



TRAFIKVERKET

# TRVK Tunnel 11

*Trafikverkets tekniska krav Tunnel*

*TRV publ nr 2011:087*



Titel: TRVK Tunnel 11  
Publikationsnummer: 2011:087  
ISBN: 978-91-7467-155-1  
Utgivningsdatum: November 2011  
Utgivare: Trafikverket  
Kontaktperson: Ebbe Rosell  
Produktion: Grafisk Form  
Tryck: Trafikverket  
Distributör: Trafikverket



## **Beslut om Trafikverkets Krav Tunnel, TRVK Tunnel**

TRVK Tunnel (TRV 2011:087) är ett trafikverksdokument som innehåller Trafikverkets tekniska krav vid dimensionering och utformning av tunnlar. TRVK Tunnel är av dokumenttypen krav. TRVK Tunnel är en del av Trafikverkets Anläggningsstyrning.

TRVK Tunnel ska användas vid projektering av tunnlar från och med den 1 februari 2012. Dokumentet ska användas tillsammans med TRVR Tunnel (TRV 2011:088) samt TK Geo (TRV 2011:047). Dokumentet ersätter ATB Tunnel 2004 och BV Tunnel som upphör att gälla.

Avsteg från dessa tekniska krav kan medges av chefen för Teknik och Miljö verksamhetsområde Investering.

Krav på material utförande och kontroll återfinns i AMA Anläggning 10. Trafikverkets ändringar och tillägg till dessa krav återfinns i senaste utgåvan av TRVAMA Anläggning 10.

Dokumentet kommer att finnas tillgängligt på Trafikverkets hemsida.

Borlänge den 12 december 2011

Mats Karlsson  
cIVt

Björn Eklund  
cUHa

Peter Lundman  
cPRt

# Innehållsförteckning

<b>A</b>	<b>Allmänna förutsättningar .....</b>	<b>6</b>
A.1	Inledning.....	6
A.2	Administrativa rutiner.....	11
A.3	Konstruktionsredovisning.....	16
<b>B.</b>	<b>Vägtunnlar - generell utformning .....</b>	<b>24</b>
B.1	Allmänt .....	24
B.2	Säkerhet vid användning.....	29
B.3	Brandskydd.....	32
B.4	Miljö .....	38
B.5	Väg förlagd i tunnel .....	41
B.6	Förläggning av installationer som inte ingår i tunnelns installationer .....	43
<b>C.</b>	<b>Järnvägstunnlar - generell utformning .....</b>	<b>44</b>
C.1	Allmänt .....	44
C.2	Säkerhet i järnvägstunnlar .....	49
C.3	Miljö .....	61
C.4	Järnväg i tunnel .....	63
C.5	Förläggning av installationer som inte ingår i tunnelns installationer .....	63
<b>D</b>	<b>Verifiering av bärförmåga, stadga och beständighet - allmänt.....</b>	<b>64</b>
D.1	Grundläggande dimensioneringsregler .....	64
D.2	Säkerhetsklass och geoteknisk kategori .....	67
D.3	Laster .....	68
D.4	Exceptionella dimensioneringssituationer .....	74

<b>E.</b>	<b>Bergkonstruktioner .....</b>	<b>79</b>
E.1	Utformning .....	79
E.2	Verifiering genom beräkning och provning .....	81
<b>F.</b>	<b>Betong- och stålkonstruktioner.....</b>	<b>84</b>
F.1	Allmänt .....	84
F.2	Utformning .....	85
F.3	Verifiering genom beräkning och provning .....	87
<b>G.</b>	<b>Installationer i vägtunnlar .....</b>	<b>88</b>
G.1	Allmänt .....	88
G.2	Styrning, övervakning och kommunikation .....	89
G.3	Belysning .....	91
G.4	Kraftförsörjning .....	94
G.5	Ventilation .....	95
G.6	Vatten, avlopp och dränering .....	97
G.7	Övrigt .....	100
<b>H.</b>	<b>Installationer i järnvägstunnlar .....</b>	<b>101</b>
H.1	Allmänt .....	101
H.2	Belysning .....	102
H.3	Ventilation .....	103
H.4	Vatten, avlopp och dränering .....	104
	 Bilaga 1 Litteraturförteckning .....	 106
	Bilaga 2 Objektspecifika byggherreval till TRVK Tunnel .....	111
	Bilaga 3 Redovisningskrav.....	126
	Bilaga 4 Klimatzoner och medel- köldmängd.....	135
	Bilaga 5 Exponerings- och korrosivitetsskisser .....	137





# A Allmänna förutsättningar

## A.1 Inledning

### A.1.1 Giltighetsområde

TRVK Tunnel anger krav för utformning och dimensionering vid nybyggnad och förbättring av vägtunnlar och järnvägstunnlar.

Kraven i TRVK Tunnel gäller för alla bergtunnlar oavsett längd, såvida inte annat särskilt anges. Kraven i TRVK Tunnel gäller för tunnlar av stål eller betong om tunnelns längd är större än 100 m.

Kraven finns samlade i TRVK Tunnel, del A – H enligt nedan. Delarna kompletterar varandra.

- A. Allmänna förutsättningar
- B. Vägtunnlar - generell utformning
- C. Järnvägstunnlar – generell utformning
- D. Verifiering av bärförmåga, stadga och beständighet - allmänt
- E. Bergkonstruktioner
- F. Betong- och stålkonstruktioner
- G. Installationer och utrustningar i vägtunnlar
- H. Installationer och utrustningar i järnvägstunnlar

Där TRVK Tunnel ställer krav på anläggningsdelar för vilka krav också ställs i andra regelverk ska kraven i TRVK Tunnel betraktas som ändringar och tillägg till dessa andra regelverk, se dock A.1.2.1.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

## A.1.2 Hänvisning till andra dokument

### A.1.2.1 Allmänt

Hänvisningar till andra dokument avser de utgåvor som anges i bilaga 1. Om uppgifter i dessa dokument strider mot krav i TRVK Tunnel ska TRVK Tunnel gälla. Om lag, förordning eller myndighetsföreskrift ställer strängare krav än TRVK Tunnel gäller dessa krav dock före krav i TRVK Tunnel.

### A.1.2.2 Myndighetsföreskrifter

#### A.1.2.2.1 Bärförmåga, stadga och beständighet

”Boverkets föreskrifter och allmänna råd om tillämpning av europeiska konstruktionsstandarder (BFS 2011:10)” ska tillämpas för andra



konstruktioner än bärande huvudsystem av berg. Råd i BFS 2011:10 ska gälla som krav, utom de råd som avser beständighet.

#### **A.1.2.2.2 Säkerhet vid användning**

För en vägtunnel ska "Boverkets föreskrifter (BFS 2007:11) och allmänna råd om säkerhet i vägtunnlar" tillämpas.

För en järnvägstunnel ska "Järnvägsstyrelsens föreskrifter (JvSFS 2008:4) om tekniska specifikationer för driftskompatibilitet vad gäller säkerhet i järnvägstunnlar" (Transportstyrelsen) tillämpas.

Vid tillämpning av allmänna råd i BFS 2007:11 ska hänvisningar till krav i Tunnel 2004 bytas mot hänvisningar till motsvarande krav i TRVK Tunnel.

### **A.1.2.3 Standarder och AMA**

#### **A.1.2.3.1 Allmänt**

Vid tillämpning av i TRVK Tunnel åberopade standarder accepteras även tekniska lösningar som på ett likvärdigt sätt uppfyller kraven enligt standarden. Från bestämmelse i en myndighetsföreskrift, se A.1.2.2, får avvikelser dock inte göras.

#### **A.1.2.3.2 Europeiska beräkningsstandarder, eurokoder**

Standardserien SS-EN 1990 – SS-EN 1999 ska tillämpas i enlighet med "Boverkets föreskrifter (BFS 2011:10) om tillämpningen av europeiska konstruktionsstandarder (eurokoder)" för de konstruktioner och konstruktionsmaterial som de omfattar. En hänvisning till någon av standarderna SS-EN 1990 – SS-EN 1999 innefattar även de nationella val som framgår av BFS 2011:10. Om en standard i serien SS-EN 1990 - SS-EN 1999 inte behandlas i BFS 2011:10 tillämpas A.1.2.3.1 för denna standard.

Fullständiga beteckningar samt gällande utgåvor av SS-EN 1990 – SS-EN 1999 anges i BFS 2011:10.

#### **A.1.2.3.3 Allmän material- och arbetsbeskrivning (AMA)**

Med hänvisning till AMA i detta dokument avses

- Allmän material- och arbetsbeskrivning för anläggningsarbeten,
- Allmän material- och arbetsbeskrivning för eltekniska arbeten och
- Allmän material- och arbetsbeskrivning för VVS-tekniska arbeten.

Ovanstående publikationer gäller med ändringar och tillägg enligt TRVAMA för respektive ämnesområde. I förekommande fall avses koder och rubriker i AMA för tunnel respektive kategori A.

Där krav i AMA åberopas genom hänvisning till kod eller rubrik i AMA gäller även krav under överordnade koder med tillhörande rubriker.

### **A.1.2.4 TRVR Tunnel**

Råd och förklaringar till TRVK Tunnel finns i publikationen TRVR Tunnel. Indelningen i rubriker är samma i båda publikationerna. Alla rubriker finns

i TRVK Tunnel även om vissa inte har något innehåll i TRVK Tunnel utan bara i TRVR Tunnel. I TRVR Tunnel är bara de rubriker medtagna som har ett innehåll i TRVR Tunnel.

Utformningar, dimensioneringsmetoder etc. som anges i TRVR Tunnel får anses vara accepterade tillämpningar av kraven i TRVK Tunnel.

### **A.1.3 Objektspecifika byggherreval**

Byggherren får göra vissa ändringar och tillägg till krav i TRVK Tunnel. Dessa kallas ”objektspecifika byggherreval” och får endast göras i anslutning till de koder där texten ”Objektspecifikt byggherreval” finns. Vissa av de objektspecifika byggherrevalen är nödvändiga för konstruktionsarbetet eller för utförandet. De resterande objektspecifika byggherrevalen är valfria för byggherren. I bilaga 2 förtecknas de objektspecifika byggherreval som ansluter till TRVK Tunnel och det tekniska innehåll som dessa val får ha.

De i ett projekt gällande objektspecifika byggherrevalen ska framgå av handlingar som tillhandahålls av byggherren. Om ett alternativt utförande föreslås ska en beskrivning som anger de objektspecifika byggherreval som förutsätts i det alternativa utförandet redovisas.

### **A.1.4 Teknisk lösning med särskild kravspecifikation**

Om utformningar eller dimensioneringsmetoder som inte är beskrivna i TRVK Tunnel eller material eller utförandemetoder som inte är beskrivna i AMA föreslås ska ett förslag till teknisk lösning innehållande en särskild kravspecifikation upprättas.

En sådan särskild kravspecifikation ska minst omfatta

- krav och metoder avseende verifiering av bärförmåga, stadga, beständighet, skydd mot inläckning av vatten, säkerhet mot frysning och säkerheten i tunneln
- krav och metoder för verifiering av säkerhet vid brand
- materialkrav
- miljöpåverkan och krav på åtgärder med avseende på miljöpåverkan
- krav och metoder för utförandet
- krav och metoder för kontroll av utförandet
- en redovisning av hur och i vilken omfattning framtida drift och underhåll ska utföras.

Ett förslag till teknisk lösning med särskild kravspecifikation ska vara godtaget av byggherren enligt A.2.2.

### **A.1.5 Tillämpning av TRVK Tunnel och TRVR Tunnel i olika entreprenadformer**

### **A.1.5.1 Allmänt**

Oavsett entreprenadform ska A.2.2 tillämpas före beslut om utformning och utförande.

### **A.1.5.2 Utförandeentreprenad**

Beskrivningen av material, utförande och kontroll ska ansluta till AMA varvid relevanta ändringar och tillägg enligt TRVAMA ska vara inarbetade.

Objektspecifikt byggherreväl, se A.1.3.

### **A.1.5.3 Totalentreprenad**

### **A.1.5.4 Likvärdig lösning**

För de delar som omfattas av en likvärdig lösning ska A.2.2 tillämpas före beslut om utformning och utförande.

För de delar som omfattas av en likvärdig lösning ska entreprenören upprätta en konstruktionsredovisning enligt A.3.

## **A.1.6 Beteckningar och förkortningar**

Beteckningar och förkortningar som tillämpas i TRVK Tunnel ges i TRVR Tunnel, bilaga 102.

## **A.1.7 Definitioner**

Definitioner som tillämpas i TRVK Tunnel ges i TRVR Tunnel, bilaga 102.

## **A.1.8 Utredningar av en bergkonstruktions förutsättningar**

### **A.1.8.1 Allmänt**

Utredningar av en bergkonstruktions förutsättningar omfattar förundersökning berg och ingenjörsgelogisk prognos.

Rapporter över förundersökning och ingenjörsgelogisk prognos ska vara försedda med följande identifieringsuppgifter.

- Huvudrubrik med byggnadsverkets namn, nummer och vägnummer eller bandelsnummer och km-tal enligt Trafikverkets beteckning samt kommun och län.
- Signerad firmastämpel eller underskrift av för handlingen ansvarig person samt datum. Vid revidering anges datum för denna.

Dokumenterna ska vara tydligt upprättade och försedda med uppgifter och hänvisningar till de undersökningsmetoder som använts i sådan omfattning att de lätt kan kontrolleras.

Objektspecifikt byggherreal, se A.1.3.

### **A.1.8.2 Förundersökning berg**

En förundersökning avseende geotekniska, ingenjörsgelogiska och bergtekniska förutsättningar ska utföras och ge all nödvändig information angående de geologiska, hydrogeologiska och bergmekaniska förutsättningarna.

En rapport över förundersökningen ska upprättas . Rapporten ska minst innehålla uppgifter enligt bilaga 3.2.1. I rapporten ska resultat av undersökningarna vara sammanfattade.

### **A.1.8.3 Ingenjörsgelogisk prognos**

Med utgångspunkt från informationen från förundersökning berg ska en ingenjörsgelogisk prognos för en tunnel i berg upprättas. Osäkerheterna i den ingenjörsgelogiska prognosen ska värderas och graderas. Graden av osäkerhet i såväl delresultat som i den totala bedömningen ska anges. Materialvärden ska bestämmas enligt E.2.1.2.

Den ingenjörsgelogiska prognosen ska dokumenteras. Dokumentet ska vara tydligt upprättat och försett med uppgifter om vilka antaganden och tolkningar som gjorts så att det kan kontrolleras. I dokumentet ska framgå vad som är tolkad respektive faktisk information. Dokumentet ska minst innehålla uppgifter enligt bilaga 3.2.2.

## A.2 Administrativa rutiner

### A.2.1 Allmänt

I A.2 anges de administrativa krav som Trafikverket har avseende godtagande av teknisk lösning, bekräftelse av överensstämmelse med krav på produkter samt godtagande av konstruktionsredovisning för byggande av tunnlar då Trafikverket är byggherre. Om en annan byggherre låter uppföra ett byggnadsverk som påverkar eller påverkas av trafik på Trafikverkets vägar och järnvägar ska de krav på redovisning och kontroll som avtalats mellan Trafikverket och byggherren tillämpas.

Korrespondens avseende godtagande av teknisk lösning, bekräftelse av överensstämmelse med krav på produkter samt godtagande av konstruktionsredovisning ska ske mellan Trafikverket och Trafikverkets kontraktspart.

I handlingar som sänds in i ett kontrollärende ska det tydligt anges

- vilket projekt handlingarna avser
- kontaktuppgifter för Trafikverkets projektledare
- kontaktuppgifter för Trafikverkets kontraktspart
- kontaktuppgifter för konstruktionsföretagets uppdragsledare
- grupp tillhörighet enligt A.2.4.3.

Om handlingarna görs tillgängliga i en databas ska ovanstående framgå av aviseringen.

Om byggherren inte anger annat är adressen för insändande av kontrollärenden:

Trafikverket  
FE-10  
78189 Borlänge

Om byggherren inte anger annat är e-postadressen för insändande av kontrollärenden [bt@trafikverket.se](mailto:bt@trafikverket.se).

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

### A.2.2 Förslag till teknisk lösning

Innan det slutliga valet av utformning och metoder görs ska ett förslag till teknisk lösning enligt A.1.5 vara redovisat och den kontrollerande enheten ska ha yttrat sig över förslaget. Handläggningstiden för ett yttrande är normalt högst 20 arbetsdagar.

Innan det slutliga valet av utformning och metoder görs ska ett eventuellt förslag till teknisk lösning med särskild kravspecifikation enligt A.1.4 vara godtaget av den kontrollerande enheten. Handläggningstiden för ett godtagande beror på ärendets komplexitet.

---

## **A.2.3 Bekräftelse av överensstämmelse med krav på produkter**

### **A.2.3.1 Certifiering**

Om det inte finns något ackrediterat eller anmält organ godtas att certifieringen utförs av ett organ som godtagits av Trafikverket.

### **A.2.3.2 Provning och besiktning**

Om det inte finns något ackrediterat eller anmält organ godtas att provningen eller besiktningen utförs av ett organ som godtagits av Trafikverket.

## **A.2.4 Godtagande av konstruktionsredovisning**

### **A.2.4.1 Allmänt**

Konstruktionsredovisningen ska dels godtas för byggande och dels godtas som relationshandling. Godtaganden föregås av en kontroll.

För en betong- eller stålkonstruktion ska kraven på godtagande av konstruktionsredovisning enligt TRVK Bro, A.2 tillämpas med de ändringar och tillägg som anges i A.2.

För följande konstruktioner ska konstruktionsredovisningen vara godtagen för byggande och märkt enligt A.2.4.6 innan arbete med konstruktionen påbörjas:

- Utförande av permanenta konstruktioner.
- Utförande av tillfälliga konstruktioner som påverkar bärförmåga eller beständighet hos ett annat byggnadsverk.
- Utförande av tillfälliga konstruktioner som påverkar säkerheten för allmänheten, allmän vägtrafik eller tågtrafik.

Efter installation av en pålgrupp ska konstruktionsredovisningen för grundläggningen revideras. Revideringen ska baseras på en kontrollberäkning med pålarnas verkliga lägen, riktningar, lutningar och längder. Revideringen ska vara godtagen för byggande innan permanenta anslutande konstruktionsdelar utförs.

Med ändring av vad som anges i A.3.1 godtas att handlingar i digital form som en kontraktspart låter sända in för kontroll inte är undertecknade. Detta förutsätter att de åtföljs av ett undertecknat intyg i vilket de insända handlingarna specificeras. Handlingarna ska vara undertecknade då de sänds in för godtagande enligt A.2.5.

### **A.2.4.2 Handläggningstider**

#### **A.2.4.2.1 Allmänt**

Handläggningstiden för kontroll av en konstruktionsredovisning beror på konstruktionens komplexitet.

Vid uppskattning av handläggningstid ska det förutsättas att ingen kontroll utförs under veckorna 28 – 31 och 52 - 1.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

#### **A.2.4.2.2 Avbruten kontroll**

Om en insänd handling är i ett sådant skick att kontrollen inte kan genomföras avbryts kontrollen. När handlingen efter revidering sänds in igen behandlas den som nytt ärende.

#### **A.2.4.3 Avvikelsegradering**

#### **A.2.4.4 Konstruktionsstartmöte**

Trafikverkets kontraktspart ska kalla till ett konstruktionsstartmöte i inledningen av konstruktionsarbetet. Kallelse av Trafikverkets representanter ska sändas till projektledning och till den kontrollerande enheten. Kallelsen ska sändas in minst två veckor före föreslagen mötestid.

I samband med kallelsen ska en förhandskopia av redogörelse för förutsättningar och metoder för dimensionering enligt A.3.2 sändas in till den kontrollerande enheten.

Vid mötet ska redogörelse för förutsättningar och metoder för dimensionering enligt A.3.2 gås igenom. Trafikverket ska ges möjlighet att lämna remissynpunkter på handlingarna inom tio arbetsdagar.

Vid mötet ska minst följande personer närvara:

- utsedd granskare från den kontrollerande enheten,
- teknikstöd i projektet,
- ansvarig konstruktör och
- kontraktspartens representant.

#### **A.2.4.5 Kontroll**

##### **A.2.4.5.1 Allmänt**

Ritningskopior som sänds till Trafikverket för kontroll ska vikas till format A4.

##### **A.2.4.5.2 Handlingar**

Handlingar som sänds in för kontroll ska sändas in i digital form samt en omgång papperskopior.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

##### **A.2.4.5.3 Revidering**

Om en godtagen handling revideras ska den efter revideringen sändas för förnyad kontroll.

En reviderad handling ska föras med uppgift om vad revideringen avser. Dessutom ska det anges vilka delar av konstruktionsberäkningen som berörs.

#### **A.2.4.5.5 Kännedomskopior**

Efter godtagande för byggande ska kontraktsparten sända in kännedomskopior av märkta handlingar till den kontrollerande enheten.

#### **A.2.4.5.6 Uppföljande kontroll**

Efter att en konstruktionsredovisning godtagits för byggande kan Trafikverket utföra en uppföljande kontroll för verifiering av överensstämmelsen med kontraktshandlingarna.

#### **A.2.4.5.7 Efterkontroll**

Efter genomförd slutbesiktning kan Trafikverket utföra en efterkontroll av konstruktionsredovisningen.

#### **A.2.4.5.8 Korrigering av fel och brister**

Då fel och brister i konstruktionsredovisningen framkommit ska berörda delar av konstruktionsredovisningen åter sändas in för kontroll efter korrigering.

### **A.2.4.6 Märkning**

Efter det att Trafikverket godtagit handlingarna för byggande ska kontraktsparten låta märka arbetsritningar och beskrivningar enligt A.3.4 - A.3.5 med text enligt figur A.2-1. Märkningen ska placeras omedelbart över namnrutan på ritningarna och nederst på framsidan på övriga handlingar.

<b>GODTAGEN FÖR BYGGANDE ENLIGT TRAFIKVERKETS SKRIVELSE MED DATUM ... .. OCH ÄRENDENUMMER ... ..</b>
--

#### **Figur A.2-1 Märkning efter godtagande för byggande**

Handlingarna ska om så anges föras med Trafikverkets beteckning. Beteckningen placeras i anslutning till ovan nämnda märkning.

På ritningar ska märkningen ges 3,5 mm textstorlek och registreringsbeteckningen 5 mm textstorlek.

Reviderade handlingar ska föras med beslutsdatum och diarienummer i ändringstabellen enligt "Principer för digital informationshantering i vägprojekt" (Vägverket).

## **A.2.5 Godtagande som relationshandling**



Relationshandlingar ska minst omfatta konstruktionsredovisning enligt A.3 och slutrapport med bilagor, se även AMA, YCD.21, samt karteringsritning för tunnel i berg enligt bilaga .

Relationshandlingar av konstruktionsredovisningen ska godtas av den kontrollerande enheten. När konstruktionsredovisningen sänds in för godtagande som relationshandling ska följande gälla:

- Ritningar, beskrivningar och redogörelsen för förutsättningar och metoder för dimensionering ska revideras till relationshandlingar.
- Eventuella återstående beräkningar ska sändas in för kontroll.
- En förteckning över konstruktionsberäkningens gällande delar ska sändas in som en relationshandling. Förteckningen ska visa eventuella revideringar av beräkningens delar.

I ritningsförteckningen på sammanställningsritningen ska Trafikverkets beteckningar anges.

Efter det att Trafikverket godtagit handlingarna som relationshandlingar ska kontraktsparten låta märka arbetsritningar enligt A.3.4, beskrivningar enligt A.3.5 samt redogörelse för förutsättningar och metoder för dimensionering enligt A.3.2 med text enligt figur A.2-2. Märkningen ska placeras enligt A.2.4.6.

**GODTAGEN SOM RELATIONSHANDLING ENLIGT  
TRAFIKVERKETS SKRIVELSE MED DATUM ... .. OCH  
ÄRENDENUMMER ... ..**

**Figur A.2-2 Märkning efter godtagande som relationshandling**

## **A.3 Konstruktionsredovisning**

### **A.3.1 Allmänt**

Konstruktionsredovisningen ska bestå av en detaljerad och objektspecifik redovisning av utformning, dimensionering, material, utförande och kontroll. Konstruktionsredovisningen ska, förutom för installationer, minst omfatta:

- Redogörelse för förutsättningar och metoder för dimensionering enligt A.3.2
- Beräkningar och utredningar enligt A.3.3
- Arbetsritningar enligt A.3.4
- Beskrivningar enligt A.3.5

Varje del av konstruktionsredovisningen ska förses med konstruktionsföretagets namn, underskrift och datum. En revidering ska förses med underskrift och datum avseende revideringen.

Använda tecken och symboler ska förklaras.

Omfattningen av konstruktionsredovisningen ska vara anpassad till förvaltningens behov under de visade anläggningsdelarnas livslängd.

För en betong- eller stålkonstruktion ska kraven på konstruktionsredovisning enligt TRVK Bro, A.3 tillämpas med de ändringar och tillägg som anges i A.3.

För installationer anger byggherren krav på konstruktionsredovisningen.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

### **A.3.2 Redogörelse för förutsättningar och metoder för dimensionering**

#### **A.3.2.1 Allmänt**

Redogörelsen för förutsättningar och metoder för dimensionering ska vara en kortfattad redovisning av dimensioneringen vad beträffar förutsättningar och genomförande.

Redogörelsen ska revideras i takt med konstruktionsarbetets framskridande.

#### **A.3.2.2 Bergkonstruktion**

Redogörelsen ska minst innehålla:

- En redovisning av geotekniska, bergtekniska, hydrogeologiska och andra förhållanden som är av betydelse för utformning och dimensionering eller bergguttaget.

- En redovisning av köldmängder och andra förhållanden som är av särskild betydelse för utformning och dimensionering med avseende på beständighet samt vatten- och frostsäkring.
- En sammanställning av säkerhetsklasser och förutsatta laster och lastkombinationer.
- En förteckning över krav på tekniska livslängder.
- En redovisning av koncept för brandskyddsdimensionering avseende bärförmåga vid brand samt risken för spjälkning av sprutbetong.
- En redovisning av objektsspecifika krav avseende skydd mot inträngning av vatten omfattande krav med avseende på omgivningspåverkan, krav med avseende på tunnelns användning och funktion, samt eventuella övriga restriktioner t ex gällande materialval.
- En redovisning av koncept för skydd mot inläckning av vatten och frysning.
- En bedömning av tätningsarbetens svårighetsgrad baserat på hydrogeologiska förutsättningar skydd mot inläckning av vatten och övriga restriktioner.
- En redovisning av kraven med hänsyn till framtida drift och underhåll.
- En förteckning över de systemhandlingar och typlösningar etc som utgör förutsättningar för dimensionering, utformning och arbetsutförande.
- En förteckning över valda konstruktionsmaterial och deras hållfasthetsparametrar samt andra egenskaper som är av betydelse för avsedd funktion.
- En principiell beskrivning av metoder för utformning och dimensionering och de eventuella antaganden som behövs för tillämpningen av respektive metod.
- En sammanfattande beskrivning av principerna för utförande och uppföljning, samt styrning mot och verifiering av avsett resultat i fält.

### **A.3.2.3 Betong- eller stålkonstruktion**

Redogörelsen ska upprättas enligt TRVK Bro, A.3.4. I tillägg till det som där anges ska redogörelsen innehålla:

- i. En redovisning av valt koncept för branddimensionering avseende bärförmåga vid brand samt risken för spjälkning av betong.
- ii. En redovisning av valt koncept för skydd mot inläckning av vatten och eventuellt frysning.
- iii. Redovisning av metod för dimensionering för explosionslast.

### **A.3.2.4 Installationer**

Redogörelsen ska minst innehålla:

- En förteckning över ingående material och produkter och de egenskaper hos dessa som har betydelse för dimensionering för normal drift.
- En förteckning över de delar som har betydelse för säkerheten vid brand och deras egenskaper vid brand.
- En förteckning över förutsatta tekniska livslängder och förutsatta miljöer för utformning och dimensionering med avseende på beständighet.
- En beskrivning av hur utformning och dimensionering med avseende på beständighet ska utföras för ingående delar inklusive infästningar.
- En redovisning av hur framtida drift och underhåll kan utföras.
- En principiell beskrivning av dimensioneringen och de antaganden som dimensioneringen kommer att baseras på.

## **A.3.3 Utredningar och beräkningar**

### **A.3.3.1 Allmänt**

Utredningar och beräkningar ska visa att ställda krav är uppfyllda. Beräkningar ska uppfylla krav enligt TRVK Bro, A.3.5. Kraven i TRVK Bro, A.3.5.1 ska tillämpas även för beräkningar av andra egenskaper än bärförmåga, stadga och beständighet.

### **A.3.3.2 Bärförmåga i bergtunnel**

Utredningar och beräkningar ska verifiera att kraven på bärförmåga uppfylls för det bärande huvudsystemet, inredning och installationer.

Utredningarna och beräkningarna ska klargöra eventuellt behov av bergmekaniska kontroller i form av t.ex. mätningar.

Vid användning av numeriska bergmekaniska metoder ska även beräkningsresultat med en linjärelastisk materialmodell redovisas.

### **A.3.3.3 Skydd mot inläckning av vatten**

#### **A.3.3.3.1 Allmänt**

Utredningar och beräkningar anpassade till typ av tunnel och vald metod för skydd mot inläckning av vatten ska verifiera att kraven uppfylls.

Objektspecifikt byggherreal, se A.1.3.

#### **A.3.3.3.2 Vid injektering av en bergtunnel**

Utredningen ska minst omfatta följande:

- Krav och restriktioner med hänsyn till eventuell miljödöm, omgivningspåverkan och anläggningens funktion och beständighet.
- Det slutliga krav på täthet som entreprenadarbetet ska uppfylla.
- Källa och motiv till antagna parametervärden.

- Beräkningar och utredningar som utförts för att utforma injekteringen.
- Redovisning av resulterande utformning av injekteringen med angivande av minst geometrier, tryck och stoppkriterier.
- Egenskapsredovisning för valda injekteringsmedel.
- De krav som ska styra entreprenadarbetet före och under injektering.
- De observationer och kontroller som ska ligga till grund för att verifiera successivt uppnådd och slutlig täthet.
- Åtgärder då avsedd täthet inte uppnås.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

### **A.3.3.4 Säkerhet mot skador på grund av frysning**

Utredningar och beräkningar anpassade till typ av tunnel och vald metod för att uppnå säkerhet mot skador på grund av frysning ska verifiera att kraven uppfylls.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

### **A.3.3.5 Installationer**

#### **A.3.3.5.1 Allmänt**

Redovisningen ska omfatta de utredningar och beräkningar som behövs för att verifiera att anläggningens installationer uppfyller ställda krav.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

#### **A.3.3.5.2 Ventilationsanläggning**

##### **A.3.3.5.2.1 Vägtunnel**

Dimensioneringen av ventilationsanläggningen ska verifiera anläggningens egenskaper utgående från förutsättningar givna av byggherren. Uppfyllandet av kraven på brandgaskontroll, luftkvaliteten i tunneln och luftkvaliteten i omgivningen ska verifieras och redovisas. Utsläppens spridning från mynningar och ventilationsöppningar ska analyseras och redovisas.

Utredningar och beräkningar för en ventilationsberäkning för en vägtunnel ska minst omfatta

- redovisning av trafiksituationer för emissionsberäkningar
- emissionsberäkningar
- ventilationstekniska beräkningar
- spridningsberäkningar
- beräkning av tornhöjd för utsläpp från eventuella ventilationstorn.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

##### **A.3.3.5.2.2 Järnvägstunnel**

För en tunnel med självdragsventilation behöver inga utredningar eller beräkningar redovisas.

För en tunnel som till följd av en säkerhetsanalys enligt C.2.3 kräver ventilation med ett annat system än självdragventilation ska redovisningen omfatta de utredningar och beräkningar som behövs för att verifiera att anläggningen uppfyller ställda krav.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

#### **A.3.3.5.3 VA-anläggning**

Redovisningen ska omfatta beräkningar av dimensionerande flöden för dagvatten, dräneringsvatten, vatten för brandbekämpning samt eventuellt spolvatten.

Dimensionering av eventuella pumpverk och reningsanläggningar ska redovisas.

### **A.3.4 Arbetsritningar**

#### **A.3.4.1 Sammanställningsritning**

En sammanställningsritning till en tunnel ska minst bestå av

- en längdsektion av tunneln i sin helhet
- en plan av tunneln i sin helhet
- en tvärsektion
- en situationsplan som beskriver tunnelns läge.

En sammanställningsritning ska dessutom minst innehålla uppgifter enligt bilaga 3.3.1 och 3.3.2.

Om ett lokalt höjdsystem används ska dess relation till rikets höjdsystem anges.

#### **A.3.4.2 Översiktsritning**

Översiktsritningar ska upprättas med omfattning och innehåll enligt bilaga 3.3.1 och 3.3.3.

Hänvisningar ska göras till detaljritningar i sådan omfattning att sambanden mellan olika konstruktioner och system klart framgår.

#### **A.3.4.3 Detaljritning**

##### **A.3.4.3.1 Allmänt**

Detaljritningar ska upprättas för bärande huvudsystem, skydd mot inläckning av vatten, installationer och inredning. Detaljritningar ska utöver vad som anges i A.3.4.3.2 – A.3.4.3.4 minst innehålla uppgifter enligt bilaga 3.3.1 och relevant avsnitt under bilaga 3.3.4.

På detaljritningar för konstruktioner som utförs innan sammanställningsritningen är registrerad eller godtagen enligt A.1.9 ska uppgifter enligt bilaga 3.3.2 som är nödvändiga för utförandet av dessa konstruktioner anges. På den första handlingen som skickas in för kontroll ska minst uppgifter enligt bilaga 3.3.2, punkt .2, .3 och .4 anges.

#### **A.3.4.3.2 Bärande huvudsystem av berg**

- Ritningar ska minst redovisa: Bergteknisk prognos som redovisar bergkvalitet och bergtekniska förhållanden samt bergförstärkningsåtgärder.
- Redovisning av eventuellt behov av bergmekaniska kontroller i form av t.ex. mätningar.
- Hänvisningar till utförandeansvisningar, beskrivningar, plan för kontroller etc.

Om det vid utförandet visar sig att antagna förhållanden inte stämmer med verkligheten ska detta dokumenteras.

#### **A.3.4.3.3 Utformning med hänsyn till frysning och inläckning av vatten**

Ritningar ska minst redovisa:

- Vattenförhållanden (grundvatten eller fritt vatten).
- Valda system eller åtgärder för skydd mot inläckning av vatten.
- Valt system eller åtgärder för skydd mot frysning.
- Hänvisningar till utförandeansvisningar, beskrivningar, plan för kontroller etc.

Då skyddet mot inläckning av vatten helt eller delvis utgörs av injektering av berg ska eventuellt behov av kontroller i form av t.ex. mätningar framgå.

Om det vid utförandet visar sig att antagna förhållanden inte stämmer med verkligheten ska arbetsritningarna revideras.

#### **A.3.4.3.4 Installationer**

Installationer i en tunnel inklusive driftutrymmen och yttre anläggningar ska redovisas som ritningar i plan- och sektion.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

#### **A.3.4.3.5 Övrig inredning, vägkonstruktion och bankropp**

## **A.3.5 Beskrivningar**

### **A.3.5.1 Allmänt**

Med beskrivning avses en handling upprättad enligt A.3.5 samt för en betong- eller stålkonstruktion en handling upprättad enligt TRVK Bro, A.3.3.

### **A.3.5.2 Beskrivning av material, utförande och kontroll**

I beskrivningen av material, utförande och kontroll ska de krav som gäller för material, utförande och kontroll redovisas och hänvisning till eventuella arbets- och metodbeskrivningar göras.

Beskrivningen av material, utförande och kontroll ska upprättas i BSAB-struktur.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

### **A.3.5.3 Plan för tilläggskontroll**

En plan för tilläggskontroll ska innehålla en allmän del och en teknisk del.

Den allmänna delen ska innehålla uppgifter om

- omfattning av tilläggskontrollen
- krav på speciell dokumentation
- krav på rapportering av eventuella avvikelser från den planerade tilläggskontroll
- speciella förutsättningar för tilläggskontrollen

Den tekniska delen ska innehålla detaljerade krav för hur tilläggskontrollen ska utföras för känsliga och utsatta delar i anläggningen samt omfattning av kontrollåtgärder som föranleds av speciella förfaranden.

### **A.3.5.4 Arbets- och metodbeskrivningar**

Arbets- och metodbeskrivningar skall upprättas för minst följande arbeten:

- Tillverkning, transport och montage av platsbyggda och förtillverkade inklädnadselement.
- Berguttaget
- Sprängarbeten.
- Installation av bergbultar.
- Sprutbetongarbeten.
- Tätningsåtgärder i en bergtunnel.
- Installation av fogband i en betongtunnel.

Arbets- och metodbeskrivningar skall minst innehålla:

- Förutsättningar för arbetenas genomförande.
- Materialkrav och krav på hantering av material.
- Krav på utrustning.
- Arbetsgång.
- Krav på verifiering och kontroll.
- Krav på hantering av avvikelser.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

### **A.3.5.5 Drift- och underhållsplan**



Instruktioner för drift och underhåll ska upprättas och ska minst innehålla:

- En trafikanordningsplan för olika trafik- och driftincidenter.
- Underhålls- och bytesfrekvenser.
- Åtgärder och insatstid vid olika typer av fel i installationer enligt G och H ska vara specificerade.
- Eventuella aktiviteter för uppföljning av miljötillstånd eller liknade.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

## B. Vägtunnlar - generell utformning

### B.1 Allmänt

Vid utformningen av en tunnel ska risken för skador på människor, miljö och andra byggnadsverk under byggtiden och då tunneln är i drift beaktas. En utformning som ger personer med funktionsnedsättning samma tillgänglighet som andra till det aktuella vägavsnittet ska eftersträvas.

En tunnels tvärsnitt ska ge tillräckligt utrymme för trafik, förstärkningskonstruktioner, inredning, vägkonstruktion samt installationer.

En tunnels ytor ska vara fukt- och temperaturbeständiga. En yta i ett trafikutrymme ska vara slagtålig.

En yta i ett trafikutrymme ska tåla rengöringsmedel och högtrycksspolning och vara tät vid tvättning. Väggytor i dessa utrymmen ska dessutom tåla tvättning med borste.

En tunnel ska färgsättas så att den visuella ledningen och belysningens verkan är god. Väggar i ett trafikutrymme ska ha ett högsta glansvärde 50 mätt vid lutningen 60° enligt SS-EN ISO 2813. För tak i ett trafikutrymme ska motsvarande värde vara 30.

Objektspecifikt byggherreväl, se A.1.3.

#### B.1.1 Teknisk livslängd och beständighet

En tunnel ska utformas, dimensioneras och utföras så att skadlig nedbrytning förhindras under den tekniska livslängd som anges i tabell B.1-1. Med skadlig nedbrytning avses även skador på grund av biologiska angrepp samt urlakning av injekteringsmedel.

Vid tillämpning av de nationella valen får L 20, L 50 och L 100 i SS-EN 1992-1-1 anses motsvara en teknisk livslängd lika med 40, 80 respektive 120 år.

Anordningar och åtgärder som förhindrar inläckning av vatten och som inte är åtkomliga och utbytbara ska ha samma livslängd som det bärande huvudsystemet.

Krav på teknisk livslängd avser ett helt system av anläggningsdelar eller installationer. Det får förutsättas att vissa komponenter, exempelvis slitdelar eller datorkomponenter, kan behöva renoveras eller bytas under den angivna tekniska livslängden.

Om byggherren så anger får andra anläggningsdelar än bärande huvudsystem utformas och dimensioneras för andra tekniska livslängder än vad som anges i tabell B.1-1. Om en kortare teknisk livslängd än den i tabell

B.1-1 angivna tillämpas ska anläggningen utformas så att anläggningsdelen är åtkomlig för underhåll.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

**Tabell B.1-1 Krav på teknisk livslängd uttryckt som teknisk livslängdsklass (TLK)**

<b>Anläggningsdel</b>	<b>TLK (år)</b>
Bärande huvudsystem inklusive i detta ingående inklädnad och undergrund	120
Bärande konstruktion som inte ingår i tunnelns bärande huvudsystem Inredning exklusive inklädnad	80
Inklädnad som inte ingår i ett bärande huvudsystem Ledningar, brunnar etc. Skyddsanordningar av betong	40
Säkerhetsutrustning Ventilationsanläggning inklusive huvudfläktar Mekanisk utrustning för vatten och avlopp såsom pumpar m.m. Dörrar och luckor inklusive anordningar för stängning och låsning. Övrig utrustning	20
Serverar och datorer	10

## **B.1.2 Utformning med hänsyn till exceptionella dimensionerings-situationer**

### **B.1.2.1 Allmänt**

En tunnel ska utformas och dimensioneras så att skadorna vid exceptionella dimensioneringssituationer inte blir så omfattande att utrymning eller räddningsinsats förhindras.

Vid de exceptionella dimensioneringssituationer som anges i D.4 accepteras lokala skador men det ska verifieras att en anläggningsdel inte

- faller ner på en väg eller inkräktar på utrymmet mellan vägbanan och en nivå 4,5 m över denna
- förhindrar utrymning eller räddningsinsats.

Beträffande brand ska dessutom kraven i B.3 uppfyllas.

### B.1.2.2 Fortskridande ras

En tunnel ska utformas och dimensioneras så att risken för fortskridande ras som berör tunneln eller intilliggande byggnadsverk är liten.

### B.1.2.3 Skyddsfyllning på tunnel i fritt vatten

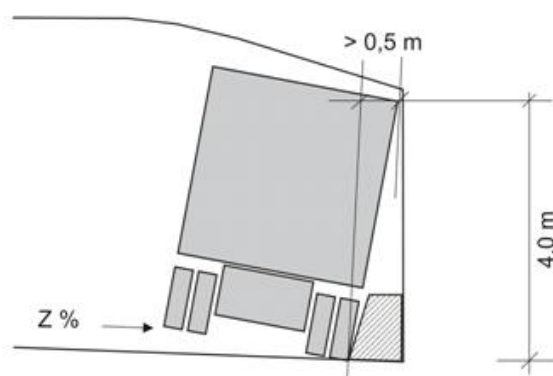
En tunnel i fritt vatten ska med en skyddsfyllning skyddas mot yttre påverkan i form av t.ex. påsegling eller ankring.

En fyllning vars tyngd medräknas som gynnsam vid en verifiering enligt D.1.4 ska vara skyddad med erosionsskydd som ska uppfylla kraven enligt TRVK Bro, C.4 och AMA, DCK.2. Dimensioneringen ska baseras på nivåer och flöden med 100 års återkomsttid.

Objektspecifikt byggherreväl, se A.1.3.

### B.1.2.4 Fritt utrymme vid skyddsanordning

Vid en tunnelmynning eller en plötslig minskning av en tunnels bredd ska ett fritt utrymme finnas för VI enligt SS-EN 1317-2. Om uppgift om VI saknas för den aktuella skyddsanordningen får det fria utrymmet bestämmas enligt figur 1.2-1. I båda fallen ska utrymmet ökas med hänsyn till vägbanans lutning.



**Figur 1.2-1 Fordonsöverhäng vid tunnel**

## **B.1.3 Utformning med avseende på drift och underhåll**

### **B.1.3.1 Allmänt**

En tunnel ska utformas så att inspektion, drift och underhåll av alla ingående delar underlättas.

Om byggherren så anger ska möjligheten att använda en angiven maskinpark för drift- och underhåll beaktas vid val av tunnelsektion och utformning av trafikutrymmet

Vid utformningen av driftrymmen ska personalens arbetsmiljö och möjligheten till utrymning vid brand i driftutrymmet eller angränsande utrymmen beaktas.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

### **B.1.3.2 Åtkomlighet för inspektioner samt drift och underhåll**

Om byggherren så anger ska en tunnel förses med fasta inspektionsanordningar i form av inspektionsbryggor, hissar, stegar etc. Sådana anordningar ska uppfylla krav enligt TRVK Bro, G.11.

Installationer och vatten- och frostsäkring ska kunna inspekteras, rensas och kontrolleras med avseende på funktion.

Bärande huvudsystem och inredning ska kunna inspekteras på handnära avstånd från tunnelns insida. Om byggherren så anger får det förutsättas att inspektionen i stället utförs som fjärrinspektion. Om inspektionen av ett bärande huvudsystem ska utföras som fjärrinspektion ska inklädnaden vara lätt demonterbar.

Infästningars funktion ska kunna kontrolleras.

Bergbultar ska kunna kontrolleras under byggskedet.

Om byggherren anger att bergbultar ska kontrolleras med oförstörande provning när tunneln är i drift ska dessa bergbultar förberedas genom att bultarnas yttre 0,1 m inte täcks med betong.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

## **B.1.4 Utformning med hänsyn till skydd mot inläckning av vatten**

### **B.1.4.1 Tunnelns funktion och säkerhet**

Inläckningen vid lokala inläckningsställen får med hänsyn till eftersträvad tunnelmiljö och tunnelns funktion och säkerhet inte vara större än nedan angivna flöden.

Flödet från ett inläckningsställe i vägg eller tak i ett trafikutrymme får inte vara större än eller lika med 3 ml/h (0,05 ml/min. Samma krav gäller

- på vägbanor, gång- och cykelbanor
- på golvytor
- på installationer för nödsituationer som t.ex. nödbelysning och skyltar
- på elutrustningar som t.ex. kopplingskåp.

I övriga utrymmen i tunnelanläggningen får flödet från ett inläckningsställe i vägg eller tak inte vara större 450 ml/h (7,5 ml/min).

Uppsamlat vatten ska ledas bort på ett frostsäkert sätt.

I en bergtunnel får inläckning av detta slag åtgärdas genom installation av vatten- och frostsäkring. Krav enligt B.1.4.2 ska dock alltid uppfyllas.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3

#### **B.1.4.2 Omgivningspåverkan**

Om byggherren så anger ska krav på maximalt tillåten inläckning med hänsyn till skadlig omgivningspåverkan uppfyllas.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3

#### **B.1.5 Utformning med hänsyn till frysning**

En tunnel ska avseende frysning utformas och dimensioneras för laster enligt D.3.2.9 så att risken för skador, nedsatt funktion eller olyckor på grund av frysning, även innefattande tjälning, minimeras och så att den i omgivande jord och berg lagrade värmen i största möjliga utsträckning utnyttjas.

Krav för en vägkonstruktion framgår av B.5.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

#### **B.1.6 Infästning av inklädnader**

Genomföringar ska utformas så att kraven när det gäller skydd mot inläckning av vatten och säkerhet mot frysning uppfylls.

Infästningar ska utformas med ingjutna fästelement eller med säkrade skruvförband.

En bult för en inklädnads infästning i berget ska ha en förankringslängd som dimensioneras med avseende på bultens, brukets och bergets egenskaper och aktuella påkänningar. Förankringslängden ska dock vara minst 0,5 m i fast berg.

## B.2 Säkerhet vid användning

### B.2.1 Allmänt

Kraven enligt B.2 gäller om tunnelns längd är större än 100 m och årsdygnstrafiken (ÅDT) är större än 100.

Elektriska installationer som har betydelse för säkerheten ska skyddas mot skada orsakad av mekanisk stöt, värme eller eld.

Om en tunnels längd är större än 100 m ska den utöver vad som anges i "Boverkets föreskrifter (BFS 2007:11) och allmänna råd om säkerhet i vägtunnlar" utformas och dimensioneras för tunnelklasserna TA, TB eller TC.

För en tunnel där tunnelns längd är mindre än 500 m ska kraven i BFS 2007:11 i tillägg till vad som anges i föreskriften tillämpas enligt tabell B.2-1.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

**Tabell B.2-1 Tillämpning av krav i BFS 2007:11 i då en tunnels längd är mindre än 500 m**

Stycke i BFS 2007:11	Tillägg och preciseringar. Hänvisningar gäller avsnitt i TRVK Tunnel.	Gäller för tunnel-längder [ m]
1 kap. 3 §	Kravet ska tillämpas.	> 100
1 kap. 7 §	Kravet ska tillämpas.	> 100
2 kap. 1 §	Kravet ska tillämpas.	> 100
2 kap. 2 §	Kravet ska tillämpas.	> 100
2 kap. 3 §	Kravet ska tillämpas.	> 100
2 kap. 4 §	Kravet ska tillämpas.	> 100
2 kap. 5 §	Kravet ska tillämpas.	> 100
2 kap. 6 §	Kravet ska tillämpas om en tunnels längd är större än 300 m. I detta fall ska nödgångbanans bredd vara minst 1,0 m.	> 300
2 kap. 7 §	Kravet ska tillämpas.	> 200
2 kap. 8 §	Kravet ska tillämpas.	> 200
2 kap. § 13	Kravet ska tillämpas för tunnlar i tunnelklass TA.	> 100
2 kap. § 14	Kravet ska tillämpas.	> 100

2 kap. § 15	Kravet ska tillämpas.	> 100
2 kap. § 16	Kravet ska tillämpas.	> 100
2 kap. § 17	Kravet ska tillämpas.	> 100
2 kap. § 22	Om täckning för mobiltelefoni saknas ska kravet på telefoner tillämpas.	> 100
2 kap. § 23	Kravet ska tillämpas om det finns tillgång till ett kommunalt vattenledningsnät.	> 300
2 kap. § 24	Kraven i punkt 2 och 3 ska tillämpas.	> 100
2 kap. 30 §	Kravet ska tillämpas.	> 300
2 kap. 31 §	Kravet ska tillämpas.	> 300
	Kravet ska tillämpas om genomsikt saknas.	100 - 300
2 kap. 33 §	Kravet ska tillämpas.	> 300
	Kravet ska tillämpas om genomsikt saknas.	100 - 300
2 kap. 36 §	Kravet ska tillämpas.	> 100
2 kap. 37 §	Kravet ska tillämpas.	> 100
2 kap. 38 §	Kravet ska tillämpas.	> 100
2 kap. 39 §	Kravet ska tillämpas.	> 100

## B.2.2 Tunnelklasser

### B.2.2.1 Krav i tunnelklass TC

En tunnel ska förses med höjdbegränsningsportaler före infarterna. En höjdbegränsningsportal ska ha en fri höjd som är minst 0,1 m mindre än den lägsta fria höjden i tunneln. En höjdbegränsningsportal ska utformas och dimensioneras enligt TRVK Bro, L.10.

En tunnel ska minst ha övervakning av driftfunktioner.

Objektspecifikt byggherreal, se A.1.3.

### B.2.2.2 Krav i tunnelklass TB

En tunnel ska utöver vad som anges för tunnelklass TC ha

- avstängningsmöjlighet
- branddetektionssystem
- utrymningslarm



- variabla körfältssignaler
- kameraövervakning och larm för säkerhets- och trafikincidenter.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

### **B.2.2.3 Krav i tunnelklass TA**

En tunnel ska i den omfattning byggherren anger utöver kraven för tunnelklass TB förses med ytterligare utrustning t.ex.

- trafikregleringssystem
- trafikinformationssystem
- trafikstyrningssystem
- övervakningsfunktioner
- ett förstärkt brandskydd

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

## **B.2.3 Räddningsstationer eller nödsåk**

I ett tunnelrör med mer än två körfält ska räddningsstationer eller nödsåk enligt "Boverkets föreskrifter (BFS 2007:11) och allmänna råd om säkerhet i vägtunnlar", 2 kapitlet 22 § installeras på båda sidor av tunnelröret. Avstånden ska vara de som anges i föreskriften. Placeringen ska samordnas med utrymningsvägarnas placering.

Brandsläckare och hjälptelefoner ska uppfylla krav enligt G.7.3 resp. G.2.3.2.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

## **B.2.4 Vägutformning och vägutrustning**

En väg och en väganordning i en tunnel ska utformas enligt VGU med följande tillägg.

En vägren och ett eventuellt utrymme utanför vägrenen ska utformas med hänsyn till hinderfri bredd enligt VGU, del Gaturum. En vägren som ingår i en nödgångbana eller ska användas för nöduppställning ska markeras enligt vägmarkeringsklass minst HO,20B. Se VGU, Vägmarkering och vägkantsutmärkning.

Anslutningen av en nödgångbana till vägbanan ska utformas utan nivåskillnad.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

## B.3 Brandskydd

### B.3.1 Allmänt

Kraven enligt B.3 gäller om tunnelns längd är större än 100 m och årsdygnstrafiken (ÅDT) är större än 100.

Bärande huvudsystem, inklädnad och inredning som gränsar mot ett trafikutrymme ska dimensioneras för brandpåverkan eller skyddas mot brandpåverkan så att

- kollaps av det bärande huvudsystemet inte inträffar
- delar inte faller ner eller fragment skjuts iväg och utgör hinder eller fara under tiden för utrymning och räddningsinsats.

Med hänsyn till möjliga konsekvenser av en brand i en tunnel ska behovet av minst nedanstående åtgärdstyper övervägas:

- skydd mot uppkomst av brand
- branddetektion
- skydd mot spridning av brand och brandrök
- brandbekämpning
- åtgärder för underlättande av utrymning och räddningsinsats.

Fordon ska betraktas som en möjlig brandkälla.

Den av byggherren angivna sammanlagda tiden för utrymning och räddningsinsats ska beaktas vid utformning och dimensionering av tunneln.

Säkerhetsutrustning som är avsedd för trafikanterna eller räddningstjänsten ska i första hand placeras i anslutning till utrymningsvägarna.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

### B.3.2 Brandmotstånd

En tunnels trafikutrymme, utrymningsvägar, angreppsvägar samt räddningsrum ska utformas enligt följande krav:

- En takyta ska ha ett ytskikt av lägst klass B-s1,d0 (klass I), fäst på ett material av A2-s1,d0 (obrännbart material) eller på en beklädnad i klass K210/B-s1,d0 (tändskyddande beklädnad).
- En väggyta ska ha ett ytskikt av lägst klass C-s2,d0 (klass II).
- En beläggning i utrymningsväg ska ha måttlig benägenhet att sprida brand och utveckla brandgas.
- Ett bärverk som krävs för att upprätthålla avskiljande konstruktion ska ha motsvarande brandteknisk klass EI90.

Inredning som utgör gräns mellan ett trafikutrymme och ett utrymme som ingår i en utrymnings- eller angreppsväg ska uppfylla kraven i brandteknisk klass REI90.

En öppning mellan ett trafikutrymme och ett utrymme som ingår i en nödutgång, utrymningsväg eller angreppsväg ska förses med en eller flera dörrar som tillsammans uppfyller kraven för klass EI-C90.

Övrig inredning i ett trafikutrymme ska uppfylla kraven i brandteknisk klass R60. Undantag får göras för delar placerade eller utformade så att de om de faller ner inte utgör hinder eller fara vid utrymning och räddningsinsats.

Övriga utrymmen ska utformas enligt följande krav:

- En takyta ska ha ett ytskikt av lägst klass C-s2,do (klass II), fäst på ett material av A2-s1,do (obrännbart material) eller på en beklädnad i klass K210/B-s1,do (tändskyddande beklädnad).
- En väggyta ska ha ett ytskikt av lägst klass D-s2,do (klass III).
- Ett bärverk som krävs för att upprätthålla avskiljande konstruktion ska ha motsvarande brandteknisk klass EI90.

En installation vars funktion är nödvändig under utrymning och räddningsinsats ska dimensioneras för brandpåverkan enligt D.4.4 upp till en temperatur av 250° C.

För konstruktioner av betong eller sprutbetong i ett trafikutrymme ska risken för spjälkning beaktas. Säkerheten mot betongspjälkning ska verifieras genom provning eller utredning.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

### **B.3.3 Skydd mot uppkomst av brand**

Av byggherren angivna åtgärder ska utföras.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

### **B.3.4 Utrustning för branddetektion**

Branddetektionssystem ska installeras i den omfattning som behövs för detektering av brand. Ett branddetektionssystem ska vara sektionerat och samordnat med systemet för brandgaskontroll.

Branddetekteringen ska ske i hela trafikutrymmet.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

### **B.3.5 Utrustning för brandbekämpning**

Utöver brandsläckare enligt G.7.3 placerade i räddningsstationer eller nödskåp ska utrustning för brandbekämpning installeras i den omfattning som byggherren anger.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

## **B.3.6 Skydd mot spridning av brand och brandgas**

### **B.3.6.1 Allmänt**

En tunnel ska utformas så att spridningen av brand, brandgas, lättantändlig eller explosiv gas eller vätska till en utrymningsväg eller ett sidoutrymme begränsas.

Ett VA-system ska utformas så att brandfarliga vätskor kan tas om hand.

Material i bärande huvudsystem, inklädnad och installation får inte bidra till spridning av brand eller brandgas. Ett material ska vara obrännbart om inte

- materialet används på ett sådant sätt att det inte bidrar till spridning av brandgas eller
- dess bidrag till spridning av brand eller brandgas kan anses vara försumbar.

Bedömning av dessa egenskaper ska baseras på relevanta brandtekniska standarder.

Ett material som används för inredning och installationer får inte innehålla halogener.

### **B.3.6.2 Brandsektionering**

En utrymningsväg och ett räddningsrum ska vara en egen brandcell.

Räddningsrum och säker flyktplats ska skyddas av brandsluss. Längre utrymningsvägar ska skyddas av brandsluss i erforderlig omfattning.

En brandsluss ska avskiljas med lägst klass EI 60 från angränsande utrymnen. Brandslussen ska ha dörrar i klass EI2 60-C (EI 60-C).

Objektspecifikt byggherreväl, se A.1.3.

### **B.3.6.3 System för brandgaskontroll**

#### **B.3.6.3.1 Allmänt**

Ett system för brandgaskontroll ska utformas så att utrymning och räddningsinsats underlättas och så att utrymnings- och angreppsvägar samt räddningsrum hålls fria från rök och andra brandgaser, se även G.5.

Brandventilation ska anordnas så att säker utrymning kan ske och så att räddningsmanskapets säkerhet säkerställs.

Om parallella tunnelrör utgör varandras utrymningsväg och säker plats ska brandgaser från den olycksdrabbade tunneln hindras från att tränga in i det andra tunnelröret. Detta gäller också vid mynningarna.

Ett ventilationssystem ska under en dimensionerande brands varaktighet ge den lufthastighet som krävs för att motverka att rök och värme sprids mot luftströmmens riktning genom s.k. backlayering.

Objektspecifikt byggherreal, se A.1.3.

#### **B.3.6.3.2 Längsventilation**

#### **B.3.6.3.3 Tvärventilation**

I en tunnel med tvärventilation ska utsugningssystemet vara utformat så det kan användas för brandventilation med sektioneringsmöjlighet anordnad så att utsugningen i brandens närhet ökar. Vid tvärventilation ska även tilluftsystemet vara reversibelt så att det kan användas som brandventilation.

### **B.3.7 Underlättande av utrymning**

#### **B.3.7.1 Allmänt**

En tunnel ska utformas så att en utrymning vid brand kan ske på ett tillfredsställande säkert sätt.

Risken för att personer skadas av nedfallande anläggningsdelar eller genom fall och trängsel, samt risken för att personer blir instängda i nischer eller återvändsgångar ska beaktas.

Utrymning till ett annat tunnelrör får jämföras med utrymning till det fria under förutsättning att förbindelsen mellan tunnelrören utformas som en utrymningsväg och att det andra tunnelröret kan betraktas som en säker flyktplats. Vid en sådan utrymningsväg ska trafiken i det andra tunnelröret kunna stoppas, styras eller varnas så att risken för påkörningsolyckor vid inträde i det tunnelröret minimeras.

En dörr mellan ett trafikutrymme och en utrymningsväg ska vara lätt att identifiera som en nödutgång.

För sidoutrymmen, se B.1.3.1.

#### **B.3.7.2 Gränsvärden för kritiska förhållanden**

Gränsvärdena för kritiska förhållanden får inte överskridas under utrymningstiden. Vid värdering av kritiska förhållanden ska siktbarhet, värmestrålning, lufttemperatur, toxiska gaser samt kombinationen av temperatur och toxiska gaser beaktas.

Objektspecifikt byggherreal, se A.1.3.

#### **B.3.7.3 Utrymningstid**

Utrymningstiden får inte vara längre än att tunneln hinner utrymmas innan kritiska förhållanden uppstår där utrymmande personer befinner sig.

Vid bestämning av utrymningstid ska följande beaktas:

- Att tillgänglig utrymningstid påverkas av detekteringens och brandgaskontrollens egenskaper.
- Den tid som passerar från det att en händelse inträffat till dess att trafikanterna nåtts av larm, blivit medvetna om faran, reagerat och tagit sig ur fordonen.
- Den tid som åtgår för förflyttning till tunnelmykning eller utrymningsväg.

#### **B.3.7.4 Avskiljning**

Brandavskiljning ska anordnas så att rök eller brand i en utrymningsväg inte sprids till andra utrymningsvägar.

Om utrymning anordnas till ett angränsande tunnelrör ska en brandavskiljning finnas mellan tunnelrören.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

#### **B.3.7.5 Räddningsrum**

Ett räddningsrum ska anordnas i anslutning till en utrymningsväg om utrymningsvägens lutning medför att kraven på framkomlighet för personer med funktionsnedsättning inte kan uppfyllas.

Ett räddningsrum ska dimensioneras så att personer kan vistas i det på ett säkert sätt tills utrymning kan ske.

Ett räddningsrum ska ha kommunikationsutrustning, t.ex. hjälptelefon, sittplatser för det antal personer rummet är avsett för samt en tavla med utrymningsanvisningar och information om räddningsrummets läge.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

#### **B.3.7.6 Framkomlighet**

En utrymningsväg ska utformas så att den är framkomlig för det flöde av personer den är avsedd för. Bredden ska dock vara minst 1,2 m.

Trappor i utrymningsvägar ska undvikas. Om trappor inte kan undvikas ska en alternativ väg eller ett räddningsrum anordnas.

En utrymningsväg får luta högst 8 %. Vid en lutningar större än 3 % krävs åtgärder som t.ex. ledstänger och vilplan. Vilplan ska anordnas enligt tabell B.3-1. Interpolering får ske mellan tabellvärden.

En dörr till eller i en utrymningsväg ska vara lätt att öppna och självständig.

Dörrar, trösklar, lutningar och trappor i utrymningsvägar ska anpassas till personer med funktionsnedsättning. Personer i rullstolar och på bårar ska kunna transporteras till en säker plats. Minsta fria dörrbredd ska vara 0,90 m.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

**Tabell B.3-1 Lutningar och vilplan**

<b>Lutning, %</b>	<b>Max avstånd mellan vilplan, m</b>	<b>Max höjdskillnad mellan vilplan, m</b>
8	5,0	0,40
6	7,5	0,45
4	12,5	0,50
3	20,0	0,60

## **B.3.8 Underlättande av räddningsinsats**

En tunnel ska utformas så att räddningstjänsten ges möjlighet att genomföra insatser för att rädda liv, egendom och miljö.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

## **B.4 Miljö**

### **B.4.1 Allmänt**

Tunnlar ska utformas och utföras på ett sådant sätt att miljöpåverkan och hälsorisker minimeras.

En tunnel med tillhörande installationer ska optimeras med avseende på energianvändning under utförande och drift.

En tunnel ska utformas, dimensioneras och utföras på ett sådant sätt att befintliga byggnadsverk i omgivningen inte skadas eller får störd funktion.

### **B.4.2 Kemikalier**

#### **B.4.2.1 Allmänt**

Märkningspliktiga kemiska produkter som ska användas i Trafikverkets verksamhet ska granskas av Trafikverkets Kemikaliegranskningsfunktion innan de får användas.

Krav i "Kemiska produkter – granskningskriterier och krav för Trafikverket" (Trafikverket) och "Kemiska produkter – granskning av märkningspliktiga kemiska produkter" (Trafikverket) ska uppfyllas vid granskning och användning av kemiska produkter.

#### **B.4.2.2 Injekteringsmedel för tätning**

Injekteringsmedels yrkeshygieniska och miljömässiga aspekter ska vara analyserade och angivna i en utredning. Utförandet och bedömningen av en sådan utredning ska följa den strategi som anges i "Tätning av bergtunnlar - förutsättningar, bedömningsgrunder och strategi vid planering och utformning" (Vägverket).

#### **B.4.2.3 Sprängmedel**

Det använda sprängmedlets påverkan på miljön ska vara analyserad och dokumenterad.

### **B.4.3 Buller och vibrationer**

Tunnlar ska utformas och utföras på sådant sätt att gränsvärden för buller och vibrationer inte överskrids.

I en tunnel får bullret från fläktar vid tunnelns användning inte överstiga 90 dB(A). Kravet avser den uppmätta ekvivalenta ljudnivån, inklusive mättoleranser, i samtliga mätpunkter i en linje längs tunneln 1,5 m över körbanan och i mitten av ett körfält. Om ljudet innehåller toner får ljudnivån inte överstiga 85 dB(A).



För en tunnel ska riktvärden i "Bullerskyddsåtgärder - allmänna råd för Vägverket" (Vägverket) tillämpas för luftljud från trafiken i tunneln när dessa via tunnelmynningar eller andra öppningar når omgivningen.

Utanför tunneln ska buller från fläktar etc. beaktas enligt "Externt industribuller - allmänna råd" (Naturvårdsverket).

Stomtransmitterat ljud från installationer i en tunnel till intilliggande byggnader får inte medföra att ljudtrycksnivån i dessa blir högre än värden per oktavband enligt tabell B.4-1. Kraven avser enbart buller från tunnelinstallationer och gäller vid absorptionsmängden 1 m<sup>2</sup> Sabine/m<sup>2</sup> golvyta.

Objektspecifikt byggherreal, se A.1.3.

**Tabell B.4-1 Högsta tillåten ljudtrycksnivå per oktavband, dB(A)**

<b>Mittfrekvens för oktavband, Hz:</b>	<b>31,5</b>	<b>63</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
Bostäder, vårdlokaler, undervisnings- lokaler etc.	50	41	35	26	19	15	12	9
Kontor etc.	60	51	39	31	24	20	17	14

## B.4.4 Luft

### B.4.4.1 Allmänt

En tunnel ska utformas så att luftkvaliteten inte blir besvärande för trafikanter, personal i tunneln eller personer i tunnelns omgivning. En utformning som ger personer i riskgrupper och känsliga personer samma tillgänglighet som andra till det aktuella vägnittet ska eftersträvas.

Krav på utformning och dimensionering av installationer i ett ventilationssystem anges i G.5.

### B.4.4.2 Emissioner

En emissionsberäkning ska utföras för den normala trafiksituation som bedöms ge de högsta emissionsnivåerna under tunnelns livslängd. Incidenter, olyckor etc. ska i detta sammanhang räknas som onormala trafiksituationer. Om trafikprognosen visar att anläggningen kan få en högre belastningsgrad än 0,8 ska emissionsberäkningen även göras för en kösituation. Emissionsberäkningarna ska utföras med avseende på kväveoxider, NO<sub>x</sub>, och för partiklar, PM<sub>10</sub> och PM<sub>2,5</sub>, härrörande från fordonens avgaser, däck och bromsar samt från vägslitage.

Bakgrundshalter av kvävedioxid, NO<sub>2</sub>, och partiklar ska beaktas.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

### **B.4.4.3 Luftkvalitet i omgivningen**

Utsläpp av förorenad luft ska ske så att miljökrav i omgivningen uppfylls samt så att olägenheter inte uppstår.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

### **B.4.5 Vatten**

Dagvatten och spolvatten som används för rengöring i en vägtunnel ska avledas och behandlas som avloppsvatten så att miljökrav uppfylls före utsläpp till dagvattenledning eller recipient.

Krav på utformning och dimensionering av installationer i ett VA-system anges i G.6.

## **B.5 Väg förlagd i tunnel**

### **B.5.1 Allmänt**

Kraven gäller om tunnelns längd är större än 100 m och årsdygnstrafiken (ÅDT) är större än 100.

### **B.5.2 Utformning av väg i tunnel**

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

### **B.5.3 Vägkonstruktion i tunnel**

#### **B.5.3.1 Allmänt**

Vägöverbyggnad och vägunderbyggnad ska uppfylla krav enligt TRVK Väg med ändringar och tillägg enligt B.5.3.

Alla ytor i ett trafikutrymme ska vara belagda. En dränerande beläggning får inte användas som slitlager.

En underbyggnad som uppfyller kraven för förstärkningslager av krossat material enligt AMA, DCB.211 får anses tillhöra materialtyp 1.

Kvarliggande material i tunnelbotten efter rensning motsvarande bergrensningsklass 3B enligt AMA, tabell CBC/3 ska anses tillhöra materialtyp 3 och tjälfarlighetsklass 2 om inte annat påvisas.

I en fyllning på eller mot en betongkonstruktion ska stenstorleken begränsas enligt vad som anges för fyllning mot bro enligt AMA, CEB.52. Detta gäller även om konstruktionen är försedd med ett tätskikt med skyddslager.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

#### **B.5.3.2 Skydd mot frosthalka och skador på grund av frysning**

Krav på termiska egenskaper för material i TRVKB Obundna lager, 4.1.1 ska tillämpas. Kraven som gäller inom 0,26 - 0,5 m avstånd från ytan får dock tillämpas inom 0,26 - 0,4 m avstånd från ytan.

En vägkonstruktion inklusive dränerings- och avvattningssystem ska utformas så att den inte skadas genom frysning. Där köldmängden med återkomsttid 50 år enligt bilaga CA överstiger 1000 dygnsgrader ska vägbanor och gångbanor isoleras.

En vägunderbyggnad och undergrund ska ha homogena tjällyftningsegenskaper ner till i TRVR Väg, tabell 3.1-1 angivna djup under ytan. En vägunderbyggnad på berg ska vara vattengenomsläpplig.

En isolerings tjocklek och värmemotstånd ska väljas enligt tabell B.5-1. För de delar av vägen som är belägna längre än 300 m från en tunneldmyning får värden för närmast lägre klimatzon användas.

En gångbana ska uppfylla samma krav som en vägbana.

**Tabell B.5-1 Erforderligt värmemotstånd hos isolering och erforderlig isoleringstjocklek för polystyrencellplast**

Klimatzon	3, 4	5
Värmemotstånd, m <sup>2</sup> K/W	1,35	2,4
Isoleringstjocklek för polystyrencellplast med $\lambda \leq 0,045$ W/m K, mm	60	80

### B.5.3.3 Överbyggnad

Vid val av stenmaterial till beläggning ska justeringsfaktorn för vägbredd/körfältsbredd vid bestämning av  $\dot{A}DT_{k,just}$  enligt TRVK Väg, 7.1.1 sättas till minst 1,5.

Av ett bitumenbundet lager som används som transportväg under byggnadstiden får halva tjockleken räknas med vid dimensioneringen av den permanenta vägöverbyggnaden. Detta förutsätter att lagret är utfört av AG eller MAB och är fritt från skador.

Gångytor får utformas med ett ytlager av betongplattor eller betongstabiliserat grus som alternativ till ett bitumenbundet slitlager. Överbyggnadstjockleken ska dock vara samma som om ett bitumenbundet slitlager valts.

### B.5.3.4 Tätskikt och beläggning på betong- eller stålkonstruktion

Tätskikt och beläggning på en betongtunnels bottenplatta i ett trafikutrymme ska uppfylla kraven för tätskikt och beläggning på trafikerade bottenplattor enligt TRVK Bro, G. Tätskikt och beläggning på andra körbanor av betong eller stål i ett trafikutrymme ska uppfylla kraven för tätskikt och beläggning på brobaneplattor enligt TRVK Bro, G.

Ett tätskikt som är beläget under en fyllning ska förses med ett skyddslager.

Objektspecifikt byggherreal, se A.1.3.

## **B.6 Förläggning av installationer som inte ingår i tunnelns installationer**

Installationer som inte ingår i väganläggningen och som används för vatten, avlopp, elkraft, fjärrvärme, gas, flytande bränslen eller andra ämnen som vid brand eller läckage kan skada trafikanter eller tunnelns bärförmåga, stadga och beständighet allvarligt får inte förläggas i eller i anslutning till en tunnel.

# C. Järnvägstunnlar - generell utformning

## C.1 Allmänt

Vid utformningen av en tunnel ska risken för skador på människor, miljö och andra byggnadsverk under byggtiden och när tunneln är i drift beaktas.

En tunnels tvärsnitt ska ge tillräckligt utrymme för trafik, inklusive erforderlig breddning vid kurvspår, förstärkningskonstruktioner, inredning, järnvägs konstruktion, installationer samt gångbanor.

En tunnels ytor ska vara fukt- och temperaturbeständiga. En yta i ett stationsutrymme i en järnvägstunnel ska tåla rengöringsmedel och högtrycksspolning och vara tät vid tvättning. Väggtytor i dessa utrymmen ska dessutom tåla tvättning med borste.

För stationsutrymmen i tunneln gäller utöver de generella kraven i detta avsnitt de krav som byggherren ställer.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

### C.1.1 Teknisk livslängd och beständighet

En tunnel ska utformas, dimensioneras och utföras så att skadlig nedbrytning förhindras under den tekniska livslängd som anges i tabell C.1-1. Med skadlig nedbrytning avses även skador på grund av biologiska angrepp samt urlakning av injekteringsmedel.

Vid tillämpning av de nationella valen får L 20, L 50 och L 100 i SS-EN 1992-1-1 anses motsvara en teknisk livslängd lika med 40, 80 respektive 120 år.

Anordningar och åtgärder som förhindrar inläckning av vatten och som inte är åtkomliga och utbytbara ska ha samma livslängd som det bärande huvudsystemet.

Krav på teknisk livslängd avser ett helt system av anläggningsdelar eller installationer. Det får förutsättas att vissa komponenter, exempelvis slitdelar eller datorkomponenter, kan behöva renoveras eller bytas under den angivna tekniska livslängden.

Om byggherren så anger får andra anläggningsdelar än bärande huvudsystem utformas och dimensioneras för andra tekniska livslängder än vad som anges i tabell C.1-1. Om en kortare teknisk livslängd än den i tabell C.1-1 angivna tillämpas ska anläggningen utformas så att anläggningsdelen är åtkomlig för underhåll.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

**Tabell C.1-1 Krav på teknisk livslängd uttryckt som teknisk livslängdsklass (TLK)**

<b>Anläggningsdel</b>	<b>TLK</b>
Bärande huvudsystem inklusive i detta ingående inklädnad och undergrund	120
Bärande konstruktion som inte ingår i tunnelns bärande huvudsystem Inredning exklusive inklädnad	80
Inklädnad som inte ingår i ett bärande huvudsystem Ledningar, brunnar etc.	40
Säkerhetsutrustning Ventilationsanläggning inklusive huvudfläktar Mekanisk utrustning för vatten och avlopp såsom pumpar m.m. Dörrar och luckor inklusive anordningar för stängning och låsning. Övrig utrustning	20
Serverar och datorer	10

## **C.1.2 Utformning med hänsyn till exceptionella dimensionerings-situationer**

### **C.1.2.1 Allmänt**

En tunnel ska utformas och dimensioneras så att skadorna vid exceptionella dimensioneringssituationer inte blir så omfattande att utrymning eller räddningsinsats förhindras.

Vid de exceptionella dimensioneringssituationer som anges i D.4 accepteras lokala skador men det ska verifieras att en konstruktionsdel inte

- faller ner på ett järnvägsspår
- inkräktar på normalsektionen för det fria

rummet

- förhindrar utrymning eller räddningsinsats.

Beträffande brand ska dessutom krav i C.2 uppfyllas.

### **C.1.2.2 Fortskridande ras**

En tunnel ska utformas och dimensioneras så att risken för fortskridande ras som berör tunneln eller intilliggande byggnadsverk är liten.

### **C.1.2.3 Skyddsfillning på tunnel i fritt vatten**

En tunnel i fritt vatten ska med en skyddsfillning skyddas mot yttre påverkan i form av t.ex. påsegling eller ankring.

En fyllning vars tyngd medräknas som gynnsam vid en verifiering enligt D.1.4 ska vara skyddad med erosionsskydd som ska uppfylla kraven enligt TRVK Bro, C.4 och AMA, DCK.2. Dimensioneringen ska baseras på nivåer och flöden med 100 års återkomsttid.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

## **C.1.3 Utformning med avseende på drift och underhåll**

### **C.1.3.1 Allmänt**

En tunnel ska utformas så att inspektion, drift och underhåll av alla ingående delar underlättas.

Om byggherren så anger ska möjligheten att använda en angiven maskinpark för drift- och underhåll beaktas vid val av tunnelsektion och utformning av trafikutrymmet

Vid utformningen av driftutrymmen ska personalens arbetsmiljö och möjligheten till utrymning vid brand i driftutrymmet eller angränsande utrymmen beaktas.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

### **C.1.3.2 Åtkomlighet för inspektioner samt drift och underhåll**

Om byggherren så anger ska en tunnel förses med fasta inspektionsanordningar i form av inspektionsbryggor, hissar, stegar etc. Sådana anordningar ska uppfylla krav enligt TRVK Bro, G.11.

Installationer och vatten- och frostsäkring ska kunna inspekteras, rensas och kontrolleras med avseende på funktion.

Bärande huvudsystem och inredning ska kunna inspekteras på handnära avstånd från tunnelns insida. Om byggherren så anger får det förutsättas att



inspektionen i stället utförs som fjärrinspektion. Om inspektionen av ett bärande huvudsystem ska utföras som fjärrinspektion ska inklädnaden vara lätt demonterbar.

Infästningars funktion ska kunna kontrolleras.

Bergbultar ska kunna kontrolleras under byggskedet.

Om byggherren anger att bergbultar ska kunna kontrolleras med oförstörande provning då tunneln är i drift ska dessa bergbultar förberedas genom att bultarnas yttre 0,1 m inte täcks med betong.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

### **C.1.3.3 Längdmarkeringsskyltar**

Längdmarkeringsskyltar som visar längdmätning i formatet km+m ska monteras på var tjugonde meter på minst ena tunnelväggen. Skyltarna ska vara beständiga i den aktuella miljön.

## **C.1.4 Utformning med hänsyn till skydd mot inläckning av vatten**

### **C.1.4.1 Tunnelns funktion och säkerhet**

Inläckningen vid lokala inläckningsställen får med hänsyn till eftersträvad tunnelmiljö och tunnelns funktion och säkerhet inte vara större än nedan angivna flöden.

Flödet från ett inläckningsställe i vägg eller tak i ett trafikutrymme får inte vara större än eller lika med 3 ml/h (0,05 ml/min). Samma krav gäller inläckningsställen över

- kontaktledningssystem och räler
- plattformar
- installationer för nödsituationer som t.ex. nödbelysning och skyltar
- elutrustningar som t.ex. kopplingskåp.

I övriga utrymmen i tunnelanläggningen får flödet från ett inläckningsställe i vägg eller tak inte vara större än 450 ml/h (7,5 ml/min)

Uppsamlat vatten ska ledas bort på ett frostsäkert sätt.

I en bergtunnel får inläckning av detta slag åtgärdas genom installation av vatten- och frostsäkring. Krav enligt C.1.4.2 ska dock alltid uppfyllas.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

### **C.1.4.2 Omgivningspåverkan**

Om byggherren så anger ska krav på maximalt tillåten inläckning med hänsyn till skadlig omgivningspåverkan uppfyllas.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3

## **C.1.5      Utformning med hänsyn till frysning**

En tunnel ska avseende frysning utformas och dimensioneras för laster enligt D.3.2.9 så att risken för skador, nedsatt funktion eller olyckor på grund av frysning, även innefattande tjälning, minimeras och så att den i omgivande jord och berg lagrade värmen i största möjliga utsträckning utnyttjas.

Krav för en bankropp framgår av C.4.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

## **C.1.6      Infästningar av inklädnader**

Genomföringar ska utformas så att kraven när det gäller skydd mot inläckning av vatten och säkerhet mot frysning uppfylls.

Infästningar ska utformas med ingjutna fästelement eller med säkrade skruvförband.

En bult för en inklädnads infästning i berget ska ha en förankringslängd som dimensioneras med avseende på bultens, brukets och bergets egenskaper och aktuella påkänningar. Förankringslängden ska dock vara minst 0,5 m i fast berg.

## C.2 Säkerhet i järnvägstunnlar

### C.2.1 Allmänt

Säkerhet i järnvägstunnlar i det transeuropeiska järnvägssystemet för konventionella tåg och höghastighetståg regleras av bilagan till "KOMMISSIONENS BESLUT av den 20 december 2007 om teknisk specifikation för driftskompatibilitet (TSD) avseende "Säkerhet i järnvägstunnlar" i det transeuropeiska järnvägssystemet för konventionella tåg och höghastighetståg (2008/163/EG)" (Transportstyrelsen). I fortsättning benämnd "TSD tunnelsäkerhet".

Enligt JvSFS 2008:4 gäller kraven i TSD tunnelsäkerhet även för tunnlar som inte ingår i det transeuropeiska järnvägssystemet.

När det gäller tillämpning på underjordiska stationer anger TSD tunnelsäkerhet följande i avsnitt 1.1.4:

"När det gäller järnvägsdelsystem ska stationer belägna i tunnlar uppfylla de relevanta specifikationerna i denna TSD. Dessutom ska de delar av stationen som är öppna för allmänheten uppfylla nationella brandsäkerhetsregler. Om dessa två villkor är uppfyllda kan en underjordisk station betraktas som en säker plats enligt avsnitt 4.2.2.6.1. (i TSD tunnelsäkerhet)"

### C.2.2 Grundkrav

#### C.2.2.1 TSD-krav med kompletteringar

I tabell C.1-2 redovisas de krav i TSD tunnelsäkerhet som gäller delsystemen infrastruktur och energi och som har betydelse för utformningen av tunneln och dess installationer. I tabellen anges även Trafikverkets kompletterande grundkrav och preciseringar av TSD-kraven.

**Tabell C.2-1 Krav enligt TSD tunnelsäkerhet samt Trafikverkets kompletterande grundkrav och preciseringar**

Stycke i TSD	Hänvisningar gäller stycken i TRVK Tunnel såvida inte annat anges.	Gäller för tunnel-längder [ m ]
4.2.2	Krav enligt TSD tunnelsäkerhet: Vid installation av säkerhetsutrustning ska hänsyn tas till aerodynamisk påverkan från förbipasserande tåg.	Alla
	Precisering: Kravet gäller all säkerhetsutrustning oavsett	

	tunnellängd. Laster bestäms enligt D.3.2.8.2.	
4.2.2.1	<p>Krav enligt TSD tunnelsäkerhet:</p> <p>Infrastrukturförvaltaren ska se till att minsta möjliga antal spårväxlar installeras, och att det görs i enlighet med kraven för konstruktion, säkerhet och drift.</p>	>1000
	<p>Precisering:</p> <p>Om inte växlar kan undvikas i tunnel ska växlarna förses med detektorer för kontroll av växeltungans läge. Noggranna gränslägesgivare som indikerar helt stängd eller helt öppen växel bör väljas.</p>	
4.2.2.2	<p>Krav enligt TSD tunnelsäkerhet:</p> <p>Teknikrum och nödutgångar ska vara försedda med fysiska system, t.ex. lås, för att förhindra obehörigt tillträde från utsidan. Det ska dock gå att öppna dörrarna från insidan.</p>	>1000
4.2.2.3	<p>Krav enligt TSD tunnelsäkerhet:</p> <p>Konstruktionens bärförmåga ska, i händelse av brand, bibehållas under tillräckligt lång tid för att passagerare och personal ska kunna utrymma tåget på egen hand eller med hjälp av räddningstjänsten utan risk för att konstruktionen kollapsar.</p> <p>Brandegenskaperna för den färdiga tunnelns yta måste bedömas, oavsett om den består av oförstärkt berg eller betongbeklädnad. Ytan ska stå emot brandtemperaturen under en viss bestämd tid. Den särskilda "temperaturkurvan" (EUREKA-kurvan) visas i nedanstående figur. Den ska användas enbart i fråga om betongkonstruktioner.</p>	Alla
	<p>Kompletterande grundkrav och preciseringar:</p> <p>Brandkurvor för andra material anges i D.4.4. EUREKA-kurvan återges också i D.4.4, figur D.4-2.</p> <p>Ytterligare kompletterande grundkrav och preciseringar med avseende på brandsäkerhet anges i C.2.2.2 vilka utgör grundkrav.</p> <p>Med betongkonstruktioner avses bärverk i betong, dvs bärande betongkonstruktioner.</p>	

4.2.2.4	<p>Krav enligt TSD tunnelsäkerhet:</p> <p>Denna specifikation gäller byggnadsmaterial och installationer inuti tunnlar, förutom bärande konstruktioner som omfattas av 4.2.2.3 (i TSD tunnelsäkerhet). De ska vara svårantändliga samt flamsäkra eller brandskyddade, beroende på konstruktionskraven. Materialet i tunnelns anläggningsdelar ska uppfylla kraven för klassificering A2 i EN 13501-1:2002. Anläggningsdelar som inte hör till de bärande konstruktioner och annan utrustning ska uppfylla kraven för klassificering B i EN 13501-1:2002.</p> <p>Precisering:</p> <p>Kompletterande grundkrav och preciseringar med avseende på brandsäkerhet anges i C.2.2.2. Dessa utgör grundkrav.</p>	Alla
4.2.2.6.5	<p>Krav enligt TSD tunnelsäkerhet:</p> <p>Teknikrum är slutna utrymmen med dörrar för in- och utgång inne i eller utanför tunneln med de säkerhetsanordningar som krävs för följande funktioner: utrymning, nödkommunikation, räddning och brandbekämpning samt strömförsörjning för traktion. De ska vara utrustade med detektorer som larmar infrastrukturförvaltaren i händelse av brand.</p> <p>Kompletterande grundkrav:</p> <p>Larmet ska vara kopplat till en trafikledningscentral eller driftledningscentral.</p>	>1000
4.2.2.6.2	<p>Krav enligt TSD tunnelsäkerhet:</p> <p>Vid konstruktion av en tunnel ska hänsyn tas till behovet av att tillhandahålla hjälpmedel och anordningar för självräddning och utrymning av tågpassagerare och personal och för att föra det möjligt för räddningstjänsten att rädda människor i händelse av en olycka i tunneln.</p> <p>De tekniska lösningar som beskrivs i avsnitten 4.2.2.6.3 - 4.2.2.6.5 (i TSD tunnelsäkerhet) uppfyller dessa krav och ska väljas.</p>	>1000
4.2.2.6.1	<p>Krav enligt TSD tunnelsäkerhet:</p> <p>En säker plats är en plats i eller utanför</p>	

	<p>tunneln där alla följande kriterier är uppfyllda.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Miljön är inte livshotande.</li> <li>- Platsen är tillgänglig för personer med eller utan hjälp.</li> <li>- Personer kan genomföra självräddning om möjlighet finns eller vänta på att bli räddade av räddningstjänst enligt förfaranden enligt räddningsplanen.</li> </ul> <p>– Det ska gå att kommunicera, antingen via mobiltelefon eller via fast förbindelse, med infrastrukturförvaltaren.</p>	
4.2.2.6.3	<p>Krav enligt TSD tunnelsäkerhet:</p> <p>Lateral och/eller vertikala utgångar till markytan ska finnas med högst 1000 m avstånd mellan utgångarna.</p> <p>De minsta måtten på laterala och vertikala nödutgångar till markytan ska vara 1,50 m i bredd och 2,25 m i höjd. Minimimåtten för dörröppningar ska vara 1,4 m i bredd och 2,00 m i höjd. Kraven för utgångar som fungerar som huvudsaklig väg för räddningstjänsten beskrivs i avsnitt 4.2.2.1 (i TSD tunnelsäkerhet) ”Tillgänglighet för räddningstjänst”.</p> <p>Alla utgångar ska vara försedda med belysning och skyltar.</p>	> 1000
	<p>Precisering:</p> <p>För markering av utrymningsvägar se kompletterande grundkrav till TSD-kravet, 4.2.2.9 nedan.</p>	
4.2.2.6.4	<p>Krav enligt TSD tunnelsäkerhet:</p> <p>Tvärtunnlar mellan angränsande oberoende tunnlar gör det möjligt att använda den angränsande tunneln som säker plats. Tvärtunnlar ska vara försedda med belysning och skyltar. Minimimåtten för tvärtunnlar är 2,25 m i höjd gånger 1,5 m i bredd. Dörrar ska vara minst 2,0 m höga och 1,40 m breda. Tvärtunnlar som uppfyller dessa krav ska finnas med högst 500 m avstånd mellan tvärtunnlarna.</p>	> 1000
	<p>Precisering:</p> <p>För markering av utrymningsvägar se</p>	

	kompletterande grundkrav till TSD-kravet, 4.2.2.9 nedan.	
4.2.2.6.5	<p>Krav enligt TSD tunnelsäkerhet:</p> <p>Alternativa tekniska lösningar för att skapa en säker plats som åtminstone har en motsvarande säkerhetsnivå är tillåtna. En teknisk studie ska göras för att motivera den alternativa lösningen, som ska godkännas av den nationella myndigheten.</p>	> 1000
	<p>Precisering:</p> <p>För definition av säker plats TSD-krav 4.2.2.6.1 ovan.</p>	
4.2.2.7	<p>Krav enligt TSD tunnelsäkerhet:</p> <p>Gångbanor ska byggas på åtminstone ena sidan av spåret i enkelspåriga tunnlar och på båda sidor av tunneln i dubbelspåriga tunnlar. I bredare tunnlar med fler än två spår ska det gå att komma till en gångbanan från varje spår.</p> <p>Gångbanor ska vara minst 0,75 m breda. Den fria höjden ovanför gångbanan ska vara minst 2,25 m.</p> <p>Gångbanans lägsta nivå får ej ligga under rälsunderkant.</p> <p>Lokala trånga passager som orsakas av hinder i utrymningsområden ska undvikas. förekomsten av hinder får inte minska minimibredden till mindre än 0,7 m och hindret får inte vara längre än 2 m.</p> <p>Ledstänger ska sättas upp approximativt 1 m ovanför gångbanor som leder till en säker plats. Ledstänger ska placeras utanför gångbanans minimibredd. Ledstänger ska vara vinklade i 30° till 40° mot tunneln längsgående axel vid början och slutet av ett hinder.</p>	> 500
	<p>Kompletterande grundkrav för tunnlar som är längre än 500 m:</p> <p>Gångbanans bredd ska vara minst 1,2 m. För lokala trånga passager tillämpas kravet i TSD tunnelsäkerhet.</p>	> 500
	<p>Kompletterande grundkrav för tunnlar som är mellan 100 och 500 m långa:</p> <p>Kraven för tunnlar längre än 500 m ska</p>	> 100 ≤ 500

	tillämpas, med ändringen att gångbanans bredd ska vara minst 0,90 m.	
	<p>Allmänna kompletterande grundkrav: Ytor i gångbanor ska vara gångvänliga.</p> <p>Tunnelns markplan ska utjämnas så långt som möjligt, så att nivåskillnaderna mellan gångbanor och spår samt mellan spår minimeras. Gångbanor ska anslutas till uppsamlingsplatser i eller utanför tunneln.</p>	> 100
4.2.2.8	<p>Krav enligt TSD tunnelsäkerhet:</p> <p>Det ska finnas nödbelysning som visar passage och personal vägen till en säker plats i nödsituationer.</p> <p>Annan belysning än elektrisk får användas, om den uppfyller avsedd funktion.</p> <p>Belysning krävs enligt följande:</p> <p>Enkelspårstunnel: en sida (samma som gångbanan)</p> <p>Dubbelspårstunnel: båda sidor.</p> <p>Belysningens placering: ovanför gångbanan, så långt ner som möjligt utan att det inkräktar på det fria utrymmet för passage, eller inbyggd i ledstång.</p> <p>Ljusstyrkan ska vara minst 1 lux på gångbanans nivå.</p> <p>Oberoende och tillförlitlighet: Belysningen ska ha garanterad nödströmsförsörjning eller motsvarande för att kunna fungera i minst 90 minuter.</p> <p>Om nödbelysningen är släckt under normala driftförhållanden ska det gå att tända den på båda följande sätt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- manuellt inifrån tunneln i intervall på 250 m, och</li> <li>- med fjärrstyrning från tunneloperatören.</li> </ul>	> 500
	<p>Kompletterande grundkrav och preciseringar:</p> <p>Avståndet från tunnelmynningen till den första strömbrytaren får vara högst 250 m.</p> <p>Utgångar till räddningstunnlar belyses extra.</p> <p>Nödbelysningen placeras 0,5- 1 m över</p>	



	<p>gångytan med inbördes avstånd på högst 30 m.</p> <p>Nödbelysningen ska kopplas på automatiskt vid brandlarm eller spänningsbortfall, och den ska matas med avbrottsfri kraft enligt BVS 543.11810.</p> <p>Nödbelysning utanför tunnelmynningar och vid uppsamlingsplatser ska ge minst 1,0 lux i marknivå</p>	
4.2.2.9	<p>Krav enligt TSD tunnelsäkerhet:</p> <p>Vägledande markering ska visa nödutgångar, avstånd och riktning till en säker plats. Alla skyltar ska vara utformade i enlighet med kraven i direktiv 92/58/EG av den 24 juni 1992 om minimikrav beträffande varselmärkning och signaler för hälsa och säkerhet i arbetet och i enlighet med ISO 3864-1.</p> <p>Vägledande skyltar ska vara installerade på sidoväggarna. Avståndet mellan dem ska vara högst 50 m.</p> <p>Det ska finnas skyltar som visar var nöd- och räddningsutrustning är placerad, när sådan utrustning finns.</p>	> 100
	<p>Kompletterande grundkrav och preciseringar:</p> <p>Nödutgångsskyltar ska installeras på tunnelväggar max 2 m ovanför gångbanan. Maximalt avstånd mellan skyltar ska vara 50 m. Skyltarna ska visa symbol, tunnelnamn, avstånd och riktning till de två närmaste nödutgångarna.</p> <p>Skyltar för nödutrustning ska vara placerade cirka 2 m över gångytan.</p> <p>En dörr till en utrymningsväg ska markeras tydligt med</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- genomlysta eller belysta nödutgångsskyltar i trafikutrymmet vid tvärförbindelser,</li> <li>- genomlysta eller belysta nödutgångsskyltar ovanför utrymningsdörrar,</li> <li>- efterlysande nödutgångsskyltar lågt placerade på utrymningsdörrar,</li> <li>- lågt placerade ljusarmaturer med fast grönt ljus på ömse sidor om</li> </ul>	

	<p>tvärförbindelseöppningar,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- högt sittande strålkastare som belyser utrymningsdörrar från trafikutrymmet samt</li> <li>- strålkastare placerade högst en meter över mark bredvid utrymningsdörrar och riktade mot trafikutrymmet.</li> </ul> <p>Skyltbelysningen ska matas med avbrottsfri kraft enligt BVS 543.11810.</p> <p>De fasta gröna ljusen och strålkastarna ska tändas från en driftledningscentral eller när nödbelysningen tänds i trafikutrymmet.</p>	
4.2.2.10	<p>Krav enligt TSD tunnelsäkerhet:</p> <p>Radiokommunikation med GSM-R mellan tåget och trafikledningscentralen ska finnas i varje tunnel. Det behöver inte finnas något ytterligare kommunikationssystem som nödtelefoner.</p> <p>Det ska finnas radiotäckning som gör det möjligt för räddningstjänsten att kommunicera med räddningsledaren. Systemet ska vara sådant att räddningstjänsten kan använda sin egen kommunikationsutrusning.</p>	> 1000
	<p>Kompletterande grundkrav och preciseringar:</p> <p>Radiokommunikationen mellan tåg och driftledningscentral ska utgöras av MobiSIR (GSM-R). För att säkra kommunikationen installeras redundanta basstationer med 10 timmars batteribackup.</p>	> 1000
	<p>Kompletterande grundkrav:</p> <p>Nödtelefoner installeras i tunnlar längre 300 m i enlighet med BVS 545.22200, kapitlen 8 och 9.</p>	> 300
4.2.2.11	<p>Krav enligt TSD tunnelsäkerhet:</p> <p>Räddningstjänsten ska kunna komma in i tunneln vid olyckor, via tunnelmynningarna och/eller lämpliga nödutgångar (se 4.2.2.6.3 i TSD). Dessa tillfartsvägar ska vara minst 2,25 m breda och 2,25 m höga.</p> <p>Om det enligt räddningsplanen krävs tillgänglighet till väg, bör den planerade räddningsplatsen ligga så nära denna som möjligt.</p>	> 1000

4.2.2.12	<p>Krav enligt TSD tunnelsäkerhet:</p> <p>Räddningsplatser med en yta av minst 500 m<sup>2</sup> ska anläggas nära tunneln vid tillfartsvägarna. Befintliga vägar kan fungera som räddningsplatser. Om det inte rimligen går att ordna tillfart via vägar ska alternativa lösningar tillhandahållas i samråd med räddningstjänsten.</p> <p>Precisering:</p> <p>Räddningsplatserna (uppsamlingplatserna) samordnas med körbara vägar och vändplatser för räddningstjänstens fordon.</p>	> 1000
4.2.2.13	<p>Krav enligt TSD tunnelsäkerhet:</p> <p>Vattenförsörjning ska ordnas vid tillfartspunkter till tunneln i samråd med räddningstjänsten. Kapaciteten ska vara minst 800 l per minut under 2 timmar. Vattenkällan kan vara en brandpost eller vilken vattenreservoar som helst på minst 100 m<sup>3</sup>, som en bassäng, ett vattendrag eller annat. I räddningsplanen ska anges hur vatten kan föras till olycksplatsen.</p>	> 1000
4.2.3.1	<p>Krav enligt TSD tunnelsäkerhet:</p> <p>Strömförsörjningssystemet för traktion i tunnlar ska delas upp i högst 5 km långa sektioner. Denna specifikation gäller endast om signalsystemet medger att det finns fler än ett tåg i tunneln på varje spår samtidigt.</p> <p>Elkopplare ska placeras i enlighet med räddningsplanen för tunneln, och på ett sådant sätt att antalet elkopplare i tunneln minimeras.</p> <p>Varje sektion av ledningen ska vara utrustad med en fjärrstyrd elkopplare.</p> <p>Kommunikationsutrustning och belysning ska finnas vid elkopplaren för att göra det möjligt att på ett säkert sätt manuellt hantera och utföra underhåll på kopplingsutrustningen.</p>	> 5000
4.2.3.2	<p>Krav enligt TSD tunnelsäkerhet:</p> <p>Anordningar för jordning ska finnas vid tillfarterna och nära delningspunkterna mellan sektionerna (se avsnitt 4.2.3.1 i TSD). Dessa ska vara antingen manuellt manövrerade eller fjärrstyrda fasta installationer.</p>	> 1000

	Den kommunikationsutrustning och belysning som krävs för jordning ska finnas på plats.	
4.2.3.4	<p>Krav enligt TSD tunnelsäkerhet:</p> <p>I händelse av brand ska exponerade kablar vara svårantändliga, samt ha låg brandspridningsförmåga, låg giftighet och låg rökutveckling. Dessa krav är uppfyllda om kablarna uppfyller standarderna EN 50267-2-1 (1998) , EN 50267-2-2 (1998) och EN 50268-2 (1999).</p>	> 1000
	<p>Kompletterande grundkrav:</p> <p>För krav på elutrustning i järnvägstunnelar gäller även BVS 543.11810.</p>	
4.2.3.5	<p>Krav enligt TSD tunnelsäkerhet:</p> <p>Elektriska installationer som är relevanta ur säkerhetssynpunkt (branddetektion, nödbelysning, nödkommunikation och andra system som av infrastrukturförvaltaren eller den upphandlande enheten identifieras som avgörande för passagerarnas säkerhet i tunnelar) ska skyddas mot skada som kan uppstå vid mekanisk påverkan, hetta och brand. Distributionssystemet ska konstrueras så att systemet tål oundvikliga skador orsakade av (exempelvis) energitillförsel i alternativa länkar. Elförsörjningen ska kunna fungera fullt ut även i händelse av förlust av en väsentlig anläggningsdel, vilken som helst. Nödbelysning och kommunikationssystem ska förses med 90 minuters alternativ elförsörjning.</p>	> 1000
	<p>Kompletterande grundkrav och preciseringar.</p> <p>Strömförsörjning med reservkraft med separat matning ska anordnas. Om fel uppstår i det ordinarie systemet ska omkoppling ske automatiskt till reservkraft inom någon minut.</p> <p>Följande system ska förses med reservkraft för 90 minuters drift:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Nödbelysning och belyst vägledande markering i spårtunneln (utgångs och nödutgångsskyltar)</li> <li>– Tele- och radiosystem</li> </ul>	

## C.2.2.2 Kompletterande grundkrav avseende brandskydd

### C.2.2.2.1 Allmänt

Kraven i C.2.2.2 gäller alla tunnlar som är längre än 100 m såvida inte annan längd anges för kravet i fråga.

Bärande huvudsystem, inklädnad och inredning som gränsar mot ett trafikutrymme ska dimensioneras för brandpåverkan eller skyddas mot brandpåverkan så att delar inte faller ner eller fragment skjuts iväg och utgör hinder eller fara under tiden för utrymning och räddningsinsats.

### C.2.2.2.2 Brandmotstånd

En tunnels trafikutrymmen, utrymningsvägar, nödutgångar, angreppsvägar samt säkra platser ska utformas enligt följande krav:

Takytor ska ha ytskikt av lägst klass B-s1,do (klass I), fäst på material av A2-s1,do (obrännbart material) eller på beklädnad i klass K210/B-s1,do (tändskyddande beklädnad).

- Väggytor ska ha ytskikt av lägst klass C-s2,do (klass II).
- Beläggning i utrymningsväg och nödutgång ska vara utförd i material med måttlig benägenhet att sprida brand och utveckla brandgas.
- Bärverk som krävs för att upprätthålla avskiljande konstruktion ska ha motsvarande brandteknisk klass EI 90.

Inredning som utgör gräns mellan ett trafikutrymme och ett utrymme som ingår i en utrymnings- eller angreppsväg ska uppfylla kraven i brandteknisk klass REI90. En öppning mellan ett trafikutrymme och ett utrymme som ingår i en nödutgång, utrymningsväg eller angreppsväg ska förses med en eller flera dörrar som tillsammans uppfyller kraven för klass EI-C90.

Övrig inredning i ett trafikutrymme ska uppfylla kraven i brandteknisk klass R60. Undantag får göras för delar placerade eller utformade så att de om de faller ner inte utgör hinder eller fara vid utrymning och räddningsinsats.

Övriga utrymmen ska utformas enligt följande krav:

- Takytor ska ha ytskikt av lägst klass C-s2,do (klass II), fäst på material av A2-s1,do (obrännbart material) eller på beklädnad i klass K210/B-s1,do (tändskyddande beklädnad).
- Väggytor ska ha ytskikt av lägst klass D-s2,do (klass III).
- Bärverk som krävs för att upprätthålla avskiljande konstruktion ska ha motsvarande brandteknisk klass EI 90.

En installation vars funktion är nödvändig under utrymning och räddningsinsats ska dimensioneras för brandpåverkan enligt D.4.4 upp till en temperatur av 250° C.

För konstruktioner av betong eller sprutbetong i ett trafikutrymme ska risken för spjälkning beaktas. Säkerheten mot betongspjälkning ska verifieras genom provning eller utredning.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

#### **C.2.2.2.3 Skydd mot spridning av brand och brandgas**

En tunnel utformas så att spridningen av brand, brandgas, lättantändlig eller explosiv gas eller vätska till en utrymningsväg, nödutgång eller ett sidoutrymme begränsas.

Brandavskiljning ska anordnas så att rök eller brand i en nödutgång inte sprids till andra nödutgångar.

Om utrymning anordnas till ett angränsande tunnelrör ska en brandavskiljning finnas mellan tunnelrören.

Ett VA-system ska utformas så att brandfarliga vätskor kan tas om hand.

Material i bärande huvudsystem, inklädnad och installation får inte bidra till spridning av brand eller brandgas. Ett material som används för inredning och installationer får inte innehålla halogener.

Tunneln ska utformas så att rökspridning mellan spårtunneln och nödutgångarna förhindras.

Brunnar ska utformas så att brandspridning till utgående ledningar förhindras. Betäckningar till brunnar i ledningssystem med självfall ska vara tillverkade av obrännbart material.

#### **C.2.2.2.4 Framkomlighet**

Samtliga dörrar som används vid utrymning ska vara lätta att öppna med panikregel i utrymningsriktningen.

### **C.2.3 Tilläggsstandard**

Utöver grundkraven enligt C.2.2 kan ytterligare åtgärder för att säkerställa säkerheten krävas. Sådana åtgärder ska vara baserade på en säkerhetsanalys som beaktar dels säkerhet vid användning, dels brandskydd och dels övergripande krav på järnvägens driftsäkerhet och ska anges av byggherren.

Om brandsluss krävs ska minsta avstånd mellan dörrpartierna i brandslussen vara sju meter.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

## **C.3 Miljö**

### **C.3.1 Allmänt**

Tunnlar ska utformas och utföras på ett sådant sätt att miljöpåverkan och hälsorisker minimeras.

En tunnel med tillhörande installationer ska utformas på ett sådant sätt att den optimeras med avseende på energianvändning under utförande och då tunneln är i drift. En tunnel ska utformas, dimensioneras och utföras på ett sådant sätt att befintliga byggnadsverk i omgivningen inte skadas eller får störd funktion.

### **C.3.2 Kemikalier**

#### **C.3.2.1 Allmänt**

Märkningspliktiga kemiska produkter som ska användas i Trafikverkets verksamhet ska granskas av Trafikverkets Kemikaliegranskningsfunktion innan de får användas.

Krav i "Kemiska produkter – granskningskriterier och krav för Trafikverket" (Trafikverket) och "Kemiska produkter – granskning av märkningspliktiga kemiska produkter" (Trafikverket) ska uppfyllas vid granskning och användning av kemiska produkter.

#### **C.3.2.2 Injekteringsmedel för tätning**

Injekteringsmedels yrkeshygieniska och miljömässiga aspekter ska vara analyserade och angivna i en utredning. Utförandet och bedömningen av en sådan utredning ska följa den strategi som anges i "Tätning av bergtunnlar - förutsättningar, bedömningsgrunder och strategi vid planering och utformning".

#### **C.3.2.3 Sprängmedel**

Det använda sprängmedlets påverkan på miljön ska vara analyserad och dokumenterad.

### **C.3.3 Buller och vibrationer**

Tunnlar ska utformas och utföras på sådant sätt att gränsvärden för buller och vibrationer inte överskrids.

Utanför tunneln ska buller från eventuella fläktar etc. beaktas enligt "Externt industribuller - allmänna råd" (Naturvårdsverket).

Stomtransmitterat ljud från installationer i en tunnel till intilliggande byggnader får inte medföra att ljudtrycksnivån i dessa blir högre än värden per oktavband enligt tabell C.3-1. Kraven avser enbart buller från

tunnelinstallationer och gäller vid absorptionsmängden  $1 \text{ m}^2 \text{ Sabine/m}^2$  golvyta.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

**Tabell C.3-1 Högsta tillåten ljudtrycksnivå per oktavband, dB**

Mittfrekvens för oktavband, Hz:	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000
Bostäder, vårdlokaler, undervisningslokaler etc.	50	41	35	26	19	15	12	9
Kontor etc.	60	51	39	31	24	20	17	14

## C.3.4 Luft

En tunnel ska utformas så att luftkvaliteten inte blir besvärande för trafikanter, personal i tunneln eller personer i tunnelns omgivning.

Krav på utformning och dimensionering av eventuella installationer för ventilation anges i H.3.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

## C.3.5 Vatten

Dagvatten och spolvatten som använts för rengöring i ett stationsutrymme ska avledas och behandlas som avloppsvatten så att miljökrav uppfylls före utsläpp till dagvattenledning eller recipient.

Krav på utformning och dimensionering av installationer för vatten, avlopp och dränering anges i H.4.



## C.4 Järnväg i tunnel

En tunnel ska uppfylla kraven på fritt utrymme utmed banan enligt BVF 586.20. Vid nybyggnad ska lastprofil C tillämpas.

Bankroppen ska utformas med ballasterat spår.

Bankroppen ska utformas så att banan eller dräneringen inte skadas genom frysning. Vid en utformning med en bergyta direkt under underballasten ska bergytan vara rensad från finjord så att tjällyftning inte kan ske. En utformning med underballast i ett lager får endast utföras på en bergterrass.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

## C.5 Förläggning av installationer som inte ingår i tunnelns installationer

Installationer som inte ingår i järnvägsanläggningen och som används för vatten, avlopp, elkraft, fjärrvärme, gas, flytande bränslen eller andra ämnen som vid brand eller läckage kan skada trafikanter eller tunnelns bärförmåga, stadga och beständighet allvarligt får inte förläggas i eller i anslutning till en tunnel.

# D Verifiering av bärförmåga, stadga och beständighet - allmänt

## D.1 Grundläggande dimensioneringsregler

### D.1.1 Allmänt

Bärförmåga ska verifieras enligt SS-EN 1990 - SS-EN 1999, se A.1.2.3.2. För det bärande huvudsystemet i en bergtunnel får andra metoder dock användas.

Det bärande huvudsystem i en bergtunnel ska dimensioneras så att den årliga sannolikheten för brott är mindre än

- $10^{-4}$  för säkerhetsklass 1
- $10^{-5}$  för säkerhetsklass 2
- $10^{-6}$  för säkerhetsklass 3.

Material, inklusive jord och berg, som ingår i ett bärande huvudsystem eller påverkar en konstruktionsdels bärförmåga ska ha kända och dokumenterade egenskaper avseende hållfasthetsparametrar och beständighet. Alternativt ska osäkerheten i dessa egenskaper beaktas vid dimensioneringen.

En konstruktionsdel ska ha sådan styvhet att deformationer eller förskjutningar inte påverkar tunnelns funktion eller skadar andra konstruktioner.

### D.1.2 Bärande huvudsystem

Vid dimensionering ska förväntade deformationer beaktas så att förutsatt samverkan med omgivande jord och berg säkerställs.

För en konstruktionsdel som inte är åtkomlig för inspektion och underhåll ska särskild vikt läggas på utformning och dimensionering med avseende på beständighet.

Objektsspecifikt byggherreval, se A.1.3

### D.1.3 Inredning och installationer

Inredning och installationer ska tillsammans med sina infästningar till det bärande huvudsystemet dimensioneras enligt avsnitt D.1.1.

Egentyngd från en installation som är fast monterad och säkert lastbestämd får i en varaktig dimensioneringssituation betraktas som permanent last. Utbyte av en sådan installation ska betraktas som en tillfällig dimensioneringssituation enligt SS-EN 1991-1-6 med relevant varaktighet. Egentyngd från en installation som inte är fast monterad eller säkert lastbestämd samt övriga laster från installationer ska betraktas som variabla laster. Eventuell dynamisk inverkan ska beaktas.

## D.1.4 Hydrauliskt upplyft

En betong- eller ståltunnelmed slutet tvärsnitt ska avseende hydrauliskt upplyft dimensioneras enligt TK Geo, 2.3.2.2 för nedanstående tre fall.

- Det lägsta av vattennivån med 100 års återkomsttid och den vattennivå som leder till att tunneln översvämmas. Vid denna dimensionering ska fyllningar på och i tunneln antas ha nominella nivåer.
- Ett lastfall där fyllningen över tunneln saknas på hela tunnelns bredd och en längd av 20 m i tunnelns riktning. Vattennivån får vid denna dimensionering bestämmas för en tillfällig dimensioneringssituation enligt SS-EN 1991-1-6 med varaktighet mindre än ett år.
- Ett lastfall där fyllningen i tunneln är bortschaktad på ett tunnelrörs hela bredd på en längd av 10 m i tunnelns riktning. Vattennivån får vid denna dimensionering bestämmas för en tillfällig dimensioneringssituation enligt SS-EN 1991-1-6 med varaktighet mindre än tre månader.

Friktion mellan en tunnels utsida och omgivande jord får inte tillgodoräknas. För en järnvägstunnel får endast fyllning och underballast medräknas. Medräknade fyllnings- och ballastmaterials tungheter ska verifieras.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3

## D.1.5 Bärighetsutredning av byggnadsverk utsatta för vägtrafiklast

För byggnadsverk som anges i "MB 802 Bärighetsutredning av byggnadsverk" (Vägverket), 1.1.5.1 ska en "Bärighetsutredning klassning" enligt MB 802, 1.1.5.3 och 1.1.9 utföras. Resultatet ska redovisas i form av tillåten trafiklast A/B och framkomligheten för militära fordon.

## D.1.6 Bärighetsutredning av byggnadsverk utsatta för last av gång- och cykeltrafik

För byggnadsverk som anges i "MB 802 Bärighetsutredning av byggnadsverk" (Vägverket), 1.1.5.1 ska en "Bärighetsutredning klassning" enligt MB 802, 1.1.5.3 och 1.1.9 utföras. Resultatet ska redovisas i form av tillåtna värden på typfordonets tyngd R och ytlastens storlek p.

## **D.1.7 Dimensionering genom provning**

Om ett hållfasthetsvärde, en bärförmåga etc. bestäms genom provning ska provningen utföras och utvärderas så att det karakteristiska värdet kan bestämmas på ett statistiskt korrekt sätt.

## D.2 Säkerhetsklass och geoteknisk kategori

Ett bärande huvudsystem för ett trafikutrymme och för en utrymningsväg ska hänföras till säkerhetsklass 3

Om en kollaps av det bärande huvudsystem för ett sidoutrymme allvarligt påverkar säkerheten i trafikutrymmet, utrymningsvägarnas och nödutgångarnas funktion eller intilliggande byggnadsverk ska det hänföras till säkerhetsklass 3. I övriga fall får de hänföras till säkerhetsklass 2.

För inredning och installationer ska säkerhetsklass väljas enligt ”Boverkets föreskrifter och allmänna råd om tillämpning av europeiska konstruktionsstandarder(eurokoder).” (BFS 2011:10), avdelning B, avsnitt 0 med följande tillägg:

- Om ett haveri i anläggningsdelen kan störa utrymningen eller tillgängligheten för räddningstjänsten ska säkerhetsklass 3 tillämpas.
- Om anläggningsdelen är belägen ovanför ett trafikutrymme ska säkerhetsklass 3 tillämpas.
- Om anläggningsdelen är belägen på en vägg i ett trafikutrymme ska minst säkerhetsklass 2 tillämpas.

Ett bärande huvudsystem för ett trafikutrymme ska dimensioneras enligt geoteknisk kategori 2 eller 3 i enlighet med BFS 2011:10 avdelning I.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3

## D.3 Laster

### D.3.1 Allmänt

Vid verifiering av bärförmåga enligt SS-EN 1990 – SS-EN 1999 ska laster och dimensioneringssituationer enligt dessa tillämpas med tillägg enligt D.3.

Verifiering av bärförmåga för ett bärande huvudsystem av berg ska utföras för laster enligt D.3.

De lastvärden som anges i D.3 ska betraktas som karakteristiska. För laster som inte anges i SS-EN 1990 – SS-EN 1999 eller D.3 ska lastvärden bestämmas enligt de principer som anges i SS-EN 1990.

Laster från byggnadsverk belägna över eller intill en tunnel ska delas upp i permanenta laster och variabla laster.

Vid tillämpning av SS-EN 1991-1-6 ska tillägg enligt TRVK Bro, B.4 gälla.

För konstruktionsdelar som inte omfattas av kraven på tillämpning av dimensioneringssätt i SS-EN 1997-1, 2.4.7.3.4.1(1)P ska DA3 tillämpas. I brottgränstillståndet STR ska dock uppsättning B tillämpas på alla trafiklaster utom trafiklast på anslutande bank. Detta ska göras oavsett eventuell överfyllnad.

Objektspecifikt byggherreväl, se A.1.3.

### D.3.2 Laster i varaktiga dimensioneringssituationer

#### D.3.2.1 Egentyngd

Egentyngd ska med undantag av vad som anges i D.3.2 bestämmas enligt TRVK Bro B.3.1.1.

Beträffande en installations egentyngd se D.1.3.

#### D.3.2.2 Last av omgivande jord och berg

##### D.3.2.2.1 Allmänt

Ett fyllningsmaterials tunghet ska bestämmas enligt TK Geo. Vid bestämning av laster från berg, naturligt lagrad jord samt från andra fyllningsmaterial än de som anges i TK Geo ska primära (in situ) och sekundära spänningar beaktas. Dimensionerade lastvärden ska bestämmas och redovisas på det sätt som förutsätts i den använda dimensioneringsmetoden.

Laster orsakade av svällande material ska utredas och beaktas.

Vid bestämningen av laster ska vattennivåers variation beaktas enligt D.3.2.3.

För laster från byggnadsverk se D.3.1.

#### **D.3.2.2.2 Bergtunnel**

En bergtunnel ska dimensioneras för belastningar från bergmassa med beaktande av dess blockstruktur samt för övriga laster från omgivande jord, berg och vatten

För en bergtunnel ska såväl de primära som de sekundära spänningsfälten i berggrunden utredas och beaktas vid dimensioneringen.

#### **D.3.2.2.3 Betong- eller ståltunnel**

Vertikal last av omgivande jord och löst berg på en tunnel där det bärande huvudsystemet är en betong- eller stålkonstruktion ska bestämmas som tyngden av överlagrande jord och löst berg, inklusive fukt, samt överliggande byggnadsverk.

Horisontell last av jord på en tunnel där det bärande huvudsystemet är en betong- eller stålkonstruktion ska bestämmas enligt TRVK Bro, B.3.1.2. En betong- eller ståltunnel ska i en varaktig dimensioneringssituation förutsättas belastad med vilojordtryck. Under utbyggnaden får lägre jordtryck förutsättas om det kan verifieras att tillhörande förskjutningar kan uppnås och accepteras.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

#### **D.3.2.3 Vattentryck**

Vattentryck ska beräknas som en permanent last med ett högt och ett lågt värde,  $G_{k,sup}$  och  $G_{k,inf}$ . Vattennivån HHW ska antas motsvara  $G_{k,sup}$  och vattennivån LLW ska antas motsvara  $G_{k,inf}$ . Vattentrycket får försummas om dränering förhindrar vattentryck mot konstruktionsdelen.

En dränerad vatten- och frostsäkring ska dimensioneras för ett vattentryck på 0,5 kPa.

#### **D.3.2.4 Stödförskjutningar**

En tunnel som är grundlagd på annat material än berg ska dimensioneras för stödförskjutningar enligt TRVK Bro, B.3.1.4.

#### **D.3.2.5 Betongens krympning**

Betongens krympning ska beaktas enligt TRVK Bro, B.3.1.5.

#### **D.3.2.6 Påhängslast på påle**

Påhängslast på en påle ska bestämmas enligt TK Geo.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

#### **D.3.2.7 Trafiklast**

Last av trafik i eller på en tunnel ska bestämmas enligt TRVK Bro, B.3.2.1. Vid tillämpningen av SS-EN 1991-2 ska de konstruktionsdelar som påverkas av trafik dimensioneras som konstruktionsdelar i en bro.

Jordtryck av trafik på trafikytor över eller intill en tunnel ska bestämmas enligt SS-EN 1991-2,

- 4.9.1 för vägtrafik,
- 5.9 för gång- och cykeltrafik samt
- 6.3.6.4 för järnvägstrafik.

En markyta över eller intill en tunnel ska då detta är ogynnsamt antas vara belastad med minst 4 kN/m<sup>2</sup>. Lasten ska ges lastfaktorerna  $\psi_0 = \psi_1 = 0,4$  och  $\psi_2 = 0$ .

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

## D.3.2.8 Luftryck

### D.3.2.8.1 Luftryck av passerande vägfordon

Luftryck av passerande fordon ska förutsättas uppgå till 0,8 kPa sug och 0,5 kPa tryck vinkelrätt mot tunneln längdaxel. Lasten ska förutsättas angripa på en sträcka i tunnelriktningen lika med 50 m. Lasten ska förutsättas angripa såväl på hela tunneltvärsnittet som på ena halvan av tvärsnittet. En konstruktion som är utsatt för luftryck av passerande fordon på två sidor ska dimensioneras för 0,8 kPa i såväl sug som tryck.

Antal cykler för utmattningsdimensionering ska bestämmas enligt tabell D.3-1.

Luftryck av passerande vägfordon i en tunnel behöver inte kombineras med andra variabla laster.

En konstruktion som kragar ut från tak eller vägg ska dimensioneras för 1,0 kPa i såväl sug som tryck i alla riktningar. Om avståndet mellan det fria utrymmet för trafik och konstruktionen är större än 3,0 m får lasten reduceras genom interpolering mot noll vid avståndet 8,0 m.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

**Tabell D.3-1 Antal cykler för utmattningsdimensionering**

ÅDT per tunnelrör	Antal cykler (N)
under 2 500	$2 \cdot 10^6$
2 500 t o m 10 000	$10^7$
över 10 000	$5 \cdot 10^7$



### D.3.2.8.2 Luftryck av passerande tåg

Last orsakad av ett luftryck från passerande tåg ska i en tunnel förutsättas vara

- enligt tabell D.3-2 vinkelrätt mot tunnelns längdaxel och
- $\pm 1,0$  kPa parallellt med tunnelns längdaxel.

Luftryck av passerande tåg i en tunnel behöver inte kombineras med andra variabla laster.

Dimensionering för utmattning med avseende på ovanstående luftryck ska utföras för  $10^6$  lastcykler.

Med fri tunnelarea avses här tunnelarea ovanför underkant räl (RUK).

Objektspecifikt byggherrenal, se A.1.3.

#### Tabell D.3-2 Luftryck vinkelrätt mot tunnelns längdaxel.

Dimensionerande tågshastighet (km/h)	Enkelspårstunnel, fri area 50 - 55 m <sup>2</sup> (kPa)	Dubbelspårstunnel, fri area 90 - 95 m <sup>2</sup> (kPa)
< 220	$\pm 3$	$\pm 4$
220 - 270	$\pm 4$	$\pm 5$

### D.3.2.9 Temperaturpåverkan

Den lägsta temperaturen på ytor i ett trafikutrymme ska bestämmas enligt följande där  $L_T$  sätts till 600 m för en vägtunnel och till 1000 m för en järnvägstunnel:

- Om tunnelns längd är mindre än eller lika med  $L_T$  ska tunneln dimensioneras för en köldmängd med återkomsttiden 50 år.
- Om tunnelns längd är större än  $L_T$  ska de delar som är belägna på större avstånd än  $L_T/2$  från en tunnelöppning dimensioneras för medelköldmängd. Övriga delar ska dimensioneras för köldmängd med återkomsttid 50 år.

Temperaturdata framgår av tabell D.3-3 och bilaga 4.

Den högsta temperaturen på ytor i ett trafikutrymme ska förutsättas vara  $+20$  °C oberoende av tunnelns längd och geografiska läge.

Vid verifiering av bärförmåga delas temperaturpåverkan upp i komponenter enligt SS-EN 1991-1-5, avsnitt 4.

Friktions- och tvångskrafter orsakade av temperaturändringar ska bestämmas med hänsyn till konstruktionens utformning.

För en utkragande tunnelportal och andra anläggningsdelar i det fria ska de temperaturlaster som i SS-EN 1991-1-5 anges för broar tillämpas.

Objektspecifikt byggherreal, se A.1.3.

**Tabell D3-3 Temperaturdata**

<b>Klimatzon enligt bilaga CA</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Nedkylnings- resp. uppvärmningstid (dagar)	10	15	20	30	25
Köldperiodens totala längd (dagar)	40	60	80	90	100
Lägsta temperaturen vid köldmängd med återkomsttid 50 år (°C)	-15	-15	-15	-16	-18
Lägsta temperaturen vid medelköldmängd (°C)	-6	-8	-9	-10	-12

### D.3.2.10 Last av underhållsarbeten

En horisontell eller svagt lutande yta i ett sidoutrymme ska i en varaktig dimensioneringssituation i brottgränstillstånd dimensioneras för en last av underhållsarbete enligt TRVK Bro, B.3.2.8.

Objektspecifikt byggherreal, se A.1.3.

### D.3.2.11 Last i utrymnings- och angreppsväg

Golv, trappor etc. ska dimensioneras för laster enligt SS-EN 1991-1-1, 6.3.1, kategori C5.

Väggar, skyddsräcken etc. ska dimensioneras för laster enligt SS-EN 1991-1-1, 6.4, kategori C5.

Utrymnings- och angreppsvägar som ska vara framkomliga för räddningsfordon ska minst dimensioneras för trafiklasten enligt TRVK Bro, B.3.2.1.3 l.

Objektspecifikt byggherreal, se A.1.3.

### D.3.2.12 Last från övergångskonstruktion

Last från en övergångskonstruktion ska bestämmas enligt TRVK Bro, B.3.2.9.

### **D.3.2.13 Is- och strömtryck**

Om byggherren så anger ska en tunnel belägen i fritt vatten dimensioneras för is- och strömtryck.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

### **D.3.2.14 Last vid isbildning**

En vatten- och frostsäkring som dimensioneras för medelköldmängd ska dimensioneras för en last vid isbildning, se även E.2.3. Lastens storlek ska vara 3 kN/m<sup>2</sup>. Lasten ska förutsättas vara fri och verka vinkelrätt mot konstruktionen.

### **D.3.2.15 Last av lossnande bergblock i bergtunnel**

En ytförstärkning eller en inklädnad ska dimensioneras för lasten av ett enstaka lossnande bergblock.

Lasten ska förutsättas vara 6 kN och riktad vinkelrätt mot förstärkningsskiktet eller inklädnaden.

Lastens yta ska sättas till 0,5 x 0,5 m. Om förstärkningen eller inklädnaden inte är belägen intill bergytan ska lastens yta sättas till 0,2 x 0,2 m.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

## D.4 Exceptionella dimensionerings-situationer

### D.4.1 Allmänt

En tunnel ska dimensioneras för olyckslaster enligt SS-EN 1991-1-7 med tillägg enligt D.4.

Vid dimensioneringssituationer enligt D.4.2 – D.4.9 ska beaktas. Händelserna ska beaktas en åt gången.

Händelserna enligt D.4.2 får alternativt verifieras med en energibetraktelse som tar hänsyn konstruktionen och det påkörande fordonets energiupptagande egenskaper. Förutsättningar för en sådan betraktelse ska redovisas enligt A.1.4.

### D.4.2 Påkörning med fordon

En konstruktion som är en del av ett bärande huvudsystem och inredning vars kollaps kan leda till personskador eller utgöra hinder för utrymning och räddningsinsats ska dimensioneras för påkörning enligt TRVK Bro, B.5.2 varvid följande ska gälla:

- En konstruktionsdel belägen över ett trafikutrymme ska betraktas som en broöverbyggnad.
- En konstruktionsdel belägen vid sidan av ett trafikutrymme ska betraktas som ett brostöd.
- En konstruktionsdel som är belägen på en högre nivå över vägbanan än ett tidigare passerat fast hinder, t.ex. en styv höjdbegränsningsportal, behöver inte dimensioneras för påkörningskraft.

En pelare som är placerad på en körbar yta ska om den inte dimensioneras för påkörningskraft från väg- eller järnvägsfordon dimensioneras för en påkörningskraft från en gaffeltruck enligt SS-EN 1991-1-7, 4.4 varvid  $W$  ska sättas lika med 100 kN. Alternativt får pelaren betraktas som överksam.

En järnvägstunnel ska även beräknas för en urspårningslast enligt SS-EN 1991-2, 6.7.1, dimensioneringssituation I. Lasternas längd ska dock begränsas till 10 m.

### D.4.3 Oavsiktlig stöt

En konstruktionsdel ingående i inredning eller en installation ska, om en kollaps kan leda till personskador eller utgöra hinder för utrymning och räddningsinsats, dimensioneras för en enstaka statiskt verkande punktlast av 20 kN. För en vägg eller pelare som utgör gräns mot trafikutrymme ska punktlasten inom den fria höjden sättas till 50 kN. Punktlastens lastyta ska antas vara cirkulär med diametern 0,1 m. En konstruktionsdel eller installation som är skyddad av en annan konstruktion behöver inte dimensioneras för oavsiktlig stöt. En bärverksdel ingående i ett bärande

huvudsystem ska dock dimensioneras för en oavsiktlig stöt även om en skyddsanordning är installerad mellan trafiken och bärverksdelen.

För en skyddsanordning, inklusive infästningar, i en vägtunnel ersätter en dimensionering enligt SS-EN 1991-2, 4.7.3.3(2) en dimensionering för oavsiktlig stöt enligt ovan.

## D.4.4 Brand

Det bärande huvudsystemet ska dimensioneras för brandpåverkan. För bärande huvudsystem i berg behöver bärförmågan vid brand verifieras enbart om den är beroende av förstärkning.

Bärförmåga vid brand ska verifieras genom provning eller beräkning.

För järnvägstunnlar gäller dessutom krav på bedömning av brandsäkerheten hos bergytor enligt TSD tunnelsäkerhet, 4.2.2.7. (Se C.2.2.)

En tunnel i fritt vatten och en tunnel vars kollaps kan påverka en byggnads stabilitet ska dimensioneras så att avsvälning efter en brand inte leder till kollaps. Vid en sådan dimensionering för brandlast enligt figur D.4-1 ska avsvälningshastigheten sättas till 600 °C/h.

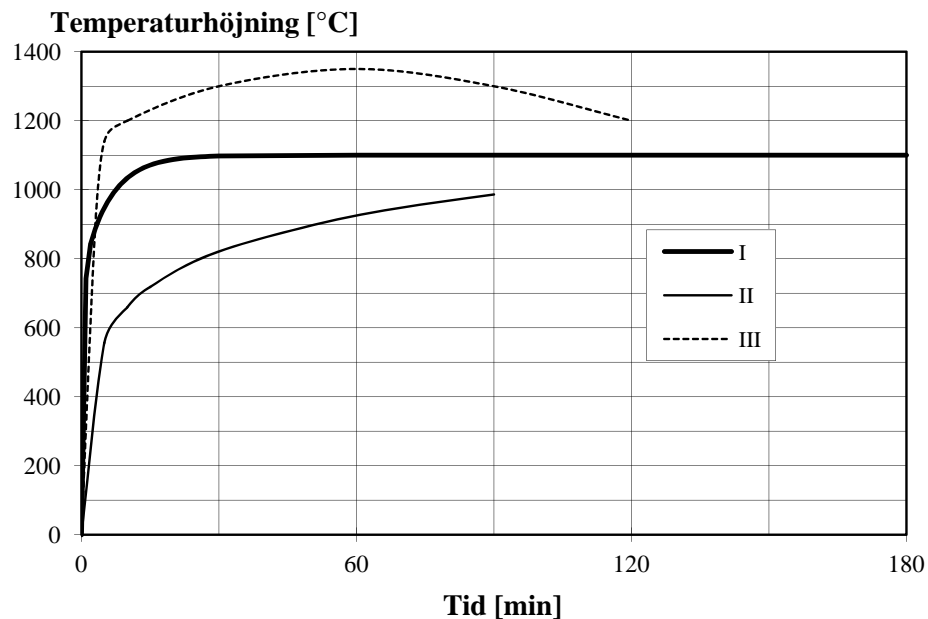
I övrigt ska bärande huvudkonstruktioner dimensioneras för nedanstående laster.

Med undantag för bärande betongkonstruktioner i en järnvägstunnel ska gastemperaturen vid brand i trafikutrymmen förutsättas följa kurva I i figur D.4-1 med följande varaktighet:

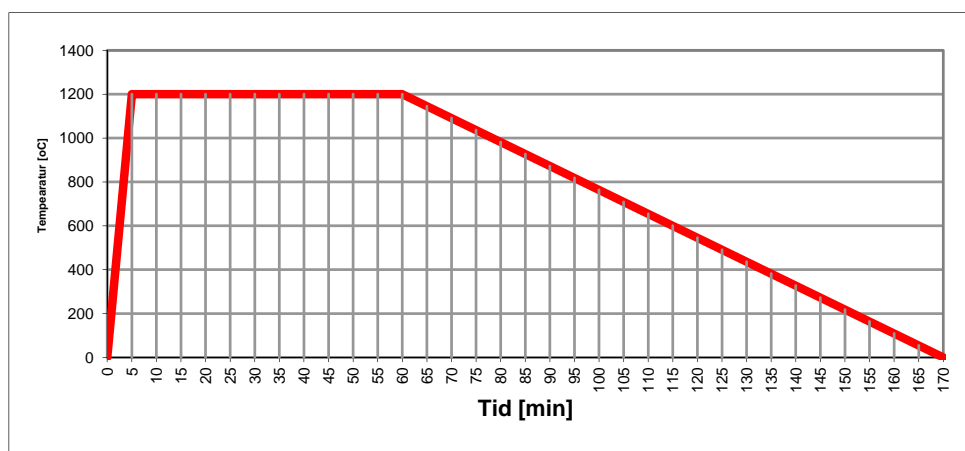
- 180 minuter i en vägtunnel.
- 180 minuter i en järnvägstunnel där godstransporter är tillåtna.
- 120 minuter i en järnvägstunnel där godstransporter inte är tillåtna.

Bärande betongkonstruktioner i en järnvägstunnel ska dimensioneras för en brandlast enligt figur D.4-2.

Objektspecifikt byggherrenal, se A.1.3.



**Figur D.4-1 Dimensionerande gastemperatur vid brand**



**Figur D.4-2 Dimensionerande gastemperatur för betongkonstruktioner i järnvägstunnlar**

## D.4.5 Explosion

Följande anläggningsdelar ska dimensioneras för explosionslast enligt tabell D.4-1:

- bärande huvudsystem av betong eller stål
- inredning, som kan falla ner eller förskjutas och utgöra hinder för utrymning och räddningsinsats.

Trycktidsförloppen ska förutsättas vara triangelformade. Tryckstegringen ska antas ha en varaktighet av 0 - 10 % av den totala varaktigheten. Tryckminskningen ska antas vara linjär till noll under resterande del av varaktigheten.

Lokalt tryck behöver inte förutsättas samtidigt med jämnt fördelat tryck.

Inom en sträcka från en tunnelmynning lika med radien hos en runt mynningen omskriven cirkel behöver det jämnt fördelade trycket inte beaktas.

Ett fortskridande ras får inte inträffa då en inklädnad som inte är en del av det bärande huvudsystemet belastas med en explosionslast.

Belastningslängden i tunnelns riktning ska vara den som ger ogynnsammaste inverkan. En längre belastningslängd än det dubbla avståndet mellan tunnelväggarna eller 30 m behöver dock inte förutsättas.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

**Tabell D.4-1 Dynamisk explosionslast**

	Tryck (MPa)	Varaktighet (ms)
Jämnt fördelat tryck i trafikutrymme	0,1	50
Lokalt tryck på en yta med storleken 4 x 4 m i trafikutrymme	5	2
Jämnt fördelat tryck i utrymnings- och angreppsväg	0,05	50

## D.4.6 Overksam förankring

En konstruktion i säkerhetsklass 3 som är utformad med förankringar ska dimensioneras under antagandet att en godtyckligt placerad förankring är overksam.

## D.4.7 Extrem blocklast

Om en inklädnad som inte ingår i det bärande huvudsystemet i en bergtunnel omöjliggör inspektion av det bärande huvudsystemet ska inklädnaden dimensioneras för lasten av ett extremt block.

För en vägtunnel med mer än ett körfält och en järnvägstunnel med mer än ett spår ska lasten förutsättas vara vertikal med storleken 60 kN verkande inom en kvadratisk yta med sidan 1 m belägen inom inklädnadens vertikala avgränsningar.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

## **D.4.8      Overksam grundvattensänkning**

Om en permanent grundvattensänkning förutsätts ska tunneln dimensioneras för en exceptionell händelse som motsvarar vattentrycket vid grundvattnets medelnivå.

## **D.4.9      Övriga exceptionella dimensioneringssituationer**

Om byggherren så anger ska en tunnel dimensioneras för ytterligare exceptionella dimensioneringssituationer.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.



## **E. Bergkonstruktioner**

### **E.1 Utformning**

#### **E.1.1 Allmänt**

Vid utformningen av en tunnel ska utrymmesbehov för vattenavledning i form av t.ex. vatten- och frostsäkring beaktas. En driftförstärkning får inte försämrade egenskaper som täthet, bärförmåga, stadga och beständighet för en permanent konstruktion.

#### **E.1.2 Utformning med hänsyn till inläckning av vatten**

System för skydd mot inläckning av vatten ska utformas med beaktande av de livslängdskrav som enligt avsnitt B.1.1 och C.1.1 anges för tillhörande anläggningsdel. Krav enligt TRVK Bro, D.1.4.4 och G.2 ska gälla i tillämpliga delar.

Konstruktionsdelar som påverkar systemet för skydd mot inläckning av vatten ska utformas så att krav avseende inläckning av vatten och beständighet uppfylls.

En tunnelbotten ska utformas så att vatten dräneras bort, se G.6.4 eller H.4.4.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

#### **E.1.3 Bergbult**

##### **E.1.3.1 Bärförmåga**

Krav enligt TRVK Tunnel gäller för ospända bergbultar av stål eller förspända bergbultar av stål med hållfasthet mindre än 800 MPa. För användning av andra bergbultar, se A.1.4.

Bergbultars stångdiameter ska vara minst 20 mm.

Användning av rörbultar eller friktionsbultar som permanent förstärkning förutsätter att det är verifierat att dessa uppfyller ställda krav på drag- och skjuvhållfasthet, beständighet samt täthet. Bultar som förutsätts samverka med sprutbetong ska vara försedda med bricka, halvkula och mutter eller en likvärdig förankring. Bultar vid selektiv bultning får utformas utan förankringsbricka och mutter. Selektiv bultning i tak i ett trafikutrymme får dock utformas utan förankringsbricka och mutter endast om ett skydd i form av sprutbetong eller en annan inklädnad anordnas och denna dimensioneras för last enligt D.3.2.15 .

## **E.1.3.2 Beständighet**

### **E.1.3.2.1 Allmänt**

En förspänd bergbult med glidlager ska vara försedd med ett dubbelt korrosionsskydd. För förspända bultar ska en detaljerad arbetsritning, arbetsbeskrivning och plan för tilläggskontroll upprättas.

För bergbultars beständighet gäller klassificering av miljöer och gränstragning mellan dessa enligt bilaga 5.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

### **E.1.3.2.2 Rostskydd i trafikutrymme, sidoutrymme och utrymningsväg**

Rostskyddet ska omfatta bultstängen inklusive tillbehör som bricka, mutter och halvkula.

För den del av en bergbult belägen i betong eller sprutbetong ska krav enligt F.2.4 tillämpas. För varmförzinkade bultar i exponeringsklasserna XS3 och XD3 får det minsta täckande betongskiktet minskas till 30 mm.

För luftexponerade bultar ska rostskyddssystemet vara varmförzinkat stål med ytskydd av värmehärdad epoxi med skiktjocklek  $\geq 80 \mu\text{m}$ .

Rostskyddssystemet ska användas för korrosivitetssklasserna C3, C4 och C5-M.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

### **E.1.3.2.3 Rostskydd i berg**

Om byggherren anger detta får ett rostskyddssystem med varmförzinkning kombinerat med ytskydd av värmehärdad epoxi användas.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3

## **E.1.4 Sprutbetong**

Sprutbetong ska uppfylla de krav i SS 13 70 03 som följer av i bilaga 5 angivna exponeringsklasser. Risken för kemiska angrepp på sprutbetong från jord, berg och grundvatten ska utvärderas enligt SS-EN 206-1.

Stålfiberarmerad sprutbetong ska i vägmiljö täckas med ett täckande betongskikt som inte innehåller stålfibrer. Stångarmering och ingjutningsgods av konstruktionsstål ska alltid täckas med ett täckande betongskikt. Tjocklek för täckande betongskikt ska väljas enligt SS-EN 1992-2.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

## **E.2 Verifiering genom beräkning och provning**

### **E.2.1 Förutsättningar**

#### **E.2.1.1 Allmänt**

Vid en bergmekanisk dimensionering och vid en dimensionering av åtgärder för att förhindra inläckning av vatten ska minst följande beaktas:

- Bergarter.
- Spricksystem.
- Sprick- och krosszoner.
- Sprickegenskaper.
- Vittring.
- Vattenförekomst.
- Vattentryck.
- Sprickfyllnadsmaterial.

Inverkan av ovanstående ska beaktas var för sig och tillsammans. Variationer ska beaktas.

Alla bergytor i väggar och tak ska säkras mot blocknedfall.

I tak ska hela bergytan vara ytförstärkt fram till den punkt vid anslutningen mot vägg där ytan är vertikal.

#### **E.2.1.2 Materialvärden**

Materialvärden ska bestämmas och redovisas på det sätt som förutsätts i den använda dimensioneringsmetoden. Vid utvärderingen av provning ska hänsyn tas till provningens omfattning och tänkbar variation i materialets utbredning vertikalt och horisontellt beaktas samt skalberoendet.

Vid en bergmekanisk dimensionering ska dessutom bergmassans mekaniska egenskaper beaktas.

#### **E.2.1.3 Sprutbetong**

Krypning och krypning i betong ska beaktas enligt SS-EN 1992-2.

#### **E.2.1.4 Toleranser**

### **E.2.2 Bärförmåga**

En bergtunnels bärande huvudsystem ska ha en verifierad bärförmåga. Verifieringen ska minst beakta;

- bergmassa
- primärspänningar
- mekaniska egenskaper
- möjliga brottformer
- geometri
- tunnels form, storlek och orientering
- andra byggnader och anläggningar
- bergtäckning
- laster enligt avsnitt D.3
- byggmetod och byggförlopp
- skador på omgivande berg
- olika belastningssekvenser
- samverkan mellan berg och förstärkning
- krav på skydd mot vatteninläckning.

En bergmassa med bergförstärkning ska vid verifieringen av det bärande huvudsystem betraktas som en sammanhållen enhet.

Vid verifieringen ska krav på livslängd och behov av underhåll beaktas.

Platsgjutna betongkonstruktioner eller stålkonstruktioner som ingår som förstärkningar av bergmassan ska dimensioneras enligt kapitel F.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

## E.2.3 Skydd mot inläckning av vatten och säkerhet mot frysning

En beräkning eller utredning ska verifiera att valda metoder för tätning eller vattenavledning leder till att kraven med avseende på inläckning av vatten och teknisk livslängd uppfylls. Se B.1.1 och B.1.4 respektive C.1.1 och C.1.4.

Säkerheten mot frysning ska verifieras med en temperaturinträngningsberäkning. Den dimensionerande köldmängden i en tunnel ska förutsättas vara enligt D.3.2.9. Ett ventilationssystem påverkan på frostrisken i tunneln ska beaktas. Om frostsäkringen utgörs av isolering ska isoleringens värmemotstånd i klimatzonerna 1-2 vara minst  $1,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ , i klimatzonerna 3-4 minst  $1,35 \text{ m}^2\text{K/W}$  och i klimatzonen 5 minst  $2,4 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Klimatzoner anges i bilaga 4.

Vid dimensionering av en isolering ska isoleringens vattenupptagning och isoleringsförmågans minskning med tiden beaktas. Köldbryggor ska beaktas. Värmeövergångsmotstånd får medräknas om lufthastigheten vid konstruktionens yta beaktas. Om den värmeisolerande förmågan hos luftspalter utnyttjas vid dimensioneringen, ska dessa vara uppdelade och begränsade till storlek så att inverkan av konvektion minimeras.

En vatten- och frostsäkring som dimensioneras för medelköldmängd ska dimensioneras för last vid isbildning enligt D.3.2.14.

En dränerad vatten- och frostsäkring ska dimensioneras så att kravet på skydd mot inläckning av vatten med avseende på tunnelns funktion och säkerhet enligt B.1.4.1 respektive C.1.4.1 uppfylls vid ett vattentryck enligt D.3.2.3.

Vid dimensioneringen av vatten- och frostsäkringen ska risken för igensättning på grund av utfällningar eller organisk tillväxt beaktas.

# **F.      Betong- och           stålkonstruktioner**

## **F.1     Allmänt**

Kraven i TRVK Bro ska tillämpas med de ändringar som anges i TRVK Tunnel.

Kraven i F gäller inte sprutbetong. Sprutbetong behandlas i E.

En konstruktionsdel med i huvudsak horisontell underyta som genom kontakttryck eller pålar överför laster från anslutande konstruktionsdelar till undergrunden ska vid tillämpning av TRVK Bro betraktas som en bottenplatta.

En fribärande konstruktion som i en tunnel bär en väg eller en järnväg ska vid tillämpning av TRVK Bro betraktas som en broöverbyggnad.

## **F.2 Utformning**

### **F.2.1 Allmänt**

En tunnelportal eller en betongtunnels mynning ska över tunnelmynningen vara utformad med en kantbalk eller en kantlist vars underkant ska vara försedd med en droppnäsa.

För att undvika sprickor på grund av avsvalning och temperaturändringar ska gjutfogar och dilatationsfogar anordnas i lämplig omfattning. En betongkonstruktion som inte samverkar med berget ska delas upp med vertikala rörelsefogar. I en betongkonstruktion som samverkar med berget ska antalet gjutfogar minimeras.

Arbetsutförande, val av etappfogar, gjutordning o. dyl. ska väljas så att önskad sprickbildning inte uppstår.

### **F.2.2 Skydd mot inläckning av vatten och säkerhet mot frysning**

Gjutfogar och rörelsefogar ska utformas vattentäta och enligt TRVK Bro, D.1.4.4. För tätningar mellan förtillverkade element ska en särskild kravspecifikation enligt A.1.4 upprättas.

Formstag i en konstruktion där skyddet mot inläckning av vatten helt eller delvis utgörs av betongens täthet ska utformas så att risken för läckage minimeras.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

### **F.2.3 Mätpunkter**

#### **F.2.3.1 Mätpunkter för uppföljning av rörelser**

Horisontal- och vertikalrörelser ska kunna registreras i mätpunkter på insidan av en tunnels ytterväggar. Mätpunkter ska minst finnas på insidan av båda ytterväggarna i var ände av varje monolit.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

#### **F.2.3.2 Anslutningar för elektrokemisk potentialmätning**

En betongkonstruktion i vägmiljö eller marin miljö ska förses med en anslutning till armeringen för elektrokemisk potentialmätning. Se TRVK Bro, D.1.4.2.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

### **F.2.4 Beständighet**

## F.2.4.1 Betongkonstruktioner

### F.2.4.1.1 Allmänt

Betongkonstruktioner ska med nedanstående tillägg uppfylla de krav som följer av i bilaga 5 angivna exponeringsklasser.

Värden för täckande betongskikt, spricksäkerhet och sprickbredd ska väljas enligt SS-EN 1992-2. Med ändring av vad som anges i SS-EN 1992-2 ska  $v_{ct,ekv}$  begränsas till högst 0,50. Risken för kemiska angrepp på betongkonstruktioner från jord, berg och grundvatten ska utvärderas enligt SS-EN 206-1.

För konstruktioner som gränsar mot en vägfyllning eller en bankropp ska de krav som gäller i utrymmet ovanför vägen eller spåret tillämpas. En med tätskikt försedd bottenplatta i vägmiljö får dock utformas och dimensioneras för XD2 och XF4.

För pålar ska kraven i TRVK Bro tillämpas.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

### F.2.4.1.2 Skyddsimpregnering

Om byggherren så anger ska angivna ytor behandlas med skyddsimpregnering mot inträngning av klorider.

Om byggherren så anger ska angivna ytor behandlas med klotterskydd.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

## F.2.4.2 Stålkonstruktioner

Stålkonstruktioner ska med nedanstående tillägg uppfylla de krav som följer av i bilaga 5 angivna korrosivitetsklasser.

Ytbehandlingen av en stålkonstruktion, som inte är av rostfritt stål, belägen i en C-korrosivitetsklass enligt tabell 5-1, ska utföras enligt AMA, GBD.1. Utvändiga gängor och muttrar ska uppfylla krav enligt SS-EN ISO 10 684.

En stålkonstruktion belägen i en Im-korrosivitetsklass enligt tabell 5-3 ska, om den inte är utförd av rostfritt stål, förses med ett rostskyddssystem med hållbarhet "hög" enligt SS-EN ISO 12944-5, tabell A.6. För korrosivitetsklass Im1 godtas även rostskyddssystem med hållbarhet "medel".

Vid dimensionering och utförande av stålprofiler installerade i jord och berg ska korrosion beaktas enligt TRVK Bro, bilaga 5. För pålar ska krav i TRVK Bro tillämpas.

För konstruktioner som gränsar mot en fyllning i en tunnel ska de krav som gäller i utrymmet ovanför fyllningen tillämpas.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.



---

## **F.3 Verifiering genom beräkning och provning**

### **F.3.1 Deformationer i undergrunden**

Objektspecifikt byggherreal, se A.1.3.

### **F.3.2 Skydd mot inläckning och säkerhet mot frysning**

En beräkning eller utredning ska verifiera att vald metod för tätning eller vattenavledning leder till att kraven med avseende på inläckning av vatten och teknisk livslängd uppfylls. Se B.1.1 och B.1.4 respektive C.1.1 och C.1.4.

Om skyddet mot vatteninträngning helt eller delvis utgörs av en betongkonstruktions täthet ska betongen dimensioneras enligt TRVK Bro, D.2.2.1.3.

Säkerhet mot frysning ska verifieras med en temperaturinträngningsberäkning. Den dimensionerande köldmängden i en tunnel ska förutsättas vara enligt D.3.2.9. Ett ventilationssystem påverkan på frostrisken i tunneln ska beaktas. Om dimensioneringen med avseende på säkerhet mot frysning utförs för en medelköldmängd enligt bilaga 4 ska konstruktionen dimensioneras för tillkommande laster som beror på att omgivande jord eller berg fryser. Om dimensioneringen utförs för en köldmängd med 50 års återkomsttid enligt bilaga 4 behöver tillkommande laster inte beaktas.

Vid dimensionering av en isolering ska isoleringens vattenupptagning och isoleringsförmågans minskning med tiden beaktas. Köldbryggor ska beaktas. Värmeövergångsmotstånd får medräknas om lufthastigheten vid konstruktionens yta beaktas.

# G. Installationer i vägtunnlar

## G.1 Allmänt

Installationer ska finnas i den omfattning som krävs för att skapa och upprätthålla rätt funktion och säkerhet vid användningen av tunneln. Krav på förekomst av installationer framgår också av B eller är en följd av kraven i B.

System och komponenter ska väljas från ett livscykelperspektiv och installerade system ska analyseras och värderas med hänsyn till övergripande krav på driftsäkerhet.

I G redovisas kompletterande krav avseende utformning och dimensionering med avseende på installationernas funktion. För bärförmåga, stadga och beständighet hos installationer och deras infästningar tillämpas kraven i B - F.

En installation ska, då installationens funktion inte kräver annat, placeras i ett driftutrymme. En installation i ett trafikutrymme ska ha en hög tålighet mot mekanisk påverkan.

En installation, inklusive infästningsanordningar, ska utformas så att skador på ett enskilt installations- eller konstruktionselement inte ger följdskador.

En installation ska vara samordnad med andra installationer

En installation ska märkas så att den lätt kan identifieras vid inspektioner och felsökning. Märkningen av olika slag av installationer ska vara samordnad.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

---

## **G.2 Styrning, övervakning och kommunikation**

### **G.2.1 Allmänt**

System för styrning och övervakning av trafik, säkerhet och drift samt system för kommunikation ska ha ett gemensamt gränssnitt mot överordnade system.

### **G.2.2 Styr- och övervakningssystem**

#### **G.2.2.1 Allmänt**

Styr- och övervakningssystem ska utformas både för manuell aktivering från vägtrafikledningscentral och för automatisk drift av installationer.

Ett styr- och övervakningssystem ska kunna kopplas till ett överordnat system i t.ex. en bemannad vägtrafikledningscentral. Alla registrerade larm och händelser ska kunna överföras till det överordnade systemet.

En styrenhet ska placeras i ett driftutrymme anordnat för styrenheter och elutrustning. En styrutrustning ska utformas så att påverkan på tunnelns drift vid fel minimeras.

Installationer ska sektioneras så att ett fel i en sektion inte kan slå ut funktioner i andra sektioner. I en tunnel med flera tunnelrör ska minst varje tunnelrör utgöra en egen sektion.

Säkerhetskopiering av program och insamlad information ska ingå i systemet.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

#### **G.2.2.2 TV-övervakning**

En ITV-installation ska följa SS-EN 50 132 – 7.

Ett ITV-övervakningssystem ska utformas så att en valfri kamera eller kameragrupp kan kopplas upp från TLC.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

#### **G.2.2.3 Givare och detektorer**

Givare och detektorer ska installeras i den omfattning som behövs för drift, övervakning och underhåll av tunneln.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

### **G.2.3 Larmanläggning och hjälptelefoner**

### **G.2.3.1 Larmanläggning**

Ett driftlarm ska utlösas vid fel på installationer ingående i larmanläggningen.

Om tunneln är kopplad till en vägtrafikledningscentral ska trafiklarm utlösas vid trafikincidenter, t.ex. stoppat fordon eller kö.

I ett larm från en hjälptelefon, en handbrandsläckare och en öppnad utrymningsdörr ska den larmande installationens position anges.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

### **G.2.3.2 Hjälptelefoner**

En hjälptelefonanläggning ska ha en automatisk funktionsövervakning som ska omfatta telefonernas funktion och telefonernas kontakt med övervakningscentral eller larmcentral.

Skyltsymbol i trafikutrymmet ska vara enligt Vägmärkesförordningen G2, hjälptelefon.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

### **G.2.3.3 Utrymningslarm**

Anordningar för att ge trafikanterna direktiv om utrymning ska installeras i tunnelklass TA och TB. Anordningarna ska utformas så att minst två olika typer av signaler i form av ljud och ljus kan ges till trafikanterna.

Vid utformning av en högtalaranläggning ska hänsyn tas till hörbarheten vid buller från t.ex. brandventilation och andra akustiska larm.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

## **G.2.4 Avstängningsanordningar**

En avstängningsanordning ska ha en kontrollfunktion som förhindrar stängning om detta medför fara för trafikanterna.

## **G.3 Belysning**

### **G.3.1 Allmänt**

Ett trafikutrymme ska förses med allmänbelysning inklusive infartsbelysning, reservbelysning samt nödbelysning och vägledande markeringar enligt B. Driftutrymmen och utrymningsvägar ska förses med allmänbelysning och flyktvägsbelysning.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

### **G.3.2 Belysning i trafikutrymme**

#### **G.3.2.1 Allmänbelysning**

Allmänbelysning ska utformas och dimensioneras enligt VGU, del Väg- och gatubelysning. Vid utformning av allmänbelysning ska en tunnel indelas i tröskelzon, övergångszon och inre zon.

Adaptionsluminans för aktuell tillfartsmiljö ska väljas enligt VGU, del Väg- och gatubelysning.

Tillåten luminansförändring i tröskelzon och övergångszon får inte underskrida den kontinuerliga gränskurvan angiven i VGU, del Väg- och gatubelysning.

Belysningen ska utformas så att inredning, installationer etc. inte lämnar besvärande skuggor.

En god färgåtergivning ska eftersträvas.

#### **G.3.2.2 Reservbelysning i trafikutrymme**

Reservbelysningen i ett trafikutrymme ska utgöra ett avbrottsfritt övergångssteg mellan allmänbelysning och nödbelysning.

Reservbelysningen ska vid strömavbrott lysa i minst 15 minuter.

Reservbelysningen ska vara UPS-matad.

#### **G.3.2.3 Utrymningsbelysning i trafikutrymme**

En nödbelysning ska automatiskt kopplas in vid bortfall av allmänbelysning och reservbelysning samt vid brandlarm. Belysningen ska vara avbrottsfri. Möjlighet till manuell inkoppling ska också finnas.

Nödvägen bör vara tydligt och otvetydigt utmärkt med vägledningsarmaturer på ett avstånd av högst 25 m och inte högre än 1,5 m över vägbanans nivå.

Evakueringsarmaturer ska monteras på den tunnelvägg som innehåller dörrar till utrymningsvägar.

Evakueringsarmaturernas ljusstyrka i de riktningar de kan ses av en utrymnande fotgängare bestäms av avståndet mellan armaturerna och av tunnelns bredd. Ljusstyrkan ska minst vara 0,1 cd gånger det minsta

avståndet mellan armaturerna. Om avståndet mellan armaturerna är kortare än tunnelbredden ska ljusstyrkan vara minst 0,1 cd gånger hypotenusan av halva armaturavståndet och tunnelns bredd. Avstånden i dessa beräkningar ska mätas i meter.

### G.3.2.4 Vägledande markeringar

Skyltar för vägledande markeringar ska ha sådan storlek och luminans att de syns tydligt av trafikanter.

Skyltar ska vara belysta eller genomlysta. Belysningen ska vara avbrottsfri.

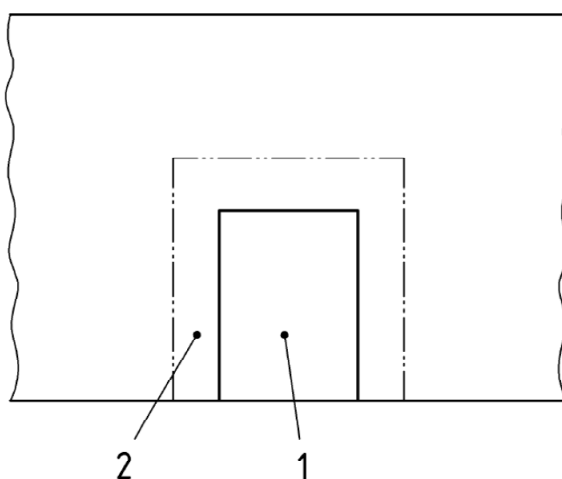
Utrymningsvägar skall markeras med en skylt ovanför dörren. Vägen till en utrymningsväg skall skyltas på sidoväggarna på en höjd av 1,0–1,5 m.

Skyltsymboler i trafikutrymmet ska utformas enligt Vägmarkesförordningen E28 och E29 för nödutgång (utrymningsväg) respektive väg till nödutgång. Vägledande markeringar ska utformas enligt ”Arbetsmiljöverkets kungörelse, Skyltar och signaler, AFS 2008:13” (Arbetsmiljöverket).

### G.3.2.5 Nödutgångsbelysning

För att göra nödutgångarna med sina platser och geometrier mer synliga och igenkännliga för trafikanterna ska dessa belysas. Den belysta ytan ska inkludera dörren och ett utvidgat område av tunnelväggen runt dörrkarmen. Se figur G.3-1.

Ljuset från nödutgångsbelysning ska ge en god färgåtergivning på gröna ytor.



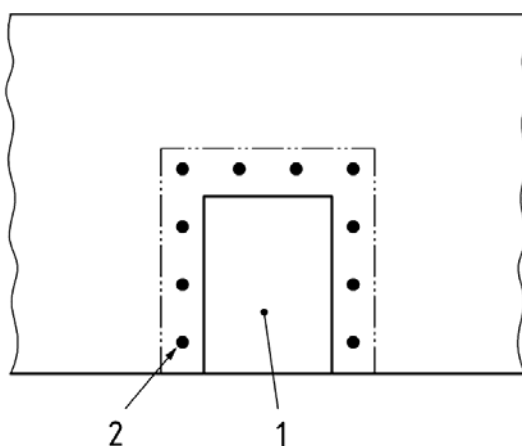
- 1) Nödutgång
- 2) Belyst yta på tunnelväggen

**Figur G.3-1 Belysning av nödutgång**

### G.3.2.6 Markering av nödutgång

Gröna markeringsljus i form av blyxtljus ska finnas runt eller på båda sidor om nödutrymningsdörren. Ett exempel på placering visas i figur G.3-2.

I en nödsituation ska lamporna blinka för att fånga de flyende fotgängarnas uppmärksamhet. Lamporna ska blinka med en frekvens inom intervallet 1 - 2 Hz. Ljusintensitet ska vara minst 150 cd i alla riktningar de kan ses av en utrymmande fotgängare.



- 1) Nödutgång
- 2) Markeringsljus (blyxtljus)

**Figur G.3-2 Exempel på placering av markeringsljus**

## G.3.3 Belysning i driftutrymmen och utrymningsvägar

### G.3.3.1 Allmänbelysning

Allmänbelysning i driftutrymmen ska ge en belysningsstyrka av minst 200 lux och i utrymningsvägar minst 40 lux.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

### G.3.3.2 Utrymningsbelysning i driftutrymmen och utrymningsvägar

Flyktvägsbelysning ska automatiskt kopplas in vid bortfall av allmänbelysning samt vid utrymningslarm. Belysningen ska vara avbrottsfri. Manuell inkoppling ska också vara möjlig.

Flyktvägsbelysningen i utrymningsvägar ska ge en belysningsstyrka av minst 2 lux.

## G.4 Kraftförsörjning

### G.4.1 Allmänt

För elektriska installationer ska Elsäkerhetsverkets föreskrifter samt kraftleverantörens bestämmelser och anvisningar följas.

Huvudkraftanläggningen ska kompletteras med en reservkraftanläggning.

All reservkraftsmatning ska vara online.

En reservkraftanläggning ska förse följande funktioner med kraft om funktionen krävs enligt B:

1. Reservbelysning i trafikutrymmet.
2. Nödbelysning i trafikutrymme, utrymningsvägar samt sidoutrymmen.
3. Vägledande markeringar.
4. Körfälts- och infartssignaler samt infartsbommar.
5. Informationsskyltar vid tunnelmynning och i tunnel.
6. Styr- och övervakningsutrustning inkl ITV-utrustning, trafikdetekterings- och branddetektionssystem.
7. Radiokommunikationsanläggning och telebaserad säkerhetsutrustning.
8. Eluttag för räddningstjänst.
9. Sprinkler- och brandpostpumpar samt för säkerheten viktiga vatten- och avloppspumpar.

Om byggherren så anger ska även strömförsörjning av andra installationer än reservbelysning i trafikutrymme, nödbelysning och belysning av vägledande markeringar vara avbrottsfri. För funktioner som inte kräver avbrottsfri strömförsörjning ska reservkraftanläggningen kopplas in inom 30 sekunder.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

### G.4.2 Utformning

En kabel i mark, vatten eller i ett utrymme där vatten kan komma in ska förläggas enligt SS 424 14 37.

En kabel som ingår i en säkerhetsutrustning ska i största möjliga utsträckning förläggas skyddat mot brand och påkörning.

Kabel förlagd på stege eller konsoler ska uppfylla kraven för brandspridningsklass F4 enligt SS 424 14 75.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

### G.4.3 Dimensionering

Kraftförsörjningssystemet ska ha minst 25 % reservkapacitet.

Reservkraft ska finnas under hela utrymningstiden.



## **G.5 Ventilation**

### **G.5.1 Allmänt**

Ett ventilationssystem ska utformas och dimensioneras så att krav i B uppfylls.

En ventilationsutrustning i ett trafikutrymme ska ha en hög tålighet mot mekanisk påverkan.

En fläkt ska vara statiskt och dynamiskt balanserad. Fläkten ska vid behov monteras på vibrationsisolatorer.

En elmotor till en fläkt ska vid behov skyddas mot kondensutfällning.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

### **G.5.2 Utformning**

#### **G.5.2.1 Huvudfläktar**

En huvudfläkt ska kunna flödesregleras.

En fläkt ska förses med utloppsdiffusor. En reversibel huvudfläkt ska även förses med inloppsdiffusor.

#### **G.5.2.2 Impulsfläktar**

Impulsfläktar ska utformas så att en så laminär luftströmning som möjligt erhålls.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

#### **G.5.2.3 Uteluftintag**

Ett luftintagsgaller ska utformas och placeras så att föroreningar, vatten, snö, löv och skräp etc. inte kan sugas in eller täppa till intagsöppningarna.

Avluft från huvudfläktar ska inte kunna tränga in i uteluftintag.

Ljuddämpare med porösa absorbenter ska vara utformade så att de kan rengöras.

#### **G.5.2.4 Avluftutsläpp**

Avluftutsläpp ska anordnas så att kraven på luftkvalitet i tunnelns omgivning uppfylls.

#### **G.5.2.5 Stoftavskiljare**

En stoftavskiljningsanläggning får inte antas kunna minska halten gaser.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

## **G.5.3 Dimensionering**

### **G.5.3.1 Allmänt**

Ett ventilationssystem ska dimensioneras med beräkningar för det luftflöde som krävs och enligt de förutsättningar som anges i B.

Hänsyn till kolvverkan från fordon ska tas oberoende av om fordonshastigheten är högre eller lägre än beräknad lufthastighet i tunneln.

Vid dimensionering av en ventilationsanläggning med impulsfläktar får lufthastigheten i trafikutrymme inte överstiga 10 m/s vid enkelriktad trafik och 7 m/s vid dubbelriktad trafik.

Vid dimensioneringen med avseende på brandgaskontroll ska det beaktas att fläktar nära brandhärden kan slås ut.

Vid dimensioneringen ska utöver de faktorer som anges i B följande faktorer inverkan på luftströmningen beaktas och redovisas:

- Att mynningar av olika tunnelrör eller ventilationstorn är belägna nära varandra.
- Att tunnlar korsar varandra eller förgrenar sig.
- Vindpåverkan mot tunnelmynning och andra meteorologiska faktorer.
- Hängande vägmärken.
- Trafikens kolvverkan.
- Trafikens riktningsfördelning i längsventilerade tunnlar med dubbelriktad trafik.

Om fläktventilation inte behövs ska detta påvisas genom beräkningar.

### **G.5.3.2 Redovisning**

Använda beräkningsmetoder, beräkningsgång och gjorda antaganden ska redovisas och motiveras. I beräkningarna ska ventilationsanläggningens utnyttjande i olika situationer redovisas. Härmed avses redovisning av t.ex. anläggningens förväntade drifttid.

Resultatredovisningen ska minst omfatta luftflöde, luftriktning, tryckfall samt emissionsfaktorer och halter för varje beräkningsavsnitt. Bidraget till luftflödet från naturlig ventilation respektive fläktventilation ska redovisas.

## **G.6 Vatten, avlopp och dränering**

### **G.6.1 Allmänt**

En tunnel ska förses med system avvattning av vägbana samt insamling och bortledning av dräneringsvatten. Avvattning av vägbana och dräneringsvatten ska ha separerade system. System för vatten, avlopp och dränering ska utformas så att de inte skadas genom frysning.

Dränering av vägkonstruktionen utformas enligt krav i detta avsnitt.

Brunnar ska placeras utanför körbanan.

Vatten- och avloppsledningar ingjutna i betong ska avseende risken för frysning dimensioneras för köldmängd med återkomsttid 50 år enligt bilaga CA. Övriga vatten- och avloppsledningar ska avseende risken för frysning dimensioneras för medelköldmängd enligt bilaga CA.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

### **G.6.2 Vattenförsörjning**

Inomhusbrandposter ska uppfylla kraven i SS-EN 671-1.

Brandpostnätet ska utformas enligt "Allmänna vattenledningsnät, Anvisningar för utformning, förnyelse och beräkning" (Svenska vatten- och avloppsverksföreningen). Nätet ska utformas som ett s.k. konventionellt system.

Utrustning för släckning ska vara märkt enligt AFS 2008:13 (Arbetsmiljöverket).

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

### **G.6.3 Avlopp**

Sidoutrymmen och utrymmen bakom barriärer som försetts med vattenanslutningar ska förses med avlopp.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

### **G.6.4 Dränering**

#### **G.6.4.1 Allmänt**

Krav på torrläggingsnivåer för vägkonstruktioner framgår av TRVK Väg, 5.1.

En dräneringsledning ska vara utformad med ett minsta innermått av 90 mm och ska förläggas med en minsta längslutning av 5 ‰.

En dräneringsledning tvärs tunnel ska vara utformad som en tät ledning.

En dräneringsledning ska vara försedd med rensbrunnar med sandfång. Avståndet mellan brunnarna ska vara högst 100 m.

En rensbrunn med diameter 200 - 300 mm ska installeras i en dräneringslednings högpunkt.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

## **G.6.4.2 Tunnel i berg**

En tunnels schaktbotten ska utformas så att avrinning och dränering sker både i tunnels tvär- och längdled.

Dränering ska placeras i bottenens lågpunkt och med lägsta öppning minst 1 m under vägytan.

Utrymme bakom barriärer ska dräneras.

För att uppfylla krav på dränering av vägöverbyggnaden ska det under denna finnas minst 0,3 m vattengenomsläppligt material. Krav på dränerande fyllningsmaterial framgår av avsnitt B.5.

En dräneringsledning ska via brunnar anslutas till en uppsamlade ledning. Utlopp från en dräneringsledning till en uppsamlingsledning ska anordnas med högst 400 m avstånd. Ledningen utformas så att vattenflöde och vattenkvalitet kan mätas.

## **G.6.5 Avvattning**

### **G.6.5.1 Allmänt**

En avvattningsanordning ska samla upp och avleda dag-, och spolvatten samt vatten från brandbekämpning från vägytan och vägområdet så att översvämning och andra olägenheter inte uppstår. En avvattningsanordning ska utformas så att brännbar eller toxisk vätska kan samlas upp och tas om hand.

Dagvatten från utanförliggande väg- och markytor ska förhindras att rinna in i tunneln.

I en tunnel ska dagvattenbrunnar anslutna till ledningar för uppsamling av dagvatten anordnas. Avvattningsytan för en brunn ska vara högst 250 m<sup>2</sup> och avståndet mellan brunnarna i vägriktningen ska vara högst 30 m.

I en tunnels lågpunkter ska pumpgröpar eller pumpstationer anordnas.

Dagvattenbrunnar och nedstigningsbrunnar ska utformas med sandfång och vattenlås.

En ränna med betäckning får användas som alternativ till dagvattenbrunnar. En betäckning till en ränna ska ha samma justeringsmöjlighet som en brunnsbetäckning.

För en dagvattenbrunn i en bottenplatta av betong ska brunnsöverdelen eller betäckningen ha hål så att den fungerar som grundavlopp. Hålen ska utformas så att ytvatten inte kan rinna in i beläggningen.

Betäckningar till nedstigningsbrunnar ska vara läsbara.

Vattenflöden och vattenkvalitet ska vara mätbara.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

### **G.6.5.2 Avvattning av tunnlar avsedda att upplåtas för transporter av farligt gods**

En dagvattenbrunn ska utformas så att en brand inte kan spridas in i en utgående ledning.

Med ändring av vad som anges under G.6.5.1 gäller att avvattningsytan för en brunn ska vara högst 200 m<sup>2</sup> och avståndet mellan brunnarna i vägriktningen ska vara högst 20 m.

Avvattningssystemet ska ha sådan kapacitet att ett momentant utsläpp av 10 m<sup>3</sup> vätska rinner av från vägytan inom två minuter. Kapaciteten hos högst två brunnar får utnyttjas. Vätskan får förutsättas ha egenskaper motsvarande vatten med temperaturen 10 °C.

## **G.6.6 Avsättningsmagasin**

Om byggherren så anger ska avsättningsmagasin utföras.

Ett avsättningsmagasin ska förses med vattenlås, oljeavskiljare och rensningsanordning. Den dimensionerande avsättningstiden ska sättas till 36 timmar.

Utloppet från ett avsättningsmagasin ska kunna stängas.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

## G.7 Övrigt

### G.7.1 Anordningar för avstängning av trafik

Avstängningsanordningar ska finnas vid samtliga tillfartsmyningar samt vid tillfarternas början i vägkorsning eller trafikplats.

Avstängningsanordning ska ha en funktion som förhindrar stängning om stängningen innebär att fara uppstår för trafikanterna i anordningens närhet.

Styrsystemet för en avstängningsanordning ska samordnas med infartssignaler och eventuella körfältssignaler.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

### G.7.2 Skyddsanordningar

En längsgående skyddsanordning i en tunnel ska utgöras av en betongbarriär. Barriären ska utformas för exponeringsklass XD3/XF4 i livslängdsklass L50.

En skyddsanordning ska minst uppfylla kraven för skaderiskklass C enligt SS-EN 1317-2, 3.3. Om en barriär utformas som fristående betongelement utan förbindning mellan elementen får förskjutningen i sidled mellan två intilliggande element vid en påkörning motsvarande provning TB32 enligt SS-EN 1317-2 vara högst 50 mm.

En skyddsanordning ska tåla tvättning med borste, rengöringsmedel och högtrycksspolning. Beträffande högtrycksspolning, se TRVR Tunnel, B.1.

Korta öppningar i en betongbarriär kan fyllas med vägräcke av stål med kapacitetsklass N2 enligt SS-EN 1317-2. Navföljaren ska gå omlott med betongbarriären och fästas in i denna. Vägräckets eftergivlighet ska beaktas vid utformningen av betongbarriärens ändar, t.ex. genom fasning av dessa. Se även krav på övergångar mellan räcken i VGU.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

### G.7.3 Handbrandsläckare

En handbrandsläckare ska uppfylla krav enligt SS-EN 3-7 och innehålla 6 kg ABC-pulver och minst klara provbål 34A och 183B.

Skyltsymbol i trafikutrymmet ska vara av typ G9 "Brandsläckare" enligt Vägmärkesförordningen (SFS 2007:90).

Utrustning för släckning ska vara märkt enligt AFS 2008:13 (Arbetsmiljöverket).

# H. Installationer i järnvägstunnlar

## H.1 Allmänt

I TRVK Tunnel anges krav för de installationer som behövs för att skapa och upprätthålla tunnelns funktion och erforderlig säkerhet vid användning samt vid inspektion och underhållsarbete. Installationer för järnvägssystemet i övrigt behandlas i andra publikationer.

System och komponenter ska väljas från ett livscykelperspektiv och installerade system ska analyseras och värderas med hänsyn till järnvägens övergripande krav på driftsäkerhet.

En installation, inklusive infästningsanordningar, ska utformas så att skador på ett enskilt installations- eller konstruktionselement inte ger följdskador.

Installationer inklusive infästningar ska dimensioneras med hänsyn till erforderliga utrymmen för och placering av utrustning, inklusive anslutningar, med hänsyn till järnvägssystemets funktion, aerodynamiska effekter från tågtrafik, behov av skydd mot damm, vatten, fukt och nedisning samt risken för att de vid kollaps utgör hinder för utrymning och räddningsinsats.

## H.2 Belysning

Nödbelysning och skyltbelysning behandlas under avsnitt C.2.2. Behov av belysning vid drift- och underhållsarbeten ska beaktas.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.



## H.3 Ventilation

### H.3.1 Allmänt

Om självdragsventilation inte är tillräcklig ska ett mekaniskt ventilationssystem utformas och dimensioneras så att krav i C på luftkvalitet och skydd mot spridning av band- och brandgaser uppfylls.

Om ventilationsutrustning är placerad i ett trafikutrymme ska den ha en hög tålighet mot mekanisk påverkan och fukt.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

### H.3.2 Dimensionering

Om ventilationssystem ska anordnas ska det dimensioneras med beräkningar för det luftflöde som krävs och enligt de förutsättningar som anges i C. Vid denna dimensionering ska det beaktas att

- fläktar nära brandhärden kan slås ut vilket påverkar brandgaskontrollen
- ventilationssystem och aerodynamiska förhållanden påverkar varandra.

Använda beräkningsmetoder, beräkningsgång och gjorda antaganden ska redovisas och motiveras. I beräkningarna ska ventilationsanläggningens utnyttjande i olika situationer redovisas. Förväntad drifttid ska redovisas.

## H.4 Vatten, avlopp och dränering

### H.4.1 Allmänt

Systemen för dränering, avvattning och vattenförsörjning ska utformas så att de inte skadas av frysning.

Vatten- och avloppsledningar ingjutna i betong ska avseende risken för frysning dimensioneras för köldmängd med återkomsttid 50 år enligt bilaga 4. Övriga vatten- och avloppsledningar ska avseende risken för frysning dimensioneras för medelköldmängd enligt bilaga 4.

### H.4.2 Vattenförsörjning

Behov av vattenförsörjning för brandbekämpning framgår av C.2.2.

Om byggherren så anger ska vattenförsörjning och avlopp anordnas i den omfattning som krävs med avseende på de olika utrymmenas användning och underhåll.

Vatten för andra ändamål än brandbekämpning får tas från samma system som vattnet för brandbekämpning.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

### H.4.3 Avlopp

Sidoutrymmen och utrymmen bakom barriärer som försetts med vattenanslutningar ska förses med avlopp.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

### H.4.4 Dränering

En tunnels schaktbotten ska utformas så att avrinning och dränering sker både i tunnels tvär- och längdled.

Längsgående dräneringsledningar ska placeras längs tunnelns sidoväggar.

Dräneringsledningar ska anslutas till en uppsamlingsledning via brunnar. Utlopp från dräneringsledningar till uppsamlingsledningen ska anordnas med högst 400 m avstånd.

Dräneringsledningar ska vara försedda med rensbrunnar med sandfång. Avståndet mellan brunnarna ska vara högst 100 m. För att möjliggöra spolning ska en rensbrunn med tillräcklig diameter med hänsyn till förhållandena anordnas i dräneringsledningens högpunkt eller startpunkt.

Anläggningen ska utformas så att utgående vattenflöde och vattenkvalitet kan mätas.

Dräneringssystem för tunnlar med cirkulära tvärsnitt kan kräva särskild utformning.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3

## H.4.5 Uppsamlingsmagasin

Om byggherren så anger ska uppsamlingsmagasin utföras. Ett uppsamlingsmagasin ska förses med vattenlås, oljeavskiljare och rensningsanordning.

Utloppet från ett uppsamlingsmagasin ska kunna stängas.

Objektspecifikt byggherreval, se A.1.3.

# **Bilaga 1 Litteraturförteckning**

## **1.1 Författningar**

### **1.1.1 Allmänt**

Författningar utgörs av lagar, förordningar och myndighetsföreskrifter. För författningar hänvisas alltid till grundförfattningen. Vid utförandet gäller dock även alltid alla författningar med andra författningsnummer än grundförfattningen som är ändringsförfattningar till den angivna grundförfattningen.

Anbud ska baseras på grundförfattningen och de ändringsförfattningar som utgivits vid förfrågningsunderlagets datum.

### **1.1.1 Grundförfattningar**

	Författningsnummer
Boverkets föreskrifter och allmänna råd om tillämpning av europeiska konstruktionsstandarder (eurokoder)	BFS 2011:10
Boverkets föreskrifter och allmänna råd om säkerhet i vägtunnlar	BFS 2007:11
Järnvägsstyrelsens föreskrifter om tekniska specifikationer för driftkompatibilitet vad gäller säkerhet i järnvägstunnlar (TSD säkerhet i järnvägstunnlar)	JvSFS 2008
Skyltar och signaler	AFS 2008:13
Vägverkets föreskrifter om tillämpningen av europeiska beräkningsstandarder	VVFS 2004:43
Vägmärkesförordningen	SFS 2007:90

## **1.2 Publikationer**

### **1.2.1 Allmänt**

## 1.2.2 Trafikverket

	Publikationsnummer (utgåva)
Kemiska produkter - granskningskriterier och krav för Trafikverket	TDOK 2010:310
Kemiska produkter - granskning av märkningspliktiga kemiska produkter	TDOK 2010:311
TK Geo	TK Geo 11 2011:047
TRVAMA	Anges i FU
TRVKB Obundna lager	2011:083
TRVK Bro	TRVK Bro 11 2011:085
TRVK Väg	TRVK Väg 11 2011:072
TRVR Tunnel	TRVR Tunnel 11 2011:088
TRVR Väg	2011:073

## 1.2.3 Vägverket

	Publ. nr.
Bullerskyddsåtgärder – Allmänna råd för Vägverket	2001:88
MB 802 Bärighetsutredning av byggnadsverk	2009:61
Principer för digital informationshantering i vägprojekt	2003:54 version 1.1
Tätning av bergtunnlar – förutsättningar, bedömningsgrunder och strategi vid planering och utformning av tätningsinsatser	2000:101

---

 Vägar och gators utformning, VGU

2004:80

## 1.2.4 Banverket

	Publ. nr (senast uppdaterad)
Elkraftanläggningar, elutrustning i järnvägstunnlar	BVS 543.11810 (2011)0
Telesystem, telefoni längs spår	BVS 545.22200 (2006)
Fritt utrymme utmed banan	BVF 586.20 (1998)
Projektering av bergtunnlar, Dimensionering av det bärande huvudsystemet	BVH 1585.36 (2007)

## 1.2.5 Övriga

<b>Svenskt Vatten</b>	Publ. nr./År
Allmänna vattenledningsnät, Anvisningar för utformning och beräkning	VAV P83 2001
<b>Naturvårdsverket</b>	
Externt industribuller - allmänna råd	RR 1978:5 rev. 1983
<b>Svensk Byggtjänst</b>	
Allmän material- och arbetsbeskrivning för anläggningsarbeten för anläggningsarbeten	Anges i FU
Allmän material- och arbetsbeskrivning för eltekniska arbeten	Anges i FU
Allmän material- och arbetsbeskrivning för VVS-tekniska arbeten	Anges i FU

---

### Transportstyrelsen

---

KOMMISSIONENS BESLUT av den 20 december 2007 om teknisk specifikation för driftskompatibilitet (TSD) avseende ”Säkerhet i järnvägstunnlar” i det transeuropeiska järnvägssystemet för konventionella tåg och höghastighetståg (2008/163/EG)	2008
---	------

---

Rådets direktiv 92/58/EEG av den 24 juni 1992 om minimikrav beträffande varselmärkning och signaler för hälsa och säkerhet i arbetet (nionde särdirektivet enligt artikel 16.1 i direktiv 89/391/EEG)	1992
---	------

---

## 1.3 Standarder

### 1.3.1 Allmänt

Hänvisning till standarder sker genom att standardens beteckning anges.

Om det inte i en myndighetsföreskrift eller i AMA anges att en speciell utgåva ska gälla ska den utgåva som gällde vid förfrågningsunderlagets datum tillämpas.

TRVK Tunnel får anses vara baserad på de utgåvor som gällde tre månader för utgivningen av TRVK Tunnel.

### 1.3.2 Standardförteckning

SS-EN 3-7	Brand och räddning - Handbrandsläckare - Del 7: Egenskaper, funktionskrav och provningsmetoder
SS-EN 206-1	Betong - Del 1: Fordringar, egenskaper, tillverkning och överensstämmelse
SS-EN 671-1	Brand och räddning - Fasta släcksystem - Del 1: Inomhusbrandposter med formstabil slang
SS-EN 1317-2:2010	Vägutrustning – Skyddsanordningar – Del 2: Skyddsräcken – Klassificering, prestandakrav vid kollisionstest och provningsmetoder
SS-EN 1990 - SS-EN 1999	Se A.1.2.3.2.

---

---

SS-EN ISO 2813:1999	Färg och lack - Bestämning av speglande glans på icke-metallisk färgfilm vid 20 grader, 60 grader och 85 grader.
ISO 3864-1	Graphical symbols - Safety colours and safety signs - Part 1: Design principles for safety signs and safety markings
SS-EN ISO 106848	Fästelement - Varmförzinkning av fästelement
SS-EN ISO 12944-5 Utgåva 1	Färg och lack - Korrosionsskydd av stålstrukturer genom målning - Del 5: Rostskyddssystem
SS-EN 13501-1:2002	Brandteknisk klassificering av byggprodukter och byggnadselement - Del 1: Klassificering baserad på provningsdata från metoder som mäter reaktion vid brandpåverkan
SS-EN 50132-7	Larmsystem – Utrustning och system för TV-övervakning (CCTV) Del 7: Tillämpningsanvisningar
SS-EN 50267-2-1 (1998)	Kablar - Provning av egenskaper vid brand - Provning av gaser från förbränning av material i kablar - Del 2-1: Provning - Bestämning av mängden halogensyragas
SS-EN 50267-2-2: (1998)	Kablar - Provning av egenskaper vid brand - Provning av gaser från förbränning av material i kablar - Del 2-2: Provning - Bestämning av andelen sura gaser från material genom mätning av pH och elektrisk ledningsförmåga
SS-EN 50268-2 (1999)	Denna standard är upphävd.
SS 13 70 03	Betong - Användning av EN 206-1 i Sverige
SS 424 14 37	Kabelförläggning i mark
SS 424 14 75	Kablar - Provning av egenskaper vid brand

---



---

## ***Bilaga 2 Objektspecifika byggherreval till TRVK Tunnel***

### **2.1 Allmänt**

Nedan förtecknas de objektspecifika val som byggherren ska eller kan göra i anslutning till TRVK Tunnel. De för ett projekt angivna byggherrevalen ska tillämpas i projektet.

Vissa av de objektspecifika byggherrevalen är för konstruktionsarbetet eller utförandet nödvändig information. Dessa är i förteckningen i 2.2 formulerade med ska. De övriga objektspecifika byggherrevalen är för byggherren fria val.

### **2.2 Förteckning**

Förteckningen är upprättad med samma koder som rubrikerna i TRVK Tunnel. Då flera val kan göras under samma kod har valen delats upp och littererats. En sådan littera motsvarar i vissa fall littera under koden i TRVK Tunnel.

---

A.1.1	a)	Vid en förbättring ska byggherren ange i vilken omfattning kraven ska gälla.
	b)	Vid en förbättring kan byggherren modifiera vissa av kraven avseende säkerhet vid användning. De modifierade kraven ska baseras på Trafikverkets övergripande krav.
A.1.5.2		Byggherren kan ange att vissa delar av konstruktionsredovisningen upprättas av entreprenören.
A.1.8.1		Byggherren kan välja att låta utföra Förundersökning berg och upprätta Ingenjörsgelogisk prognos före upphandling av entreprenör eller att låta entreprenören utföra dessa. I det första fallet ska byggherren ange hur osäkerheter ska värderas och graderas.
A.2.1	a)	Byggherren ska om kontrollärenden ska sändas in per post ange till vilken adress handlingarna ska sändas.
	b)	Byggherren kan ange att kontrollärenden får sändas in med e-post och i så fall till vilken adress.

---

	c)	Byggherren kan ange att handlingarna ska göras tillgängliga i ett dokumenthanteringssystem och att insändandet sker genom avisering per e-post.
A.2.4.2.1	a)	Byggherren ska ange handläggningstider för konstruktionsredovisning för andra konstruktioner än de som behandlas TRVK Bro.
	b)	Byggherren kan ange att det får gå mindre än 10 dagar mellan försändelser.
A.2.4.5.2		Byggherren kan ange en större omfattning.
A.3.1		Byggherren ska ange vad konstruktionsredovisningen för installationer ska omfatta och hur den ska vara utformad.
A.3.3.3.1		Byggherren kan ange resultatet av redan utförda utredningar.
A.3.3.3.2		Byggherren kan ange resultatet av redan utförda utredningar.
A.3.3.4		Byggherren kan ange resultatet av redan utförda utredningar.
A.3.3.5.1		Byggherren kan ange ytterligare krav för beräkningar och utredningar för installationer.
A.3.3.5.2.1		Byggherren kan välja att utföra vissa av utredningarna och beräkningarna för ventilationsanläggningen. Resultatet av dessa anges då som förutsättningar för dimensioneringen.
A.3.3.5.2.2		Om ett ventilationssystem krävs ska byggherren ange förutsättningar för dimensioneringen, baserat på säkerhetsanalysen.
A.3.4.3.4		Byggherren ska ange detaljerade krav på detaljredovisningen av installationer.
A.3.5.2		Byggherren ska ange krav avseende material, utförande och kontroll för installationer.
A.3.5.4		Byggherren kan ange att en arbets- och metodbeskrivning ska upprättas även vid andra arbeten än de angivna.
A.3.5.5		Byggherren kan ange ytterligare krav på omfattning och detaljering av drift- och underhållsplanen.

---

---

B.1	<p>a) Byggherren ska ange motsvarande utformningskrav för utrymningsvägar och räddningsvägar.</p> <p>b) Byggherren kan ange motsvarande utformningskrav för utrymmen för installationer och andra driftutrymmen i form av t.ex:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– utrymmen för fläktar,</li> <li>– utrymmen för VA-anläggningar,</li> <li>– nischer för viktavspänningar för kontaktledning och</li> <li>– utrymmen för teknikhus.</li> </ul>
B.1.1	Byggherren kan för andra anläggningsdelar eller installationer än bärande huvudsystem ange andra tekniska livslängder. Kortare livslängder än de i tabell B.1-1 angivna ska motiveras med LCC-analys.
B.1.2.3	Byggherren ska ange skyddsfyllningens funktion, uppbyggnad, tjocklek, utsträckning och släntlutningar.
B.1.3.1	<p>a) Byggherren kan ange uppgifter om vilka maskiner som ska förutsättas vid drift- och underhållsarbeten.</p> <p>b) Byggherren ska ange krav på anordningar och utrymmen som behövs för drift och underhåll i form av</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- avstängningsanordningar</li> <li>- parkeringsfickor</li> <li>- vändplatser.</li> </ul> <p>c) Byggherren kan ange krav avseende drift- och underhållspersonalens arbetsmiljö och möjlighet till utrymning.</p>
B.1.3.2	<p>a) Byggherren ska ange vilken utrustning, t.ex. stegar, som ska förutsättas vid inspektioner, drift- och underhåll.</p> <p>b) Byggherren kan ange för vilka anläggningsdelar fjärrinspektion får förutsättas.</p> <p>c) Byggherren kan ange att bergbultar ska kunna kontrolleras med oförstörande provning under den tid tunneln är i drift.</p>
B.1.4.1	Byggherren kan ange hårdare krav på största

---

		tillåtna mängd inläckande vatten vid lokala inläckningsställen.
B.1.4.2		Byggherren ska ange krav på tillåten mängd inläckande vatten med avseende på skadlig omgivningspåverkan.
B.1.5		Byggherren kan ange omfattning av vatten- och frostsäkring samt krav på material och utformning.
B.2.1	a)	Byggherren kan om tunnelns längd är större 100 men högst 300 m ange att infartssignaler ska anordnas.
	b)	Byggherren ska ange tunnelklass.
	c)	Byggherren kan ange ytterligare krav på utformning och utrustning med avseende på säkerhet vid användning.
	d)	Byggherren kan för en vägtunnel med längd $\leq 100$ m ange att tunneln ska ha höjdbegränsningsportaler.
B.2.2.1	a)	Byggherren kan ange vilket av alternativen styv respektive vek höjdbegränsningsportal som ska förutsättas.
	b)	Byggherren kan ange att en vek höjdbegränsningsportal ska kompletteras med givare som aktiverar stoppsignaler placerade mellan portalen och tunnelmynningen.
	c)	Byggherren kan ange att tunneln ska förses med infartssignaler och bommar.
B.2.2.2	a)	Byggherren ska ange detaljer beträffande styrning av körfältssignaler.
	b)	Byggherren kan ange detaljerade krav på branddetektionssystem och utrymningslarm.
	c)	Byggherren kan ange att branddetektion också ska finnas i utrymningsvägar eller i sidoutrymmen.
	d)	Byggherren kan ange ytterligare krav.
B.2.2.3	a)	Byggherren kan ange att tunneln ska förses med ytterligare trafikövervakningsfunktioner, trafikinformationssystem, trafikstyrningssystem, övervakningsfunktioner eller med ett förstärkt brandskydd. Byggherren ska då också ange detaljerade krav för dessa.

---

	b)	Byggherren kan ange ytterligare krav.
B.2.3	a)	Byggherren kan ange detaljerade krav på utformning av nischer och utrustning i nischerna, som t.ex. hjälptelefoner, brandsläckare.
	b)	Byggherren kan ange detaljerade krav på hur skyddsbarriär eller motsvarande ska placeras och utformas med hänsyn till evakuering, risk för påkörning, etc.
B.2.4	a)	Byggherren kan ange att vändplatser ska anordnas. Byggherren ska då också ange de geometriska kraven på vändplatserna.
	b)	Byggherren ska ange detaljer beträffande TV-övervakning och larmpunkter för trafikincidenter.
	c)	Byggherren kan ange att överfarter mellan tunnelrören eller mellan anslutande vägar utanför tunnelmynningarna ska anordnas. Byggherren ska då också ange de geometriska kraven på överfarterna.
B.3.1	a)	Byggherren ska, baserat på en utredning, ange den sammanlagda tid för utrymning och räddningsinsats som tunneln ska utformas och dimensioneras för.
	b)	Byggherren ska ange vilken säkerhetsutrustning en tunnel ska utrustas med.
B.3.2	a)	Byggherren kan ställa krav på vilken metod som ska användas för att säkerställa att risken för spjälkning är acceptabel.
	b)	Byggherren kan ange krav på maximal avspjälkning vid brandprovning.
	c)	Byggherren kan ange krav på fibrer; innehåll, storlek kvalitet mm.
B.3.3		Byggherren kan ange krav på att skydd mot uppkomst av brand ska anordnas.
B.3.4		Byggherren kan ange detaljerade krav på branddetektionssystemet.
B.3.5	a)	Byggherren kan ange att ytterligare utrustning för brandbekämpning ska installeras. Byggherren ska då ange detaljerade krav på utrustningen.
	b)	Byggherren kan ange att en sprinkleranläggning ska installeras. Byggherren ska då också ange

---

---

		detaljerade krav på anläggningen.
B.3.6.2		Byggherren kan ange kompletterande krav avseende brandsektionering.
B.3.6.3.1	a)	Byggherren kan ange ytterligare krav på systemet för brandgaskontroll.
	b)	Byggherren kan ange dimensionerande brandeffekt.
B.3.7.2		Byggherren kan ange gränsvärden för kritiska förhållanden för toxiska gaser.
B.3.7.4		Byggherren kan ange ytterligare krav på åtgärder som hindrar att brandgas och rök sprider sig.
B.3.7.5		Byggherren ska ange omfattning och placering av utrymningsvägar och räddningsrum samt förutsättningar för dimensionering av dessa.
B.3.7.6		Byggherren ska ange dimensionerade antal personer i förhållande till utrymningstid.
B.3.8	a)	Byggherren ska ange krav avseende utnyttjande av utrymningsvägar som angreppsvägar.
	b)	Byggherren ska ange krav på avstånd mellan angreppsvägar.
	c)	Byggherren ska ange krav på omfattning, utformning och bärighet för räddningsvägar.
	d)	Byggherren ska ange krav avseende tillgång till vatten för brandsläckning.
	e)	Byggherren ska ange krav avseende installationer för räddningstjänstens kommunikation.
	f)	Byggherren ska ange krav avseende omhändertagande av farliga vätskor.
	g)	Byggherren kan ange ytterligare krav för underlättande av räddningsinsats.
B.4.3		Byggherren kan ange kravvärden och kontrollprogram för uppföljning av kravvärden för buller och vibrationer.
B.4.4.2	a)	Byggherren ska ange högsta tillåtna halter av kvävedioxid och kolmonoxid.
	b)	Byggherren kan utföra emissionsberäkningen och ange resultatet.

---

B.4.4.3	a)	Byggherren kan ange hur förorenad luft ska släppas ut.
	b)	Byggherren kan ange krav utöver de som bestäms av lag och myndighetsföreskrift.
B.5.3.1		Byggherren ska ange krav för uppbyggnad av körbara ytor utanför trafikutrymmet.
B.5.3.4		Byggherren ska ange krav på tätskikt och beläggning för eventuella körbara ytor utanför trafikutrymmet.
C.1	a)	Byggherren kan ange utformningskrav för utrymmen för installationer och andra driftutrymmen i form av t.ex.: - utrymmen för fläktar, - utrymmen för VA-anläggningar, - nischer för viktavspänningar för kontaktledning och - utrymmen för teknikhus.
	b)	Byggherren ska ange utformningskrav på eventuella stationer i tunneln.
C.1.1		Byggherren kan för andra anläggningsdelar eller installationer än bärande huvudsystem ange andra tekniska livslängder. Kortare livslängder än de i tabell B.1-1 angivna ska motiveras med LCC-analys.
C.1.2.3		Byggherren ska ange skyddsfyllningens funktion, uppbyggnad, tjocklek, utsträckning och släntlutningar.
C.1.3.1	a)	Byggherren kan ange uppgifter om vilka maskiner som ska förutsättas vid drift- och underhållsarbeten.
	b)	Byggherren kan ange krav avseende drift- och underhållspersonalens arbetsmiljö och möjlighet till utrymning.
C.1.3.2	a)	Byggherren ska ange vilken utrustning, t.ex. stegar, som ska förutsättas vid inspektioner, drift- och underhåll.
	b)	Byggherren kan ange för vilka anläggningsdelar fjärrinspektion får förutsättas.
	c)	Byggherren kan ange att bergbultar ska kunna kontrolleras med oförstörande provning under den

---

		tid tunneln är i drift.
C.1.4.1		Byggherren kan ange hårdare krav på största tillåtna mängd inläckande vatten vid lokala inläckningsställen.
C.1.4.2		Om krav på tillåten mängd inläckande vatten med avseende på skadlig omgivningspåverkan ställs ska byggherren ange dessa.
C.1.5		Byggherren kan ange omfattning av vatten- och frostsäkring samt krav på material och utformning.
C.2.2.2.2	a)	Byggherren kan ställa krav på vilken metod som ska användas för att säkerställa att risken för spjälkning är acceptabel.
	b)	Byggherren kan ange krav på maximal avspjälkning vid brandprovning.
	c)	Byggherren kan ange krav på fibrer; innehåll, storlek kvalitet mm.
C.2.3		Där säkerhetsanalysen visar på att det krävs ytterligare åtgärder för att säkerställa säkerheten i tunneln , ska byggherren ange vilka dessa är. Åtgärderna kan avse <ul style="list-style-type: none"> <li>- skydd mot uppkomst av brand,</li> <li>- branddetektion,</li> <li>- skydd mot spridning av brand och brandrök samt</li> <li>- brandbekämpning.</li> <li>- underlättande av utrymning</li> <li>- underlättande av räddningsinsats</li> <li>- allmän nödutrusning.</li> </ul> Byggherren ska i så fall ange vilka krav som ställs på sådana anordningar.
C.3.3		Byggherren kan ange kravvärden och kontrollprogram för uppföljning av kravvärden för buller och vibrationer från olika källor, som tågtrafik och installationer
C.3.4	a)	Byggherren kan ange om annan metod än självventilation förutsätts.
C.4	a)	Byggherren kan ange bergrensningsklass.
	b)	Byggherren kan ange att oballasterat spår förutsätts.



---

	c)	Byggherren ska ange hastighetsstandard och linjeklass.
	d)	Byggherren ska ange vilken trafik som förutsätts: - trafikmängd, - passagerarmängd, - typ av godstransporter samt - fordonstyper och lastprofiler.
	e)	Byggherren ska ange krav på spårgeometri
	f)	Byggherren ska ange normalsektioner.
D.1.2		Byggherren kan ange krav på största tillåten deformation eller deformationskillnad samt krav på sannolikheten för överskridande av dessa krav.
D.1.4		Byggherren kan ange andra mått för de fyllningar som ska antas vara bortschaktade
D.2		Byggherren ska ange förutsatt geoteknisk kategori.
D.3.1	a)	Byggherren ska ange lastförutsättningar för byggnader belägna över eller intill tunneln.
	b)	Byggherren kan ange speciella lastförutsättningar.
D.3.2.2.3		Byggherren kan ange att en permanent avschaktning eller uppfyllning ovan tunnel ska beaktas. Byggherren ska då också ange detaljerade krav för detta.
D.3.2.6		Byggherren kan ange förutsättningarna för beräkning av påhängslast.
D.3.2.7	a)	För objektspecifika byggherreval för en väg i, på eller intill en tunnel, se TRVK Bro, bilaga 2, B.3.4.1.3.
	b)	För objektspecifika byggherreval för en gång- och cykelväg i, på eller intill en tunnel, se TRVK Bro, bilaga 2, B.3.4.1.4.
	c)	För objektspecifika byggherreval för en järnväg i, på eller intill en tunnel, se TRVK Bro, bilaga 2, B.3.4.1.5.
D.3.2.8.1		Byggherren kan ange lägre lastvärden för konstruktioner belägna på ett större avstånd än 3 m från passerande fordon.
D.3.2.8.2		Byggherren kan ange andra lufttryck för tunnlar där fri area eller dimensionerande tågastighet

---

		avviker från de i tabell 6.3-1 angivna.
D.3.2.9	a)	Byggherren ska ange vilka temperaturer som ska antas råda i omgivande jord och berg.
	b)	Byggherren kan för de delar av tunneln som normalt dimensioneras för medelköldmängd ange att de ska dimensioneras för en köldmängd med 50 års återkomsttid.
	c)	Byggherren kan ange andra temperaturdata, baserat på en utredning som beaktar att lufttemperaturen inuti tunneln påverkas av faktorer som läge, längd, längslutning, höjdskillnad mellan påslag och ventilationsförhållanden samt av de geografiska och meteorologiska förhållandena.
D.3.2.10		Byggherren kan ange andra laster för sidoutrymmen. Detta kan t.ex. avse ytor som kan komma att belastas vid underhåll av större installationer.
D.3.2.11		Byggherren kan ange att ett annat, tyngre, utryckningsfordon ska förutsättas.
D.3.2.13		Byggherren kan ange att en tunnel som är belägen i fritt vatten ska dimensioneras för is- och strömtryck. Byggherren ska då också ange värden för dessa laster.
D.3.2.15		Byggherren kan ange andra förutsättningar för lastens storlek och angreppssätt.
D.4.4	a)	Byggherren kan ange att en tunnel vars kollaps kan leda till kollaps i en byggnad belägen över eller intill tunneln ska dimensioneras för kurva III i figur D.4-1. Gäller dock inte betongkonstruktioner i en järnvägstunnel som ska dimensioneras för brand enligt figur D.4-2.
	b)	Byggherren kan ange att en tunnel omgiven av jord eller berg och belägen under grundvattenytan ska dimensioneras för kurva III i figur D.4-1. Gäller dock inte betongkonstruktioner i en järnvägstunnel som ska dimensioneras för brand enligt figur D.4-2.
	c)	Byggherren ska ange lastvärden för eventuella sidoutrymmen eller utrymnings- och angreppsvägar där brandbelastningen överstiger 200 MJ/m <sup>2</sup> .
D.4.5		Byggherren kan ange att ett bärande huvudsystem

		av berg ska dimensioneras med avseende på explosionslast. Byggherren ska då ange lastförutsättningar.
D.4.7		Byggherren kan ange andra lastvärden för extrem blocklast samt ange hur hänsyn ska tas till andra tunneldimensioner.
D.4.9	a)	Byggherren kan ange att andra exceptionella dimensioneringssituationer än de som anges i D.4 också ska beaktas. Byggherren ska då också ange förutsättningarna för dessa.
	b)	Byggherren kan ange att en tunnel under eller intill en byggnad ska dimensioneras för den last som belastar tunneln efter en kollaps i byggnaden.
E.1.2		Byggherren kan ange ytterligare krav.
E.1.3.2.1		Byggherren kan ange andra krav på rostskydd för bergbultar med 40 års teknisk livslängd.
E.1.3.2.2		
E.1.3.2.3		Byggherren kan ange att ett rostskyddssystem med varmförzinkning kombinerat med ytskydd av värmehärdad epoxi ska användas.
E.1.4		Byggherren kan ange att stålfiberarmerad sprutbetong ska ha ett skyddande sprutbetongskikt utan stålfibrer även i utrymmen som inte är i vägmiljö.
E.2.2		Byggherren kan ange krav på tillåtna deformationer och deformationsskillnader.
F.2.2	a)	Byggherren ska om anslutande berg ska utgöra skydd mot inläckning av vatten ange krav på tätinjektering.
	b)	Byggherren ska ange på vilka ytor tätskikt ska utföras. Byggherren ska då också ange omfattning samt krav på material och utförande.
F.2.3.1		Byggherren kan ange principen för mätning, t.ex. avvägning av dubbar eller optisk fiberkabel.
F.2.3.2		Byggherren ska ange på vilka ytor anslutningar för elektrokemisk potentialmätning ska placeras.
F.2.4.1.1		Byggherren kan ange att ett katodiskt skydd ska installeras. Byggherren ska då också ange detaljerade krav för det katodiska skyddet.
F.2.4.1.2	a)	Byggherren kan ange att vissa angivna ytor ska

		skyddsimpregneras mot inträngning av klorider och vatten.
	b)	Byggherren kan ange att vissa angivna ytor ska skyddsimpregneras med klotterskyddsmedel.
F.2.4.2		Byggherren kan ange att ett katodiskt skydd ska installeras. Byggherren ska då också ange detaljerade krav för det katodiska skyddet.
F.3.1		Byggherren ska ange tillåtna värden på deformationer för en tunnelmonolit och på deformationsskillnader mellan monoliter.
G.1		Byggherren ska ange detaljerade krav för installationer i olika utrymmen.
G.2.2.1		Byggherren ska ange krav på omfattningen av övervakning, automatisk styrning och manuell styrning.
G.2.2.2		Byggherren kan ange att TV-övervakning ska installeras. Byggherren ska då också ange detaljkrav på installationen.
G.2.2.3		Byggherren ska ange krav på givares och detektorers noggrannhet, utlösningsskrav för branddetektorer samt krav på kalibrering.
G.2.3.1	a)	Byggherren kan ange att en larmanläggning ska installeras. Byggherren ska då också ange detaljerade krav för anläggningen.
	b)	Byggherren ska för en vägtunnel ange krav på åtgärd vid larm för hög koncentration av kvävedioxid.
G.2.3.2	a)	Byggherren ska ange var hjälptelefoner ska placeras.
	b)	Byggherren kan ange ytterligare krav på en hjälptelefonanläggning.
G.2.3.3		Byggherren kan ange att utrymningslarm ska installeras. Byggherren ska då också ange detaljerade krav på utrymningslarmet.
G.3.1		Byggherren ska ange i vilken omfattning belysning ska installeras samt detaljerade krav på belysningen.
G.3.3.1		Byggherren kan ange om allmänbelysningen ska förutsättas vara ständigt tänd eller om den ska tändas med t.ex. rörelsesensorer eller

		dörrkontakter.
G.4.1	a)	Byggherren ska ange detaljerade krav på huvudkraftanläggningen.
	b)	Byggherren ska ange vilka funktioner utöver de nämnda som kräver avbrottsfri strömförsörjning.
G.4.2	a)	Byggherren ska ange materialkrav för olika utrymmen för kraftförsörjning för ventilation.
	b)	Byggherren ska ange omfattning av åskskydd och störningsskydd för elektriska installationer.
G.5.1	a)	Byggherren ska ange detaljerade krav för olika utrymmen.
	b)	Byggherren ska ange dimensioneringsförutsättningar för ventilationen.
	c)	Byggherren kan ange metoder för ventilation.
	d)	Byggherren kan ange ytterligare detaljkrav på ventilationen.
G.5.2.2	a)	Byggherren ska ange behovet av reversibel drift.
	b)	Byggherren kan ange att extra impulsfläktar för utvädring av ansamlade emissioner till följd av kallras ska installeras i en tunnels lågpunkter .
G.5.2.5		Byggherren kan ange att stoftavskiljare ska installeras. Byggherren ska då också ange detaljerade krav för stoftavskiljare.
G.6.1		Byggherren kan ange att brunnar får placeras i körbanan.
G.6.2	a)	Byggherren kan ange detaljerade krav för vattenuttag för rengöringsändamål, brandpost- och sprinklersystem. Byggherren ska då också ange uttagens läge och kapacitet samt för vilka flöden ledningssystemet ska dimensioneras.
	b)	Byggherren kan ange att brandposter ska ha matning från två håll.
G.6.3		Byggherren kan ange fler platser som ska förses med avlopp.
G.6.4.1		Byggherren ska ange dimensionerande inläckande vattenmängder.
G.6.5.1	a)	Byggherren ska ange vilka vattenflöden som

		ledningssystemet ska dimensioneras för.
	b)	Byggherren kan ange att dagvattenbrunnar eller nedstigningsbrunnar inte ska förses med sandfång.
G.6.6	a)	Byggherren kan ange att avsättningsmagasin ska utföras.
	b)	Byggherren ska ange de vattenflöden och den vattenvolym som ska vara dimensionerande för ett avsättningsmagasin.
	c)	Byggherren kan ange en annan avsättningstid.
	d)	Byggherren kan för en tunnel som inte kommer att tvättas och där uppsamling av utläckande vätskor inte är nödvändig ange att avsättningsmagasin inte ska utföras.
G.7.1		Byggherren kan ange att även en väg till en utfartsmynning ska kunna stängas av.
G.7.2	a)	Byggherren kan, baserat på en LCC-analys, ange att en skyddsanordning av stål får användas. Byggherren ska då också ange krav på beständighet, trafiksäkerhetsegenskaper och krav avseende möjligheter till underhåll.
	b)	Byggherren kan ange ytterligare krav på anordning av skyddsanordningar, t.ex. att krockdämpare ska anordnas vid avfartsramper. Byggherren ska då också ange krav på beständighet, trafiksäkerhetsegenskaper och krav avseende möjligheter till underhåll. Lämplig omfattning framgår av VGU.
H.2		Byggherren kan ange ytterligare krav på belysning.
H.3.1		Byggherren kan ange om ett annat ventilationssystem än själventilation ska installeras och ska i sådana fall ange krav på detta system.
H.4.2		Byggherren ska ange för vilka syften vattenförsörjning ska anordnas (rengöringsvatten, vatten för brandbekämpning etc.) samt uppgifter om uttagens läge och kapacitet. De vattenflöden som ledningssystemet ska dimensioneras för ska anges.
H.4.3		Byggherren kan ange fler platser som ska förses med avlopp.
H.4.4	a)	Byggherren ska ange dimensionerande inläckande

---

	vattenmängder.
	b) Byggherren kan ange att dräneringsledningar ska läggas utmed ena eller båda sidoväggarna.
	c) Byggherren ska ange krav på dräneringssystem vid cirkulära tunneltvårsnitt.
	d) Byggherren kan ange att uppsamlingsledning får ersättas med alternativ lösning, t.ex dräneringsrör och mätvallar.
H.4.5	a) Byggherren kan, baserat på en säkerhetsanalys enligt C.2.3, ange att uppsamlingsmagasin ska utföras.
	b) Byggherren ska i sådana fall ange de vattenflöden, den vattenvolym och den avsättningstid som ska vara dimensionerande uppsamlingsmagasinet.
Bilaga 5	Byggherren kan ange att vägmiljö ska anses råda även innanför täta inklädnader.

---

## **Bilaga 3 Redovisningskrav**

### **3.1 Allmänt**

I bilaga 3 förtecknas detaljkrav på redovisning i utredningar av en bergkonstruktions förutsättningar enligt A.1.8 och i konstruktionsredovisning enligt A.3.

### **3.2 Utredningar av en bergkonstruktions förutsättningar**

#### **3.2.1 Förundersökning berg**

En förundersökningsrapport ska innehålla följande:

- .1 Tidigare dokumenterad geologisk, geoteknisk och hydrogeologisk faktisk information, t.ex. information från kartor och uppgifter från tidigare utförda objekt. Endast faktiska undersökningsresultat från tidigare dokumenterad information får användas som underlag.
- .2 Lägen samt grundläggningssätt och konstruktionstyp för befintliga anläggningar, vägar, gator och byggnader, såväl ovan som under mark. Uppgift om typ av konstruktion, t.ex. industribyggnad, bostadshus, bro, försvarsanläggning, och material i bärande huvudsystem.
- .3 Planerad väg- eller bansträckning.
- .4 Läge och omfattning av utförda förundersökningar. Med undersökningar avses t.ex. geologisk håll- och sprickkartering, kärnborrning, seismisk undersökning, borrhålstester för vattenförlustmätning, bergspänningsmätning etc.
- .5 Resultat av utförda undersökningar. Med resultat avses t.ex. jord- och bergnivåer, seismiska hastigheter, från kärnborrningar erhållna sprickfrekvenser och bergarter, resultat från bergspänningsmätningar (spänningsförhållanden vid insitumätningar, hållfasthetsvärden från laborieförsök etc.)
- .6 Uppgift om undersökningsmetodernas noggrannhet, säkerhet och räckvidd. Protokoll över kalibreringsresultat för kontroll-, mät- och provningsutrustning som har använts vid undersökningarna ska dokumenteras.
- .7 Eventuella anteckningar och annan information om utförda undersökningar.

#### **3.2.2 Ingenjörsgelogisk prognos**

En ingenjörsgelogisk prognos ska innehålla följande:

- .1 Hänvisning till den rapport över förundersökning som prognosen grundas på.
- .2 Ritnings- och kartunderlag från förundersökningen.



- .3 Orienteringsbild som visar aktuellt tunnelavsnitts läge inom projektet.
  - .4 Tunnelavsnittets planerade läge i horisontal- och vertikalplan.
  - .5 Beskrivning av jord- och bergmassa med uppgift om:
    - markytans läge
    - bergytans läge i förhållande till planerad tunnel.
    - bergarter och bergartsgränser
    - jordarter och jordartsgränser
    - struktur
    - sprickgrupper
    - sprick- och krosszoner
    - sprickfrekvens
    - sprickfyllnad med angivande av material
    - sprickråhet
    - sprickgruppers samt sprick- och krosszoners strykning och stupning
    - bergspänningsförhållanden (insituspänningar)
    - jord- och bergmekaniska hållfasthets- och deformationsegenskaper
    - jord- och bergmassans hydrauliska konduktivitet eller transmissivitet
    - - bergklassificering enligt vedertaget klassificeringssystem (t.ex. Q-metoden eller RMR-systemet, se BVH 1585.36)
  - .6 Grundvattenförhållanden med uppgifter om bl.a. grundvattenytans läge och variation längs den planerade tunneln.
  - .7 Andra uppgifter som påverkar det bärande huvudsystemets bärförmåga, stadga, beständighet samt skydd mot inläckning av vatten.
- En ingenjörsgelogisk prognos kan även innehålla:
- .8 Bedömning av lämpliga utförandemetoder avseende t.ex. bergschaktning samt erforderliga förstärknings- och tättningsåtgärder.
  - .9 Översiktliga bergmekaniska beräkningar och injekteringsdimensioner.

## 3.3 Konstruktionsredovisning

### 3.3.1 Allmänt

Ritningar eller beskrivningar ska minst innehålla följande:

- .1 Hänvisningar till tillhörande beskrivningar och ritningar.
- .2 Uppgift om förutsatt teknisk livslängd.
- .3 Uppgift om brandklass (i förekommande fall).
- .4 Uppgifter om konstruktionens utförande (tillverkning, överhöjning, montering, ställningsoperationer) i den mån utförandet har betydelse för konstruktionens bärförmåga, stadga, beständighet eller utseende.
- .5 Uppgifter om tillfälliga åtgärder, t.ex. stämpling, som behövs för

- att upprätthålla en konstruktions bärförmåga eller stadga under utförandet.
- .6 Uppgifter för utsättningen (koordinater, fixpunkt etc.).
  - .7 Toleranser för sådana mått och andra mätbara egenskaper som har väsentlig betydelse för konstruktionens funktion.

### 3.3.2 Sammanställningsritning

En sammanställningsritning för en tunnel ska minst innehålla följande:

#### **Geografisk information**

- .1 Aktuella väg- eller järnvägsdata som bestämmer tunnelns läge i såväl horisontal- som vertikalplan.  
Norrpil.  
Koordinatmarkeringar.  
En ort av betydelse längs vägen på båda sidor om tunneln. För järnväg ska orterna vara knutpunkter.  
En vägs riktning enligt länskungörelsen.  
En orienteringsbild som visar tunnelavsnittets läge inom objektet.  
Byggnadsverkets startpunkt och slutpunkt angivna enligt instruktionen "Koordinatsättning av konstruktioner" i BaTMan.
- .2 Fixpunktens läge och höjd samt gällande höjdsystem. Läget ska anges som sektion och sidomått eller med koordinater.  
Koordinatsystem.
- .3 Hänvisning till den version av TRVK Tunnel som utgör underlag för utformning och dimensionering.
- .4 Uppgifter om vilka regler som ska gälla för utförandet.
- .5 Höjdsystem. Om lokalt höjdsystem används, ska dess relation till rikets höjdsystem, RH 00 eller RH 70, anges.  
  
Väg- eller spårgeometri
- .6 Linjedata som bestämmer tunnelns läge i såväl horisontal- som vertikalplan.
- .7 Vägbanors tvärfall och tvärfallens variation.  
Eventuell rälsförhöjning.  
Profillinjens lutningsförhållanden.
- .8 Avvattningssystem (diken, särskilda anordningar etc.).

#### **Tunneldata**

- .9 Tunnelns längd och fria öppningars mått (läge, bredd och höjd). För tunnel i betong eller stål ska även teoretisk spännvidd vara angiven.
- .10 Total invändig tunnelbredd, uppdelad i körbanor, vägrenar, skiljeremсор, gång- och cykelbanor etc. I uppdelningen ska

utrymmen för skyddsanordningar ingå.  
Typer och tjocklekar av isolering och beläggning vid beläggning på betongkonstruktioner.

- .11 Nivåer för tunnelns underyta. För en tunnel i berg anges undre gränsen för teoretisk bergsektion. För annan tunnel anges nivån för bottenplattas undersida eller översida (vid berggrundläggning).
- .12 Fritt utrymme (läge, bredd och höjd) ovanför tunneln, om det finns krav beträffande farled etc.
- .13 Nivåer vid rörelsefogar och tunnelmynningar.

### **Hydrologiska data**

- .14 Nivåer för grundvattenyta, MW, LLW, HHW samt om möjligt även MLW och MHW. Variationer i grundvattenyta anges. För reglerade vattendrag anges även högsta och lägsta dämningssgränser.
- .15 Vattenföring (LLQ, MLQ, MQ, MHQ, HHQ) med angivande av källa.
- .16 Dimensionerande vattenhastighet och strömriktning i vattendrag.

### **Geotekniska data**

- .17 Markprofiler, berglägen i undersökta punkter, jordartsbestämning för material i grunden, värden på de geotekniska och bergmekaniska deformations- och hållfasthetsparametrarna.
- .18 Ungefärlig pållängd.
- .19 Förstärkningsåtgärder för anslutande bank, t.ex. bankpålning, lättfyllning, materialutskiftning.
- .20 Slänters, erosionsskydds och skyddsfyllningars utsträckning, lutningar, nivåer, utföranden och material.

### **Anvisningar och restriktioner**

- .21 Utförande av fyllning mot tunnelväggar och på tunneltak.
- .22 Anläggningsdelar och angränsande anläggningar som har betydelse för tunnelns funktion, t.ex. VA-anläggningar, utrymningsvägar, nödutgångar, räddningsrum och insatsvägar.
- .23 Förteckning över ritningar, arbets- och metodbeskrivningar och planer för tilläggskontroll.
- .24 Tillåten trafikbelastning för trafikbelastade konstruktionsdelar i en vägtunnel enligt D.1.5 och D.1.6 anges.

- .25 Hänvisning till gällande version av TRVK Tunnel och aktuella medgällande dokument samt teknisk beskrivning.
- .26 Förteckning över använda brolager.

### 3.3.3 Översiktsritning

#### 3.3.3.1 Allmänt

En översiktsritning ska minst innehålla följande:

- .1 Norrpil.
- .2 Orienteringsbild som visar det aktuella tunnelavsnittets läge inom objektet.
- .3 Två orter av betydelse som ligger längs vägen, en på vardera sidan om tunneln samt riktningsangivelse. För en järnvägstunnel ska orterna vara knutpunkter.
- .4 Fixpunkt med beskrivning av läge, höjd och höjdsystem.
- .5 Höjdsystem. Om ett lokalt höjdsystem används ska dess relation till rikets höjdsystem anges.
- .6 Placering av använda konstruktionslösningar och installationssystem.

Översiktsritningar ska minst upprättas för följande:

- .7 Bergtunnlar.  
Principer för förstärkningskonstruktioner och tätningåtgärder. För stora tunnelobjekt ska avsnitt med likartade åtgärder avseende förstärkning och tätning redovisas.
- .8 VA- och VVS-system.  
Översiktsritningar för VA- och VVS-installationer ska minst innehålla systemflödesscheman.
- .9 Ventilationssystem.  
Översiktsritningar för ventilationsinstallationer ska minst omfatta systemflödesscheman, installationsritningar i plan- och sektionsritningar med apparatplaceringar över tunnel och fläktcentraler samt samordningsritningar .
- .9 System för elkraftförsörjning, belysning, styr- och övervakningssystem samt kommunikationssystem minst omfattande kanalisation och principiell uppbyggnad.
- .10 Vägutrustningar i vägtunnlar.

#### 3.3.4 Detaljritning

### 3.3.4.1 Betong- eller stålkonstruktion

- .1 Uppgifter enligt TRVK Bro, bilaga 3.1, 3.3 - 3.5 och 3.7.
- .2 Inmätta nivåer och koordinater för mätpunkter enligt F.2.3.1.

### 3.3.4.2 Bergkonstruktion

#### 3.3.4.2.1 Allmänt

Planritningar ska innehålla:

- .1 Norrpil.
- .2 Orienteringsbild som visar aktuellt tunnelavsnitts läge inom objektet.
- .3 Namn på två orter av betydelse, som ligger längs vägen respektive banan, ett på vardera sidan om tunneln samt riktningangivelse.
- .4 Fixpunkts med beskrivning av läge och höjd i tillämpat höjdsystem.
- .5 Höjdsystem. Om lokalt höjdsystem används ska dess relation till rikets höjdsystem, RH 00 eller RH 70, anges.
- .6 Väglinjedata respektive banlinjedata som bestämmer tunnelns läge i såväl horisontal- som vertikalplan. Tunnel visas i plan samt i längdsektion med angivande av tak och botten.
- .7 Tolkad information avseende jord-, berg- och grundvattenförhållanden som kan påverka arbetsutförandet.
- .8 Hänvisning till TRVK Tunnel och aktuella medgällande dokument, tekniska beskrivningar, arbetsbeskrivningar och planer för tilläggskontroll.

#### 3.3.4.2.2 Bergschakt

- .1 Måttsatt normalsektion för bergschakt  
Måttsatt sektion för teoretisk tunnelkontur (teoretisk bergkontur).
- .2 Restriktioner  
Restriktioner i utförande ska vara angivna i den tekniska beskrivningen.

#### 3.3.4.2.3 Bergförstärkning

- .1 Typ, omfattning, läge och utförande av förstärkningsåtgärder t.ex. selektiv eller systematisk bultning med angivande av bultdimension, bulttäthet samt typ och tjocklek av sprutbetong. Förstärkningsåtgärder ska anges i olika klasser med beskrivning av åtgärdsklasserna, eventuellt på separat ritning. Vid behov kompletteras redovisningen med erforderligt antal tvärsektioner.  
Geografisk fördelning av olika förstärkningsklasser kan redovisas på översiktsritningar.
- .2 Krav på tid i bergmassan innan förstärkning ska vara utförd eller krav på tillåten deformation i områden med prognostiserat svagt berg.
- .3 Krav på injekteringsbruk för bergbult och infästningselement.
- .4 Krav på sammansättning och funktion av sprutbetong. För konstruktionen väsentliga egenskaper på sprutbetong, t.ex. tryckhållfasthet och vidhäftning mot berg ska specificeras.

### 3.3.4.2.4 Bergtätning

- .1 Typ, omfattning, läge och utförande av tätningsåtgärder t.ex. borrhometri vid förinjektering, krav på kontroll. Tätningsåtgärder ska anges i olika klasser med beskrivning av åtgärdsklasserna, eventuellt på separat ritning. Vid behov kompletteras redovisningen med erforderligt antal tvärsektioner  
Geografisk fördelning av olika tätningsklasser kan redovisas på översiktsritning.
- .2 Egenskapskrav på injekteringsmedlet

### 3.3.4.2.5 Övriga uppgifter

Ritning till bergkonstruktioner kompletteras i erforderlig omfattning med detaljritningar avseende bultinfästning, sprutbetongförstärkning, dräner, frostisolering etc.

### 3.3.4.3 Vägkonstruktion

På detaljritningar för en vägkonstruktion ska väggkroppens uppbyggnad redovisas med uppgifter om material, dimensioner och nivåer, jämnhetsklass och tvärfallsklass.

### 3.3.4.4 Bankropp

Detaljritning för bankropp ska innehålla uppgifter avseende:

- .1 Banunderbyggnad inkluderande eventuell fyllning, underballast och frostisolering.

- .2 Banöverbyggnad inkluderande ballast, sliper, mellanlägg, räl och befästningar.
- 3 Nivåer
- 4 Tvärfall
- 5 Måttuppgifter

### 3.3.5 Karteringsritning för tunnel i berg

Karteringsritning ska innehålla detaljerade uppgifter om slutligt utförda förstärknings- och tätningsåtgärder. Vid redovisningen ska tunneln delas in i lämpliga avsnitt med likartade bergmekaniska egenskaper

Karteringsritningar ska upprättas fortlöpande och redovisa följande uppgifter:

#### **Allmänna uppgifter**

- .1 Norrpil.
- .2 En orienteringsbild som visar tunnelavsnittets läge inom objektet.
- .3 En ort av betydelse längs vägen på båda sidor om tunneln. För järnväg ska orterna vara knutpunkter.
- .4 Markprofil och bergytans lägen längs tunnelsträckningen

#### **Uppgifter om berget**

- .5 Bergarter och bergartsgränser, bergarts permeabilitet och struktur, sprickzoner med stupning och strykning samt basinformation i tillämpliga delar enligt 3.2.2. punkterna 5, 6 och 7.  
Bergmassans kvalitet med vedertaget klassificeringssystem (t.ex. Q-index, RMS, RMI, RMR GSI) med angivande av värden för de i det valda klassificeringssystemet ingående parametrarna..
- .6 Inläckande vatten..

#### **Uppgifter om förstärkning**

- .7 Bergbultars dimension, antal, längd och lägen samt uppgift om bultningen är selektiv eller systematisk.
- .8 Sprutbetong och gjuten betong med uppgift om tjocklek och armering.
- .9 Sammansättning av cementbruk för ingjutning av bergbult med uppgift om cementfabrikat, delmaterial, tillsatsmedel, dosering och vattencementtal.
- .10 Sammansättning av sprutbetong med uppgift om cementfabrikat, delmaterial, fiberarmering, tillsatsmedel,

dosering och vattencementtal.

### **Uppgifter om injektering**

- .11 För- och efterinjektering (material, tryck, volym och utförande), uppmätta inläkningsmängder med sektionsangivelse och tidpunkt

### **Övriga uppgifter**

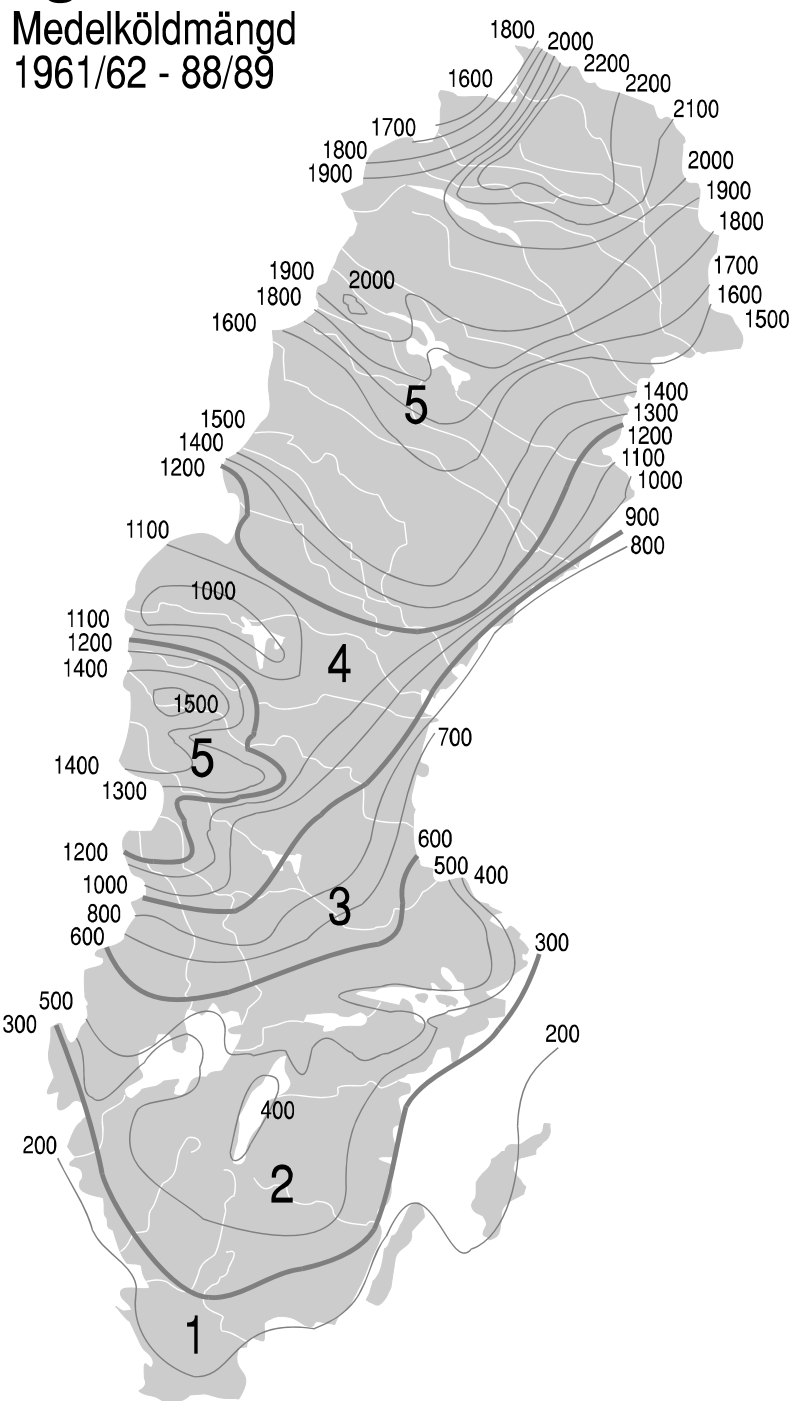
- .13 Teckenförklaring till använda symboler (eventuellt på separat ritning).
- .14 Hänvisning till gällande version av TRVK Tunnel, aktuell teknisk beskrivning och aktuella medgällande dokument, som t.ex. objektritningar, standardritningar, separata arbetsbeskrivningar, spännlista, kontrollplaner och eventuellt kvalitetssystem.

Punkterna .9 och .10 kan ersättas av att förstärkningsklass anges med hänvisning till arbetsritning (tvärsektion som visar utförandet) och aktuella protokoll.

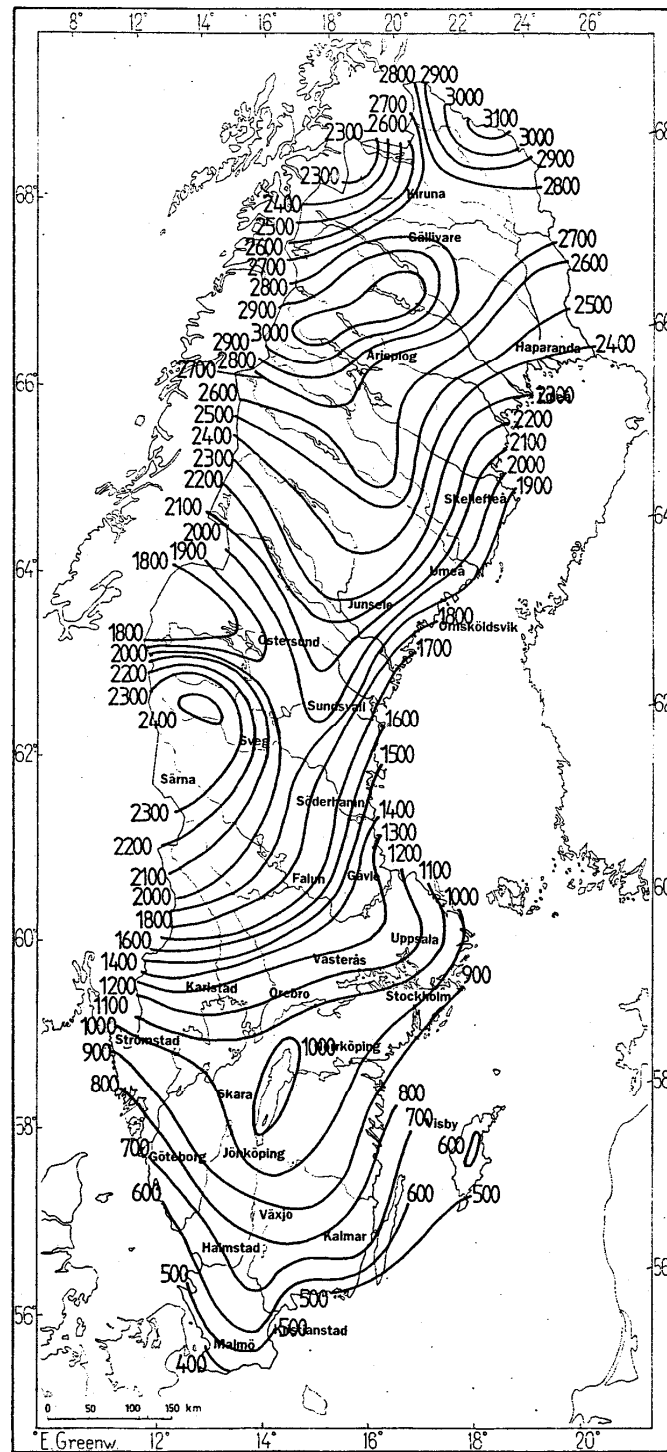
Punkt .11 kan ersättas av att tätningsklass anges med hänvisning till arbetsritning som visar utförandet och aktuella protokoll.



## Bilaga 4 Klimatzoner och medelköldmängd



**Figur 4-1 Klimatzoner och medelköldmängd för åren 61/62-88/89 (negativa dygnsgrader).**



Figur 4-2 Köldmängd med återkomsttid 50 år (negativa dygnsgrader)

---

## **Bilaga 5 Exponerings- och korrosivitetsklasser**

För betong- och stålkonstruktioner ska i tabell 5-1 tom. 5-3 angivna exponeringsklasser och korrosivitetsklasser tillämpas.

De begrepp som används i tabell 5-1 och 5-2 definieras i figur 5-1 och 5-2. För konstruktioner utanför tunnelmynningarna tillämpas kraven i TRVK Bro. För en tunnelportal till en vägtunnel ska dock vägmiljöns övre begränsning antas ligga 2,0 m högre än vad som anges i "Vägverkets föreskrifter (2004:43) om tillämpningen av europeiska beräkningsstandarder", 22 kap., 4§.

Gränser mellan exponerings- och korrosivitetsklasser ska väljas enligt följande:

- Om betong eller sprutbetong placeras direkt mot berg ska de strängaste kraven på konstruktionsdelens båda sidor tillämpas för hela konstruktionsdelen.
- Om betong eller sprutbetong avskiljs från omgivande berg, jord eller vatten med ett tätskikt ska tätskiktet anses utgöra gränsen mellan miljön på konstruktionsdelens tunnelsida och miljön i omgivande berg, jord eller vatten. Detta förutsätter att tätskiktet har samma livslängd som konstruktionen det ska skydda, eller att det är åtkomligt och utbytbart.
- I berg som inte är täckt av en förstärkning ska gränsen mellan miljön i tunneln och miljön i det omgivande berget anses ligga 50 mm in i berget.

Objektsspecifikt byggherreval, se A.1.3.

**Tabell 5-1 Exponerings- och korrosivitetsklasser i en vägtunnel**

		Exponeringsklass för betong- konstruktion	Korrosivitets- klass för stål- konstruktion
Trafikutrymme:			
Vägmiljö		XD3 <sup>1)</sup> XF4	C5-M
Övrigt trafikutrymme <sup>2)</sup>		XD1 XF2	C5-M
Sidoutrymme:			
Bakom en inte tät slutande inklädnad, exempelvis bakom barriärelement		XD1 XF3	C5-M
Bakom tät slutande inklädnad, exempelvis bakom innertak eller innervägg		XC3 XF3	C4
Uppvärm och ventilerat sidoutrymme		XC2	C3
Ventilationsutrymme för luft med avgaser		XS1 XF3	C5-M
Konstruktion exponerad för dag- eller spolvatten t.ex. rännor, bassänger och pumputrymmen		XD3 XF4	C5-M
Övrigt sidoutrymme		XC3 XF3	C4
Utrymnings- eller angreppsväg:			
Utrymnings- eller angreppsväg		XC3 XF3	C4

- 1) Baksidor på väggar och tak samt med jord motfyllda baksidor på murar i vägmiljö får antas belägna i XD1 om inte högre krav gäller för omgivande jord, berg eller vatten.
- 2) Konstruktioner ovanför vägmiljöns utbredning i den inre delen av en längre tunnel, se TRVR Tunnel, bilaga 102, samt konstruktioner innanför en tät inklädnad. En inklädnad betraktas som tät om den förhindrar att bakomliggande konstruktioner exponeras för luftföroreningar, salt och upprepade frostcykler.

**Tabell 5-2 Exponerings- och korrosivitetsklasser i en järnvägstunnel.**

		Exponeringsklass för betongkonstruktion	Korrosivitetsklass för stålkonstruktion
Utrymme:			
Trafikutrymme <sup>1, 2)</sup>	1	XC4 XF3	C5-M
Uppvärt och ventilerat sidoutrymme	2	XC2	C3
Sidoutrymme bakom tätt slutande inredning, t.ex. innertak och innervägg	3	XC3 XF3	C4
Sidoutrymme bakom en inte tätt slutande inredning, t.ex. akustikskivor	4	XC3 XF3	C5-M
Utrymningsväg, angreppsväg samt övrigt sidoutrymme, t.ex. ventilationsschakt	5	XC3 XF3	C4

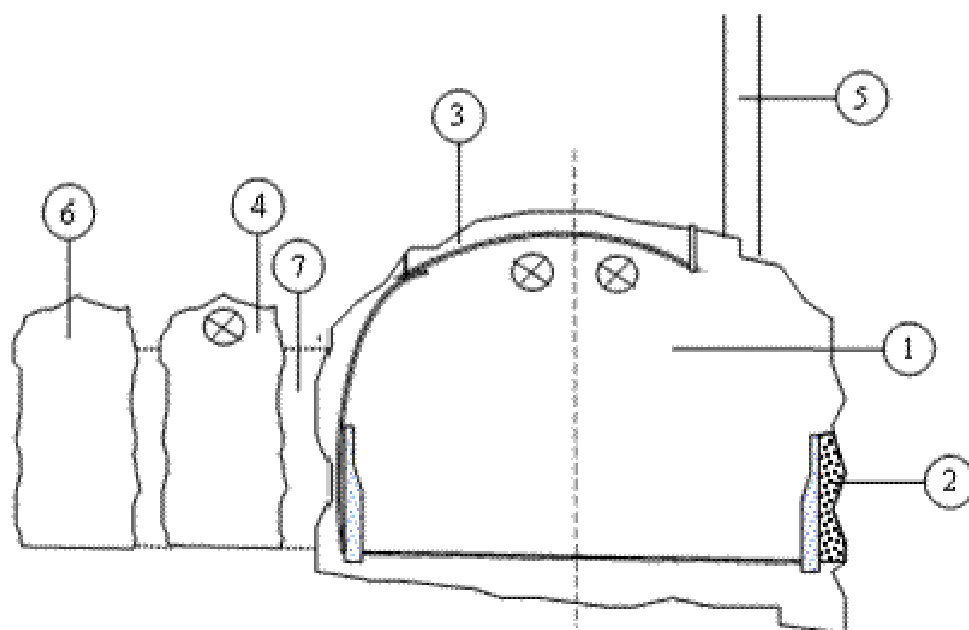
- 1) Gäller även delar belägna under bankroppen samt anläggningsdelar eller delar av anläggningsdelar som är belägna utanför tunnelmynning, till exempel portaler och förskärning i berg.
- 2) Om anläggningsdelarna hänförs till vägmiljö tillämpas kraven för vägmiljö enligt tabell 5-1.

**Tabell 5-3 Exponerings- och korrosivitetsklasser för konstruktionsdelar i omgivande jord, berg eller vatten.**

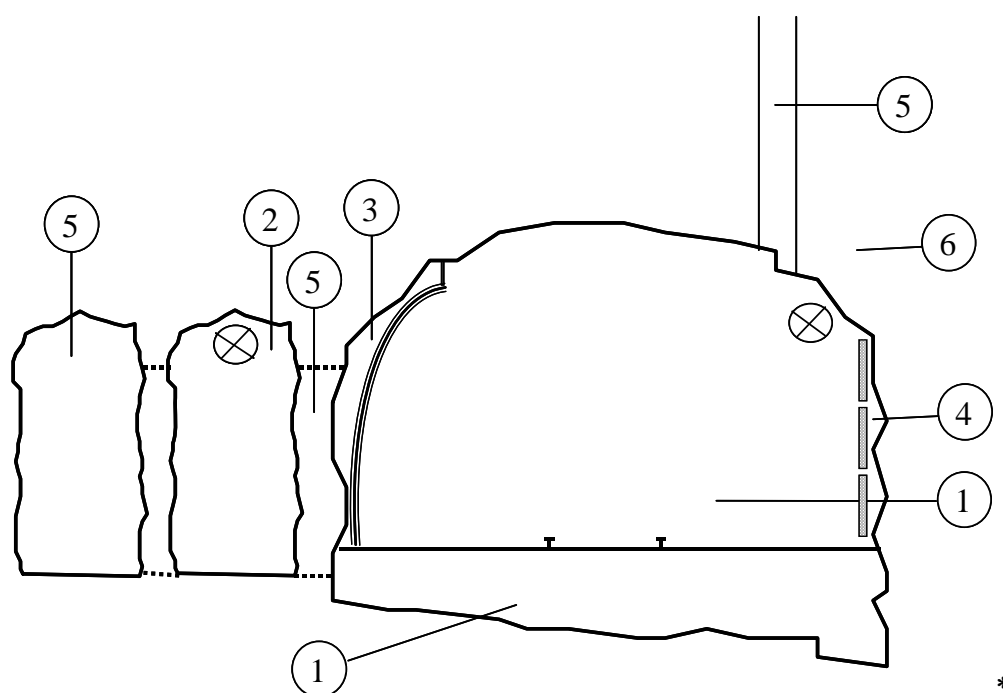
	Exponeringsklass för betongkonstruktion	Korrosivitetsklass för stålkonstruktion
Yta mot omgivande jord och berg:		
Över grundvattenyta	XC2 XF3 <sup>2)</sup>	Im3 <sup>1)</sup>
I sött grundvatten	XC2 XF3 <sup>2)</sup>	Im3 <sup>1)</sup>
I salt eller bräckt grundvatten	XS2 XF4 <sup>2)</sup>	Im3
I jord eller grundvatten som enligt SS-EN 206-1 innebär risk för kemiskt angrepp	XA1 – XA3 XF4 <sup>2)</sup>	Im3
Yta mot fritt vatten:		
Sött vatten	XC2 XF3 <sup>2)</sup>	Im1
Havsvatten eller bräckt vatten under LLW -1,0 m	XS2 XF4 <sup>2)</sup>	Im2
Havsvatten eller bräckt vatten mellan HHW +5 m och LLW -1,0 m	XS3 XF4 <sup>2)</sup>	Im3

<sup>1)</sup> För en konstruktionsdel av stål i berg, som inte innehåller aggressivt vatten, kan korrosivitetsklass Im1 tillämpas om systematisk förinjektering är genomförd inom aktuellt bergparti eller vid tillräckligt tätt berg där särskilda tätningsåtgärder inte erfordras.

<sup>2)</sup> För en konstruktionsdel som är frostfritt belägen gäller inte kravet på XF-klass.



**Figur 5-1 Definition av utrymmen i en vägtunnel enligt tabell 5-1.**



**Figur 5-2 Definition av utrymmen i en järnvägstunnel enligt tabell 5-2.**

\*

[www.trafikverket.se/tekniska](http://www.trafikverket.se/tekniska)







Trafikverket, 781 89 Borlänge, Besöksadress: Röda vägen 1  
Telefon : 0771-921 921, Texttelefon: 0243-795 90

[www.trafikverket.se](http://www.trafikverket.se)