

REPUBLIKA SRBIJA  
PROJEKAT REHABILITACIJE TRANSPORTA

**PRIRUČNIK ZA PROJEKTOVANJE  
PUTEVA U REPUBLICI SRBIJI**

**11. PROJEKTOVANJE TUNELA**

**11.1 OPŠTA SMERNICA ZA PROJEKTOVANJE TUNELA**

**BEOGRAD, 2012.**

---

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

**Izdanja:**

<b>Br.</b>	<b>Datum</b>	<b>Opis dopuna i promena</b>
<b>1</b>	<b>30.04.2012</b>	Početno izdanje

**SADRŽAJ**

<b>11.1.1</b>	<b>UVODNI DEO .....</b>	<b>1</b>
11.1.1.1	PREDMET SMERNICE .....	1
11.1.1.2	REFERENTNI NORMATIVI .....	2
11.1.1.3	TERMINOLOGIJA.....	7
11.1.1.4	UPOTREBLJENE SKRAĆENICE.....	17
<b>11.1.2</b>	<b>PROJEKTOVANJE GEOMETRIJE TUNELA.....</b>	<b>17</b>
11.1.2.1	OSNOVE.....	17
11.1.2.1.1	Osnovni sastavni delovi tunela .....	18
11.1.2.1.2	Podela tunela prema dužini .....	18
11.1.2.1.3	Osnovna načela pri projektovanju putnih tunela .....	19
11.1.2.1.4	Tehnička dokumentacija za tunele .....	20
11.1.2.2	KONCEPT BEZBEDNOSTI U TUNELIMA .....	22
11.1.2.2.1	Opšte.....	22
11.1.2.2.2	Objekti za bezbednost tunela .....	23
11.1.2.2.3	Protivpožarna zaštita u tunelima.....	29
11.1.2.2.4	Upravljanje saobraćajem u tunelima.....	31
11.1.2.2.5	Rezime bezbednosnih mera u tunelima u skladu sa Direktivom 2004/54/ES .....	33
11.1.2.3	ELEMENTI PUTA U TUNELIMA .....	36
11.1.2.3.1	Opšte odredbe za uređenje puta na području tunela .....	36
11.1.2.3.2	Broj cevi tunela i fazna gradnja .....	36
11.1.2.3.3	Projektni elementi saobraćajne površine (vođenje osovine puta u tunelu) .....	37
11.1.2.4	POPREČNI PRESEK TUNELA .....	42
11.1.2.4.1	Slobodni profil puta .....	42
11.1.2.4.2	Kriterijumi za izbor poprečnog profila .....	45
11.1.2.4.3	Elementi poprečnog profila saobraćajne površine.....	45



### 11.1.1 UVODNI DEO

Tuneli su podzemni objekti i podzemne konstrukcije na putnoj infrastrukturi koji obezbeđuju siguran, ekološki, brz i nenametljiv masivan sistem transporta u modernoj putnoj infrastrukturi.

Građenje tunela i ostalih podzemnih objekata ima pozitivan uticaj na zaštitu životne sredine i nasleđa, koje je povezano sa područjem, gde se planira građevinski poduhvat. Pri tom važi pravilo, da odlučivanje o izboru trase podzemne drumske infrastrukture nije bazirano na potrebama trenutnog stanja, već se uzimaju u obzir dugoročni uticaji i aspekti planiranja.

Odlučivanje o lokaciji izgradnje tunela, nije samo rezultat tzv. inženjerskih uslova, već je povezano sa širim dugoročnim konsenzusom u prostoru kao i sa političkim interesima.

Izrada tunela predstavlja zahtevan interdisciplinarni rad. Radovi se izvode u geološkoj sredini koja nikada nije u potpunosti poznata. Brojni radovi koji se izvode tokom izgradnje tunela sprovode se u sličnom obliku i tokom izgradnje puteva na površini, pa su, zbog radova u ograničenom i specifičnom prostoru, u tom slučaju radovi otežani. Zbog specifičnosti radnog okruženja, tokom rada ispod površine izvode se i radovi koji se na površini ne sprovode. Kao posledica širokog raspona mogućih uslova, u oblasti tunelogradnje razvijena su brojna tehnološka rešenja.

Korišćenjem tehničkih i tehnoloških mogućnosti, moguće je izgraditi podzemne objekte u izuzetno zahtevnim geotehničkim i drugim uslovima i odgovoriti na sva tehnička i tehnološka pitanja, vezana za planiranje i izgradnju podzemnih objekata.

Projekat je rezultat procesa optimizacije, koji uključuje vrednovanje projektnih varijanti. Cilj je iznalaženje rešenja za najisplativije izvođenje, upotrebu, korišćenje i održavanje podzemnog objekta, pri čemu treba uzeti u obzir:

- planiranu upotrebu objekta,
- funkcionalne potrebe opreme,
- potrebe sigurnosti korisnika,
- planiran vek trajanja objekta,
- potrebe hidroizolacije i
- potrebe sigurnosti, upotrebljivosti i ekologije u fazi izvođenja i upotrebe.

Posebno je značajno da se još u fazi planiranja izvedu odgovarajuća geološko-geotehnička istraživanja i detaljan opis geotehničkih uslova izgradnje, jer oni mogu da budu odlučujući ne samo za oblik poprečnog preseka tunela i metodu izvođenja radova, već i za izbor tunelskog sistema i postavljanje tunela u prostoru.

Potrebe i uslovi za planiranje i izgradnju tunela moraju da obezbede sigurnost, trajnost i upotrebljivost tokom životnog veka. Tuneli su zahtevni inženjersko geotehnički objekti i moraju, imajući u vidu njihov tehnički značaj, u skladu sa građevinskim i tehničkim propisima i smernicama, standardima i ostalom tehničkom i pravnom regulativom, da obezbede pouzdanost po pitanju potrebne mehaničke i geotehničke otpornosti i stabilnosti, sigurnosti za vreme upotrebe, higijene i zdravstvene zaštite, odgovarajuću protivpožarnu sigurnost kao i sigurnost od prekomerne buke za vreme korišćenja.

Pouzdanost tunela mora da bude obezbeđena u fazi projektovanja, za vreme izgradnje i održavanja tokom perioda eksploatacije. Uspešno izdata „Upotrebna dozvola“ od strane upravnog organa posle završene izgradnje je rezultat korektnog projektovanja, izvođenja radova i tehničkog nadzora za vreme izgradnje.

#### 11.1.1.1 Predmet smernice

Ovaj priručnik su ustanovljeni kako bi omogućili uniformnu osnovicu za projektovanje putnih tunela u Republici Srbiji.

Priručnik određuje tehničke zahtevi, uslove i normative kao i odredbe i zahtevi Direktive Evropskog parlamenta in Saveta 2004/54/ES dana 29. aprila 2004 o minimalnim sigurnosnim zahtevima za tunele u evropskoj putnoj mreži (Sl. Glasnik br. 167 od 30.04.2004, str. 39; u daljem tekstu: Direktiva 2004/54/ES), koju treba poštovati kod projektovanja putnih tunela. Smernice u svim poglavljima poštuju najnovije stanje zakonodavstva u sličnim državama i obuhvataju pregled i upoređivanje datih kriterijuma sa vrednostima iz austrijskih RVS i nemačkih RABT smernica.

Priručnik za projektovanje, poštuju standarde propisane sigurnosti u tunelima prema evropskoj uredbi i poštuju najnovije stručne kriterijume i zaključke međunarodnih udruženja za obezbeđivanje saobraćajne i protivpožarne zaštite u tunelima i bave se konstrukcionim karakteristikama i tunelskom

opremom kao što je: broj cevi i kolovoznih traka, geometrija tunela, izlazi u slučaju opasnosti, dostupnost hitne službe, zaustavne niše, odvođenje voda, protivpožarna oprema, provetravanje, komunikacioni sistemi i slično, obezbeđivanje potrebne bezbednosti za vreme izgradnje i za vreme upotrebe kao i za vreme održavanja.

#### 11.1.1.2 Referentni normativi

- Evropska Direktiva o minimalnoj bezbednosti u putnim tunelima (ES 54/2004).
- Najnovija uputstva PIARC (Permanent International Association of Road Construction)
- Propisi kojima se uređuje područje projektovanja i izgradnja tunela u Austriji Projektierungsrichtlinien R. Austria:
  - RVS 09.01.22 (9.232) Građevinski oblik, poprečni profil tunela (Bauliche Gestaltung, Tunnelquerschnitt)
  - RVS 09.01.10 (9.24) Građevinski i geotehnički preparni radovi (Bautechnische und Geotechnische Vorarbeiten)
  - RVS 09.01.11 (9.240) Opšte (Allgemein)
  - RVS 09.01.12 (9.241) Obim radova (Leistungsumfang)
  - RVS 09.01.13 (9.242) Gradsko područje (Stadtbereich)
  - RVS 09.01.30 (9.25) Građevinski i geotehnički radovi, (Bautechnische und Geotechnische Arbeiten)
  - RVS 09.01.31 (9.251) Kontinualni iskop putnih tunela (Kontinuierlicher Vortrieb von Strassentunnel)
  - RVS 09.02.30 (9.26) Uređaji za provetravanje (Lüftungsanlagen)
  - RVS 09.02.31 (9.261) Osnove (Grundlagen)
  - RVS 09.02.32 (9.262) Proračun potrebnog vazduha (Luftbedarfsberechnung)
  - RVS 09.02.33 (9.263) Emisije-opterećenja na portalima (Immissionbelastung an Portalen)
  - RVS 09.02.41 (9.27) Rasveta (Beleuchtung)
  - RVS 13.03.41 (9.28) Funkcionalni i sigurnosni uređaji
- (Betriebs und Sicherheitseinrichtungen)
- RVS 09.01.24 (9.281) Građevinski objekti (Bauliche Anlagen)
- RVS 09.02.22 (9.282) Tunelska oprema (Tunnelausrüstung)
- RVS 09.02.61 (9.286) Radijski uređaji (Funkeinrichtungen)
- RVS 09.01.40 (9.3) Statično-konstruktivne smernice (Statisch-konstruktive Richtlinie)
- RVS 09.01.41 (9.31) Pokriveni iskopi (Offene Bauweise)
- RVS 09.01.42 (9.32) Izgradnja u nevezanoj steni ispod naselja (Geschlossene Bauweise im Lockergestein unter Bebauung)
- RVS 09.01.43 (9.34) Unutrašnja obloga (Innenschalenbeton)
- RVS 09.01.44 (9.35) Zaštita armature (Betondeckung der Stahleinlagen)
- RVS 09.04.11 (9.4) Održavanje i funkcionisanje (Erhaltung und Betrieb)
- ÖNORM S 9020 Bauwerkserschütterungen
- ÖGG: Richtlinie für die Geomechanische Planung von Untertagebauarbeiten mit zyklischem Vortrieb (izdanje 2001)
- ÖNORM B 2203-1: Untertagebauarbeiten-Werksvertragsnorm, Teil 1: Zyklischer Vortrieb (izdanje decembar 2001)
- Smernice sa kojima se uređuje područje izgradnje opremanja i rada tunela u Nemačkoj:
  - RABT Smernice za opremu i rad putnih tunela (Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln)
  - DIN 4150 Erschütterungsmessungen im Bauwesen
  - Richtlinien für die Anlage von Straßen RAS, Teil: Linienführung RAS – L, Ausgabe 1995

Smernice RVS kao i RABT se redovno obnavljaju uz poštovanje najnovijih saznanja u vezi sa bezbednošću saobraćaja u tunelima, a pogotovu vezano za protivpožarnu zaštitu. Kod izrade projektne dokumentacije za tunele potrebno je poštovati najnovija izdanja kod upotrebe navedenih referenci.

Referentni standard	Naslov standarda u srpskom jeziku	Naslov standarda u engleskom jeziku
Službeni glasnik RS 72/2009, 81/2009, 64/2010, 24/2011	Zakon o planiranju i izgradnji	Law on Planning and Construction
Službeni glasnik RS 105/2005, 123/2007, 101/2011	Zakon o javnim putevima	Law on Public Roads
Službeni glasnik RS 50/2011	Pravilnik o uslovima koji sa aspekta bezbednosti saobraćaja moraju da ispunjavaju putni objekti i drugi elementi javnog puta	Law on Road Safety
Službeni glasnik 36/2009	Zakon o zaštiti životnu sredinu	Law on Environmental Protection
Službeni list SFRJ 656-5/1973	Pravilnik o tehničkim normativima i uslovima za projektovanje i građenje tunela na putevima	Rule Book on Technical Normatives and Conditions for Road Tunnel Designing and Constructions
Službeni glasnik 36/2009, 88/2010, 91/2010	Zakon o zaštiti prirode	Law of Environmental Protection
Službeni list SFRJ 07-719/1 1987	Pravilnik o tehničkim normativima za beton i armirani beton – BAB 87	Rule Book on Technical Normatives for Concrete and Reinforced Concrete – BAB 87
Službeni list SFRJ 51/1971	Pravilnik o tehničkim merama i uslovima za prednapregnuti beton	Rule Book on Technical Measures and Conditions for Prestressed Concrete
Službeni glasnik RS 15/2004	Pravilnik o saobraćajnim znakovima na putevima	Rule Book on Road Traffic
Službeni list SFRJ 24/1991	Pravilnik o tehničkim mjerama i zaštiti na radu pri rudarskim podzemnim radovima	Rule Book on Technical Measures and Protection on Works on Mining Underground Works
Službeni glasnik RS, broj 44/1995, 34/2006 i 104/2009	Zakonu o rudarstvu	Law on Mining
Službeni list SFRJ 26/1988 i 63/1988	Pravilnik o tehničkim normativima pri rukovanju eksplozivnim sredstvima i miniranju u rudarstvu	Rule Book on Technical Normatives for Handling Explosives and Mining Works
Službeni list SFRJ 1/1991	Pravilnik o tehničkim normativima za određivanje veličina opterećenja mostova	Rule Book on Technical Normatives for Bridge Loading
Službeni list SFRJ 26/1988 i 63/1988	Pravilnik o tehničkim normativima pri rukovanju eksplozivnim sredstvima i miniranju u rudarstvu	Rule Book on Technical Normatives for Handling Explosives
Službeni list SFRJ 9/1967, 3519/1967 i 35/1972	Pravilnik o mjerama zaštite pri rukovanju eksplozivnim sredstvima i miniranju u rudarstvu	Rule Book on Measures for Protection of Handling with Explosives
Sl glasnik RS 111/2009	Zakon o zaštiti od požara	

Referentni standard	Naslov standarda u srpskom jeziku	Naslov standarda u engleskom jeziku
Službeni list SFRJ 20/1992	Pravilnik o tehničkim normativima za eksploataciju i redovno održavanje mostova	Rule Book on Technical Normatives for Bridge Exploitation and Routine Maintenance
Službeni glasnik RS 58/1987	Pravilnik o sadržini i načinu vršenja tehničke kontrole glavnih projekata	Rule Book on Content and Way of technical Control Execution on Main design
Službeni list SFRJ 15-295/1990	Pravilnik o tehničkim normativima za temeljenje građevinskih objekata	Rule Book on technical Normatives for Foundation of Civil Structures
Službeni list SFRJ 15-296/1990	Pravilnik o tehničkim normativima za beton i armirani beton pripremljen sa prirodnim i veštačkim lakim agregatima	Rule Book on technical Normatives for Concrete and Reinforced Concrete with Natural and Artificial Light Aggregates
Službeni list SFRJ 14-146/1989	Pravilnik o tehničkim normativima za projektovanje, proizvodnju i izvođenje konstrukcija od prefabrikovanih elemenata iz nearmiranog i armiranog betona	Rule Book on technical Normatives for design, Manufacturing and Construction of Structures Prepared of Pre-fabricated Elements of Non-reinforced and Reinforced Concrete
Službeni list SFRJ 48-497/1984	Pravilnik o jugoslovenskim standardima za drvene konstrukcije	Rule Book on Yugoslav Standards for Timber Construction
Službeni list SFRJ 41-530/1985 i 21-276/1988	Pravilnik o tehničkim normativima za čelične žice i užad za prednaprezanje konstrukcija	Rule Book on Technical Normatives for Steel Wires and Ropes for Prestressed Constructions
Službeni list SFRJ 49-667/1988	Pravilnik o jugoslovenskim standardima za osnove projektovanja građevinskih konstrukcija	Rule Book on Yugoslav Standards for Basic Design of Civil Construction
Službeni list SFRJ 18/1992	Pravilnik o tehničkim normativima za beton i armirani betona za objekte koji su izloženi delovanju agresivnih medija	Rule Book on technical Normatives for Concrete and Reinforced Concrete for Structures Exposed to Aggressive Medias
Službeni list SFRJ 32/1970	Pravilnik o tehničkim merama i uslovima za zaštitu čeličnih konstrukcija od korozije	Rule Book on Technical Measures and Conditions for Corrosion Protection of Steel Constructions
Službeni list SFRJ 61-899/1986	Pravilnik o tehničkim intervencijama i uslovima za montažu čeličnih konstrukcija	Rule Book on Technical Intervention and Condition for Assembling of steel Structures
Službeni glasnik RS 13/1998	Pravilnik o sadržini i načinu osmatranja tla i objekata u toku građenja i upotrebe	Rule Book on Content and Way of Observation Ground and Structures during Construction and Exploitation
EN 1990:2002/A1. 2005	Evrokod – Osnove projektovanja konstrukcija	Eurocode – Basis of structural design
EN 1991-1-1	Evrokod 1: Dejstva na konstrukcije – Deo 1-1: Opšta dejstva – Zapreminske mase, sopstvena težina, korisna opterećenja zgrada – Nacionalni prilog	Eurocode 1: Actions on structures – part 1-1: General actions – Densities, self-weight, imposed loads for buildings
EN 1991-1-2	Evrokod 1: Dejstva na konstrukcije Deo 1-2: Opšta dejstva - Dejstvo na konstrukcije izložene požaru	Eurocode 1: Actions on structures – Par 1-2: General actions – Actions on structures exposed to fire
EN 1991-1-3	Evrokod 1: Uticaji na konstrukcije -1- 3. deo: Opšti uticaji – Obtežba snega	Eurocode 1: Actions on structures – part 1-3: General actions – Snow loads



Referentni standard	Naslov standarda u srpskom jeziku	Naslov standarda u engleskom jeziku
EN 1991-1-4	Evrokod 1: Uticaji na konstrukcije -1- 4. deo: Opšti uticaji – Uticaj vetra	Eurocode 1: Actions on structures – Part 1-4: General actions – Wind loads
EN 1991-1-5	Evrokod 1: Uticaji na konstrukcije -1- 5. deo: Opšti uticaji – Toplotni uticaji	Eurocode 1: Actions on structures – Part 1-5: General actions – Thermal actions
EN 1991-1-6	Evrokod 1: Uticaji na konstrukcije - 1-6. deo: Opšti uticaji – Uticaj u toku izgradnje	Eurocode 1: Actions on structures – Part 1-6: General actions – Actions during execution
EN 1991-1-7	Evrokod 1: Uticaji na konstrukcije - 1-7. deo: Opšti uticaji – Incidentni uticaji	Eurocode 1: Actions on structures – Part 1-7: General actions – Accidental actions
EN 1992-1-1	Evrokod 2: Projektovanje betonskih konstrukcija -1- 1. deo: Opšta pravila i pravila za zgrade	Eurocode 2: Design of concrete structures – part 1-1: General rules and rules for buildings
EN 1992-1-2	Evrokod 2: Projektovanje betonskih konstrukcija -1- 2. deo: Projektovanje požarno sigurnih konstrukcija	Eurocode 2: Design of concrete structures – part 1-2: General rules – Structural fire design
EN 1992-2	Evrokod 2: Projektovanje betonskih konstrukcija - 2. deo: Betonski mostovi – Projektovanje i pravila za konstruisanje	Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 2: Concrete bridges – design and detailing rules
EN 1993-1-1	Evrokod 3: Projektovanje čeličnih konstrukcija - 1- 1. deo: Opšta pravila i pravila za zgrade	Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings
EN 1993-1-2	Evrokod 3: Projektovanje čeličnih konstrukcija -1- 2. deo: Opšta pravila – Požarno otporno projektovanje	Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-2: General rules – Structural fire design
SRPS EN 1993-1-3	Evrokod 3 - Proračun čeličnih konstrukcija - Deo 1-3: Dodatna pravila za hladno oblikovane tankozidne elemente i limove	Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-3: General rules – Supplementary rules for cold-formed members and sheeting
EN 1993-1-5	Evrokod 3 - Proračun čeličnih konstrukcija - Deo 1-5: Puni limeni elementi	Eurocode 3: Design of steel structures – part 1-5: Plated structural elements
EN 1993-1-7	Evrokod 3 -- Projektovanje čeličnih konstrukcija -- Deo 1-7: konstrukcije izložene pločaste opterećenju izvan ravni	Eurocode 3. Design of steel structures Part 1-7: Plated structures subject to out of plane loading
EN 1993-1-8	Evrokod 3 – Proračun čeličnih konstrukcija – Deo 1-8: Proračun veza	Eurocode 3: Design of steel structures – Part-8: Design of joints
EN 1993-1-10	Evrokod 3 - Proračun čeličnih konstrukcija - Deo 1-10: Izbor čelika u pogledu žilavosti i svojstva po debljini	Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-10: Material toughness and through-thickness properties
EN 1993-1-11	Evrokod 3 - Proračun čeličnih konstrukcija - Deo 1-11: Proračun konstrukcija sa zategnutim komponentama	Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-11: Design of structures with tension components

Referentni standard	Naslov standarda u srpskom jeziku	Naslov standarda u engleskom jeziku
EN 1993-1-12	Evrokod 3: Projektovanje čeličnih konstrukcija -1- 12. deo: Dodatna pravila za proširenje upotrebe EN 1993 za čelik kvalitete S 700	Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-12: Additional rules for the extension of EN 1993 up to steel grades S 700
EN 1996-1-1	Evrokod 6- -Proračun zidanih konstrukcija - Deo 1-1: Opšta pravila za armirane i nearmirane zidane konstrukcije	Eurocode 6: Design of masonry structures – Part 1-1: General rules for reinforced and unreinforced masonry structures
EN 1996-1-2: 2005	Evrokod 6 -- Proračun zidanih konstrukcija -- Deo 1-2: Opšta pravila -- Proračun konstrukcija na dejstvo požara	Eurocode 6: Design of masonry structures – Part 1-2: General rules – Structural fire design
EN 1996-2	Evrokod 6 -- Proračun zidanih konstrukcija -- Deo 2: Konstruisanje, odabir materijala i izvođenje zidanih konstrukcija	Eurocode 6: Design of masonry structures – Part 2: Design consideration of masonry
EN 1996-3	Evrokod 6 -- Proračun zidanih konstrukcija -- Deo 3: Pojednostavnjene proračunske metode za nearmirane zidane konstrukcije	Eurocode 6: Design of masonry structures – Part 3: Simplified calculation methods for unreinforced masonry structures
EN 1997-1	Evrokod 7: Geotehničko projektovanje – 1. deo: Opšta pravila	Eurocode 7: Geotechnical design – Part 1: General rules
EN 1997-2: 2007	Evrokod 7: Geotehničko projektovanje – 2. deo: Istraživanje i ispitivanje tla	Eurocode 7: Geotechnical design – Part 2: Ground investigation and testing
EN 1998-1	Evrokod 8 - Proračun seizmički otpornih konstrukcija - Deo 1:Opšta pravila, seizmička dejstva i pravila za zgrade	Eurocode 8. Design of structures for earthquake resistance – Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings
EN 1998-2	Evrokod 8 -- Proračun seizmički otpornih konstrukcija -- Deo 2: Mostovi	Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance – Part 2: Bridges
EN 1998-3: 2005	Evrokod 8 - Proračun seizmički otpornih konstrukcija - Deo 3:Procena stanja i ojačanje zgrada	Eurocode 8. Design of structures for earthquake resistance – Part 3: Assessment and retrofitting of buildings
EN 1999-1-2	Evrokod 9 -- Projektovanje aluminijskih konstrukcija -- Deo 1-2: Projektovanje konstrukcija na dejstvo požara	Eurocode 9: Design of aluminium structures – Part 1-2: Structural fire design
EN 1999-1-4	Evrokod 9 -- Projektovanje aluminijskih konstrukcija -- Deo 1-4: Hladno oblikovani konstrukcijski limovi	Eurocod 9. Design of aluminium structures – Part 1-4: Cold-formed structural sheeting
EN 206-1:2000	Beton - Deo 1: Specifikacija, performanse, proizvodnja i usaglašenost	Concrete - Part 1: Specification, performance, production and conformity

### 11.1.1.3 Terminologija

**Agregat** (aggregate) zrnasti, granulisani mineralni materijal pogodan za upotrebu pri izradi betona. Agregati mogu biti prirodni ili veštački, a takođe i reciklirani od materijala prethodno korišćenih za građenje

**Bazni predor** (base tunnel) je tunel koji se proteže kroz greben što je više moguće upravno na slojeve terena bez promene vertikalnog pravca puta (iz doline u dolinu). Niveleta puta između ulaznog i izlaznog dela je što manjeg nagiba, mada nikada ni izvođen u „konkavi“.

**Cement** (cement) je fino samleven neorganski materijal, koji pomešan sa vodom pravi pastu; zbog reakcija i procesa hidratacije vezuje se i stvrdnjava, i nakon stvrdnjavanja zadržava čvrstoću i zapreminsku postojanost, čak i pod vodom.

**Cementni beton** (cement concrete, Beton) je materijal, koji nastaje mešanjem mešavine kamenih zrna (krupnog i sitnog agregata), hidrauličnog veziva cementa i vode, po potrebi sa dodatkom hemijskih i/ili mineralnih dodataka (aditiva); hidratacijom cementa razvija svoja svojstva.

**Deformaciona tolerancija** (deformation tolerance) je deo planiranog iskopnog profila čiji je cilj da preuzme očekivanu stensku deformaciju odn. deformaciju koja nastupa između iskopa i primarnog podupiranja.

**Diskontinuitet** (discontinuity) je površina unutar stenske mase odn. stene duž koje su neka svojstva stena prekinuta ili suštinski odstupaju od svojstava okolne stene.

**Drenaža** (drainage, drain) je namenjena efikasnom odvodnjavanju vode iz zaleđa objekta u cilju sprečavanja pojava hidrostatičkih pritisaka.

**Drenažni beton** (porous concrete) je sastavljen iz jednofrakcijskog agregata veličine zrna Ø16 mm koji propušta vodu.

**Drenažni geotekstil** (porous geotextile) je pretežno izrađen iz sintetičkih vlakana ili traka koji propušta vodu.

**Aggregate** (agregat) particulate, graded mineral material suitable for use as a component of concrete. Aggregates can be natural or artificial, or recycled from used construction material.

**Base Tunnel** (bazni tunel) is a tunnel which extends through a ridge, as much perpendicularly as possible to layers of the terrain without changes in vertical direction of the road (from valley to valley). The grade of the road between the entry and exit section is at as small of a slope as possible, although in neither section is not „konkavi“.

**Cement** (cement) is a pulverized inorganic material that forms a paste when mixed with water, which, due to reactions and hydration processes, sets and hardens, and upon hardening retains its firmness and volume stability, even under water.

**Cement concrete, Beton** (cementni beton) is a material obtained by mixing stone grain (course and fine aggregate), hydraulic cement binder, and water, with chemical and/or mineral admixtures as needed; it develops its properties by cement hydration.

**Deformation tolerance** (deformaciona tolerancija) is part of planned excavation profile whose purpose is to take over the unexpected deformity in rock i.e. deformity between excavation and primary support.

**Discontinuity** (diskontinuitet) is surface inside the rocky mass i.e. rock where some characteristics of the rock had been interrupted or significantly deviate from characteristics of surrounding rock.

**Drain** (drainage) is used for efficient drainage of water from the surroundings of the structure to prevent the onset of hydrostatic pressure.

**Porous concrete** (drenažni beton) is made of single-fraction pervious aggregate with grain size of Ø16 mm.

**Porous geotextile** (drenažni geotekstil) is primarily made of pervious synthetic fibers or strips.

**Dugačak tunel** (long tunnel) je tunel dužine preko 900 m. Horizontalni elementi su ograničeni preglednošću i maksimalnim poprečnim nagibom od 4 posto, uspon nivelete je minimalan i na nivou obezbeđivanja odvodnjavanja, sastav i dimenzije elementa kolovoza su po pravilu preuređeni i prilagođeni, brzina je ograničena.

**Dužina iskopnog koraka** (length of excavation step) je srednja vrednost horizontalne dužine jednog koraka iskopa.

**Dužina tunela** (tunnel length) je određena dužinom najduže potpuno pokrivena vozne trake.

**Dvocevni tunel** (double tube tunnel, twin tube tunnel) je tunel koji ima dve tunelske cevi, kroz koje se po pravilu odvija jednosmerni saobraćaj. Tunelske cevi su razmaknute i po pravilu paralelne.

**Dvosmerni tunel** (bidirectional tunnel) je tunel u kome se saobraćaj u tunelskoj cevi odvija u dva suprotna smera. Između njih je potrebno predvideti dodatnu sigurnosnu širinu od 0,50 m. Brzina vožnje kroz dvosmerni tunel je ograničena na najviše 80 km/h.

**Dvotračni tunel** (two line tunnel) je tunel koji ima dve kolovozne trake, namenjene za jednosmerni ili dvosmerni saobraćaj.

**Galerija** (gallery) je građevinski objekat po pravilu pravougaonog ili lučnog oblika, koji je izgrađen po sistemu otvorene izgradnje na mestima puta koji su ugroženi lavinom (sneg, kamenje). Galerija može da bude nasuta, delimično nasuta ili nenasuta. U spoljnom zidu se obično izrađuju otvori u obliku polukruga ili pravougaonika. Uslovi za izvođenje zida sa otvorima su isti kao i za izvođenje središnjeg zida od stubova.

**Geotehnički deo projekta tunela** (geotechnical model) su računski modeli i planovi iskopa i podupiranja, kojima se obezbeđuje da tunel ispunjava ključne zahtevi u datoj geološko-geotehničkoj situaciji.

**Hemijski dodatak** (admixture) je hemijska materija koja se tokom procesa spravljanja betona dodaje u malim količinama u odnosu na masu cementa radi modifikovanja svojstava svežeg ili očvrstlog betona

**Long tunnel** (dugačak tunel) is a tunnel with a length over 900 m. The horizontal elements are limited with visibility and a maximum lateral slope of 4 percent, the rise in grade is minimal and is at the level of water drainage, composition and dimensions of pavement elements are as a rule repurposed and adapted, speed is limited.

**Length of excavation step** (dužina iskapanog koraka) is average value of horizontal length of one excavation step.

**Tunnel length** (dužina tunela) is the specified length of the longest completely covered driving lane.

**Double tube tunnel, twin tube tunnel** (dvocevni tunel) is a tunnel which has two tunnel tubes through each of which a single direction of traffic flows. The tunnel tubes are separated and as a rule run parallel to one another.

**Bidirectional tunnel** (dvosmerni tunel) is a tunnel in which traffic flows within the tunnel tube in both opposing directions. Between them it is necessary to envisage an additional safety buffer of 0.50 m. The speed of travel through a bidirectional tunnel is limited to a maximum of 80 km/h.

**Two line tunnel** (dvotračni tunel) is a tunnel which has two traffic lanes intended for one-way or two-way traffic.

**Gallery** (galerija) is a structure which as a rule is of a rectangular or arched form, constructed according to the system of open tunnel construction in locations where the road is threatened by avalanches or landslides. A gallery may be covered, partially covered or uncovered. Openings are typically constructed in the external wall in the shape of a semicircle or rectangle. The conditions for constructing the walls with openings are the same as those for constructing middle pillars from columns.

**Geotechnical model** (geotehnički deo projekta tunela) are computer models and plans for excavation and bracing which ensure that the tunnel fulfils the key requirements in the given geological-geotechnical situation.

**Admixture** (hemijski dodatak) is a chemical substance added to the concrete mixture, in small quantities as compared to the mass of cement, to modify the properties of wet or hardened concrete.

**Injektovanje i učvršćivanje** (injection or fixing) je tehnološki postupak u kome se masom za ubrizgavanje ili drugim materijalom za učvršćivanje pod pritiskom popunjavaju prirodne pore u stenskoj masi, pukotine, kao i druge praznine, tako da se stenska masa u unutrašnjosti suštinski ne menja.

**Iskopavanje profila deo po deo** (Excavation of profile step by step) je iskopavanje u kome se na svakom iskopnom koraku čelo iskopa deli na pojedinačne sastavne profile koji odmah po iskopavanju – napredovanju moraju da se podupru potpornim elementima.

**Iskopni korak** (excavation step) je deo iskopa izveden u potpunosti u jednom ciklusu ili deo po deo (kalota, stepenica, podnožni svod od mlaznog betona).

**Izvođač** (contractor) je pravno ili fizičko lice koje je sa naručiocem sklopilo ugovor sa obavezom da izvrši određeni posao po odredbama ugovora, odobrenim nacrtima i drugim uslovima, koji su sastavni deo ugovora; takođe, to može da bude i pravno lice odgovorno za proizvod, postupak i posao, koje realizuje uslove za garanciju kvaliteta.

**Jednocevni tunel** (one tube tunnel) je tunel koji ima samo jednu tunelsku cev. Kada se izvodi kao prva faza izgradnje dvocevnog tunela, pri planiranju je potrebno predvideti mere koje omogućavaju da se neometano izgradi druga cev.

**Jednosmerni tunel** (onedirectional tunnel) je tunel u kome vožnja kroz tunelsku cev protiče po svim trakama u istom smeru. Brzina vožnje kroz tunel je ograničena na najviše 100 km/h.

**Jednotračni tunel** (one line tunnel) je tunel koji ima samo jednu kolovoznu traku. Po pravilu se koristi kod jednosmernih, jednotračnih kratkih čvorišta i putnih priključaka, za druge potrebe izuzetno, ako se posebnom studijom dokaže zadovoljavajuća saobraćajna bezbednost i ako funkcioniše pod posebnim saobraćajnim režimom (semafor, prošireno čvorište i sl.).

**Jet-grouting** (jet-grouting) je postupak izveden u bušotini tokom kojeg se tla ili delimično čvrsta stena izmeša sa cementnim vezivom (malterom), tako da se nakon stvrdnjavanja povećava njena čvrstoća.

**Injection or fixing** (injektovanje ili utvrđivanje) is technological procedure where by means of injection mass or by means of other material for fixing natural soil pores in rocks, cracks and other gaps are filled under pressure, leaving the inside rocks characteristics essentially unchanged.

**Excavation of profile step by step** (iskopavanje profila deo po deo ) is excavation where during each excavation step the excavation head is divided to single component profiles which have to be supported by supporting elements immediately after excavation.

**Excavation step** (iskopni korak) is part of excavation executed entirely in one cycle or step by step (calotte, bench, invert arch made of sprayed concrete).

**Contractor** (izvođač) is a legal entity or natural person that has concluded a contract with the commissioning party with the obligation to complete a specific job according to the provisions of the contract, the approved project and other terms, constituting an integral part of the contract; it can also signify the legal entity responsible for the product, procedure and job, which fulfills the quality assurance requirements.

**One tube tunnel** (jednocevni tunel) is a tunnel which has only one tunnel tube. When constructed as the first phase of construction of a double tube tunnel, when planning it is necessary to envisage measures which will enable the unobstructed construction of the second tube.

**Onedirectional tunnel** (jednosmerni tunel) is a tunnel in which travel through the tunnel tube flows in the same direction in all lanes. The speed of travel through the tunnel is limited to a maximum of 100 km/h.

**One line tunnel** (jednotračni tunel) is a tunnel which has only one traffic lane. As a rule they are used for one directional, one line short junctions and transit junctions, while for other purposes they are used extraordinarily, provided that a special study indicates satisfactory traffic safety and if they function under a special traffic regime (traffic light, widened junction, etc.).

**Jet-grouting** (jet-grouting) is procedure made in drill where soil or partially solid rock is mixed with cement binder (mortar) to increase firmness after hardening.

**Kalota** (top heading, calotte) je gornji deo (zakrivljen) iskopa poprečnog profila tunela.

**Kampada** (ring) je deo konstrukcije objekta između dva radna ili dilataciona spoja.

**Kategorija stenske mase** (category of rock) je označavanje stenske mase sa podjednakim svojstvima u odnosu na iskopavanje celokupnog poprečnog preseka, kao i na vremensku prostornu deformaciju tokom iskopavanja bez obzira na mere podupiranja i ostale dodatne mere.

**Kolovozna traka** (traffic lane) je saobraćajna traka, koja se pruža po desnoj strani kolovoza i kod normalnog funkcionisanja puta je namenjena vožnji u jednom smeru. U zavisnosti od vrste puta na kolovozu može biti jedna, dve ili više vozničkih traka. Na dvosmernom dvotračnom putu se pojedinačna kolovozna traka može upotrebljavati i za preticanje u suprotnom smeru, tamo gde i kada je to tehnički i saobraćajno moguće i dozvoljeno.

**Konvergenција** (convergence) je radialno pomeranje konture osnovne podgrade (primarne podgrade). Do nje se dolazi merenjem promene rastojanja dve ili više tačaka na konturi tunela (na primarnoj podgradi).

**Koplja** (holders) su čelične cevi ili čelične šipke koje su ugrađene ispred čela iskopa i imaju ulogu u obezbeđivanju svoda i strana iskopnog koraka tokom napredovanja iskopa prostora.

**Korak** (step) je izvođenje celokupnog ciklusa iskopavanja, utovara, prevoza i ugradnje potpornih elemenata.

**Kratki tunel** (short tunnel) je tunel dužine do 300 m. Geometrijski elementi ose puta su ograničeni samo preglednošću, kod premašivanja poprečnog nagiba za 4 posto treba proširiti svod tunela, širina kolovoza se prostire kroz tunel u nepromenjenom sastavu i dimenzijama, a brzina nije posebno ograničena.

**Top heading, calotte** (kalota) is the upper part (curved) of the excavation of the cross section of the tunnel.

**Ring** (kampada) is the segment of the structure between two construction or expansion joints.

**Category of rock** (kategorija stenske mase) is marking of rock with equal characteristics related to excavation of entire cross section, as well as to time and space deformation during excavation, regardless of supporting measures and other additional measures.

**Traffic lane** (kolovozna traka) is the lane which extends along the right side of the carriageway and with normal functioning of the road, is intended for travel in one direction. Depending on the type of road, the carriageway may contain one, two or multiple traffic lanes. On a bidirectional two-lane road, an individual traffic lane may also be used for overtaking in the opposite direction where and when that is possible and permitted both technically and in terms of traffic.

**Convergence** (konvergenција) is the radial movement of the base support (primary support) contours. It is determined by measuring the change of distance between two or more points on the tunnel contour (on primary support).

**Holders** (koplja) are steel tubes or steel bars built in front of excavation head and that play role in providing arch and sides of excavated step during the excavation progress.

**Step** (korak) is execution of entire excavation cycle, load, transport and installation of supporting elements.

**Short tunnel** (kratki tunel) is a tunnel with a length of up to 300 m. The geometrical elements of the axis of the road are only limited with visibility; when exceeding a lateral slope by 4 percent it is necessary to extend the tunnel arch, the width of the carriageway is extended through the tunnel with fixed composition and dimensions, and the speed is not specifically limited.

**Linija iskopa** (excavation line) je linija duž koje se tokom gradnje vrši obračun iskopavanja i definisana je tenderskom dokumentacijom. Za obračun iskopavanja se koristi linija koja je određena zbirom: poluprečnika svetlog profila, debljine unutrašnje obloge, debljine poravnavanja za hidroizolaciju i hidroizolacije, debljine nadvišenja deformacije koje tokom gradnje određuje naručilac odn. njegov punomoćnik (nadzor, projektant), i debljine mlaznog betona kao elementa oslanjanja.

**Linija obračuna** (calculation line) je linija duž koje se tokom gradnje vrši obračun pojedinih stavki rada i definisana je tenderskom dokumentacijom. Za obračun elemenata oslanjanja se koristi linija koja je određena zbirom: poluprečnika svetlog profila, debljine unutrašnje obloge, debljine poravnavanja za hidroizolaciju i hidroizolacije, debljine nadvišenja deformacije koje tokom gradnje određuje naručilac odn. njegov punomoćnik (nadzor, projektant).

**Liveni asfalt** (mastic asphalt) je asfaltna mešavina bez šupljina, u vrućem stanju gusto tekuća; pri ugrađivanju nije potrebno zbijanje.

**Mikroarmirani mlazni beton** (micro reinforced shotcrete) je cementni beton sa vlaknima za armiranje koja omogućavaju poboljšanje određenih svojstava cementnoga betona, npr. kohezivnosti svežeg cementnog betona, mehaničkih svojstava očvrstlog cementnog betona (čvrstoća na pritisak i savijanje, žilavost), kao i ograničenje skupljanja i povećanje krutosti konstruktivnog elementa nakon pojave prve pukotine.

**Mlazni cementni beton** (shotcrete) je mešavina cementa, kamenih zrna i vode, koja se pomoću komprimiranog vazduha prska kroz mlaznicu na određenu površinu tako da nastane zbijena homogena mešavina; mlazni cementni beton može da sadrži i različite kombinacije hemijskih i mineralnih dodataka, kao i vlakna.

**Monitoring** (monitoring) je skup činilaca sa kojima se prati ponašanje konstrukcije u toku izgradnje i eksploatacije.

**Excavation line** (linija iskopa) is the line along which the cost of excavation is calculated during construction and is defined in the tender documentation. The cost for excavation is calculated according to the line defined by the sum of the following: clearance radius, inner lining thickness, thickness of leveling for waterproofing and waterproofing, thickness of the deformation super-elevation that the commissioning party or its agent (supervisor, designer) defines during construction, and the thickness of the shotcrete as support element.

**Calculation line** (linija obračuna) is the line along which the cost of individual works is calculated during construction and is defined in the tender documentation. The cost for support elements is calculated according to the line defined by the sum of the following: clearance radius, inner lining thickness, thickness of leveling for waterproofing and waterproofing, and thickness of the deformation super-elevation that the commissioning party or its agent (supervisor, designer) defines during construction).

**Mastic asphalt** (liveni asfalt) is a voidless asphalt mixture, in a dense liquid state when hot; compaction at implementation is not required.

**Micro reinforced shotcrete** (mikroarmirani mlazni beton) is cement concrete with reinforcing fibres, which enable improvement of certain properties of cement concrete, e.g. cohesiveness of wet cement concrete and mechanical properties of hardened cement concrete (compressive and bending/flexural strength, toughness), as well as limitation of shrinkage, and increase of rigidity of a structural element after the first crack has appeared.

**Shotcrete** (mlazni cementni beton) is a mixture of cement, stone grain, and water, sprayed by means of compressed air through a nozzle onto the specified surface to form a compact homogeneous mixture; shotcrete can also contain various combinations of chemical and mineral admixtures, as well as fibres.

**Monitoring** (monitoring) is the set of factors used to monitor the behavior of the structure during construction and exploitation.

**Način ponašanja stenske mase – BT** (behaviour type of rock – BT) je kategorija stenske mase koja opisuje sličan način ponašanja stenske mase u odnosu na način rušenja, razvoj deformacija, ili u odnosu na bilo koji drugi kriterijum.

**Nadprofil** (extended profile) je povećan iskopni profil u odnosu na osnovni teoretski profil.

**Nadzor** (supervision) označava ocenjivanje usklađenosti nakon dobijanja sertifikata kojim sertifikacioni (kontrolni) organ proverava trajnu usklađenost proizvoda sa propisanim zahtevima.

**Niša za čišćenje** (revision niche) je manji pomoćni prostor u zidu tunela, namenjen održavanju drenažnog sistema i sistema za odvodnjavanje tunela.

**Noseći sloj** (bearing course/layer) je (nevezani ili vezani) sloj u kolovoznoj konstrukciji između habajućeg sloja i posteljice ili planuma podloge, ugrađen, pre svega, da omogućujući odgovarajuće raspodele saobraćajnog opterećenja.

**Obloga tunela** (tunnel lining) je betonska ili armirano betonska konstrukcija koja služi kao zaštita prometa u tunelu.

**Osnovni plan (konstrukcioni) izgradnje** (main construction plan) je sažetak geotehničkog projekta, uključujući jasno definisane razloge koji omogućuju naknadne izmene projekta ili odluke „in situ“ u projektu gradnje.

**Otvorena izgradnja** (open construction of the tunnel) je način izvođenja u kojem se podzemni građevinski objekti delimično ili u celosti grade u otvorenom iskopu i naknadno zatrpavaju.

**Otvorena trasa** (open road rout) je deo puta van područja podzemnih građevinskih objekata kolovozna traka svaka od obe trake dvosmernog puta, na kojoj su trake za pojedini smer vožnje fizički ili samo horizontalnom signalizacijom odvojene međusobno i kod normalnog funkcionisanja puta namenjene isključivo za vožnju u jednom ili u drugom smeru.

**Podnožni svod** (invert arch) je faza iskopa ispod stepenice; konstrukcija u obliku luka koja premošćuje i zatvara podzemni otvor ispod kolovozne konstrukcije.

**Behaviour type of rock – BT** (način ponašanja stenske mase – BT) is rock category describing similar behaviour of rock in terms of demolition manner, deformation development or related to any other criteria.

**Extended profile** (nadprofil) is increased excavation profile compared to basic theoretical profile.

**Supervision** (nadzor) is the assessment of compliance after certification, by which the certification (monitoring) authority verifies the ongoing compliance of the product with the given requirements.

**Revision niche** (niša za čišćenje) je manji pomoćni prostor u zidu tunela, namenjen održavanju drenažnog sistema i sistema za odvodnjavanje tunela.

**Bearing course/layer** (noseći sloj) is the (bound or unbound) pavement structure course between the wearing course and the substructure or substrate formation, constructed, in particular to ensure proper distribution of traffic loading.

**Tunnel lining** (obloga tunela) is a smaller auxiliary space in the wall of the tunnel intended for maintenance of the tunnel drainage system and water removal system.

**Main construction plan** (osnovni plan (konstrukcioni) izgradnje) is a summary of the geotechnical project, including clearly defined reasons that provide ground for subsequent changes to the project or „in situ“ decisions within the construction project.

**Open construction of the tunnel** (otvorena izgradnja) is a method of construction in which underground structures are partially or entirely built in an open trench and subsequently filled in.

**Open road rout** (otvorena trasa) is part of the road outside the scope of underground structures traffic lane, each of both lanes of the bidirectional road, on which the lanes for the individual directions of travel are divided physically or by horizontal signalization only and with normal functioning of the road they are intended exclusively for travel in one direction or another.

**Invert arch** (podnožni svod) is a phase of excavation below the bench; structure in the form of an arch which spans and encloses an underground opening below the pavement structure.



**Podzemni prolaz** (underground passageway) je građevinski objekat, po obliku i izvođenju jednak podvožnjaku, koji omogućava ukrštanje van nivoa puta sa pešačkom stazom i/ili biciklističkom stazom ili sa površinom koja omogućava polazak visokoj divljači.

**Pokriveni iskop** (cut and cover) je podzemni građevinski objekat zakrivljenog ili pravougaonog oblika na trasi puta, koji je izveden u iskopu i naknadno nasut.

**Ponašanje sistema stenska masa – podupirači – SB** (behavior of the system rock – support – SB) je ponašanje celokupnog sistema koje potiče od uzajamnog delovanja stenska masa-iskop-podupirači.

**Ponašanje stenske mase** (rock behaviour) je reakcijska sposobnost stenske mase tokom iskopavanja celokupnog profila objekta, pri čemu se ne uzimaju u obzir uticaji daljeg iskopavanja i primarnog podupiranja.

**Poprečni tunel** (cross passage) je tunel koji povezuje dve cevi dvo ili višetračnog tunela. Omogućava nužno preusmeravanje saobraćaja odnosno evakuisanje ljudi u hitnim slučajevima i koristi se kao pomoćni objekat kod održavanja tunela. Dimenzije preseka zavise od namene za koju se upotrebljava.

**Portal** (portal) je početak odnosno kraj tunela na prelazu u otvorenu trasu. U širem smislu je portalno područje onaj deo otvorene trase ispred tunela, gde su postavljeni objekti, oprema i uređaji, potrebni za neometano i sigurno korišćenje tunela.

**Potporni broj** (supporting number) je koeficijent zbira vrednovanih potpornih elemenata na datom metru (m') tunela i odgovarajućih površina procene u datom slučaju.

**Potporni elementi** (supporting elements) su konstrukcioni elementi kao što su čelične talpe, kopja, čelični lukovi, cementni mlazni beton, armaturne mreže, sidra, armatura itd.

**Prekopofilski iskop** (overbreak) je prostor nastao lomljenjem stenske mase preko projektovanog profila koji uključuje toleranciju deformacije i konstrukcije.

**Underground passageway** (podzemni prolaz) is a structure which according to form and construction method is identical to an underpass, enabling the intersection of a road and pedestrian path and/or bicycle path at different grades or the intersection of a road and surface which enables the passage of large wildlife species.

**Cut and cover** (pokriveni iskop) is an underground structure with a curved or rectangular form over the route of the road which is constructed in an open trench and subsequently filled in.

**Behavior of the system rock – support –SB** (ponašanje sistema stenska masa – podupirači – SB) is the behavior of the entire system that stems from rock-excavation-support interaction.

**Rock behaviour** (ponašanje stenske mase) is a rock reaction ability during excavation of a structure's entire profile, where effects of further excavation and primary supporting are not taken into account.

**Cross passage** (poprečni tunel) is a tunnel which connects two tubes of a two- or multiple lane tunnel. It facilitates necessary redirecting of traffic and evacuation of people in emergency situations and is used as an auxiliary structure for tunnel maintenance. The dimensions of the cross section depend on the intended purpose of the tunnel.

**Portal** (portal) is the beginning or end of the tunnel at the transition into an open route. In the broad sense the portal area is the section of open route in front of the tunnel where structures, equipment and devices are placed which are necessary for the unobstructed and safe use of the tunnel.

**Supporting number** (potporni broj) is a coefficient of sum of evaluated supporting elements at a given meter (m') of a tunnel, and corresponding evaluation surfaces in a specific case.

**Supporting elements** (potporni elementi) are structural elements such as steel plates, holders, steel arches, pumped cement concrete, reinforced meshes, anchors, reinforcement etc.

**Overbreak (backbreak)** (prekopofilski iskop) the area of rock excavation in excess of the designed profile, including deformation and structure tolerance.

**Preticajna traka** (overtaking lane) je saobraćajna traka na kolovozu, koja se pruža po levoj strani podužno sa jednom ili više voznih traka i kod normalnog funkcionisanja puta je namenjena za preticanje, a kod veoma gustog saobraćajnog toka kao dodatna kolovozna traka.

**Primarna podgrada** (primary support) je konstrukcija koja osigurava stabilnost podzemnog otvora kod iskopa i za celokupno vreme eksploatacije tunela.

**Privremeni portal** (temporary portal) je predstavlja stacionažu početka podzemnog iskopa tunela. Deo tunela između privremenog i konačnog portala je izgrađen kao galerija ili pokriveni iskop.

**Putni tunel** (road tunnel) je podzemni građevinski objekat na trasi puta, kojim se omogućava: očuvanje poretka puta u propisanim granicama geometrijskih i tehničkih elemenata puta kroz reljefne prepreke, obezbeđivanje zaštite okoline puta od preterano štetnog uticaja putnog saobraćaja. Izvođenje podzemnog toka puta u područjima, na kojim nije moguće graditi na površini zbog pejzažnih ili urbanih odlika.

**Rov** (ditch) je dugačak podzemni horizontalan prostor ili prostor bez nagiba čiji je iskopni presek do 20 m<sup>2</sup>.

**Sečenje stenske mase** (cutting rock) je mehaničko drobljenje stenske mase mašinama za sečenje punog ili podeljenog profila iskopa.

**Sidro** (rock bolt) je potporni element koji služi da obezbedi otvoren iskopani prostor i da poboljša svojstva stenske mase. Često su to čelične šipke, čelične cevi ili užad koja se ugrađuju u bušotine koje su ispunjene vezivom ili su prazne (npr. Swellex).

**Overtaking lane** (preticajna traka) is a traffic lane on the carriageway, which extends from the left side along one or more driving lanes and with normal functioning of the road is intended for overtaking, and with very dense traffic as an additional lane on the carriageway.

**Primary support** (primarna podgrada) is a structure which provides stability for an underground opening during excavation and for the entire duration of exploitation of the tunnel.

**Temporary portal** (privremeni portal) is the chainage at which the underground excavation of a tunnel is opened. The section of the tunnel in between the temporary and final portal is constructed as a gallery or covered excavation.

**Road tunnel** (putni tunel) is an underground structure along the route of the road which enables: maintaining the order of the road within the prescribed limitations of the geometric and technical elements of the road through relief obstacles; providing protection around the road from the extremely harmful effects of road traffic. Underground roads are constructed in areas where it is not possible to construct them on the surface due to landscape or urban features.

**Ditch** (rov) is long underground horizontal area or area without slope with excavated diameter not larger than 20 m<sup>2</sup>.

**Cutting rock** (sečenje stenske mase) is mechanical rock crushing by using cutting machines for full or separated excavation profile.

**Rock bolt** (sidro) is a supporting element used to support excavated open space and to improve rock characteristics. Commonly, these are steel rods, steel tubes or ropes built into drills filled with binding agents or empty drills (e.g. Swellex).

**Središnji zid** (middle pillar) je središnja potporna konstrukcija kod dvo- ili višecevnihi pokrivenih iskopa, galerija i podvožnjaka u pravougaonom obliku, izvedena kao zid ili sa stubovima. Ako je izveden sa stubovima, donji deo između stubova mora do visine 1,20 m da bude ispunjen međuispunom ili šupljim zidom (parapetom) jednake debljine kao i stubovi, tako da spoljna površina po celoj dužini zida bude ravna. U objektima koji su namenjeni za brzinu vožnje do 80 km/h, ravnina između stubova se umesto umetnutog zida može postići postavljanjem višečlane sigurnosne ograde.

**Stabilizacija** (stabilization) je postupak pri kojem se mešanjem veziva i vode sa postojećim materijalom uz odgovarajuće zbijanje pripremljene mešavine trajno povećava otpornost ugrađene mešavine na uticaj saobraćajnog opterećenja, kao i uticaj štetnih klimatskih i hidroloških uticaja.

**Stena** (rock) je agregat od mineralnih zrna (delova) koji je nastao prirodnim putem, koji je karakterističan za vrstu i grupu postojećeg minerala, karakteristične strukture, teksture i sl.

**Stenska masa** (rock mass) je deo zemljine kore koju sačinjavaju čvrste stene i/ili zemljište, uključujući anizotropne sastojke, razdelne površine i prazni prostori ispunjeni tečnošću ili gasovima.

**Stepenica** (bench) je deo iskopa između kalote i podnožnog svoda.

**Talpe** (steel lagging) su čelični elementi oplate, kao što su talasaste čelične ploče koje se uoči narednog iskopnog koraka oslanjaju na čeličnu lučnu potporu i potiskuju ili sabijaju stensku masu slabe nosivosti ispred čela iskopa da bi se prostor iskopa zaštitio od urušavanja tokom iskopavanja.

**Tla** (soil) je akumulacija anorganskih čvrstih čestica različitih veličina koja može da sadrži i primese organskih materija. Svojstva zemljišta uglavnom određuju granulometrijski sastav, konzistencija, stišljivost i sadržaj vode.

**Tunel** (tunnel) je vodoravan odnosno blago nagnut dalji podzemni prostor čiji je iskopni presek veći od 20 m<sup>2</sup>, namenjen drumskom ili železničkom saobraćaju. Tunel ima ulaz i izlaz iz stenske mase.

**Middle pillar** (središnji zid) is the central load bearing structure in a two- or multiple-tube covered excavation, gallery or underpass, rectangular in shape, constructed as a wall or with columns. If it is constructed with columns, the lower section between the columns, up to a height of 1,20 m, must be covered with filler or a perforated wall (parapet) with a thickness equal to the columns, so that the external surface along the entire length of the wall is even. In structures intended for travel speeds of up to 80 km/h, the surface between the columns can be constructed by placing panelled safety barriers instead of an inserted wall.

**Stabilization** (stabilizacija) is a procedure where binder and water are mixed with existing material, and the prepared mix is then suitably compacted, to permanently increase resistance of the placed mix to traffic loading impacts and to adverse climatic and hydrological actions.

**Rock** (stena) is aggregate made of mineral grains (parts) created naturally, characteristic for the type and group of existing mineral, with characteristic structure, texture etc.

**Rock mass** (stenska masa) is the part of crust made of solid rock and/or earth, including anisotropic compounds, separation surfaces and empty space filled with liquid or gasses.

**Bench** (stepenica) is the section of an excavation between the top heading and invert arch.

**Steel lagging** (talpe) are formwork steel elements such as corrugated steel plates which during the next excavation step rest on steel distribution support and suppress or compact rock of low bearing capacity in front of excavation head to protect excavation area from collapsing during excavation.

**Soil** (tla) is accumulation of inorganic solid particles of various sizes which can contain parts of organic substances. Characteristics of soil are generally determined by granulometric composition, consistency, compression, and water content.

**Tunnel** (tunel) is horizontal i.e. slightly inclined further underground space with excavation diameter larger than 20 m<sup>2</sup>, used for road or railway traffic. Tunnel has entrance and exit from the rock.

**Tunel na obronku** (tunnel on a hillside) je tunel, koji se proteže kroz obronak upravno na pad terena. Niveleta puta između ulaznog i izlaznog dela je što manjeg nagiba, mada ni u jednom delu u «konkavi».

**Tunel srednje dužine** (long tunnel) je tunel dužine od 300 do 900 m. Horizontalni elementi su ograničeni preglednošću i maksimalnim poprečnim nagibom od 4 posto, uspon nivelete je ograničen, sastav i dimenzije elemenata kolovoza mogu da se menjaju, brzina je ograničena.

**Tunel u depresiji** (tunnel in a depression) je tunel koji se pruža u ravničarskom terenu ispod većih vodenih tokova ili ispod područja prostora koji se koristi za posebne namene. Niveleta puta je u takvom tunelu projektovana sa jednim ili više konkavnih zaobljenja, uvedenih između ulazne tangente u padu ka tunelu i izlazne tangente u usponu od tunela. Potrebne su posebne mere i oprema za odvodnjavanje tunela i za odvođenje štetnih gasova.

**Tunelska oprema** (tunnel equipment) su uređaji koji obezbeđuju neometan i saobraćajno bezbedan protok saobraćaja u delimično ograničenim uslovima, ujedno omogućavaju izvođenje posebnih mera u posebnim slučajevima. U tu opremu spadaju i elementi, koji su postavljeni na kolovozu na potrebnoj udaljenosti ispred ulaza u tunel.

**Unutrašnja obloga** (inner lining) je konstruktivni element napravljen od cementnog betona ili armiranog cementnog betona koji obezbeđuje dodatnu zaštitu od obrušavanja podzemnog prostora i kojim se postiže estetski izgled podzemnog prostora.

**Višecevni tunel** (multiple-tube tunnel) je tunel koji ima više od dve cevi. Korišćenje cevi može biti različito za svaki slučaj posebno (dvocevni tunel sa podzemnim kracima putnog priključka, dodatna cev za pešake odnosno bicikliste, kombinovani putni i železnički tunel i sl.).

**Višetračni tunel** (multiple-lane tunnel) je tunel koji ima više saobraćajnih traka. To mogu biti tri kolovozne trake ili dve kolovozne i jedna zaustavna traka. Višetračni tunel je po pravilu sa najviše tri trake. Izuzetak su slučajevi kada se u tunelu priključuju odnosno isključuju kraci putnog priključka.

**Vodocementni faktor** (water–cement ratio) označava odnos efektivnog udela vode i cementa u svežem cementnom betonu.

**Tunnel on a hillside** (tunnel na obronku) is a tunnel which extends through a hillside perpendicularly to the fall of the terrain. The grade of the road between the entry and exit section is at as small of a slope as possible, although in neither section is not „konkavi“.

**Long tunnel** (tunnel srednje dužine) is a tunnel with a length from 300 to 900 m. The horizontal elements are limited with visibility and a maximum lateral slope of 4 percent, the rise in grade is limited, composition and dimensions of carriageway elements can vary, speed is limited.

**Tunnel in a depression** (tunnel u depresiji) is a tunnel which runs through flat terrain below larger waterways or below an area used for special purposes. The grade of the road in such a tunnel is designed with one or more concave curves, placed between the entrance tangent in the fall towards the tunnel and the exit tangent in the rise from the tunnel. Special measures and equipment are necessary for water removal from the tunnel and for drawing away harmful gasses.

**Tunnel equipment** (tunelska oprema) means devices which facilitate the unobstructed and safe flow of traffic in partially limited conditions and also enable the implementation of special measures in special situations. This equipment includes the elements placed on the carriageway at the necessary distance in front of the entryway to the tunnel.

**Inner lining** (unutrašnja obloga) is a structural element made of cement concrete or reinforced cement concrete which provides additional protection from underground space collapse and which improves the appearance of underground space.

**Multiple-tube tunnel** (višecevni tunel) is a tunnel which has more than two tubes. The use of the tubes may vary for each case individually (double-tube tunnel with underground junctions, an additional tube for pedestrians and bicyclists, combined road and rail tunnel, etc.).

**Multiple-lane tunnel** (višetračni tunel) is a tunnel which has multiple traffic lanes. This can be three carriageway lanes or two carriageway and one stopping lane. A multiple-lane tunnel as a rule has a maximum of three lanes. An exception occurs in cases when there are junctions within the tunnel.

**Water–cement ratio** (vodocementni faktor) is the ratio of the effective share of water to the effective share of cement in wet cement concrete.

**Vrsta stenske mase – GT** (type of rock mass – GT) je stenska masa sličnih geoloških, geomehaničkih i hemijskih svojstava.

**Vršni tuneli** (elevated tunnel) je tunel koji se proteže kroz greben što je više moguće upravno na slojeve terena na visini do koje je još uvek moguće podići niveletu puta. Niveleta se pruža u principu pre i posle tunela u usponu odnosno padu, tako da u tunelu dostiže svoju najvišu nadmorsku visinu na tom području.

**Zaustavna niša** (layby) je prostor u podzemnom građevinskom objektu za zaustavljanje vozila u nuždi, onda kada zaustavna traka nije predviđena. Izgrađena je na desnoj strani kolovoza u smeru vožnje i opremljena je dodatnom opremom u zavisnosti od vrste saobraćaja kroz objekat.

**Type of rock mass – GT** (vrsta stenske mase – GT) is a rock mass with similar geological, geomechanical and chemical properties.

**Elevated tunnel** (vršni tuneli) is a tunnel which extends through a ridge as much perpendicularly as possible to the layers of the terrain at a height up to which it is still possible to raise the grade of the road. Generally, the grade extends before and after the tunnel in a rise or fall, so that the tunnel reaches its highest elevation in that area.

**Layby** (zaustavna niša) is a space within an underground structure for stopping vehicles in emergencies and when a stopping lane has not been envisaged. It is constructed on the right side of the carriageway in the direction of travel and outfitted with additional equipment depending on the type of traffic travelling through the structure.

#### 11.1.1.4 Upotrebljene skraćenice

**NATM** (New Austrian Tunneling Method) nova austrijska tunelska metoda i označava metodu iskopa i izgradnje tunela.

**TBM** (Tunnel Boring Machine) i označava metodu izgradnje tunela koristeći ove strojeve za iskop i izgradnju tunela.

**C&C** (Cut and Cover) označava metodu izgradnje tunela sa površine terena primenjujući iskop sa površine izgradnju tunela te nasipanje istog do površine terena – pokriveni ukop.

**ITA** (International Tunnel Association).

**TEN** (Trans European Network) sveeuropsko saobraćajna mreža.

**PIARC** (Permanent International Association of Road Constructors).

**ÖNORM** (Österreichische Normen).

**RABT** (Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln).

**RVS** (Richtlinien und Vortschriften für das Straßenwesen).

**RAS** (Richtlinien für die Anlagen von Straßen).

**ÖGG** (Die Österreichische Gesellschaft für Geomechanik).

#### 11.1.2 PROJEKTOVANJE GEOMETRIJE TUNELA

##### 11.1.2.1 Osnove

Izradu projektne dokumentacije mora da vodi stručno osposobljen projektant, koji će biti sposoban da koordiniše izradu projekta tunela sa projektom puta kao i da koordiniše unutar projekta tunela između projekatana građevinskog i elektromašinskog dela projekta.

Projektant tunela mora da saraduje sa projektantom glavnog puta. Projektanti tunela i trase moraju da usklade tehnička rešenja u području portala u vezi sa platoom pogonske stanice i odvodnjavanja i da daju usklađeno projektno rešenje preusmeravanja saobraćaja odnosno okretanja u području portala u slučaju zatvaranja tunela zbog vanrednih događaja i radova na održavanju.

Projektant mora da planira u skladu sa pravilima struke i propisima i ako su ta rešenja u suprotnosti, Naručilac o tome mora da bude pravovremeno obavešten i upozoren. Projektna rešenja moraju da obezbede sigurnost i trajnost objekta u periodu upotrebe kao i u periodu izvođenja sa modernim tehnologijama izgradnje.

Tuneli moraju da budu planirani i izgrađeni tako, da bude obezbeđena sigurnost korisnika i održavaoca za vreme normalne upotrebe i u vanrednim slučajevima. Tunel

mora da bude planiran i izgrađen tako da negativni uticaji na sredinu za vreme izgradnje i rada budu što manji.

#### 11.1.2.1.1 Osnovni sastavni delovi tunela

Osnovni sastavni delovi tunela su:

- građevinski objekat tunela,
- putni trup u tunelu,
- tunelska oprema

##### 11.1.2.1.1.1 Građevinski objekat tunela

Građevinski objekat tunela je građevinska konstrukcija koja omogućava izgradnju puta kroz prirodne prepreke ili ispod drugih objekata i sastoji se od:

- potpornih stenskih elemenata,
- obloge tunela ili građevinske konstrukcije kod izvođenja u otvorenom iskopu,
- portala odnosno portalnih konstrukcija,
- poprečnih tunela (kod dvo ili višecevnih tunela),
- površina i objekata za održavanje i upravljanje tunela kao i organizacije vođenja saobraćaja kroz tunel,
- drugih građevinskih konstrukcija (npr. rezervoar za vodu, cevovod pod pritiskom, izlazi ka napolje).

Vrsta i obim sastavnih delova tunela zavise od vrste tunela i namene.

##### 11.1.2.1.1.2 Trup puta

Trup puta u tunelu je građevinska konstrukcija, namenjena za potrebe putnog saobraćaja i sastoji se od:

- donjeg stroja (utvrđenje temeljnog tla ili nasipanje ili punjenje betonom donjeg luka tunela),
- gornjeg stroja (kolovoz, razdelne odnosno sigurnosne trake i nesaobraćajne trake),
- uređaja za odvodnjavanje saobraćajnih površina i donjeg stroja.

Vrste i obim sastavnih delova putnog trupa u tunelu zavise od vrste izvođenja građevinskog objekta tunela, kategorije puta i saobraćajne namene puta (vozila i drugi korisnici).

##### 11.1.2.1.1.3 Tunelska oprema

Tunelska oprema su uređaji, instalacije i uređenja u tunelu i izvan njega, koji obezbeđuju nesmetan rad i održavanje građevinskog objekta tunela i saobraćaja kroz njega, a to su:

- uređaji za odvodnjavanje vode iz stena,
- uređaji za provetranje tunela,

- instalacije i elementi za rasvetu putnog pojasa,
- instalacije i uređaji za protivpožarnu zaštitu,
- saobraćajna oprema (signalizacija, usmerivači, sigurnosne ograde – po potrebi) u zavisnosti od kategorije puta i količine saobraćajnog toka,
- instalacije i uređaji za obezbeđivanje sigurnosti (SOS poziv, video nadzor, sistem automatskog prepoznavanja vanrednih događaja, tunelski radio uređaji, specijalna saobraćajna signalizacija i oprema, ozvučenje, javljanje plina i dima),
- instalacije i uređaji za slanje radio i telefonskih signala (antene),
- objekti i instalacije za energetsko napajanje (glavno i u slučaju nužde).

Vrste i obim sastavnih delova tunelske opreme zavise od vrste izvođenja građevinskog objekta tunela, kategorije puta i saobraćajne namene puta (vozila i drugi korisnici).

#### 11.1.2.1.2 Podela tunela prema dužini

Tuneli se zbog značajnih razlika kod uticaja dužine tunela na psihofizičko stanje i reakcije vozača, zbog razlika u upotrebi geometrijskih i tehničkih elemenata kod uređenja puta kroz tunel i zbog značajnih razlika u izgradnji tunela, dele na kratke, srednje dužine i dugačke.

##### 11.1.2.1.2.1 Kratki tunel ima dužinu do 300 m

Kroz njega se proteže put u nepromenjenom sastavu normalnog poprečnog profila, u dimenzijama kakve su upotrebljavane na otvorenoj trasi tog puta, a brzina nije posebno ograničena. Nevezano za navode prethodne rečenice, niveleta puta kroz tunel mora da bude izvedena prema odredbama ovih smernica. Mora da bude obezbeđen neprekidna zaustavna preglednost (dovoljna veličina horizontalnih geometrijskih elemenata puta ili proširen profil ili ograničena brzina vožnje).

##### 11.1.2.1.2.2 Tuneli srednje dužine imaju dužinu od 300 do 900 m

Horizontalni geometrijski elementi ose puta su ograničeni preglednošću i maksimalnim poprečnim nagibom od 4 posto. Uspon nivelete je ograničen u skladu sa odredbama ovih smernica. Sastav i dimenzije elemenata kolovoza (poprečni profil) mogu biti promenjeni. Brzina je ograničena na najviše

80 km/h u dvosmernim tunelima odnosno 100 km/h u jednosmernim.

#### 11.1.2.1.2.3 Dugački tuneli imaju dužinu preko 900 m

Horizontalni geometrijski elementi ose puta su ograničeni preglednošću, maksimalnim poprečnim nagibom od 4 posto u skladu zahtevima i ograničenja, poglavlje 11.1.2.3.3.1 Horizontalni elementi osovine puta. Uspon nivelete je minimalan na nivou obezbeđivanja odvodnjavanja, a niveleta je izvedena u skladu sa odredbama ovih smernica. Sastav i dimenzije elemenata kolovoza (poprečni profil) mogu biti promenjeni. Brzina je ograničena na najviše 80 km/h u dvosmernim tunelima odnosno 100 km/h u jednosmernim.

Navedene granične dužine tunela nisu strogo određene i namenjene su pre svega planiranju tunela.

Navedene gornje granične dužine tunela se kod tunela u urbanoj sredini i kod kraćih tunela van urbane sredine mogu iz funkcionalnih, prostornih, saobraćajno-bezbednosnih i geoloških razloga i povećati, ali ne više od dva puta od navedene gornje dužine. U tom slučaju se smeju upotrebiti odredbe vezane za izbor geometrijskih elemenata puta prema manje zahtevnom kriterijumu, posebno nivelete, samo ako se odabere i dokaže zadovoljavajuće provetravanje tunela.

#### 11.1.2.1.3 Osnovna načela pri projektovanju putnih tunela

Kod planiranja tunela treba uskladiti različite zahtevi i ograničenja, koja proističu iz uslova izgradnje i modernog koncepta. Tunnel mora da ispunjava postavljene funkcionalne zahtevi. Mora da bude omogućen protok predviđenog broja vozila sa predviđenom računskom brzinom, pri čemu moraju da budu ispunjeni svi propisani uslovi za bezbednost u drumskom saobraćaju.

Oblik, obim i kvalitet kao i izrada sastavnih delova tunela se određuju tehničkim pravilnicima, standardima, tehničkim specifikacijama za pojedinu vrstu radova, zavise i od geološko-geomehaničkih i hidrogeoloških situacija u steni, lokacije i smernog položaja tunela, kategorije tunela (klasa opreme tunela), kategorije puta, vrste puta (u naselju ili izvan njega), vrste saobraćaja kroz tunel (motorna vozila, drugi učesnici, kombinovano) i gustine saobraćaja.

Tunnel mora da ispunjava postavljene funkcionalne zahtevi.

Pri projektovanju podzemne konstrukcije treba poštovati stanje u steni, zaključno sa hidrogeologijom i lokalnom tektonikom, jer situacija u tlu snažno utiče na horizontalni i vertikalni tok trase, oblik, poprečni profil ili celokupnu veličinu tunela.

Kod projektovanja tunela treba izabrati odgovarajuću tehnologiju iskopa i podgradnje. Izgradnja tunela mora poštovati ekonomičnost, efikasnost i bezbednost. U projektu treba predvideti i druge postupke za izvođenje radova kao što su: izrada privremenih rovova, prilazi gradilištu, raspored i organizacija gradilišta, određivanje deponije iskopanog materijala.

Projektom tunela mora biti predviđeno i obezbeđeno odgovarajuće održavanje svih tunelskih sistema i uređaja. Posebna pažnja mora da bude usmerena na to da projektovana rešenja omogućavaju racionalno održavanje tunela kao i da održavanje bude moguće sa uobičajenim sredstvima, koje na raspolaganju imaju službe redovnog održavanja naručioca.

Kada su tuneli u sekvenci (sistem tunela), oprema za nadzor i vođenje odnosno upravljanje saobraćajem se planira skladno za celokupan sistem tunela.

Na putevima van sistema TEN se koristi ista tunelska oprema kao u sistemu TEN. U urbanim sredinama, gde vrste korisnika tunela mogu biti i drugačije (pešaci i biciklisti) i normalni poprečni presek puta kroz tunel treba da je tome prilagođen, obim tunelske opreme treba odrediti u projektu za svaki slučaj posebno. Kada se predviđa skromnija oprema od one u sistemu TEN, u tunelu se obavezno ograničava brzina. Ako je u tunelu samo motorni saobraćaj, brzina se ograničava na najviše 70 km/h, odnosno na 50 km/h ako je namenjen i drugim korisnicima.

Kada se jednocevni tunnel projektuje kao prva faza, projektno rešenje mora proizilaziti iz finalnog koncepta objekta (dvocevni tunnel) i sadržati sve potrebne konačne odnosno privremene građevinske odnosno saobraćajne mere, koje omogućavaju nastavak izgradnje.

U tunelima namenjenim kombinovanim saobraćaju (za vozila i pešake, odnosno bicikliste), potrebno je obe vrste saobraćaja

međusobno fizički razdvojiti. Izuzetak su tuneli u gradovima, u kojima je najveća dozvoljena brzina vozila 50 km/h.

Pri projektovanju i izgradnji tunela dozvoljeno je upotrebiti alternativna rešenja, ako se dokaže da sa njima predložena rešenja obezbeđuju bar jednak ili viši nivo sigurnosti i upotrebljivosti kod izgradnje i korišćenja tunela.

#### 11.1.2.1.4 Tehnička dokumentacija za tunele

Principi projektovanja podzemnih struktura - tunela mora da bude usklađen sa raznim zahtevima i ograničenjima. Projektovanje mora da uzme u obzir uslove zemljišta, hidrologiju, lokalnu seizmologiju, treba razmotriti izvodljive metode konstrukcije i načine iskopavanja, ekonomičnost i bezbednost. Treba uzeti u obzir mogućnost privremenog pristupa, smeštaja gradilišta i odlaganja iskopanog materijala.

Prethodni radovi za izradu tehničke dokumentacije obuhvataju istraživanja i analizu stručnih materijala, projekata, i prikupljanje podloga.

Između svakog koraka se projekat stalno nadograđuje, jer je na raspolaganju uvek više novih i konkretnih informacija.

U skladu sa Zakonom o planiranju i izgradnji, (Službeni glasnik RS", br. 72/2009, 81/2009, 64/2010, 24/2011) tehničku dokumentaciju delimo na:

- generalni projekat,
- prethodna studija opravdanosti,
- idejni projekat,
- studija opravdanosti,
- glavni projekat,
- izvođački projekat,
- projekat izvedenog objekta i

U skladu sa članom 57. ZoJP se izradi projekat održavanja.

Pored navedenih je primereno izraditi i »Projekat za tender« koji predstavlja glavni/izvođački projekat, koji pripremljen za potrebe javne nabavke.

Sadržaj i detaljniji opisi Tehničkih uslova projektovanja i Posebni zahtevi (elementi trase tunela sa obezbeđenim sigurnosnim zahtevima su dati u odeljku 1. priručnik za projektiranje puteva v RS 1.13.13.3 Tehnička dokumentacija za tunele.

#### 11.1.2.1.4.1 Generalni projekat

Svrha Generalnog projekta je da odredi optimalni koridor na definisanom području, odnosno da proučiti više varijanti kako tehničkih tako i prostornih rešenja puta ili drugog građevinsko-inženjerskog objekta, kao i da uporediti varijante sa stanovišta uklapanja u prostor i uticaja na životnu okolinu. Treba da uvažava inženjersko-geološke i geotehničke karakteristike terena sa aspekta utvrđivanja generalne koncepcije i opravdanosti izgradnje objekta, kao i funkcionalnosti i racionalnosti rešenja. Razmatranja, istraživanja i vrednovanja varijanti treba da daju dovoljno detaljne, nepristrasne i pouzdane rezultate, kako bi na kraju bilo moguće da se odluči o optimalnoj varijanti.

Namena svrha je izbor ili potvrda toka tunela i obezbeđivanje relevantnih informacija, koje su Naručiocu potrebne za odluke. Posebno su značajni i detaljno obrađeni različiti aspekti izgradnje tunela, tipični za različite trase tunela. Glavni cilj te projektne faze, je generalno dobijanje projektnih uslova od nadležnih (upravnih) organa (institucija).

#### 11.1.2.1.4.2 Prethodna studija opravdanosti

Prethodnom studijom opravdanosti je potrebno utvrditi prostornu, ekološku, društvenu, finansijsku, tržišnu i ekonomsku opravdanost investicije za pojedinačne varijante rešenja, na osnovu kojih se donosi planski dokument, kao i odluka o opravdanosti ulaganja u prethodne radove za idejni projekat i izradu studije opravdanosti. Za potrebe prethodne studije opravdanosti potrebno je izraditi generalni projekat sa svim potrebnim stručnim elaboratima i istraživanjima.

#### 11.1.2.1.4.3 Idejni projekat

Idejni projekat istražuje i jednoznačno definiše optimalnu trasu koja je usvojena u generalnom projektu. To znači da je potrebno dalje projektno razraditi izabranu trasu, kako bi se mogli dobiti detaljniji podaci za izradu studije opravdanosti i time omogućilo odlučivanje o daljim ulaganjima. Nivo obrade je situaciono rešenje sa prikazom regulacionih i građevinskih linija i zavisi od vrste objekata, konstruktivnih i projektnih karakteristikama objekta, karakteristika terena i proračuna stabilnosti, kao i od proračuna troškova izgradnje, transporta, održavanja i drugih troškova.



Izabrana varijanta toka tunela se u idejnom projektu detaljnije obrađuje i izrađuje se studija uticaja na životnu sredinu. Primarno se idejni projekat usredsređuje na pravne aspekte izgradnje, zaštitu vodenih izvora, šuma i generalno životne sredine. Sastavni deo tehničke dokumentacije mogu biti i studije, zasnivanja, stručne ocene, prethodni i istražni radovi, elaborati, geodetski nacrti i slični dokumenti (u daljem tekstu: **elaborati**), kada su potrebni zbog specifičnosti vrste objekta ili lokacije na kojoj će tunel biti izgrađen.

#### 11.1.2.1.4.4 Studija opravdanosti

Studijom opravdanosti potrebno je odrediti prostornu, ekološku, društvenu, finansijsku, tržišnu i ekonomsku opravdanost investicije za prethodno izabrano rešenje. Na osnovu studije opravdanosti se donosi odluka o opravdanosti ulaganja. Za izradu ovog dokumenta potrebno je izraditi idejni projekat.

#### 11.1.2.1.4.5 Glavni projekat

Glavnim projektom, u skladu sa Zakonom, utvrđuju se građevinsko-tehničke, tehnološke i eksploatacione karakteristike objekta sa opremom i instalacijama, tehničko-tehnološka i organizaciona rešenja za gradnju objekta, investiciona vrednost objekta i uslovi održavanja objekta.

Svrha glavnog projekta je da omogući izgradnju objekta, dobijanje građevinske dozvole i dobijanje saglasnosti, odnosno dozvola od nadležnih institucija za priključenje na komunalnu i drugu infrastrukturu. Projektanu dokumentaciju za tunele čine tehnički izveštaji, planovi i elaborati.

#### 11.1.2.1.4.6 Izvođački projekat

Cilj Izvođačkog projekta je da omogući gradnju i predstavlja nadgradnju glavnog projekta sa detaljima potrebnim za gradnju. Osnovni zadatak ove faze je konstruktivna razrada izvođačkih detalja, izbor najracionalnijih metoda građenja i izrada plana organizacije građenja sa usklađivanjem svih aktivnosti.

Projekat za izvođenje tunela čine planovi detaljnih tehničkih rešenja i detalja, koji dopunjuju pojedine planove projekta za dobijanje građevinske dozvole u toj meri, da je moguće na osnovu tog projekta izgraditi objekat. Planovi za izvođenje se izrađuju prema radovima koji prate pojedine faze izgradnje. Crteži planova zavise od vrste

objekta, kompleksnosti, veličine i drugih karakteristika planirane izgradnje. Sastavni delovi planova su i radioničarski i drugi fabrički planovi.

#### 11.1.2.1.4.7 Projekat izvedenog objekta

Projekat izvedenog objekta izrađuje se za potrebe pribavljanja upotrebne dozvole i korišćenja, upravljanja i održavanja tunela. To je glavni projekat sa izmenama nastalim u toku građenja objekta. Deo projekta izvedenog objekta je i sadržaj potreban za ažuriranje informacionog sistema banke podataka.

Napomena: za potrebe upravljanja i održavanja puteva i objekta na njima, projekat izvedenog objekta potrebno je izraditi i u slučaju kada se ne traži upotrebna dozvola.

#### 11.1.2.1.4.8 Projekat održavanja

U skladu sa članom 57. ZoJP :

Održavanjem javnog puta smatraju se radovi kojima se obezbeđuje nesmetan i bezbedan saobraćaj i čuva upotrebna vrednost puta. Održavanje javnog puta obuhvata redovno, periodično i urgentno održavanje.

Treba istaći da projekat održavanja izrađen u fazi glavnog projekta obavezno treba dopuniti, ako su u toku gradnje izvedene promene i zato je izrađen projekat izvedenog objekta.

Projekata održavanja za nivo glavnog projekta tunela su dati u odeljku 1. Priručnik za projektiranje puteva v RS 1.3.16.4.

Pod Redovnim održavanjem tunela smatraju se radovi čija je namena da sačuvaju tunel i područja portala u dobrom stanju bez većih zahvata u tunelu ili ometanja saobraćaja kroz tunel.

Kada Redovnim održavanjem nije moguće sačuvati tunel i portale u dobrom stanju bez većih zahvata u tunelu ili ometanja saobraćaja kroz tunel, pa je potrebno pristupiti obnovi i prilagođavanju uređaja i konstrukcija u tunelu kako bi se obezbedio bezbedan saobraćaj kroz tunel i da bi se objekat, kao celina, i okolina zaštitili od štetnih uticaja saobraćaja kroz tunel, te da bi se sačuvao uredan izgled okoline i lokalnog ambijenta tunela.

#### 11.1.2.1.4.9 *Elaborati*

Elaborat o saobraćajnom uređenju u toku građenja.

Elaborat mora da sadrži najmanje:

- opšti deo,
- studiju privremenog saobraćajnog uređenja,
- tabelu upotrebljene saobraćajne signalizacije pri zatvaranju,
- program obaveštavanja javnosti u toku građenja i
- grafičke priloge.

#### 11.1.2.1.4.10 *Projekat za tender*

Namena projekta za tender je detaljan opis radova tako, da se ponuđačima omogući konkretno formiranje ponuđačkih cena. Upravo tako se izrađuje tenderska dokumentacija i ugovorna dokumentacija.

Na osnovu pojedinih izveštaja, koje su pripremili različiti timovi stručnjaka, priprema se tehnički izveštaj, koji dokumentuje postupak odlučivanja i u kojem su sažeti rezultati projektovanja.

U konačnom obliku projektna dokumentacija za tender mora da sadrži sledeće:

- ugovorna dokumenta,
- kratko predstavljanje geoloških i geotehničkih laboratorijskih istraživanja i interpretaciju rezultata,
- opis tla (stene) i sa njim povezanih ključnih parametara, opis mogućih opasnosti, glavnih uticajnih činilaca, odrađenih analiza i pripadajući geotehnički model,
- specifikaciju radova iskopa i podupiranja, upotrebljeni scenario, upotrebljene analize i rezultate,
- tehničke uslove izgradnje,
- detaljne specifikacije, koje se odnose na tehničke uslove izgradnje (zaključno sa dodatnim tehnološkim rešenjima, koji se određuju na terenu, ako se ukaže potreba),
- određivanje klasa iskopa i podupiranja i njihova podela duž trase,
- ponuđački popis radova,
- tehničke specifikacije i
- planove.

Tehnički uslovi izgradnje u dokumentaciji za tender opisuju očekivane stenske uslove (geološki model sa distribucijom vrste tla - stene u podužnom preseku), klase iskopa i podupiranje (tempo napredovanja, sekvenca faza iskopa, nadprofil, zaostajanje lučnog dna, kvalitet i količinu podupiranja,

poboljšanje tla, itd), kao i deonice, na kojima je potrebno poštovati posebni zahtevi. U tehničkim uslovima izgradnje potrebno je jasno navesti, koje mere za vreme izvođenja radova nije moguće upotrebiti kao i kriterijume i efekte povezane sa potrebnim promenama i prilagođavanjem za vreme izvođenja radova.

#### 11.1.2.2 **Koncept bezbednosti u tunelima**

##### 11.1.2.2.1 Opšte

Bezbednost odvijanja saobraćaja u putnim tunelima je jedan od najvažnijih aspekata upotrebe putnih tunela. Nesreće koje su se dogodile u dugačkim putnim tunelima poslednjih decenija su vodile ka pripremi direktive 2004/54/ES, koja zemljama članicama EU propisuje opsežne mere u vezi sa putnim tunelima na TEN koji se odnose pre svega na obezbeđivanje odgovarajuće minimalne bezbednosti u tunelima. Zadatak tih mera je da uspostavi jedinstven, stalan i visok nivo zaštite u putnim tunelima za sve evropske građane.

Stariji tuneli, koji su bili izgrađeni u prošlosti, kada su tehničke mogućnosti i saobraćajni uslovi bili manje zahtevni nego danas, moraju da budu u odgovarajućem vremenskom periodu bezbednosno nadograđeni na moderni zahtevi.

Bezbednost u tunelima zahteva skup mera, koje se između ostalog odnose na:

- građevinske mere,
- zahtevi vezani za obezbeđivanje odgovarajuće tunelske opreme,
- zahtevi vezani za odgovarajuće postupke korišćenja.

Nove putne tunele je potrebno projektovati i izvesti u skladu sa važećom regulativom, a starije je potrebno u odgovarajućem vremenskom periodu nadograditi do odgovarajućeg nivoa bezbednosti i upotrebljivosti.

U ovim smernicama su opisani i nadležni organi odnosno organizacije i pojedinci sa javnim ovlašćenjem, koji imaju nadležnost i odgovornost u vezi sa obezbeđivanjem bezbednosti u putnim tunelima. To su:

- upravni organ (administrativno telo),
- upravljač tunela,
- zvaničnik za bezbednost (inženjer za bezbednost),
- inspektorski organ (inšpekciono servisi).

Uloge ovih organa su detaljnije opisane u odeljku 11.6.4.

Direktiva tačno propisuje obavezan dvostepeni postupak dobijanja bezbednosne dokumentacije.

Bezbednosna dokumentacija faze projektnog koncepta obuhvata dobijanje sledeće dokumentacije:

- opis planiranog objekta i prilaza do njega,
- studiju saobraćajne prognoze,
- analizu rizika,
- istraživanje posebnih opasnosti,
- pozitivno zaključeno mišljenje o bezbednosti.

Bezbednosna dokumentacija pre puštanja u upotrebu i za vreme upotrebe:

- bezbednosna dokumentacija iz prethodne faze,
- opis organizacije i svih izvora za obezbeđivanje upotrebe i održavanja tunela,
- plan mera u slučaju vanrednih događaja,
- opis sistema stalnog toka informacija iskustva korišćenja, incidenata i nesreća,
- spisak obavljenih bezbednosnih vežbi i analiza novih saznanja.

Uz svaku promenu koja utiče na bezbednosne aspekte korišćenja potrebno je

ponoviti postupke dobijanja odgovarajuće bezbednosne dokumentacije.

Detaljniji opisi i odredbe vezane za bezbednosnu dokumentaciju su dati u odeljku 11.6.5.

#### *Poprečni profil*

Odredbe vezane za poprečni profil tunela su date u odeljku 11.1.2.4.

#### *Elementi puta u tunelima*

Odredbe vezane za poprečni profil tunela su date u odeljku 11.1.2.3.

#### 11.1.2.2.2 Objekti za bezbednost tunela

Za obezbeđivanje bezbednosti korisnika se u putnim tunelima predviđaju sledeći bezbednosni objekti:

- Izlazi i putevi za slučaj nužde,
- zaustavne niše,
- poprečni međuprolazi za pešake,
- poprečni međuprolazi za interventno vozilo u slučaju nužde,
- niše za SOS pozive; (SOS),
- protivpožarne niše; (PPN).

Tabela 11.1.1: Zahtjevi za raztojanja objekata za bezbednost tunela

<b>Dvocevni i jednocevni cestovni tunel sa paralelnim rovom</b>		
Poprečni međuprolazi za interventno vozilo u slučaju nužde	IP	Dužina tunela $\geq 900$ m ( $\geq 600$ m)
Poprečni međuprolazi za pešake	PP	Dužina tunela $\geq 300$ m
Izlaze iz tunela prema napolje, za pešake	PIN	Po pravilu ne
Izlaze iz tunela prema napolje, za interventno vozilo u slučaju nužde	IN	Po pravilu ne
<b>Jednocevni cestovni tunel bez paralelnog rova</b>		
Poprečni međuprolazi za interventno vozilo u slučaju nužde	IP	Nije moguće
Poprečni međuprolazi za pešake	PP	Nije moguće
Izlazi iz tunela prema napolje, za pešake	PIN	Važi za sve tunele sa dužinom izlaza $\geq 300$ m
Izlazi iz tunela prema napolje, za interventno vozilo u slučaju nužde	IN	Dužina tunela $\geq 900$ m ( $\geq 600$ m)

Tabela 11.1.2: Rezime mera obezbeđivanja bezbednosti u tunelima u za visnosti od dužine tunela

Sigurnosni uređaji		Dužina tunela			
		< 300	≥ 300 < 600	≥ 600 < 900	≥ 900
Građevinska oprema	Zaustavna traka	○	○	○	○
	Zaustavna niša <sup>1)</sup>			○	●
	Niša za okretanje <sup>2)</sup>			○	●
	Izlazi iz tunela prema napolje, za pešake		●	●	●
	Poprečni međuprolazi za pešake		●	●	●
	Kontrola visine	○	○	○	○
Komunikaciona oprema	Stanica za SOS pozive	<sup>3)</sup>	●	●	●
	Video nadzor	○	●	●	●
	Tunelski radio	●	●	●	●
	Zvučna oprema	<sup>6)</sup>	●	●	●
Požarna signalizacija	Ručni detektori požara		●	●	●
	Automatski detektor požara	<sup>4)</sup>	●	●	●
Vatrogasna oprema	Ručni aparati za gašenje požara		●	●	●
	Snabdevanje vodom za gašenje požara	<sup>5)</sup>	●	●	●
Rasveta oznaka puteva za evakuaciju			●	●	●
Oznake puteva za evakuaciju		●	●	●	●
Oprema za upravljanje tunelom			●	●	●

- Standardna oprema.
- Oprema u slučaju posebnih zahteva (npr. teretna vozila – pređeni kilometri ≥ 4.000 teretnih vozila x km/tunelska cev i dan).

<sup>1)</sup> Kod tunela bez zaustavnih traka.

<sup>2)</sup> Kada se saobraćaj odvija dvosmerno bez zaustavnih traka ili zaustavnih niša sa obe strane.

<sup>3)</sup> Na svakom portalu.

<sup>4)</sup> Zahteva se za tunele sa mehaničkim provetranjem.

<sup>5)</sup> Hidranti ili rezervoar za vodu na svakom portalu.

<sup>6)</sup> Tuneli sa video nadzorom.

#### 11.1.2.2.1 Izlazi i putevi za slučaj nužde

Treba da se omogući mogućnost evakuacije korisnika tunela u slučajevima nesreća ili požara.

Tada putnicima treba da se omogući: napuštanje tunela bez njihovih vozila kroz:

- Izlaze iz tunela prema napolje,
- transverzalne veze sa drugom cevi tunela,
- Izlaze u slučaju opasnosti (opciono i do ispitnog ili istraživačkog iskopa druge cevi tunela),

- skloništa sa izlazima za evakuaciju koji su odvojeni od tunelskih cevi.

Skloništa bez izlaza do evakuacionih puteva koji vode do otvorenoga prostora, ne smeju da se grade.

Mere na ulazima u izlaze u slučaju nužde (vrata) moraju spriječiti širenje dima i topline prema ovim izlazima, kako bi korisnici tunela mogli bezbedno da se sklone, a spasilački timovi sigurno da uđu u tunel.

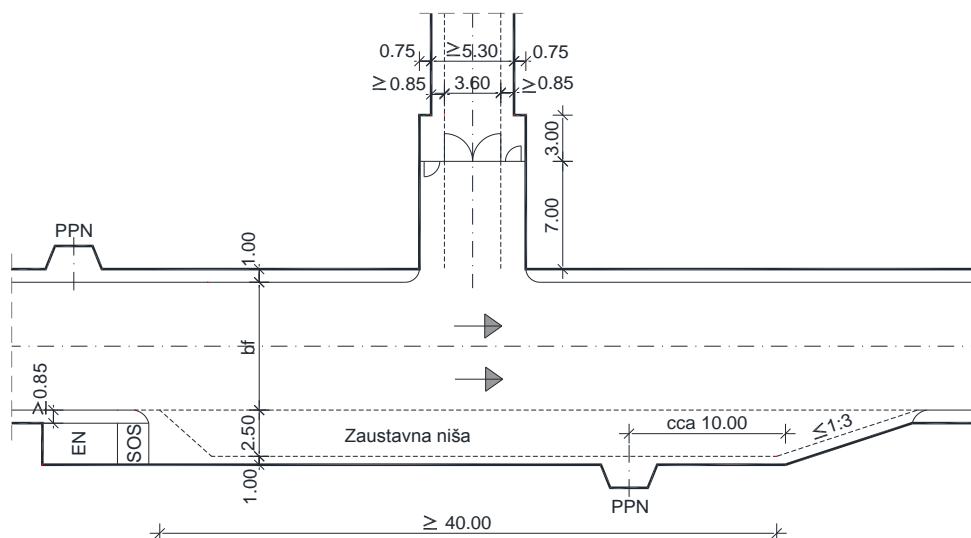
11.1.2.2.2 Zone sklanjanja; Zaustavne niše

U tunelima dužine  $\geq 900$  m i u posebnim uslovima  $\geq 600$  m treba da se izvedu zone sklanjanja, za svrhu zaustavljanja u slučajevima nužde ili radi održavanja. Zona sklanjanja treba da bude približno 40 m dugačka i najmanje 2,5 m široka (slika 11.1.2

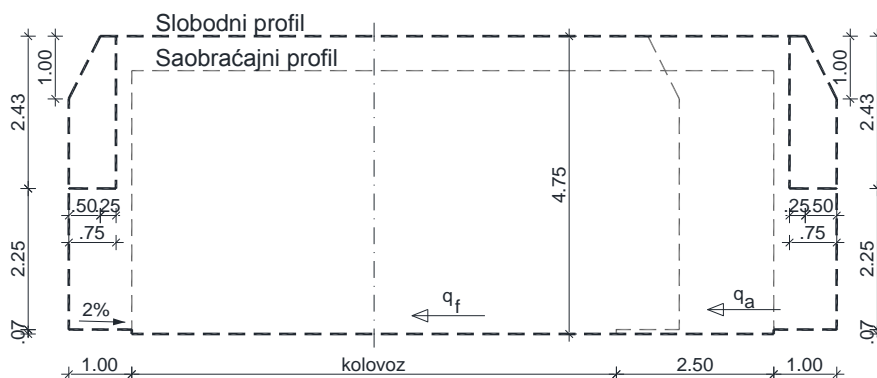
do slika 11.1.4). Udaljenost između zona sklanjanja u dugim tunelima ne sme da prelazi 600 m.

Kada se saobraćaj odvija dvosmerno u tunelu čija je dužina tunela  $> 900$  m i npr. za teretna vozila – pređeni kilometri  $\geq 4.000$  teretnih vozila x km/tunelska cev i dan, rastojanje između zaustavnih niša u svakom smeru kretanja vozila ne sme da bude veće od 600 m. Kada se saobraćaj odvija dvosmerno, zaustavne niše se postavljaju jedna naspram druge, tako da je korišćenjem niša moguće i polukružno okretanje vozila u tunelu.

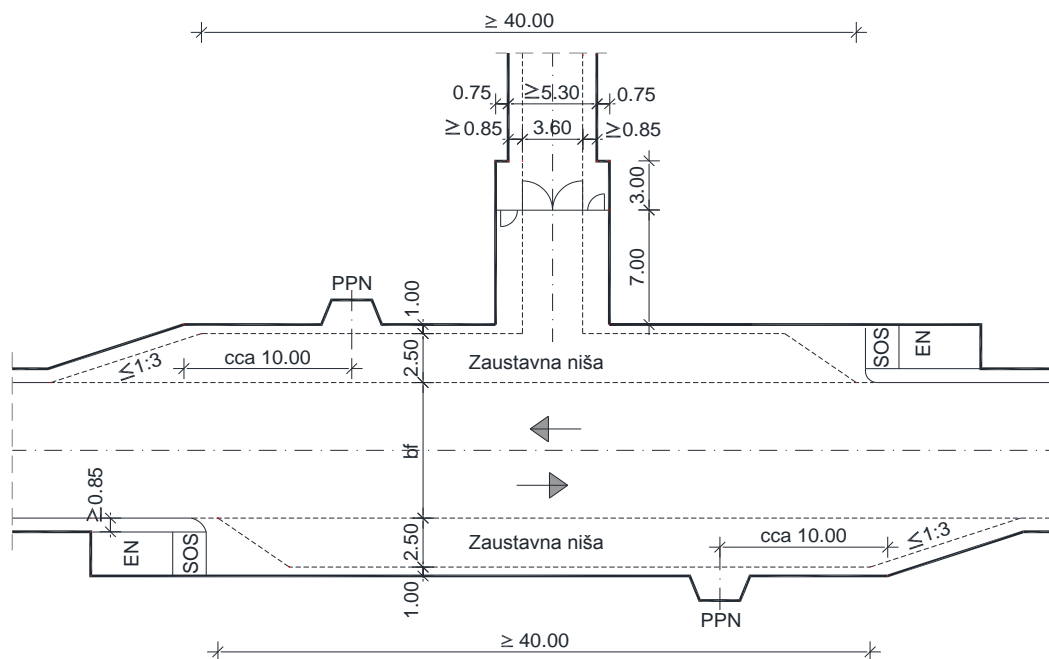
Niše za SOS pozive takođe treba da budu uključene u zone sklanjanja.



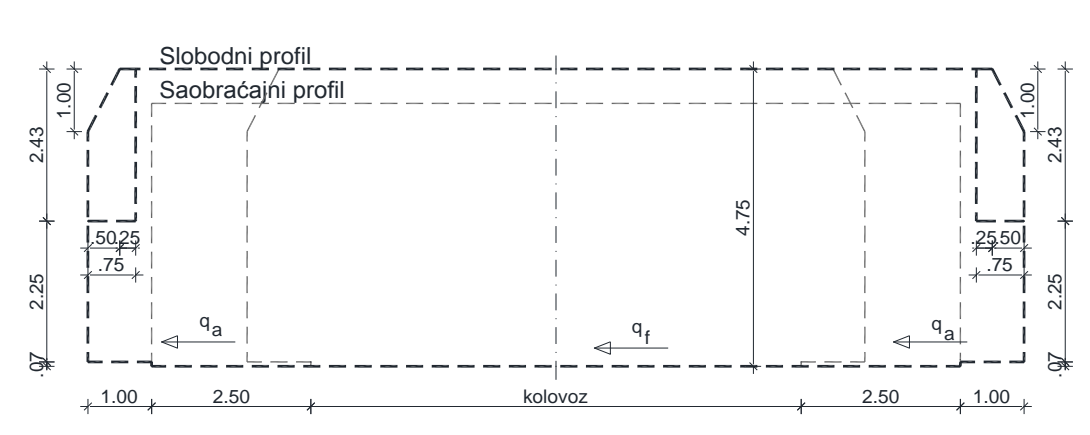
Slika 11.1.1: Zaustavna niša u jednosmjernom tunelu – tlocrt



Slika 11.1.2: Profil razmaka područja zaustavne niše pri jednosmjernom saobraćaju



Slika 11.1.3: Zaustavna niša u dvosmjernom tunelu – tlocrt

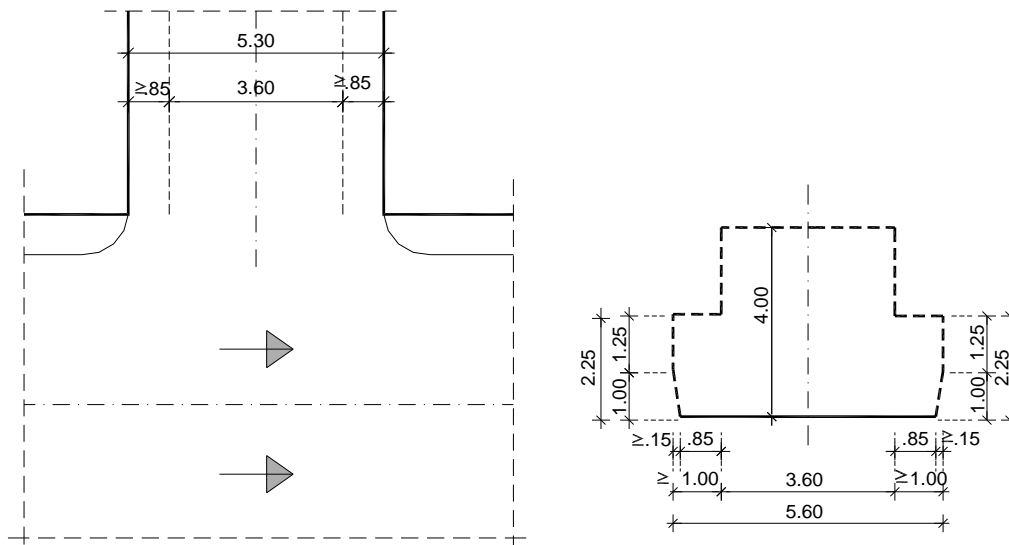


Slika 11.1.4: Profil razmaka područja zaustavne niše pri dvosmjernom saobraćaju

#### 11.1.2.2.2.3 Poprečni međuprolazi za interventna vozila u slučaju nuđe

Poprečni međuprolazi za interventna vozila u slučaju nuđe moraju da bude predviđeni kot svih tunela dužine  $\geq 900$  m, odnosno u posebnih zahtevah dužine  $\geq 600$  m.

Poprečni međuprolazi za interventna vozila moraju da budu predviđeni na svakoj zaustavni niši. Najmanji slobodni profil odprtine prehoda iznosi  $3,60 \times 4,00$  m (Š x H).



Slika 11.1.5: Svetli profil i tlocrt; povezanost poprečnih prolaza za interventna vozila u slučaju nužde

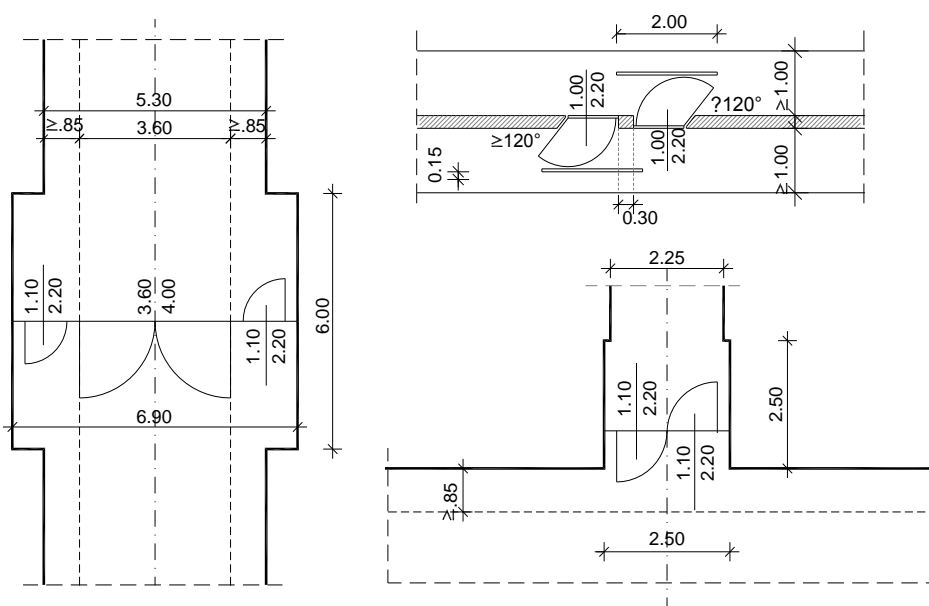
11.1.2.2.2.4 *Poprečni pešački prelazi u tunelima i Izlazi iz tunela prema napolje*

Izlazi iz tunela prema napolju moraju, da budu predviđeni kod svih tunela, kod kojih je dužina izlaza dužja od 300 m.

Poprečni pešački prelazi u tunelima moraju da budu predviđeni kod svih tunela dužine  $\geq 300$  m, i to zbog mogućih vanrednih situacija i za svrhe održavanja.

Najmanji svetli otvor prolaza je  $2,25 \text{ m} \times 2,50 \text{ m}$  (B x H).

Udaljenost između poprečnih međuprolaza sa drugom cevi tunela za pešake ne sme, da prođe 300 m.

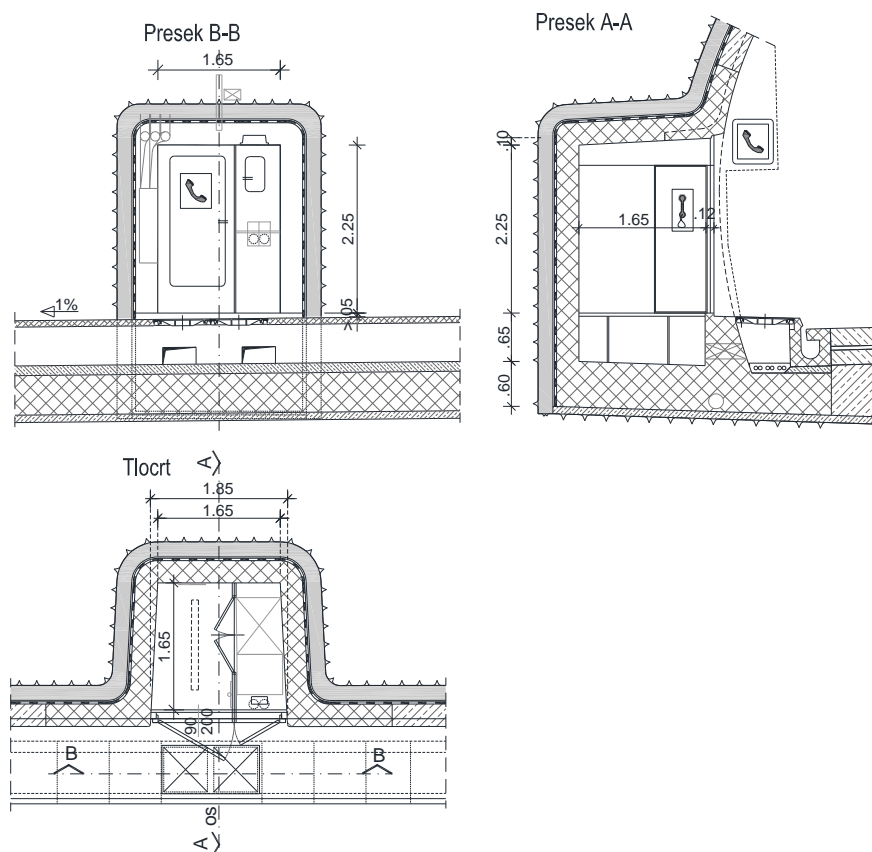


Slika 11.1.6: Poprečni pešački prelazi u tunelima u slučaju nužde - tlocrt

## 11.1.2.2.5 Niše za SOS pozive

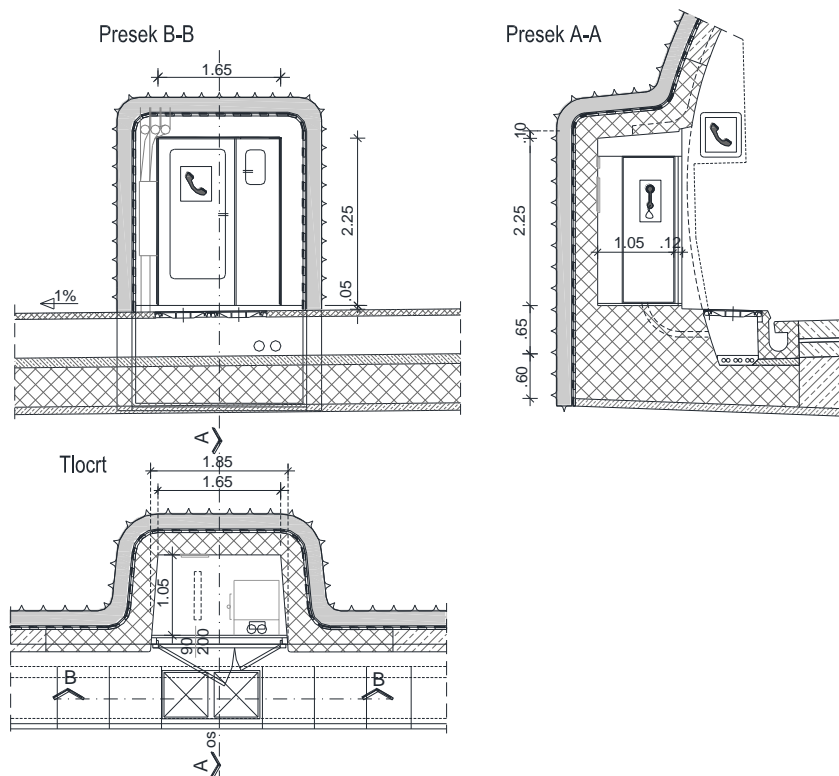
Lokacija niša za SOS pozive se moraju postaviti blizu ulaza i u unutrašnjosti na razdaljinama koje kod novih tunela ne prelaze 150 m i koji kod postojećih tunela ne prelaze 250 m (EU direktiva).

Dimenzije zona sklanjanja, protivpožarnih niša, niša za SOS pozive i transverzalnih prelaza treba da budu u skladu sa zahtevima određenim u Direktivi. Mogu da budu izgrađeni u obliku kutija na bočnom zidu ili bolje u udubljenju na bočnom zidu.



Slika 11.1.7: Niša za pozive u slučaju nužde sa elektro omaricom – nacrt i bočni prikaz (poprečni presek)





Slika 11.1.8: Niša za pozive u slučaju nužde – nacrt i bočni prikaz (poprečni presek)

#### 11.1.2.2.3 Protivpožarna zaštita u tunelima

Za potrebe protivpožarne bezbednosti tuneli treba da budu opremljeni protivpožarnim alarmima i sistemima. Oni treba da se planiraju u skladu sa zahtevima Evropske direktive.

Sistemi za obezbeđivanje protivpožarne zaštite u tunelu su:

- detektori požara,
- automatski detektori dima u pogonskim centralama kao i u tunelskim elektronišama i nišama za SOS pozive,
- uređaji za gašenje,
- mreža hidranata,
- sistem automatskog gašenja.

##### 11.1.2.2.3.1 Sistemi za dojavu požara

U svakoj niši za SOS pozive i blizu portala tunela treba da se postavi ključ za protivpožarni alarm – ručna naprava za dojavu požara.

Mora se predvidjeti ugradnja automatskog sistema za dojavu požara (linijski vatrodjavni uređaj) u tunele dužine  $\geq 300$  m i treba da uključi opciju određivanja lokacije požara.

Automatski detektori dima moraju da se postave u sve niše za napajanje, niše za SOS pozive, centrale za napajanje i u komandni centar.

Signal protivpožarnog alarma mora odmah da aktivira protivpožarni program i prijaviće se komandnom centru iz kojeg će da se uzbune kompetentne službe u skladu sa Planom informisanja i uzbuñivanja.

##### 11.1.2.2.3.2 Prenosivi ručni aparati za gašenje

Prenosivi ručni aparati za gašenje se postavljaju u svim tunelima radi trenutnog gašenja malih požara. Dva prenosiva ručna aparata treba da se postave u svaku nišu za SOS pozive. Signali koji uključuju protivpožarni aparat će da ugase protivpožarni alarm.

U svim tunelima moraju da budu postavljeni mobilni ručni aparati za gašenje početnih požara. U svakoj niši za SOS poziv kao i na prostoru ispred i iza tunela moraju da budu dva telefona sa bar po šest telefonskih jedinica. Podizanjem slušalice telefonskog aparata mora da se aktivira optički i zvučni signal u centru za upravljanje tunelom, pri tom mora da se aktivira kamera u tunelu,

koja je najbliža mestu podizanja slušalice telefonskog aparata i na osnovu slike na monitoru CUT operater mora ispravno reagovati.

#### 11.1.2.2.3.3 Hidrantna mreža

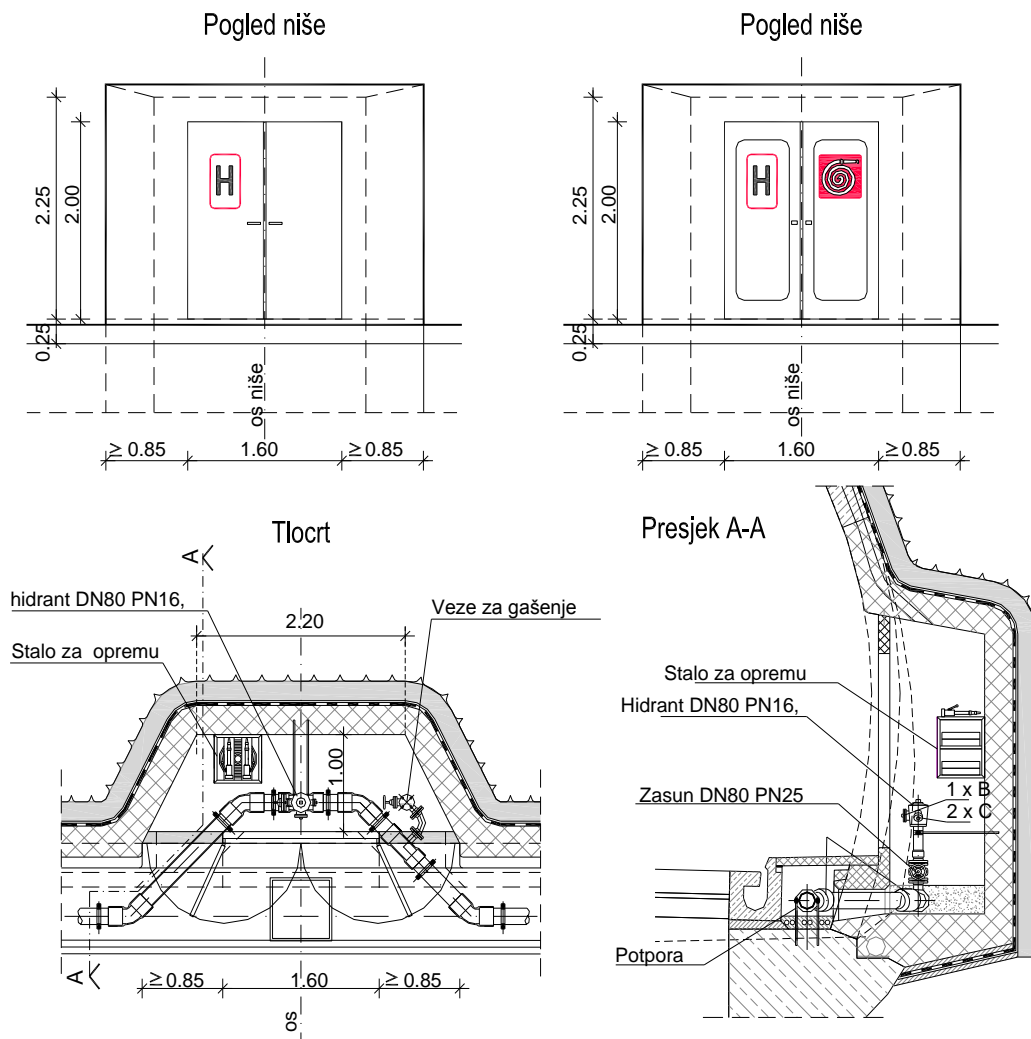
U tunelima dužim  $\geq 300$  m protivpožarni sistem treba da ima cevovod pod pritiskom i hidrante sa pouzdanim snabdevanjem vodom duž celog tunela. Cjevovod pod pritiskom treba da bude postavljen u instalacionom kanalu ispod trotoara. Kod tunela sa dve cevi, cevovodi pod pritiskom u obe cevi treba da budu spojeni na zajednički vodeni sistem. Vodeni pritisak u hidrantima treba da bude između 6 i 10 bara. Cjevovod pod pritiskom treba da bude spojen sa lokalnim sistemom za snabdevanje vodom ili sa vodenim rezervoarom. Dimenzije vodenog rezervoara i pritisak cevovoda dovoljni su za postizanje

neprekidnog protoka od 1.200 l/min u vremenu od 60 minuta što iznosi 72 m<sup>3</sup>.

Protivpožarne niše treba da budu postavljene na odstojanju ne većem od 150 m duž celog tunela. One moraju da budu povezane sa cevovodom i opremljene 120 m dugačkim crevom i mlaznicom.

Ako je na portalima tunela dužine  $< 300$  m obezbeđen hidrant za snabdevanje vodom od 1.200 l/min ili rezervoar za vodu kubikaže 72 m<sup>3</sup>, nema potrebe da se hidrant postavlja duž tunela, a u suprotnom slučaju u tunelu treba predvideti hidrant.

Ako je prikladno korišćenje sistema za automatsko gašenje požara u putnim tunelima, mogućnost njihove instalacije treba da se istraži.



Slika 11.1.9: Protivpožarna niša – poprečni presek, tlocrt i zgleđ protivpožarne niše i niše sa dodatkom pene za gašenje

#### 11.1.2.2.4 Upravljanje saobraćajem u tunelima

Sistem za upravljanje saobraćajem u tunelu i ispred njega sastavljaju saobraćajno informativna signalizacija i saobraćajna oprema

- stalna i
- promenljiva.

##### 11.1.2.2.4.1 Stalna

- saobraćajna signalizacija i saobraćajni znaci,
- nesaobraćajni (informativni) znaci (putne oznake),
- svetlosni signalni uređaji: jednodelni semafori (treptuće svetlo) i trodelni semafori.

#### Saobraćajna signalizacija

*Vertikalna saobraćajna signalizacija pre tunela mora uključivati:*

- znak »tunel«: ovaj znak opominje korisnike, da se pripreme na vožnju u tunelu,
- znak »ime tunela«, koji pokazuje dužinu i ime tunela,
- znak »ograničenje brzine«; najveća dozvoljena brzina vožnje u tunelu,
- po potrebi znak »zabranjeno preticanje svih motornih vozila osim vozila sa jednim tragom« ili »zabranjeno preticanje za teretna vozila«,
- po potrebi dodatni znaci:
  - »zabrana saobraćaja za vozila, koja prevoze eksplozivne ili lako zapaljive materije«,
  - »zabranjen saobraćaj za vozila, koja prevoze opasnu robu«,
  - »zabranjen saobraćaj za vozila, čija ukupna visina prelazi određenu visinu«,
  - »najmanje rastojanje između vozila«.

*Vertikalna saobraćajna signalizacija u tunelu uključuje kod dugačkih tunela:*

- ponavljanje znaka »ograničenje brzine« svakih 500 m,
- po potrebi na svakih 500 m znak »zabranjeno preticanje svih motornih vozila osim vozila sa jednim tragom« ili »zabranjeno preticanje za teretna vozila«.

*Vertikalna saobraćajna signalizacija posle tunela uključuje:*

- znak »prestanak svih zabrana i ograničenja« ili ostali znaci za izričite odredbe.

#### Putne oznake

Koriste se za označavanje puteva za izlaz u slučaju opasnosti i bezbednosne uređaje u tunelima:

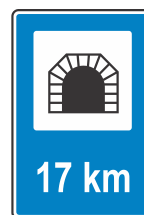
- izlaz u slučaju opasnosti: identičan znak mora da bude upotrebljen na ulazu u direktni izlaza napolje, na linijama povezivanja sa drugom tunelskom cevi ili u bezbednosnoj galeriji,
- putevi evakuacije do izlaza u slučaju opasnosti: dva najbliža izlaza u slučaju opasnosti moraju da budu označeni na zidovima tunela, na razmaku, manjem od 25 m, na visini od 1,1 do 1,5 m i sa oznakom razmaku,

#### Znaci obaveštenja

Opisna panelna ploča se postavlja na svaki od dva portala tunela.

Znak može biti:

- znak E11 u skladu sa Bečkom konvencijom za putne tunele



- »ime tunela«



#### Niše za SOS pozive

Niše za SOS pozive namenjene su postavljanju različite bezbednosne opreme, naročito sistemu SOS poziva i protivpožarnih aparata, a nisu namenjene zaštiti korisnika puta u slučaju požara. Znacima se označava raspoloživa oprema za učesnike u saobraćaju puta, na primer:

- niše za SOS pozive: sa oznakom o pristupačnosti do sistema za SOS poziv i vatrogasnih aparata; na razmaku, manjem od 150 m,
- zaustavne niše: najmanje na svakih 1000 m; sistematski su označene unapred.

Proširenja kolovoza za mimoilaženje po definiciji uključuju pristup SOS telefonu i najmanje dva vatrogasna aparata.

Sve oznake moraju da budu projektovane i postavljene tako, da su jasno vidljive svim korisnicima, koji ulaze u tunel odnosno nalaze se u njemu.

#### Telefon za SOS poziv

Boje su određene u standardu SIST EN12899.



**OVO MESTO NE PRUŽA ZAŠTITU  
U SLUČAJU POŽARA.**

Molimo idite do izlaza  
u slučaju opasnosti,  
sledеći znakove na zidovima.

#### Protivpožarni aparat

Crtež e određen u standardu ISO 6309.



U nišama za SOS poziv se nalazi čitljiv tekst, napisan na više jezika, koji upozorava, da bezbednosna niša ne obezbeđuje zaštitu u slučaju požara.

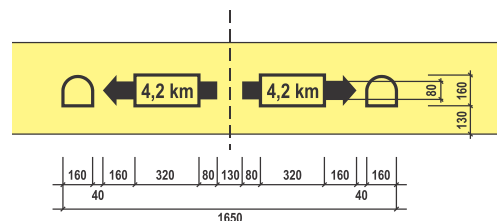
Primer:

**THIS ROOM DOES NOT ENSURE A  
PROTECTION  
IN CASE OF FIRE.**

Please go to an emergency exit  
following the signs on the walls.

#### Zaustavne niše

Moraju da budu označene kao što je dole prikazano, a boja pozadine može da bude i zelena. Sistem SOS poziva i najmanje dva vatrogasna aparata predstavljaju obaveznu opremu zaustavne niše. Zato moraju da budu samostalno označene znakom telefon za poziv u slučaju »opasnost« i »vatrogasni aparat«. Znaci mogu biti postavljeni i zajedno na način, da se znak »telefon za SOS pozive« i »vatrogasni aparat« postavi neposredno ispod znaka »Zaustavna niša«.



#### Izlazi u slučaju opasnosti

Znak, koji označava »izlaz u slučaju opasnosti«, mora da bude u skladu sa crtežima, koje predlaže standard ISO 6309 ili standard EN 12899. Pozadina je zelene boje. Primeri:



Na zidovima je potrebno označiti i dva najbliža izlaza, i to približno na svakih 25 m na visini 1,1 do 1,5 metra.

Primeri:



#### 11.1.2.2.4.2 Promenljiva saobraćajna signalizacija:

- promenljivi saobraćajni znaci - višeznačni,
- promenljiva saobraćajno informativna signalizacija - višeznačna.

*Saobraćajna oprema, nadzorno – upravljački sistem (merači i uređaji za upravljanje).*

Sistem za upravljanje saobraćajem mora da bude koncipiran tako, da omogućava predviđanje predvidivih vanrednih događaja (npr. radovi održavanja, vanredni prevoz) i nepredvidivih vanrednih događaja (nesreća, vožnja u suprotnom pravcu, zaustavljeno vozilo, požar, razlivanje opasne materije i sl.).

Prilikom vanrednog događaja u tunelu sistem mora pored automatskog, ako je obzirom na kategoriju tunela ugrađen, omogućavati i ručno pokretanje adekvatnih mera za upravljanje tunelom i informisanje učesnika u saobraćaju puteva (saobraćajna nesreća, radovi održavanja).

Saobraćajno informativna signalizacija mora obezbeđivati prikaz sadržaja, koji se prilagođavaju trenutnom stanju na putu i omogućavaju upravljanje saobraćajnih tokova i informisanje korisnika u saobraćaju puta pre tunela i posle njega.

Veličina, jačina osvetljenja i položaj saobraćajno informativne signalizacije u zavisnosti od položaja (portal tunela, svod tunelske cevi) mora obezbeđivati što bolju vidljivost sadržaja pri najvećoj dozvoljenoj brzini vozila u svim uslovima sredine.

Upravljači nadzorno-upravljačkog sistema moraju podatke, dobijene meračima saobraćaja i okoline, adekvatno obraditi, komunicirati sa ostalim uređajima sistema upravljanja i upravljati saobraćajno informativnu signalizaciju, rasvetu i ventilaciju.

#### *Podaci, dobijeni merenjima*

Merači za prikupljanje saobraćajnih podataka i podataka sredine se moraju nalaziti na takvim mestima, da obezbeđuju opis realnog stanja saobraćaja duž celokupne dužine tunela; posebnu pažnju potrebno je posvetiti područjima ulaza i izlaza. Merači se po

pravilu postavljaju u tunelske cevi, u niše, u pogonskim centralama i u zoni uticaja van tunela.

Merači moraju da ispunjavaju sledeće zahteve:

- merači za prikupljanje saobraćajnih podataka moraju u realnom vremenu obezbeđivati brojive podatke, podatke o brzini vozila, strukturu saobraćaja odvojeno za svaku saobraćajnu traku,
- merači za prikupljanje podataka sredine moraju obezbeđivati javljanje u slučaju požara, merenje CO i uzdužne vidljivosti,
- brzine vazduha u tunelskoj cevi i meteorološke podatke van tunela, ako isti mogu da utiču na stanje saobraćaja u njemu.

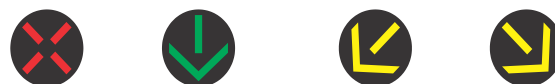
Merači za prikupljanje podataka sredine moraju biti postavljeni na mestima, koja obezbeđuju zahvatanje najkritičnijih podataka.

#### *Saobraćajni znaci za ograničenja, obaveze i zabrane*

Svetlosni znaci se mogu postaviti na ulazu tunela ili u tunelu.

Veličina saobraćajnih znakova je ograničena prostorom između zida tunela i svetlog profila tunela po pravilu na širinu 50 cm.

Saobraćajno informativna signalizacija, u vezi sa tunelom i postavljena ispred tunela, mora biti usklađena sa saobraćajnom signalizacijom na trasi puta.



#### 11.1.2.2.5 Rezime bezbednosnih mera u tunelima u skladu sa Direktivom 2004/54/ES

Rezimira mere, koje se odnose na obezbeđivanje bezbednosti u putnim tunelima i koje se odnose na mere povezane sa građevinskim objektom i njegovom opremom. Značenje i širi opis pojedinačne mere je šire opisan u ovom delu od odeljku 11.1.2.2.2 do odeljku 11.1.2.2.4.

Tabela 11.1.3: Rezime mera, koje se odnose na obezbeđivanje bezbednosti u putnim tunelima u skladu sa Direktivom 2004/54/ES

PREGLED MINIMALNIH ZAHTEVA		Saobraćaj < 2.000 po saobraćajnoj traci		Saobraćaj > 2.000 po saobraćajnoj traci			Dodatni uslovi za obavezno izvođenje ili primedbe
		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	
Strukturne mere	2 cevi ili više	I	I	I	I	I	Obavezno, ako 15-godišnja prognoza pokaže, da će saobraćaj biti > 10.000 vozila po saobraćajnoj traci.
	Nagibi < 5 %	I	I	I	I		Obavezno, osim, ako geografski nije moguće.
	Pešačke staze u slučaju opasnosti	I	I	I	I	I	Obavezno, ako nema zaustavne trake, osim ako konstrukcione karakteristike tunela to onemogućavaju ili omogućavaju uz nesrazmerne troškove i ako je tunel jednosmeran i opremljen sa stalnim nadzorom i sistemom za zatvaranje saobraćajne trake U postojećim tunelima gde nema ni zaustavne trake ni pešačkih staza za slučaj opasnosti, se usvajaju dodatne / ojačane mere.
	Izlazi u slučaju opasnosti barem na svakih 500m	N	N	I	I	I	Postavljanje izlaza u slučaju opasnosti se za postojeće tunele procenjuje za svaki slučaj odvojeno.
	Poprečni prolazi za službe za reagovanje u slučaju vanrednih događaja barem na svakih 1.500 m	N	N/O	N	N/O	O	Obavezno u dvocevnim tunelima, dužim od 1.500 m.
	Prelaženje središnje trake van svakog prelaza	O	O	O	O	O	Obavezno van dvocevnih tunela ili tunela sa više cevi, ako je geografski moguće.
	Zaustavne niše barem na svakih 1.000 m	N	N	N	N/O	N/O	Obavezno u novim dvosmernim tunelima > 1.500 m bez zaustavne trake. U postojećim dvosmernim tunelima > 1.500 m: zavisi od analize. Kod novih i postojećih tunela zavisi od dodatne korisne širine tunela.
	Izbacivanje zapaljivih i otrovnih tečnosti	I	I	I	I	I	Obavezno, gde je dozvoljen prevoz opasnih materija.
	Protivpožarna otpornost struktura	O	O	O	O	O	Obavezno, gde lokalno obrušavanje može imati katastrofalne posledice.
Osvetljenje;	Normalno osvet	O	O	O	O	O	
	Bezbednosno osvet	O	O	O	O	O	
	Evakuaciono osvet	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 dvosmerne tunele sa nadzornim centrom.
Stanice za pomoć u	Barem na svakih 250 m	I	I	I	I	I	Opremljeni sa telefonom i 2 vatrogasna aparata. U postojećim

PREGLED MINIMALNIH ZAHTEVA		Saobraćaj < 2.000 po saobraćajnoj traci		Saobraćaj > 2.000 po saobraćajnoj traci			Dodatni uslovi za obavezno izvođenje ili primedbe
		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	
slučaju opasnosti							tunelima je najveće dozvoljeno odstojanje 250 m.
Dovod vode	Barem na svakih 250 m	O	O	O	O	O	Ako nije na raspolaganju, potrebno je obezbediti dovoljno vode na drugi način.
Saobraćajni znaci,		O	O	O	O	O	Za sva bezbednosna sredstva, obezbeđena za korisnike tunela
Nadzorni centar		N	N	N	N	O	Nadzor nad više tunela se može centralizovati jednim samim nadzornim centrom.
Sistemi praćenja	Video	N	N	N	N	O	Obavezno, gde postoji nadzorni centar.
	Automatsko uočavanje incidenata i/ili požara	O	O	O	O	O	U tunelima sa nadzornim centrom je obavezan barem jedan od dva sistema.
Oprema za zatvaranje tunela	Saobraćajni signali ispred ulaza	N	O	N	O	O	
	Saobraćajni signali u tunelu barem na svakih 1.000 m	N	N	N	N	Z	Preporučeno, ako postoji nadzorni centar i ako dužina prelazi 3.000 m.
Komunika – cioni sistemi	Radio emitovanje za službe za reagovanje prilikom vanrednih događaja	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 gde postoji nadzorni centar.
	Zvučnici u skloništim 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 snabdevanje električnom energijom		O	O	O	O	O	Za obezbeđivanje delovanja neophodne bezbednosne opreme barem u toku povlačenja korisnika iz tunela.
Protivpožarna otpornost opreme		O	O	O	O	O	Cilj predstavlja održavanje potrebnih bezbednosnih funkcija.

## Legenda znakova:

- O - U skladu sa direktivom 2004/54/ES obavezno.
- I - U skladu sa direktivom 2004/54/ES obavezno sa izuzecima.
- P - U skladu sa direktivom 2004/54/ES preporučljivo.
- N - U skladu sa direktivom 2004/54/ES neobavezno.

### 11.1.2.3 Elementi puta u tunelima

#### 11.1.2.3.1 Opšte odredbe za uređenje puta na području tunela

Dimenzije i sastav elemenata trase osovine puta, nivelete i normalnog poprečnog profila puta određuju se u skladu sa tehničkim propisima za projektovanje puteva.

Vrste i sastav elemenata poprečnog preseka celokupnog trupa puta (karakteristični poprečni presek) na području tunela određuju se u skladu sa tehničkim propisima za projektovanje puteva i smernicom SRDM 4.0 Geometrijski elementi puta.

Na području tunela je potrebno izabrati takve dimenzije elemenata ose puta, koji obezbeđuju:

- predviđenu propusnost puta,
- odgovarajuću zaustavnu preglednost na svakoj od saobraćajnih traka,
- najveći poprečni nagib kolovoza 4 procenta,
- što manje emisije izduvnih gasova,
- gravitaciono odvodnjavanje uz izuzetak kod tunela u depresiji,
- priključivanje i isključivanje i menjanje saobraćajnih traka sa što manje smetnji.

Ako postoje opravdani ekonomski razlozi ili prostorni razlozi i ako je izabrana projektovana brzina za dimenzioniranje elemenata puta viša od dopustive za vožnju kroz tunel, na području tunela dimenzije elemenata poprečnog preseka se mogu smanjiti na veličinu, koju za dopustivu brzinu određuju propisi za projektovanje puteva.

Niveleta puta na području tunela je ograničena obzirom na dužinu tunela.

Dodatne trake (traka za spora vozila, izlazni odnosno ulazni kraci priključka i sl.) treba projektovati sa uvećanim dužinama traka i na način, propisan tim smernicama i SRDM 4.3 Poprečni profil puta.

Kod dvocevni tunela na putevima sa po smeru odvojenim kolovozima je potrebno ispred oba portala predvideti portalne platforme. Dužina područja portalnih platformi ne sme da bude kraća od 10-struke širine središnje razdelne trake, ali ne manje od 150 m, da je na tom mestu još moguće izvesti prelazak te trake u slučaju privremenog zatvaranja jedne od tunelskih cevi i za hitan dolazak interventnog vozila ili kola hitne pomoći u obe tunelske cevi.

Portalna platforma se može izostaviti, ako je odgovarajući prelaz između kolovoza uređen na drugom mestu na istoj strani pojedinačne tunelske cevi ili ako za to postoje drugi opravdani razlozi.

Kada je vođenje saobraćaja kroz tunel posebno nadzirano, potrebno je barem ispred jednog od portala svake tunelske cevi predvideti površinu za postavljanje kontrolnog objekta i prateće signalizacije. Veličina takve površine i njena lokacija u projektu se predviđaju za svaki slučaj odvojeno.

Pri određivanju odstojanja tunelskih cevi je potrebno poštovati geološke i geotehničke uslove. Načelno pravilo je, da razmka između osa oba odvojena kolovoza (cevi) nije manja od trostruke veličine prečnika pojedinačne cevi.

Pri planiranju puta je potrebno izbegavati vođenje tunelske cevi paralelno sa padinom (padinski tunel), ako je natkrivenost tunela suviše mala, da bi pritisak stena oko tunelske cevi bili barem približno ujednačeni.

Pri planiranju puta treba izbegavati vođenje tunelske cevi ispod izgrađenih područja, ako je visina natkrivenosti iznad tunelske cevi manja od četiri do pet prečnika poprečnog preseka cevi. Pritom se smatra, da se kao gornja granica natkrivenosti uzimaju u obzir visinske tačke, na kojima se nalaze temelji zidanih objekata.

Pri projektovanju puta treba izbegavati vođenje tunelske cevi ispod izuzetno visoke natkrivenosti (iznad 1.000 m) i ispod vrlo niske natkrivenosti (manje od 1,5 puta prečnika tunelske cevi), ako sa geotehničkim mišljenjem nije drugačije utvrđeno.

Na području tunela je potrebno, osim za potrebe zaustavnih niša i priključivanja odnosno isključivanja priključka, izbegavati bilo kakve mere, koje bi prouzrokovale ili zahtevale više nego jednokratno menjanje profila cevi.

#### 11.1.2.3.2 Broj cevi tunela i fazna gradnja

Glavni kriterijumi za donošenje odluke o tome da li je potrebno izgraditi jednocevni ili dvocevni tunel biće projektovani obim saobraćaja i bezbednost, a u obzir će biti uzeti i aspekti kao što su procenat teških teretnih vozila, nagib i dužina tunela.

Broj cevi i broj saobraćajnih i ostalih traka u pojedinačnoj cevi zavisi od koncepcije



normalnog poprečnog profila puta. Broj saobraćajnih traka mora biti najmanje identičan broju traka na otvorenoj trasi, osim ako se tunel sa više cevi zbog ekonomskih ili drugih opravdanih razloga gradi po fazama.

Kada saobraćaj po 15-godišnjoj saobraćajnoj prognozi prelazi 10.000 vozila dnevno po svakoj saobraćajnoj traci, treba planirati dvocevni tunel.

Izuzimajući zaustavnu traku, u tunelu i van njega biće zastupljen isti broj traka. Bilo kakva promena u broju traka trebalo bi da se dogodi na dovoljnoj udaljenosti od tunelskog portala; ta udaljenost treba da bude barem jednaka onoj koju za 10 sekundi prelazi vozilo koje se kreće maksimalnom dozvoljenom brzinom. Ukoliko ovo onemogućuju geografski uslovi, biće preduzete dodatne i/ili pojačane mere radi postizanja većeg stepena bezbednosti.

Prvom fazom se smatra kompletna izgradnja jedne cevi predviđenog dvocevnog tunela, izvedena tako, da omogućava dogradnju u dvocevni tunel, a saobraćajno je uređena za privremeni dvosmerni saobraćaj. Kada se gradi fazno, projektna rešenja za prethodne faze moraju biti izvedena iz koncepta projekta za završnu fazu. Taj koncept mora biti priložen uz građevinsko-tehničku dokumentaciju za pojedinačnu fazu gradnje.

Prva faza – jedna tunelska cev za dvosmerni saobraćaj na dvotračnom putu - se planira najviše za ono razdoblje, u kojem predviđena dnevna količina saobraćaja po pojedinačnoj saobraćajnoj traci neće preći 10.000 vozila.

#### 11.1.2.3.3 Projektni elementi saobraćajne površine (vođenje osovine puta u tunelu)

Linija osovine puta na području tunela teče po sredini kolovoza, bez obzira na broj saobraćajnih traka i pravac kretanja po njima.

Kod puteva sa kolovozima odvojenim prema pravcu kretanja linija osovine na području dvocevnog tunela se vodi kroz svaku cev posebno po sredini kolovoza. Ako je otvorena trasa takvog puta projektovana sa jedinstvenom linijom osovine puta, potrebno je razdvajanje ove linije započeti i završiti van područja obe portalne platforme odnosno barem 150 m od portala.

Visinski tok osa oba kolovoza dvocevnog tunela je na području tunela u načelu približno identičan, da bi se obezbedila blaga izrada visinskog toka poprečnih prolaza

(poprečnih hodnika) i što ujednačenijih geomehaničkih uslova oko njih.

Geološki i geotehnički uslovi treba da budu uzeti u razmatranje i za projektovanje razmaka između paralelnih tunela. Pravilo je da razmak od centralne linije jednog do centralne linije drugog paralelnog tunela ne bi trebao da bude manji od tri iznosa prečnika tunela. U tom slučaju ne bi trebalo da bude smetnji iz jednog tunela u drugi. U blizini tunelskih portala moglo bi da bude mnogo ekonomičnije navedeni razmak smanjiti (s obzirom na troškove otkupa zemljišta, pravo prolaza strukture ulaza/izlaza, susedne strukture otvorenog autoputa, topografija itd.). U tom primeru treba dokazati geostatičkim proračunom stabilnost tunela odnosno predvideti dodatne konstrukcijske in geotehničke uslove za obezbeđivanje stabilnosti tunela u svim fazama gradnje.

#### 11.1.2.3.3.1 Horizontalni elementi osovine puta

Veličina horizontalnih geometrijskih elemenata i od njih zavisnih tehničkih elemenata (poprečnih nagiba kolovoza, prijelaznice i sl.) je određena SRDM 4.0 Geometrijski elementi puta.

Preporučuje se, da horizontalna trasa kratkih tunela treba da bude ravna ako je to moguće. U dugačkim tunelima dužina tangentskih sekcija (ravna trasa) ne sme da pređe 4,0 kilometara. Horizontalni zavoji moraju da budu projektovani na izlaznim portalima dugačkih tunela da bi eliminisali psihološki utisak „svetlosne tačke na kraju tunela“.

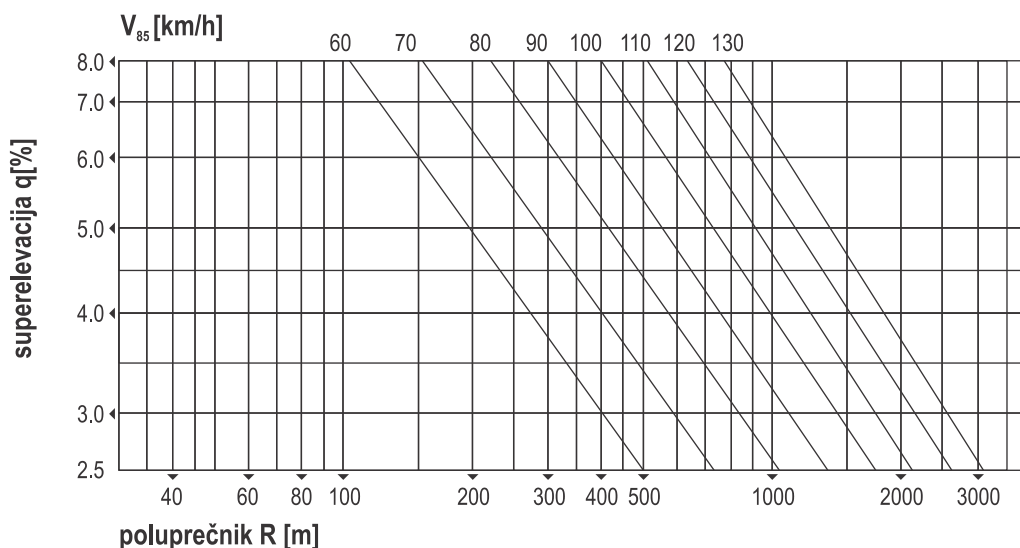
Radius autoputa mora da bude što veći da bi se ostvarili sledeći ciljevi:

- kratka dužina konstrukcije,
- dovoljna dužina pregleda za manevre preticanja i kočenja (pregled zaustavnog puta),
- kontinuirana vožnja kod koje nema potrebe za naglim skretanjem.

Nemačke smernice, RAS-L – slika 11.1.10, dozvoljavaju sledeći minimalni poluprečnik, u zavisnosti od brzine i nadvišenja autoputa:

- Minimalni radius za projektovanu brzinu od 100 km/h je 500 m sa pripadajućim maksimalnim nadvišenjem od 7 %. No, ovaj iznos važi za opšte projektovanje autoputa. U tunelima minimalni radius za projektovanu brzinu od 100 km/h treba da bude 1000 m uz preporučljivo pripadajuće nadvišenje od 4 %. Nadvišenje na tunelskom autoputu ili autoputu treba da bude maksimalno 4 %.

- Ako su potrebni zavoji, minimalni, radijus se određuje pomoću pregleda zaustavnog puta i nadvišenja u relaciji sa projektovanim brzinom. Uticaj dugačkih nizbrdica na pregled zaustavnog puta treba da bude posebno naznačen u delovima tunela gde viši položaj vozača kamiona nije od velike pomoći pa brzine kamiona mogu dostići ili preći one putničkih automobila.
- Izlazne rampe treba da budu smeštene minimalno 350 metara od izlaznog portala tunela da bi omogućile dovoljnu udaljenost za znakove i promene traka kretanja vozila. Horizontalni i vertikalni razmaci obično nisu dovoljni za smeštanje znakova unutar odeljka tunela.



Slika 11.1.10: Nemačke smernice, RAS-L, dozvoljavaju sledeći minimalni poluprečnik, u zavisnosti od brzine i nadvišenja autoputa. Slika, važi za otvorene autoputeve kao i za tunele.

#### 11.1.2.3.3.2 Poprečni nagibi saobraćajne površine

Poprečni nagibi kolovoza u krivinama i ravninama se na području tunela određuju identično kao na otvorenoj trasi.

Poprečni nagib kolovoza se u jednosmernoj tunelskoj cevi izvodi sa jednostranim nagibom.

Najveći poprečni nagib kolovoza je 4 procenta, što je određeno minimalnim horizontalnim poluprečnikom 1.000 m i računskom brzinom vožnje 100 km/h, kao i ekonomskim razlozima (građevinskih tehničkog ograničenja). U slučaju manjeg poluprečnika ili manje računске brzine vožnje, poprečni nagib i širina tunela se određuje „Obezbeđivanjem zaustavne preglednosti“ (SRDM 4. Projektni elementi puta, 4.4.2.3 Preglednost u ograničenom prostoru).

Poprečni nagib kolovoza u dvosmernoj tunelskoj cevi se u načelu izvodi sa jednostranim nagibom, a može se izabrati i dvostrani nagib (krovni profil). U tom slučaju je potrebno izabrati horizontalne kružne lukove čija veličina omogućuje primenu suprotnog poprečnog nagiba ( $q_{min}$ ).

Niveleta puta kroz dvosmernu tunelsku cev sa dvostranim profilom uvek teče po razdelnoj liniji između saobraćajnih traka za pojedinačni smer.

Shema za proveravanje preglednosti sistema na krajnjoj levoj saobraćajnoj traci je prikazana na slici 11.1.11.

Kada je u dvosmernoj tunelskoj cevi sa više saobraćajnih traka predviđeno menjanje pravca kretanja po pojedinačnim saobraćajnim trakama, potrebno je predvideti kolovoz sa jednostranim nagibom.

Menjanje poprečnog nagiba kolovoza se u tunelu izvodi linearno (proporcionalno) na celokupnoj dužini prelazne krive u obliku klotoide.

#### 11.1.2.3.3 Obezbeđivanje zaustavne preglednosti

Minimalna veličina poluprečnika horizontalnog kružnog luka u tunelu je određena sledećim uslovima:

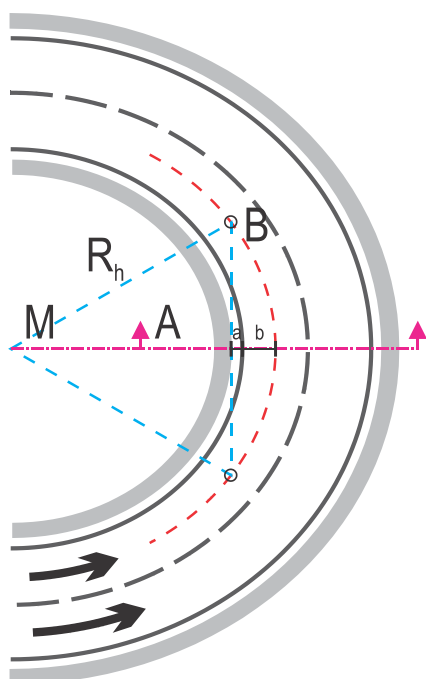
- projektovanom brzinom ( $V(\text{projek})$ ) ili
- dozvoljenom brzinom vožnje kroz tunel ( $V(\text{dozv})$ ),
- podužnim nagibom nivelete (uticaj na zaustavnu razdaljinu) i
- razdaljinom odstojanja zida tunela od obližnje ivice saobraćajne trake na unutrašnjoj strani krivine (preglednost) ili
- maksimalnim poprečnim nagibom kolovoza 4 procenta (građevinskotehničko ograničenje).

Potrebno je izabrati zahtevniji od dva navedena uslova, određena u gornjim alinejama.

Ako se za izbor veličine minimalnog poluprečnika horizontalnog kružnog luka primenjuje  $V(\text{projek})$ , koja je manja od  $V(\text{dozv})$ , potrebno je predvideti mere za obezbeđivanje brzine  $V(\text{projek})$  kroz tunel.

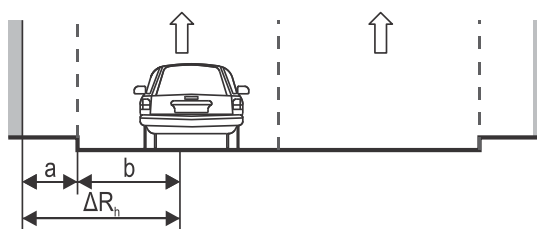
Kod jednosmernih tunelskih cevi sa dodatnim trakama na saobraćajnoj površini (zaustavna traka, prošireni hodnik i sl.) treba proveriti uslov za preglednost pri vožnji u krajnjoj levoj saobraćajnoj traci.

Za određivanje minimalne potrebne veličine poluprečnika kružnog luka u tunelu je prikazano na slici 11.1.11. i slici 11.1.12.



Legenda:

- razdaljina od zida svoda do ivice obližnje saobraćajne trake
- odstojanje od ivice leve saobraćajne trake jednosmernog kolovoza,  $b=1,80$  odnosno  $\frac{1}{2}$  širine saobraćajne trake  
 $\Delta R_n = a + b$



Slika 11.1.11: Shema za proveravanje preglednosti u jednosmernoj tunelskoj cevi (rezimirano po: RAS-L, 1995)



Navedene preporučene vrednosti maksimalnog podužnog nagiba važe za celokupan tok nivelete kroz tunel (za tangente i za zaokruženja nivelete).

Povećanje nagiba preko preporučenih vrednosti iz prethodnog pasusa, ali ne više nego do nagiba 5 procenata, je moguće samo u posebnim slučajevima:

- obzirom na vrstu saobraćaja (udeo teških vozila > 3,5 t je do 5 procenata),
- obzirom na geografski položaj tunela,
- obzirom na geološko-geotehničke uslove gradnje,
- obzirom na preovlađujuće vremenske prilike i smerni položaj tunela,
- u vanrednim terenskim uslovima (planinski teren).

Povećanje nagiba preko preporučenih vrednosti iz drugog pasusa ovog člana je moguće samo kod određenih vrsta puteva:

- kod puteva u urbanoj sredini,
- kod kategorija turističkih i lokalnih puteva,
- kod nekategorizovanih puteva i drumova,
- kod puteva na gradilištima,
- u podvožnjacima i podzemnim prolazima.

Povećanje nagiba preko preporučenih vrednosti je potrebno u projektu za svaki slučaj odvojeno stručno argumentovati. Obim opreme tunela je potrebno odrediti obzirom na date uslove.

Izbor podužnog nagiba na području tunela zavisi od udela teških vozila u strukturi saobraćaja. Kod nagiba, koji su veći od ranije navedenih, obavezno je proveravanje saobraćajnih uslova (račun propusnosti) u tunelu, koji ne smeju uticati na pad kvaliteta saobraćajnog toka van tunela.

Za tunele na putevima, koji su uključeni u mrežu TEN (autoputevi) ili u mrežu drugih daljinskih puteva, je potrebno pri upotrebi većeg podužnog nagiba nivelete, izraditi posebnu analizu rizika. Izveštaj o izvedenoj analizi rizika (procena) predstavlja obavezni prilog idejne studije, a sažeci utvrđenih činjenica moraju biti navedeni u tehničkom izveštaju projekta za izradu tunela.

Minimalni podužni nagib nivelete u tunelima je identičan onom na otvorenoj trasi ( $s_{\min} = 0,5$  procenta).

Veličine vertikalnih zaokruženja nivelete, određenih kao minimalnih po austrijskim tehničkim propisima za projektovanje puteva tabela 11.1.4, potrebno je na području tunela povećati:

- u tunelima na autoputevima i brzim putevima sa faktorom 1,75,
- a u tunelima sa vrlo otežanim uslovima i na preostalim putevima barem sa faktorom 1,50.

Povećanje iz prethodnog stava nije obavezno kod izrade zaokruženja na područjima portala, kada se više od tri četvrtine dužine zaokruženja nalazi van tunela.

Izrada konkavnog zaokruženja nivelete između dve tangente sa suprotnim predzankom nagiba na području tunela nije dopustiva.

Izrada konkavnog zaokruženja nivelete je dopustiva u tunelima u depresiji, pri čemu je potrebno obezbediti pouzdano odvajanje vode i gasova iz tunela. U projektu predviđene količine vode je potrebno zbog sprečavanja zalivanja tunela uvećati faktorom 2 na autoputevima i brzim putevima a faktorom 1,5 na ostalim putevima.

Na području vertikalnog zaokruženja, gde je podužni nagib  $s_i \leq 0,5$  procenta, treba predvideti dodatne mere za obezbeđivanje odvodnjavanja kolovoza.

Ako se niveleta puta u tunelu izvede sa više od dve tangente, središnja tangenta ne sme prouzrokovati »gubitak visine«.

Na području vitoperenja je potrebno za obe ivice kolovoza obezbediti minimalni podužni nagib za odvodnju (asfalt 0,3 procenta, cement – beton 0,2 procenta), pri čemu podužni nagib ne sme promeniti pravac nagiba nivelete.

Tabela 11.1.4: Sledeći minimalni radijusi zadati su u austrijskim smernicama (RVS 9.232) za vrhove i doline:

	Vrh (kapa)	Dolina (konkavna)
Brzina (km/h)	Minimalni radijus (m)	Minimalni radijus (m)
100	12.500	5.000
120	20.000	8.000
140	35.000	12.000

#### *Denivelacija ose dvocevnog tunela i poprečni prolazi*

Obe cevi dvocevnog tunela su po pravilu visinski vođene sa identičnim tokom niveleta, koji se razlikuju samo zbog različitih dužina trase u svakoj od cevi, ako je trasa izvedena u krivini.

Nejednako visinsko vođenje kod dvocevni tunela je dozvoljeno samo:

- ako u tunelu nisu predviđeni poprečni prolazi ili,
- ako podužni nagib nivelete u poprečnoj vezi obe tunelske cevi ne prelazi 1 procent.

Ako je dvocevni tunel izgrađen u otvorenoj građevinjskoj jami i bez prostora ili razmaka među cevima (pokriveni iskop, galerija, podvožnjak), tok nivelete je jednak kao na otvorenoj trasi. Niveleta može da se odredi za svaki kolovoz posebno, a po pravilu sa jednakim visinskim položajem.

Kod objekata naglašenih u gornjem stavku, može da bude niveleta oba kolovoza denivelisana, ako postoje prostorski zahtevi.

#### **11.1.2.4 Poprečni presek tunela**

##### 11.1.2.4.1 Slobodni profil puta

Slobodni profil puta predstavlja ograničenu ravan, u odnosu na smer puta postavljenu pod pravim uglom, čiju crtu određuju tačke koordinatnog sistema sa tačkom sečenja u preseku vertikalne ose puta sa ravni kolovoza.

Određen je veličinom saobraćajnog profila (prostor za kretanje vozila), uvećanog za zaštitnu visinu i širinu (zaštitni prostor). U slobodni profil ne smeju da budu smeštene niti smeju u njega zalaziti stalne nepomične prepreke. Izuzetak predstavljaju uređaji za opremu puta odnosno tunela, koji se smeštaju isključivo u zaštitni prostor po posebnim odredbama slika 11.1.13.

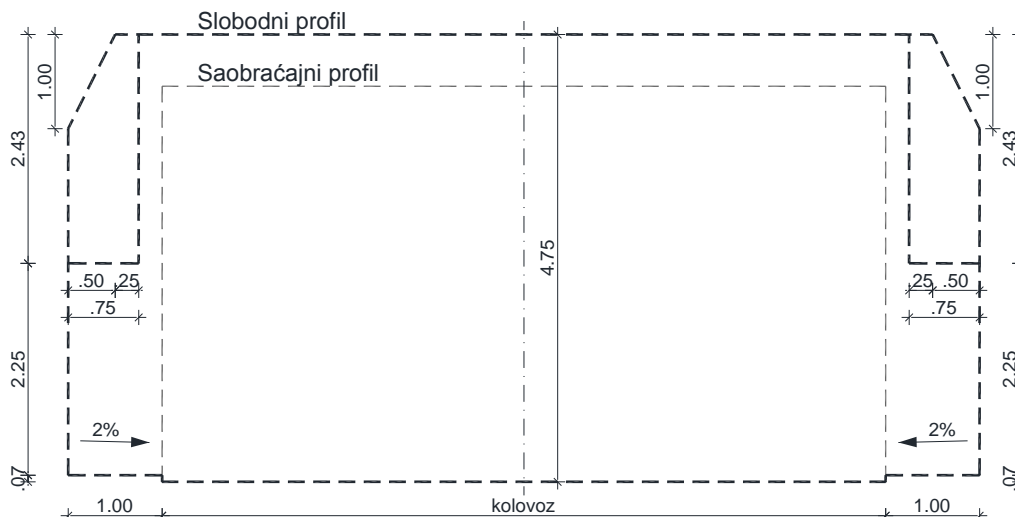
Veličina slobodnog profila iznad kolovoza puta zavisi od vrste i količine učesnika u saobraćaju, kojima su put ili drum namenjeni.

Visina slobodnog profila na kategorizovanim putevima po pravilu iznosi 4,75 m iznad kolovoza, pri čemu je zaštitna visina 0,50 m. U gradskim tunelima ili u ograničenim uslovima ova visina može da bude 4,50 m.

Visina slobodnog profila hodnika za održavanje tunela i za slučajne opasnosti je 2,25 m iznad gazišta. Slobodni profil hodnika mora biti širok barem 1,00 m (minimalna zaštitna širina). U tunelima, namenjenim ostalim učesnicima u saobraćaju, odgovarajuće visine se biraju u skladu sa važećim tehničkim propisima.

Visinu slobodnog profila je potrebno pri ugradnji uređaja za rasvetu i ventilaciju adekvatno uvećati.

Širina slobodnog profila zavisi od izabrane visine kolovoza (saobraćajne i ivične trake), zaštitnih širina duž kolovoza i od širine traka za pešake odnosno bicikliste po tehničkim propisima za projektovanje puteva.



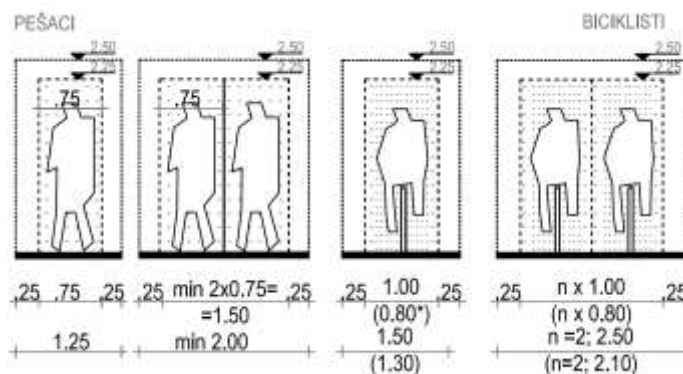
Slika 11.1.13: Slobodni profil; sastavni delovi saobraćajne površine u tunelu u skladu sa Pravilnik o uslovima koji sa aspekta bezbednosti saobraćaja moraju da ispunjavaju putni objekti i drugi elementi javnog puta, Službeni glasnik RS 50/2011

Saobraćajni i slobodni profili pešačkih i biciklističkih staza (slika 11.1.14) – visina saobraćajnog profila je 2,25 m, a sigurnosna visina iznad saobraćajnog profila je 0,25 m tako da je visina slobodnog profila 2,50 m.

Širina saobraćajnog profila za jedan red pešaka je 0,75 m, a za dva reda pasova 1,50

m (2 x 0,75 m). Širina slobodnog profila je uvećana za po 0,25 m sa obe strane.

Širina saobraćajnog profila za jedan red biciklista je 1,00 m, a za više redova  $n \times 1,00$  m. Širina slobodnog profila je uvećana za po 0,25 m sa obe strane.



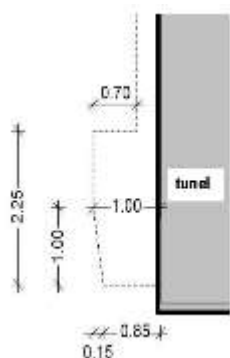
Slika 11.1.14: Saobraćajni i slobodni profili pešačkih i biciklističkih staza

Slobodni profil u tunelu u obliku potkovice se može iz ekonomskih razloga u uglovima konstrukcije smanjiti u obliku trougla, čija osnovica povezuje tačke:

- u donjim uglovima na 15 cm širine i 100 cm visine i
- u gornjim uglovima širinu zaštitne širine i 50 cm i 100 cm visine.

Evropska tehnička regulativa uglavnom preporučuje da se slobodni profil u tunelima preoblikuje i u donjim uglovima. Na delu koji je namenjen kretanju lica odgovornih za održavanje tunela, širina hodnika se do visine 1,00 m sužava u obliku trougla čija je donja stranica 0,15 m (slika 11.1.15). Ovim se uslovi za kretanje radnika održavanja ne menjaju, a iskopni profil tunela u tom slučaju

iziskuje znatno manje investicije (kod dvotračnog puta za oko 5 %).



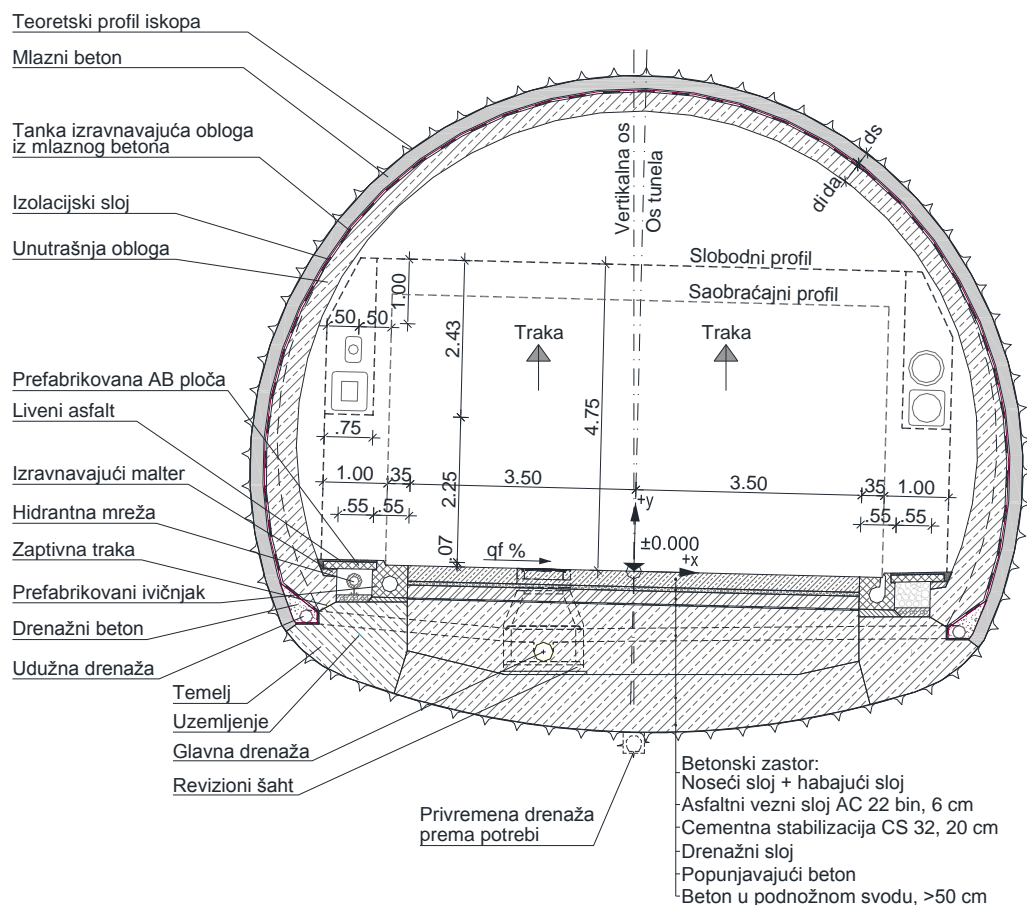
Slika 11.1.15: Dodatna redukcija slobodnog profila u tunelu (u donjem uglu)

biciklista, smanjivanje profila u donjim uglovima nije dopustivo.

Najmanji slobodni (svetli) profil poprečnih hodnika, namenjenih putevima za evakuaciju u vanrednim situacijama, je otvor prolaza  $2,25 \text{ m} \times 2,50 \text{ m}$  (Š x H).

Najmanji slobodni profil poprečnih međuprolaza za interventna vozila iznosi  $3,60 \times 4,00$  (Š x H).

U tunelima, koji su takođe namenjeni i redovnom saobraćaju pešaka odnosno



Slika 11.1.16: Pojedinačni sastavni delovi poprečnog profila u tunelu bez zaustavne trake



#### 11.1.2.4.2 Kriterijumi za izbor poprečnog profila

Osnov za određivanje poprečnog profila u tunelu je normalni poprečni profil puta, za koji je građen tunel slika 11.1.16.

Pojedinačni sastavni delovi poprečnog profila u tunelu mogu biti i racionalniji od onih na otvorenoj trasi. Pri tome je potrebno uzeti u obzir planersko-saobraćajne, saobraćajno-bezbednosne, građevinsko-tehničke i pogonsko-tehničke kriterijume i uslove.

##### 11.1.2.4.2.1 Saobraćajno-planerski kriterijumi i uslovi

*Saobraćajno-planerski kriterijumi i uslovi su:*

- kategorija puta, koji vodi kroz tunel,
- obezbeđena upotrebljivost u okviru predviđene saobraćajne funkcije,
- provoznost kod prosečne putne brzine,
- upotrebljivost za tipične učesnike u saobraćaju na njoj.

##### 11.1.2.4.2.2 Saobraćajno-bezbednosni kriterijumi i uslovi

*Saobraćajno-bezbednosni kriterijumi i uslovi su:*

- računska i dozvoljena brzina,
- odlučujuće saobraćajno opterećenje,
- udeo teretnih vozila > 3,5 t i autobusa,
- broj saobraćajnih traka,
- dvosmerna ili jednosmerna vožnja,
- projektni elementi puta (horizontalni i vertikalni elementi trase, poprečni nagib kolovoza),
- zaustavna preglednost na svim saobraćajnim trakama,
- udaljenost od čvorišta odnosno priključaka,
- odgovarajuća saobraćajna signalizacija i oprema,
- rasveta odnosno osvetljenje preko dana,
- upotrebljivost kod prosečne putne brzine,
- obezbeđena uređenja pri kombinaciji učesnika u saobraćaju (vozila – pešaci).

##### 11.1.2.4.2.3 Građevinsko-tehnički kriterijumi i uslovi

*Građevinsko-tehnički kriterijumi i uslovi su:*

- sastavni delovi saobraćajne površine u poprečnom preseku i njihove širine,
- prostor za postavljanje:
  - rasvete,
  - oznaka saobraćajnih traka,
  - saobraćajne signalizacije i promenljive saobraćajno informativne signalizacije,
  - uređaja za ventilaciju,

- uređaja za odvodnjavanje,
- kanali za instalacije,
- veličina (površina) tunelskog profila i način izrade.

##### 11.1.2.4.2.4 Pogonsko-tehnički kriterijumi i uslovi

*Pogonsko-tehnički kriterijumi i uslovi su:*

- zaustavne trake ili zaustavne niše,
- poprečni prelazi za pešake i interventna vozila,
- obezbeđivanje prilaza za interventne grupe,
- obezbeđivanje površina za redovno održavanje,
- niše za SOS pozive; (SOS),
- niše za postavljanje i održavanje kontaktora elektroinstalacija odnosno kontrolnih uređaja za upravljanje tunela (elektroniše); (EN),
- niše za postavljanje i održavanje hidranata i cevi za protivpožarnu vodu i njihovo korišćenje (hidrantne niše); (PPN),
- niše za pročišćavanje u sistemu odvajanja stenske vode.

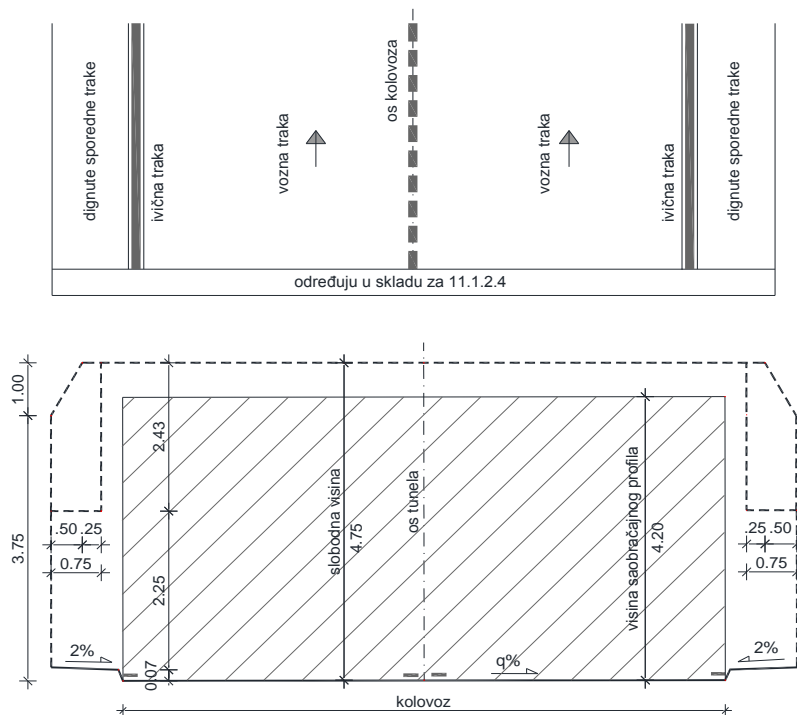
Pošto tuneli pripadaju ekonomski najzahtevnijim građevinskim objektima, u pojedinačnim slučajevima se za njih može odabrati drugačija (niža) projektovana brzina, kao i drugačije dimenzije širina saobraćajnih traka nego na otvorenom putu, ako su ispunjeni ostali uslovi, određeni ovom uredbom. Promenjena projektovana ili najviša dozvoljena brzina ili smanjena u odnosu na inače primenjivanu brzinu na putu ne sme biti ograničena isključivo na područje tunela, već i na odgovarajuće deonice puta ispred tunela i posle njega. Pri tome je potrebno promenu veličine elemenata izvesti sa prelaznim područjima.

##### 11.1.2.4.3 Elementi poprečnog profila saobraćajne površine

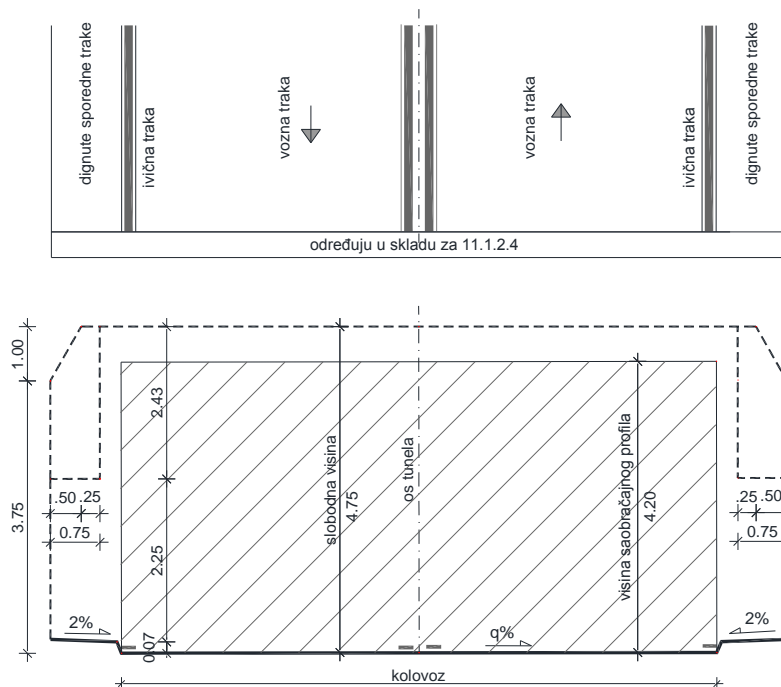
Poprečni profil saobraćajne površine u tunelu sačinjavaju:

- kolovoz (kolovozne trake, dodatne trake, ivična traka ili zaustavna traka),
- sporedne trake (zaštitna traka, površine za pešake odnosno bicikliste odnosno za druge potrebe slika 11.1.17 i 11.1.18).

Sporedne trake su po pravilu sve uređene na istoj površini i od kolovoza su fizički odvojene (izdignuti ivičnjak ili ograda).



Slika 11.1.17: Osnovni sastavni delovi saobraćajne površine za enosmerni saobraćaj bez zaustavne trake



Slika 11.1.18: Osnovni sastavni delovi saobraćajne površine za dvosmerni saobraćaj

#### 11.1.2.4.3.1 Broj saobraćajnih traka na kolovozu

Broj saobraćajnih traka na kolovozu je po pravilu identičan onom na otvorenoj trasi puta.

U pojedinačnim slučajevima broj saobraćajnih traka može da bude manji nego na otvorenoj trasi puta, ali ne manji nego za dve trake. U tom slučaju je potrebno:

- u projektu posebno dokazati adekvatnu propusnost puta kroz tunel, pri čemu se za izračunavanje propusnosti može primeniti američka (HCM) ili nemačka (RAS-Q) metoda, a primenu ostalih metoda je potrebno adekvatno uskladiti i argumentovati,
- uzeti u obzir, da su psihofizičke osobine odnosno njihove sposobnosti u tunelu smanjene, što utiče na način vožnje (bezbednost saobraćaja) i na protočnost puta na području tunela,
- pažljivo i na zadovoljavajućoj razdaljini pre i posle tunela planirati površinu za promenu broja saobraćajnih traka.

#### 11.1.2.4.3.2 Širina saobraćajnih traka na kolovozu

Širina saobraćajnih traka na kolovozu je po pravilu identična onoj na otvorenoj trasi puta.

U tunelima, kraćim od 300 m, se širine saobraćajnih traka i njihovih međusobnih odnosa, primenjivanih na otvorenoj trasi, pri prolasku kroz tunel ne menjaju. Ako postoje razlozi, projektom se takav način vođenja puta kroz tunel određuje i za tunele koji su duži od 300 m.

U srednje dugačkim i dugačkim tunelima širina saobraćajnih traka na kolovozu može biti i uža, ali ne manje, nego što je predviđeno za izabranu računsku brzinu kroz tunel (ne više od dozvoljene). U tom slučaju je potrebno pažljivo i na zadovoljavajućem razmaku pre i posle tunela planirati površinu za promenu širine saobraćajnih traka. Ova razdaljina iznosi barem toliko koliko i put, koji vozilo pređe za deset sekundi u najvećoj dozvoljenoj brzini.

U tunelima dužim od 300 m se širina traka može smanjiti, ali ne ispod one koju definiše dozvoljena ili izabrana brzina kroz tunel. Širina kolovoznih površina za tunele sa dužinom više od 300 m se određuje usklad sa tabelom 11.1.4, a za gradske tunele sa tabelom 11.1.5.

Tabela 11.1.5: Širina saobraćajnih traka ( $t_v$ ) za tunele u neurbanoj sredini [m]

Vri (km/h)	$t_v$ (m)	Tip puta i karakter tereta
> 100	3,75	AP (ravničarski)
$80 < Vri \leq 100$	3,50	AP (brski, planinski) VP, P
$60 < Vri \leq 80$	3,25	P
$40 < Vri \leq 60$	3,00	P
$Vri \leq 40$	2,75	P

Legenda:

- Vri računska brzina deonice,  
 $t_v$  širina vozne trake,

Tabela 11.1.6: Širina saobraćajnih traka za tunele u urbanoj sredini (u metrima) (RVS 9.232)

	<b>V<sub>dov</sub> (dozvoljena brzina)</b>						
	do 50 km/h						Do 80 km/h
	Brez zaustavne trake			Sa zaustavnom trakom			
Stepen iskorišćenosti protočnosti	< 0,5	0,5 do 0,7	0,7 do 1,0	< 0,5	0,5 do 0,7	0,7 do 1,0	Poširenje trake [m]
Jednotračni	3,50	3,50	3,50	3,25	3,50	3,50	
Dvotračni i dvosmerni	2 x 3,25	2 x 3,50	2 x 3,50	2 x 3,25	2 x 3,25	2 x 3,25	0,25
Dvotračni i jednosmerni	2 x 3,00	2 x 3,25	3,25 + 3,50	2 x 3,00	2 x 3,00	2 x 3,00	0,25
Trotračni i jednosmerni	2 x 3,00 + 3,25	3,00 + 2 x 3,25	3 x 3,00	3 x 3,00	3 x 3,00	2 x 3,00 + 3,25	0,50
Višetračni i jednosmerni	Svaka kolovozna traka 3,00						Po dve trake 0,50

Napomena: Dvosmerni tuneli sa više od tri kolovozne trake su dozvoljeni za brzine < 50 km/h, inače je potrebno predvideti fizičko razdvajanje po pravcu kretanja (npr. BSO).

#### 11.1.2.4.3.3 Dodatne trake

Dodatne trake se uključuju u profil kolovoza kada se ukaže potreba za uvođenjem samostalnih traka za određenu saobraćajnu funkciju ili vrstu saobraćaja. U njih ubrajamo:

- traku za spora vozila na uzbrdici,
- izlaznu ili ulaznu traku na području putnih priključaka,
- traku, rezervisanu za javni saobraćaj (autobus, taksi, šinski saobraćaj (tramvaj)).

Ako je dodatna traka namenjena šinskom (tramvajskom) saobraćaju potrebno je profil tunela prilagoditi profilu, koji određuju dimenzije slobodnog profila za laku železnicu (tramvaj). U tom slučaju ivičnu traku je potrebno, ako je predviđena, smestiti uzdužno između desne saobraćajne trake i trake za šinski saobraćaj (tramvaj).

Dodatne trake se u tunelu ne smeju završavati, osim ako je preostala dužina do kraja dodatne trake tunela veća od dvostruke dužine predviđenih dodatnih traka.

Ako dodatna traka počinje u tunelu, potrebno ju je započeti za jednu dužinu prelazne trake ranije nego na otvorenoj trasi puta. Dužina prelazne trake se određuje uz poštovanje brzine bočnog kretanja vozila  $v(b) = 0,7 \text{ ms}(na -1)$ .

Ako se dodatna traka završava u tunelu, potrebno je ulaznu traku produžiti obzirom na brzinu kretanja u tunelu za jednu zaustavnu dužinu i na kraju je potrebno postaviti adekvatnu saobraćajnu opremu.

U tunelu je moguće na predviđeni broj saobraćajnih traka odvajati odnosno priključiti samo jednotračne krakove putnih priključaka. Ako je broj saobraćajnih traka na krakovima putnih priključaka »N« veći od »1« (jedan), potrebno je broj saobraćajnih traka u tunelu povećati za »N-1« na njegovoj celokupnoj dužini do nosa odvajanja odnosno do nosa priključka.

Ulazne i izlazne trake saobraćajnih priključaka ili završavanje dodatne trake je potrebno za svaki slučaj odvojeno saobraćajno proveriti.

#### 11.1.2.4.3.4 Ivične trake

Ivične trake su smeštene uzdužno na svakoj strani kolovoza i imaju funkciju optičkog označavanja ivice saobraćajne površine. U tu namenu je na njihovoj unutrašnjoj strani ucrtana uzdužna ivična linija. Istovremeno obezbeđuju bezbednost saobraćaja i omogućavaju smeštanje uređaja za odvodnjavanje duž kolovoza.

Ivične trake u kratkim tunelima (300 m, u izuzetnim slučajevima i više) su identične onim na otvorenoj trasi puta.

Ivične trake u tunelima, dužim od 300 m, su na autoputevima i brzim putevima široke najmanje 0,35 m, a na ostalim putevima van naselja su široke najmanje 0,25 m.

Širinu ivičnih traka je potrebno povećati, ako tako diktiraju potrebe za smeštanje uređaja za odvodnjavanje na tim površinama. Uređaji za odvodnjavanje (uzdužni ili tačkasti) ne smeju nikad da zalaze na površinu saobraćajnih traka, niti se tamo sme prelivati na tim uređajima skupljena voda.

Izostavljanje ivičnih traka je dopustivo, ako je tunel:

- više nego dvotračan u jednom pravcu kretanja,
- dvotračan i dvosmeran, a širina pojedinačne saobraćajne trake iznosi barem 3,25 m, namenjen isključivo saobraćaju putničkih vozila,
- namenjen manje zahtevnom saobraćaju (samo putnička vozila, lokalni putevi sa malim opterećenjem, mesni putevi) a brzina u njemu je ograničena na do 50 km/h.

#### 11.1.2.4.3.5 Zaustavne površine

Zaustavne površine u tunelu su:

- zaustavne trake,
- zaustavne niše.

Zaustavne površine zamenjuju pojedinačne ivične trake i dopunjuju ih povećanom funkcijom bezbednosti saobraćaja i protočnosti puta u tunelu.

Izbor vrste zaustavnih površina u tunelima se proverava obzirom na dužinu tunela i iskorišćavanje protočnosti puta u njemu po odredbama ovom priručniku.

Bez obzira na prethodni pasus zaustavne površine se mogu urediti u svakom tunelu, ako je za to data argumentacija uvećane investicije.

Zaustavne trake

#### *Zaustavne trake u tunelima van grada*

Ako se na putu kroz tunel kraći od 300 m nalaze zaustavne trake, iste se vode kroz tunel u nesmanjenoj širini.

Put u tunelu, dužem od 300 m, nema zaustavnih traka, osim ako je u projektu argumentovana potreba za njihovom izgradnjom (npr. mogućnost proširenja sa

dve na tri saobraćajne trake, obezbeđivanje veće bezbednosti u saobraćaju i sl.).

Ako se kod dvocevnog tunela, kroz koji vodi i zaustavna traka, privremeno uradi samo jedna tunelska cev sa dvosmernim saobraćajem (prva faza), širina kolovoza je identična onoj, koja je određena za dvocevni tunel. Širina površine, predviđene za zaustavnu traku, se u tom slučaju deli na:

- razdelnu širinu 0,50 m između saobraćajnih traka i
- na dve identične proširene ivične trake.

#### *Zaustavne trake u tunelima u urbanoj sredini*

Ako su na putu, koji vodi u tunel u urbanoj sredini, zaustavne trake, vode se kroz tunel u nesmanjenoj širini.

Jedinstvena širina zaustavnih traka u urbanoj sredini je 2,50 m.

#### 11.1.2.4.3.6 Zaustavne niše

Umesto zaustavne trake u tunelima dužine preko 900 m u posebnih razmerama preko 600 m treba predvideti i izgraditi zaustavne niše, ako saobraćajna provera ne pokaže drugačije.

Najveće odstojanje između zaustavnih niša je 600 m.

Zaustavne niše u tunelima su po pravilu široke najmanje 2,50 m i dugačke 40 metara.

Širina hodnika u zaustavnoj niši iznosi 100 cm.

Zaustavne niše se izvode u skladu sa odredbama austrijskih smernica RVS i nemačkih smernica RABT.

#### 11.1.2.4.3.7 *Sporodne trake (zaštitna traka, površine za pešake odnosno bicikliste odnosno za druge potrebe)*

U tunelu su na obe strane kolovoza hodnici za održavanje tunela i za slučajevne opasnosti i za smeštanje kanala za ugradnju instalacija. Po hodnicima za održavanje i normalnim uslovima nije dozvoljen saobraćaj pešaka i biciklista. Hodnik mora da bude 7 cm, viši od ivice kolovoza, a njegova površina mora da bude za 2 procenta nagnuta prema kolovozu. Slobodni profil hodnika mora biti širok barem 1,00 m (minimalna zaštitna širina),

U srednje dugačke tunele u urbanoj sredini se mogu uvesti druge vrste učesnika u

saobraćaju samo ako je to adekvatnom analizom utvrđeno kao bezopasno. U takvom slučaju moraju biti površine za ostale učesnike u saobraćaju, osim za šinski saobraćaj, fizički odvojene od kolovoza.

Kod kratkih tunela u ruralnoj sredini na putevima koji nisu definisani kao autoputevi ili brzi putevi, u poprečni profil tunela mogu da se dodaju i saobraćajne trake za ostale učesnike u saobraćaju (biciklisti, pešaci). Saobraćajna površina za ostale učesnike (poljoprivredne mašine, bicikliste, pešake) mora po pravilu pri tome biti odvojena fizički, visinski, ili sa razdelnom trakom od saobraćajnih traka za motorna vozila. Potrebno odstojanje zavisi od brzine kretanja motornih vozila (zaštitna širina).

Ako je tunel namenjen i redovnom saobraćaju pešaka, širina površine za njih

mora da iznosi najmanje 2,00 m. Ova površina mora da bude odvojena od kolovoza zaštitnom razdelnom trakom. Pri brzini vozila do 60 km/h na njoj su postavljeni usmerivači, a kod većih brzina postavljena je zaštitna ograda visine 1,20 m ili prostorno odvojeni deo cevi ili objekta (pokriven iskop, podvožnjak).

Ako je tunel namenjen samo povremenom saobraćaju pešaka, fizička pregrada se može izostaviti, a širina hodnika mora da bude barem 1,25 m.

Hodnik za pešake mora da bude barem 18 cm, a najviše 25 cm viši od ivice kolovoza, a njegova površina mora da bude za 2 procenta nagnuta prema kolovozu.