom. Ukoliko dođe do požara, on se odvija na ograničenom prostoru, sa smanjenom mogućnošću širenja u okolinu, pa se razvijaju veće temperature. Tada gore pneumatici vozila, njihovo gorivo, zapaljivi teret, električne instalacije u tunelu, a nerijetko i bitumen u asfaltu. Prilikom požara razvijaju se otrovni gasovi, koji prouzrokuju još veći broj žrtava prilikom takvih događaja.

Pošto se tuneli po pravilu rade na kraju velikih uspona, na kojima se motori teretnih vozila pregrijavaju, u njima postoji mogućnost samozapaljenja, koja prouzrokuju požare s mogućim tragičnim posljedicama.

Na području projektovanja tunela još uvijek postoji veliki broj otvorenih pitanja na koje nema jednoznačnih odgovora. Jedno od tih pitanja je: Da li tunel u horizontalnom smislu projektovati u pravcu ili u kontra krivini (S krivini)? Jedni se zalažu za to da je tunel u pravcu, kako vozač uvijek može vidjeti ''svjetlo na kraju tunela'', što mu daje utisak bezbjednosti. Drugi to opovrgavaju i brane tezu, da tunel mora biti u S krivini, jer pravac podstiče vozače na velike brzine vožnje. Jednako važi i za projektovanje nivelete puta u tunelu. Jedni brane opredjeljenje da niveleta puta u tunelu mora imati konstantan nagib, bez konveksnog zaobljenja. Drugi brane tezu da konstantan uzdužni nagib, u slučaju požara, prouzrokuje ''efekat dimnjaka'' i da zato u tunelu mora biti izvedeno konveksno zaobljenje, kako bi se dala mogućnost preživljavanja barem onima koji su na drugoj strani konveksnog zaobljenja.

Nedorečenosti su i u vezi visine ivičnjaka između kolovoza i servisne površine. Jedni brane tezu da su ivičnjaci što viši, kako bi se spriječilo da zaustavljena vozila na servisnim površinama sprečavaju njihovu upotrebu od strane lica koje žele pješice napustiti tunel. Drugi brane tezu da ivičnjak mora biti što niži, kako bi se vozila u slučaju zastoja u tunelu mogla više međusobno odmaknuti i time obezbjediti traku za prolaz vozila hitnih službi.

Samim time, pošto nema jednoličnih propisa, u realnoj okolini susrećemo se s različitim rješenjima, koja po pravilu imaju svoje prednosti i nedostatke.

Prilikom povjere bezbjednosti saobraćaja u postojećim tunelima, potrebno je ustanoviti te nedostatke i predložiti mjere kojima te nedostatke možemo eliminisati ili barem ublažiti. Svakako te predložene mjere zahtijevaju dokumentaciju koju je potrebno nezavisno revidirati.

Ovo gradivo posvećeno je osnovnim alatima potrebnim za upravljanje i podršku odlučivanju o pitanjima bezbjednosti putnih tunela. Ono definiše opšte zahtjeve za bezbjednosnu dokumentaciju tunela, koji se odnosi na svaku od tri različite faze projekta tunela: projektovanje-izgradnja, puštanje u rad, eksploatacija. Prikazan je opšti opis sadržaja bezbjednosne dokumentacije u strukturiranom izgledu. Takođe su dodate kontrolne liste (koje pružaju detaljnije informacije o određenim temama, uključujući komentare i praktične preporuke).

Ovo gradivo nije namijenjeno i ne može se baviti svim načelima bezbjednog projektovanja i održavanja tunela i ne može analizirati sva bezbjednosna pitanja koja mogu nastati u svakodnevnom životu. Stoga, ove probleme mora identifikovati sam provjerivač bezbjednosti u postojećim tunelima ili revizor bezbjednosti u projektovanim novim i nadograđenim postojećim tunelima, svojim proaktivnim, istraživačkim, profesionalnim i dubinskim pristupom.

# Skraćenice

EC - European Commission – Evropska komisija

EU - European Union – Evropska unija

ETSC - European Transport Safety Council – Evropski savjet za bezbjednost saobraćaja

PIARC - Permanent International Association of Road Congresses – Stalna međunarodna asociacija za puteve

RSI - Road Safety Inspection - Provjera bezbjednosti puta

TAIEX

TEN - Trans-European road Network – Trans evropska putna mreža

WHO - World Health Organization – Svjetska zdravstvena organizacija

# UVOD (Pitanja bezbjednosti saobraćaja u postojećim tunelima)

Tuneli su podzemni građevinski objekti, koji omogućavaju kretanje saobraćaja u zacrtanim geometrijskim oblicima kroz terenske granice ili urbanu sredinu, koji ujedno nude i zaštitu okoline pred negativnim uticajem saobraćaja.

Putni tuneli su infrastrukturni objekti sa određenim specifičnostima odnosno prednostima i nedostacima. Među prednostima možemo istaći npr. neuticanje vanjskih klimatskih uslova (snijeg, kiša) i ograničeno širenje buke i čestica izduvnih gasova u okolinu, a među nedostacima npr. ograničene mogućnosti zaustavljanja vozila u slučaju nužde, ograničene mogućnosti bijega iz tunela i bitno veće posljedice požara u tunelu nego na otvorenoj dionici puta.

Na ovom mjestu detajno ne obrazlažemo građevinske elemente tunela, nego ih samo nabrajamo, kako bi čitalac mogao lakše razumijeti ovo gradivo. Građevinska konstrukcija tunela sastoji se iz:

* iskopa
* potpornih elemenata
* obloge tunela
* portala i portalnih objekata
* poprečnih cijevi (kod višecijevnih tunela)
* objekata i površina za održavanje i upravljanje tunela
* drugih objekata, specifičnih za pojedini tunel (vodni rezervoar, izlaz na otvoreno, revizioni kanali i okna...)
* i po potrebi mjere za odvodnjavanje vode iz zaleđa.

Onda je tu i saobraćajnica koja ima svoj: donji stroj, gornji stroj, hodnike za održavanje i mjere za odvodnjavanje.

U putnim tunelima je, zavisno od njihove dužine, broja tunelskih cijevi, količine saobraćaja, strukture saobraćajnog toka ... za osiguranje bezbjednosti korisnika, potrebno izgraditi slijedeće građevinske elemente:

* zaustavne niše
* niše za okretanje
* niše za poziv u nuždi
* niše za vatrogasne aparate
* puteve za povlačenje i izlaze u slučaju opasnosti
* evakuacione puteve i poprečne prolaze.

Osiguranje bezbjednosti u tunelima zahtijeva niz aktivnosti koje zavise od odnosa između geometrije tunela i njegovog projektnog koncepta, a uključuju: bezbjednosnu opremu (saobraćajnu signalizaciju), opremu za upravljanje saobraćajem, osposobljavanje hitnih službi, upravljanje saobraćajnim nezgodama, pružanje informacija korisnicima o najboljim mogućim postupcima u tunelu, kao i odgovarajuću komunikaciju između nadležnih tijela i hitnih službi (policija, vatrogasci i medicinska služba). Za osiguranje visokog nivoa bezbjednosti u tunelima vrlo je važno pravilno održavanje tunela i osavremenjivanje električne i hardverske opreme ugrađene u tunelu, a njen brz razvoj zahtijeva i intenzivniju obnovu.

Oprema tunela, bezbjednostni uređaji i sistem upravljanja uključuju:

* sistem opsluživanja električnom energijom,
* rasvjetu,
* ventilaciju,
* bezbjednostne objekte (niše, spasilačka okna, prolaze između tunelskih cijevi...),
* sistem hitnih poziva,
* video nadzor,
* sistem automatske detekcije vanrednih događaja,
* radio vezu,
* sistem obavještavanja,
* opremu, uređaje i sredstva za zaštitu od požara,
* sistem upravljanja saobraćajem,
* sistem upravljanja tunelima.

Svaki tunel mora imati i svoj bezbjednosni plan. Vježbe za različite scenarije vanrednih događaja moraju se sprovoditi kontinuirano kako bi spasilačke ekipe i službe bile u dobrom pripremnom stanju. Kako bi se poboljšala bezbjednost tunela, Europska unija usvojila je Direktivu 2004/54/EK koja je obvezna za zemlje članice i morala je biti ugrađena u nacionalno zakonodavstvo do aprila 2006. godine.

Bez obzira na prethodno navedeno, svaki korisnik mora biti svjestan opasnosti u tunelu i postupati u skladu s uputstvima operatera, porukama koje se objavljuju bilo putem signalizacije ili radija te prilagoditi vožnju uslovima u saobraćaju.

U nastavku, zbog lakšeg razumijevanja, navodimo fotografije osnovnih građevinskih i bezbjednosnih uređaja u tunelu.



Ublaživač udara u zaustavnoj niši; Izvor: DARS

A person walking in a tunnel

Description automatically generated

Zaustavna niša po njemačkim smjernicama; Izvor: T. Tollazzi



Prelaz u suprotnu kolovoznu traku ispred tunela; Izvor: DARS



Sistem hitnih poziva; Izvor: ITAIA



Mehanički uređaj za visinsku kontrolu vozila; Izvor: Dnevnik



Semafori za regulisanje kretanja vozila po saobraćajnim trakama; Izvor: Saša Despot



Uzdignute površine za održavanje; Izvor: google



Prelaz zaštitne odbojne ograde u tunelsku cijev; Izvor: google



Niša za prelaz između tunelskih cijevi u slučaju intervencije; Izvor: DARS

# Ključne reference

<https://sl.wikipedia.org/wiki/Predor>

[Trans Global Highway and proposed tunnels.](http://www.transglobalhighway.com/)

Direktiva o minimalnim bezbjednosnim zahtjevima za tunele u transevropskoj putnoj mreži (Direktiva 2004/54/ES, april 2004)

C. Caliendo and M. L. de Guglielmo, “Accident Rates in Road Tunnels and Social Cost Evaluation,” *Procedia Soc Behav Sci*, vol. 53, pp. 166–177, Oct. 2012, doi: 10.1016/j.sbspro.2012.09.870.

# PROBLEMATIKA BEZBJEDNOSTI SAOBRAĆAJA U TUNELIMA

## Istorijski razlozi za početak uvođenja promjena

Kada je 1965. službeno otvoren tunel ispod Monblana, dug 11,6 km, smatran je jednim od najbezbjednijih tunela na svijetu u to vrijeme. Tunel je postao najvažniji prevozni put u Alpama, smanjujući vrijeme potrebno za prelazak granice iz Francuske u Italiju i obrnuto. Dnevno je kroz tunel prolazilo više od pet hiljada vozila.

Dana 24. marta 1999. godine na francusku stranu tunela stigao je belgijsko teretno vozilo, koje je prevozilo margarin i brašno. Prvi dio vožnje kroz tunel bio je rutinski, a nakon toga je vozač teretnog vozila primijetio da nešto nije u redu jer su mu vozači iz suprotnog smjera signalizirali svjetlima, a kada je pogledao u retrovizor, primijetio je kako ispod njegove kabine izlazi bijeli dim. No, nastavio je voziti u nadi da će uspjeti doći do italijanske strane. Ali dim je iz minute u minutu postajao sve bijelji i gušći, pa je vozač zaustavio vozilo i pokušao ugasiti vatru svojim aparatom za gašenje požara, ali vatra je brzo progutala veći dio vozila. Vozač je tada napustio vozilo i počeo trčati prema italijanskom izlazu iz tunela. Zbog velikog crnog, gustog i otrovnog dima većina vozača se zaključala u svoja vozila i zatvorila prozore, dok su oni koji su izašli i pokušali doći do skloništa brzo padali u nesvijest od otrovnog dima, koji je sadržavao ugljen monoksid i cijanid. Zbog nedostatka kiseonika motori vozila su prestali raditi, a od vrelog dima i vatre rastopile su se električne žice pa je tunel bio u mraku. Ventilatori su dim kroz tunel, posebno prema Francuskoj, nosili puno brže nego što je iko uopšte mogao potrčati prema izlazu. Zbog vremenskih uslova dim se brzo širio prema Francuskoj, ali puno sporije prema Italiji. To je omogućilo automobilima iz Italije da se okrenu i vrate u Italiju. Nekoliko automobila iz Francuske uspjelo se okrenuti i odvesti nazad u Francusku, ali samo je nekoliko uspjelo. Teretna vozila to, međutim, nisu mogla uraditi, jer nisu imali prostora za okretanje, a nije bilo moguće ni kretanje unazad. Kad su nadzorne kamere vidjele automobile i motocikliste kako skreću i idu u suprotnom smjeru, pojačale su koncentraciju dima uduvavanjem svježeg vazduha iz Italije, ali to je samo povećalo širenje vatre i dima na francusku stranu.

A close-up of a destroyed mine

Description automatically generated

Posljedice požara u tunelu Monblan

Nakon toga su u tunel stigla dva francuska vatrogasna vozila kako bi ugasili požar. Zbog prisustva zapaljenih vozila i nulte vidljivosti, vatrogasci se nisu mogli probiti do mjesta požara. Osim toga, njihova vatrogasna vozila ugasila su se zbog nedostatka kiseonika. Vatrogasci su zbog toga bili prisiljeni napustiti oba vozila i skloniti se u vatrostalne zaklone. Kako se gorivo izlijevalo iz vozila po kolovozu, vatra se širila topeći asfalt. Zbog velike vrućine eksplodirali su pneumatici i rezervoari sa gorivom.

Vatrogasci i nadležne službe za upravljanje tunelom su ubrzo shvatili da je stanje u tunelu katastrofalno pa su potpuno zatvorili tunel s obje strane i evakuisali se.

Požar je trajao 53 sata i dosegao temperaturu od 1000 oC, uništivši 24 teretna vozila, 10 automobila, 1 motocikl, 1 kombi, uključujući i tri vatrogasna vozila. U požaru je poginulo 39 ljudi, a tunel je bio zatvoren 3 godine zbog velike štete. Popravci i istraživanja koja su uslijedila otkrila su značajne bezbjednosne nedostatke: osnovnih postupaka i bezbjednosnih mjera nisu se pridržavali dugi niz godina. Na popravke je potrošeno 481 milion dolara.

Potpuno jednak događaj desio se mjeseca maja 1999 godine u tunelu Tauern na austrijskom autoputu A10, u smjeru prema Salzburgu. U tunelu je, nakon saobraćajne nezgode teretnog i putničkog vozila, planuo požar. Dijelovi tunela su se urušili. Iz tunela su, na početku, vatrogasci izvukli jednu smrtno stradalu žrtvu i 36 povrijeđenih. Konačan broj smrtno stradalih lica nikad nije bio službeno objavljen. U nezgodu je bilo uključenih oko 60 vozila.

A tunnel with a few debris

Description automatically generated with medium confidence

Posljedice požara u tunelu Tauern

Mjeseca oktobra 2001. desio se požar i u tunelu St. Gotthard, u to vrijeme drugom najdužem tunelu u Europi. Radilo se o najtežoj nezgodi u tunelima u Švicarskoj. Požar je planuo kada su se čeono sudarila dva teretna vozila. Kolona izgorijelih vozila protezala se 50 m u unutrašnjost tunela, u tunelu je bilo zarobljenih 100 vozila, od toga 15 teretnih vozila. Vručina požara ih je praktično istopila. Temperatura je dostigla 1000 oC. U požaru je bilo 11 smrtno stradalih osoba, a izgorela su 23 vozila. Tunel je bio toliko oštećen da je zatvoren nekoliko mjeseci.

A fire in a tunnel

Description automatically generated

Požar u tunelu St. Gotthard

Putni tunel Fréjus je tunel koji povezuje Francusku i Italiju. Nalazi se ispod planinskog prevoja Col du Fréjus u Cotianskim Alpama između Modanea u Francuskoj i Bardonecchie u Italiji. To je jedna od glavnih transalpskih ruta između Francuske i Italije, koju koristi 80% komercijalnog putnog saobraćaja. Tunel je dug skoro 13 km, a saobraćaju je pušten 1980. godine.

Nakon požara u tunelu ispod Monblana 1999. godine, početkom 2000-ih, u tunelu su uvedene mjere za poboljšanje bezbjednosti. Uvedeno je strogo ograničenje brzine od 70 km/h i bezbjednosni razmak između vozila od 150 m. Tunel je opremljen najsavremenijim detektorima dima i požara te sistemom video kamera za praćenje brzine saobraćaja te otkrivanje vatre i dima. Senzori temperature postavljeni su na kratkim udaljenostima, praćeni iz kontrolnog centra.

A burned out vehicle in a building

Description automatically generated

Posljedice požara u tunelu Frejus

Uprkos izvedenim mjerama, požar u junu 2005. godine rezultirao je smrću dvoje slovačkih vozača teretnih vozila i zatvaranjem tunela za saobraćaj na dva mjeseca. Ponovno je otvoren za putnička vozila 4. augusta 2005., a kasnije i za teretna vozila.

Tunel je zbog požara bio u narednim godinama na kratko zatvoren još tri puta.

Svi ovi događaji ukazali su na ranjivost tunela kao infrastrukturnih objekata i rizik za privredu i ljudske živote stanovništva EU, pa je EK ubrzo povukla prve poteze u smjeru bitnih promjena na tom području.

## Bezbjednost saobraćaja u putnim tunelima

Ovo poglavlje pruža rezime PIARC priručnika bezbjednosti za tunele (eng. PIARC Road Tunnels Manual) i važno je za razumevanje koncepta bezbjednosti u putnim tunelima.

S obzirom na sve veći broj tunela širom svijeta, i s obzirom na sve veći obim saobraćaja u postojećim tunelima, bezbjednost postaje sve važnija. Incidenti i sudari u tunelima se obično dešavaju na putevima, gdje tuneli čine okvir za bezbjednu i kontrolisanu vožnju. Međutim, posljedice većih incidenata u tunelu potencijalno su veće od onih na otvorenom putu, s obzirom na njegovu gustinu, i izazivaju jaču reakciju u javnom mnjenju.

Koncept bezbjednog tunela može se postići samo kroz optimizovanu i uravnoteženu interakciju svih aspekata koji utiču na bezbjednost, tj. infrastrukturu, opremu, ponašanje korisnika, operativne prakse i procedure reagovanja u vanrednim situacijama (slika 1). Holistički pristup, zajedno sa drugim principima bezbjednosti, ključ je upravljanja bezbjednošću. Diskusija o bezbjednosti tunela je pravilno razumjevanije specifičnih opasnosti u putnim tunelima koje mogu uticati na zdravlje i bezbjednost korisnika, njihove imovine, tunelske infrastrukture ili njihove okoline. Da bi tunel bio bezbjedan, neophodno je primijeniti efikasne mjere bezbjednosti koje se mogu definisati regulatornim zahtjevima i/ili prilagoditi specifičnim uslovima tunela. Odluke o bezbjednosnim mjerama se uvjek moraju donositi sa holističke tačke gledišta, fokusirajući se na beskrajnu interakciju između različitih sistema i uz ravnotežu između zahtjeva korisnika, zahtjeva, održavanja i troškova tunela. Da bi se postigao ovaj cilj, dostupan je dobro definisan skup alata za upravljanje bezbjednošću koji pomažu donosiocima odluka, da održe visok nivo bezbjednosti tokom životnog veka tunela.



Slika 1: Principi bezbjednosti saobraćaja u putnim tunelima (Izvor: PIARC – Road Tunnels Manual)

Ključni princip bezbjednosti putnih tunela je integrisani pristup koji opisuje kibernetički model kako se sistem tunela sa prihvatljivim nivoom bezbjednosti može uspostaviti i održavati tokom životnog ciklusa tunela. Ovaj proces uključuje principe procjene bezbjednosti – da se na analitičkoj osnovi odluči, da li je nivo bezbjednosti tunela prihvatljiv – kao i povratne informacije iz praktičnih naučenih lekcija, zasnovanih na iskustvu iz prošlih incidenata.

Na ishod ozbiljnih incidenata može značajno uticati ljudsko ponašanje koje je teško predvidjeti. Ljudski faktori su relevantni u interakciji sa operaterima tunela kao i sa korisnicima tunela.

Tema od posebnog značaja za bezbjednost putnih tunela je transport opasnih materija. Stoga treba obratiti pažnju i na osnovne principe i propise za transport opasnih materija kroz tunele.

### Procjena bezbjednosti u tunelima

U prošlosti, u mnogim zemljama, bezbjednost tunela je bila zasnovana na propisima i standardima za projektovanje, izgradnju i rad koji su se, ako se poštuju, smatrali bezbjednim. Decenijama su ovi standardi bili zasnovani prvenstveno na svakodnevnom operativnom iskustvu, uključujući incidente i nezgode.

Međutim, ovaj preskriptivni pristup imao je neke nedostatke koje su se posebno pokazale u incidentima koji su prevazilazili postojeća iskustva.

Tehničke specifikacije definisane u standardima za izradu projekata omogućavaju uspostavljanje određenog nivoa homogenosti i garantuju performanse različitih sistema, ali ovaj pristup ne dozvoljava, da se uzme u obzir efikasnost konkretnih mjera, što može zavisiti od specifičnim uslovima svakog tunela posebno.

Pored toga, čak i ako tunel ispunjava sve zahtjeve propisa, postoji preostali rizik koji nije ni očigledan ni posebno identifikovan.

Stoga, pored tradicionalnog preskriptivnog pristupa, posebno za složene sisteme, potrebno ga je dopuniti specifikacijama fokusiranim na vanredne situacije: pristup zasnovan na riziku. Pristup zasnovan na riziku omogućava strukturiranje, usaglašavanje i transparentnu procjenu rizika za svaki pojedinačni tunel i omogućava, da se lokalni uslovi uzmu u obzir kao relevantan faktor i njihov uticaj na moguće posljedice incidenata. Pored toga, pristup zasnovan na riziku omogućava predlaganje relevantnih dodatnih bezbjednosnih mjera u cilju ublažavanja rizika. Na ovaj način, procjena rizika može biti osnova za donošenje odluka s obzirom na najefikasnije troškove, kako bi se obezbijedilo optimalno korišćenje ograničenih finansijskih sredstava.

U Evropskoj uniji, član 13 Direktive 2004/54/EZ o minimalnim bezbjednosnim uslovima u putnim tunelima uvodi procjenu rizika kao praktično sredstvo za procjenu bezbjednosti tunela.

Prilikom primene procjene rizika potrebno je uzeti u obzir, da je donošenje odluka na osnovu kriterijuma rizika složeno. Dok je analiza rizika naučni proces procjene i/ili kvantifikacije vjerovatnoća i očekivanih posljedica identifikovanih rizika, procjena rizika je društveno-politički proces u kome se donose presude o prihvatljivosti tih rizika. Da bi se mogli procijeniti rezultati analize rizika, moraju biti uspostavljeni određeni kriterijumi (vidi poglavje 1.2.4 Bezbjednosni alati).

### Specifične opasnosti u tunelima

Okruženje tunela utiče na opasnosti saobraćaja na specifičan način:

* s jedne strane, zatvoren prostor tunela pruža zaštitu od različitih uticaja (npr. vremenski uslovi) koji mogu izazvati primarne incidente (npr. proklizavanje vozila), čime se smanjuje učestalost različitih vrsta sekundarnih incidenata (npr. sudar u svod tunela);
* s druge strane, zatvoren prostor povećava posljedice sudara, a posebno posljedice požara i ograničava pristup mjestu incidenta, ometajući na taj način samospašavanje, kao i pomoć spasilačkih službi.

Otuda u tunelima postoji trend ka rjeđim, ali (mnogo) težim incidentima. Studije bezbjednosti tunela se obično fokusiraju na značajne incidente, koji imaju potencijal da se razviju u događaje sa ozbiljnim posljedicama, uglavnom sa sudarima i požarima. Štaviše, mnogostruke opasnosti koje potencijalno izazivaju opasne materije zahtijevaju posebnu pažnju. Kako je neograničena dostupnost podzemne saobraćajne infrastrukture ključna za ekonomičnost i mobilnost, posebno na primarnoj infrastrukturnoj mreži i u oblastima sa velikim saobraćajnim opterećenjem kao što su veliki gradovi. Događaji koji potencijalno mogu da izazovu značajne prekide saobraćaja dodatno se stavljaju u centar pažnje.

Incidenti u tunelu definisani su kao nepredviđeni i nenormalni (vanredni) događaji koji utiču na proces upravljanja tunelima i bezbjednošću. Inače se bezbjednost bavi nenamjernim (od čovjeka i prirode) i namjernim događajima (koje je napravio čovek). Poznati su:

* značajni incidenti, npr. kvarovi vozila/sistema tunela, vožnje u suprotnom smjeru; loše vrijeme: vjetar, magla; saobraćajne nezgode: sudari vozilo-vozilo/vozilo-tunel;
* požar/dim;
* incidenti sa opasnim materijama;
* opasnosti od značaja za bezbjednost koje mogu uticati na infrastrukturu tunela, rad tunela i korisnike, npr. terorizam, sajber kriminal, krađa ili prevare.

### Mjere bezbjednosti u tunelima

Prateći integrisani pristup za planiranje (dovoljno) bezbjednog sistema tunela, projektovanje i rad tunela moraju biti u skladu sa minimalnim bezbjednosnim zahtjevima. Dalje, alternativne ili dodatne mjere bezbjednosti mogu biti potrebne iz različitih razloga, npr. da se uravnoteži uticaj specifičnih faktora koji povećavaju rizik, poput čestih saobraćajnih zagušenja u gradskom tunelu ili visokog nagiba nivelete koji prelazi definisanu referentnu vrijednost, da nadoknadi nedostatke u izgradnji ili opremi postojećeg tunela, na primjer u toku procesa nadogradnje.

Odluka da li su potrebne dodatne mjere bezbjednosti ili ne, može se zasnivati na propisnom pristupu, kao i na pristupu zasnovanom na riziku. Uopšteno, bezbjednosne mjere se mogu grupisati u četiri kategorije, prema načinu djelovanja i njihovim glavnim efektima na rizik:

1. mjere koje spriječavaju pojavu značajnih incidenata – čime se smanjuje njihova učestalost (prevencija);
2. mjere za ublažavanje posljedica značajnih incidenata;
3. mjere koje podržavaju samospasavanje;
4. mjere podrške reagovanju u vanrednim situacijama.

Mjere se mogu odnositi na konstrukciju tunela ili opremu tunela, kao i na procedure za rad tunela ili reagovanje u vanrednim situacijama. Ako je transport opasnih materija dozvoljen u tunelu, mogu biti potrebne posebne mjere. Svaka dodatna mjera bezbjednosti treba da se na najbolji mogući način integriše u postojeći složeni bezbjednosni sistem tunela, uzimajući u obzir sve relevantne efekte interakcije.

***Prevencija***

Prevencija je ključni pristup u nastojanju, da se minimizira rizik od sudara i drugih značajnih incidenata u tunelu i stoga je ključna za razvoj bezbjednog sistema tunela. Preventivne mjere su one koje djeluju prije opasnog scenarija kako bi se smanjila vjerovatnoća nastanka situacija koje mogu negativno uticati na bezbjednost korisnika tunela.

Preventivne mjere se razvijaju korišćenjem aktivnosti i praksi koje imaju za cilj predviđanje, izbjegavanje i otklanjanje mogućih uzroka opasnog događaja.

Mjere bezbjednosti uopšte se zasnivaju na sistematskom razmatranju svih aspekata tunelskog sistema, tj. infrastruktura, rad, korisnici i vozila. Svaki tunel pruža svoje jedinstvene bezbjednosne izazove, na osnovu toga gdje se nalazi, njegovog rasporeda, dužine i poprečnog profila, kao i gustine i prepoznavanje obrazaca saobraćaja; stoga bezbjednosne mjere moraju odgovarati sistemu tunela.

U specifičnom zatvorenom okruženju tunela, požar i ispuštanje opasnih materija su najkritičniji incidenti koji se razmatraju u odnosu na katastrofalne posljedice koje mogu da izazovu. Iz tog razloga, mnogi bezbjednosni ciljevi su usko povezani sa ovim fenomenima.

Požar u tunelu može biti posljedica sudara, ili može biti izazvan raznim drugim uzrocima kao što su pregrijavanje motora u saobraćajnoj gužvi ili na dugim usponima dionica, pregrijavanje kočionog sistema teških teretnih vozila na dugim nizbrdicama ili kratki spoj električnih vozila.

Ako je održavanje vozila van odgovornosti upravljača tunela (što je tipično), može se primjeniti nekoliko tehničkih mjera kako bi se izbegli sudari u tunelu.

Prije svega, projektovanje bezbjednih puteva je od suštinskog značaja za minimiziranje rizika od sudara, ali naravno ne može se primjeniti kao dodatna preventivna mjera u postojećim tunelima. U svakom slučaju, stvaranje (i održavanje) okruženja za vozače koje im omogućava, da procijene saobraćajnu situaciju i tok puta i da predvide neophodne radnje koje treba da preduzmu kao dio zadatka vožnje je od suštinskog značaja za minimiziranje rizika od sudara.

Za tunele uopšte, relevantnost osvetljenja tunela i adekvatne putne signalizacije su visoko rangirani. Kvalitet osvjetljenja tunela obezbjeđuje bolju vidljivost, veću gustinu osvjetljenja, umirujući efekat i u dugim tunelima može se koristiti za razbijanje monotonije i držanje fokusa korisnika. Štaviše, kvalitetan sistem osvjetljenja treba da smanji ili izbjegne takozvani „efekat crne rupe“ kada se vid vozača koji ulazi u tunel mora da prilagodi promjenljivom svjetlu koje može da ograniči rastojanje vida ili da izazove usporavanje vozača. Takođe, optička pomagala za navođenje trake, kao što su reflektori ili LED obilježivači na svodu/trotoaru tunela mogu pomoći korisnicima, da pravilno vide profil i liniju puta. Ventilacioni sistem takođe igra važnu ulogu u obezbeđivanju kvaliteta vazduha i posljedično dobre vidljivosti unutar tunela.

Dinamički znakovi upozorenja (aktivirani detekcijom) takođe su važni da obavještavaju i upozoravaju korisnike na opasne situacije (npr. prisustvo objekta na putu, zaustavljena vozila, zatvorene trake, vremenske prilike na portalima tunela), da bi smanjili njihovu brzinu, povećali nivo pažnje i da se izbjegne rizično ponašanje ili da se zatvori tunel kako bi se izbjegla gužva u tunelu. Sa ove tačke gledišta, svi sistemi za praćenje (senzori, video nadzor, itd.) mogu doprinijeti minimiziranju pojave kritičnih situacija.

Elektronski signalni sistem iznad glave je neophodan za kontrolu trake (kao što je zatvaranje trake i tunela) i za usmjeravanje saobraćaja dalje od zatvorenih traka ispred.

Razlike u brzini između vozila su još jedan čest uzrok sudara. Stoga zabrana preticanja za teška teretna vozila ili primjena ograničenja brzine i kontrole brzine mogu biti efikasne mjere, posebno kada je udaljenost gledanja ograničena. Štaviše, da bi se spriječili sudari od pozadi (prilično čest tip sudara), moglo bi biti korisno kontrolisati i obezbijediti adekvatnu udaljenost između vozila koja se kreću u istom smjeru.

Efikasnu preventivnu mjeru čini preventivno održavanje, pre svega to važi za bezbjednosne sisteme koji nisu redundantni. Ovo uključuje redovne inspekcije, ispitivanja i čišćenje zidova tunela, pa i kolovoza kako bi se održali adekvatni bezbjedni uslovi tokom čitavog životnog vijeka tunela.

Obrazovanje vozača i promocija bezbjedne vožnje u tunelima je isto značajna, ali normalno to nije predmet pripreme bezbjednosne dokumentacije tunela.

Rezime mjera:

* Bezbjedno projektiranje (bezbjedna dokumentacija);
* Saobraćaj: zabrana preticanja, ograničenje brzine;
* Sistem senzora i video nadzor (bilježeći iskustva);
* (Dinamička) saobraćajna signalizacija i oprema;
* Rasvjeta, optička pomagala (markeri);
* Sistem ventilacije;
* Preventivno održavanje: čišćenje zidova i kolovoza;
* Promocija bezbjedne vožnje u tunelima.

***Ublažavanje posljedica***

U pogledu funkcionalnosti mjera bezbjednosti može se napraviti jasna razlika između preventivnih mjera, tj. mjera bezbjednosti koje imaju za cilj smanjenje kritičnih situacija i mjere ublažavanja (zaštitne) koje imaju za cilj smanjenje posljedica u slučaju incidenta koji se razvija.

Mjere ublažavanja se odnose na ublažavanje mehaničkog udara (npr. sistemi za zadržavanje vozila da apsorbuju energiju kako bi se smanjio stepen udara na vozilo i putnike u vozilu), izbjegavanje sekundarnih sudara (na primjer zatvaranje jedne ili više traka ili tunela) ili smanjenje i kontrolu posljedica u slučaju požara u tunelu.

Pitanje zaštite od požara u putnim tunelima je u prošlosti dobilo veliku pažnju nakon niza dramatičnih požara koji su doveli do ljudskih žrtava, velikih strukturalnih oštećenja i dugotrajnih poremećaja u transportnom sistemu sa značajnim uticajem na regionalne ekonomije. U kontekstu u kome zastarjeli tuneli moraju da se nose sa promenjenom strukturom i obimom saobraćaja, i gdje se sve duži novi tuneli grade u sve izazovnijim urbanim ili geološkim sredinama, efikasno ublažavanje rizika od požara i njihovih dalekosežnih posljedica je od najveće važnosti.

Nakon što se incident dogodio, posljedice se moraju suočiti sa efikasnim zaštitnim mjerama kako bi se uključeni korisnici spasli, a istovremeno svi oni koji nisu direktno uključeni mogli odmah da reaguju kako bi izbjegli povrede i dalju štetu.

Uređaji za detekciju omogućavaju rano upozorenje na saobraćajne incidente ili nenormalne uslove u tunelu, što može dovesti do prekida normalnog toka saobraćaja. Uređaji za verifikaciju i/ili metode upravljanja saobraćajem omogućavaju operaterima tunela da brzo potvrde incident i implementiraju scenarije reagovanja na incidente da sistematski zatvaraju trake ili preusmjeravaju saobraćaj kako bi spriječili sekundarne sudare, a u slučaju požara sprovedu bezbjedno i efikasnu evakuaciju korisnika pomoću sredstava informacija i komunikacija. Štaviše, automatski uređaji za gašenje požara poput fiksnih sistema za gašenje požara mogu značajno smanjiti posljedice požara unutar tunela kontrolisanjem razvoja požara do intervencije hitnih ekipa.

Brojni faktori razlikuju požar u tunelu od požara u konvencionalnoj zgradi. Okruženje za bjekstvo za ljude je teško u tunelu, zbog velikih udaljenosti i vremena evakuacije, potencijala za velika požarna opterećenja i brzo rastućih požara sa intenzivnim stvaranjem dima koji ispunjava cijeli dio tunela, u kombinaciji sa brzim širenjem dima. Požari u tunelima takođe mogu izazvati ekstremno visoke temperature, što ne samo da može dovesti do lomljenja konstrukcije, pa čak i urušavanja, već može i učiniti gašenje požara opasnijim i dugotrajnijim.

Spriječavanje požara je, naravno, prvi prioritet, ali je od suštinskog značaja da se integrišu i odgovarajući sistemi za otkrivanje požara i reagovanje koji će usporiti degradaciju konstrukcije, obezbijediti bezbjednu evakuaciju ljudi, spriječiti širenje požara i olakšati napore u gašenju požara.

U tunelu, otkrivanje incidenta nekoliko sekundi ranije može spasiti živote i značajno smanjiti oštećenje i gubitak infrastrukture. Prepoznavanje požara u razvoj, u ranoj fazi (npr. video detekcijom, sistemima za detekciju dima, linearnim sistemima za detekciju toplote, itd.) je značajan faktor uspjeha u efikasnom ublažavanju incidenata u tunelima. Zaista, dugotrajno zatvaranje oštećenih tunela nakon požara je u prošlosti izazvalo dugoročne ekonomske posljedice i veliki uticaj na druge dijelove transportne mreže. Sprovođenje odgovarajućih mjera za ublažavanje požara stoga može biti od vitalnog značaja čak i sa čisto ekonomske tačke gledišta.

Osim geometrijskog dizajna tunela (dužina, profil, razmak izlaza u slučaju nužde itd.), pokazalo se da su najvažnije mjere za ublažavanje efekata požara stalni nadzor od strane kontrolnog centra, ventilacionog sistema, sistem za nadzor, opremu koja se koristi za zatvaranje tunela i vatrootpornost opreme. Konkretno, adekvatne strategije ventilacije su fundamentalne i one moraju biti ispravno definisane kako bi se moglo upravljati kontrolom dima u različitim mogućim situacijama.

Neposrednim obavještavanjem kontrolnog centra u prvoj fazi razvoja požara i poštovanjem odgovarajućih radnji i uputstava mogu se spriječiti gore situacije. Na ovaj način je moguće ubrzati kako proces evakuacije prema informacijama koje kontrolni centar može da pruži korisnicima, tako i intervenciju hitnih službi, doprinoseći ublažavanju posljedica sudara i požara.

Rezime mjera:

* Geometrijski dizajn tunela i nadzor od strane kontrolnog centra;
* Sistemi za zadržavanje vozila u slučaju sudara i sistemi zaustavljanja vozila ispred i u tunelu;
* Uređaji (automatske) detekcije i verifikacije;
* Sistemi komunikacije učesnika saobraćaja u tunelu (radio, zvučnici itd.);
* Sistemi za gašenje požara;
* Sistemi ventilacije.

***Samo-spasavanje***

Samo-spasavanje opisuje sposobnost ljudi koji su uključeni u incident u tunelu, da se udalje od izvora opasnosti sopstvenom inicijativom i odgovarajućim ponašanjem. Iskustvo iz prošlih incidenata u požarima u tunelima pokazuje, da je dim glavni problem za bezbjednost ljudi u požaru u tunelu. Mogućnost, da se brzo stigne u bezbjednu zonu, koja nije pod uticajem dima, neophodna je za ublažavanje posljedica incidenta. Stoga je princip samospasavanja ključni stub bezbjednosti tunela u slučaju požara u tunelu.

Požar u modernoj zgradi obično će onima u zgradi pružiti razumnu priliku, da pobjegnu u bezbjednu zonu koja se nalazi u neposrednoj blizini područja zahvaćenog požarom. U tunelu, korisnici moraju da pobjegnu do jednog od portala, da bi izašli iz tunela. Za dugačke jednocijevne putne tunele bez izlaza u slučaju nužde na put za evakuaciju nezavisno od zahvaćene tunelske cijevi, bezbjedna zona može biti udaljena nekoliko stotina metara - često nerazuman preduslov za očuvanje principa samospasavanja. Stoga savremene smjernice za tunele uključuju recepte za maksimalnu dozvoljenu udaljenost izlaza u slučaju nužde koji vode do bezbjedne zone, što može biti tunel za evakuaciju, evakuacionalno okno, izlaz na otvoreno ili paralelna druga tunelska cijev. Npr., Aneks I Evropske direktive o minimalnim bezbednosnim zahtjevima definiše maksimalno dozvoljeno rastojanje od 500 m, a neke nacionalne smjernice često definišu strože zahtjeve.

Ozbiljni incidenti koji dovode u pitanje princip samospasavanja su požari koji se brzo razvijaju i uključuju vozila sa velikim požarnim opterećenjem (uglavnom teretna vozila sa zapaljivim opterećenjem) koja su u stanju da proizvedu mnogo dima u kratkom vremenskom periodu. Međutim, požar u malom vozilu može prerasti i u veći požar, npr. učešćem više vozila.

U svakom slučaju, važno je rano i brzo evakuisati. Zbog toga, pored obezbjeđivanja puta za hitne slučajeve do bezbjednog mjesta, potrebne su mjere kako bi se osiguralo, da ljudi brzo reaguju i da se rano evakuišu kroz izlaze za slučaj opasnosti.

Pažljiviji uvid u proces samospasavanja otkriva, da se evakuaciono ponašanje ljudi može podjeliti u nekoliko faza. Na početku je faza predevakuacije, koja obuhvata sve događaje prije početka evakuacije i završava se odlukom o bjekstvu. U narednoj fazi evakuacije možemo razlikovati fazu pre pokreta i fazu kretanja. Tokom faze prije pokreta, korisnik tunela traži informacije i bira rutu za bjekstvom. Faza kretanja uključuje sva ponašanja koje korisnici tunela prikazuju tokom evakuacije dok ne dostignu cilj za bekstvo.

Stoga je važno podržati ovu proceduru pružanjem relevantnih informacija i davanjem jasnih instrukcija ljudima – vizuelno ili akustično.

Dalje, na samospasavanje mogu uticati parametri tunela i saobraćajni uslovi. Npr., postoji bliska veza između samospasavanja i strategija upravljanja dimom.

U tunelima sa dve cijevi koje rade sa jednosmernim saobraćajem i uzdužnom ventilacijom, ventilacija obično podržava širenje dima u smjeru vožnje (početni pravac širenja dima usled protoka vazduha izazvanog saobraćajem). Dim postepeno utiče na prazan dio cijevi ispred incidenta. Ljudi koji su zaglavljeni u saobraćaju iza incidenta mogu da se evakuišu u drugu cijev i na njih obično ne utiče dim. Druga cijev će obično biti zatvorena za saobraćaj i može se smatrati sigurnom zonom za evakuaciju. Između cijevi postoji i siguran prolaz za evakuaciju. U jednosmernim tunelima sa redovnim zagušenjima ili u dvosmjernim tunelima situacija je složenija, jer je vjerovatno da će vozila biti blokirana sa obe strane požara; stoga interakcija između samospasavanja i strategije hitne ventilacije postaje komplikovanija. Međutim, savremeni alati za procjenu rizika su u stanju da detaljno istraže ovaj proces za određene situacije, pružajući tako vrijedne informacije za optimizaciju interakcije između ljudskog ponašanja, procedura i tehničke opreme.

Štaviše, strma ruta evakuacije takođe može uticati na sposobnost samospasavanja, kao i na ponašanje širenja dima. Zbog toga tuneli sa velikim nagibima zahtijevaju posebnu pažnju.

Obrazovanje javnosti je važno u pružanju znanja i vještina za inicijative samospasavanja korisnicima putnih tunela. Informativne kampanje i publicitet koji pružaju operateri ili vlasti u tunelima za puteve mogu pomoći korisnicima tunela da shvate mjere samospasavanja koje treba da preduzmu kada naiđu na hitnu situaciju.

Rezime mjera:

* Mogućnost, da se brzo stigne u bezbjednu zonu, koja nije pod uticajem dima (npr. zbog požara): po mogućstvu van zatvorenog prostora;
* Izlazi u slućaju opasnosti (maksimalna dozvoljena udaljenost < 500 m po Direktivi 2004/54, neke nacionalne smjernice su strože):
  + Direktni izlazi iz tunela u spoljašnji prostor;
  + Poprečni prolazi između tunelskih cijevi;
  + Izlazi na galeriju za slučaj opasnosti;
  + Poprečni izlazi u servisnu cijev;
  + Skloništa sa izlaznim putem na bezbjedan prostor koji je odvojen od tunelske cijevi.
* Faze:
  + pred evakuacija: vizuelne i akustičke informacije,
  + evakuacija: bira puta – signalizacija,
  + bjekstvo: signalizacija i slobodni put/profil za evakuaciju;
* Ruta spašavanja: niveleta i slobodni profil, invalidi;
* Obrazovanje javnosti.

***Mjere reagovanja***

Mjere reagovanja u vanrednim situacijama su grupa mjera koje pokrivaju reakciju upravljača tunela, hitnih službi i drugih organizacija na značajan incident u tunelu koji zahtjeva intervenciju van uobičajenih operativnih procedura. Pošto postoji širok spektar različitih incidenata, potrebne su različite mjere. Npr., jednostavan kvar vozila može zahtjevati zatvaranje trake ili cijele tunelske cijevi. Ovaj primjer pokazuje složenost teme „Mjere bezbjednosti u tunelima“, jer bi se ova mjera reagovanja na incident „kvara“ smatrala i preventivnom mjerom protiv sudara.

Mjere reagovanja u vanrednim situacijama su obično složene jer su u interakciji sa bezbjednosnim procedurama i opremom za bjezbednost tunela, kao i sa ljudskim ponašanjem koje uključuje korisnike tunela, operatere tunela i organizacije za hitne slučajeve. Među mogućim opasnostima koje treba uzeti u obzir u putnim tunelima, požari vozila predstavljaju posebnu zabrinutost jer se mogu javiti prilično često, a posljedice mogu biti teže u zatvorenom prostoru. Stoga je osnovni uslov za svaki tunel, da omogući spasilačke procedure i gašenje požara, čak i ako uslovi mogu biti prilično različiti od slučaja do slučaja.

Dok upravljači prilično dobro poznaju svoje tunele, vatrogasci moraju da obavljaju taktički zahtjevne poslove u manje-više nepoznatoj situaciji, u poređenju sa svakodnevnim izazovima u industriji i zgradama. Za bezbjedne ishode je ključno da vatrogasci imaju osnovnu obuku o taktičkim metodama za prikupljanje informacija, traganje i spasavanje i gašenje požara u tunelima.

Komandi incidenta potrebno je znanje o tunelima i tunelskim požarima uopšte i specifičnostima pojedinog tunela posebno, kao i znanje o taktičkom rasporedu posada. Komanda incidenta treba da donese ispravne odluke u veoma zahtjevnoj situaciji, u smislu pristupa informacijama, efikasne saradnje sa operaterom tunela i interakcije sa složenim okruženjem tunelske infrastrukture i tehničkih bezbjednosnih sistema. Da bi se izborili sa ovim izazovima, važno je uspostaviti bliske radne veze između operatera tunela i lokalnih vatrogasnih organizacija kako bi se razmijenilo znanje o konkretnim tunelima i da bi vatrogasci bili u toku sa svim aspektima važnim za bezbjednost, kao što je npr. promjene u opremi, operativnim procedurama, uslovima saobraćaja itd. Takođe je važno izvršiti procjenu pripremljenosti, planiranje vanrednih situacija i redovnu obuku za svaki tunel, sprovoditi testiranje detekcija incidenata i poznavati strategije za ventilaciju u hitnim slučajevima.

Neki tuneli su ključni dio saobraćajne infrastrukture u regionu ili gradu. Ako je njihova dostupnost narušena, to može imati veliki uticaj na mobilnost čitavog područja. Za takve tunele važno je procijeniti posljedice velikih incidenata - slučajnih ili namjernih - na strukturu i opremu tunela, kao i rizik od rezultujućih dugoročnih zatvaranja tunela i razmotriti kontra mjere koje mogu da minimiziraju vrijeme zatvaranja nakon požara tunela. Sposobnosti reagovanja u vanrednim situacijama često su ključni dio zaštite infrastrukture, ali treba razmotriti i druge mjere aktivne i pasivne zaštite.

Rezime mjera:

* Osnovni uslov za svaki tunel: omogućiti spasilačke procedure i gašenje požara;
* Definisanje interventnih jedinica, blizina jedinica, pristupačnost;
* Intervencijski putevi i površine;
* Poznavanje tunela i sistema upravljanja tunela;
* Detekcija incidenata, upravljanje tunelskih sistema (signalizacija, ventilacija), reakcije jedinica;
* Obuka od strane komande incidenata i svih zainteresovanih strana u intervenciji;
* Procjena pripremljenosti.

***Opasne materije***

Opšte mjere bezbjednosti uobičajno su definisane u regulativi o prevozu opasnih materija (Zakon). I kad govorimo o tunelima imamo pitanje »Dozvoliti ili ne saobraćaj opasnih materija (OM)?«. Dozvoliti ali uz uslove. Svakako treba procjeniti isplativost mjera u pogledu opasnosti od opasnih materija. Fokus mora biti stavljen na efikasnost mjera pošto su troškovi specifični za određeni projekat tunela i ne mogu se procjeniti na opštem nivou.

Neke od mogućih mjera za smanjenje rizika su direktno uzete u obzir u modelu kvantitativne procjene rizika opasnih materija (DG QRAM). Efikasnost svake od ovih mjera, ili svake kombinacije mjera, može se procjeniti pokretanjem modela sa i bez mjere(a) i poređenjem rezultata.

Generalno urađen je veliki broj testova, koji su pokazali, da se ne može donijeti opšti zaključak o efikasnosti mjera jer djelotvornost u velikoj mjeri zavisna od konkretnog slučaja. Procjena efektivnosti bi stoga trebalo da se vrši na osnovu projekta.

Rezime:

* Opasne materije - klase; oznake vozila; signalizacija;
* Transport OM kroz tunel sa ili bez pratnje, detekcija/pratnja ADR (**A**ccord européen relatif au transport international des merchandises **D**angereuses par **R**oute);
* Posebne površine za zaustavljanje vozila koja prevoze opasne materije;

### Bezbjednostni alati

Poslednjih godina razrađeni su različiti alati koji imaju za cilj, da zainteresovanim stranama daju zajednički pogled i razumijevanje o tome kako su bezbjednosne karakteristike tunela u interakciji tunel - okolina. Oni takođe treba da pomognu da se efikasno organizuju odluke i radnje koje su potrebne kako bi se obezbijedio adekvatan i konstantan nivo bezbjednosti tokom životnog vijeka tunela. Ovi alati će biti u stanju da sumiraju trenutni bezbednosni status tunela kako bi podržali odluke upravljanja u vezi sa bezbjednošću tunela.

**Bezbjednosna dokumentacija** će biti ažurirana bezbednosna evidencija tunela, koja pruža pravilan pregled svih aspekata relevantnih za bezbjednost i njihovog trenutnog statusa. **Procjena rizika** se može koristiti za dubinsku analizu i kvantifikaciju ovih aspekata, čime se obezbjeđuju i kvantitativne informacije o efikasnosti specifičnih mjera za smanjenje rizika za pojedinačni tunel. Alati za procjenu rizika se stoga često koriste za podršku donošenju odluka u vezi sa zahtjevima dodatnih bezbjednosnih mjera, kao i za izbor najbolje odgovarajuće kombinacije mjera, što je posebno relevantno za poboljšanje bezbjednosti postojećih tunela - **poboljšana bezbjednost**. Za opasnosti izazvane ispuštanjem opasnih materija dostupni su specifični modeli rizika.

Informacije o trenutnom stanju bezbjednosnih sistema tunela dobijaju se **redovnim i vanrednim inspekcijama tunela**, dok se učenje iz praktičnog iskustva može obezbjediti sistematskim prikupljanjem i evaluacijom podataka o stvarnim incidentima - **evidencija incidenta**. **Vježbe i obuka hitnih službi** poboljšavaju spremnost za incidente koji se nikada ne mogu završiti isključeni preventivnim mjerama.

***Bezbjednosna dokumentacija***

Bezbjednosna dokumentacija je bezbjednosni zapis tunela tokom njegovog životnog vijeka, koji sadrži pregled svih informacija relevantnih za bezbjednost; stoga ga treba sastaviti za svaki tunel počevši od faze projektovanja, pa ih dopuniti u fazi puštanja u rad ili u fazi rada.

U fazi projektovanja bezbjednosna dokumentacija se fokusira na opis tunelske infrastrukture i prognoze saobraćaja, dok u fazi eksploatacije na značaju dobijaju operativni aspekti, kao što su planovi reagovanja u vanrednim situacijama i mjere za transport opasnih materija. Stepen detalja u informacijama se povećava kako se projekat razvija.

Bezbjednosna dokumentacija treba da sadrži „žive” dokumente koji se stalno razvijaju i ažuriraju. Trebalo bi da sadrži detalje o promjenama u infrastrukturi tunela, podatke o saobraćaju, itd., kao i važne nalaze iz operativnog iskustva (tj. analize značajnih incidenata, bezbjednosne vježbe, itd.).

Za bezbjednosnu dokumentaciju zadužen je upravljač tunela, a koristi svima koju ju trebaju u slučaju spasavanja i analize incidenta u tunelu.

***Analiza rizika***

Pored tradicionalnog propisnog pristupa, pristup zasnovan na analizi rizika – nazvan procjena rizika – može se koristiti za rješavanje specifičnih bezbjednosnih karakteristika sistema tunela (uključujući vozila, korisnike, rad, bezbjednosne sisteme, uslove infrastrukture i reagovanje u vanrednim situacijama) i njihov uticaj na bezbjednost.

Na osnovu toga sljedeći postupak može se uzeti za studiju analize rizika za planirane, pa i za postojeće tunele:

* 1. **Analiza specifične opasnosti:**

Analiza specifičnih opasnosti je prvi korak istrage; služi za identifikaciju specifičnih karakteristika koje mogu utiči na bezbjednost analizom ključnih bezbjednosnih parametara tunela i na kvalitativan način opisati njihov uticaj na nivo bezbjednosti. Dakle, relevantno faktori koje treba istražiti u analizi rizika mogu biti identifikovani i sistematsko evaluiarani. Tokom analize specifičnih opasnosti izvršena je opšta - generalna inspekcija tunela a na licu mjesta održani su intervjui sa operaterima u cilju uključivanja praktičnog iskustva u analiza.

Generalni pregled u tunelu obuhvata:

* tunelsku infrastrukturu, koja obuhvata stanje tunelske konstrukcije, uključujući kolovoz, geometriju i profil tunela, saobraćajnu signalizaciju i opremu;
* ventilaciju i protivpožarnu bezbjednost, i posebno
* sisteme upravljanja infrastrukturom, što uključuje elektronske sisteme i sistem osvetljenja.
  1. **Procjena bezbjednosti na osnovu propisanih smjernica:**

Svi tuneli su provjereni na osnovu nacionalne regulative. Specifični aspekti, kao što je ventilacioni sistem, su takođe provjereni na osnovu nacionalnih smjernica i propisa; iz iskustva, ako neka država nema adekvatnih propisa i smjernica onda u većini slučajeva korišćene su strane smjernice za projektovanje tunela.

* 1. **Kvantitativna procjena rizika:**

Ako nešto nije po propisama, traži se rješenje i mjera uz kvantitativnu procjenu rizika; ako nema nekih nacionalno definisanih modela, najviše se koristi austrijski model rizika tunela TuRisMo. Model rizika tunela TuRisMo je integrisan kvantitativni model rizika koji je bio razvijen pod vlašću Ministarstva za saobraćaj, inovacije i tehnologiju Austrije zajedno sa grupom stručnjaka različitih vrsta tehničkih disciplina i objavljena je u okviru austrijskih smjernica RVS (RVS 09.03.11). Procjenu rizika se vrši kao relativno poređenje sa takozvanim "referentnim tunelom". Ovaj princip procjene rizika direktno oslanja se na Direktivu 2004/54. Tunel koji ispunjava sve zahtjeve i uslove propisane Direktivom pa i nacionalnim propisama smatra se dovoljno bezbjednim. Stoga za tunel sličan tunelu koji treba istražiti, što je u svim aspektima u potpunosti u skladu sa zahtjevi i definicije Direktive, definisani su kao referentni tuneli. Procjena se vrši za oba, referentni tunel kao i projektovani ili postojeći tunel. Ako vrijednost rizika od projektnog/postojećeg tunela prelazi vrijednost rizika od referentnog tunela dodatne ili druge mjere bezbjednosti moraju se primijeniti kako bi se smanjio rizik.

* 1. **Kvantitativna analiza rizika za transport opasne materije (OM):**

Za specifičan problem OM-transporta sprovodi se posebna analiza rizika primjenom modela rizika DG-QRAM (Dangerous Goods Quantitative Risk Assessment Model), koji su izradili zajedno PIARC i OECD. DG-QRAM algoritmi, procedure i kompjuterski programi razvijeni su samo za procjenu rizika prevoza opasnih materija u drumskom saobraćaju kroz date rute, posebno u tunelima. Oni su sastavljeni na osnovu znanja i razumijevanja dostupnog na datum inicijalnog razvoja (1998. godina), ali imaju važna ograničenja koja korisnik mora da razumije i razmotri. Softverski paket čini QRA model. Za procjenu širenja/ventilacije dima, evakuacije itd., postoje drugi, prikladniji alati uključujući 1D i 3D dinamičke modele fluida (npr. Fire Dynamics Simulator - FDS i Smokeview - SMV). Shodno tome, korisnici se upozoravaju da, iako se QRA model može koristiti za procjenu rizika od opasnih materija, on ne smije biti jedini alat koji se koristi u procjeni prihvatljivosti projekta za postizanje zahtjevanog globalnog nivoa bezbjednosti tunela. DG-QRAM uzima u obzir učestalosti nezgoda (izvedene iz istorijskih skupova podataka); fizičke posljedice incidenata unutar tunela i duž otvorenih ruta; efekte bjekstva i skloništa; uticaja opasnosti (kao što su toplota i dim) na ljude. Rezultati za različite rute i saobraćaj su izračunati u smislu društvenog rizika. Društveni rizik odražava čitav niz mogućih ishoda svih mogućih scenarija DG incidenta za grupu ljudi. Možda postoji mala šansa da se povrijedi većina ljudi u tunelu/okolini, ili veća šansa da se povrijedi samo nekoliko njih.

Ovaj odnos je ilustrovan 'F/N krivom', gde je F učestalost N ili više smrtnih slučajeva (i/ili povreda). Svaka kriva se takođe može procjeniti u smislu jedne vrijednosti koja predstavlja prosječan broj smrtnih slučajeva godišnje, koja se naziva očekivana vrijednost (EV). F-N krive se mogu izraditi za smrtne slučajeve i/ili povrede, i za učesnike u saobraćaju i/ili lokalno stanovništvo. Takođe se može dobiti razultat za svaku kategoriju ADR: A-E ("Accord for dangerous goods by road": Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road).

* 1. **Planiranje bezbjednosnih mera:**

Ako se procenjeni rizik smatra neprihvatljivim, moraju se predložiti dodatne mjere bezbjednosti. Efikasnost, a takođe i isplativost, dodatnih mjera može se utvrditi korišćenjem analize rizika, da bi se istražio uticaj na učestalost ili posledice različitih scenarija. Planiranje bezbjednosti mora da odgovori na pitanje "Koje mjere su najpogodnije za dobijanje bezbjednog (i isplativog) sistema?"

***Poboljšana bezbjednost***

Kada su tuneli duži od nekoliko stotina metara, potrebna je posebna oprema za poboljšanje bezbjednosti korisnika, kako u normalnim servisnim situacijama, tako i u slučaju incidenta. Da bi se smanjili rizici od nezgoda, ograničile njihove moguće posljedice i obezbijedio adekvatan nivo komfora bezbjednosti za korisnike, može se instalirati širok spektar opreme za upravljanje saobraćajem, otkrivanje incidenata, za komunikaciju sa korisnikom, za pomoć kod evakuacije, za ublažavanje požara i za bolju reakcije hitnih službi.

***Rad i održavanje tunela, redovne i vanredne inspekcije tunela***

Bez efikasnog rada i održavanja nije moguće garantovati bezbjednost korisnika tunela ili prihvatljive troškove tokom njihovog životnog ciklusa. Može se smatrati da su eksploatacione i sanacijske aktivnosti organizovane u tri glavne djelatnosti:

* Svakodnevno upravljanje: obuhvata sve aktivnosti za nadzor saobraćaja i za obezbjeđivanje efikasnog rada sve opreme u normalnim uslovima rada i u slučaju nužde garantuje ispravan rad svih strukturalnih i elektromehaničkih instalacija – samokontrola, tehničko-pregledna služba;
* Obuka osoblja: ovo je obično multidisciplinaran posao, s obzirom da bi se postigao prihvatljiv nivo bezbjednosti u tunelu, ne samo operater mora da interveniše, već i saobraćajna policija, vatrogasne službe i druge hitne službe. Zbog toga je neophodna osnovna obuka, vježbe itd. koje je uobičajno definisana u okviru Plana zaštite i spašavanja u vanrednim situacijama u tunelu, pa i u okvirima Nacionalnog/Regionalnog plana zaštite i spašavanja u vanrednim situacijama.
* Kontinuirano unaprijeđenje bezbjednosti obuhvata sve planove i analize čiji je cilj kontinuirano unaprijeđenje bezbjednosti tunela (planovi za hitne slučajeve, povratne informacije o nesrećama/incidentima, zamjena opreme, itd.). Sprovode se redovni sistematski pregledi stanja infrastrukture, zaštite od požara i sistema upravljanja na 0,5 - 2 godine, ventilatora na 5 godina.
* Efikasan rad i okruženje saradnje između svih onih koji su uključeni u rad tunela i upravljanje vanrednim situacijama jasno pomažu bezbjednosti i udobnosti korisnika i operatera, kako u normalnim uslovima rada, tako i u slučaju incidenta kad se tunel zatvara za saobraćaj. U slučaju značajnih incidenta definiše se grupa provjerivača i specijalizovanih stručnjaka koji izvršavaju provjeru i pripremaju plan mjera za eventualno ponovno korišćenje tunela. Svi takvi incidenti moraju biti evidentirani. U Evropi, Direktiva 2004/54/EC o „Minimalnim bezbjednosnim uslovima u tunelima transevropske putne mreže“ jasno ističe da bezbjednost nije vezana samo za konstruktivne elemente i opremu. U stvari, Direktiva stavlja poseban naglasak na aktivnosti vezane za rad i održavanje. Konstruktivni elementi i tehnička oprema zahtjevaju redovno održavanje, čiji je cilj da obezbjedi bezbjedne uslove vožnje za javnost održavanjem tunela u skladu sa projektovanim bezbjednosnim standardima. Definisati je potrebno opšte preporuke za održavanje tunela. Važno je potvrditi da sprovedene akcije održavanja omogućavaju postizanje unaprijed definisanih ciljeva. Ove provjere imaju oblik tehničkih pregleda, čiji je cilj da se uvjere da sprovedene radnje održavanja omogućavaju, da oprema funkcioniše na zadovoljavajući način i da je učestalost radnji održavanja.

***Evidencija i izvještaji o značajnih incidentima u tunelu***

Prikupljanje i analiza podataka o incidentima su od suštinskog značaja za procjenu rizika tunela i za poboljšanje njegovih bezbjednosnih mjera. Proces je dvostruk, počevši od lokalnog nivoa tunela kako bi se pokrile specifične potrebe, kao što su ulazni podaci za analizu rizika, i proširio se na ispunjavanje zakonskih obaveza kao što je izvještavanje statistike na nacionalnom/međunarodnom nivou. Procjena nezgoda i ostalih značajnih incidenata može pomoći, da se identifikuju specifične opasnosti u tunelu, kao i da se optimizuju operativne procedure i reakcije bezbjednosnih sistema. Kao i analiza za značajne incidente i analiza podataka sa vježbi bezbjednosti može pomoći, da se stekne iskustvo o upravljanju incidentima u realnim okolnostima.

U evidenciji se nalaze i nedostaci kao i mjere koje predlažu inspektori i provjerivači. Za evidenciju i izvještaj o značajnim incidentu zadužen je upravljač tunela.

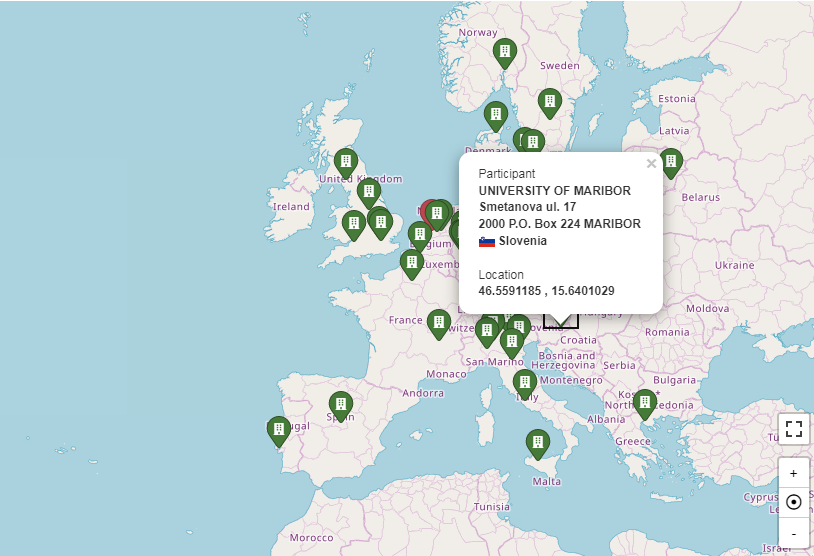
***Vanredne vježbe i obuka hitnih službi***

Službe hitne pomoći koje bi mogle da budu pozvane da intervenišu u putnim tunelima očigledno moraju da imaju opštu obuku neophodnu za pomoć ljudima i borbu protiv požara u bilo kojoj vrsti infrastrukture. A u tunelima ima neki specialnosti pa tako treba da se vježbe i obuka vrše redovno. Vježbe mogu biti organizovane lokalno na nivou pojedinog tunela ali mogi biti organizovane u sklopu regionalnih vježbi zaštite i spasavanja. Svaki tunel duži od 500 m mora imati plan zaštite i spasavanja, a moraju ga primiti sve zainteresovane strane.

## EU projekt UPTUN

Transevropska putna mreža je od izuzetne važnosti u podršci evropskim integracijama i koheziji, kao i obezbjeđenju visokog nivoa blagostanja. Takođe, cilj transevropske putne mreže je da omogući visok nivo bezbjednosti saobraćaja. Sastavni dio te putne mreže su i tuneli, koji zbog svojih specifičnosti mogu predstavljati mjesta povećanog rizika. EK je, nakon nekoliko požara u tunelima na glavnim evropskim pravcima, uočila njihov potencialni rizik i odlučila stvari u najkraćem mogućem vremenu promijeniti. Stoga je 2002. godine raspisala EU projekt sa akronimom UPTUN (UPgrading of the existing TUNnels), a sa punim nazivom Uptun: cost-effective, sustainable and innovative upgrading methods for fire safety in existing tunnels.

U projektu je učestvovalo 37 institucija iz 18 država, među njima i Slovenija, odnosno Univerzitet u Mariboru.



Prikaz institucija, uključenih u projekt UPTUN

Projekt UPTUN imao je za cilj:

1) razvoj i promociju inovativnih, održivih i jeftinih mjera za ograničavanje vjerovatnoće nastanka i posljedica požara u postojećim tunelima i;

2) razvoj i promociju integrisanog postupka ocjenjivanja i nadogradnje, koji uključuje inovativne mjere, za postojeće tunele kako bi se omogućilo vlasnicima, dioničarima, projektantima i timovima za hitne slučajeve da procijene i poboljšaju stepen ljudske i strukturalne bezbjednosti.

Prilikom analize stanja postojećih tunela (građevinskih elemenata, bezbjednostnih uređaja i sistema upravljanja) na glavnim evropskim saobraćajnim pravcima, ustanovljene su ogromne razlike, koje se jednostavno nisu mogle dozvoliti. Zato je EK željela propisati barem minimalne bezbjednosne zahtjeve za tunele u transevropskoj putnoj mreži.

Nedugo nakon završetka projekta, on je ''transformisan'' u Direktivu 2004/54/EK.

## Direktiva 2004/54/EK

U sklopu prethodno navedenog projekta UPTUN ustanovljeno je, između ostalog, da su neki tuneli u Evropi u upotrebi već dugo vremena, odnosno da su izvedeni u vrijeme kad su se tehničke mogućnosti i uslovi prevoza znatno razlikovali od današnjih. Ustanovljeno je i da u različitim državama u tunelima postoje bitno različiti nivoi bezbjednosti, a to je trebalo promijeniti.

Bezbjednost u tunelima zahtijeva više mjera koje se između ostalog odnose na geometriju i konstrukciju tunela, bezbjednosnu opremu, uključujući saobraćajne znakove, na upravljanje saobraćajem, obuku hitnih službi, upravljanje vanrednim događajima, pružanje obavještenja korisnicima o najboljem ponašanju u tunelima i bolju komunikaciju između nadležnih tijela i hitnih službi, kao što su policija, vatrogasci i službe medicinske pomoći.

Cilj ove Direktive bio je osigurati najveći stepen bezbjednosti za korisnike puteva u tunelima na transevropskoj putnoj mreži spriječavanjem kritičnih događaja koja mogu ugroziti ljudski život, okolinu i tunelske instalacije, kao i pružanje zaštite u slučaju nezgoda. Direktiva se obavezno primjenjuje na sve tunele duže od 500 m na transevropskoj putnoj mreži koji su bilo u eksploataciji, u izgradnji ili u fazi planiranja.

Pošto detaljna analiza direktive prevazilazi prostor, namijenjen njenom prikazu, čitalac se upućuje na njeno čitanje u originalu ili prevodu na službenim web stranicama zakonodavstva EU.

### Dokumentacija o bezbjednosti tunela

Aneks II Direktive definiše sadržaj dokumentacije o bezbjednosti tunela i obično zemlje koje usvoje Direktivu to primijenjuju u svojim nacionalnim propisima (npr. Zakon o putevima). Upravljač tunela prikuplja tu dokumentaciju za svaki tunel i redovno je ažurira. Kopiju bezbjednosne dokumentacije ima i lice koje je definisano za praćenje bezbjednosti u tunelima (vidi Zakon o putevima). Bezbjednosna dokumentacija opisuje preventivne i zaštitne mjere neophodne za obezbjeđivanje bezbjednosti korisnika (ne samo učesnika u saobraćaju), uzimajući u obzir osobe sa smanjenom pokretljivošću i invaliditetom, prirodu trase, konfiguraciju objekta, okolinu, prirodu saobraćaja i obim djelovanja službi za hitne slučajeve.

Dokumentacija o bezbjednosti za tunel u **fazi projektovanja** mora posebno da sadrži:

* opis planiranog objekta i pristup njemu, zajedno sa planovima neophodnim za razumijevanje njegovog projekta i očekivanog operativnog uređenja,
* studiju prognoze saobraćaja, koja ukazuje i opravdava očekivane uslove u vezi sa transportom opasnih materija, zajedno sa analizom rizika koja se normalno zahtjeva uz Direktivu ili nacionalnu regulativu,
* istraživanje o specifičnim opasnostima, koja opisuje moguće nezgode koje bi nesumnjivo ugrozile bezbjednost učesnika u saobraćaju u tunelu i koje bi se mogle desiti u fazi eksploatacije, i prirodu i obim njihovih mogućih posljedica; ovo istraživanje mora navesti i obrazložiti mjere za smanjenje vjerovatnoće nezgoda i njihovih posljedica,
* mišljenje o bezbjednosti stručnjaka ili organizacije specijalizovane za ovu oblast, koja može biti inspekcijski (upravni) organ.

Dokumentacija o bezbjednosti za tunel tokom **faze puštanja u rad** mora da sadrži, pored dokumentacije koja se zahtijeva tokom faze projektovanja projekta:

* opis organizacije, ljudskih i materijalnih resursa i uputstva koja je odredio upravljač tunela za obezbjeđivanje rada i održavanja tunela,
* akcioni plan za hitne slučajeve, sačinjen zajedno sa službama za hitne slučajeve, koji uzima u obzir i osobe sa smanjenom pokretljivošću i osobe sa invaliditetom,
* opis kontinuiranog sistema povratnih informacija o iskustvu kroz koji se značajni incidenti i nezgode mogu evidentirati i analizirati.

Pored dokumentacije potrebne tokom faze puštanja u rad, dokumentacija o bezbjednosti **za tunel za tunel u radu** mora da sadrži:

* izvještaj o značajnim incidentima i nezgodama koji su se desili od stupanja na snagu nacionalne regulative (Direktive 2004/54/EZ) i njihovu analizu,
* spisak završenih vježbi bezbjednosti i analiza novih znanja koje su omogućili.

## Direktiva 2019/1936/EK

Direktiva 2019/1936/EK još dodatno zaoštava neke kriterijume iz Direktive 2004/54/EK.

Direktiva 2019/1936/EK navodi da je važno da su dionice puteva, izgrađene na mostovima i dionice puteva koje prolaze kroz tunele, a koje su dio mreže obuhvaćene područjem primjene ove direktive, takođe obuhvaćene ovom direktivom kada je riječ o bezbjednosti puteva, uz izuzetak tunela koji su već obuhvaćeni Direktivom 2004/54/EK, Evropskog parlamenta i Vijeća. To znači da su sada obuhvaćeni i tuneli koji nisu na transevropskim koridorima. Pošto direktiva ništa ne govori o dužini tunela, to znači da ona važi za sve tunele.

Direktiva 2019/1936/EK isto tako navodi da dionice putne mreže koje se nalaze u blizini tunela transevropske putne mreže, obuhvaćene Direktivom 2004/54/EK, imaju posebno visok rizik od nezgoda. Stoga bi se trebali uvesti zajedničke provjere bezbjednosti na tim dionicama puteva u koje su uključeni predstavnici nadležnih tijela za puteve i nadležnih tijela za tunele kako bi se poboljšala bezbjednost putne mreže, obuhvaćene ovom direktivom.

Stoga direktiva eksplicitno zahtijeva: ''Države članice osiguravaju bezbjednost dionica putne mreže koje se dodiruju sa tunelima obuhvaćene Direktivom 2004/54/EZ sprovođenjem zajedničkih provjera bezbjednosti na putevima u koje su uključeni nadležni subjekti uključeni u sprovođenje ove direktive i Direktive 2004/54/EK. Zajedničke provjere bezbjednosti moraju biti dovoljno česte kako bi se obezbjedili primjereni nivoi bezbjednosti, no u svakom se slučaju sprovode barem svakih šest godina.”

S obzirom na prije navedeno, dopunjeni su i prilozi direktive.

## Ključne reference

[https://www.dw.com/en/guilty-verdicts-in mont-blanc-tunnel-fire-trial/a-1661569](https://www.dw.com/en/guilty-verdicts-in-mont-blanc-tunnel-fire-trial/a-1661569)

<https://www.dw.com/en/the-security-features-of-the-mont-blanc-tunnel/a-18591388>

<https://www.chamonix.net/english/news/2009-03-23.htm>

<https://www.dnevnik.si/122511>

<https://www.sta.si/398341/pozar-pod-mont-blancom-morda-terjal-40-zivljenj>

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0096&from=EN>

<https://www.tmleuven.be/en/project/roadinfrastructuresafetymngt>

<https://cordis.europa.eu/project/id/G1RD-CT-2002-00766>

<https://www.paragraf.me/propisi-crnegore/zakon-o-putevima.html>

<https://tunnelsmanual.piarc.org/en>

# REVIZIJA BEZBJEDNOSTI SAOBRAĆAJA U NOVOPREDVIĐENIM I NADOGRAĐENIM POSTOJEĆIM TUNELIMA

## Šta je revizija bezbjednosti saobraćaja u tunelima?

Revizija bezbjednosti (RSA) novopredviđenih tunela je sistematska, profesionalna, multidisciplinarna, nezavisna, formalna, sveobuhvatna, detaljna analiza projektne dokumentacije tunela i dionice puta ispred tunela, čiji je cilj da se identifikuju i otklone eventualni nedostaci ili greške koje mogu dovesti do nastanka saobraćajnih nezgoda ili povećanja posljedica saobraćajnih nezgoda. RSA za projekte nadograđenja postojećih tunela treba uzeti u obzir kada se planira nadogradnja tunela koju predviđa RSI (vidi poglavje 3 PROVJERA BEZBJEDNOSTI SAOBRAĆAJA U POSTOJEĆIM TUNELIMA), u principu na isti način kao i za nove tunele. Inače tuneli koji su već u eksploataciji moraju biti ocijenjeni od strane organa uprave da li su u skladu sa zahtjevima regulative uz posebno razmatranje bezbjednosne dokumentacije.

RSA tunela nudi preporuke sa ciljem poboljšanja pojedinih elemenata projekta tunela i dionice puta ispred tunela i samim tim smanjivanje rizika od nastanka saobraćajnih nezgoda, odnosno smanjenja posljedica nastalih saobraćajnih nezgoda.

RSA se u pravilu sprovodi na svim projektima novih puteva, sukladno direktivama 2004/54 i 2008/96, i obuhvata sve faze projektovanja puteva, neposredno prije otvaranja puta, a najkasnije tri do šest mjeseci nakon puštanja puta u eksploataciju. Sve to važi i za novopredviđene tunele. Slično, RSA se implementira za nadogradnju tunela. Ovdje imamo faze projektovanja, koje mogu uključiti i dodatne preglede i istraživanja infrastrukturnih elemenata tunela, dogradnju i puštanje u saobraćaj nadograđenog tunela.

## Ciljevi sprovođenja RSA tunela?

Osnovni cilj sprovođenja RSA tunela je prepoznati i precizno definisati elemente tunela i dionice puta ispred tunela, koji bi mogli negativno uticati na bezbjednost saobraćaja na posmatranoj dionici ili na preostaloj putnoj mreži.

Glavni cilj se postiže kroz specifične ciljeve, uključujući sljedeće:

* svođenje rizika od nastanka saobraćajnih nezgoda na minimum,
* smanjenje težina posljedica saobraćajnih nezgoda koje su se eventualno desile,
* smanjenje mogućnosti za povećanje rizika od saobraćajnih nezgoda na nekom drugom dijelu putne mreže (sprječavanje „migracije saobraćajnih nezgoda“) na koji utiču nova rješenja, projektovana na način da modifikuju saobraćajni protok, obim ili strukturu saobraćaja.

## Zašto trebamo RSA tunela?

RSA tunela i dionica puteva ispred tunela je potrebna kako bi se eliminisale potencijalne opasnosti (lokacije, elementi opreme puta i saobraćajne situacije) tunela i dionica puteva ispred tunela već tokom projektovanja (faze RSA1 i RSA2) ili početne upotrebe novog tunela i dionice puta ispred tunela (faza RSA3) i na taj način smanjila mogućnost nastanka nezgoda na minimum, smanjila ozbiljnost posljedica saobraćajnih nezgoda koje će se eventualno desiti, te smanjila mogućnost da projektantsko rješenje prouzrokuje povećanje rizika od saobraćajnih nezgoda na nekom drugom dijelu putne mreže, na koji utiče novi tunel i dionica puta ispred njega.

## Koje su koristi od RSA tunela?

RSA je u svojoj suštini proaktivna procedura koja eliminiše ili smanjuje rizik od saobraćajnih nezgoda prije nego što se dogode. S druge strane, RSA eliminiše ili smanjuje skupe intervencije na putnoj infrastrukturi nakon puštanja u eksploataciju. Zato je RSA mjera sa vrlo dobrim odnosom troškova i koristi. U nekim slučajevima, revizije bezbjednosti na putevima predlažu mjere koje pomažu značajnom smanjenju troškova izgradnje putne infrastrukture, poboljšanjem bezbjednosti na putnoj mreži itd.

RSA svih elemenata putne mreže:

* omogućava visoko efikasne i finansijski prihvatljive mjere za poboljšanje bezbjednosti na putevima, pogotovo ako se implementiraju u ranim fazama projektovanja,
* smanjuje broj saobraćajnih nezgoda,
* smanjuje težinu posljedica saobraćajnih nezgoda,
* povećava usklađenost dizajna sa zahtjevima bezbjednosti na putu,
* poboljšava procedure projektovanja i izgradnje puteva,
* omogućava organizovanu i svrsishodnu razmjenu znanja i iskustava iz oblasti bezbjednosti saobraćaja,
* nudi dugoročnu podršku za optimalnu uštedu finansijskih sredstava, smanjenjem broja žrtava na putevima.

Postoji nekoliko razloga zašto je implementacija RSA efikasnija od RSI:

* revizija bezbjednosti elemenata putne infrastrukture (otvorenih dionica puteva, raskrsnica, čvorova, pratećih objekta ... ali i tunela) se u svoje prve dvije faze sprovodi dok je projekat još "na papiru", a troškovi revizije su daleko manji od ušteda od implementacije preporuka revizije (izmjena se vrši u projektu, a ne u stvarnom životu!). Sprovođenje revizije u ranim fazama (faze 1 i 2) eliminiše ili smanjuje moguće skupe intervencije na elementima putne infrastrukture nakon puštanja u eksploataciju (''Bolje spriječiti nego liječiti!'')
* revizija bezbjednosti elemenata putne infrastrukture se vrši u fazi 3 (netom prije otvaranja) dok element putne infrastrukture još nije pušten u eksploataciju, što znači da još nije došlo do saobraćajnih nezgoda niti materijalnih šteta,
* revizija bezbjednosti se sprovodi u svojoj 4. fazi u početnoj fazi eksploatacije elemenata putne infrastrukture, kada se veći broj saobraćajnih nezgoda još nije mogao desiti.

## Faze sprovođenja RSA novopredviđenih i za nadgrađenje predviđenih tunela

RSA svih elemenata putne infrastrukture (znači i tunela) se sprovodi u svim fazama izrade projektne dokumentacije, neposredno prije puštanja u eksploataciju i u početnom periodu eksploatacije.

RSA se sprovodi na dva nivoa, tj. prije izgradnje (Faze 1 i 2) i nakon izgradnje (Faze 3 i 4). U fazama prije izgradnje, RSA može imati najveći uticaj na modifikacije projektnih rješenja i na taj način može poboljšati bezbjednost puta/tunela jer revizori revidiraju projekat i prije nego što su građevinski radovi počeli. Potrebno je izvršiti reviziju prije izgradnje za svaki projekat koji može promijeniti međusobne odnose između različitih učesnika u saobraćaju i/ili između učesnika u saobraćaju i puta odnosno putnog okruženja.

Za polaznike ovog kursa je dovoljno da znaju da se revizija bezbjednosti radi u četiri faze (idejni projekat, glavni projekat, neposredno prije početka eksploatacije i u početnom periodu eksploatacije puta), a malo više pažnje ćemo posvetiti fazama 3 i 4. (Tabela 2.1).

Faze 1 i 2 odnose se na poštovanje propisa i dokumentaciju koju za upravnika tunela pripremaju projektanti ili drugi nezavisni izvođači (na primjer, analiza rizika). Za razliku od otvorenih puteva, dokumentacija prije izgradnje tunela sadrži i bezbjednosnu dokumentaciju, koja je posvećena analizi rizika na osnovu saobraćajne prognoze. Sadržaj ove dokumentacije je specifičan i naveden u poglavlju 1.4.1 Dokumentacija o bezbjednosti tunela. S obzirom na ovo, moguće je da se o određenoj grupi infrastrukturnih ili upravljačkih mjera govori samo u fazama 3 i 4, ili da se usaglašava određena dokumentacija, npr. u fazi 2 ako je postojala nedoumica u fazi 1.

Tabela 2.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Faza** | **Nivo** | **Aktivnosti** |
| 3 | Neposredno prije početka eksploatacije | U ovoj fazi se prvi put vidi kako je projekat implementiran u realnom okruženju.  Po pravilu su građevinski radnici u ovoj fazi još uvijek na gradilištu, završavaju se završni radovi, a element putne infrastrukture još nije u funkciji. Realizacija (izgradnja) projekta je završena i element putne infrastrukture je spreman za puštanje u eksploataciju.  U ovoj fazi RSA potrebno je provjeriti da li je izgradnja elementa putne infrastrukture izvedena u skladu sa projektom i da tokom izgradnje nije došlo do nekih nedostataka koji bi mogli uticati na bezbjednost saobraćaja. Posebnu pažnju treba obratiti na sve promjene koje su se dešavale tokom izgradnje.  Svrha RSA u ovoj fazi je da se procijeni bezbjednost onih elemenata putne infrastrukture koji nisu bili vidljivi ili navedeni u idejnom i glavnom projektu, da se procijeni da li su potrebe svih učesnika u saobraćaju u dovoljnoj mjeri zadovoljene sa stanovišta bezbjednosti saobraćaja. Revizor se mora postaviti u ulogu svih očekivanih učesnika u saobraćaju i provjeriti kako će ti učesnici razumjeti projektna rješenja. |
| 4 | Početni period eksploatacije | Ova faza revizije vrši se ubrzo nakon puštanja elementa putne infrastrukture u eksploataciju (obično u roku od 3 do 6 mjeseci).  Revizori vrše terenski pregled u različitim vremenskim periodima (dan i noć) kako bi provjerili da li je obezbijeđena bezbjednost svih učesnika u saobraćaju u različitim uslovima vidljivosti.  Revizori provjeravaju da li učesnici u saobraćaju koriste element putne infrastrukture u skladu s onim, kako je bilo predviđeno projektom.  Budući da je cilj revizije bezbjednosti prevencija saobraćajnih nezgoda, i prije nego što se dogode, reviziju treba izvršiti najkasnije u prvih šest mjeseci nakon puštanja elementa putne infrastrukture u eksploataciju. |

## Sadržaj RSA izvještaja za tunel

Na ovom mjestu prvo je potrebno naglasiti da se sadržaj izvještaja razlikuje od države do države, iako je većina poglavlja u sadržajima jednaka.

Rezultat postupka RSA je zvanični izvještaj koji definiše moguće greške i nedostatke sa stanovišta bezbjednosti saobraćaja i preporuke za otklanjanje tih grešaka ili preporuke za smanjenje uticaja ovih grešaka i nedostataka na bezbjednost saobraćaja.

Izvještaj RSA tunela u pravilu je jednak izvještaju za ''otvorene dionice puta''.

Direktiva EC 2004/54/EZ, a u nekim zemljama nacionalni Zakon o putevima ili Pravilnik o minimalnim bezbjednosnim uslovima koje moraju da ispunjavaju tuneli definišu dokumentaciju o bezbjednosti tunela za tunel koji se projektuje i gradi ili nadgrađuje. Svaki tunel mora imati svog upravljača tunela, koji posjeduje tu dokumentaciju. Kod novih tunela, ako ga nema, treba ga imenovati. Za potrebe praćenja bezbjednosti tunela, mora (tuneli duži od 500 m) ili moguće da bude imenovan i službenik za bezbjednost t.z. lice odgovorno za bezbjednost u tunelu uz saglasnost npr. Ministarstva, koji učestvuje u utvrđivanju bezbjednosnih šema i specifikacija objekata, opreme i aktivnosti u funkciji tunela, za nove tunele, kao i za tunele koji se rekonstruišu. Pored organa uprave to isto lice će preuzeti dokumentaciju o bezbjednosti tunela. Moramo razumjeti, da se tokom eksploatacije dokumentacija o bezbjednosti tunela ažurira. Izveštaj tunelske RSA sertifikovanog revizora u različitim fazama može se tretirati kao mišljenje stručnjaka o bezbjednosti tunela, koje je deo dokumentacije o bezbjednosti (vidi poglavlje 1.4.1 Dokumentacija o bezbjednosti tunela).

U tabeli 2.2 prikazan je rezime infrastrukturnih mjera za obezbjeđenje bezbjednosti saobraćaju u tunelu, koje su u fundamentu definisane Direktivom 2004/54/EC, a koje su predmet RSA tunela.

Sadržaj izvještaja RSA detaljno je obrazložen u Prilogu II Direktive 2008/96, njenoj dopuni u Prilogu II Direktive 2019/1936, te u Pravilniku o načinu ocjene uticaja državnih puteva na bezbjednost saobraćaja, reviziji i provjeri bezbjednosti državnog puta („Službeni list CG“, br. 122/2021, od 24.11.2021.), član 9.

Tabela 2.2: Rezime mjera, koje se odnose na obezbjeđivanje bezbjednosti u putnim tunelima u skladu sa Direktivom 2004/54/EZ

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| PREGLED MINIMALNIH ZAHTJEVA 1/2 | | Saobraćaj < 2.000 po saobraćajnoj traci [voz/dan] | | Saobraćaj > 2.000 po saobraćajnoj traci [voz/dan] | | | Dodatni uslovi za obavezno izvođenje ili primjedbe |
| Od 500 m do 1.000 m | Iznad 1.000 m | Od 500 m do 1.000 m | Od 1.000 m do 3.000 m | Iznad 3.000 m |  |
| Infrastrukturne mjere | 2 cijevi ili više | I | I | I | I | I | Obavezno, ako 15-godišnja prognoza pokaže, da će saobraćaj biti > 10.000 vozila po saobraćajnoj traci. |
| Uzdužni nagib < 5 % | I | I | I | I |  | Obavezno, osim ako geografski nije moguće. |
| Pješačke staze za slučajeve opasnosti | I | I | I | I | I | Obavezno, ako nema zaustavne trake, osim ako konstrukcione karakteristike tunela to ne omogućavaju ili omogućavaju uz nesrazmjerne troškove i ako je tunel jednosmjeran i opremljen sa stalnim nadzorom i sistemom za zatvaranje saobraćajne trake.  U postojećim tunelima gdje nema ni zaustavne trake, ni pješačkih staza za slučaj opasnosti, se usvajaju dodatne / ojačane mjere. |
| Izlazi za slučaj opasnosti barem na svakih 500 m | N | N | I | I | I | Postavljanje izlaza za slučaj opasnosti se za postojeće tunele procjenjuje za svaki slučaj odvojeno. |
| Poprečne veze pogodne za prolazak vozila hitnih službi i evakuaciju korisnika tunela barem na svakih 1.500 m | N | N/O | N | N/O | O | Obavezno u dvocjevnim tunelima, dužim od 1.500 m. |
| Prelazak razdjelne trake ispred svakog ulaza | O | O | O | O | O | Obavezno van dvocijevnih tunela ili tunela sa više cijevi, ako je geografski moguće. |
| Zaustavne površine barem na svakih 1.000 m | N | N | N | N/O | N/O | Obavezno u novim dvosmjernim tunelima > 1.500 m bez zaustavne trake. U postojećim dvosmjernim tunelima > 1.500 m: zavisi od analize rizika. Kod novih tunela zavisi od dodatne korisne širine tunela. |
| Odvođenje zapaljivih i toksičnih tečnosti | I | I | I | I | I | Obavezno tamo gde je dozvoljen prevoz opasnih materija. |
| Otpornost tunelske konstrukcije na požar | O | O | O | O | O | Obavezno tamo gde lokalni kolaps može imati katastrofalne posljedice. |
| Rasvjeta | Normalna rasvjeta | O | O | O | O | O |  |
| Sigurnosna rasvjeta | O | O | O | O | O |  |
| Osvjetljenje za evakuaciju | O | O | O | O | O |  |
| Ventilacija | Mehanička ventilacija | N | N | N | O | O |  |
| Posebne odredbe za (polu-) poprečnu ventilaciju | N | N | N | N | O | Obavezno za dvosmjerne tunele sa upravljačkim centrom. |
| Stanice za slučaj opasnosti | Barem na svakih 150 m | I | I | I | I | I | Opremljeni sa telefonom I 2 vatrogasna aparata. U postojećim najviše 250 m. |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| PREGLED MINIMALNIH ZAHTJEVA 2/2 | | Saobraćaj < 2.000 po saobraćajnoj traci [voz/dan] | | Saobraćaj > 2.000 po saobraćajnoj traci [voz/dan] | | | Dodatni uslovi za obavezno izvođenje ili primjedbe |
| Od 500 m do 1.000 m | Iznad 1.000 m | Od 500 m do 1.000 m | Od 1.000 m do 3.000 m | Iznad 3.000 m |  |
| Snabdijevanje vodom | Hidranti barem na svakih 250 m | O | O | O | O | O | Ako nije na raspolaganju, potrebno je obezbijediti dovoljno vode na drugi način. |
| Saobraćajni znakovi |  | O | O | O | O | O | Za sve bezbjednosne objekte obezbjeđene za korisnike tunela |
| Upravljački centar |  | N | N | N | N | O | Jedan upravljački centar može da obavlja nadzor nad više tunela |
| Sistem nadzora | Video | N | N | N | N | O | Obavezno, gde postoji upravljački centar. |
| Automatsko otkrivanje opasnosti na putu i/ili požara | O | O | O | O | O | U tunelima sa upravljačkim centrom je obavezan barem jedan od dva sistema. |
| Oprema za zatvaranje tunela | Svjetlosni saobraćajni znakovi ispred ulaza | N | O | N | O | O |  |
| Svjetlosni saobraćajni znakovi barem na svakih 1.000 m | N | N | N | N | Z | Preporučeno, ako postoji upravljački centar i ako dužina prelazi 3.000 m. |
| Komunika-cioni sistemi | Dvosmjerna radio-komunikacija za službe za hitne intervencije | N | N | N | O | O |  |
| Radio obaveštenja prilikom vanrednog događaja za korisnike tunela | O | O | O | O | O | Obavezno, gde postoji radio emitovanje za korisnike tunela i gdje postoji upravljački centar. |
| Zvučnici u skloništima i na izlazima | O | O | O | O | O | Obavezno, ako korisnici, koji se povlače moraju da čekaju, pre nego što mogu da izađu napolje. |
| Vanredno snabdijevanje električnom energijom | | O | O | O | O | O | Za obezbjeđivanje djelovanja neophodne bezbjednostne opreme barem u toku povlačenja korisnika iz tunela i zatvaranje tunel. |
| Otpornost opreme na požar | | O | O | O | O | O | Cilj predstavlja održavanje potrebnih bezbjednosnih funkcija. |

Legenda:

O - U skladu sa direktivom 2004/54/EZ obavezno.

I - U skladu sa direktivom 2004/54/EZ obavezno sa izuzecima. P - U skladu sa direktivom 2004/54/EZ preporučljivo.

N - U skladu sa direktivom 2004/54/EZ neobavezno.

### Pristup reviziji RSA, mišljenju i ocjeni o bezbjednosti u putnih tunelima

Za bezbjednost saobraćaja u tunelima na državnom putu koji pripadaju transevropskoj putnoj mreži i ispunjavanje minimalno-bezbjednosnih uslova za tunele odgovoran je organ uprave odnosno upravljač puta/tunela. Upravljač tunela dužan je da, za tunel kojim upravlja, odredi lice odgovorno za bezbjednost u tunelu uz saglasnost Ministarstva, radi sprovođenja preventivnih i zaštitnih mjera kojima se obezbjeđuje bezbjednost učesnika u saobraćaju i zaposlenih u tunelu. Lice odgovorno za bezbjednost u tunelu obavlja poslove kojima se obezbjeđuje primjena propisa o bezbjednosti tunela. Lice odgovorno za bezbjednost u tunelu mora biti nezavisno od upravljača tunela i ne smije postupati po nalozima upravljača tunela u vezi sa poslovima koje vrši, a može biti zaposleno kod upravljača tunela ili hitnim službama tunela.

Reviziju bezbjednosti na putevima – RSA tuneli izvodi sertifikovani revizor za bezbjednost puteva. U svakom slučaju, nezavisnog revizora treba imenovati. To može učiniti Upravljač tunela. Imenovanom revizoru može se pridružiti članova tima koji pokrivaju različite teme vezane za bezbjednost i tumačenje analize rizika za slučaj nezgode, požara i incidenata opasnih materija. Upravljač tunela dužan je da sačini analizu rizika koji utiču na bezbjednost, karakteristike i vrstu saobraćaja, dužinu i geometriju tunela sa prognozom broja prolazaka teretnih vozila dnevno. Izradu analize normalno vrši pravno lice koje je nezavisno od upravljača tunela. Normalno to nije revizor bezbjednosti tunela.

Uz reviziju bezbjednosti na putevima – RSA tuneli predviđaju sljedeće tačke:

1. Prijem dokumentacije i obilazak terena (za primjer sanacije tunela): uključujući prijedlog dokumentacije o bezbjednosti (vidi poglavje 1.4.1 Dokumentacija o bezbjednosti tunela). Uz obilazak terena treba uzeti u obzir kontrolnu listu - podsetnik za inspekciju (može to da je i RSI ili provjera poštovanja propisa).
2. Uvid u projektnu dokumentaciju, studije, bezbjednosnu dokumentaciju pa i obilazak terena potrebna je identifikacija osnovnih tunelskih karakteristika, parametara i situacije koje utiču na rizik – mjere bezbjednosti infrastrukture i opreme (strukturne i tehničke mjere) :
   1. infrastrukturne karakteristike: broj tunelskih cevi i saobraćajnih traka, geometrija tunela, staze i izlazi za slučaj opasnosti, pristup za hitne službe, zaustavne površine, odvođenje tečnosti, otpornost tunelske građevinske konstrukcije na požar;
   2. osvjetljenje tunela;
   3. ventilacija i kontrola kvaliteta vazduha;
   4. stanice za slučaj opasnosti;
   5. snabdijevanje vodom;
   6. saobraćajna signalizacija u tunelu;
   7. upravljački centar i/ili sistem nadzora;
   8. oprema za zatvaranje tunela;
   9. komunikacioni sistem;
   10. snabdijevanje električnom energijom u slučajevima opasnosti;
   11. otpornost opreme na požar.
3. Uvid dokumentaciju potrebna je i identifikacija mjera koje se odnose na korišćenje tunela:
   1. način rada tunela (različite situacije),
   2. plan hitnih intervencija,
   3. radovi u tunelu,
   4. postupanje u slučaju opasnosti u tunelu,
   5. aktivnosti upravljačkog centra,
   6. zatvaranje tunela i alternativni putni pravci,
   7. transport opasne materije,
   8. preticanje teških teretnih vozila u tunelu,
   9. bezbjedno rastojanje između vozila.
4. Sprovodi se analiza infrastrukturnih mjera, pa i mjera koje se odnose na rad i koriščenje tunela uz upotrebu kontrolnih tabela (vidi primjer Prilog II – fajl CG-RSAtuneli-prilozi-PrimjerKontrolneTabele.docx). Osnova za kreiranje ovakve liste je tabela iz Direktive EC 2004/54/EZ (Tabela 2.2); ocjena mjera bezbjednosti zasnovana je na sljedećim osnovnim parametrima:
   1. dužina tunela;broj tunelskih cijevi; geometrija poprečnog presjeka;
   2. broj saobraćajnih traka; širina saobraćajne trake; brzina kretanja vozila;
   3. usaglašavanje vertikalnih i horizontalnih elemenata puta i putnih objekata sa elementima tunela;
   4. vrsta konstrukcije (tunelske i kolovozne) i površinske karakteristike kolovozne konstrukcije;
   5. jednosmjerni ili dvosmjerni saobraćaj; saobraćajno opterećenje po tunelskoj cijevi (uključujući i vremensku raspodjelu); rizik od zagušenja saobraćaja (dnevni ili sezonski);
   6. procenat učešća teških teretnih motornih vozila u ukupnom saobraćaju u tunelu (izražen u procentima); procentualno učešće vozila koja prevoze opasne materije i vrsta opasnih materija;
   7. vrijeme odziva hitnih službi;
   8. građevinske i saobraćajne karakteristike pristupnih puteva;
   9. terensko okruženje i meteorološki uslovi.
5. Priprema privremenog izvještaja:
   1. Trasa i geometrija tunela;
   2. Saobraćajna prognoza - činjenice;
   3. Upravljanje saobraćajem/tunelom i rješavanje incidenata u tunelu – činjenice;
   4. Dokumentacija o bezbjednosti – činjenice;
   5. Ocjena bezbjednosti (uz tabelu: „više nego što je potrebno“, „minimum“, „nedostaci“);
   6. Mišljenje o bezbjednosti – „generalno pozitivno“, „uz uslove“ (npr. sa pravilnim upravljanjem tunelom), „privremeno negativno“;
   7. Nedostaci, sugestije i preporuke (potrebne dodatne analize rizika).
6. Komunikacija „revizor-projektant-upravljač tunela/puta-lice odgovorno za bezbjednost tunela“ za koordinaciju nedostataka i odstupanje od propisa pa i za mogućnost tumačenja rješenja;
7. Konačni izvještaj – dodatno uz privremeni izvještaj:
   1. Mišljenje o odgovorima projektanta i upravljača tunela pa i drugih učesnika pripreme dokumentacije o bezbjednosti;
   2. Preporuke za naredne faze projekta;
   3. Izjava u skladu sa odredbama (Direktive 2008/96, 2004/54, ostalih propisa).

## Ključne reference

Direktiva 2004/54/EK, Prilog I, II i III

https://tunnelsmanual.piarc.org/en

<https://tunnels.piarc.org/en> Strategy and General Design, Renovation – Upgrading of existing Tunnels

Zakon o putevima ("Službeni list CG", br. 82/2020, od 31.3.2021)

Pravilnik o minimalno-bezbjednosnim uslovima koje treba da ispunjavaju tuneli („Službeni list CG“, br. 109/2021, od 15.10.2021).

# PROVJERA BEZBJEDNOSTI SAOBRAĆAJA U POSTOJEĆIM TUNELIMA

## Šta je provjera bezbjednosti saobraćaja u postojećim tunelima?

Provjera bezbjednosti saobraćaja u postojećim tunelima ne razlikuje se bitno od provjere bezbjednosti saobraćaja na otvorenim dionicama puteva. Radi se o sistemskoj, profesionalnoj, multidisciplinarnoj, nezavisnoj, sveobuhvatnoj i detaljnoj analizi postojećeg stanja, čiji je cilj da se identifikuju i otklone eventualni nedostaci ili greške koje mogu dovesti do nastanka saobraćajnih nezgoda ili povećanja posljedica saobraćajnih nezgoda.

## Ciljevi sprovođenja provjere bezbjednosti saobraćaja u postojećim tunelima

Osnovni cilj sprovođenja provjere bezbjednosti saobraćaja u postojećim tunelima je prepoznati i precizno definisati eventualne nedostatke koji mogu negativno uticati na bezbjednost saobraćaja na i tunelu i na posmatranoj dionici puta ispred tunela.

Glavni cilj se postiže kroz specifične ciljeve, uključujući sljedeće:

* svođenje rizika od nastanka saobraćajnih nezgoda na minimum,
* smanjenje težina posljedica saobraćajnih nezgoda koje bi se mogle eventualno desiti.

## Zašto trebamo provjeru bezbjednosti saobraćaja u postojećim tunelima?

Provjera bezbjednosti saobraćaja u postojećim tunelima i dionici puta ispred tunela je proaktivna aktivnost, koja se izvodi zbog spriječavanja mogućnosti nastanka saobraćajnih nezgoda i smanjenja težina njihovih posljedica.

Provjeru bezbjednosti saobraćaja u postojećim tunelima za države članice EU nalažu i Direktive 2004/54 i 2019/1936.

## Koje su koristi od provjere bezbjednosti saobraćaja u postojećim tunelima?

Provjera bezbjednosti saobraćaja u postojećim tunelima je proaktivna djelatnost koja eliminiše ili smanjuje rizik od saobraćajnih nezgoda prije nego što se dogode. Zato je provjera bezbjednosti saobraćaja u postojećim tunelima mjera sa vrlo dobrim odnosom troškova i koristi.

## Ko izvodi provjeru bezbjednosti saobraćaja u postojećim tunelima

U mnogim zemljama provjeru bezbjednosti saobraćaja u postojećim tunelima i na dionici puta ispred tunela izvode zajedno lice odgovorno za bezbjednost u tunelu i provjerivač bezbjednosti puteva. To zahtijeva i Direktiva 2019/1936 u novom stavku 3 člana 6:

''Države članice osiguravaju bezbjednost dionica putne mreže koje se dotiču s putnim tunelima obuhvaćene Direktivom 2004/54/EZ provođenjem zajedničkih provjera bezbjednosti na putevima u koje su uključeni nadležni subjekti uključeni u provedbu ove Direktive i Direktive 2004/54/EK. Zajedničke provjere bezbjednosti puteva moraju biti dovoljno česti kako bi se osigurali odgovarajući nivoi bezbjednosti, no u svakom se slučaju provode barem svakih šest godina;”

Neke države išle su i korak dalje. Npr. U Nizozemskoj, Hrvatskoj i Sloveniji sertifikovani provjerivač uz prisustvo lica zaduženog za bezbjednost tunela zajedno rade provjeru bezbjednosti saobraćaja. Takva odluka prihvaćena je zbog toga jer je lice zaduženo za bezbjednost tunela u pravilu stručnjak s područja mašinstva i ne poznaje dovoljno zahtjeve u pogledu saobraćajne signalizacije (stalne i promjenjive), koeficienta prionjivosti, retroreflektivnoti horizontalnih oznaka..., a koje su u domeni inženjera građevinarstva i saobraćaja.

Svako od njih radi svoj odvojen izvještaj, nakon toga se izvještaji međusobno usklađuju. Oba izvještaja šalju se upravljaču puta i nadležnom ministarstvu.

S obzirom na to da u Crnoj Gori zakonom trenutno nije jasno precizirano, instrukcije MKI su da provjeru bezbjednosti saobraćaja u tunelima vrši sertifikovani provjerivač uz prisustvo lica zaduženog za bezbjednost tunela.

## Sadržaj izvještaja o provjeri bezbjednosti saobraćaja u postojećim tunelima

Rezultat sprovedenog postupka provjere bezbjednosti saobraćaja u postojećim tunelima je zvanični izvještaj.

U zvaničnom izvještaju definisani su mogući nedostaci i greške sa stanovišta bezbjednosti saobraćaja i preporuke za otklanjanje tih grešaka ili preporuke za smanjenje uticaja ovih grešaka i nedostataka na bezbjednost saobraćaja.

Sadržaj zvaničnog izvještaja o provjeri bezbjednosti saobraćaja za dionicu puta ispred tunela, sam tunel i dionicu puta nakon tunela, ne razlikuje se bitno od zvaničnog izvještaja o provjeri bezbjednosti saobraćaja za otvorenu dionicu puta.

Obuhvatiti mora najmanje logički upotrijebljene dijelove, definisane članom 15. i prilogom 3 Pravilnika o načinu ocjene uticaja državnih puteva na bezbjednost saobraćaja, reviziji i provjeri bezbjednosti državnog puta („Službeni list CG“, br. 122/2021, od 24.11.2021), a može sadržavati i logički upotrijebljene dijelove iz Priloga II i IIa Direktive 2019/1936.

Isto tako, poželjno je da izvještaj sadrži i odgovore na određena pitanja, navedene u podsjetniku, koji se nalazi na kraju ovog dokumenta.

Poželjno je da se izvještaj sastoji od sljedećih dijelova:

* uvodna objašnjenja – predmet provjere,
* identifikovani nedostaci i preporuke,
* izjava revizora,
* prilozi.

Sadržaj izvještaja provjere bezbjednosti saobraćaja za tunele, ne razlikuje se bitno od sadržaja provjere bezbjednosti saobraćaja za ostale elemente putne infrastrukture. Glavna razlika je jedino u tome da se prilikom provjere bezbjednosti saobraćaja ispunjavaju tkz. kontrolne liste koje su navedene na kraju ovog materiala.

### Uvodna objašnjenja

Uvodna objašnjenja moraju uključiti kratak opis i obim projekta koji je predmet postupka provjere. Moraju se obezbijediti informacije o klijentu i revizorima za provjeru bezbjednosti saobraćaja. U ovom dijelu potrebno je navesti datum sprovođenja postupka i klimatske i saobraćajne uslove u vrijeme sprovođenja postupka provjere.

U ovom dijelu potrebno je navesti sve informacije koje su bitne za tunel i dionicu puta, koje su predmet analize.

### Identifikovani nedostaci i preporuke

Svaki ustanovljeni nedostatak ili greška, koja je neprihvatljiva sa stanovišta bezbjednosti saobraćaja, zahtijeva opis „nedostatka“ i „preporuku“. Mjesto (lokacija) nedostatka mora biti jasno identifikovano zbog lakše komunikacije između provjerivača s jedne i naručioca provjere s druge strane.

Opisi grešaka i nedostataka i preporuke za njihovo otklanjanje moraju biti što kraći i sadržajniji. Procjena rizika za učesnike u saobraćaju mora biti navedena jasno i koncizno. Nakon toga slijedi detaljan opis mogućih kritičnih događaja i razloga za njihov nastanak. Nakon toga slijedi preporuka za dopunu ili promjenu postojećeg rješenja koja omogućava ili postiže bolju bezbjednost saobraćaja na analiziranoj lokaciji.

Opis lokacije može početi jednostavnim navođenjem stacionaže ili GNSS koordinata. Uz opis lokacije poželjno je dodati i grafički ili fotografski prikaz situacije.

Svaki nedostatak (i uz to vezana preporuka) mora se analizirati posebno odnosno odvojeno.

Izjave, navedene u izvještaju, moraju odražavati rad provjerivača kao iskusnog stručnog savjetnika u procesu provjere. Prilikom pripreme preporuka potrebno je predložiti rješenja koja su realno izvodljiva sa stanovišta moguće implementacije. To znači da za naručioca ne predstavljaju nepremostivu prepreku u njihovoj realizaciji, a da su ujedno i troškovi izvedenih preporuka proporcionalni vrijednosti očekivanog benefita.

Prilikom traženja nedostataka poželjno je koristiti podsjetnik koji se nalazi u prilogu ovog dokumenta.

### Izjava provjerivača

Izvještaj o sprovedenom postupku provjere bezbjednosti saobraćaja za dionicu puta ispred tunela, sam tunel i dionicu puta nakon tunela mora sadržati izjavu provjerivača ili grupe koja je vodila postupak, kojom se potvrđuje da je provjera obavljena u skladu sa propisima koji su osnova za sprovođenje postupka.

U izjavi treba navesti i sve ostale subjekte koji su učestvovali u određenim elementima provjere (nezavisni konsultanti, policija, predstavnik službe za održavanje...), iako oni ne potpisuju izjavu.

### Prilozi

Izveštaj o sprovedenom postupku provjere bezbjednosti saobraćaja za dionicu puta ispred tunela, sam tunel i dionicu puta nakon tunela može sadržavati i filmove, fotografije, diagrame, grafikone, proračune i drugo, ukoliko je to potrebno za razumijevanje izvještaja.

## Ključne reference

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0096&from=EN>

<https://www.google.com/search?q=Road+Safety+Audit&oq=Road+Safety+Audit&aqs=chrome..69i57j0i19l9.10125j0j15&sourceid=chrome&ie=UTF-8>

<https://www.road-safety-audit.co.uk/audit-stages.htm>

Slovenian Road Safety Audit Guidelines:

<http://fgserver6.fg.um.si/cpg/wp-content/uploads/2013/04/RSA.pdf>

Pravilnik o načinu ocjene uticaja državnih puteva na bezbjednost saobraćaja, reviziji i provjeri bezbjednosti državnog puta („Službeni list CG“, br. 122/2021, od 24.11.2021).

Pravilnik o minimalno-bezbjednosnim uslovima koje treba da ispunjavaju tuneli („Službeni list CG“, br. 109/2021, od 15.10.2021).

# PRILOG

**BEZBJEDNOSNE MJERE**

**infrastruktura, eksploatacija, korisnici i vozila**

**Uticajni faktori**

|  |  |
| --- | --- |
| **Naziv tunela** |  |
| Kategorija puta, naziv puta, dionica puta,  ST.POČETKA. - ST.ZAVRŠETKA. |  |
| Dužina tunela [m]\* |  |
| Broj cijevi |  |
| Broj saobraćajnih traka u svakoj cijevi |  |
| Slobodni i saobraćajni profil [m] |  |
| Širine pješačkih površina za održavanje [m] |  |
| Visinska razlika između površine za održavanje i kolovoza [cm] |  |
| Horizontalni i vertikalni tok puta u tunelu |  |
| Poprečni nagib u tunelu (jednostrani, dvostrani) [%] |  |
| Vrsta kolovozne konstrukcije |  |
| Koeficijent prijanjanja (izmjereno/procijenjeno) |  |
| Jednosmjeran ili dvosmjeran saobraćaj |  |
| Količina saobraćaja po cijevi (vršni sat, PGDS) |  |
| Postojanje opasnosti saobraćajnog preopterećenja (dnevnog ili sezonskog) (navedi opisno) |  |
| Prisutnost i postotak teretnih vozila (≥ 3.5 t) |  |
| Prisutnost, postotak i vrsta teretnih vozila sa opasnim materijama |  |
| Postojanje i karakteristike priključnih puteva |  |
| Širine saobraćajnih traka/kolovoza ispred tunela (iz oba smjera) [m] |  |
| Ograničenje brzine ispred/u/nakon tunela [km/h] |  |
| Reljefno i klimatsko okruženje i okolina puta ispred/nakon tunela (navedi opisno) |  |
| Stanje unutrašnjosti tunela (navedi opisno, npr. pukotine, pronicanje vode, pojava ledenica, poplavljen kolovoz, udarne jame, lokve …). |  |

\*Napomena: „Dužina tunela“ je dužina najduže vozne trake, izmjerena na potpuno zatvorenom dijelu tunela.

**Nedozvoljena odstupanja**

|  |  |
| --- | --- |
| **Obim saobraćaja\*** | |
| Kad broj teških teretnih vozila preko 3,5 t premašuje 15 % prosječnog godišnjeg dnevnog saobraćaja ili kad sezonski dnevni saobraćaj znatno premašuje prosječni godišnji dnevni saobraćaj, izvodi se dodatna procjena rizika, uzimajući u obzir povećanje količine saobraćaja u tunelu, uzimavši u obzir zahtjeve u nastavku. |  |
| **Infrastrukturni elementi** | |
| **Broj cijevi i saobraćajnih traka** |  |
| Ako je obim saobraćaja veći od 10.000 vozila/dan/traci, mora se izgraditi dvocijevni tunel sa jednosmjernim saobraćajem. |  |
| Sa izuzetkom zaustavne trake, mora biti unutar i van tunela jednak broj saobraćajnih traka.  Svaka promjena broja saobraćajnih traka mora biti izvedena na adekvatnoj udaljenosti od ulaza u tunel. Ta udaljenost mora biti barem ona koju za 10 sekundi pređe vozilo krećući se najvećom dozvoljenom brzinom.  Pri 100 km/h je to 280 m.  Pri 80 km/h je to 220 m.  Ukoliko konfiguracija terena to spriječava, za poboljšanje bezbjednosti saobraćaja se izvode dodatne i/ili pojačane mjere. |  |
| **Geometrija tunela** |  |
| U tunelima sa uzdužnim nagibom većim od 3 %, na osnovu analize rizika poduzimaju se dodatne i/ili pojačane mjere za poboljšanje bezbjednosti. |  |
| Ako je širina vozne trake za spora vozila manja od 3,5 m, a teretnim vozilima je dopuštena vožnja, na temelju analize rizika moraju se poduzeti dodatne i/ili pojačane mjere za poboljšanje bezbjednosti. |  |
| **Putevi za bijeg i izlazi u slučajevima opasnosti** |  |
| U novim tunelima bez zaustavne trake moraju se predvidjeti pješačke staze, uzdignute ili neuzdignute, za korisnike tunela u slučaju kvara ili saobraćajne nezgode. Taj se zahtjev ne primjenjuje ukoliko građevinske karakteristike tunela to ne dopuštaju ili dopuštaju uz nesrazmjeran trošak, a tunel je jednosmjeran i opremljen stalnim nadzorom i sistemom za zatvaranje saobraćajnih traka. |  |
| U postojećim tunelima gdje ne postoji zaustavna traka niti pješačke staze, moraju se preduzeti dodatne i/ili pojačane mjere za poboljšanje bezbjednosti. |  |
| U svakom slučaju u novim tunelima izlazi za slučaj opasnosti moraju se napraviti ako je gustina saobraćaja veća od 2.000 vozila po voznoj traci. |  |
| U postojećim tunelima dužim od 1.000 m s gustinom saobraćaja većom od 2.000 vozila po voznoj traci, mora se procijeniti izvodljivost i djelotvornost primjene novih izlaza za slučaj opasnosti. |  |
| Tamo gdje postoje izlazi za slučaj opasnosti, razmak između dva izlaza ne smije biti veći od 500 m. |  |
| Odgovarajuća sredstva, kao što su vrata, upotrijebiti će se za spriječavanje da dim i vručina dospiju do puteva za bijeg iza izlaza za slučaj opasnosti, tako da korisnici tunela mogu sigurno izaći van i da hitne službe mogu pristupiti tunelu. |  |
| **Pristup za hitne službe** |  |
| U tunelima sa dvije cijevi, gdje su cijevi na istom ili približno istom nivou, moraju se barem na svakih 1.500 m predvidjeti poprečni spojevi prikladni za upotrebu za hitne službe. |  |
| Gdje god je geografski moguće, mora se omogućiti prolazak središnjim prostorom između dvije cijevi. Ta će mjera omogućiti hitnim službama neposredan pristup svakoj cijevi. |  |
| **Zaustavne niše – niše za SOS pozive** |  |
| Za nove dvosmjerne tunele duže od 1.500 m gdje je gustina saobraćaja veća od 2.000 vozila po voznoj traci, zaustavne niše se moraju predvidjeti na razmacima ne većim od 1.000 m ako nije predviđena zaustavna traka. |  |
| U postojećim dvosmjernim tunelima dužim od 1.500 m sa obimom saobraćaja većim od 2.000 vozila po voznoj traci, ali bez zaustavne trake, mora se procijeniti izvodljivost i djelotvornost izvođenja zaustavnih niša. |  |
| Ukoliko građevinske karakteristike tunela to ne dopuštaju ili dopuštaju samo uz nesrazmjeran trošak, zaustavne niše se ne moraju predvidjeti ako je ukupna širina tunela koja je raspoloživa vozilima, isključujući povišene dijelove i vozne trake za normalan saobraćaj, jednaka širini barem jedne vozne trake za normalan saobraćaj.  Pri 100 km/h je to 2 x 3.5 m  Pri 80 km/h je to 2 x 3.20 m |  |
| **Odvodnjavanje tunela** |  |
| Ako je dopušten prevoz opasnih materija, mora se izvesti odvodnjavanje zapaljivih i otrovnih tečnosti pomoću žljebova i rešetaka ili drugih mjera unutar tunela. Dodatno, sistem odvodnjavanja mora se projektovati i održavati tako da se spriječi širenje vatre te zapaljivih i otrovnih tečnosti unutar i između cijevi tunela. |  |
| Ako se u postojećim tunelima taj zahtjev ne može ispuniti ili se može ispuniti samo uz nesrazmjeran trošak, to se na osnovu analize odgovarajućih rizika mora uzeti u razmatranje pri odlučivanju može li se dopustiti prevoz opasnih materija. |  |
| **Preticanje u tunelima** |  |
| Potrebno je izvesti analizu rizika da bi se odlučilo treba li se teškim teretnim vozilima dopustiti preticanje u tunelima sa više od jedne vozne trake u svakom smjeru. |  |
| **Odstojanje između vozila i brzina** |  |
| Vozači putničkih vozila morali bi u normalnim uslovima održavati najmanje odstojanje do vozila ispred njih koje je jednako odstojanju kojeg vozilo pređe u 2 sekunde.  Za teška teretna vozila to odstojanje bi moralo biti dvostruko.  Pri 100 km/h je to za putnička vozila 55 m, za teretna 110 m.  Pri 80 km/h je to za putnička vozila 45 m, za teretna 90 m. |  |

**\*Napomene:**

Na mjestima na kojima se navodi „obim saobraćaja“, taj podatak se odnosi na PGDS/traci. Za namjenu određivanja obima saobraćaja svako motorno vozilo se broji kao jedna jedinica.

Redovi u tabeli, obojeni sivom bojom, navode se kao informacija provjerivaču, koje konačno rješenje je potrebno izvesti (npr. prilikom rekonstrukcije).

**Saobraćajna signalizacija i oprema ispred/u/nakon tunela**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Ispred tunela** | | |
| Saobraćajni znak za ograničenje brzine ispred tunela (II-30.X) i udaljenost od ulaza u tunel [m] |  |  |
| Saobraćajni znak za zabranu preticanja teretnih vozila (u slučaju dvocijevnog tunela) (II-29) i udaljenost od ulaza u tunel [m] |  |  |
| Uređaj za visinsku kontrolu vozila (mehanička ili elektronska) – ispred tunela (''vješala'') ili na portalu tunela |  |  |
| Saobraćajni znak za nailaženje na semafore (I-20) |  |  |
| Saobraćajni znak za najmanje odstojanje između vozila (II-25) |  |  |
| Branici ili polubranici\* |  |  |
| Saobraćajni znakovi s promjenljivim sadržajem poruka na portalnom nosaču – jednostrano/dvostrano (u slučaju dvocijevnog tunela) |  |  |
| Semafori za regulisanje kretanja vozila po saobraćajnim trakama (VI-3.2) |  |  |
| Saobraćajni znak za tunel (I-24) (naziv i dužina) |  |  |
| Saobraćajni znak za informacije o tunelu (III-62) |  |  |
| Uzdužne oznake na kolovozu (ivične i razdjelne) – adekvatnost i kvalitet |  |  |
| Zaštitne odbojne ograde ispred ulaza u tunel i način izvođenja njihovog prelaza |  |  |
| Uređen fizički prelaz na suprotan kolovoz |  |  |
| Saobraćajni znak za radio stanicu (III-56.1) |  |  |
| Kvalitet saobraćajnih znakova i horizontalnih oznaka (koeficijent retrorefleksije) ispred tunela – izmjereno/procijenjeno |  |  |
| **U tunelu** | | |
| Oznake zaustavnih niša (III-75.1) |  |  |
| Oznake izlaza u slučaju opasnosti (III-96 odnosno III-96.1) |  |  |
| Oznake za smjer i udaljenost izlaza u slučaju opasnosti (III-97 odnosno III-97.1) |  |  |
| Stacionarni ublaživači udara u zaustavnim nišama (postojanje, adekvatnost širine, test NCHRP 350 ili MASH TL2). |  |  |
| Ozake za telefone i aparate za gašenje požara |  |  |
| Smjerokazi (VIII-1) ili markeri (VIII-3) – postojanje, kvalitet, udaljenost od vanjske ivice kolovoza, međusobna udaljenost, visina |  |  |
| Saobraćajni znakovi sa promjenljivim sadržajem poruka |  |  |
| Saobraćajni znakovi sa stalnim sadržajem poruka |  |  |
| Retrorefleksija saobraćajnih znakova u tunelu – izmjereno/procijenjeno |  |  |
| Retrorefleksija uzdužnih oznaka u tunelu – izmjereno/procijenjeno |  |  |
| Oznake udaljenosti do izlaza u zaustavnim nišama |  |  |
| **Nakon tunela** | | |
| Saobraćajni znak za prestanak zabrane preticanja za teretna vozila (III-13) – postojanje i udaljenost od izlaza iz tunela |  |  |
| Saobraćajni znak za prestanak ograničenja brzine (III-14) – postojanje i udaljenost od izlaza iz tunela |  |  |

**\* Napomena:**

Definisano u članu 20. Pravilnika o minimalno-bezbjednosnim uslovima koje treba da ispunjavaju tuneli

## Ključne reference

Direktiva 2004/54/EK, Prilog III

<https://tunnels.piarc.org/en> Strategy and General Design, Renovation – Upgrading of existing Tunnels

Pravilnik o minimalno-bezbjednosnim uslovima koje treba da ispunjavaju tuneli („Službeni list CG“, br. 109/2021, od 15.10.2021).