

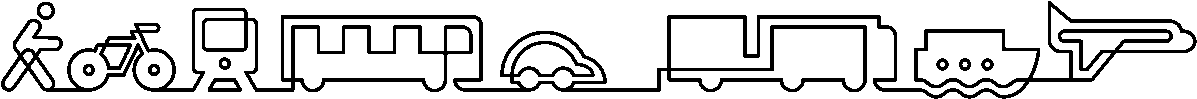
**KRAV med RÅDSTEXT**

**TRVINFRA-00233**

Version 2.0

Publiceringsdatum <Ej fastställt>

**Konfidentialitetsnivå 1 Ej känslig**



Trafikverkets infrastrukturregelverk

Tunnel

**REMISS 2024-08-23**

**Tunnelbyggande**

Trafikverket, 781 89 Borlänge

Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 50 00

**trafikverket.se**

**Innehållsförteckning**

[1 Syfte 7](#_Toc174979274)

[2 Omfattning 8](#_Toc174979275)

[3 Termer 11](#_Toc174979276)

[4 Förkortningar och symboler 25](#_Toc174979277)

[5 Allmänna krav 27](#_Toc174979278)

[5.1. Allmänt 27](#_Toc174979279)

[5.2. Myndighetsföreskrifter 27](#_Toc174979280)

[5.3. Standarder 28](#_Toc174979281)

[5.4. Allmän material- och arbetsbeskrivning (AMA) 28](#_Toc174979282)

[6 Redovisande handling 29](#_Toc174979283)

[6.1. Korrespondens 29](#_Toc174979284)

[6.2. Krav på konstruktionsföretag 30](#_Toc174979285)

[6.3. Registrering och koppling i BaTMan 31](#_Toc174979286)

[6.4. Särskild kravspecifikation 31](#_Toc174979287)

[6.5. Principiell utformning och utförande (PUU) 32](#_Toc174979288)

[6.6. Konstruktionsredovisning 33](#_Toc174979289)

[6.6.1. Allmänt 33](#_Toc174979290)

[6.6.2. Administrativa rutiner 34](#_Toc174979291)

[6.6.3. Redogörelse för konstruktionsarbetets förutsättningar och metoder (RKFM) 35](#_Toc174979292)

[6.6.4. Utredningar och beräkningar 40](#_Toc174979293)

[6.6.5. Beskrivningar 45](#_Toc174979294)

[6.6.6. Ritningar 46](#_Toc174979295)

[6.6.7. Relationshandling 47](#_Toc174979296)

[7 Beställarens kontroll 48](#_Toc174979297)

[7.1. Kontroll av Principiell utformning och utförande (PUU) samt särskild kravspecifikation 48](#_Toc174979298)

[7.1.1. Berg-, betong- och stålkonstruktion 48](#_Toc174979299)

[7.1.2. Övriga konstruktioner och system 48](#_Toc174979300)

[7.1.3. Handläggningstider 49](#_Toc174979301)

[7.2. Kontroll av konstruktionsredovisning 49](#_Toc174979302)

[7.2.1. Berg-, betong- och stålkonstruktion 49](#_Toc174979303)

[7.2.2. Installationer och övriga system 50](#_Toc174979304)

[7.2.3. Tidplan för insändande av konstruktionsredovisning 51](#_Toc174979305)

[7.2.4. Handläggningstider 52](#_Toc174979306)

[7.2.5. Konstruktionsstartmöte 52](#_Toc174979307)

[7.2.6. Märkning av konstruktionsredovisning efter godtagande 54](#_Toc174979308)

[7.2.7. Avbruten kontroll 54](#_Toc174979309)

[7.2.8. Revidering 55](#_Toc174979310)

[7.2.9. Uppföljande kontroll 55](#_Toc174979311)

[7.3. Övriga kontroller 55](#_Toc174979312)

[7.3.1. Huvudinspektion 55](#_Toc174979313)

[8 Utredning av grundläggande förutsättningar 56](#_Toc174979314)

[8.1. Allmänt 56](#_Toc174979315)

[8.2. Trafikteknisk standard för vägtunnel 56](#_Toc174979316)

[8.3. Trafikteknisk standard för järnvägstunnel 57](#_Toc174979317)

[8.3.1. Allmänt 57](#_Toc174979318)

[8.3.2. Hastighetsstandard och linjekategori 57](#_Toc174979319)

[8.3.3. Trafik 57](#_Toc174979320)

[8.3.4. Spårgeometri 57](#_Toc174979321)

[8.3.5. Typsektion 57](#_Toc174979322)

[8.3.6. Aerodynamiska effekter från tågtrafik 58](#_Toc174979323)

[8.4. Metod för utförande av bergtunnel 58](#_Toc174979324)

[8.5. Strategi för hantering av hydrogeologisk omgivningspåverkan 58](#_Toc174979325)

[8.6. Luftkvalitet 60](#_Toc174979326)

[8.7. Behov av sidoutrymmen 60](#_Toc174979327)

[8.8. Skydd för tunnel 60](#_Toc174979328)

[8.8.1. Skyddszon 60](#_Toc174979329)

[8.8.2. Övrigt 63](#_Toc174979330)

[9 Utredning av markförhållanden, byggnadsverk och övriga objekt 64](#_Toc174979331)

[9.1. Allmänt 64](#_Toc174979332)

[9.2. Faktainsamling 64](#_Toc174979333)

[9.2.1. Förundersökning av jord, berg och vatten 64](#_Toc174979334)

[9.2.2. Inventering av byggnadsverk och övriga objekt 65](#_Toc174979335)

[9.3. Analys och tolkning 65](#_Toc174979336)

[9.3.1. Ingenjörsgeologisk prognos 65](#_Toc174979337)

[10 Utformning 67](#_Toc174979338)

[10.1. Gemensamma krav för väg- och järnvägstunnel 67](#_Toc174979339)

[10.1.1. Allmänt 67](#_Toc174979340)

[10.1.2. Omgivningspåverkan 67](#_Toc174979341)

[10.1.3. Inläckning av vatten 72](#_Toc174979342)

[10.1.4. Avvattning vid tunnelöppning 76](#_Toc174979343)

[10.1.5. Tunnelöppning 77](#_Toc174979344)

[10.1.6. Utformning med avseende på drift och underhåll 78](#_Toc174979345)

[10.1.7. Installationer allmänt 81](#_Toc174979346)

[10.1.8. Infästning av inklädnad 82](#_Toc174979347)

[10.2. Specifika krav för vägtunnlar 82](#_Toc174979348)

[10.2.1. Allmänt 82](#_Toc174979349)

[10.2.2. Tvärsektion 82](#_Toc174979350)

[10.2.3. Väg i tunnel 83](#_Toc174979351)

[10.2.4. Säkerhet vid användning 85](#_Toc174979352)

[10.2.5. Brandskydd 93](#_Toc174979353)

[10.2.6. Vatten, avlopp och dränering 103](#_Toc174979354)

[10.2.7. Luft och ventilation 107](#_Toc174979355)

[10.2.8. Belysning och visuell ledning 112](#_Toc174979356)

[10.2.9. Styrning, övervakning och kommunikation 112](#_Toc174979357)

[10.2.10. Kraftförsörjning 116](#_Toc174979358)

[10.3. Specifika krav för järnvägstunnlar 117](#_Toc174979359)

[10.3.1. Allmänt 117](#_Toc174979360)

[10.3.2. Tvärsektion 118](#_Toc174979361)

[10.3.3. Järnväg i tunnel 120](#_Toc174979362)

[10.3.4. Säkerhet i järnvägstunnlar 120](#_Toc174979363)

[10.3.5. Säkerhet i undermarksstation 133](#_Toc174979364)

[10.3.6. Vatten, avlopp och dränering 143](#_Toc174979365)

[10.3.7. Luft och ventilation 146](#_Toc174979366)

[10.3.8. Belysning och visuell ledning 147](#_Toc174979367)

[10.3.9. Styrning, övervakning och kommunikation 147](#_Toc174979368)

[10.3.10. Kraftförsörjning 148](#_Toc174979369)

[10.3.11. Aerodynamiska effekter från tågtrafik 148](#_Toc174979370)

[11 Bärförmåga, stadga och beständighet 149](#_Toc174979371)

[11.1. Grundläggande regler 149](#_Toc174979372)

[11.1.1. Allmänt 149](#_Toc174979373)

[11.1.2. Bärande huvudsystem 149](#_Toc174979374)

[11.1.3. Inredning och installationer 150](#_Toc174979375)

[11.1.4. Dimensionering genom provning 150](#_Toc174979376)

[11.2. Säkerhetsklass och geoteknisk kategori 150](#_Toc174979377)

[11.3. Laster 151](#_Toc174979378)

[11.3.1. Allmänt 151](#_Toc174979379)

[11.3.2. Laster i varaktiga dimensioneringssituationer 153](#_Toc174979380)

[11.3.3. Laster i exceptionella dimensioneringssituationer 161](#_Toc174979381)

[11.4. Bärförmåga och stadga 169](#_Toc174979382)

[11.4.1. Bergkonstruktioner 169](#_Toc174979383)

[11.4.2. Betong- och stålkonstruktioner 172](#_Toc174979384)

[11.5. Beständighet 174](#_Toc174979385)

[11.5.1. Allmänt 174](#_Toc174979386)

[11.5.2. Avsedd teknisk livslängd och beständighet 174](#_Toc174979387)

[11.5.3. Exponerings- och korrosivitetsklasser 175](#_Toc174979388)

[11.5.4. Bergkonstruktion 178](#_Toc174979389)

[11.5.5. Betong- och stålkonstruktioner 181](#_Toc174979390)

[11.6. Skydd mot frysning 182](#_Toc174979391)

[12 Referenser 184](#_Toc174979392)

[13 Versionslogg 189](#_Toc174979393)

[14 Bilagor 190](#_Toc174979394)

[14.1. Bilaga 1 Redovisningskrav 190](#_Toc174979395)

[1 Utredningar av en bergkonstruktions förutsättningar 191](#_Toc174979396)

[2 Konstruktionsredovisning 193](#_Toc174979397)

[14.2. Bilaga 2 Klimatzoner 199](#_Toc174979398)

[Bilaga 3 RÅD Typritningar 201](#_Toc174979399)

Detta dokument ingår i Trafikverkets säkerhetsstyrningssystem för järnväg. Se särskilda regler för förvaltning av säkerhetstillståndet.

|  |
| --- |
|  |

1. Syfte

Dokumentet ingår i Trafikverkets infrastrukturregelverk. Syftet med Trafikverkets infrastrukturregelverk är att beskriva de krav som ställs på infrastrukturanläggningens egenskaper och skötsel. Regelverk åberopas vid ny- och ombyggnation samt drift och underhåll, exempelvis vid planering, projektering, genomförande och förvaltning. Användare av regelverken är såväl Trafikverkets egen organisation som externa entreprenörer och leverantörer. För användning av regelverket krävs fackkunskap om det teknikområde och den anläggningstyp som behandlas och om byggprocessens skeden och villkor.

|  |
| --- |
|  |

Dokumentet innehåller krav med rådstext. Rådstexten anger information om hur krav kan uppfyllas eller verifieras.

|  |
| --- |
|  |

1. Omfattning

*Krav Tunnelbyggande* gäller för

* bergtunnlar oavsett längd
* tunnlar av stål eller betong som är 100 meter eller längre
* tunnlar med speciell utformning såsom överdäckning och sänktunnel oavsett längd.

I begreppet tunnel inkluderas de utrymmen och anordningar som behövs för att bedriva trafik.

|  |
| --- |
|  |

En betong- eller ståltunnel vars längd är mindre än 100 m betraktas som en bro varvid *Krav Bro - Byggande* ska tillämpas.

|  |
| --- |
|  |

*Krav Tunnelbyggande* gäller inte för bergslänter. För bergslänter gäller *Krav Geo - Administrativa regler och Krav Geo - Dimensionering och utformning.*

|  |
| --- |
|  |

En tunnel är enligt *Plan- och Bygglagen* ett byggnadsverk.

|  |
| --- |
|  |

*Krav Tunnelbyggande* anger krav för utformning och dimensionering vid nybyggnad av vägtunnlar, järnvägstunnlar och undermarksstationer. Kraven kan förutom kraven på bärförmåga inte direkt tillämpas för tunnlar för gångtrafik eller gång- och cykeltrafik. För sådana tunnlar upprättas en kravspecifikation beträffande t.ex. säkerhet vid användning, brandskydd, utformning med avseende på drift för det enskilda objektet.

|  |
| --- |
|  |

Vid förbättring av befintlig tunnel ska kraven i *Krav Tunnelbyggande*uppfyllas för de förbättrade delarna.

|  |
| --- |
|  |

Vid underhåll av befintlig tunnel ska analys av kravuppfyllnad i *Krav Tunnelbyggande* ligga till grund för beslut om åtgärder.

|  |
| --- |
|  |

*Krav Tunnelbyggande* ställer också krav på hur kravuppfyllnad ska verifieras och på hur lösningar och verifiering ska redovisas.

|  |
| --- |
|  |

Kravdokumentet gäller oavsett kontraktsform. Det blir tvingande för leverantör genom att det åberopas i kontraktshandlingarna. Det är den i kontraktshandlingarna (med eventuella beslutade ändringar) angivna versionen av kravdokumentet som gäller.

Dispens från kravdokumentet kan i enskilda fall ges. Dispens söks och hanteras internt på Trafikverket enligt särskild ordning.

Kravdokumentet innehåller förutom krav även beskrivningar av förutsättningar. Dessa är skrivna med kursiv text under texten "Förutsättning". Sådana förutsättningstexter är upplysningar och uttrycker i sig inte något krav.

Till kraven finns i vissa fall råd. Råd är alltid kopplade till krav. Råden innehåller möjliga sätt att uppfylla kraven, eller anger hur uppfyllande av kraven kan verifieras. De är ett stöd för den utförare som vill använda beprövade lösningar. Det kan finnas andra sätt att uppfylla kraven än de lösningar som anges i råden.

Råden presenteras tillsammans med kraven i ett eget dokument "Krav med rådstext". Detta dokument åberopas ej i kontraktshandling.

|  |
| --- |
|  |

Kontraktshandlingarna kompletterar varandra. *Krav Tunnelbyggande* innehåller de krav som ska gälla generellt för Trafikverkets tunnlar. För ett specifikt objekt är de generella kraven i stort sett alltid kompletterade med objektsspecifika förutsättningar och krav som framgår av kontraktshandlingarna som helhet. Denna kompletta bild måste beaktas vid val av lösning. Objektspecifika förutsättningar och kompletterande krav i kontraktshandlingarna kan ge en sammantagen kravbild som medför att de råd som redovisas i rådsdokument inte är relevanta för det aktuella objektet.

|  |
| --- |
|  |

Detta dokument baseras på och ersätter

* TRVINFRA00233 version 1.0 Tunnelbyggande

|  |
| --- |
|  |

*Krav Tunnelbyggande* utgörs av kapitel 1-13 och bilagor. Delarna kompletterar varandra.

1. Syfte

2. Omfattning

3. Termer

4. Förkortningar och symboler

5. Allmänna krav

6. Redovisande handling

7. Beställarens kontroll

8. Utredning av grundläggande förutsättningar

9. Utredning av markförhållanden, byggnadsverk och övriga objekt

10. Utformning

11. Bärförmåga, stadga och beständighet

12. Referenser

Bilaga 1 Redovisningskrav

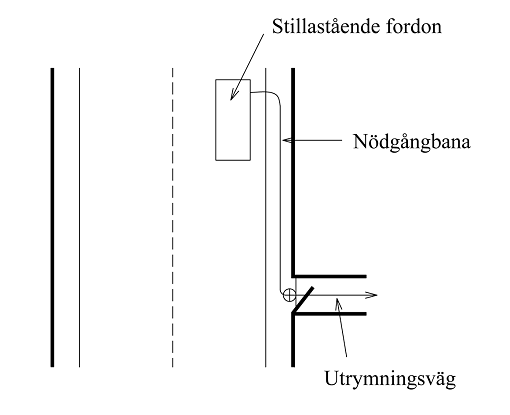
Bilaga 2 Klimatzoner och klimatdata

Bilaga 3 RÅD Typsektioner

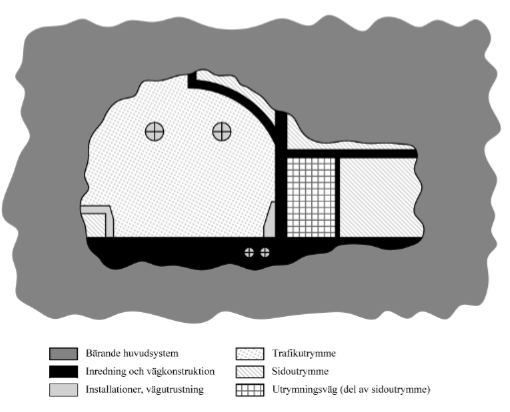
|  |
| --- |
|  |

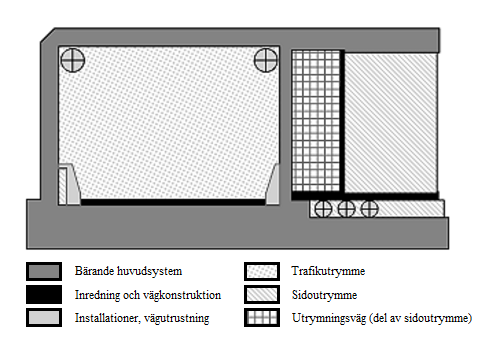
1. Termer

| **Term** | **Definition** |
| --- | --- |
| Applikationsprogram | Applikationsprogram avser de program som produceras under leveransen specifikt för väganläggningen. |
| Arbetstunnel | Temporär konstruktion som utnyttjas endast under byggskedet. Om arbetstunnel ges annan funktion i driftskedet utgör den ett sidoutrymme. |
| Bankropp | Benämning som omfattar banöverbyggnad och banunderbyggnad. |
| Bergbult | Bult för förankring i fast berg |
| Bergkonstruktion | Konstruktion där bärförmågan säkerställs av bergmassa i samverkan med erforderlig förstärkning. |
| Bergmassa | Tekniskt enhetlig volym berg som kan inrymma olika bergarter, sprickor, slag och grundvatten. |
| Bergteknisk prognos | Prognos över bergtekniska förutsättningar, inklusive projekterade åtgärder. Bergteknisk prognos utgör underlag för anbudsräkning och produktionsplanering. |
| Bergtunnel | Tunnel där det bärande huvudsystemet enbart utgörs av bergmassan eller av bergmassa och förstärkningskonstruktion i samverkan. |
| Betongtunnel | Tunnel där det bärande huvudsystemet i huvudsak utgörs av en betongkonstruktion. |
| Brandbekämpnings-system | Säkerhetssystem som genom fasta rördragningar och munstycken kan vattenbegjuta vald del av trafikutrymme i syfte att bekämpa brand. |
| Brandcell | Avskild del av anläggning (byggnad) inom vilken brand under föreskriven minsta tid kan utvecklas utan att sprida brand och brandgas till annan del av anläggning (byggnad). |
| Brandgasventilation | System för att under avsedd tid styra brandgas med tillräcklig kapacitet och tillförlitlighet. |
| Brandmotstånd | Förmåga hos material, anläggningsdel eller dylikt att under viss tid motstå brand med bibehållen bärande eller avskiljande funktion eller bådadera. |
| Brandsluss | Förbinder utrymmen med särskilt höga krav på skydd mot spridning av brand och brandgas. Brandsluss är en egen brandcell försedd med självstängande dörrar och är så stor att den kan passeras med endast en dörr öppen i taget. |
| Brandvatten | Se definition av släckvatten. |
| Byggnadsverk | En byggnad eller annan anläggning. *Anm: En tunnel är ett byggnadsverk.* |
| Bygghandling | Handling som fastställts att gälla som underlag för utförande. *Anm: Kompletta bygghandlingar innefattar alla handlingar som är nödvändiga för produktion av byggnaden eller anläggningen. Texten "Bygghandling" anges på varje handling.* *Tidigare användes begreppen arbetshandling och arbetsritning*. |
| Bärande huvudsystem | Anläggningsdelar, inklusive berg och jord, som säkerställer en tunnels bärförmåga, stadga och beständighet samt fribärande trafikbelastade anläggningsdelar. |
| Dagvatten | Regn- eller smältvatten som rinner av från hårda ytor (byggnader och gator, mm). |
| Detaljritning | Ritning som visar en konstruktion eller en del av en konstruktion med för utförandet nödvändiga detaljer redovisade. *Anm: Detaljritning utgör oftast bygghandling.* |
| Drift- och underhållsplan | Handling som beskriver hur anläggningen ska drivas, inspekteras och underhållas med hänsyn till krav på bärförmåga, stadga, beständighet, skydd mot inläckning, skydd mot frysning, driftsäkerhet, energihushållning, påverkan på hälsa och miljö, trafiksäkerhet etc. |
| Driftförstärkning | Tillfälligbergförstärkning som utförs i samband med drivning av tunnel i syfte att säkerställa säkerheten för personal och maskiner. *Anm: Driftförstärkning kan ingå i permanent bergförstärkning om den uppfyller kraven för sådan*. |
| Driftområde | Ett driftområde omfattar de tekniska installationer som elektriskt betjänas från ett och samma eldriftutrymme eller teknikkiosk. En gräns för ett driftområde kan sammanfalla med en gräns för brandcell men det är inget krav. |
| Driftutymme | Utrymme som enbart används för drift av byggnadsverk.  Exempelvis elcentraler, fläktstationer, etc. Ett driftutrymme är ett sidoutrymme. |
| Drän | Konstruktion vid tak och vägg för uppsamling av inläckande vatten från bergytan. En drän kan utgöras av en så kallad "PE-matta", med eller utan ett täckande skikt av sprutbetong. |
| Dräneringsledning | Ledning för uppsamling och borttransport av dräneringsvatten. *Anm: Dräneringsledning kan vara perforerad, perforerad med tät botten eller tät.* |
| Dräneringsvatten | Vatten från omgivande jord och berg som har läckt in i en tunnel och som avleds med dräneringssystem samt med dräneringsledningar eller diken. *Anm: Kallas även dränvatten.* *Anm: Dräneringsvatten som letts in i dagvattenledning kallas dagvatten*. |
| Fläktventilation | Ventilation med fläktstyrt luftflöde. |
| Fortskridande ras | Sekundärt ras som utvecklar sig utanför primär skada eller lokalt brott p.g.a. att primär skada eller lokalt brott inträffat. |
| Fri tvärsnittsarea | Invändig tunnelarea som omges av bärande huvudsystem, bärande inredning (t.ex. väggar och bjälklag), inklädnad, makadamballast, spårplatta, vägbana, plattform, hårdgjord yta eller motsvarande, se schematisk illustration i *Figur K3.8*. Fri tvärsnittsarea avser ett plan vinkelrätt mot en tunnels längdaxel eller vinkelrätt mot ett utrymmes största rumsmått. |
| Fritt vatten | Vattenyta för t.ex. hav, sjö eller vattendrag. |
| Förbättring | Ingrepp i konstruktion som syftar till att förbättra dess funktion. |
| Grundvattenpåverkan | Påverkan på grundvattnets yta, mängd eller strömning genom exempelvis bortledning, tillförsel eller annan förändring i det hydrogeologiska systemet. |
| Hydrogeologisk omgivningspåverkan | Grundvattenpåverkan inklusive dess följdeffekter i omgivningen. Exempelvis sättningar, uttorkning i randzoner eller spridning av föroreningar genom förändrade grundvattenförhållanden. |
| Inklädnad | Inklädnad av yta.  Beroende av inklädnadens funktion kan den definieras som bärande huvudsystem eller som inredning. |
| Inredning | Konstruktionsdel som inte ingår i tunnels bärande huvudsystem. *Anm: Exempel på inredning kan vara bjälklag, innertak, innervägg och inklädnad.* |
| Insatsväg | Anvisad väg inom tunnel från punkt där räddningsarbetet inleds till plats där räddningsarbetet genomförs. *Anm: Trafikutrymme eller sidoutrymme kan utgöra insatsväg.* *Anm: I vissa sammanhang används istället begreppet Angreppsväg.* |
| Installation | Utrustning för energiförsörjning, signalöverföring eller medietransport samt skyddsanordning. Exempel på installation är ventilationsanläggning, VA-anläggning, belysningsanläggning, utrustning för övervakning och styrning samt utrustning för el, VVS, tele- och radiokommunikation. |
| Järnvägstunnel | Tunnel för järnvägstrafik. *Anm: Se även definition av tunnel.* |
| Karteringsritning för bergkonstruktion | Relationsritning som redovisar resultat av bergkarteringar efter sprängning samt slutligt utförda förstärknings- och tätningsåtgärder. |
| Kontrollerande enhet | Organisatorisk enhet med kontrollansvar för anläggningsstyrning för byggnadsverk inom ett verksamhetsområde i Trafikverket. *Anm: För tunnel är vanligt förekommande teknikområden Berg eller Byggnadsverk.* |
| Kritisk lufthastighet vid brand | Minsta medellufthastighet mätt över tunneltvärsnitt som hindrar att brandgas och värme sprids mot luftströmmens riktning, s.k. backlayering. |
| Längsventilation | Ventilation av tunnel enbart genom luftströmmar i tunnelslängsled. |
| Naturlig ventilation | Ventilation orsakad av vind, tryck- och temperaturskillnad mellan tunnelöppningar, samt kolvverkan från passerande fordon. |
| Normalsektion | Redovisad tvärsektion som anger måttsatta tekniska lösningar för utformning av tunnel. *Anm: Normalsektion baseras på typsektion.* |
| Nödgångbana | För utrymning särskilt anordnad gångbana i trafikutrymme, se *Figur* *K3.1*. |
| Plattformsrum | Plats eller utrymme, endast för utbyte av resande, med omslutande konstruktioner som begränsar fritt luftflöde. Plattformsrummet har samma utbredning som plattformen och den del av trafikutrymmet som ligger i direkt anslutning till plattformen. Det avgränsas av tunnelöppningar, väggar eller dörrar till tillträdes- och utrymningsvägar. |
| Publikt utrymme | Utrymme som allmänhet eller personal nyttjar frekvent i samband med resandeutbyte eller i kommersiellt syfte. Exempel på sådana utrymmen är plattformar, rulltrappsschakt/hisschakt, gångtunnlar, biljetthallar och kommersiella utrymmen (försäljningsställen). *Anm: Publikt utrymme kan både utgöras av trafikutrymme (t.ex. plattformsrum) och sidoutrymme (t.ex. hisschakt).* |
| Reservbelysning | Belysning som är tänd vid strömavbrott. |
| Reservkraft | Elkraft som tas i bruk vid strömavbrott i ordinarie nät. |
| Räddningsrum (för vägtunnel) | Brandavskilt utrymme, avsett för personer att tillfälligt vistas i vid utrymning om de är förhindrade att använda utrymningsväg i sin helhet. Räddningsrum kan betraktas som del av utrymningsväg. *Anm: Räddningsrum motsvaras i BBR av säker plats.* |
| Räddningsväg | Särskild väg som kompletterar andra vägar så att räddningsfordon kan komma så fort fram och så nära en olycksplats som möjligt. |
| Sammanställnings- ritning | Ritning som visar byggnadsverk i dess helhet. |
| Semitransversell ventilation | Vid semitransversell ventilation är tunnel delvis längsventilerad och delvis tvärventilerad. |
| Serviceschakt | Sidoutrymme utformat med trappor eller hiss och med en eller flera av följandefunktioner: utrymme för installationer och utrustning, tillträdesväg för underhåll, insatsväg, utrymningsväg. |
| Servicetunnel | Sidoutrymme med en eller flera av följandefunktioner: utrymme för placering av installationer och utrustning, tillträdesväg för underhåll, insatsväg, utrymningsväg. |
| Sidoutrymme | Utrymme i tunnel som inte är trafikutrymme. Exempelvis rulltrappsschakt, tvärtunnlar, servicetunnlar, gångtunnlar, utrymningsväg. Se *Figur K3.2 till K.3.5.* |
| Självutrymning | Utrymning utan yttre assistans från till exempel räddningstjänst. |
| Skyddsanordning | Anordning som ska förhindra:   * mötesolyckor * oavsiktlig avåkning * påkörning av oskyddade trafikanter * påkörning av oeftergivliga föremål etc.,   samt att mildra skadepåföljd.  *Anm: Till skyddsanordningar räknas väg- och broräcke, gång- och* *cykelbroräcke, etc. Se definition i VGU.* |
| Skyddszon | Område avsett att skydda anläggning med avseende på funktion, bärighet, stadga och beständighet. |
| Slutgiltig säker plats (järnväg) | Plats där passagerare och personal inte längre påverkas av följderna av den ursprungliga olyckan (t.ex. tät rök, giftig rök, temperatur). Den utgör slutpunkten för utrymningen. |
| Släckvatten | Brandbekämpningsvatten. Avser både det trycksatta oanvända vattnet och det använda, ofta förorenade vattnet som leds bort i tunnelavloppet. *Anm: Kallas i vissa sammanhang brandvatten. I vissa andra sammanhang görs en distinktion mellan brandvatten och släckvatten.* |
| Spolvatten | Vatten som används för rengöring av vägbana och inredning. |
| Spårtunnel | Trafikutrymme med ett eller flera spår för järnväg. *Anm: Vid behov kan benämningarna enkelspårstunnel, dubbelspårstunnel etc. användas.* |
| Spännvidd | Horisontellt avstånd mellan motstående anfang i tunnel. |
| Styrenhet | Anordning som samlar in indikeringar och mätvärden från anslutna objekt samt överför styrorder till de installationer som styrs. I en styrenhet ingår logik, automatik och sekvensvillkor för de anslutna objekten. |
| Ståltunnel | Tunnel där det bärande huvudsystemet i huvudsak utgörs av en stålkonstruktion. |
| Säker plats (järnväg) | Utrymme som ger tillfälligt skydd mot livshotande faror, inne i eller utanför tunneln, där passagerare och personal kan söka skydd efter utrymning från ett tåg. |
| Säker plats (väg) | Utrymme med en utgång som inte leder till ett tunnelrör där en olycka har skett och som ger tillfälligt skydd mot livshotande faror, inne i eller utanför tunneln, där trafikanter kan söka skydd efter eller under utrymning. |
| Säkerhetskoncept | En beskrivning av de tekniska och administrativa åtgärder som krävs för att olycksriskerna i en anläggning eller på en väg- eller järnvägssträcka ska kunna hållas på en godtagbar nivå. |
| Säkerhetsutrustning | Utrustning eller installation inklusive dess kablage vars funktion är väsentlig för personsäkerhet. *Anm: Exempel på säkerhetsutrustning är hjälptelefoner, installationer ingående i automatiskt brandlarm samt orienteringsritningar för utrymning eller räddningstjänst.* |
| Teknikrum | Slutet utrymme med dörrar för in-/utgång, inne i eller utanför tunneln, med säkerhetsanordningar som är nödvändiga för minst en av följande funktioner: självräddning, utrymning, nödkommunikation, räddning och brandbekämpning, signal- och kommunikation och försörjning av traktionsström. |
| Teknisk beskrivning | Dokument som anger krav avseende material, utförande och kontroll av en konstruktion eller del av konstruktion. *Anm: Teknisk beskrivning utgör bygghandling.* |
| Teoretisk bergkontur | Profil som utgör begränsning av den teoretiskt erforderliga bergschakten i sektionen, se *Figur* *K3.7.* |
| Teoretisk tunnelkontur | Profil som utgör begränsning av det för trafik teoretiskt erforderliga utrymmet i sektionen, se *Figur K3.7*. |
| Tillfartsväg | Väg till uppsamlingsplatser och ”säker plats” samt uppställningsplats för räddningspersonal och deras fordon utanför tunnel. |
| Tillåten trafiklast | Trafiklast som bestäms av konstruktionens bärförmåga samt trafiklastens och övriga lasters inverkan på konstruktionen. |
| Trafikcentral | Trafikverket styr och övervakar väganläggningar regionalt från Trafikcentraler. |
| Trafikled | Trafikled används som samlingsbegrepp för väg- och järnväg. |
| Trafikutrymme | Utrymme som upplåts för allmän vägtrafik eller järnvägstrafik. Utrymmet avgränsas till exempel av bergväggar, inklädnader, dörrar i utrymningsväg eller likvärdigt. Utrymmet kan inrymma en nödgångbana, se *Figur* *K3.2 till K.3.5.* |
| Tunnel | Anläggning som omges av jord eller berg, eller konstruktion som medger passage under t.ex. högre belägen mark, byggnader eller vatten. Definitionen omfattar de utrymmen och anordningar som behövs för dess funktion. |
| Tunnelkategori | Kategori som anger tillåtligheten för färd i vägtunnel med fordon som transporterar farligt gods. Kategori anges som A, B, C, D eller E. |
| Tunnelklass | Klass som anger omfattning och standard på säkerhetsutrustning i en vägtunnel. Tunnelklass används för att ange säkerhetsnivå i tunnlar utifrån tunnellängd och trafikflöde där klass TC utgör basstandard för alla vägtunnlar. |
| Tunnelkontur | Begränsningslinje som omger det faktiska fria utrymmet, det vill säga insida (sida mot tunnelmitt) för betongkonstruktion, förstärkning, inklädnad etc., se *Figur K3.7*.  I bergtunnel utan inklädnad utgör bergets yta tunnelkontur. Synonymt med färdig tunnelkontur. |
| Tunnelns längd | Det längsta körfältets eller järnvägsspårets längd i den helt inneslutna delen. |
| Tunnelöppning | Med tunnelöppning avses tunnels mynning, servicetunnels mynning, ventilationsschakt, rör- eller kabelgenomföring eller annan byggd öppning som leder in i tunnel. |
| Tvärventilation | Ventilation av trafikutrymmet genom luftombyte via till- och frånluftsöppningar som fördelats i tunnelns längdled. |
| Typritning | Ritning som visar utformning av en konstruktion eller konstruktionsdel.  *Anm: Typritning används som underlag för utformning.* |
| Typsektion | Redovisad tvärsektion som anger måttsatt trafikteknisk utformning och nödvändigt fritt utrymme. *Anm: Typsektion används som underlag för utformning.* |
| Tätningseffekt | Relativ minskning av inläckage som följer av injektering (%). |
| Underhåll | Åtgärder inklusive inspektion för att vidmakthålla byggd eller förbättrad standard. |
| Undermarksstation | Trafikplats med resandeutbyte i tunnel. |
| Utgångspunkt för brandbekämpning | En bestämd plats, inne i eller utanför tunneln, där brandbekämpningsutrustning kan användas av räddningstjänst och dit passagerare och personal kan utrymmas från ett tåg. |
| Utrymning | Aktivitet som innebär att personer lämnar utrymme i samband med incident eller olycka och förflyttas till det fria, ett räddningsrum eller säker plats. |
| Utrymnings- och räddningsplats | Bestämd plats, inne i eller utanför tunneln, där brandbekämpningsutrustning kan användas av räddningstjänst och dit passagerare och personal kan utrymmas från ett tåg. |
| Utrymningstid | Den tid som erfordras för utrymning av trafikutrymmet. |
| Utrymningsväg | Särskilt anvisad väg för utrymning till säker eller slutgiltig plats som kan omfatta dörrar i en nödutgång eller förbindelsevägar. Utrymningsväg utgör del av sidoutrymme. |
| VA-anläggning | Vattenförsörjnings- och avloppsanläggning inklusive anläggningar för dränering av vägkonstruktion eller järnvägsbank. |
| Vatten- och frostsäkring | System för skydd mot inläckning av vatten med hänsyn till tunnelns funktion och säkerhet, d.v.s. uppsamling av inläckande vatten från omgivande yta. Systemet kan utgöras av t.ex. dräner, membran- och betongkonstruktioner. *Anm: Bortledning av uppsamlat vatten sker med  VA-anläggningens dräneringsledningar.* |
| Vägmiljö | Område potentiellt påverkat av tösalter från vägbana i vägtunnel.  Vägmiljö råder på hela tunnelns höjd i de delar av trafikutrymmet som är belägna inom 300 m från tunnelinfart och 100 m från tunnelutfart.  Vägmiljö råder i de delar av trafikutrymmet som är belägna inom 1,0 m ovan vägbanan.  Vägmiljö råder 1,0 m under vägbanan längs hela tunneln.  Se *Figur* *K3.6*. |
| Vägtunnel | Tunnel för allmän vägtrafik. *Anm: Se även definition av tunnel.* |
| Vägutrustning | Väganordningar som är avsedda för skydd, belysning, trafikstyrning eller information. *Anm: Till vägutrustning räknas till exempel vägräcken, stängsel, barriärer, krockskydd, vägmärken, trafiksignaler, belysningsanordningar, bullerskydd, hjälptelefoner och bländskydd*. |
| Ytförstärkning (av berg) | Förstärkning av bergytaför att förhindra nedfall av lossnande bergblock eller lös bergmassa. |
| Överdäckning | En byggd avskiljning med bärande huvudsystem av stål eller betong som resulterar i en tunnel och en ovanförliggande och ibland en bredvidliggande markyta som möjliggör stadigvarande vistelse ovanför eller bredvid. |
| Översiktsritning | Ritning som visar läge, gränsytor mot anslutande system samt principiell uppbyggnad och funktion för ett system. |

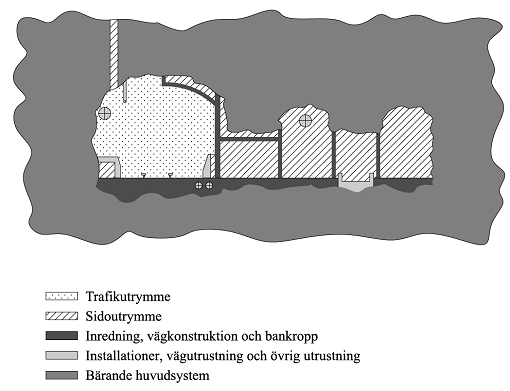


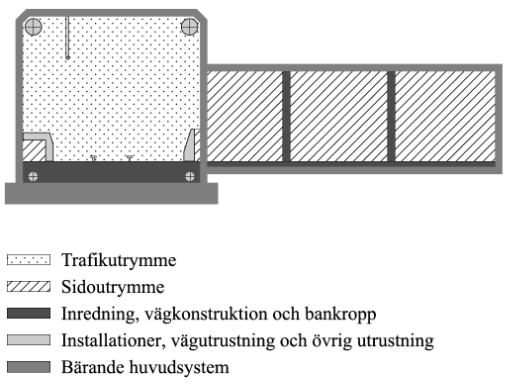
*Figur K3.1 Nödgångbana och utrymningsväg i vägtunnel.*

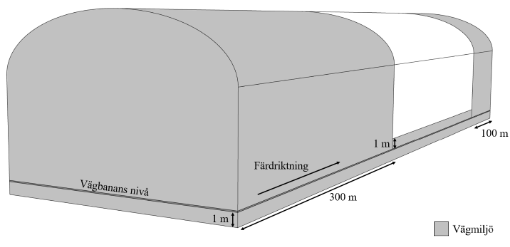
  
*Figur K3.2 Utrymmen och delar i bergtunnel för vägtrafik. Illustration visar tvärsektion vid utrymningsväg med inklädnad på ena sidan.*

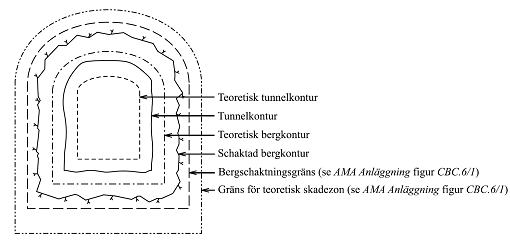


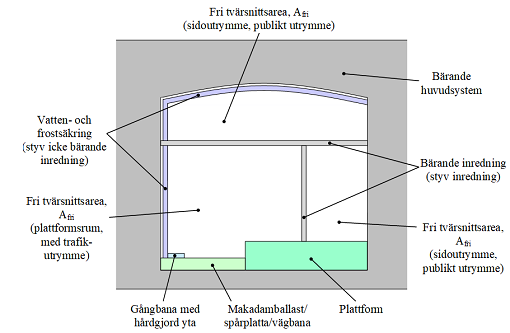
*Figur K3.3* *Utrymmen och delar i betongtunnel för vägtrafik. Illustration visar tvärsektion vid utrymningsväg.*

  
*Figur K3.4 Utrymmen och delar i bergtunnel för järnvägstrafik. Illustration visar tvärsektion vid utrymningsväg med inklädnad på ena sidan.*

  
*Figur K3.5 Utrymmen och delar i betongtunnel för järnvägstrafik. Illustration visar tvärsektion vid utrymningsväg.*

  
*Figur K3.6 Vägmiljö i vägtunnel.*

  
*Figur K3.7 Tunnelkontur och relaterade begrepp.*



*Figur K3.8 Schematisk illustration för definition av fri tvärsnittsarea, Afri, i ett trafikutrymme, plattform eller annat publikt utrymme.*

1. Förkortningar och symboler

| **Förkortning/Symbol** | **Definition** |
| --- | --- |
| ALARP | As Low As Reasonably Practicable (så lågt som det är praktiskt rimligt) |
| AMA | Allmän material- och arbetsbeskrivning för anläggningsarbeten, se Kapitel 12 Referenser |
| ASÖ | Anläggningens sammanhållande och övergripande system för styrning och övervakning av tekniska, och i viss mån trafikala, installationer. |
| BaTMan | Bridge and Tunnel Management, Trafikverkets förvaltningssystem för broar, tunnlar och andra typer av byggnadsverk |
| BBR | Boverkets byggregler, se Kapitel 12 Referenser |
| BSK | Brandskyddskategori |
| CAS | Centrala anläggningsnära System för styrning och övervakning av installationer inom specifika teknikområden. Systemen är placerade i TRV centrala IT/OT-miljö. |
| CRC | Korrosionsmotståndsklass |
| CSM-RA | Common Safety Method Risk Analysis |
| HHQ | Högsta högvattenföring |
| HHW | Högsta högvattennivå |
| IUK | Inspektions- och underhållsklass |
| KK | Kontrollkategori |
| L | Tunnellängd (m) |
| LLQ | Lägsta lågvattenföring |
| LLW | Lägsta lågvattennivå |
| MHQ | Medelhögvattenföring |
| MHW | Medelhögvattennivå |
| MLQ | Medellågvattenföring |
| MLW | Medellågvattennivå |
| MUR | Markteknisk undersökningsrapport |
| MQ | Medelvattenföring |
| MW | Medelvattennivå |
| PUU | Principiell utformning och utförande |
| RKFM | Redogörelse för konstruktionsarbetets förutsättningar och metoder |
| RUK | Rälsunderkant |
| RÖK | Rälsöverkant |
| STAX | Största tillåtna axellast (ton) |
| STH | Största tillåtna hastighet (km/h) |
| STVM | Största tillåtna vikt per meter (ton/m) |
| TSD | Teknisk specifikation för driftskompatibilitet |
| VGU | Vägars och gators utformning, se Kapitel 12 Referenser |
| ÅDT | Årsdygnstrafik |

1. Allmänna krav
   1. Allmänt

Förutsättning

Författningar utgörs av lagar, förordningar och myndighetsföreskrifter.

|  |
| --- |
|  |

K113124

Vid hänvisning till författning och standard ska även ändringar och tillägg gälla.

|  |
| --- |
|  |

K43231

Om uppgifter i olika dokument strider mot varandra ska följande rangordning gälla:

1. Lag, förordning, myndighetsföreskrift
2. *Krav Tunnelbyggande*
3. Annat dokument.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Dispens från krav i Krav Tunnelbyggande kan i enskilda fall beviljas. Dispens söks och beviljas internt på Trafikverket enligt särskild ordning.

|  |
| --- |
|  |

K44495

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

|  |
| --- |
|  |

* 1. Myndighetsföreskrifter

K43238

Vägtunnel ska uppfylla *TSFS 2019:93* vad gäller säkerhet vid användning samt brand.

|  |
| --- |
|  |

K255874

Vägtunnel ska uppfylla *TSFS 2021:122* vad gäller egenskapskrav för vägar, gator, spårvägar och tunnelbanor.

|  |
| --- |
|  |

K43239

Järnvägstunnel och undermarksstation ska uppfylla EU-förordning *TSD Tunnelsäkerhet* vad gäller säkerhet vid användning samt brand.

|  |
| --- |
|  |

K159290

Transportstyrelsen föreskrifter och allmänna råd om tillämpning av eurokoder,  
*TSFS 2018:57* ska tillämpas för andra konstruktioner än bärande huvudsystem av berg.

|  |
| --- |
|  |

K43236

Råd i *TSFS 2018:57* ska gälla som krav, utom de råd som avser beständighet.

|  |
| --- |
|  |

Råd

För konstruktioner och anordningar i tunnlar som inte är bärande huvudsystem av berg och som inte omfattas av TSFS 2018:57 bör Boverkets eller andra myndigheters regler användas i tillämpliga delar. Exempel på sådana regler är BFS 2011:10 i kombination med TSFS 2018:59.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Transportstyrelsens och Boverkets föreskrifter och allmänna råd om tillämpning av europastandarder för bärverksdimensionering anger bl.a. nationella val till dessa.

|  |
| --- |
|  |

* 1. Standarder

Förutsättning

Fullständiga beteckningar samt gällande utgåvor av standardserien SS-EN 1990 – SS‑EN 1999 (Eurokod) anges i TSFS 2018:57.

|  |
| --- |
|  |

K122220

Krav i standard i standardserien *SS-EN 1990 – SS-EN 1999* (Eurokod) ska tillämpas enligt följande och i följande rangordning:

1. De standarder som behandlas i *TSFS 2018:57*ska tillämpas i enlighet med de föreskrifter om tillämpningen av eurokoder som anges i *TSFS 2018:57*.
2. För de standarder som ej behandlas i *TSFS 2018:57* ska krav i åberopad standard uppfyllas antingen genom val av i standarden angiven teknisk lösning, eller genom val av annan lösning som uppfyller kravet.

|  |
| --- |
|  |

* 1. Allmän material- och arbetsbeskrivning (AMA)

Förutsättning

Med hänvisning till AMA utan angivande av ämnesområde (del) avses hela referensserien AMA.

|  |
| --- |
|  |

K43251

Där kod i *AMA* åberopas i *Krav Tunnelbyggande* ska även de ändringar och tillägg som anges i *Trafikverkets ändringar och tillägg till AMA* gälla.

|  |
| --- |
|  |

K43252

Där krav i *AMA* åberopas i *Krav Tunnelbyggande* genom hänvisning till kod ska tunnel respektive kategori A förutsättas.

|  |
| --- |
|  |

K43253

Där krav i *AMA* åberopas i *Krav Tunnelbyggande* genom hänvisning till kod ska även krav i överordnade koder i *AMA* gälla.

|  |
| --- |
|  |

K224958

Krav på material, utförande och kontroll skall följa kraven i *AMA Anläggning* med de ändringar och tillägg som anges i *Krav Tunnelbyggande* och *Trafikverkets ändringar och tillägg till AMA*.

|  |
| --- |
|  |

1. Redovisande handling
   1. Korrespondens

K43331

Om annan byggherre låter uppföra eller ändra byggnadsverk som påverkar eller påverkas av trafik på Trafikverkets vägar och järnvägar ska krav på redovisning och kontroll avtalas mellan Trafikverket och byggherren.

|  |
| --- |
|  |

K43333

I ärende som sänds in för kontroll enligtkapitel*7*ska följande anges tydligt:

* projektets namn och projektnummer
* vilken konstruktion som avses
* vilka handlingar och versioner av dessa som avses
* datering
* länk till lagringsplats för handlingar som lagts in i databas
* vilken typ av kontroll som avses
* det upprättande företagets namn
* daterad underskrift
* uppgift om på vems uppdrag handlingarna har upprättats
* kontaktuppgift för Trafikverkets projektledare
* kontaktuppgift för Trafikverkets kontraktspart
* kontaktuppgift för Trafikverkets teknikstöd för tunnel
* kontaktuppgift för konstruktionsföretags uppdragsledare.

|  |
| --- |
|  |

K43334

Ärende för kontroll ska insändas via e-tjänst Anläggningsteknik på Trafikverkets webbplats om inget annat överenskommits. Om e-tjänsten är ur funktion ska ärende för kontroll insändas till [bt@trafikverket.se](mailto:bt@trafikverket.se).

|  |
| --- |
|  |

K128870

Trafikverket ska aviseras per e-post om att handling sänts in för kontroll.

|  |
| --- |
|  |

K127208

Handlingsförteckning över redovisningens delar och deras gällande version ska bifogas.

|  |
| --- |
|  |

K127165

Revidering ska vara försedd med underskrift och datum. Underskrift på handling får vara ersatt med ett undertecknat och scannat intyg i vilket insända handlingar specificeras.

|  |
| --- |
|  |

* 1. Krav på konstruktionsföretag

Förutsättning

Företag som upprättar konstruktionsredovisning ska ha ledningssystem för kvalitet som uppfyller kraven i SS-EN ISO 9001 eller motsvarande kompetensdokumentation.

|  |
| --- |
|  |

Förutsättning

Tillverkare av CE-märkt byggprodukt får anses ha ledningssystem för kvalitet som är likvärdig med certifierat ledningssystem för kvalitet som uppfyller kraven i SS-EN ISO 9001 om företaget upprättar konstruktionsredovisning för produkter och kvalitetssäkring av konstruktionsredovisning ingår i bekräftelseprocedur.

|  |
| --- |
|  |

K127170

Företag som upprättar konstruktionsredovisning ska redovisa certifikat för ledningssystem för kvalitet som uppfyller kraven i *SS-EN ISO 9001* eller redovisa motsvarande kompetensdokumentation.

|  |
| --- |
|  |

K127171

I certifikat specificerad verksamhet ska vara relevant för uppdraget.

|  |
| --- |
|  |

K127172

Egendeklaration ska visa att konstruktionsföretag uppfyller följande krav:

* Certifikat och ledningssystem omfattar verksamhet att upprätta konstruktionsredovisning för aktuell typ av konstruktion.
* Konstruktionsföretag har kompetent personal för aktuellt arbete och att dessa deltar i aktuellt arbete.

|  |
| --- |
|  |

K127174

Kompetensdokumentation ska innehålla information om att företaget har kompetent personal för aktuellt arbete och att dessa deltar i aktuellt arbete.

|  |
| --- |
|  |

K127175

Konstruktionsföretag ska utföra dimensioneringskontroll av konstruktionsredovisningen. Dimensioneringskontroll ska anpassas till konstruktionens komplexitet.

|  |
| --- |
|  |

K127176

Dimensioneringskontroll ska utföras av person som inte deltar i projektering av aktuell konstruktion.

|  |
| --- |
|  |

K128874

Dimensioneringskontroll ska dokumenteras.

|  |
| --- |
|  |

K128875

Dokumentation av dimensioneringskontroll ska på begäran redovisas för beställaren.

|  |
| --- |
|  |

* 1. Registrering och koppling i BaTMan

K127213

Trafikverkets kontraktspart ska registrera uppgifter och registrera och koppla godtagen konstruktionsredovisning i Trafikverkets förvaltningssystem BaTMan i enlighet med *TDOK 2016:0407 Data och dokumentation till förvaltande system - Järnväg* och *TDOK 2019:0210 Data och dokumentation till förvaltande system – Väg,* senast 1 månad före ibruktagande.

|  |
| --- |
|  |

K127201

Märkning av konstruktionsredovisning med anläggningsnummer,  
konstruktionsnummer och beteckning ska vara utförd innan konstruktionsredovisning registreras och kopplas i Trafikverkets förvaltningssystem (BaTMan).

|  |
| --- |
|  |

K127219

När registrering och koppling i Trafikverkets förvaltningssystem BaTMan är utförd ska kontraktspart via e-post meddela Trafikverket.

|  |
| --- |
|  |

Råd

För att kunna registrera och koppla behövs behörighet och inloggningsuppgifter för BaTMan, se BaTMans hemsida.

|  |
| --- |
|  |

Råd

För mer information om registrering och koppling se handledning på BaTMans hemsida och information i BaTMan. Vid tveksamheter om utförandet av registrering och koppling kontaktas BaTMan Helpdesk per e-post på adress batman@trafikverket.se.

|  |
| --- |
|  |

K242248

Tekniska uppgifter, konstruktiv indelning samt uppgifter om passager ska registreras i (BaTMan) i den omfattning som framgår av *TDOK 2016:0407* samt *TDOK 2019:0210* för de konstruktioner som definieras i dokumenten som tunnel.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Registrering av uppgifter sker på det sätt som anges i BaTMan. Fastställelse av uppgifterna görs av Trafikverket.

|  |
| --- |
|  |

* 1. Särskild kravspecifikation

Förutsättning

Vid tillämpningen av Krav Tunnelbyggande ska nedanstående utformningar och metoder anses vara beskrivna, dvs särskild kravspecifikation krävs ej för:

* bergtunnlar med normal utformning förstärkta med vedertagna metoder
* betongkonstruktioner av platsgjuten betong eller av förtillverkade betongelement i båda fallen tillverkade av armerad betong eller av förspänd betong med vidhäftande spännarmering
* stålkonstruktioner som normalt förekommer i tunnlar.

|  |
| --- |
|  |

K43257

Särskild kravspecifikation ska upprättas om

* utformning eller dimensioneringsmetod inte är beskriven i *Krav Tunnelbyggande*
* material eller utförandemetod inte är beskriven i *AMA*.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Särskild kravspecifikation krävs exempelvis för:

* tätning mellan förtillverkade betongelement
* förspända bultars beständighet.

|  |
| --- |
|  |

K43258

Särskild kravspecifikation ska minst omfatta:

* krav och metoder avseende verifiering av bärförmåga, stadga, beständighet, begränsning av inläckande vatten, skydd mot inläckande vatten
* krav och metoder avseende verifiering av säkerhet mot frysning
* krav och metoder för säkerhet vid användning och brand samt hur krav avses att verifieras
* materialkrav och hur kraven avses att verifieras
* potentiell omgivningspåverkan och krav på åtgärder och kriterier för acceptabel omgivningspåverkan
* 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.

|  |
| --- |
|  |

K224789

Om särskild kravspecifikation upprättas, ska dispens sökas enligt *TDOK 2012:90*.

|  |
| --- |
|  |

* 1. Principiell utformning och utförande (PUU)

Förutsättning

Övergripande utredningar, beräkningar, beskrivningar och ritningar som redovisar en principiell utformning och strategi för en samordnad tunnellösning.

|  |
| --- |
|  |

K128826

Principiell utformning och utförande (PUU) ska redovisas.

|  |
| --- |
|  |

K122339

Redovisning ska vara så detaljerad att principiell utformning och utförande (PUU) tydligt framgår avseende byggbarhet, drift och underhåll, tid, kostnad, innehåll, preliminärt markanspråk, säkerhet vid användande med minst följande innehåll:

1. Utredningar av grundläggande förutsättningar såsom trafikteknisk standard för väg- och järnvägstunnel, geometrisk utformning i sektion, plan och profil enligt avsnitt *8.1-8.3*.
2. Metod för utförande av tunnel enligt avsnitt *8.4*.
3. Strategi för hantering av hydrogeologisk omgivningspåverkan enligt avsnitt *8.5*.
4. Utredning av luftkvalité enligt avsnitt *8.6*.
5. Utredning av behov av sidoutrymmen avsnitt *8.7*.
6. Utredning av skydd för tunnel enligt avsnitt *8.8*.
7. Faktainsamling av markförhållanden, byggnadsverk och övriga objekt enligt avsnitt *9.2*.
8. Ingenjörsgeologisk prognos enligt avsnitt *9.3*.
9. Andra förutsättningar som får konsekvenser för utformning och utförande
10. Principiell utformning av jord- och/eller bergschakt
11. Principiell utformning av bärande huvudsystem
12. Principiell utformning av begränsning av inläckande vatten
13. Principiell utformning av installationer och övriga system (t.ex. el, signal, tele, bana, väg, ventilation, dränering, inströmmande vatten, vatten och avlopp)
14. Säkerhetskoncept för vägtunnel enligt avsnitt *10.2.4.3*.
15. Säkerhetskoncept för järnvägstunnel enligt avsnitt *10.3.4.2*.
16. Principiell utformning för drift och underhåll.
17. Byggkostnadskalkyl.
18. Tidplan för byggskedet.

|  |
| --- |
|  |

K122341

I redovisning av PUU ska anges om redovisningen helt eller delvis avser

* nybyggnad eller arbete på befintlig konstruktion
* byggnadsverk för väg- eller gång- och cykeltrafik
* byggnadsverk för järnvägstrafik.

|  |
| --- |
|  |

* 1. Konstruktionsredovisning

Förutsättning

Detaljerade utredningar, beräkningar, beskrivningar och ritningar som leder fram till underlag för en bygghandling, miljödomsansökan etc. Arbetet med konstruktionsredovisning startar först efter att PUU har avslutats.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Allmänt

K128872

Konstruktionsredovisning ska redovisas.

|  |
| --- |
|  |

K43372

Ändras förutsättningar eller redovisad utformning ska konstruktionsredovisning revideras.

|  |
| --- |
|  |

K43404

För en betong- eller stålkonstruktion ska kraven på konstruktionsredovisning enligt i *Krav Bro - Allmänna krav*avsnitt *5.4* tillämpas med de ändringar och tillägg som anges i *Krav Tunnelbyggande*avsnitt *6.6.*

|  |
| --- |
|  |

K43392

Konstruktionsredovisningen ska vara så komplett, tydlig och detaljerad att den:

* verifierar att krav är uppfyllda
* förmedlar tillräcklig information till leverantörer och arbetsplats
* förmedlar tillräcklig information till framtida förvaltning.

|  |
| --- |
|  |

K43393

Konstruktionsredovisningen ska minst omfatta:

* redogörelse för konstruktionsarbetets förutsättningar och metoder (RKFM)
* utredningar och beräkningar
* beskrivningar
* ritningar.

|  |
| --- |
|  |

K43399

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

|  |
| --- |
|  |

K43348

Efter installation av pålgrupp ska berörd del av konstruktionsredovisning revideras. Revideringen ska baseras på en kontrollberäkning med pålarnas verkliga lägen, riktningar, lutningar och längder.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Administrativa rutiner

K43394

Varje del av konstruktionsredovisningen ska vara försedd med konstruktionsföretagets namn, underskrift och datum. En revidering ska vara försedd med underskrift och datum avseende revideringen. Underskrift på handlingen får vara ersatt med ett undertecknat och scannat intyg i vilket de insända handlingarna specificeras.

|  |
| --- |
|  |

K43397

Konstruktionsredovisning ska upprättas på svenska med undantag för RKFM enligt avsnitt *6.6.3* samt utredningar och beräkningar enligt avsnitt *6.6.4* som ska upprättas på svenska eller engelska.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Den svenska texten på ritning eller i beskrivning får kompletteras med samma text på annat språk.

|  |
| --- |
|  |

K43398

Använda tecken och symboler ska förklaras.

|  |
| --- |
|  |

K43400

Upprättandet av konstruktionsredovisningen ska uppfylla krav enligt:

* *TDOK 2012:35 Krav Digital projekthantering*
* *TDOK 2012:36 Krav Program och verktyg för digital projekthantering Väg*
* *TDOK 2012:37 Krav Metadata för digital projekthantering Väg.*

|  |
| --- |
|  |

Råd

Se även TDOK 2019:0333 Digital projekthanteringsplan.

|  |
| --- |
|  |

K43403

Varje del av konstruktionsredovisningen ska vara försedd med:

* huvudrubrik med konstruktionens namn, nummer och vägnummer eller bansträcka
* uppgift om Trafikverkets kontraktspart om det är ett annat företag än konstruktionsföretaget
* uppgift om kommun.

|  |
| --- |
|  |

K127222

Utredning och beräkning ska vara försedd med innehållsförteckning, kapitelindelning och sidnumrering.

|  |
| --- |
|  |

K127223

Utredning och beräkning inklusive bilagor ska vara samlade i ett dokument.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Redogörelse för konstruktionsarbetets förutsättningar och metoder (RKFM)
       1. Allmänt

K43408

RKFM ska redovisas.

|  |
| --- |
|  |

K157643

RKFM ska beskriva de projekteringsförutsättningar som tillämpas.

|  |
| --- |
|  |

K128824

RKFM ska upprättas för:

* bergkonstruktion
* betong- eller stålkonstruktion
* installationer och övriga system
* personsäkerhet i tunnlar
* fysisk säkerhet för tunnlar.

|  |
| --- |
|  |

K43409

RKFM ska revideras i takt med konstruktionsarbetets framskridande.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Bergkonstruktion

K43411

RKFM ska ha följande rubriker och minst innehålla:

1. Administrativa uppgifter

1. kontaktuppgifter för Trafikverkets kontraktspart, konstruktionsföretag och Trafikverkets projektledning
2. protokoll från startmöte eller kontraktsgenomgång för entreprenad eller konsultuppdrag (biläggs)
3. tilläggsskrivelse från beställaren som är relevant för konstruktionsarbetet (biläggs)
4. Redovisning av hur konstruktionsföretagets dimensioneringskontroll organiseras och genomförs.

2. Styrande dokument

1. förteckning över regelverk som ska tillämpas
2. förteckning över övrigt underlag, t.ex. PUU, typlösningar och liknande som utgör förutsättning för dimensionering, utformning och utförande
3. förteckning över tillstånd och andra handlingar som innehåller restriktioner avseende omgivningspåverkan.

3. Teknisk livslängd och beständighet

1. förteckning över avsedda tekniska livslängder
2. förteckning över exponerings- och korrosivitetsklasser för olika utrymmen och konstruktionsdelar
3. förteckning över inspektions- och underhållsklasser
4. förteckning över material och korrosionsskydd

4. Markförhållanden, byggnadsverk och övriga objekt

1. geotekniska, bergtekniska, hydrogeologiska och andra förutsättningar som är av betydelse för utformning samt bärförmåga, stadga och beständighet enligt avsnitt *9.2.1*
2. Inventering av byggnadsverk och övriga objekt enligt avsnitt *9.2.2*
3. prognos över ingenjörsgeologiska förutsättningar enligt avsnitt *9.3.1*
4. prognos av grundvattensituationen enligt avsnitt *9.3.2*

5. Dimensioneringsförutsättningar

1. förteckning över konstruktionsmaterial och deras hållfasthetsparametrar
2. förslag på geotekniska kategorier inklusive motivbeskrivning
3. förteckning över säkerhetsklasser
4. förteckning över laster i varaktiga dimensioneringssituationer
5. förteckning över laster i exceptionella dimensioneringssituationer
6. förteckning över lastkombinationer
7. förteckning över gränsvärden för vibrationer med hänsyn till omgivningspåverkan (baseras på riskanalys för sprängningsinducerade vibrationer)
8. förteckning över restriktioner för grundvattenpåverkan, t.ex. rikt- eller gränsvärden för inläckning och grundvattensänkning
9. förteckning över gränsvärden för deformationer med hänsyn till omgivningspåverkan
10. uttagsordning och uttagssekvens för bergschakt

6. Beskrivning av metoder för dimensionering gällande

1. begränsning av inläckande vatten (t.ex. injektering)
2. ytterligare åtgärder avseende hydrogeologisk omgivningspåverkan (t.ex. infiltration och åtgärder på riskobjekt)
3. bergförstärkning för varaktiga och exceptionella dimensioneringssituationer (t.ex. bergbult, sprutbetong och bärande inklädnad)
4. skydd mot inläckande vatten (t ex inklädnad)
5. datorprogram som kommer att användas för beräkningar

7. Särskilda utredningar

1. beskrivning av geografiska områden och/eller konstruktioner som kräver särskilda utredningar, inklusive syfte, omfattning och genomförande av dessa utredningar.

8. Verifiering i byggskedet

1. ingenjörsgeologisk uppföljning
2. geometri för schaktad bergkontur och tunnelkontur
3. bergkonstruktionens beteende (t.ex. deformationer och belastningar)
4. omgivningspåverkan (t.ex. inläckning av vatten, grundvattennivå och vibrationer)
5. inläckning av vatten med hänsyn till tunnelns funktion och säkerhet (t.ex. "droppkartering")

9. Metoder för inspektion och underhåll

1. beskrivning av inspektioner av bärande huvudsystem och inredning
2. beskrivning av underhåll av bärande huvudsystem och inredning.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Betong- eller stålkonstruktion

K43413

RKFM ska redovisas enligt *Krav Bro - Allmänna krav*med följande tillägg:

Styrande dokument

* förteckning över tillstånd och andra handlingar som innehåller restriktioner avseende omgivningspåverkan

Markförhållanden, byggnadsverk och övriga objekt

* geotekniska, bergtekniska, hydrogeologiska och andra förutsättningar som är av betydelse för utformning samt bärförmåga, stadga och beständighet enligt avsnitt *9.2.1*
* Inventering av byggnadsverk och övriga objekt enligt avsnitt *9.2.2*
* prognos över ingenjörsgeologiska förutsättningar enligt avsnitt *9.3.1*
* prognos av grundvattensituationen enligt avsnitt *9.3.2*

Dimensioneringsförutsättningar

* beskrivning av valt koncept för branddimensionering avseende bärförmåga vid brand samt risken för spjälkning av betong
* beskrivning av dimensionering för explosionslast
* förteckning över restriktioner för grundvattenpåverkan, t.ex. gränsvärden för inläckning och grundvattensänkning
* förteckning över gränsvärden för deformationer med hänsyn till omgivningspåverkan
* uttagsordning och uttagssekvens för bergschakt

Beskrivning av metoder för dimensionering gällande

* valt koncept för branddimensionering avseende bärförmåga vid brand samt risken för spjälkning av betong
* dimensionering för explosionslast
* dimensionering för skydd mot inläckande vatten.
* dimensionering av ytterligare åtgärder avseende hydrogeologisk omgivningspåverkan (t.ex. strömningsavskärande fyllning, infiltration och åtgärder på riskobjekt)
* dimensionering av bergförstärkning
* dimensionering av skydd mot inläckning av vatten med hänsyn till tunnelns funktion och säkerhet
* datorprogram som kommer att användas för beräkningar

Utbyggnadssätt

* redovisning av utbyggnadssätts inverkan på hydrogeologisk omgivningspåverkan.

Verifiering i byggskedet

* omgivningspåverkan (t.ex. inläckning av vatten, grundvattennivåer, sättningar och vibrationer)
* inläckning av vatten med hänsyn till tunnelns funktion och säkerhet

|  |
| --- |
|  |

Råd

Om tunneln byggs under avsänkta eller delvis avsänkta förhållanden, kan verifiering av täthet behöva planeras med särskild kontroll i samband med återställande av grundvattennivå. Beakta behov av sektionsindelad inläckagemätning, kontroll av dilatationsfogar, inslagsvalv, stag-genomföringar och gjutfogar

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Installationer och övriga system

K157950

RKFM ska minst innehålla:

* förteckning över produkter och deras egenskaper
* förteckning över de delar som har betydelse för säkerheten vid brand och deras egenskaper vid brand
* förteckning över avsedda tekniska livslängder
* förteckning över korrosivitetsklasser för olika utrymmen och konstruktionsdelar (inklusive infästningar)
* förteckning över material och korrosionsskydd
* beskrivning av konstruktionsförutsättningar (t.ex. säkerhetsklasser, laster och lastkombinationer)
* beskrivning av utformning och dimensionering med avseende på bärförmåga
* beskrivning av inspektioner i driftskedet
* beskrivning av underhåll i driftskedet.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Installationer och övriga system inkluderar t.ex. el, signal, tele, bana, väg, ventilation, dränering, vatten och avlopp.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Personsäkerhet i tunnlar

K122134

RKFM ska minst innehålla:

* sammanställning av aktuella avgränsningar, dimensionerande förutsättningar samt projektspecifika krav eller kravdokument
* beskrivning av utformning och dimensionering
* förteckning över objektspecifika förutsättningar, till exempel:
  + risker
  + tunnellängd, antal tunnelrör och placering av tunnelöppningar i omgivande terräng samt uppgift om markförhållanden, anslutande tunnlar, byggnadsverk, byggnader eller lokaler samt riskobjekt i omgivningen
  + antal spår, spårkonstruktion, växlar, antal körfält, lutningsförhållanden och uppgift om driftplats i tunnel
  + fordon och trafikmängd, personkategorier och antal som kan utsättas för risk, t.ex. resenärer/trafikanter, personal och tredje man, godstransporter inklusive farligt gods samt uppgift om typer och mängder
  + kommunala räddningstjänstens resurser och behov av anpassningar för att kunna erbjuda stöd vid insats samt uppgift om trafikstyrningssystem
  + uppgift om central för övervakning av tunnelinstallationer samt beskrivning av inspektioner och underhåll i driftskedet
* sammanställning av metoder, t.ex. analysmetoder, modeller och kriterier.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Fysisk säkerhet för tunnlar

K122419

RKFM ska minst innehålla:

* beskrivning av förutsättningar och metoder för analys av fysisk säkerhet.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Utredningar och beräkningar
       1. Allmänt

K43419

Utredningar och beräkningar som visar att ställda krav är uppfyllda ska redovisas.

|  |
| --- |
|  |

K158334

Beräkningsmetoder, beräkningsgång och gjorda antaganden ska motiveras och redovisas.

|  |
| --- |
|  |

K43420

För betong- eller stålkonstruktion ska utredning och beräkning redovisas enligt *Krav Bro -* *Allmänna krav*avsnitt*5.4*.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Bärförmåga, stadga och beständighet

K43423

Utredningar och beräkningar som verifierar att kraven på bärförmåga, stadga och beständighet uppfylls för bärande huvudsystem, inredning och installation ska redovisas.

|  |
| --- |
|  |

K43424

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

|  |
| --- |
|  |

K43425

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

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Hydrogeologisk omgivningspåverkan

K258201

Prognos avseende grundvattenpåverkan ska redovisas.

|  |
| --- |
|  |

K43428

Utredningar och beräkningar för grundvattenpåverkan ska redovisas.

|  |
| --- |
|  |

K158025

Utredningen ska minst omfatta redovisning av följande:

* krav
* gjorda antaganden
* valda parametervärden
* beräkningar och resultat
* teknisk lösning
* kontroller
* åtgärder då inläckning av vatten eller avsänkning av vattennivå är större än tillåtet.

|  |
| --- |
|  |

K229452

Tillåten grundvattensänkning i bygg- respektive driftskede ska redovisas.

|  |
| --- |
|  |

K258202

Tillåtet inläckande grundvatten i bygg- respektive driftskede ska redovisas.

|  |
| --- |
|  |

K231157

Prognos avseende grundvattenpåverkan ska minst innehålla redovisning av:

* planerad vattenverksamhet
* gjorda antaganden
* använda beräknings- och prognosmetoder
* beräkningar och/eller grundvattenmodeller
* bedömd påverkan inklusive bedömning av prognossäkerhet och osäkerheter.

K227488

Utredningar och beräkningar som redovisar samverkande skyddsåtgärder avseende hydrogeologisk omgivningspåverkan, ska redovisas.

|  |
| --- |
|  |

K227487

Samtliga samverkande skyddsåtgärder som påverkar grundvattensystemet ska redovisas i samma åtgärdsprogram.

|  |
| --- |
|  |

K227489

Dimensionering av skyddsåtgärder ska redovisas samlat så att samverkande effekter kan utläsas och bedömas.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Begränsning av inläckande vatten

K258196

Utredningar och beräkningar för begränsning av inläckande vatten ska redovisas.

|  |
| --- |
|  |

K227490

Tillåten inläckning av vatten i bygg- respektive driftskede ska redovisas.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Om teknisk lösning för begränsning av inläckande vatten utgörs av injektering kan lösningen beskrivas indelad i injekteringsklasser.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Skydd mot inläckande vatten

K228035

Utredningar och beräkningar för skydd mot inläckande vatten som verifierar att krav enligt avsnitt *10.1.3.3* är uppfyllda ska redovisas.

|  |
| --- |
|  |

K43430

Utredningen ska minst omfatta redovisning av följande:

* krav
* valda parametervärden
* gjorda antaganden
* beräkningar och resultat
* teknisk lösning
* kontroller.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Installationer och övriga system
         1. Omfattning

K43435

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

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Ventilationssystem

Vägtunnel

K43439

Utredningar och beräkningar ska verifiera att kraven på brandgaskontroll, luftkvaliteten i tunneln och luftkvaliteten i omgivningen uppfylls.

|  |
| --- |
|  |

K44364

I beräkningarna ska ventilationssystemets utnyttjande i olika situationer redovisas.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Med ventilationssystemets utnyttjande avses t.ex. systemets förväntade drifttid och kapacitetsutnyttjande.

|  |
| --- |
|  |

K43441

Utredningar och beräkningar för ventilationssystem ska minst omfatta:

* redovisning av trafiksituationer för emissionsberäkningar
* emissionsberäkningar
* ventilationstekniska beräkningar (t.ex. luftflöde, luftriktning, tryckfall)
* spridningsberäkningar för emissioner
* beräkning av tornhöjd för utsläpp från eventuella ventilationstorn
* buller och vibrationer.

|  |
| --- |
|  |

K44365

Bidraget till luftflödet från naturlig ventilation respektive fläktventilation ska redovisas.

|  |
| --- |
|  |

Järnvägstunnel

K43443

Utredningar och beräkningar ska visa om det finns behov av mekanisk ventilation, t.ex. för teknikutrymmen, vid underhållsarbeten, utrymning vid brand eller för att möjliggöra insats vid olycka.

|  |
| --- |
|  |

K43444

För en tunnel som till följd av en säkerhetsbedömning enligt avsnitt *7.2.3*kräver ventilation med ett annat system än naturlig ventilation ska redovisningen omfatta de utredningar och beräkningar som behövs för att verifiera att anläggningen uppfyller ställda krav.

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. VA-anläggning

K43446

Redovisning ska omfatta beräkningar av dimensionerande flöden för dagvatten, dräneringsvatten, släckvatten samt eventuellt spolvatten.

|  |
| --- |
|  |

K43447

Dimensionering av eventuella pumpverk och reningsanläggningar ska redovisas.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Personsäkerhet i tunnlar
         1. Personsäkerhet i vägtunnlar

K122144

Redovisningen ska omfatta de utredningar och beräkningar som behövs för att verifiera att anläggningen uppfyller ställda krav avseende personsäkerhet i vägtunnlar och ska minst omfatta:

* beskrivning av ingående olyckstyper
* grov riskanalys, kvantitativa riskbedömningar, säkerhetsskyddsanalys baserat på dimensionerande hotbild och/eller andra verifieringsmetoder angivna enligt avsnitt *10.3.4*
* jämförelseuppgifter från andra tunnelprojekt, t.ex. avseende trafikering, längd och bedömd risknivå
* säkerhetskoncept, inklusive koncept för utrymning och räddningstjänstens insats samt åtgärder till följd av säkerhetsskyddsanalys
* alternativa säkerhetsåtgärder eller tekniska byten, jämförelser med motivering till valda alternativ
* översiktlig genomgång av koncept för redundans och robusthet för system ingående i säkerhetskonceptet och framtida drift av tunneln inklusive elförsörjning, kanalisationsprinciper, styrfilosofi, kommunikationssystem, preliminär driftområdesindelning.

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Personsäkerhet i järnvägstunnlar

K122145

Redovisningen ska omfatta de utredningar och beräkningar som behövs för att verifiera att anläggningen uppfyller ställda krav avseende personsäkerhet i järnvägstunnlar och ska minst omfatta (se även avsnitt *6.6.3.5*):

* olyckskatalog
* grov riskanalys, kvantitativ säkerhetsbedömning säkerhetsskyddsanalys baserat på dimensionerade hotbild och/eller andra verifieringsmetoder angivna enligt avsnitt *6.6.3.5*
* jämförelseuppgifter från andra tunnelprojekt t.ex. avseende trafikering, längd och bedömd risknivå
* säkerhetskoncept inklusive koncept för utrymning och räddningstjänstens insats samt åtgärder till följd av säkerhetsskyddsanalys
* alternativa säkerhetsåtgärder eller tekniska byten, jämförelser med motivering till valda alternativ
* översiktlig genomgång av koncept för redundans och robusthet för system ingående i säkerhetskonceptet inklusive elförsörjning, jordning av kontaktledning, kanalisationsprinciper, principer för styr- och övervakning, kommunikationssystem
* granskningsrapport från oberoende part.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Redovisningen kan inkludera en beskrivning av operativa åtgärder och strategier för att garantera passagerarnas säkerhet i anläggningen, och framställas i anläggningsspecifik operativ dokumentation med hjälp av TMALL 1437, TMALL 1438, TMALL 1439 och TMALL 1440.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Fysisk säkerhet för tunnlar

K158019

Redovisningen ska omfatta de utredningar som behövs för att verifiera att anläggningen uppfyller ställda krav avseende fysisk säkerhet för tunnlar och ska minst omfatta:

* resultat från klassning av anläggningen enligt *TDOK 2019:0371* Anläggningsklassificering ur ett säkerhetsperspektiv
* beskrivning av individuell behovsanpassning utifrån säkerhetsskyddsbedömning av anläggningar i klass 5 samhällskritisk nivå
* principbeskrivning av utformning och åtgärder för att uppfylla krav på fysisk säkerhet i enlighet med *TRVINFRA-00263* Fysisk säkerhet väganläggning respektive *TRVINFRA-00270* Fysisk säkerhet järnvägsanläggning.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Beskrivningar
       1. Allmänt

Förutsättning

Med beskrivning avses en handling upprättad enligt avsnitt 6.6.5 samt för en betong- eller stålkonstruktion en handling upprättad enligt Krav Bro - Allmänna krav avsnitt 5.4.8.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Teknisk beskrivning

K74432

Teknisk beskrivning för tunnel ska upprättas och redovisas.

|  |
| --- |
|  |

K43476

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

|  |
| --- |
|  |

K43477

Teknisk beskrivning ska upprättas enligt BSAB-struktur.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Drift- och underhållsplan

K158135

Drift- och underhållsplan för tunnel ska upprättas och verifieras mot krav på driftsäkerhet och LCC.

|  |
| --- |
|  |

K43486

Drift- och underhållsplan för tunnel ska redogöra för underhållsaktiviteter och påverkan på trafik (frekvenser, tider och behov av verktyg, maskiner, personal och reservdelar samt uppgift om var de finns) kopplat till minst följande:

* tunnelkonfiguration
* bärande huvudsystem
* skydd mot inläckning av vatten
* installationer och komponenter
* hydrogeologisk omgivningspåverkan och miljödom
* behov av sidoutrymmen för tunnelns underhåll eller funktion
* alternativa trafiklösningar vid tunnelavstängning
* operativa driftinstruktioner som kan styras och/eller övervakas via Trafikverkets system för eldriftledning och anläggningsövervakning.

|  |
| --- |
|  |

K250067

I utredning av alternativa trafiklösningar vid tunnelavstängning ska minst följande redovisas:

* beaktade scenarier
* tider för avstängning
* kostnader förenade med respektive lösning.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Driftinstruktion kan innehålla:

* en kortfattad systembeskrivning
* en beskrivning av vilka åtgärder, tekniska eller trafikala, som ska vidtas i tunnel vid fel
* krav på insatstid vid fel.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Trafikanordningsplaner för olika trafik- och driftincidenter samt åtgärder och insatstider vid olika typer av fel i installationer kan upprättas med hjälp av TMALL 1437, TMALL 1438, TMALL 1439 och TMALL 1440.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Ritningar
       1. Sammanställningsritning

K43450

Sammanställningsritning ska upprättas och redovisas och minst bestå av:

* plan av tunneln i sin helhet
* profil av tunneln i sin helhet
* tvärsektion
* situationsplan som beskriver tunnelns läge.

|  |
| --- |
|  |

K43451

Sammanställningsritning ska upprättas med omfattning och innehåll enligt *Bilaga 1.*

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Översiktsritning

K43454

Översiktsritning ska upprättas och redovisas med omfattning och innehåll enligt *Bilaga 1.*

|  |
| --- |
|  |

K43455

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

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Detaljritning

K43459

Detaljritningar ska upprättas och redovisas med omfattning och innehåll enligt *Bilaga 1.*

|  |
| --- |
|  |

K158122

För betong- eller stålkonstruktion ska detaljritning redovisas enligt *Krav Bro -* *Allmänna krav* avsnitt *5.4.7* kompletterad med inmätta nivåer och koordinater för mätpunkter enligt avsnitt *11.4.2.2*.

|  |
| --- |
|  |

K43467

Om skyddet mot inläckning av vatten helt eller delvis utgörs av injektering av berg ska kontroller för uppföljning av resultatet redovisas.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Relationshandling

K242253

Relationshandling ska upprättas och redovisas för handling enligt avsnitt *6.6.3 - 6.6.6*.

|  |
| --- |
|  |

K257914

Relationshandling ska märkas med texten ”Relationshandling”.

|  |
| --- |
|  |

1. Beställarens kontroll

Förutsättning

Trafikverkets uppgift, såsom den ges av ”Förordningen 2010:185 med instruktion för Trafikverket”, inbegriper att ”Trafikverket ska se till att de regelverk och rutiner verket disponerar över är kostnadseffektiva och enkla för medborgare och företag” (5§). För att klara uppgiften om kostnadseffektiva regelverk har Trafikverket beslutat att kontroll av utformning, utförande och konstruktion ska vara organiserad så att allvarliga fel kan upptäckas innan arbeten drivits så långt att ändringar är kostsamma eller svåra att utföra.

I kapitel 7 anges Trafikverkets rutiner avseende:

* kontroll av ~~p~~rincipiell utformning och utförande (PUU)
* kontroll av konstruktionsredovisning.

För berg-, betong- och stålkonstruktioner utförs kontroll av den kontrollerande enheten.

|  |
| --- |
|  |

* 1. Kontroll av Principiell utformning och utförande (PUU) samt särskild kravspecifikation
     1. Berg-, betong- och stålkonstruktion

K128829

För punkt 1 till 12 enligt avsnitt *6.5* ska redovisning av PUU och särskild kravspecifikation enligt avsnitt *6.4* sändas till Trafikverket för kontroll och yttrande.

|  |
| --- |
|  |

K122341

I redovisning av PUU ska anges om redovisningen helt eller delvis avser

* nybyggnad eller arbete på befintlig konstruktion
* byggnadsverk för väg- eller gång- och cykeltrafik
* byggnadsverk för järnvägstrafik.

|  |
| --- |
|  |

K122342

Kontroll av PUU, punkt 1-12 enligt avsnitt *6.5,* samt särskild kravspecifikation är avslutad när:

* kontrollerande enhet har yttrat sig över principiell utformning och utförande
* kontrollerande enhet har yttrat sig över särskild kravspecifikation
* synpunkter från kontrollerande enhet avseende principiell utformning och utförande samt särskild kravspecifikation är beaktade och besvarade på ett fackmässigt sätt
* handlingarna är justerade
* kontrollerande enhet inte har några kvarstående synpunkter.

|  |
| --- |
|  |

K158810

Kontroll av PUU ska vara avslutad innan bygghandlingsprojektering påbörjas.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Övriga konstruktioner och system

K159187

För uppgifter enligt punkt 13 till 18 enligt avsnitt *6.5* ska PUU och särskild kravspecifikation enligt avsnitt *6.4* sändas till Trafikverket för kontroll och yttrande.

|  |
| --- |
|  |

K163005

Kontroll av PUU, punkt 13-18 enligt avsnitt *6.5*, samt särskild kravspecifikation är avslutad när:

* Trafikverket har yttrat sig över principiell utformning och utförande
* Trafikverket har yttrat sig över särskild kravspecifikation
* synpunkter från Trafikverket avseende principiell utformning och utförande samt särskild kravspecifikation är beaktade och besvarade på ett fackmässigt sätt
* handlingarna är justerade
* Trafikverket inte har några kvarstående synpunkter.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Handläggningstider

K163007

Trafikverkets handläggningstid ska förutsättas vara 20 arbetsdagar. Om särskild kravspecifikation enligt avsnitt *6.4* ingår beror handläggningstid på ärendets komplexitet.

|  |
| --- |
|  |

K43338

Kontrollerande enhets handläggningstid ska förutsättas vara 20 arbetsdagar. Om särskild kravspecifikation enligt avsnitt *5.1.2*ingår beror handläggningstid på ärendets komplexitet.

|  |
| --- |
|  |

K127164

Det ska förutsättas att ingen kontroll utförs under veckorna 28-31 och 52-1.

|  |
| --- |
|  |

K129105

Det ska förutsättas att handläggningstider räknas från första arbetsdag efter ankomstdatum till expedieringsdatum.

|  |
| --- |
|  |

* 1. Kontroll av konstruktionsredovisning
     1. Berg-, betong- och stålkonstruktion

Förutsättning

Den kontrollerande enheten på Trafikverket hanterar kontroll och godtagande gällande berg-, betong-,  geo- och stålkonstruktioner i enlighet med de krav PBL ställer avseende byggnadsverks tekniska egenskaper.

|  |
| --- |
|  |

K43345

Konstruktionsredovisning för berg-, betong- och stålkonstruktion enligt avsnitt *6.6*ska sändas till Trafikverket för kontroll och godtagande.

|  |
| --- |
|  |

K129330

RKFM ska vara kontrollerad och godtagen av den kontrollerande enheten innan konstruktionsarbetets utredningar och beräkningar påbörjas.

|  |
| --- |
|  |

K43347

För följande berg-, betong och stålkonstruktioner ska konstruktionsredovisningen vara godtagen av den kontrollerande enheten och märkt enligt avsnitt *7.2.6* innan utförande av aktuell konstruktion 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, tågtrafik eller sjötrafik
* rivning av permanent eller tillfällig konstruktion om arbetet påverkar säkerheten för allmänheten, vägtrafik, tågtrafik eller sjötrafik.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Med tillfällig konstruktion avses t.ex. en spont, spårbrygga, ställning, lanseringsanordning eller tillfällig bro.

|  |
| --- |
|  |

Förutsättning

Konstruktionsredovisningen kan godtas om den uppfyller ställda krav.

|  |
| --- |
|  |

Förutsättning

Handlingens kvalitet styr behovet av förnyad kontroll. Det finns ingen gräns för antalet förnyade kontroller.

|  |
| --- |
|  |

Förutsättning

Konstruktionsredovisning kontrolleras och godtas på samma sätt oavsett entreprenadform eller kontraktsform.

|  |
| --- |
|  |

Förutsättning

Godtagande av konstruktionsredovisning innebär inget övertagande av konstruktionsansvar.

|  |
| --- |
|  |

K127313

Godtagandet ska återkallas om förutsättningar för godtagandet förändrats.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Installationer och övriga system

K159333

Konstruktionsredovisning för installationer och övriga system, personsäkerhet i tunnlar och fysisk säkerhet för tunnlar enligt avsnitt *6.6* ska sändas till Trafikverket för kontroll och yttrande.

|  |
| --- |
|  |

K163010

RKFM ska vara avslutad innan konstruktionsarbetets utredningar och beräkningar påbörjas.

|  |
| --- |
|  |

K163011

Innan kontroll av konstruktionsredovisning får anses vara avslutad ska:

* Trafikverket ha yttrat sig över konstruktionsredovisning
* synpunkter från Trafikverket avseende konstruktionsredovisning vara beaktade och besvarade på ett fackmässigt sätt
* handlingarna vara justerade
* Trafikverket inte ha några kvarstående synpunkter.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Tidplan för insändande av konstruktionsredovisning

K127178

Trafikverkets kontraktspart ska upprätta en tidplan som omfattar samtliga i kontraktet ingående konstruktioner som omfattas av krav på kontroll av konstruktionsredovisning.

|  |
| --- |
|  |

K163013

Tidplanen ska visa uppdelning i ärenden, storlek på ärenden och vid vilka tidpunkter ärenden kommer att sändas in för kontroll.

|  |
| --- |
|  |

K163014

Tidplan ska inkludera tid för eventuell revidering av konstruktionsredovisning efter kontroll.

|  |
| --- |
|  |

K159188

Vid försening ska tidplan revideras på så sätt att kontrollärenden ej förläggs överlappande.

|  |
| --- |
|  |

K224790

Vid insändande av konstruktionsredovisning som baseras på särskild kravspecifikation ska godkänd dispens för den särskilda kravspecifikationen bifogas konstruktionsredovisningen.

|  |
| --- |
|  |

K127179

När tidplan sänds in ska det, utöver uppgifter enligt avsnitt *6.1*, anges vilket eller vilka av följande alternativ arbetet avser:

* nybyggnad
* arbete på befintlig konstruktion
* byggnadsverk för vägtrafik eller gång- och cykeltrafik
* byggnadsverk för järnvägstrafik.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Handläggningstider

K43355

Handläggningstiden för kontroll av konstruktionsredovisning ska förutsättas vara 20 arbetsdagar för:

* konstruktion som beskrivs med särskild kravspecifikation enligt avsnitt *6.4*
* bergtunnel med spännvidd ≥ 20 meter
* bergtunnel med QBAS ≤ 1, eller motsvarande värde enligt annat klassificeringssystem för berg
* bergtunnel med krav på begränsning av inläckande vatten≤ 3 liter/min, 100 meter
* bergtunnel med krav på tätningseffekt > 95%
* betong- eller ståltunnel.

|  |
| --- |
|  |

K129106

Handläggningstiden för kontroll av konstruktionsredovisning ska förutsättas vara 10 arbetsdagar för:

* bergtunnlar som inte omfattas av krav K43355
* installationer och övriga system, personsäkerhet i tunnlar och fysisk säkerhet för tunnlar
* RKFM.

|  |
| --- |
|  |

K129105

Det ska förutsättas att handläggningstider räknas från första arbetsdag efter ankomstdatum till expedieringsdatum.

|  |
| --- |
|  |

K129104

För att angivna handläggningstider ska gälla ska:

* tidplan enligt avsnitt *7.2.3* ha sänts till Trafikverket minst två veckor innan tid för konstruktionsstartsmöte
* eventuell revidering av tidplan ha sänts till Trafikverket minst två veckor innan nästa ärende sänds in för kontroll
* tidplan följas och vid behov revideras
* minst 10 arbetsdagar ha förflutit mellan insändande av ärenden för kontroll
* handling vara komplett och kvalitetssäkrad
* kontroll av PUU vara avslutad enligt avsnitt *7.1*
* krav på tidplan enligt avsnitt *7.2.3* är uppfyllda.

|  |
| --- |
|  |

K127164

Det ska förutsättas att ingen kontroll utförs under veckorna 28-31 och 52-1.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Konstruktionsstartmöte

K127197

Konstruktionsredovisning ska inledas med konstruktionsstartmöte.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Vid konstruktionsstartmöte behandlas frågor om förutsättningar och metoder för konstruktionsarbetet. Utöver tekniska frågor behandlas även tidplan och handläggningstider.

|  |
| --- |
|  |

K43360

Trafikverkets kontraktspart ska kalla till konstruktionsstartsmöte.

|  |
| --- |
|  |

K127198

I kallelse ska anges uppgifter enligt avsnitt *6.1* och vilken typ av konstruktion enligt avsnitt *7.2* som ärendet avser.

|  |
| --- |
|  |

K43361

Kallelse ska sändas in minst sex veckor före föreslagen mötestid. Vid mötet ska minst följande personer närvara:

* Trafikverkets handläggare från den kontrollerande enheten för de fall då mötet avser berg- betong eller stålkonstruktion
* Trafikverkets teknikstöd i projektet
* representant för Trafikverkets projektledning
* ansvarig konstruktör
* representant för Trafikverkets kontraktspart.

|  |
| --- |
|  |

K43362

Två veckor innan konstruktionsstartmötet ska följande handlingar sändas in till Trafikverket:

* redovisning av PUU enligt avsnitt *6.5*
* förhandskopia av RKFM enligt avsnitt *6.6.3*
* handlingsförteckning över konstruktionsredovisningens delar
* tidplan för insändande av konstruktionsredovisning enligt avsnitt *7.2.3.*

|  |
| --- |
|  |

K43363

Vid möte ska förhandskopia av RKFM enligt avsnitt *6.6.3* gås igenom.

|  |
| --- |
|  |

K131013

Vid möte ska handlingsförteckning över konstruktionsredovisningens delar gås igenom.

|  |
| --- |
|  |

K127199

Vid möte ska tidplan för insändande av konstruktionsredovisning redovisas och justeras.

|  |
| --- |
|  |

K127180

Vid möte ska sändlistan för distribution av konstruktionsredovisning som sänds in för kontroll redovisas och justeras.

|  |
| --- |
|  |

K129333

Efter konstruktionsstartmöte ska RKFM sändas till Trafikverket för kontroll.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Märkning av konstruktionsredovisning efter godtagande

Förutsättning

I Figur K7.1 ges exempel på märkning enligt skrivelse från kontrollerande enhet där   
"X-XXXX-XX xx" = anläggningsnummer, konstruktionsnummer och beteckning enligt BaTMan.

|  |
| --- |
|  |

Förutsättning

|  |
| --- |
| REV X, GODTAGEN AV TRAFIKVERKET X-XXXX-XX xx ÄRENDENUMMER TRVAT ÅÅÅÅ/XXXXX DATUM ÅÅÅÅ-MM-DD |

Figur K7.1 Exempel på märkning efter godtagande enligt skrivelse från kontrollerande enhet, där REV X avser aktuell version av redovisningen.

|  |
| --- |
|  |

K43383

Efter det att den kontrollerande enheten godtagit konstruktionsredovisningen avseende berg-, bro- eller stålkonstruktion ska handlingarna märkas.

|  |
| --- |
|  |

K127200

Handling ingående i konstruktionsredovisning ska märkas på det sätt som anges i skrivelse från den kontrollerande enheten.

|  |
| --- |
|  |

K260167

Om kontrollerande enhet inte anger annat i skrivelse ska märkning vara utformad enligt *Figur K7.2.*

|  |
| --- |
|  |

K43384

|  |
| --- |
| REV X, GODTAGEN AV TRAFIKVERKET ÄRENDENUMMER TRVAT ÅÅÅÅ/XXXXX DATUM ÅÅÅÅ-MM-DD |

*Figur K7.2 Märkning efter godtagande, där REV X avser akyuell version av redovisningen.*

|  |
| --- |
|  |

K129323

Märkning på ritning ska vara placerad omedelbart över namnruta.

|  |
| --- |
|  |

K129324

Märkning på beskrivning ska vara placerad på försättssida.

|  |
| --- |
|  |

K43386

På ritningar ska märkningen ges 3,5 mm textstorlek.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Avbruten kontroll

K135968

Om konstruktionsredovisningen har undermålig kvalitet ska kontrollen avbrytas.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Avbruten kontroll meddelas kontraktspart.

|  |
| --- |
|  |

K135970

När konstruktionsredovisning sänds in igen efter avbruten kontroll ska den hanteras som ett nytt ärende.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Revidering

K127203

Konstruktionsredovisning som reviderats ska sändas in för förnyad kontroll.

|  |
| --- |
|  |

K127205

När konstruktionsredovisning sänds in för förnyad kontroll ska det anges vilka delar av konstruktionsredovisningen som berörs.

|  |
| --- |
|  |

K43388

När konstruktionsredovisning sänds in för förnyad kontroll ska det anges om andra handlingar berörs och i så fall vilka.

|  |
| --- |
|  |

K43387

En reviderad konstruktionsredovisning ska vara försedd med uppgift om vad revideringen avser på det sätt som anges i *TDOK 2012:35 Krav Digital projekthantering*.

|  |
| --- |
|  |

K127204

Efter godtagande ska reviderade ritningar och beskrivningar vara försedda med ny märkning enligt avsnitt *7.2.6.*

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Uppföljande kontroll

K138682

Det ska förutsättas att Trafikverket även efter det att en konstruktionsredovisning godtagits kan utföra uppföljande kontroll.

|  |
| --- |
|  |

K138683

Det ska förutsättas att uppföljande kontroll kan leda till att godtagande återkallas.

|  |
| --- |
|  |

* 1. Övriga kontroller
     1. Huvudinspektion

K242256

Innan överlämnande av anläggning kan utföras till underhåll ska huvudinspektion utföras enligt *TRVINFRA-00215*.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Avser första huvudinspektion, så kallad "noll-inspektion".

|  |
| --- |
|  |

Råd

Avser första huvudinspektion, så kallad "noll-inspektion" enligt TDOK 2020:0159 Inspektion av byggnadsverk.

|  |
| --- |
|  |

1. Utredning av grundläggande förutsättningar
   1. Allmänt

Förutsättning

Utredning av grundläggande förutsättningar utförs i ett tidigt skede och ligger till grund för det fortsatta utrednings- och projekteringsarbetet.

|  |
| --- |
|  |

K221766

Utredningar av grundläggande förutsättningar ska redovisas i PUU enligt avsnitt *6.5*.

|  |
| --- |
|  |

* 1. Trafikteknisk standard för vägtunnel

K257816

Tunnels geometrisk utformning i sektion, plan och profil ska utredas.

|  |
| --- |
|  |

K213828

Trafikförutsättningar i form av trafikprognos för tunnel ska utredas.

|  |
| --- |
|  |

K213829

Trafikförutsättningar för tunnel ska beakta:

* om gångtrafik, cykeltrafik och mopedtrafik (klass II) eller långsamgående trafik ska tillåtas
* för vilken trafiksituation emissionsberäkningar ska utföras
* vilka klasser av farligt gods som kommer att transporteras i tunneln.

|  |
| --- |
|  |

K213834

Utredning och beslut av trafikteknisk standard för tunnel ska utöver vad som anges i VGU minst omfatta:

* typsektion för tunneln med hänsyn till tunnelklass, inklusive behov av trafikövervaknings-, trafikinformations- och trafikstyrningssystem samt nivå på brandbekämpning och utrymning
* behov av anordningar för drift och underhåll.

|  |
| --- |
|  |

K213837

Vid val av typsektion ska maskinpark för drift- och underhållsarbeten beaktas.

|  |
| --- |
|  |

K213830

Tunnelklass ska tilldelas enligt avsnitt *10.2.4.2.1.*

|  |
| --- |
|  |

Råd

Utredning och beslut om tunnelklass samt behov av trafikövervakning, information och styrning utvärderas i samband med riskbedömning och säkerhetskoncept enligt avsnitt 10.2.4.3.

|  |
| --- |
|  |

K229421

Transporter av farligt gods ska klassificeras enligt ADR-S.

|  |
| --- |
|  |

* 1. Trafikteknisk standard för järnvägstunnel
     1. Allmänt

K257816

Tunnels geometrisk utformning i sektion, plan och profil ska utredas.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Hastighetsstandard och linjekategori

K213849

Största tillåtna hastigheter (STH) för olika tågkategorier som kommer att trafikera tunneln ska utredas och fastställas.

|  |
| --- |
|  |

K213850

Banans linjekategori ska utredas och fastställas.

|  |
| --- |
|  |

K213851

Linjekategori ska benämnas enligt  *SS-EN 15528:2015  Järnvägar - Linjekategorier för hantering av samverkan mellan lastgränser för fordon och infrastruktur.*

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Trafik

K213846

Dimensionerande trafikmängd för olika tågkategorier som kommer att trafikera tunneln ska utredas och fastställas.

|  |
| --- |
|  |

K213847

Dimensionerande passagerarmängd ska utredas och fastställas.

|  |
| --- |
|  |

K221746

I redovisningen av dimensionerande passargerarmängd ska:

* genomsnittligt och maximalt antal passagerare per tågpassage anges
* genomsnittligt och maximalt antal passagerare per tidsenhet anges för undermarksstation.

|  |
| --- |
|  |

K213848

Transporter av farligt gods som tunneln kommer att upplåtas för ska utredas och fastställas.

|  |
| --- |
|  |

K221747

Transporter av farligt gods ska klassificeras enligt *RID-S*.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Spårgeometri

K213854

Spårgeometri med angivande av koordinater i plan och höjd, kurvradier i horisontal- och vertikalplanet samt längdmätning ska utredas och fastställas.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Typsektion

K221753

Val av typsektion för spårtunnel ska anges.

|  |
| --- |
|  |

K221754

Typsektion för spårtunnel ska uppfylla krav enligt avsnitt *10.3.2*.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Aerodynamiska effekter från tågtrafik

K213852

Aerodynamiska effekter i form av tryck- och suglaster och tryckkomfort ska utredas.

|  |
| --- |
|  |

Råd

För typsektioner i Bilaga 3 är aerodynamiska effekter delvis beaktade för tryck- och suglaster och tryckkomfort.

|  |
| --- |
|  |

* 1. Metod för utförande av bergtunnel

K221758

Metod för utförande av bergtunnel ska utredas och fastställas.

|  |
| --- |
|  |

K221759

Utredning av metod för utförande av bergtunnel ska minst omfatta:

* borra/spräng och tunnelborrning (TBM)
* utvärdering av helhetslösning avseende följande arbeten;
  + bergschakt
  + bergförstärkning
  + åtgärder för begränsning av inläckande vatten med hänsyn till hydrogeologisk omgivningspåverkan respektive skydd mot inläckande vatten för skydd av tunnelns inre miljö.

|  |
| --- |
|  |

K221760

Metod för utförande av bergtunnel ska utvärderas som helhetslösning och minst omfatta skillnader beträffande alternativens driftsäkerhet, livscykelkostnad (LCC) och klimatpåverkan.

|  |
| --- |
|  |

K221761

Driftsäkerhet ska avse både operativ nertid (oönskad störning under planerad drift) och strategisk nertid (planerad störning på grund av reinvestering).

|  |
| --- |
|  |

Råd

Alternativjämförelse kan utföras som multikriterieanalys (MKA).

|  |
| --- |
|  |

K221764

Utredning av​ metod för utförande av bergtunnel ska vara fastställd innan val av entreprenadindelning.

|  |
| --- |
|  |

* 1. Strategi för hantering av hydrogeologisk omgivningspåverkan

K228037

Strategi för hantering av hydrogeologisk omgivningspåverkan ska upprättas.

|  |
| --- |
|  |

K228052

Strategi för hantering av hydrogeologisk omgivningspåverkan ska baseras på:

* förutsättningar för vattenverksamhet avseende grundvatten
* åtgärdsalternativ avseende hantering av grundvattenpåverkan.

|  |
| --- |
|  |

K228038

Förutsättningar för vattenverksamhet avseende grundvatten ska minst omfatta:

* beskrivning av omfattning
* preliminär prognos avseende grundvattenpåverkan
* riskbedömning avseende grundvattenpåverkan
* bedömning av behov av tillstånd enligt *Miljöbalken*11 kap.

|  |
| --- |
|  |

Råd

För vägledning avseende vattenverksamhet se TDOK 2011:359.

|  |
| --- |
|  |

K228041

Åtgärdsalternativ avseende hantering av grundvattenpåverkan ska minst omfatta:

* redogörelse för möjliga åtgärdsalternativ
* samhällsekonomisk värdering av åtgärdsalternativ ur ett livscykelperspektiv.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Ett åtgärdsalternativ kan utgöras av flera samverkande åtgärder för att begränsa hydrogeologisk omgivningspåverkan, t.ex. en kombination av tätning, infiltration och annan skadebegränsning eller ansökan om juridiskt utrymme för skada eller inlösen av skadeobjekt.

|  |
| --- |
|  |

K230049

Samhällsekonomisk värdering av åtgärdsalternativ avseende hydrogeologisk omgivningspåverkan ska beakta ett helhetsperspektiv avseende samhällsekonomi, människors hälsa och miljö, inklusive följdeffekter av åtgärderna.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Vid samhällsekonomisk värdering kan påverkan på människors hälsa och miljö värderas antingen i monetära termer (jmf. med ekosystemtjänster) eller kvalitativt (där omfattning och konsekvenser beskrivs med ord).

|  |
| --- |
|  |

Råd

Jämförelse av olika åtgärdsalternativ kan göras med hjälp av Kostnad-nytta-analys (KNA).

|  |
| --- |
|  |

Råd

För att undvika onödiga begränsningar vid val av teknisk lösning avseende hantering av hydrogeologisk omgivningspåverkan kan restriktioner anges för slutet av en händelsekedja, t.ex. ange restriktioner för att begränsa skador istället för att begränsa inläckning.

|  |
| --- |
|  |

* 1. Luftkvalitet

K122310

Övergripande utredning av luftkvalitet ska utföras för att bestämma tunnelns utformning.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Möjligheten att ventilera en tunnel kan vara begränsad för tunnlar på stort djup, under vatten eller i tätbebyggt område.

|  |
| --- |
|  |

* 1. Behov av sidoutrymmen

K122254

Behov av sidoutrymme för tunnelns funktionska utredas.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Behov av sidutrymme för framtida funktion bör beaktas.

|  |
| --- |
|  |

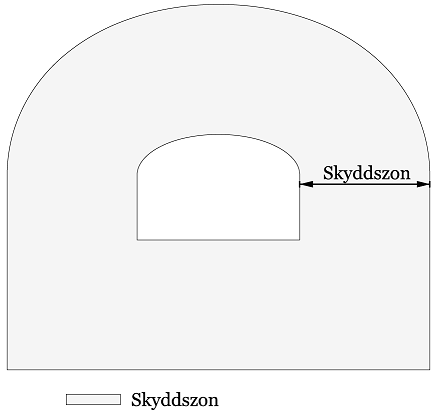
* 1. Skydd för tunnel
     1. Skyddszon
        1. Allmänt

K159073

Skyddszon i enlighet med *Figur* K8.1 ska utredas och beslutas.

|  |
| --- |
|  |

K230979

  
*Figur K8.1 Principskiss för skyddszon.*

|  |
| --- |
|  |

Råd

Skyddszon med hänsyn till brand och explosion kan utredas.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Skyddszon kan utredas och beslutas vid framtagande av väg- och järnvägsplan samt ingå vid reservation av korridor för riksintresse. Vid framtagande av väg- och järnvägsplan kan behov av såväl 3D-fastighetsbildning som servitut eller annan nyttjanderätt utredas. Rättigheter till servitut kan anges för privat, kommunal och statlig mark.

|  |
| --- |
|  |

K230971

Utbredning av skyddszon ska dokumenteras med omfattning och innehåll i enlighet med *Bilaga 1*.

|  |
| --- |
|  |

K157975

Vid byggande med mindre avstånd än 50 m från befintlig tunnels skyddszon ska *TDOK 2020:0256 Handläggning av ärenden som berör "skyddszon tunnlar"*tillämpas.

|  |
| --- |
|  |

K230972

Inom skyddszon får åtgärder inte vidtas utan Trafikverkets tillstånd för väg eller medgivande för järnväg.

|  |
| --- |
|  |

K230973

Åtgärder utanför skyddszon som ger påverkan innanför skyddszon får inte utföras utan Trafikverkets tillstånd för väg eller medgivande för järnväg.

|  |
| --- |
|  |

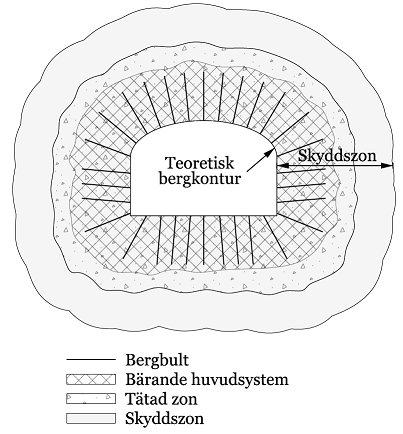
* + - 1. Skyddszon för bergtunnel

K230964

Skyddszon för bergtunnel ska utredas och beslutas baserat på behov av bärande huvudsystem och tätad zon i enlighet med *Figur K8.2.*

|  |
| --- |
|  |

K230965

  
*Figur K8.2 Principskiss för skyddszon bergtunnel.*

|  |
| --- |
|  |

K159074

Skyddszon för bergtunnel ska utformas enligt *Tabell K8.1*.

|  |
| --- |
|  |

K230974

*Tabell K8.1 Storlek på skyddszon för bergtunnel.*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Spännvidd < 15 m** | **Spännvidd ≥ 15 m** |
| Djup under  bergytan < 50 m | > 10 m | > 15 m |
| Djup under  bergytan ≥ 50 m och/eller Kinj < 5\*10-8 m/s | > 20 m | > 20 m |

|  |
| --- |
|  |

Råd

För bergtunnel med höga krav på liten omgivningspåverkan kan skyddszonen behöva utökas med hänsyn till behovet av tätning.

|  |
| --- |
|  |

Råd

För bergtunnel med stor spännvidd kan skyddszonen behöva utökas med hänsyn till det bärande huvudsystemet.

|  |
| --- |
|  |

K230975

Där mått enligt *Tabell K8.1*inte kan uppfyllas, på grund av liten bergtäckning eller angränsande tunnel, sträcker sig skyddszonen till markyta, bergöveryta eller annan begränsningsyta.

|  |
| --- |
|  |

K230976

Där mått enligt *Tabell K8.1* inte kan uppfyllas ska restriktioner anges.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Övrigt

K43890

Installationer som inte ingår i tunnelanläggningen 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 skainte förläggas i tunnel.

|  |
| --- |
|  |

K43762

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

|  |
| --- |
|  |

K43763

Skyddsfyllning på tunnel i fritt vatten, vars tyngd medräknas som gynnsam vid en verifiering enligt avsnitt *11.4.2.3* ska vara skyddad med erosionsskydd som ska uppfylla kraven enligt *Krav Bro - Byggande*avsnitt *6.2.6.2.2*och *AMA Anläggning DCK.2.*

|  |
| --- |
|  |

K43764

Dimensionering av skyddsfyllning på tunnel i fritt vatten ska baseras på nivåer och flöden med 100 års återkomsttid.

|  |
| --- |
|  |

1. Utredning av markförhållanden, byggnadsverk och övriga objekt
   1. Allmänt

K43264

Utredning av förutsättningar för tunneln gällande markförhållanden, byggnadsverk och övriga objekt ska utföras.

|  |
| --- |
|  |

K159304

Utredning ska bestå av:

* faktainsamling
* analys och tolkning.

|  |
| --- |
|  |

K43265

Rapporter 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 revideringen.

|  |
| --- |
|  |

K43266

Rapporter ska vara försedda med uppgifter och hänvisningar till de undersökningsmetoder som använts i sådan omfattning att resultatet är spårbart.

|  |
| --- |
|  |

* 1. Faktainsamling
     1. Förundersökning av jord, berg och vatten

K43268

Förundersökning av jord, berg och vatten ska omfatta insamling av uppgifter från:

* arkiv och andra relevanta källor
* undersökningar i fält.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Metoder och tillvägagångssätt avseende förundersökning av jord, berg och vatten kan erhållas från SS-EN 1997-2 och IEG Rapport 5:2010.

|  |
| --- |
|  |

K213908

Förundersökning av jord, berg och vatten ska ha den omfattning som krävs för att ge nödvändig information avseende:

* geotekniska, bergtekniska och hydrogeologiska förutsättningar
* vattnets kemiska egenskaper
* eventuella föroreningar

|  |
| --- |
|  |

K228048

Förundersökning av berg ska redovisas i Förundersökningsrapport berg.

|  |
| --- |
|  |

K43269

Förundersökningsrapport berg ska minst innehålla uppgifter enligt *Bilaga 1*. I rapporten ska samtliga resultat av undersökningarna vara redovisade.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Metoder och tillvägagångssätt för utredning av en bergkonstruktions förutsättningar kan erhållas från Projektering av bergkonstruktioner, Trafikverkets Publikation 2019:062.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Metoder och tillvägagångssätt avseende utredning av en bergkonstruktions förutsättningar kan erhållas från Geohydrologiska förundersökningar i berg, BeFo 86:1/86, 1986 och från Hydrogeologi för bergbyggare, Gustafson G, Formas T2:2009.

|  |
| --- |
|  |

K159305

Förundersökning av jord och vatten ska redovisas i Markteknisk undersökningsrapport (MUR) enligt*SS-EN 1997-1:2005.*

|  |
| --- |
|  |

Råd

Förundersökningsrapport berg kan redovisas som en del av Markteknisk undersökningsrapport (MUR).

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Inventering av byggnadsverk och övriga objekt

K213911

Inventering ska omfatta befintliga och planerade byggnadsverk och övriga objekt som kan komma att påverkas under byggskede och driftskede, vilket innebär att följande ska identifieras:

* byggnader och anläggningar (inklusive skyddszon)
* verksamheter (t.ex. näringsverksamheter)
* övriga objekt (t.ex. reservat, riksintresse).

|  |
| --- |
|  |

K229821

Identifierade byggnadsverk och övriga objekt ska beskrivas avseende deras känslighet för påverkan.

|  |
| --- |
|  |

* 1. Analys och tolkning
     1. Ingenjörsgeologisk prognos

Förutsättning

Den ingenjörsgeologiska prognosen beskriver befintliga berg- och grundvattenförhållanden och utgör underlag för utredningar och beräkningar.

|  |
| --- |
|  |

K258870

En hydrogeologisk systembeskrivning ska ingå i den ingenjörsgeologiska prognosen.

|  |
| --- |
|  |

K229849

Hydrogeologisk systembeskrivning ska beskriva det hydrogeologiska systemet med sådan detaljeringsgrad att prognos avseende grundvattenpåverkan enligt *10.1.2.2* och riskbedömning enligt *10.1.2.6* kan upprättas.

|  |
| --- |
|  |

K229832

Hydrogeologisk systembeskrivning ska omfatta all mark där byggnation av tunnel, inklusive anslutande anläggningar såsom tråg och förskärningar, kan medföra hydrogeologisk påverkan som har betydelse för människors hälsa, miljö eller ekonomi.

|  |
| --- |
|  |

K43271

Med utgångspunkt från informationen i förundersökning berg och MUR ska Ingenjörsgeologisk prognos upprättas och minst innehålla uppgifter enligt *Bilaga 1*.

|  |
| --- |
|  |

K43274

Materialvärden ska bestämmas enligt avsnitt *11.4.1.2*.

|  |
| --- |
|  |

K43276

Ingenjörsgeologisk prognos ska innehålla uppgifter om vilka antaganden och tolkningar som gjorts.

|  |
| --- |
|  |

K43277

I dokumentet ska framgå vad som är tolkad respektive otolkad information.

|  |
| --- |
|  |

K43272

Osäkerheter i ingenjörsgeologisk prognos ska beskrivas och värderas för såväl delresultat som för den totala bedömningen.

|  |
| --- |
|  |

Råd

För att åskådliggöra resultatet kan delar av informationen redovisas på ritningar.

|  |
| --- |
|  |

1. Utformning
   1. Gemensamma krav för väg- och järnvägstunnel
      1. Allmänt

K43738

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

|  |
| --- |
|  |

K222188

Tunnelöppning ska i sin lokalisering och placering i plan och profil vara landskapsanpassad och ge förutsättning för ett samspel mellan anläggningen och landskapets karaktär och funktionalitet.

|  |
| --- |
|  |

K43740

Yta i tunnel ska vara fukt- och temperaturbeständig.

|  |
| --- |
|  |

K43494

Yta i trafikutrymme i vägtunnel respektive plattformsrum ska tåla rengöringsmedel, högtryckstvättning med borste samt vara tät vid tvättning.

|  |
| --- |
|  |

Förutsättning

Högtryckstvättning av väggyta i trafikutrymme i vägtunnel respektive plattformsrum ska förutsättas ha spoltryck 15 MPa, vattenmängd per spolmunstycke 25 l/min och avstånd mellan spolmunstycket och väggyta lika med 0,5 m.

|  |
| --- |
|  |

K44172

En driftförstärkning får inte försämra egenskaper som täthet, bärförmåga, stadga och beständighet för en permanent konstruktion.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Driftförstärkningar bör om möjligt utformas så att de uppfyller krav för att kunna ingå i det permanenta bärande huvudsystemet.

|  |
| --- |
|  |

K74216

Inklädnad ska i trafikutrymme dimensioneras för last orsakad av lufttryck av passerande fordon enligt avsnitt *11.3.2.8*.

|  |
| --- |
|  |

K236261

Inredning och installation ska inte förlora sin funktion till följd av nedfallande sten, där sten definieras enligt *SS-EN ISO 14688-1:2018*.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Omgivningspåverkan
       1. Allmänt

K157665

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

|  |
| --- |
|  |

Förutsättning

Tunnlar och anslutande anläggningar såsom tråg och förskärningar ska utformas och utföras på ett sådant sätt att miljöpåverkan och hälsorisker blir acceptabla enligt miljöbalken.

|  |
| --- |
|  |

K230232

Tunnlar och anslutande anläggningar, inklusive skyddsåtgärder, ska utföras på ett sätt som är samhällsekonomiskt rimligt.

|  |
| --- |
|  |

K230549

Vid samhällsekonomisk rimlighetsavvägning ska livscykelkostnad (LCC) beaktas.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Miljöpåverkan kan minskas genom att välja produkt, material och utrustning som

* har långa livslängder
* kan återvinnas eller återanvändas
* är resurssnåla
* har lågt drift- och underhållsbehov.

|  |
| --- |
|  |

K222187

Tunnel får inte utgöra vandringshinder för fiskar, andra vattenlevande organismer eller djur.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Grundvatten (Hydrogeologisk omgivningspåverkan)

Förutsättning

Skyddsåtgärder mot hydrogeologisk omgivningspåverkan avser:

* begränsning av inläckande vatten
* infiltration för att upprätthålla grundvattennivåer
* andra skyddsåtgärder med syfte att förhindra skador på omgivningen. Åtgärderna kan vara förebyggande eller förberedande till exempel kopplat till ett kontrollprogram.

|  |
| --- |
|  |

K258193

Skyddsåtgärder mot hydrogeologisk omgivningspåverkan ska utformas.

|  |
| --- |
|  |

K229850

Prognos avseende grundvattenpåverkan ska upprättas.

|  |
| --- |
|  |

K229851

Prognos avseende grundvattenpåverkan ska baseras på valda skyddsåtgärder.

|  |
| --- |
|  |

K258191

Tillåtet inläckande grundvatten för bygg- respektive driftskede ska beräknas och motiveras.

|  |
| --- |
|  |

K258192

Tillåten grundvattensänkning för bygg- respektive driftskede ska beräknas och motiveras.

|  |
| --- |
|  |

K229852

Metod för upprättande av prognos avseende grundvattenpåverkan, t.ex. val av beräkningsmetod och graden av förenklingar, ska anpassas efter komplexitet och de risker som kan kopplas till sådan påverkan.

|  |
| --- |
|  |

K229853

Prognos avseende grundvattenpåverkan ska inkludera känslighetsanalys avseende osäkerheter i indata och metod.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Buller och vibrationer

K43871

Vid utformning av tunnlar ska *TDOK 2014:1021 Riktlinje Buller och vibrationer från trafik på väg och järnväg* tillämpas.

|  |
| --- |
|  |

K43872

Buller från fläktar och andra installationer ska beaktas enligt *Vägledning om industri- och annat verksamhetsbuller, Rapport 6538, Naturvårdsverket 2015.*

|  |
| --- |
|  |

K43873

Stomljud från tunnel till bostäder får inte överskrida angivet riktvärde i *TDOK 2014:1021 Riktlinje Buller och vibrationer från trafik på väg och järnväg.*

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Kemikalier
         1. Allmänt

Förutsättning

Användning av kemiska produkter styrs av myndigheten Kemikalieinspektionen och av kemikalielagstiftningen Reach.

|  |
| --- |
|  |

K43673

Krav i *TDOK 2010:310 Kemiska produkter - granskningskriterier och krav för Trafikverket* och *TDOK 2010:311 Kemiska produkter - granskning av märkningspliktiga kemiska produkter* ska uppfyllas.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Kraven och Trafikverkets kemikaliehanteringssystem där ansökan och granskning sker återfinns på <https://bransch.trafikverket.se/> sök på kemikaliehantering

|  |
| --- |
|  |

K43672

Märkningspliktiga kemiska produkter som ska användas i Trafikverkets verksamhet ska vara granskade av Trafikverkets funktion för kemikaliegranskning innan de används.

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Injekteringsmedel för tätning

K43675

Injekteringsmedels yrkeshygieniska och miljömässiga aspekter ska vara analyserade och dokumenterade.

|  |
| --- |
|  |

K128835

Behov av skyddsåtgärder med hänsyn till injekteringsmedels yrkeshygieniska och miljömässiga effekter ska beaktas vid planering och utförande.

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Sprängmedel

K43678

Sprängmedels yrkeshygieniska och miljömässiga aspekter ska vara analyserade och dokumenterade, se *TDOK 2012:22.*

|  |
| --- |
|  |

Råd

Sprängmedel är kemiska produkter när de är bulksprängmedel och varor när de är förpackade i kapsel, patron, rör etc.

|  |
| --- |
|  |

K129332

Behov av skyddsåtgärder med hänsyn till sprängmedels yrkeshygieniska och miljömässiga effekter ska beaktas vid planering och utförande.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Luftkvalitet

Förutsättning

Kraven på luftkvalitet i omgivningen anges i SFS 2010:477 Luftkvalitetsförordningen.

|  |
| --- |
|  |

K257567

Utredningar av luftkvalitet ska utföras.

|  |
| --- |
|  |

K229422

Utredning av luftkvalitet ska minst omfatta:

* luftkvalitet i tunnel
* luftkvalitet i omgivning
* behov av annat system än naturlig ventilation i järnvägstunnel
* dimensionering av ventilationssystemet
* beräkning av emissioner i vägtunnel.

|  |
| --- |
|  |

K43701

Utsläpp av förorenad luft ska ske så att miljökrav i omgivningen uppfylls.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Vägledande information om spridningsberäkningar ges i Luftguiden - Handbok om miljökvalitetsnormer för utomhusluft, Naturvårdsverket.

|  |
| --- |
|  |

Råd

En uppskattning av tunnelluftens spridning till omgivningen från tunnelöppning kan utföras med hjälp av Ventilation av vägtunnlar, Nordiska vägtekniska förbundet 1993.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Ventilationen utformas så att förorenad luft inte går tillbaka till ett luftintag på tunneln eller på ett annat byggnadsverk.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Ett ventilationstorn kan behövas för att kraven på luftkvalitet i ett område nära ett utsläpp från en tunnel ska kunna uppfyllas.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Utsläpp från ventilationstorn och tunnelöppning kan simuleras som punktkällor.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Riskbedömning med avseende på omgivningspåverkan

Förutsättning

ISO 31000 gäller för riskbedömning med avseende på omgivningspåverkan.

|  |
| --- |
|  |

K229856

Riskbedömning med avseende på omgivningspåverkan ska genomföras.

|  |
| --- |
|  |

K230161

Riskbedömning med avseende på omgivningspåverkan ska omfatta temporära och permanenta effekter kopplade till uppförandet och bibehållandet av anläggningen.

|  |
| --- |
|  |

K230162

Riskbedömning med avseende på omgivningspåverkan ska inte omfatta effekter av nyttjandet.

|  |
| --- |
|  |

K229857

Riskbedömning med avseende på omgivningspåverkan ska redovisas i "riskrapport anläggning".

|  |
| --- |
|  |

Råd

Separat "riskrapport anläggning" kan redovisas per riskkälla.

|  |
| --- |
|  |

K213914

Riskbedömning med avseende på omgivningspåverkan ska baseras på följande:

* inventering av byggnadsverk och övriga objekt
* ingenjörsgeologisk prognos
* planerade arbeten.

|  |
| --- |
|  |

K213915

Riskbedömning med avseende på omgivningspåverkan ska minst omfatta följande riskkällor:

* grundvattenpåverkan/hydrogeologi
* buller
* vibrationer
* sprängningsinducerade vibrationer
* förorening.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Konsekvenser av grundvattenpåverkan i omgivningen kallas hydrogeologisk omgivningspåverkan och kan exempelvis vara:

* sättningar, sättningsskador och stabilitetsproblem
* påverkan på naturmiljö
* påverkan på grundvatten som resurs
* mobilisering av befintliga föroreningar.

|  |
| --- |
|  |

K230165

Utredning av åtgärdsalternativ avseende hydrogeologisk omgivningspåverkan ska minst innehålla:

* redogörelse av åtgärdsalternativ
* samhällsekonomisk värdering av åtgärdsalternativ ur ett livscykelperspektiv.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Ett åtgärdsalternativ kan utgöras av flera samverkande åtgärder för att begränsa negativ omgivningspåverkan, t.ex. kan grundvattenpåverkan begränsas genom en kombination av tätning och infiltration. Hydrogeologiska effekter kan också begränsas med åtgärder på de känsliga objekten i sig, eller genom ansökan om juridiskt utrymme för skada eller inlösen av känsliga objekt. Val ska göras med beaktande av vad som är samhällsekonomiskt motiverat.

|  |
| --- |
|  |

K230049

Samhällsekonomisk värdering av åtgärdsalternativ avseende hydrogeologisk omgivningspåverkan ska beakta ett helhetsperspektiv avseende samhällsekonomi, människors hälsa och miljö, inklusive följdeffekter av åtgärderna.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Vid samhällsekonomisk värdering kan påverkan på människors hälsa och miljö värderas antingen i monetära termer (jmf. med ekosystemtjänster) eller kvalitativt (där omfattning och konsekvenser beskrivs med ord).

|  |
| --- |
|  |

Råd

Jämförelse av olika åtgärdsalternativ kan göras med hjälp av Kostnad-nytta-analys (KNA).

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Inläckning av vatten
       1. Allmänt

K43790

Tunnel ska utformas så att villkor enligt miljödom och övriga restriktioner ej överskrids.

|  |
| --- |
|  |

Förutsättning

Inläckande vatten kan både vara grundvatten och sjunkvatten.

|  |
| --- |
|  |

K74192

För betong- och stålkonstruktioner ska *Krav Bro - Byggande* tillämpas med de ändringar som anges i *Krav Tunnelbyggande*.

|  |
| --- |
|  |

K44243

För tätningar mellan förtillverkade betongelement ska en särskild kravspecifikation enligt avsnitt *6.4* upprättas.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Begränsning av inläckande vatten

Förutsättning

Begränsning av inläckande vatten avser hantering av vatten för skydd av tunnels omgivning och inre miljö. Begränsning av inläckande vatten kan utföras med injektering eller tät inklädnad etc.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Begränsning av inläckande vatten utförs i första hand genom cementinjektering och i andra hand av en tät inklädnad eller genom att vatten bortleds och sedan infiltreras.

|  |
| --- |
|  |

K258194

Tillåtet inläckande vatten för bygg- respektive driftskede ska beräknas och motiveras.

|  |
| --- |
|  |

K258217

Tillåtet inläckande vatten ska beakta hydrogeologisk omgivningspåverkan, möjligheten att omhänderta vattnet, VA system samt tunnelkonstruktionens beständighet.

|  |
| --- |
|  |

K68056

Metod för begränsning av inläckande vatten ska verifieras med utredning och beräkning.

|  |
| --- |
|  |

K213781

Vid begränsning av inläckande vatten med hjälp av injektering ska minst följande beaktas:

* bergarter
* spricksystem
* sprick- och krosszoner
* sprickegenskaper
* sprickfyllnadsmaterial
* vittring
* vattenförekomst
* vattentryck
* hydraulisk konduktivitet.

|  |
| --- |
|  |

K68052

Om begränsning av inläckande vatten utförs med injektering ska resultatet följas upp i fält.

|  |
| --- |
|  |

K68053

Om begränsning av inläckande vatten utförs med injektering ska utförandet av injekteringen inkludera kriterier för acceptabelt beteende samt korrigerande åtgärder om kriterierna ej uppfylls.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Vägledning för utformning av injektering i berg kan fås i:

Cementinjektering i hårt berg,  
Rock grouting - Theories & Applications,  
Hydrogeologi för bergbyggare,  
Förundersökningsdata för injekteringsdesign.

|  |
| --- |
|  |

Råd

För verifiering av skyddet mot inläckning av vatten med hänsyn till omgivningspåverkan hos bergtunnlar kan metoder baserade på observationsmetoden enligt SS-EN 1997-1:2005 användas.

|  |
| --- |
|  |

K67846

*SS-EN 12715 Utförande av geokonstruktioner – Injektering* ska beaktas vid utformning av injektering.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Skydd mot inläckande vatten

Förutsättning

Skydd mot inläckande vatten avser hantering av vatten för skydd av tunnelns inre miljö, med beaktande av tunnelns funktion och säkerhet som kan utföras med inklädnad etc.

|  |
| --- |
|  |

Förutsättning

Inläckningsställen som ligger närmare varandra än 0,5 meter ska summeras och betraktas som ett och samma lokala inläckningsställe.

|  |
| --- |
|  |

Förutsättning

Ett flöde på 1 droppe/minut ska förutsättas motsvara flödet 0,05 ml/min.

|  |
| --- |
|  |

Förutsättning

Gräns mellan tak och vägg i en tunnel ska avseende krav på inläckande vatten utgöras av tunnelns anfang, d.v.s. den punkt där takets valvform övergår till att bli vertikal.

|  |
| --- |
|  |

Förutsättning

Nedre gräns för vägg ska avseende krav på inläckande vatten utgöras av rälsunderkant (RUK) vid ballasterad banöverbyggnad, överkant spårplatta vid s.k. ballastfri banöverbyggnad, överkant vägbana, överkant gångbana, överkant hårdgjord yta eller motsvarande.

|  |
| --- |
|  |

K43786

Uppsamlat vatten ska ledas bort på ett frostsäkert sätt.

|  |
| --- |
|  |

K43784

Dropp, rinnande eller stående vatten får ej förekomma på:

* hårda golvytor (t.ex. asfalt, betong och klinker)
* utrustning för nödsituationer (t.ex. nödbelysning, skyltar och anordningar för brandvatten)
* el- och teleutrustning (t.ex. kopplingsskåp, kablar och telefoner)
* ventilationsutrustning (t.ex. fläktar och rör/kanaler)
* kontaktledningssystem
* spårplatta (ballastfri banöverbyggnad)
* räler
* slipers
* signalsystem
* vägskyltar.

|  |
| --- |
|  |

K43783

Inläckande vatten vid ett lokalt inläckningsställe ska inte vara större än angivna flöden i *tabellerna K10.1-K10.4*.

|  |
| --- |
|  |

K219813

*Tabell K10.1 Tillåtet flöde i trafikutrymme för vägtunnel med och utan risk för frost.*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Yta på tunnelperiferi** | **Risk för frost**  **(droppar/minut)** | **Ej risk för frost**  **(droppar/minut)** |
| Tak | ≤1 | ≤1 |
| Vägg | ≤1 | ≤61) |

1) Vatten får ej rinna ut på angränsande vägbana, gång- och cykelbana.

|  |
| --- |
|  |

K219816

*Tabell K10.2 Tillåtet flöde i trafikutrymme för järnvägstunnel med och utan risk för frost.*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Yta på tunnelperiferi** | **Risk för frost**  **(droppar/minut)** | **Ej risk för frost**  **(droppar/minut)** |
| Tak | ≤1 | ≤6 |
| Vägg | ≤1 | ≤6 |

|  |
| --- |
|  |

K219807

*Tabell K10.3 Tillåtet flöde i sidoutrymme, med och utan risk för frost.*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Yta på tunnelperiferi** | **Risk för frost**  **(droppar/minut)** | **Ej risk för frost**  **(droppar/minut)** |
| Tak | ≤ 6 | ≤ 150 |
| Vägg | ≤ 6 | ≤ 150 |

|  |
| --- |
|  |

K219809

*Tabell K10.4 Tillåtet flöde i sidoutrymme som utgör publikt utrymme, med och utan risk för frost.*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Yta på tunnelperiferi** | **Risk för frost**  **(droppar/minut)** | **Ej risk för frost**  **(droppar/minut)** |
| Tak | 0 (noll) | 0 (noll) |
| Vägg | 0 (noll) | ≤61) |

1) Inläckande vatten får ej rinna ut på angränsande golvyta.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Inklädnad för skydd mot inläckande vatten kan åstadkommas i form av dräner enligt Trafikverkets typritningar nr 806803-806811 för trafikutrymme i vägtunnlar och järnvägstunnlar, se Bilaga 3.

|  |
| --- |
|  |

K44225

Inklädnad för skydd mot inläckande vatten som inte är motgjuten ska i utrymme med risk för frost dimensioneras för last vid isbildning enligt avsnitt *11.3.2.1*.

|  |
| --- |
|  |

K44223

Om frostsäkring i bergtunnel utgörs av isolering ska isoleringens värmemotstånd vara enligt *Tabell K10.5*.

|  |
| --- |
|  |

K258222

*Tabell K10.5 Värmemotstånd på isolering i olika klimatzoner enligt Bilaga 2 och klimatsträckor enligt avsnitt 11.3.2.9.*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Klimatzon** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| Klimatsträcka 1 - Värmemotstånd (m2K/W) | 1,00 | 1,63 | 3,38 | 4,38 | 8,00 |
| Klimatsträcka 2 - Värmemotstånd (m2K/W) | 0,63 | 1,13 | 2,25 | 3,13 | 6,00 |
| Klimatsträcka 3 - Värmemotstånd (m2K/W) | 0,38 | 0,63 | 1,13 | 2,00 | 3,63 |

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Avvattning vid tunnelöppning

Förutsättning

Tunnelöppnings utformning i relation till omgivande anläggning, och omgivande mark har betydelse för hur utsatt tunneln är för inströmmande vatten. Utformningen bör beaktas i tidiga skeden, med höjdsättning av mynning och omgivande anläggning, utformning av profil, uppbyggnad av barriärer i omgivningen osv.

|  |
| --- |
|  |

K44402

Tunnelöppning och anslutande anläggning ska utformas för att förhindra inrinnande dagvatten till tunneln från väg och järnväg.

|  |
| --- |
|  |

Förutsättning

Gällande krav finns i Krav Avvattning, kapitel 10.

|  |
| --- |
|  |

K228004

Tunnelöppning och anslutande anläggning ska utformas för att förhindra inrinnande vatten till tunneln från omgivningen.

|  |
| --- |
|  |

Förutsättning

Gällande krav finns i Krav Avvattning, kapitel 11.

|  |
| --- |
|  |

K243622

Tunnelöppnings utformning ska beakta LCC och samhällsekonomiskt perspektiv.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Vid jämförelse av utformningsalternativ kan exempelvis driftkostnader och underhåll av exempelvis pumpar och ledningssystem beaktas.

|  |
| --- |
|  |

K249489

Återkomsttider för vattennivåer och flöden utanför tunnelöppning ska beakta möjliga klimatförändringsscenarion.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Anläggande av tråg upp till viss nivå kan vara ett utformningsalternativ för att hantera risk för inrinnande vatten.

|  |
| --- |
|  |

K228007

Tunnelns VA-anläggning ska dimensioneras för inströmmande vatten.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Utöver vad som sägs i Krav Avvattning ska även grundvatten och dränvatten beaktas vid utformning och dimensionering av avvattning utanför tunnelöppning.

|  |
| --- |
|  |

K228009

För det fall ledningsburet dag- och dränvatten ska ledas i tunnel ska sårbarhetsanalys och konsekvensutredning genomföras.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Tunnelöppning

K44236

Tunnelportal eller betongtunnels mynning ska vid risk för nedfall av vatten, jord, snö/is och sten/block från omgivande slänt vara utformad med kantbalk eller kantlist ovanför mynning.

|  |
| --- |
|  |

K74646

För väg- och järnvägstunnel ska avståndet mellan kantbalk eller kantlist och slänt vara minst 2 m, se *Figur K10.1*.

|  |
| --- |
|  |

K244762

Överytan mellan berg och kantbalk/kantlist ska förses med fall mot kantbalk/kantlist och fall tvärs tunnelns riktning på minst 2%.

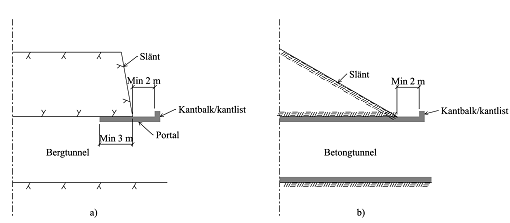
|  |
| --- |
|  |

K112122

För väg- och järnvägstunnel i berg ska avståndet mellan slänt och tunnelportals bakkant vara minst 3 m, se *Figur K10.1a*, för att täta mot vatten från bergmassan.

|  |
| --- |
|  |

K158779



*Figur K10.1 Schematisk principillustration av (a) tunnelportal för bergtunnel med kantbalk/kantlist och (b) betongtunnel med kantbalk/kantlist. (Ej skalenlig, illustrerade berg- och jordytor är ej objektspecifika.)*

|  |
| --- |
|  |

K70147

Tunnelportal eller betongtunnels mynning ska i underkant vara försedd med droppnäsa.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Utformning med avseende på drift och underhåll
       1. Allmänt

K43768

Tunnel ska utformas så att inspektion och underhåll av ingående delar kan utföras med hänsyn till planerad trafikering och krav på driftsäkerhet och livscykelkostnad (LCC).

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Inspektions- och underhållsklass

K71646

Bärande huvudsystem respektive inredning ska hänföras till en av följande inspektions- och underhållsklasser:

* inspektions- och underhållsklass 1 (IUK1)
* inspektions- och underhållsklass 2 (IUK2).

|  |
| --- |
|  |

K71647

För IUK1 ska följande kriterier vara uppfyllda:

* Inspektion av bärande huvudsystem respektive inredning ska kunna utföras okulärt på handnära avstånd.
* Sprutbetong ingående i bärande huvudsystem och vars bärförmåga är beroende av vidhäftning mellan sprutbetong och berg ska kunna bomknackas.
* Inspektion och underhåll av bärande huvudsystem respektive inredning ska kunna utföras med för IUK1 definierade intervall utan reduktion av anläggningens avsedda funktion avseende tillgänglighet och säkerhet.
* För bärande huvudsystem i IUK1 ska inklädnad som är infäst i det bärande huvudsystemet ha en bredd parallellt med tunnelns längdaxel som är  
  ≤ 3 m och ett inbördes avstånd som är ≥ 1,5 m.

|  |
| --- |
|  |

K71648

Bärande huvudsystem respektive inredning som inte uppfyller kriterierna för IUK1 ska hänföras till IUK2.

|  |
| --- |
|  |

K71649

Bergbultar och sprutbetong bakom motgjuten betong, med eller utan vattentätningsskikt (t.ex. membran), ska hänföras till IUK2 för att få tillgodoräknas i det bärande huvudsystemet.

|  |
| --- |
|  |

K71650

För bärande huvudsystem respektive inredning som hänförs till IUK1 ska utrymmet för inspektion ha följande minsta dimensioner:

* horisontellt = 900 mm
* vertikalt = 2100 mm.

|  |
| --- |
|  |

K74221

Det vertikala måttet i utrymme för inspektion ska gälla i centrum för det horisontella måttet.

|  |
| --- |
|  |

K71651

Metoder, omfattning och intervall för inspektioner och underhåll ska anges i drift- och underhållsplanen, både för IUK1 och IUK2.

|  |
| --- |
|  |

K71938

Infästningar som inte är åtkomliga för okulär inspektion på handnära avstånd och/eller underhåll ska hänföras till IUK2.

|  |
| --- |
|  |

K43769

Möjligheten att använda en av byggherren angiven maskinpark för drift- och underhåll ska beaktas vid val av tunnelsektion och utformning av trafikutrymmet.

|  |
| --- |
|  |

K43770

Vid utformning av tunnel ska personalens arbetsmiljö och möjligheten till utrymning vid brand beaktas.

|  |
| --- |
|  |

Råd

För utrymmen där personal vistas ofta tillämpas krav för arbetsplatser och byggnader vid utformning med avseende på personalens arbetsmiljö och utrymningsmöjligheter.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Åtkomlighet för inspektioner samt drift och underhåll

K43776

Bergbultar ska kunna kontrolleras under byggskedet.

|  |
| --- |
|  |

K43777

Bergbultar som ska kunna kontrolleras med oförstörande provning då tunneln är i drift ska förberedas genom att bultarnas yttre 0,1 m inte täcks med betong.

|  |
| --- |
|  |

K65615

Dränerad inklädnad för skydd mot inläckande vatten ska vara försedd med rens- eller spolanordning om risk för igensättning p.g.a. bakterietillväxt, partikeltransport av sprickfyllnadsmaterial och/eller utfällning föreligger.

|  |
| --- |
|  |

K43774

Inklädnad som inte ingår i bärande huvudsystem ska kunna demonteras eller rivas lokalt och återställas så att ursprunglig funktion erhålls.

|  |
| --- |
|  |

K43530

Tunnels underhållsmässighet avseende inredningar och installationer ska vara utredd och utredning ska redogöra för

* behov av, och möjlighet till, inspektion
* hur inspektion, kontroll och åtgärd ska göras.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Inspektionsmöjlighet kan tillgodoses t.ex. genom fasta anordningar som bryggor, hissar och stegar.

|  |
| --- |
|  |

K72175

Inspektionsanordningar ska uppfylla krav enligt *Krav Bro - Byggande*avsnitt *7.2.8.5.*

|  |
| --- |
|  |

Råd

Vid installationsutrymmen i vägtunnel som endast nås från trafikutrymmet bör angöringsficka ordnas som utformas för de fordon som kommer att användas.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Fysisk säkerhet

Förutsättning

Syftet med fysisk säkerhet är att upptäcka, fördröja och förebygga stöld, sabotage, intrång eller andra typer av handlingar som kan äventyra anläggningens funktion.

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Skyddsåtgärder

Förutsättning

Det fysiska skyddet består normalt av flera åtgärder. Skyddsåtgärderna kan bland annat bestå av områdesskydd, dörrar, väggar, fordonshinder, in- och utpasseringskontroller, lås, larm och olika typer av övervakningssystem.

|  |
| --- |
|  |

K159284

Resultat av anläggningsklassificering ska ligga till grund för tunnelns skydd och utföras enligt *TRVINFRA-00263 Fysisk säkerhet väganläggning* för vägtunnel respektive *TRVINFRA-00270 Fysisk säkerhet järnvägsanläggning* för järnvägstunnel.

|  |
| --- |
|  |

K159285

För tunnlar, anläggningsdelar och funktioner i säkerhetsklass 5 ska objektsspecifik säkerhetsskyddsbedömning göras till grund för eventuell anpassning av skyddsåtgärderna.

|  |
| --- |
|  |

K159287

Anpassningar utifrån objektsspecifika säkerhetsskyddsbedömningar och andra analyser får inte resultera i lägre skydd än vad som ges av säkerhetsklassen.

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Säkerhetsklassning och kompletterande analyser

K159282

Klassning av anläggning ska utföras enligt *TDOK 2019:0371* Anläggningsklassificering ur ett säkerhetsperspektiv.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Installationer allmänt

Förutsättning

I detta kapitel redovisas krav avseende utformning och dimensionering med avseende på installationernas funktion.

|  |
| --- |
|  |

K44279

Installationer ska finnas i den omfattning som krävs för att skapa och upprätthålla rätt funktion och säkerhet vid användningen av tunneln.

|  |
| --- |
|  |

K44280

System och komponenter ska vara valda från ett livscykelperspektiv och installerade system ska vara analyserade och värderade med hänsyn till krav på driftsäkerhet.

|  |
| --- |
|  |

K44283

En installation ska, då installationens funktion inte kräver annat, vara placerad i ett driftutrymme.

|  |
| --- |
|  |

K44284

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

|  |
| --- |
|  |

Råd

Exempel på mekanisk påverkan är högtryckstvättning, tvättning med borste och vibrationer från trafik.

|  |
| --- |
|  |

K44285

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

|  |
| --- |
|  |

K44286

En installation ska vara samordnad med andra installationer.

|  |
| --- |
|  |

K44287

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

|  |
| --- |
|  |

K227277

För tunnel med antennsystem för radiokommunikation ska behovet av att erbjuda täckning med mobiltelefoni utredas.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Utredning ska minst beakta:

* Mobiloperatörers användning av installerat antennsystem
* Inplacering av mobiloperatörers utrustning

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Infästning av inklädnad

K43795

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

|  |
| --- |
|  |

K43796

Infästningar ska utformas med ingjutna fästelement eller med säkrade skruvförband.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Ett skruvförband för en inklädnads infästning kan säkras med t.ex. körnslag, låsmuttrar eller dubbla muttrar.

|  |
| --- |
|  |

K43797

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, dock minst 0,5 m i fast berg.

|  |
| --- |
|  |

* 1. Specifika krav för vägtunnlar
     1. Allmänt

K43490

Utformning som ger person med funktionsnedsättning samma tillgänglighet som andra till det aktuella vägavsnittet ska eftersträvas.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Tvärsektion
       1. Allmänt

K43491

Tunnels tvärsektion ska ge tillräckligt utrymme för trafik, bärande huvudsystem, inredning, vägkonstruktion samt installationer.

|  |
| --- |
|  |

Råd

De angivna typsektionerna i Bilaga 3 är riktlinjer för bergtunnel. De angivna måtten anpassas till respektive objekts förhållanden och förutsättningar. Mindre mått kan tillämpas om en särskild utredning visar att så är möjligt.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Fritt utrymme vid fordonsinträngning

K43521

Utrymme för fordonsinträngning ska uppfylla krav enligt *Krav - VGU* avsnitt*7.3.4.3.*

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Väg i tunnel
       1. Vägkonstruktion i tunnel

K43707

Krav enligt avsnitt *10.2.3* gäller om tunnelns längd är större än eller lika med 100 m och årsdygnstrafik (ÅDT) är större än eller lika med 100 fordon/dygn.

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Allmänt

K43711

Vägöverbyggnad och vägunderbyggnad ska uppfylla krav enligt *TRVINFRA-00224 Krav Överbyggnad väg - Dimensionering och utformning*med ändringar och tillägg enligt avsnitt *10.2.3.*

|  |
| --- |
|  |

K43712

Alla ytor i trafikutrymme ska vara belagda.

|  |
| --- |
|  |

K43713

Dränerande beläggning får inte användas som slitlager.

|  |
| --- |
|  |

K43715

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

|  |
| --- |
|  |

K43716

I fyllning på eller mot betongkonstruktion ska stenstorlek begränsas enligt vad som anges för fyllning mot bro enligt *AMA Anläggning CEB.52*. Detta gäller även om konstruktion är försedd med ett tätskikt med skyddslager.

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Skydd mot frosthalka och skador på grund av frysning

K43719

Vägkonstruktion inklusive dränerings- och avvattningssystem ska utformas så att den inte skadas av frysning.

|  |
| --- |
|  |

K43722

Vägunderbyggnad på berg ska vara vattengenomsläpplig.

|  |
| --- |
|  |

K43724

Gångbana ska uppfylla samma krav som vägbana.

|  |
| --- |
|  |

K43718

Krav på termiska egenskaper för material enligt *TDOK 2013:0530 Krav Obundna lager för vägkonstruktioner* avsnitt *4.1.1* ska tillämpas. Kraven som gäller inom 0,26 - 0,50 m avstånd från ytan får tillämpas inom 0,26 - 0,40 m avstånd från ytan.

|  |
| --- |
|  |

K43720

Där köldmängd med återkomsttid 50 år enligt *Bilaga 2* överstiger 1000 dygnsgrader ska vägbana och gångbana isoleras.

|  |
| --- |
|  |

K43723

Isoleringstjocklek och värmemotstånd ska väljas enligt *Tabell K10.6.*

|  |
| --- |
|  |

Råd

Isolering på underlag som inte är tjälfarligt behöver inte spetsas ut.

|  |
| --- |
|  |

K43725

*Tabell K10.6 Erforderligt värmemotstånd hos isolering och erforderlig isoleringstjocklek för polystyrencellplast.*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Klimatzon** | **3, 4** | **5** |
| Värmemotstånd, m2K/W | 1,35 | 2,40 |
| Isoleringstjocklek för polystyrencellplast med λ≤ 0,045 W/m K, mm | 60 | 100 |

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Överbyggnad

Förutsättning

För bitumenbundet lager som används som transportväg under byggnadstid 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 skada.

|  |
| --- |
|  |

Förutsättning

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

|  |
| --- |
|  |

K43727

Vid val av stenmaterial till beläggning ska justeringsfaktorn för vägbredd/körfältsbredd vid bestämning av ÅDTk,just enligt *TRVINFRA-00224  Krav Överbyggnad väg - Dimensionering och utformning*avsnitt *11.3.4.1* sättas till minst 1,5.

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Tätskikt och beläggning på betong- eller stålkonstruktion

K43731

Tätskikt och beläggning på körbana av betong eller stål i trafikutrymme ska uppfylla krav för tätskikt och beläggning på brobaneplatta enligt *Krav Bro - Byggande.*

|  |
| --- |
|  |

K43732

Tätskikt och beläggning på bottenplatta av betong i trafikutrymme ska uppfylla krav för tätskikt och beläggning på trafikerad bottenplatta enligt *Krav Bro - Byggande.*

|  |
| --- |
|  |

K43733

Tätskikt som är beläget under fyllning ska vara försett med skyddslager.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Anordningar för trafik
         1. Anordningar för avstängning

K44423

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

|  |
| --- |
|  |

Råd

Även väg till utfartsmynning kan behöva vara försedd med avstängningsanordning.

|  |
| --- |
|  |

K44317

Avstängningsanordning ska ha kontrollfunktion som förhindrar stängning om detta medför fara för trafikanterna.

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Skyddsanordningar

K44427

Längsgående skyddsanordning i tunnel ska utgöras av betongbarriär.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Korta öppningar i en betongbarriär kan fyllas med vägräcke av stål med kapacitetsklass N2 enligt SS-EN 1317-2 Vägutrustning – Skyddsanordningar – Del 2: Klassificering, prestandakrav vid kollisionsprovning och provningsmetoder för vägräcken för fordon. 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 Krav - VGU.

|  |
| --- |
|  |

K44429

Skyddsanordning ska minst uppfylla krav för skaderiskklass C enligt *SS-EN 1317-2 Vägutrustning – Skyddsanordningar – Del 2: Klassificering, prestandakrav vid kollisionsprovning och provningsmetoder för vägräcken för fordon* avsnitt *3.3*.

Om barriär i skyddsanordning utformas som fristående betongelement utan förbindning mellan elementen får förskjutningen i sidled mellan två intilliggande element vara högst 50 mm vid påkörning motsvarande provning TB32 enligt *SS-EN 1317-2* *Vägutrustning – Skyddsanordningar – Del 2: Klassificering, prestandakrav vid kollisionsprovning och provningsmetoder för vägräcken för fordon*.

|  |
| --- |
|  |

K44430

Skyddsanordning ska tåla tvättning med borste, rengöringsmedel och högtryckstvättning.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Säkerhet vid användning
       1. Allmänt

K43555

Kraven enligt avsnitt *10.2.4* gäller om tunnels längd är större eller lika med 100 m.

|  |
| --- |
|  |

Förutsättning

Vägtunnlar utformas och dimensioneras i någon av tunnelklasserna TA, TB eller TC. Tunnelklasserna är ett komplement till den indelning i tunnellängder och trafikflöden som finns i SFS 2006:418 Lag om säkerhet i vägtunnlar, SFS 2006:421 Förordning om säkerhet i vägtunnlar och TSFS 2019:93.

Tunnelklass TC är en basstandard som ska uppfyllas av alla tunnlar. Tunnlar som uppfyller krav för tunnelklass TC kan upplåtas för transporter av farligt gods.

Tunnelklass TA och TB innebär en högre standard beträffande styrnings- och övervakningssystem och är främst avsedda för högtrafikerade tunnlar samt tunnlar med komplicerade trafiklösningar eller då tunneln är lång.

|  |
| --- |
|  |

K43556

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

|  |
| --- |
|  |

K43557

Tunnel ska vara utformad och dimensionerad för en tunnelklass TA, TB eller TC.

|  |
| --- |
|  |

K43558

Kraven i *TSFS 2019:93* ska i tillägg till vad som anges i föreskriften tillämpas enligt *Tabell K10.7*.

|  |
| --- |
|  |

K43559

*Tabell K10.7Tillämpning av krav utöver vad som anges i TSFS 2019:93.*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Stycke i *TSFS* *2019:93*** | **Tillägg och preciseringar.** | **Tunnellängd [m]** |
| 3 kap. 4 § | Kravet ska tillämpas. | > 100 |
| 3 kap 15 § | Kravet ska tillämpas. | > 400 |
| 3 kap 16 § | Kravet ska tillämpas. | > 400 |
| 3 kap 17 § | Kravet ska tillämpas. | > 400 |
| 3 kap 18 § | Kravet ska tillämpas. | > 400 |
| 3 kap 19 § | Kravet ska tillämpas. | > 400 |
| 3 kap. 22 § | Om täckning för mobiltelefoni saknas ska kravet på telefoner tillämpas. | > 300 |
| 3 kap. 24 § | Kravet ska tillämpas. | > 300 |
| 3 kap. 35 § | Om det finns tillgång till ett kommunalt vattenledningsnät ska tunnel ha brandvattenförsörjning med högst 250 m mellanrum. | > 300 |
| 3 kap. 44 § | Kravet ska tillämpas. | > 300 |
| 3 kap. 45 § | Kravet ska tillämpas. | > 300 |

|  |
| --- |
|  |

Råd

Säkerhetsutrustningens omfattning etc. bestäms med hjälp av TSFS 2019:93, Krav Tunnelbyggande avsnitt 10.2.4.1 och av tunnelklass.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Saknas tillgång till kommunalt vattenledningsnät löses försörjningen av vatten för släckning på annat sätt, t.ex. genom möjlighet att fylla räddningstjänstens tankbilar i närområdet.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Farligt gods kan transporteras i tunnlar om konsekvenserna av olyckslastfallen brand och explosion är små. För tunnel under vatten eller direkt under byggnad, där konsekvenserna är stora, krävs utredning för beslut om skyddsåtgärder och trafikrestriktioner.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Om köbildning i tunneln, t.ex. på grund av trafiksituationen utanför tunnelns utfart, kan förväntas vara vanligt bör trafikstyrningssystem installeras som medverkar till att köer snabbt kan avvecklas vid en olycka.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Tunnelklasser
         1. Tilldelning av tunnelklass

K122278

Tunnelklass ska bestämmas som TC, TB eller TA

och med följande metodik:

1. Bestäm dimensionerande årsdygnstrafik ÅDT-Dim, se *Krav - VGU.*
2. Bestäm tunnelns längd.
3. Välj förslag till tunnelklass enligt *Figur K10.2.*
4. Överväg justera tunnelklass m.h.t. typ av transporter, på- och avfarter och andra aspekter.
5. Överväg kompletteringar av funktioner utifrån lokala förutsättningar, t.ex. speciella flöden av transporter av farligt gods.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Vid någon av följande förutsättningar bör tunnelklassen höjas med ett steg i förhållande till Figur K10.2:

* Hög frekvens av tunga transporter, särskilt transporter med farligt gods
* Gång- och cykeltrafik eller långsamgående trafik i tunneln.

Vid någon av följande förutsättningar bör minst tunnelklass TB väljas:

* Plankorsningar eller av- och påfarter i tunneln
* Svår linjeföring
* Tunnel belägen i fritt vatten

Vid någon av följande förutsättningar kan sänkning av tunnelklassen i förhållande till Figur K10.2 övervägas:

* Enkel linjeföring
* Kort tunnel

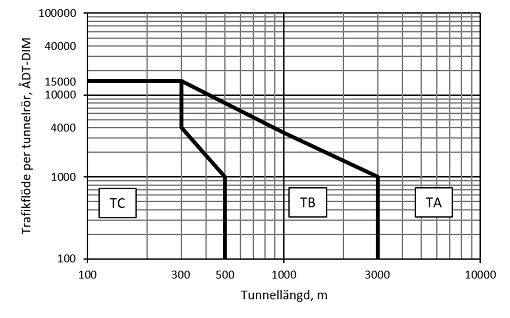
|  |
| --- |
|  |

K258235

Förslag till tunnelklass ska väljas enligt *Figur K10.2.*

|  |
| --- |
|  |

K122279



*Figur K10.2 Tunnelklass för tunnelrör.*

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Krav i tunnelklass TC

K43562

Tunnel ska vara försedd med höjdbegränsningsportaler före infarterna.

|  |
| --- |
|  |

K43563

Höjdbegränsningsportal ska ha en fri höjd som är minst 0,1 m mindre än den lägsta fria höjden i tunneln.

|  |
| --- |
|  |

K43564

Höjdbegränsningsportal ska vara utformad och dimensionerad enligt *Krav Bro - Byggande*avsnitt *6.3.7*.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Bro över väg kan användas som höjdbegränsningsportal.

|  |
| --- |
|  |

K43565

Tunnel ska ha övervakningssystem som minst omfattar driftfunktioner.

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Krav i tunnelklass TB

K43567

Tunnel ska utöver vad som anges för tunnelklass TC ha

* avstängningsmöjlighet
* branddetektionssystem
* utrymningslarm
* variabla körfältssignaler
* kameraövervakning och larm för säkerhets- och trafikincidenter.

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Krav i tunnelklass TA

K43569

För tunnel i tunnelklass TA ska behov av utrustning utredas utöver den som anges för klass TB. Utredningen ska minst bedöma behovet av

* trafikregleringssystem
* trafikinformationssystem
* trafikstyrningssystem
* övervakningsfunktioner
* ett förstärkt brandskydd.

|  |
| --- |
|  |

K128047

Utredningen för tunnelklass TA om utrustningsbehov utöver den som anges för klass TB ska ligga till grund för beslut om åtgärder.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Säkerhetskoncept för vägtunnel

K43280

En riskbedömning ska genomföras för alla tunnlar i tunnelklasserna TA och TB.

|  |
| --- |
|  |

Råd

I Handbok för riskanalys, Räddningsverket 2003, ges grundläggande information om riskanalys och olika riskanalytiska metoder.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Vid kvantitativ riskbedömning för farligt gods i överdäckning kan ingångsvärden väljas utifrån Eurostats data om transporterade mängder av farligt gods i kombination med antal inrapporterade olyckor med aktuell klass av farligt gods.

|  |
| --- |
|  |

K229457

Säkerhetsskyddsanalys ska utföras, redovisas och minst omfatta aktivitet 1-4 enligt kapitel 5 i *TDOK 2019:0172*.

|  |
| --- |
|  |

K129325

Begrepp som relaterar till risk ska användas med innebörd enligt *SS-ISO 31000 Riskhantering - Vägledning.*

|  |
| --- |
|  |

K43281

Ett säkerhetskoncept ska upprättas.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Ett säkerhetskoncept för tunnlar i tunnelklass TC kan vara enkelt och kortfattat.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Brandskyddsdokumentationen kan utgöra en del av säkerhetskonceptet, t.ex. i form av en brandskyddsbeskrivning.

|  |
| --- |
|  |

K43282

Riskbedömning ska genomföras och utgöra ett underlag för att bestämma

* behov av trafikövervaknings-, trafikinformations- och trafikstyrningssystem och dessas påverkan på val av typsektion
* kompletterande säkerhetsutrustning
* påverkan av längslutningar större än 3 %
* behov av säkerhetshöjande åtgärder om körfältsbredden är mindre än 3,5 m och trafik med tunga fordon är tillåten
* olyckslaster
* dimensionerande brandeffekt
* om fasta släcksystem ska installeras
* val av ventilationssystem
* behov av skiljevägg
* acceptanskriterier för riskbedömningen.

|  |
| --- |
|  |

K43283

Riskbedömning ska dels visa risk vid tunnelns utförande, dels risk år 15 efter anläggningens färdigställande.

|  |
| --- |
|  |

K43284

Till skadekonsekvenser av sak- och miljöskada ska även föras följdkostnader för samhället, exempelvis kostnader för trafikavbrott och återanskaffning, samt konsekvenser för tredje man, exempelvis kostnader för skada på annan anläggning och för produktionsbortfall.

|  |
| --- |
|  |

K43285

För en överdäckning ska riskbedömning omfatta händelser ovanpå överdäckningen som kan störa trafiken på den överdäckade trafikleden.

|  |
| --- |
|  |

K43286

Riskbedömning ska ange sannolikheter för tänkbara olyckor samt deras konsekvenser och ska även omfatta eventuella olyckor i samband med tunnelns utförande.

|  |
| --- |
|  |

K43287

Riskbedömning avseende brand och farligt gods ska utföras efter samråd med den lokala räddningstjänsten.

|  |
| --- |
|  |

K43288

Riskbedömning ska utgöra verifiering av säkerhetskonceptet.

|  |
| --- |
|  |

K43289

Använda ingångsdata, jämförelseobjekt och beräkningsmodeller ska dokumenteras.

|  |
| --- |
|  |

K43290

Riskbedömning ska göra det möjligt att:

* skatta olyckskonsekvenser med beaktande av valt säkerhetskoncept
* identifiera de största bidragen till den totala risken
* skatta den totala risken
* jämföra nyttan med kostnaden för alternativa riskreducerande lösningar.

|  |
| --- |
|  |

K43291

Tunnelkategori enligt ADR-S ska bestämmas.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Räddningsstationer eller nödskåp

K43572

Hjälptelefoner ska uppfylla krav enligt avsnitt *10.2.9.3*.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Hjälptelefoner och handbrandsläckare placeras normalt i anslutning till utrymningsvägen eller på tunnelrörets vägg.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Vägutformning och vägutrustning

K43574

Väg och väganordning i tunnel ska vara utformad enligt *Krav - VGU* med följande tillägg:

* Vägren och eventuellt utrymme utanför vägren ska vara utformad med hänsyn till hinderfri bredd.
* Vägren som ingår i nödgångbana eller ska användas för nöduppställning ska markeras enligt vägmarkeringsklass minst H (0,30) B.
* Anslutningen av nödgångbana till vägbana ska utformas utan nivåskillnad.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Behov för drift- och underhåll, nöduppställning och nödgångbana till larmställe eller till utrymningsväg och tillgänglighet för olycksbekämpning kan ge ytterligare breddbehov i tunnelklass TB och TA.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Nöduppställningsplats bör i första hand vara förlagd i en lågpunkt eller i en uppförsbacke med goda siktförhållanden.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Raklinje bör ha ett tvärfall mellan 1,5 % och 2,5 %.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Utrymme för tillfällig uppställning av alltför höga fordon bör vara anordnad vid höjdbegränsningsportal.

|  |
| --- |
|  |

Råd

För alltför höga fordon bör en alternativ väg bort från området vara anordnad vid höjdbegränsningsportal.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Behov av vändplatser och deras geometriska utformning kan behöva utredas och ligga till grund för beslut.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Detaljer avseende TV-övervakning och larmpunkter för trafikincidenter kan behöva utredas och ligga till grund för beslut.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Behov av överfarter mellan tunnelrören eller mellan anslutande vägar utanför tunnelöppning och deras geometrier kan behöva utredas och ligga till grund för beslut.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Brandskydd
       1. Allmänt

Förutsättning

Bärande huvudsystem i tunnel ska med avseende på brandpåverkan dimensioneras enligt avsnitt 11.3.3.4.

|  |
| --- |
|  |

K43582

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.

|  |
| --- |
|  |

K43583

Fordon ska betraktas som en möjlig brandkälla.

|  |
| --- |
|  |

K43584

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

|  |
| --- |
|  |

Råd

Den sammanlagda tiden för utrymning och räddningsinsats beror på tunnellängd, antal körfält, ÅDT, insatstider etc.

|  |
| --- |
|  |

K43585

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

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Brandmotstånd

K43587

Trafikutrymme, utrymningsväg, insatsväg samt räddningsrum i tunnel ska vara utformade enligt följande krav:

* Takyta ska ha 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).
* Väggyta ska ha ytskikt av lägst klass C-s2,d0 (klass II).
* Beläggning i utrymningsväg ska ha måttlig benägenhet att sprida brand och utveckla brandgas.
* Bärverk för inredning som krävs för att upprätthålla avskiljande konstruktion ska ha motsvarande brandteknisk klass EI 90.

|  |
| --- |
|  |

K43588

Inredning som utgör gräns mellan trafikutrymme och utrymme som ingår i utrymnings- eller insatsväg ska uppfylla kraven i brandteknisk klass REI 90.

|  |
| --- |
|  |

K43589

Öppning mellan trafikutrymme och utrymme som ingår i nödutgång, utrymningsväg eller insatsväg ska vara försedd med en eller flera dörrar som tillsammans uppfyller kraven för klass EI-90-C.

|  |
| --- |
|  |

K43590

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.

|  |
| --- |
|  |

K43591

Utrymme som inte är trafikutrymme, utrymningsväg, insatsväg eller räddningsrum ska vara utformat enligt följande krav:

* Takyta ska ha ytskikt av lägst klass C-s2,d0 (klass II), fäst på  material av A2-s1,d0 (obrännbart material) eller på beklädnad i klass K210/B-s1,d0 (tändskyddande beklädnad).
* Väggyta ska ha ytskikt av lägst klass D-s2,d0 (klass III).
* Bärverk för inredning som krävs för att upprätthålla avskiljande konstruktion ska ha motsvarande brandteknisk klass EI 90.

​​​För klasser, se *BBR.*

|  |
| --- |
|  |

K43592

En installation vars funktion är nödvändig under utrymning och räddningsinsats ska vara dimensionerad för brandpåverkan enligt avsnitt *11.3.3.4* upp till en temperatur av 250° C.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Krav avseende brandpåverkan på installationer är nödvändiga för säker utrymning och räddningsinsats, och kan uppfyllas genom rätt materialval eller redundans.

|  |
| --- |
|  |

K43823

För bärande huvudsystem i BSK2, se avsnitt *11.3.3.4*, ska konstruktioner av betong och sprutbetong, inklusive betong och sprutbetong som utgör eller ingår i brandskyddande isolerande skikt, vara förhindrad att spjälka.

|  |
| --- |
|  |

K65616

Säkerhet mot spjälkning av betong och sprutbetong som utgör eller ingår i brandskyddande isolerande skikt ska vara verifierad genom förprovning.

Godkänt förprovningsresultat är giltigt i maximalt 5 år.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Genomförande av brandspjälkningsprovning kan utföras enligt Brandspjälkningsprovning - Genomförande av brandspjälkningsprovning för betongkonstruktioner, Trafikverkets publikation 2024:129.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Utredning av behov och åtgärder för att undvika skadlig spjälkning kan baseras på Betong och brand - Rekommendationer för att förhindra spjälkning i anläggningskonstruktioner, Svenska Betongföreningen rapport nr 16.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Explosiv spjälkning kan förhindras om fiber med verifierad egenskap att förhindra explosiv spjälkning tillsätts med minst 1,5 kg/m3 i en sprutbetongkonstruktion respektive minst 1,0 kg/m3 i en platsgjuten betongkonstruktion.

|  |
| --- |
|  |

K65617

Betong och sprutbetong, exklusive höghållfast och självkompakterande betong, ska anses vara förhindrad att spjälka om temperaturen på betongytan är lägre än 500° C.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Skydd mot uppkomst av brand

K43596

Behov av skydd mot uppkomst av brand ska utredas.

|  |
| --- |
|  |

K113378

Åtgärder till skydd mot uppkomst av brand ska vara vidtagna om detta befinns nödvändigt enligt företagen utredning.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Utrustning för branddetektion

K43598

Branddetektionssystem ska vara installerat i den omfattning som behövs för detektering av brand.

|  |
| --- |
|  |

K43599

Branddetektionssystem ska vara sektionerat och samordnat med systemet för brandgaskontroll.

|  |
| --- |
|  |

K43600

Branddetektering ska ske i hela trafikutrymmet.

|  |
| --- |
|  |

Råd

I sidoutrymmen kan branddetektering ske med hjälp av rök- eller värmedetektorer. Exempel på lämpligt utförande ges i Regler för automatisk brandanläggning, SBF 110, Svenska brandskyddsföreningen 2001.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Branddetektorer bör vara förlagda tillsammans med elutrustning.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Utrustning för brandbekämpning

K72286

Fast brandbekämpningssystem ska vara installerat om detta enligt riskbedömning eller utredning medför uppenbart ökad personsäkerhet i tunneln eller om det är en förutsättning för bärförmågan vid brand.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Det ska eftersträvas att placera säkerhetsutrustning som är avsedd att användas av trafikanter eller räddningstjänst i anslutning till utrymningsvägarna.

|  |
| --- |
|  |

K43602

Utöver brandsläckare enligt avsnitt *11.7.3* placerade i räddningsstationer eller nödskåp ska ytterligare utrustning övervägas och installeras.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Exempel på brandbekämpningsutrustning är handbrandsläckare, inomhusbrandposter och brandpostnät.

|  |
| --- |
|  |

K44433

Handbrandsläckare ska uppfylla krav enligt *SS-EN 3-7:2004+A1:2007 Brand och räddning – Handbrandsläckare – Del 7: Egenskaper, funktionskrav och provningsmetoder*och innehålla 6 kg ABC-pulver eller motsvarande med minsta effektivitetsklass 43A 233B C.

|  |
| --- |
|  |

K44434

I trafikutrymmet ska brandsläckare vara skyltade med symbol G9 ”Brandsläckare” enligt *SFS 2007:90 Vägmärkesförordningen.*

|  |
| --- |
|  |

K44435

Utrustning för släckning ska vara märkt enligt *AFS 2020:1 Arbetsplatsens utformning.*

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Skydd mot spridning av brand och brandgas
         1. Allmänt

K43605

Tunnel ska vara utformad så att spridning av brand, brandgas, lättantändlig eller explosiv gas eller vätska till utrymningsväg eller sidoutrymme begränsas.

|  |
| --- |
|  |

K43606

VA-system ska vara utformat så att brandfarliga vätskor kan tas om hand.

|  |
| --- |
|  |

K43607

Material i bärande huvudsystem, inredning och installation får inte bidra till spridning av brand eller brandgas.

|  |
| --- |
|  |

K43608

Material ska vara obrännbara utom i de fall då

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

|  |
| --- |
|  |

K43610

Material som används för inredning och installationer får inte innehålla halogener.

|  |
| --- |
|  |

K43609

Bedömning av materialegenskaper ska baseras på relevanta brandtekniska standarder.

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Brandsektionering

K43612

Utrymningsväg och räddningsrum ska vara egna brandceller.

|  |
| --- |
|  |

K43613

Räddningsrum och säker flyktplats ska skyddas av brandsluss.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Det bör övervägas att skydda utrymningsväg med brandsluss om den enligt riskbedömning eller utredning kan anses vara längre.

|  |
| --- |
|  |

K43615

Brandsluss ska vara avskild med lägst klass EI 60 från angränsande utrymmen. ​​​För klass, se *BBR.*

|  |
| --- |
|  |

K43616

Brandsluss ska ha dörrar i klass EI2 60-C (EI 60-C). ​​​För klass, se *BBR.*

|  |
| --- |
|  |

Råd

Dörrar med krav på brandmotstånd i klass EI XX kan utformas i lägst klass EI2 15/EW XX där XX står för tid i minuter som brandmotståndet motsvarar.

|  |
| --- |
|  |

K43617

Om del av utrymningsväg är belägen i ovanförliggande eller intilliggande byggnader ska denna del vara en egen brandcell.

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. System för brandgaskontroll

K43620

System för brandgaskontroll ska vara utformat så att utrymning och räddningsinsats underlättas och så att utrymnings- och insatsvägar samt räddningsrum hålls fria från rök och andra brandgaser, se även avsnitt *10.2.7*.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Kraven på brandgaskontroll tas fram i riskbedömningen.

|  |
| --- |
|  |

K43621

Brandgasventilation ska vara anordnad så att säker utrymning kan ske och så att räddningsmanskapets säkerhet säkerställs.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Längsventilation eller semitransversal ventilation används normalt som system för brandgaskontroll. Om en tunnels längd är större än 3 km ordnas utsug av brandgaser med lämpliga mellanrum.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Räddningsrum kan sättas under övertryck för att hindra att brandgas läcker in.

|  |
| --- |
|  |

K43622

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.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Vid mynningarna kan brandgaser hindras från att tränga in i det tunnelrör som utgör utrymningsväg och säker plats genom att fläktar reverseras och/eller rökgasskärm installeras.

|  |
| --- |
|  |

K43623

Ventilationssystem ska dimensioneras för kritisk lufthastighet vid brand under dimensionerande brands varaktighet.

|  |
| --- |
|  |

K43626

Vid tvärventilation ska utsugningssystemet vara utformat så det kan användas för brandgasventilation med sektionering anordnad så att utsugningen i brandens närhet ökar.

|  |
| --- |
|  |

K43627

Vid tvärventilation ska luftflödets riktning vara reversibel så att ventilationen kan användas som brandventilation.

|  |
| --- |
|  |

Råd

En tvärventilation går vanligen inte att använda för brandgaskontroll vid större brandeffekter än 15 MW.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Vid tvärventilation kan ett kanalsystem behövas för att krav på styrning av luftströmmar ska kunna uppfyllas.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Underlättande av utrymning
         1. Allmänt

K43630

En tunnel och alla dess utrymmen ska vara utformade så att utrymning vid brand kan ske på ett tillfredsställande säkert sätt. Härvid ska bl.a. beaktas

* risken för att personer skadas av nedfallande anläggningsdelar eller genom fall och trängsel
* risken för att personer blir instängda i nischer eller återvändsgångar.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Den mest effektiva utrymningen uppnås oftast genom att begränsa den tid som behövs för trafikanternas förflyttning till en säker plats.

|  |
| --- |
|  |

K43633

Utrymning till ett annat tunnelrör får jämställas med utrymning till det fria under förutsättning att samtliga följande punkter är uppfyllda:

* Förbindelsen mellan tunnelrören är utformad som en utrymningsväg.
* Det andra tunnelröret kan betraktas som säker plats.
* Trafiken i det andra tunnelröret kan stoppas, styras eller varnas så att risken för påkörningsolyckor vid inträde i det tunnelröret minimeras.

|  |
| --- |
|  |

K43635

Dörr mellan trafikutrymme och utrymningsväg ska vara lätt identifierbar som nödutgång.

|  |
| --- |
|  |

K43636

Överdäckning ska ha platser för återsamling efter utrymning av trafikleden som är lätt åtkomliga från utrymningsvägarnas mynningar.

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Gränsvärden för kritiska förhållanden

K158725

Om avståndet mellan två utrymningsvägar är större än 200 m i tunnlar längre än 300 meter ska gränsvärden för vad som är kritiska förhållanden fastställas och får inte överskridas under den tid som krävs för utrymningen.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Gränsvärdena för kritiska förhållanden kan även behöva bestämmas vid ett avstånd mellan utrymningsvägar som understiger 200 m.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Vid bestämning av gränsvärden för kritiska förhållanden kan både siktbarhet, värmestrålning, lufttemperatur, toxiska gaser samt kombinationer av temperatur och toxiska gaser behöva beaktas.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Som utgångsnivåer vid värdering och bestämning av gränsvärden för kritiska förhållanden gällande siktbarhet, värmestrålning och temperatur kan värdena i Tabell R10.1 användas.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Tabell R10.1 Utgångsnivåer vid bestämning av gränsvärden för kritiska förhållanden.

|  |  |
| --- | --- |
| Siktbarhet | En brandgasnivå på lägst 1,6 + (0,1 x H) meter, där H är rumshöjden, eller en siktsträcka på minst 10 m i okänd miljö och minst 5 m i känd miljö (bostäder och kontor). |
| Värmestrålning | En maximal strålningsintensitet på 2,5 kW/m2 eller en kortvarig strålningsintensitet på högst 10 kW/m2, samt en maximal strålningsenergi på 60 kJ/m2 utöver energin från en strålning på   1 kW/m2. |
| Temperatur | Högst 80 ºC lufttemperatur. |

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Utrymningstid

K43642

Utrymningstiden ska bestämmas och får inte vara längre än att tunneln hinner utrymmas innan utrymmande personer utsätts för kritiska förhållanden.

|  |
| --- |
|  |

K43643

Vid bestämning av utrymningstid ska följande beaktas:

* Att tillgänglig tid för utrymning påverkas av detekteringens och brandgaskontrollens prestanda.
* Att tid för utrymning ska räknas från det att händelse inträffat och innefatta tid för att trafikanterna ska
  + nås av larm
  + bli medvetna om faran
  + reagera
  + ta sig ur fordonen
  + förflytta sig till tunnelöppning eller utrymningsväg.~~​~~

|  |
| --- |
|  |

Råd

Tiden tills trafikanterna påbörjar utrymning beror på många olika faktorer som brandens intensitet, detekteringssystem, beslutstid, larmhantering och rutiner för trafiklednings-central, tid för säkring av utrymningsväg samt snabbhet och tydlighet i varningssystem.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Enligt Utrymningsdimensionering, Boverket 2006 kan gånghastigheter förväntas variera mellan 0,6 och 1,3 m/s beroende på lutning, persontäthet, belysning och skyltning m.m.

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Brandavskiljning

K43645

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

|  |
| --- |
|  |

K43646

Om utrymningsväg är anordnad till ett angränsande tunnelrör ska en brandavskiljning finnas mellan tunnelrören.

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Räddningsrum

K43648

En yta för räddning ska vara anordnad i anslutning till en utrymningsväg om utrymningsvägens lutning medför att kraven på framkomlighet för personer med funktionsnedsättning inte kan uppfyllas.

|  |
| --- |
|  |

K43649

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

|  |
| --- |
|  |

K43650

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.

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Framkomlighet

K43653

Utrymningsväg ska vara utformad så att den är framkomlig för det flöde av personer den är avsedd för. Bredden ska vara minst 1,2 m.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Breddkravet motiveras bland annat av samtidig framkomlighet för både rullstolar och räddningstjänst.

|  |
| --- |
|  |

K43654

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

|  |
| --- |
|  |

Råd

Trappor kan undvikas genom ramper.

|  |
| --- |
|  |

K43655

En utrymningsväg får inte luta mer än 8 %.

|  |
| --- |
|  |

K43656

Vid lutningar större än 3 % krävs vilplan och andra åtgärder som t.ex. ledstänger.

|  |
| --- |
|  |

K43657

Vilplan ska vara anordnade enligt *Tabell K10.8*. Interpolering får ske mellan tabellvärden.

|  |
| --- |
|  |

K43658

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

|  |
| --- |
|  |

Råd

Dörrtyper som ger en säkerhet vid utrymning motsvarande en slagdörr som öppnas i utrymningsriktningen kan användas.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Den kraft som behövs för att öppna en dörr i en utrymningsväg bör inte överstiga 130 N anbringad på de normala öppningsanordningarna.

|  |
| --- |
|  |

K43659

Dörrar, trösklar, lutningar och trappor i utrymningsvägar ska vara anpassade till personer med nedsatt rörlighet.

|  |
| --- |
|  |

K43660

Personer i rullstolar och på bårar ska kunna transporteras till en säker plats.

|  |
| --- |
|  |

K79577

Trappor ska utföras raka med vilplan.

|  |
| --- |
|  |

K43661

Minsta fria dörrbredd ska vara 0,90 m.

|  |
| --- |
|  |

K43662

*Tabell K10.8 Lutningar och vilplan.*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Lutning [%]** | **Max avstånd mellan vilplan [m]** | **Max höjdskillnad mellan vilplan [m]** |
| 8 | 5,0 | 0,40 |
| 6 | 7,5 | 0,45 |
| 4 | 12,5 | 0,50 |
| 3 | 20,0 | 0,60 |

|  |
| --- |
|  |

Råd

Ett vilplan bör minst vara 2 m långt och ha en lutning på maximalt 2 %.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Underlättande av räddningsinsats

K43664

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

|  |
| --- |
|  |

Råd

Vid utredning inför beslut om utformning för underlättande av räddningsinsats bör minst följande beaktas:

* utnyttjande av utrymningsvägar som insatsvägar​​
* avstånd mellan insatsvägar
* räddningspersonalens säkerhet
* omfattning, utformning och bärighet på insatsvägar och räddningsvägar
* tillgång till vatten för brandsläckning
* installationer för räddningstjänstens kommunikation
* omhändertagande av farliga vätskor
* ytterligare åtgärder för underlättande av räddningsinsats.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Vatten, avlopp och dränering
       1. Allmänt

K44368

En tunnel ska vara försedd med system för avvattning av vägbana samt insamling och bortledande av dräneringsvatten.

|  |
| --- |
|  |

K44369

Avvattning av vägbana och dräneringsvatten ska ha separerade system.

|  |
| --- |
|  |

K44455

System för vatten, avlopp och dränering ska vara utformat så att de inte fryser.

|  |
| --- |
|  |

K44372

Brunnar ska placeras utanför körbanan.

|  |
| --- |
|  |

K44374

System för vatten, avlopp och dränering ska avseende risken för frysning dimensioneras enligt avsnitt *11.3.2.9*.

|  |
| --- |
|  |

K242181

Avvattnings- och dräneringssystem ska ha en utformning som möjliggör kontroll och mätning av inläckande grundvatten.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Vattenförsörjning

K44376

Inomhusbrandposter ska uppfylla kraven i *SS-EN 671-1:2012 Brand och räddning - Fasta släcksystem - Del 1: Inomhusbrandposter med formstabil slang​.*

|  |
| --- |
|  |

K44377

Brandpostnätet ska utformas enligt *Distribution av dricksvatten, P114, 2020*. Nätet ska utformas som ett s.k. konventionellt system.

|  |
| --- |
|  |

K44378

Utrustning för släckning ska vara märkt enligt *AFS 2020:1 Arbetsplatsens utformning*.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Avlopp

K44463

Sidoutrymmen och utrymmen som är försedda med vattenanslutning som främst är till för tvättning och spolning ska vara försedda med avlopp.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Dränering
         1. Allmänt

K44466

Längsgående perforerade dräneringsledningar ska placeras där det är lämpligast med hänsyn till tunnelns utformning och med hänsyn till produktionsaspekter, funktionssäkerhet och underhållsmässighet.

|  |
| --- |
|  |

K44387

Dräneringsledning ska vara försedd med dräneringsbrunnar och rensbrunnar.

|  |
| --- |
|  |

K44384

Dräneringsledning ska vara utformad med ett minsta innermått av 95 mm.

|  |
| --- |
|  |

K44385

Dräneringsledning ska vara förlagd med en minsta längslutning av 5 ‰.

|  |
| --- |
|  |

K44386

Dräneringsledning tvärs tunnel ska vara utformad som en tät ledning.

|  |
| --- |
|  |

K44388

Avståndet mellan dräneringsbrunnar ska vara högst 100 m.

|  |
| --- |
|  |

K158707

Dräneringsbrunn ska vara försedd med sandfång.

|  |
| --- |
|  |

K122122

Dräneringsbrunn ska ha en minsta innerdiameter på 400 mm.

|  |
| --- |
|  |

K122123

Rensbrunn med djup mindre än eller lika med 2,5 m ska ha en minsta innerdiameter på 200 mm.

|  |
| --- |
|  |

K158706

Rensbrunn med djup större än 2,5 m ska ha en minsta innerdiameter på 400 mm.

|  |
| --- |
|  |

K44389

Rensbrunn ska installeras i en dräneringslednings högpunkt.

|  |
| --- |
|  |

K122125

Rensbrunn eller dräneringsbrunn ska placeras vid dräneringsledningars brytpunkter i plan och profil.

|  |
| --- |
|  |

K43703

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.

|  |
| --- |
|  |

K44471

Dräneringssystem ska vara utformat så att utgående vattenflöde och vattenkvalitet kan mätas utan påverkan på trafik.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Dräneringssystem för tunnlar med cirkulära tvärsnitt kan kräva särskild utformning.

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Tunnel i berg

K44391

Tunnels schaktbotten ska vara utformad så att avrinning och dränering sker både i tunnels tvär- och längdled.

|  |
| --- |
|  |

K44392

Dräneringsledning ska placeras i schaktbottens lågpunkt och med lägsta öppning minst 1,0 m under vägytan.

|  |
| --- |
|  |

K44393

Utrymme bakom barriärer ska vara dränerat**.**

|  |
| --- |
|  |

K44394

Under vägöverbyggnaden ska det finnas ett minst 0,3 m tjockt vattengenomsläppligt material.

|  |
| --- |
|  |

Förutsättning

Krav på dränerande fyllningsmaterial framgår av avsnitt 10.2.3.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Avvattning

K44400

Avvattningssystem ska samla upp och avleda dag-, och spolvatten samt släckvatten från vägytan och vägområdet så att översvämning och andra olägenheter inte uppstår.

|  |
| --- |
|  |

K44401

Avvattningssystem ska vara utformat så att brännbar eller toxisk vätska kan samlas upp och tas om hand.

|  |
| --- |
|  |

K44404

Avvattningsyta för uppsamlingsbrunn ska vara högst

* 250 m2 om transporter av farligt gods inte är tillåtet
* 200 m2 om transporter av farligt gods är tillåtet.

|  |
| --- |
|  |

K44405

Avstånd mellan uppsamlingsbrunnar i vägriktningen ska vara högst

* 30 m om transporter av farligt gods inte är tillåtet
* 20 m om transporter av farligt gods är tillåtet.

|  |
| --- |
|  |

K44413

Uppsamlingsbrunn ska om transporter av farligt gods är tillåtet vara utformad så att brand inte kan spridas in i utgående ledning.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Ränna med betäckning får användas som alternativ till uppsamlingsbrunn.

|  |
| --- |
|  |

K44407

Nedstigningsbrunnar ska utformas med sandfång och vattenlås.

|  |
| --- |
|  |

K158721

Avståndet mellan nedstigningsbrunnar ska vara högst 100 m.

|  |
| --- |
|  |

K44410

Betäckning till brunn ska vara låsbar.

|  |
| --- |
|  |

K158722

Betäckning på brunn ska vara vertikalt justerbar.

|  |
| --- |
|  |

K44408

En betäckning till ränna ska ha samma funktion som brunnsbetäckning.

|  |
| --- |
|  |

K44406

Pumpstation eller pumpgrop ska vara anordnad i tunnels lågpunkter.

|  |
| --- |
|  |

K44411

Avvattningssystem ska vara utformat så att utgående vattenflöde och vattenkvalitet kan mätas utan påverkan på trafik.

|  |
| --- |
|  |

K44415

I tunnel där transporter av farligt gods är tillåtet ska avvattningssystemet ha sådan kapacitet att ett momentant utsläpp av 10 m3 vätska rinner av från vägytan inom två minuter under förutsättning att kapaciteten hos högst två uppsamlingsbrunnar nyttjas och att vätskan har egenskaper motsvarande vatten med temperaturen 10 ºC.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Avsättningsmagasin

K44418

Avsättningsmagasin ska vara försett med vattenlås, oljeavskiljare och rensningsanordning.

|  |
| --- |
|  |

K44419

Den dimensionerande avsättningstiden ska sättas till 36 timmar.

|  |
| --- |
|  |

K44420

Utloppet från avsättningsmagasin ska kunna stängas.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Utjämningsmagasin

K158720

Utjämningsmagasin ska vara försett med vattenlås, oljeavskiljare och rensningsanordning.

|  |
| --- |
|  |

K158723

Utloppet från utjämningsmagasin ska kunna regleras och stängas.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Uppsamlingsmagasin

K44474

Uppsamlingsmagasin ska vara försett med rensningsanordning, exempelvis för att kontaminerat släckvatten ska kunna tas om hand.

|  |
| --- |
|  |

K44475

Utloppet från uppsamlingsmagasin ska kunna stängas.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Luft och ventilation
       1. Allmänt

K44336

Ventilationssystem ska utformas och dimensioneras så att krav i avsnitt *10.2* uppfylls.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Tunnel som är kortare än 400 m kan vanligen utformas med naturlig ventilation. Om mekanisk ventilation behövs i tunnlar kortare än 400 m avgörs bl.a. av trafikintensitet, risk för köbildning och tunnelns lutning.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Längre tunnel med risk för köbildning kan behöva avluftning eller alternativt avluftning med lufttillsättning genom ventilationstorn utmed tunnelsträckningen.

|  |
| --- |
|  |

Råd

En tunnel kan ventileras med

* naturlig ventilation
* längsventilation med fläktar
* tvärventilation med fläktar
* semitransversell ventilation med fläktar.

|  |
| --- |
|  |

K44338

Fläkt ska vara statiskt och dynamiskt balanserad. Fläkt ska vid behov vara monterad på vibrationsisolatorer.

|  |
| --- |
|  |

K44339

Elmotor till fläkt ska vid behov vara skyddad mot kondensutfällning.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Luftkvalitet i tunneln

Förutsättning

Krav på utformning och dimensionering av installationer i ett ventilationssystem anges i avsnitt 10.2.7.

|  |
| --- |
|  |

K43692

Luftkvaliteten i en tunnel ska utformas så att:

* trafikanter, personal i tunneln eller personer i tunnelns omgivning inte blir besvärade
* personer i riskgrupper och känsliga personer ges samma tillgänglighet som andra till det aktuella vägavsnittet
* utrustningens krav uppfylls
* integritet mellan olika utrymmen erhålls.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Exempel på riskgrupper är personer med lungsjukdomar och hjärt- och kärlsjukdomar. Barn och gamla är exempel på känsliga grupper.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Utformning
         1. Huvudfläktar

Förutsättning

Huvudfläktars uppgift är att tillföra luft utifrån eller föra bort förorenad tunnelluft. Huvudfläktar indelas i avluftsfläktar och tilluftsfläktar.

Flödesreglering kan utformas med

* ställbara skovlar för steglös reglering
* ställbara skovlar för stegvis reglering
* varvtalsreglering med frekvensomformare
* tvåhastighetsmotorer.

|  |
| --- |
|  |

K44342

Huvudfläkt ska kunna flödesregleras.

|  |
| --- |
|  |

K44343

Fläkt ska vara försedd med utloppsdiffusor. Reversibel huvudfläkt ska även vara försedd med inloppsdiffusor.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Direktdriven axialfläkt används normalt som huvudfläkt.

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Impulsfläktar

Förutsättning

Impulsfläktarnas uppgift är att ge ett tillräckligt luftflöde i trafikutrymmet när trafikens kolvverkan inte räcker till i trafikutrymmet. Luftflödet i trafikutrymmet kan varieras och styras dels genom att antalet impulsfläktar som är i drift varieras, dels genom att impulsfläktarna reverseras.

|  |
| --- |
|  |

K44345

Impulsfläkt ska vara utformad så att en så laminär luftströmning som möjligt erhålls.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Behov av impulsfläktar för utvädring av ansamlade emissioner till följd av kallras i en tunnels lågpunkter bör beaktas.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Impulsfläktar installeras normalt vid tunneltaket. Fläktarnas infästning i stativen utformas enhetligt för underlättande av underhåll, utbyte och reservdelshållning.

|  |
| --- |
|  |

Råd

En direktdriven axialfläkt används normalt som impulsfläkt.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Fläktarna kan vid trånga inbyggnader förses med ställbara luftriktare för injustering av optimal verkan.

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Uteluftintag

K44348

Luftintagsgaller ska vara utformat och placerat så att föroreningar, vatten, snö, löv och skräp etc. inte kan sugas in eller täppa till intagsöppningarna.

|  |
| --- |
|  |

K44349

Avluft från huvudfläktar ska inte kunna tränga in i uteluftintag.

|  |
| --- |
|  |

K44350

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

|  |
| --- |
|  |

K158326

Lufthastigheten i schakt för uteluftintag ska vara bestämd med hänsyn till ljudkrav, vibrationskrav och de faktorer som påverkar driften av tunneln.

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Avluftutsläpp

K44352

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

|  |
| --- |
|  |

Råd

Utsläpp av avluft kan ske via en tunnelöppning eller via ett ventilationstorn.

|  |
| --- |
|  |

K158328

Lufthastigheten i schakt för avluftutsläpp ska vara bestämd med hänsyn till ljudkrav, vibrationskrav och de faktorer som påverkar driften av tunneln.

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Stoftavskiljare

K44354

Stoftavskiljningsanläggning får inte antas kunna minska halten gaser.

|  |
| --- |
|  |

Råd

För reduktion av stoftmängden i tunnelns luft används lämpligen en anläggning med elektrostatfilter. En sådan anläggning omfattar grovavskiljare för grövre partiklar, elektrostatfilter med renspolningsutrustning och slamtankar samt vid behov fläktar. Avser åtgärd för siktförbättring i tunnel samt för skydd av omgivningen utanför tunnel.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Filterutrustning bör installeras i anslutning till huvudfläktar eller i ett separat utrymme.

|  |
| --- |
|  |

Råd

En grovavskiljare kan användas för rening av tunnelluft för att skydda ett avluftsutsläpps omgivning.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Dimensionering
         1. Allmänt

K44357

Ventilationssystem ska dimensioneras med beräkningar för det luftflöde som krävs enligt de krav som anges i avsnitt *10.2*.

|  |
| --- |
|  |

K44358

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

|  |
| --- |
|  |

K44359

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

|  |
| --- |
|  |

K44361

Vid dimensionering av ventilationssystem ska inverkan av följande beaktas och redovisas:

* att fläktar nära brandhärden slås ut
* att mynningar av olika tunnelrör eller ventilationstorn är belägna nära varandra
* att tunnlar korsar varandra eller förgrenar sig
* vindpåverkan mot tunnelöppning och andra meteorologiska faktorer
* hängande vägmärken
* trafikens kolvverkan
* trafikens riktningsfördelning i längsventilerade tunnlar med dubbelriktad trafik.

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Emissionsberäkningar

K72229

Emissionsberäkning ska ingå i ventilationsdimensionering.

|  |
| --- |
|  |

K43695

En emissionsberäkning ska utföras för den normala trafiksituation som bedöms ge de högsta emissionsnivåerna under tunnelns avsedda tekniska livslängd.

|  |
| --- |
|  |

K43696

Incidenter, olyckor etc. ska i detta sammanhang räknas som onormala trafiksituationer.

|  |
| --- |
|  |

K43697

Om trafikprognosen visar att anläggningen kan få en högre belastningsgrad än 0,8 ska emissionsberäkningen även göras för en kösituation.

|  |
| --- |
|  |

K43698

Emissionsberäkning från fordons avgaser, däck och bromsar samt från vägslitage ska utföras med avseende på

* kväveoxider (NOx)
* partiklar PM10 och PM2,5.

|  |
| --- |
|  |

K43699

Bakgrundshalter av kvävedioxid, NO2, och partiklar ska beaktas.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Emissionsfaktorer kan hämtas från emissionsmodellen HBEFA på Trafikverkets hemsida.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Fordonen är i HBEFA uppdelade på tunga fordon, personbilar, lätta lastbilar och tvåhjulingar. Fordonen är dessutom uppdelade på olika bränslen och motortyper för att få en god anpassning till aktuella förhållanden.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Vägarna klassificeras av tätort eller landsbygd, vägtyp, hastighetsgräns samt trafikflödesklass (free flow, heavy flow, congested, stopgo). Även emissionsfaktorer för kallstart och avdunstning finns angivna.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Emissionsfaktorer i gram per fordonskilometer för kväveoxider och avgaspartiklar anges i emissionsmodellen HBEFA. Den totala kväveoxidhalten i tunneln används lämpligen då denna är mer inert i tunnelmiljön än halten kvävedioxid som varierar beroende på bl.a. ozonhalten i tunneln.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Emissionsfaktorer för slitagepartiklar framtagna av VTI och SLB återfinns i Effektkatalogen, Trafikverket. Mängden inandningsbara partiklar, PM10, motsvarar summan av slitage- och avgaspartiklar.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Den totala emissionen i gram per timme för ett visst vägavsnitt erhålls genom att multiplicera emissionsfaktorn med antalet fordon per timme för avsnittet och längden på avsnittet.

|  |
| --- |
|  |

Råd

I analysen inkluderas bakgrundsnivåer för föroreningar vid mynningar.

|  |
| --- |
|  |

Råd

När en trafikprognos saknas kan

* dimensionerande timme för trafiksituation för emissionsberäkning sättas till 12 % av ÅDT under öppningsåret för landsbygdsvägar och genomfarter i tätorter och till 9-10 % för övriga vägtyper i tätortsmiljö. Detta motsvarar den 30:e mest belastade timmen. Se Krav − VGU
* lastbilsandelen väljas enligt Krav − VGU om inte objektspecifik information finns.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Vägslitagets storlek är beroende av typ av vägbeläggning och andelen dubbdäck.

|  |
| --- |
|  |

Råd

För haltberäkningen används ett verifierat ventilationsberäkningsprogram exempelvis IDA tunnel.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Av Världshälsoorganisationen Air quality guidelines for Europe, WHO Regional Publications, European Series, No.91 rekommenderade högsta halter av kolmonoxid enligt Tabell R10.2 kan tillämpas för bedömning av luftkvalitet vid ovanliga kösituationer som t.ex. vid olyckor.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Tabell R10.2 Rekommenderad högsta halt kolmonoxid i tunneln, tidsmedelvärde.

|  |  |
| --- | --- |
| Kolmonoxid koncentration [mg/m3] | Uppmätt tid [minuter] |
| 100 | 15 |
| 60 | 30 |
| 30 | 60 |
|  | |

* + 1. Belysning och visuell ledning

K44319

Belysning ska uppfylla krav enligt *Krav - VGU*.

|  |
| --- |
|  |

K43496

En tunnel ska vara färgsatt så att den visuella ledningen och belysningens verkan är god.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Effektbelysning kan behövas för att poängtera detaljer i tunnel t.ex. utrymningsvägar.

|  |
| --- |
|  |

K43497

Väggar i ett trafikutrymme ska ha ett högsta glansvärde av 50 mätt vid 60° enligt *SS-EN ISO 2813:2014 Färg och lack – Bestämning av speglande glans på icke-metallisk färgfilm vid 20 grader, 60 grader och 85 grader*.

|  |
| --- |
|  |

K43498

Tak i ett trafikutrymme ska ha ett högsta glansvärde av 30 mätt vid 60° enligt *SS-EN ISO 2813:2014 Färg och lack – Bestämning av speglande glans på icke-metallisk färgfilm vid 20 grader, 60 grader och 85 grader.*

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Styrning, övervakning och kommunikation
       1. Allmänt

Förutsättning

Trafikverket styr och övervakar väganläggningar regionalt från trafikcentraler (TC). Dessa finns för följande regioner; Syd, Väst, Öst och Norr.

I varje trafikcentral finns övervakning och styrning via nationellt trafikledningsstöd (NTS).

|  |
| --- |
|  |

K44290

System för styrning och övervakning av trafik, säkerhet och drift samt system för kommunikation ska vara integrerat med övrig systemarkitektur för väg.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Styr- och övervakningssystem
         1. Allmänt

K225248

Anläggningsövergripande styrsystem för styrning och övervakning (ASÖ) av trafik, säkerhet och drift samt system för kommunikation ska finnas lokalt installerat för Tunnlar enligt Tunnelklass TA och TB.

|  |
| --- |
|  |

K225249

För tunnelklass TB ska installation vara ansluten mot centrala anläggningsnära system (CAS) alternativt ska ASÖ finnas lokalt installerat.

|  |
| --- |
|  |

K225250

Installation i tunnelklass TC ska vara ansluten mot CAS.

|  |
| --- |
|  |

K44293

ASÖ ska vara utformat för manuell och automatisk styrning från lokal plats samt TC.

|  |
| --- |
|  |

K44294

Styrutrustning ska vara utformad så att påverkan på anläggningens personsäkerhet och drift, vid fel minimeras.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Exempel på larm och händelser som ska kunna registreras är brandlarm, larm från öppen dörr, larm för avbrott i kommunikation, larm för avbrott i strömförsörjning, samt händelser för pump- och fläktstarter och avstängningsanordningar.

|  |
| --- |
|  |

K225259

ASÖ ska vara ett autonomt Styr- och Övervakningssystem för automatisk drift av anslutna objekt samt för underhållsåtgärder.

|  |
| --- |
|  |

K225260

ASÖ ska vara integrerat med tekniska systems centralutrustningar och styrenheter inom anläggningen.

|  |
| --- |
|  |

K225261

ASÖ samt autonomt styrsystem (AS) ska vara konstruerat med industriella styrsystem.

|  |
| --- |
|  |

K225262

Installation ska indelas och placeras utgående från tunnelns säkerhetsklassning.

|  |
| --- |
|  |

K44295

ASÖ och AS ska vara placerad i ett sidoutrymme anordnat för styrenheter och el-utrustningar.

|  |
| --- |
|  |

K225263

Styrutrustningar och kommunikationsutrustningar som är gemensamma för fler än ett driftområde ska dubbleras och placeras i skilda driftutrymmen med omedelbar redundant funktion.

|  |
| --- |
|  |

K44297

Installationer ska vara sektionerade i driftområden så att ett fel i ett driftområde inte kan slå ut funktioner i andra driftområden. I en tunnel med flera tunnelrör ska varje tunnelrör minst utgöra ett eget driftområde.

|  |
| --- |
|  |

K225264

Under planskede ska en riskanalys genomföras för att kontrollera ASÖ krav samt anslutna tekniska systems krav med syfte att minimera skador på person och materiel. Säkerhetsanalysen ska omfatta analys av brand, trafikolycka samt onormala driftfall i Vägtunnel.

|  |
| --- |
|  |

K225267

Under den avslutande projekteringen ska riskanalys genomföras för att kontrollera kravuppfyllnad för ASÖ krav samt anslutna tekniska system med syfte att minimera skador på person och materiel. Riskanalysen ska omfatta analys av brand, trafikolycka samt onormala driftfall i vägtunnel.

|  |
| --- |
|  |

K225268

Utvecklingsprogram för applikationsprogram för styrsystem ska vara enligt standard (*SS-EN 61131-3 Programmerbara styrsystem - Del 3: Programspråk*). Applikationsprogram i styrsystem ska vara uppbyggt av standardmoduler enligt Function Block (FB) eller Sequential Function Chart (SFC).

|  |
| --- |
|  |

K44298

Intern säkerhetskopiering ska finnas för Applikationsprogram.

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Kamerabevakning

K158155

TV-övervakning ska installeras enligt *TSFS 2019:93.*

|  |
| --- |
|  |

K44300

TV-övervakning ska följa krav enligt *SS-EN 62676-4* *Larmsystem - Utrustning och system för TV-övervakning (CCTV) - Del 4: Tillämpningsanvisningar.*

|  |
| --- |
|  |

K158156

Kamerabevakning ska följa *TDOK 2019:0390 Kamerabevakning i Trafikverket*.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Bevakningskamera kan vara försedd med bildanalysutrustning för detektering av incidenter, stillastående fordon, bränder etc.

|  |
| --- |
|  |

K44301

Kamerabevakningssystem ska vara utformat så att en valfri kamera eller kameragrupp kan kopplas upp från vägtrafikledningscentral.

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Givare och detektorer

K44303

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

|  |
| --- |
|  |

Råd

För övervakning av en tunnels ventilation kan givare för mätning av kvävedioxid, kolmonoxid, luftflöde, trafikflöde och hastighet behövas.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Mätning av trafikens flöde och hastighet och av antal fordon av olika fordonsslag kan krävas för trafikstyrningssystemets funktion eller för statistikändamål.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Registrering kan ske med t.ex. detektorslingor, detektering via kamerabevakning och bildanalys.

|  |
| --- |
|  |

K158713

Höjdbegränsningsportal innan tunnel ska vara försedd med påkörningsdetektor som är kopplad till bemannad trafikledningscentral.

|  |
| --- |
|  |

K158717

Vid påkörning av höjdbegränsningsportal ska ljussignal tändas mellan portal och tunneln.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Larmanläggning och hjälptelefoner
         1. Larmanläggning

K44306

Larm ska utlösas vid fel på installationer anslutna till ASÖ.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Larm indelas med avseende på krav på åtgärd och insatstid enligt följande:

* larm som kräver omedelbar åtgärd
* larm som åtgärdas vid nästa ordinarie arbetspass för drift och underhåll
* larm som åtgärdas vid nästa planerade underhållsinsats, t.ex. vid tunnelavstängning.

|  |
| --- |
|  |

K44307

Om tunnel är kopplad till trafikcentral ska trafiklarm utlösas vid trafikincidenter.

|  |
| --- |
|  |

K44308

Larm från hjälptelefon, handbrandsläckare och öppnad utrymningsdörr ska position anges.

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Hjälptelefoner

K44310

Hjälptelefonanläggning ska ha automatisk funktionsövervakning som ska omfatta telefoners funktion och telefoners kontakt med trafikcentral eller larmcentral.

|  |
| --- |
|  |

K44311

I trafikutrymme ska hjälptelefon skyltas med symbol enligt *SFS 2007:90 Vägmärkesförordningen.*

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Utrymningslarm

K44313

Anordningar för att ge trafikanterna direktiv om utrymning ska vara installerad i tunnelklass TA och TB.

|  |
| --- |
|  |

K44314

Anordningarna ska vara utformade så att minst två olika typer av signaler i form av ljud och ljus kan ges till trafikanterna.

|  |
| --- |
|  |

K44315

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

|  |
| --- |
|  |

Råd

Följande typer av utrustningar kan användas:

* variabla informationsskyltar
* högtalare
* information i bilradio via radioinbrytning
* tändning av t.ex. blinkande ljus vid utrymningsdörrar.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Avstängningsanordningar

K158167

Styrsystemet för avstängning ska vara samordnat med rött blinkande ljus.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Kraftförsörjning
       1. Allmänt

K44322

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

|  |
| --- |
|  |

K44323

Huvudkraftanläggningen ska vara kompletterad med en reservkraftanläggning.

|  |
| --- |
|  |

K158159

Val av reservkraftsystem ska göras med utgångspunkt från tunnelns trafikmängd, lokalisering, elkraftsbehov samt elkraftdistributionens pålitlighet.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Reservkraft kan erhållas på flera sätt, t.ex. genom

* kraftmatning från två oberoende eldistributionsnät
* kraftmatning från ordinarie eldistributionsnät kombinerat med batterianläggning och generator.

|  |
| --- |
|  |

K44324

All reservkraftsmatning ska vara avbrottsfri.

|  |
| --- |
|  |

K44325

Reservkraftanläggning ska förse följande funktioner med kraft om funktionen krävs:

1. reservbelysning i trafikutrymmet
2. nödbelysning i trafikutrymme, utrymningsvägar samt sidoutrymmen
3. vägledande markeringar
4. körfälts- och infartssignaler samt infartsbommar
5. informationsskyltar vid tunnelöppning och i tunnel
6. styr- och övervakningsutrustning inklusive kamerautrustning, trafikdetekterings- och branddetektionssystem
7. radiokommunikationsanläggning och telebaserad säkerhetsutrustning
8. eluttag för räddningstjänst
9. sprinkler- och brandpostpumpar samt för säkerheten viktiga vatten- och avloppspumpar.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Utformning

K44332

Kraftförsörjningssystemet ska ha minst 25 % reservkapacitet.

|  |
| --- |
|  |

K44333

Reservkraft ska finnas under hela utrymningstiden.

|  |
| --- |
|  |

K44328

Kabel i mark, vatten eller i ett utrymme där vatten kan komma in ska vara förlagd enligt *SS 424 14 37 Kabelförläggning i mark*.

|  |
| --- |
|  |

K44329

Kabel som ingår i en säkerhetsutrustning ska i största möjliga utsträckning vara förlagd skyddad mot brand och påkörning.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Med förläggning skyddad mot brand avses en kabel som är avskild från brand i lägst brandteknisk klass EI 60. En kabelkulvert i en vägbana uppfyller vanligen detta krav.

|  |
| --- |
|  |

K44330

Kabel förlagd på stege eller konsol ska lägst vara av brandklass Cca, s2, d2 enligt *SS-EN 13501-6*.

|  |
| --- |
|  |

* 1. Specifika krav för järnvägstunnlar
     1. Allmänt

K44441

Installationer inklusive infästningar ska dimensioneras med hänsyn till erforderliga utrymmen för och placering av utrustning, inklusive anslutningar, med hänsyn till minst följande:

* järnvägssystemets funktion
* aerodynamiska effekter från tågtrafik
* behov av skydd mot damm
* vatten, fukt och nedisning

vara utförda i lägst klass R60 med hänsyn till risken för att de vid kollaps utgör hinder för utrymning och räddningsinsats.

|  |
| --- |
|  |

K255923

Urspårningsskydd ska vara installerade i enlighet med *TRVINFRA-00012 Krav Banöverbyggnad - Spårsystem*.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Tvärsektion

K43739

Tunnels tvärsektion ska ge tillräckligt utrymme för trafik, inklusive erforderlig breddning vid kurvspår, förstärkningskonstruktioner, inredning, järnvägskonstruktion, installationer, gångbanor samt driftutrymmen.

|  |
| --- |
|  |

K43883

Spårtunnel och spårområde vid station ska uppfylla krav för normalsektion för fria rummet enligt *TRVINFRA-00398* *Banutformning*.

|  |
| --- |
|  |

K213855

Normalsektion för fria rummet ska vara N3.5-Ne-K enligt krav i *TRVINFRA-00398* *Banutformning*.

|  |
| --- |
|  |

K221755

Tvärsektion för spårtunnel ska omfatta bankropp.

|  |
| --- |
|  |

Råd

För bergtunnel med ballasterat spårsystem och trafikering i 250 km/h (STH), största tillåtna axellast 25 ton (STAX) och största tillåtna vikt 8,0 ton/m (STVM), kan typsektioner enligt Bilaga 3 RÅD Typsektioner för järnvägstunnlar användas.

|  |
| --- |
|  |

Råd

De angivna typsektionerna i Bilaga 3 är riktlinjer för bergtunnel med ballasterat spår. De angivna måtten anpassas till respektive objekts förhållanden och förutsättningar. Mindre mått kan tillämpas om en särskild utredning visar att så är möjligt.

|  |
| --- |
|  |

K213856

Vid utformning av teoretisk tunnelkontur ska minst hänsyn tas till  
1. inredning och installationer  
2. aerodynamiska effekter  
3. bankropp i trafikutrymme  
4. under- och överbyggnad i sidoutrymme   
5. säkerhet vid användning  
6. normalsektion för det fria rummet  
7. utrymme för framtida installation av ny teknik.

|  |
| --- |
|  |

K213857

Normalsektion för bergtunnel ska minst redovisa

1. teoretisk tunnelkontur
2. teoretisk bergkontur
3. bankropp
4. inredningar och installationer
5. mått och lutningar.

|  |
| --- |
|  |

K213858

Vid utformning av teoretisk bergkontur ska minst hänsyn tas till

1. bergmekaniska förutsättningar
2. utrymme för bergförstärkning
3. utrymme för skydd mot inläckande vatten
4. brandskydd
5. sammansatta byggplatstoleranser
6. utrymme för driftförstärkning
7. utrymme för reparationsarbeten och kompletteringar av bergförstärkning eller skydd mot inläckande vatten.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Behov av framtida utrymme kan finnas för reparation av skador på betonginklädnad då den tekniska eller den ekonomiska konsekvensen av en skada är stor, t.ex. för en tunnel belägen i fritt vatten eller då kostnaden för reparation och driftavbrott annars skulle bli högre än vad som kan accepteras.

|  |
| --- |
|  |

K44579

Minsta fri tvärsnittsarea för dubbelspårstunnel, STH=320 km/h, ska för olika tunnellängder (L) vara:

* 91 m2 för L < 500 m och L ≥ 6000 m
* 98 m2 för 500 m ≤ L < 1000 m och 4000 m ≤ L < 6000 m
* 108 m2 för 1000 m ≤ L < 4000 m.

|  |
| --- |
|  |

K44580

Minsta fri tvärsnittsarea för dubbelspårstunnel, STH=250 km/h, ska vara 91 m2.

|  |
| --- |
|  |

K44581

Minsta fri tvärsnittsarea för enkelspårstunnel, STH=320 km/h, ska för tunnellängder upp till och med 10 000 m vara 60 m2.

|  |
| --- |
|  |

K44582

Minsta fri tvärsnittsarea för enkelspårstunnel, STH=250 km/h, ska för tunnellängder upp till och med 10 000 m vara 53 m2.

|  |
| --- |
|  |

K221751

Vid STH större än eller lika med 250 km/h ska behov av åtgärder med hänsyn till tunnelknall (s.k. sonic boom) utredas.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Järnväg i tunnel
       1. Banunderbyggnad

K43885

Bankroppen ska utformas med ballasterat spår.

|  |
| --- |
|  |

K43886

Bankroppen ska utformas så att banan eller dräneringen inte skadas genom frysning.

|  |
| --- |
|  |

K43887

Vid en utformning med en bergyta direkt under underballasten ska bergytan vara rensad från finjord så att tjällyftning inte kan ske.

|  |
| --- |
|  |

K43888

En utformning med underballast i ett lager får endast utföras på en bergterrass.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Längdmarkeringsskyltar

K43779

Längdmarkeringsskyltar som visar spårets längdmätning i formatet km+m ska monteras var tjugonde meter på minst ena tunnelväggen för enkelspårstunnel och på båda tunnelväggarna för dubbelspårstunnel.

|  |
| --- |
|  |

K67709

Längdmarkeringsskyltar ska placeras ca 1,5 m över RÖK.

|  |
| --- |
|  |

K67710

Längdmarkeringsskyltar ska utformas så att de är läsbara på 5 m avstånd.

|  |
| --- |
|  |

K43780

Längdmarkeringskyltar ska vara beständiga i den aktuella miljön.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Säkerhet i järnvägstunnlar
       1. Allmänt

K43800

En järnvägstunnel ska utöver att uppfylla krav i *TSD Tunnelsäkerhet* även uppfylla övriga krav enligt avsnitt *10.3.4* och *10.3.5*.

|  |
| --- |
|  |

K255925

Dörrar i nödutgångar ska motstå lufttrycket ifrån passerade tåg så att slitage, deformation etc. inte försämrar öppnings- och stängningsbarheten samt baseras på vad som anges i avsnitt *11.3.2.8.2*.

|  |
| --- |
|  |

K157661

Säkerhetsbedömning ska upprättas*.*

|  |
| --- |
|  |

K225530

Spårväxel får inte förläggas i eller i anslutning till tunnel utan att graden av säkerhetspåverkan kan visas vara marginell på sammanvägd nivå.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Spårväxel kan ibland behöva förläggas i eller i anslutning till tunnel, t.ex.  som en konsekvens av vald spårlinje och topografi eller i fall med anslutande eller närliggande trafikplats för resandeutbyte etc.

|  |
| --- |
|  |

K225532

Graden av säkerhetspåverkan på ombordvarande till följd av spårväxel placerad i eller i anslutning till tunnel ska utvärderas i särskild utredning.

|  |
| --- |
|  |

K225533

Särskild utredning ska förutsätta att växel är detektorförsedd så att växeltungans alla delar och den rörliga korsningsspetsens önskade och kontrollerade läge kan bekräftas via signalställverk och tågtrafikledning.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Tågtrafikledningen kan inte lägga tågväg förbi spårväxel utan att det kommit kontrollbesked från växeln.

|  |
| --- |
|  |

K225535

Särskild utredning ska kontrolleras och godtas enligt rutin för kontroll av säkerhetsbedömning.

|  |
| --- |
|  |

K225536

Spårväxel placerad närmare än V2/80 meter från tunnelöppning ska anses befinna sig ”i anslutning till tunnel”, där V är dimensionerande tåghastighet i km/h.

|  |
| --- |
|  |

K255928

Om mynning på servicetunnel eller serviceschakt är belägen i tätort eller i anslutning till station ska intrång i tunneln automatiskt detekteras och larmas till mottagare på Trafikverkets trafikcentral.

|  |
| --- |
|  |

K255929

Bärande konstruktion i servicetunnel eller serviceschakt ska utföras i klass R90 - R120 enligt *SS-EN 13501-1:2002 Brandteknisk klassificering av byggprodukter och byggnadselement - Del 1: Klassificering baserad på provningsdata från metoder som mäter reaktion vid brandpåverkan*.

|  |
| --- |
|  |

Råd

För servicetunnel eller serviceschakt finns kompletterande krav i avsnitt 10.2.5.2 avseende skydd mot brandspjälkning.

|  |
| --- |
|  |

K255931

Sluten betongkanalisation servicetunnel eller serviceschakt får betraktas som brandsäker förläggning.

|  |
| --- |
|  |

Råd

För skydd mot spridning av brand och brandgas i servicetunnel/serviceschakt finns kompletterande krav i avsnitt 10.2.5.6.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Säkerhetskoncept för järnvägstunnel
         1. Verifiering av personsäkerheten

Allmänt

K43293

För en järnvägstunnel ska säkerhetsbedömning utföras vid framtagande av järnvägsplan och vid framtagande av bygghandlingar enligt vad som anges i avsnitt *10.3.4.2.1.3.*

|  |
| --- |
|  |

K129325

Begrepp som relaterar till risk ska användas med innebörd enligt *SS-ISO 31000 Riskhantering - Vägledning.*

|  |
| --- |
|  |

K43297

Personsäkerheten ska i de fall som anges i avsnitt *10.3.4.2.1.3* verifieras genom säkerhetsbedömning och säkerhetsskyddsanalys.

|  |
| --- |
|  |

K229458

Säkerhetsskyddsanalys ska utföras, redovisas och minst omfatta aktivitet 1-4 enligt kapitel *5* i *TDOK 2019:0172*.

|  |
| --- |
|  |

K43298

Omfattningen av säkerhetsbedömningen ska anpassas till i vilket skede den utförs.

|  |
| --- |
|  |

K79529

Säkerhetsbedömning ska utföras enligt metodik som anges i *TDOK 2015:0166 BVH 585.30 - Personsäkerhet i järnvägstunnlar. Handbok för analys och värdering av personsäkerhet i järnvägstunnlar,* med undantag av tunnel som kravställs i avsnitt *10.3.4.2.1.2.*

|  |
| --- |
|  |

K43299

Säkerhetsbedömning ska verifiera att personsäkerheten i driftskedet för resenärer och tågpersonal samt räddningstjänstens personal har beaktats samt att angivna krav har följts.

|  |
| --- |
|  |

K43300

Säkerhetsbedömningens riskhanteringsprocess ska följa EU-kommissionens förordning 402/2013 CSM-RA.

|  |
| --- |
|  |

K43301

Säkerhetsbedömning ska förutsätta de kategorier av rullande materiel som byggherren anger. Se TSD Tunnelsäkerhet avsnitt *4.2.3.*

|  |
| --- |
|  |

K43302

Säkerhetsbedömning ska förutsätta att Trafikverkets hantering av säkerhetsåtgärder vid järnvägsolyckor samt Transportstyrelsens krav på tågoperatörer tillämpas.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Allmänna krav på åtgärder för järnvägssäkerhet framgår bland annat av TDOK 2015:0309 Trafikbestämmelser för järnväg och rutinbeskrivningar av hur larm vid avvikelser, tillbud och olyckor ska hanteras (TDOK 2014:0088 Hantera larm vid olycka, tillbud och avvikelse på järnväg).

|  |
| --- |
|  |

Råd

Anläggningsspecifika krav för hantering av säkerhetsåtgärder vid avvikelser, tillbud och olyckor kan redovisas i anläggningsspecifik operativ dokumentation med hjälp av TMALL 1437, TMALL 1438, TMALL 1439 och TMALL 1440.

|  |
| --- |
|  |

K79559

Om tunnel avses upplåtas för transport av gods ska farligt godsolyckor omfattas av säkerhetsbedömning.

|  |
| --- |
|  |

K43303

Bedömning av tider och arbetsmoment för organisationens agerande vid järnvägsolycka ska ingå i säkerhetsbedömning.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Bedömning av tider och arbetsmoment för organisationens agerande vid en järnvägsolycka kan baseras på Trafikverkets hantering av säkerhetsåtgärder vid järnvägsolyckor (såväl allmänna som anläggningsspecifika).

|  |
| --- |
|  |

K43304

Resultatet från säkerhetsbedömningen ska redovisas och varje vald tilläggsåtgärd ska redovisas och motiveras.

|  |
| --- |
|  |

K79565

Säkerhetsbedömningen ska resultera i ett säkerhetskoncept.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Brandskyddsdokumentationen kan utgöra en del av säkerhetskonceptet, t.ex. i form av en brandskyddsbeskrivning.

|  |
| --- |
|  |

K43305

Identifierade personrisker i tunneln ska dokumenteras i en risklista.

|  |
| --- |
|  |

K43306

Identifierade risker i risklistan ska tilldelas riskägare.

|  |
| --- |
|  |

K43307

I risklistan ska även riskreducerande åtgärder dokumenteras.

|  |
| --- |
|  |

K43308

För färdig anläggning ska risklistan användas som underlag för det systematiska brandskyddsarbetet.

|  |
| --- |
|  |

K43309

Redovisningen av säkerhetsbedömning ska minst

* redovisa och motivera antaganden
* tydliggöra avgränsningar och begränsningar
* redovisa metoder
* klargöra resonemang och vara lätt att följa
* redovisa beräkningar på ett sådant sätt att beräkningsgången är lätt att följa
* redovisa hjälpmedel som t.ex. datorprogram
* tydliga hänvisningar till kapitel, bilagor och referenslitteratur
* förklara beteckningar och förkortningar
* bygga på källor som kan kontrolleras.

|  |
| --- |
|  |

Jämförelse mot tidigare utförda säkerhetsbedömningar

K43313

Säkerhetsbedömning ska utgöras av jämförande analys om det finns tidigare utförda säkerhetsbedömningar av järnvägstunnel med liknande förutsättningar och riskkällor samt minst samma trafikmängd.

|  |
| --- |
|  |

K43314

Jämförelsen ska dokumenteras och redovisas.

|  |
| --- |
|  |

Utförande av säkerhetsbedömning

K43316

För järnvägstunnel med undermarksstation och vid successiva tunnlar enligt definition i *TSD* ska en säkerhetsbedömning alltid utföras.

|  |
| --- |
|  |

K43318

För tunnlar utan undermarksstation och för tunnlar som inte är successiva enligt definition i *TSD* ska säkerhetsbedömning utföras enligt vad som anges i *Tabell* *K10.9* och där L är tunnelns längd.

|  |
| --- |
|  |

K43317

*Tabell* K10.9 Krav på utförande av säkerhetsbedömning beroende på tunnellängd, L.

|  |  |
| --- | --- |
| L < 300 m | Säkerhetsbedömning behöver inte utföras. |
| 300 < L < 1000 m | Säkerhetsbedömning ska utföras om det inte kan motiveras varför det inte behövs. |
| L ≥ 1000 m | Säkerhetsbedömning ska utföras, undantag se avsnitt *10.3.4.2.1.2*. |

|  |
| --- |
|  |

Råd

Säkerhetsbedömning bör utföras för tunnlar längre än 300 meter men kortare än 1000 meter om tunneln passerar under tät bebyggelse, har hög trafiktäthet eller har många resande.

|  |
| --- |
|  |

Beräkning av tunnelns längd

K43321

För tunnel med undermarksstation ska stationens längd inräknas i tunnelns totala längd.

|  |
| --- |
|  |

K43323

För successiva tunnlar ska tunnelns längd beräknas enligt definition i *TSD Tunnelsäkerhet* avsnitt *4.2.1.7 a.*

|  |
| --- |
|  |

Kontroll av säkerhetsbedömningen

K225355

Säkerhetsbedömningar ska hänföras till en av följande kontrollkategorier:

·       kontrollkategori 1 (KK1)

·       kontrollkategori 2 (KK2)

|  |
| --- |
|  |

K225356

Kontrollkategori 1 ska tillämpas om kriterierna för kontrollkategori 2 inte är uppfyllda.

|  |
| --- |
|  |

K43326

För KK1 gäller att kontroll ska ske genom intern, oberoende, granskning i samband med framtagande av järnvägsplan respektive bygghandling.

|  |
| --- |
|  |

K43327

För KK2 gäller att kontroll ska ske fortlöpande genom extern, oberoende, granskning i de fall då:

* anläggningsdrift bedöms kräva övervakning av drifttekniker för att infria krav enligt säkerhetskoncept
* säkerhetskoncept förutsätter hög grad av automatiserade säkerhetssystem
* ny teknik som bedöms vara viktig för säkerhetsnivå, utrymning eller insats används.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Sakkunnig resurs från annat projekt än som berörs av kontrollen kan godtas som extern oberoende granskare.

|  |
| --- |
|  |

Råd

För att undvika sena ändringar bör extern oberoende granskare involveras tidigt i arbetet med kontroll av säkerhetsbedömning.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Vid trafikplats för resandeutbyte i eller i anslutning till tunnel kan kontroll behöva utföras av extern oberoende granskare.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Grundkrav
         1. Kompletteringar till TSD-krav

K43804

Krav enligt *TSD Tunnelsäkerhet* samt kompletterande krav och preciseringar enligt *Tabell K10.10* ska uppfyllas.

|  |
| --- |
|  |

K43805

*Tabell K10.10 Trafikverkets kompletterande krav till TSD Tunnelsäkerhet.*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Nr** | **Tunnelns längd** | **Avsnitt i *TSD Tunnelsäkerhet*** | **Trafikverkets** **kompletterande krav** |
| 1 | >300 m | 4.2.1.1 | - Om en tunnelöppning är belägen i tätort eller i anslutning till en station ska intrång i tunneln ifrån tunnelöppning eller plattform automatiskt detekteras och larmas till mottagare på Trafikverkets trafikcentral. |
| 2 | ≥ 100 m | 4.2.1.2 | - För bärande konstruktioner finns kompletterande krav i avsnitt *11.3.3*.  - För skydd mot brandspjälkning finns kompletterande krav i avsnitt *10.2.5.2*. |
| 3 | ≥100 m | 4.2.1.3 | - För skydd mot spridning av brand och brandgas finns kompletterande krav i avsnitt *10.2.5.6*.  - Sluten betongkanalisation får betraktas som brandsäker förläggning. |
| 4 | >500 m | 4.2.1.5.4 | - Nödbelysning ska uppfylla krav enligt *TRVINFRA-00151 Elkraftanläggning - Belysning i järnvägsmiljö*. |
| 5 | ≥100 m | 4.2.1.5.5 | - Belyst och genomlyst vägledande markering i trafikutrymmen (utgångs- och nödutgångsskyltar) ska uppfylla krav enligt *TRVINFRA-00151 Elkraftanläggning - Belysning i järnvägsmiljö.*  Belysning och skyltar:  - Nödutgångar i tunneln ska vara tydligt markerade.  - Belysning av brandposter ska vara samordnade med nödbelysning och skyltning. |
| 6 | ≤500 m | 4.2.1.6 | - Gångbana ska anordnas enligt TSD-krav för tunnlar som är ≥ 500 m.  - Gångbanebredd ska vara bestämd utifrån behov vid utrymning. |
| > 500 m | 4.2.1.6 | - Gångbanebredd ska vara bestämd utifrån behov vid utrymning.   - Vid nödutgångar och andra platser där utrymningsdimensioneringen förutsätter passage av spårområde ska övergångar i spårområdet finnas. |
| 7 | Se högra kolumnen | 4.2.1.8 | För trafikutrymme, servicetunnel och serviceschakt ska radiotäckning anordnas enligt *TDOK 2015:0288*, och antennsystem ska utformas enligt *TRVINFRA-00375*. |
| 8 | ≥ 1000 m | 4.2.1.10 | - Elkraften till tunneln ska vara säkerställd genom matning via två separata nät.  - Vid fel på ordinarie nät ska omkoppling ske automatiskt och utan dröjsmål till det andra nätet. |
| 9 | ≥1000 m | 4.2.2.2 | System för jordning av kontaktledning vid räddningsinsats ska utformas enligt *TRVINFRA-00173*. |
| 10 | ≥ 100 m | 4.5.1 | Drifts- och underhållsinstruktion för förutbestämt och tillståndsbaserad kontroll samt åtgärd av trafikutrymme, servicetunnel och serviceschakt ska för de fall som krävs i tillägg till Trafikverkets krav på säkerhetsbesiktning tas fram för komponenter med säkerhetsfunktion. Se även avsnitt *6.6.5.3* Drift- och underhållsplan. |
| 11 | ≥ 100 m | 4.4.2 | Insatsplan som anger placeringar av installationer för insatsen, insatsvägar och anslutande vägar ska tas fram i projekteringen i samråd med räddningstjänsten. Insatsplan ingår som en del i räddningsplanen.  Insatsplan som anger placering av installationer för insats, insatsvägar och anslutande vägar ska tas fram vid projektering i samråd med räddningstjänst. Insatsplan utgör del av räddningsplan.  Insatsplan ska tas fram enligt Brandskyddsföreningens rekommendation i *Insatsplan 2019*. |
| 12 | ≥ 100 m | 7.2.2 | Inför ombyggnads- eller moderniseringsåtgärd i tunnel ska påverkan på personsäkerhet undersökas varvid följande ska beskrivas och beaktas:  · ändringsbehov, brister och kvaliteter  · utformningsdetaljer, installationer och övriga system  · påverkan på och av intilliggande anläggning.  *Råd*  *Undersökning avseende påverkan på personsäkerhet i tunnel bör göras så tidigt att dess resultat kan ligga till grund för efterföljande projektering.* |

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Kompletterande grundkrav avseende brandskydd

Allmänt

Förutsättning

Bärande huvudsystem i tunnel ska med avseende på brandpåverkan dimensioneras enligt avsnitt 11.3.3.4.

|  |
| --- |
|  |

K43810

Kraven i avsnitt*10.3.4.3.2.1*gäller alla tunnlar som är längre än 100 m såvida inte annan längd anges för kravet i fråga.

|  |
| --- |
|  |

K43812

Överdäckning och tunnel ska ha platser för återsamling efter utrymning lätt åtkomliga från utrymningsvägarnas mynningar.

|  |
| --- |
|  |

Brandmotstånd

K43814

En tunnels trafikutrymmen, utrymningsvägar, nödutgångar, insatsvägar samt säkra platser ska vara utformade enligt följande krav:

* Takytor ska ha ytskikt av lägst klass B-s1,d0 (klass I), fäst på material av  
  A2-s1,d0 (obrännbart material) eller på beklädnad i klass K210/B-s1,d0 (tändskyddande beklädnad).
* Väggytor ska ha ytskikt av lägst klass C-s2,d0 (klass II).
* Beläggning i utrymningsväg och nödutgång ska vara utförd i material med måttlig benägenhet att sprida brand och utveckla brandgas.
* Avskiljande konstruktion ska utföras i lägst brandteknisk klass EI 90.

​För brandteknisk klass, se BBR.

|  |
| --- |
|  |

K255917

Sektionering mellan trafik- och driftutrymme, exklusive signal- och telekommunikationsskåp, ska vara i brandteknisk klass EI 60 med dörrar i klass EI 60-C.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Dörrar med krav på brandmotstånd i klass EI XX kan utformas i lägst klass EI2 15/EW XX där XX står för tid i minuter som brandmotståndet motsvarar.

|  |
| --- |
|  |

K43821

Sidoutrymme som inte är utrymningsväg, nödutgång, insatsväg eller säker plats ska vara utformat enligt följande krav:

* Takytor ska ha ytskikt av lägst klass C-s2,d0 (klass II), fäst på material av  
  A2-s1,d0 (obrännbart material) eller på beklädnad i   
  klass K210/B-s1,d0 (tändskyddande beklädnad).
* Väggytor ska ha ytskikt av lägst klass D-s2,d0 (klass III).
* Avskiljande konstruktion ska utföras i lägst brandteknisk klass EI 90.

|  |
| --- |
|  |

K43819

Inredning som utgör gräns mellan ett trafikutrymme och ett utrymme som ingår i en utrymnings- eller insatsväg ska uppfylla kraven i brandteknisk klass REI 90.

|  |
| --- |
|  |

K43820

Inredning i ett trafikutrymme som inte utgör gräns mellan ett trafikutrymme och ett utrymme som ingår i en utrymnings- eller insatsväg 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.

|  |
| --- |
|  |

K138684

En öppning mellan ett trafikutrymme och ett utrymme som ingår i en nödutgång, utrymnings- eller insatsväg ska vara försedd med en eller flera dörrar som tillsammans uppfyller kraven för klass EI-90-C.

|  |
| --- |
|  |

K255918

Nödutgång från trafikutrymme ska vara försedd med brandsluss.

|  |
| --- |
|  |

K43592

En installation vars funktion är nödvändig under utrymning och räddningsinsats ska vara dimensionerad för brandpåverkan enligt avsnitt *11.3.3.4* upp till en temperatur av 250° C.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Krav avseende brandpåverkan på installationer är nödvändiga för säker utrymning och räddningsinsats, och kan uppfyllas genom rätt materialval eller redundans.

|  |
| --- |
|  |

K43823

För bärande huvudsystem i BSK2, se avsnitt *11.3.3.4*, ska konstruktioner av betong och sprutbetong, inklusive betong och sprutbetong som utgör eller ingår i brandskyddande isolerande skikt, vara förhindrad att spjälka.

|  |
| --- |
|  |

K65616

Säkerhet mot spjälkning av betong och sprutbetong som utgör eller ingår i brandskyddande isolerande skikt ska vara verifierad genom förprovning.

Godkänt förprovningsresultat är giltigt i maximalt 5 år.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Genomförande av brandspjälkningsprovning kan utföras enligt Brandspjälkningsprovning - Genomförande av brandspjälkningsprovning för betongkonstruktioner, Trafikverkets publikation 2024:129.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Utredning av behov och åtgärder för att undvika skadlig spjälkning kan baseras på Betong och brand - Rekommendationer för att förhindra spjälkning i anläggningskonstruktioner, Svenska Betongföreningen rapport nr 16.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Explosiv spjälkning kan förhindras om fiber med verifierad egenskap att förhindra explosiv spjälkning tillsätts med minst 1,5 kg/m3 i en sprutbetongkonstruktion respektive minst 1,0 kg/m3 i en platsgjuten betongkonstruktion.

|  |
| --- |
|  |

K65617

Betong och sprutbetong, exklusive höghållfast och självkompakterande betong, ska anses vara förhindrad att spjälka om temperaturen på betongytan är lägre än 500° C.

|  |
| --- |
|  |

Skydd mot spridning av brand och brandgas

K43825

Tunnel ska vara utformad så att spridning av brand, brandgas, lättantändlig eller explosiv gas eller vätska till utrymningsväg, nödutgång och sidoutrymme begränsas.

|  |
| --- |
|  |

K43826

Brandavskiljning ska vara anordnad så att rök eller brand i nödutgång inte sprids:

- mellan trafikutrymme och ”säker plats”

- mellan två ”säkra platser”

- till andra nödutgångar.

|  |
| --- |
|  |

K43827

Del av utrymningsväg som är belägen i ovanförliggande eller intilliggande byggnader ska vara egen brandcell.

|  |
| --- |
|  |

K43828

Om utrymningsväg är anordnad till angränsande tunnelrör ska brandavskiljning finnas mellan tunnelrören.

|  |
| --- |
|  |

K43829

VA-system ska vara utformat för att omhänderta brandfarliga vätskor.

|  |
| --- |
|  |

K43607

Material i bärande huvudsystem, inredning och installation får inte bidra till spridning av brand eller brandgas.

|  |
| --- |
|  |

K43610

Material som används för inredning och installationer får inte innehålla halogener.

|  |
| --- |
|  |

K43833

Brunn ska vara utformad så att brandspridning till utgående ledning är förhindrad.

|  |
| --- |
|  |

K43834

Betäckning till brunn i ledningssystem med självfall ska vara tillverkad av obrännbart material.

|  |
| --- |
|  |

Framkomlighet

K43836

Dörr som används vid utrymning ska vara lätt att öppna med beslag enligt *SS-EN 1125* i utrymningsriktningen.

|  |
| --- |
|  |

K255926

Marken närmast omkring dörrar vid nödutgångar ska utgöras av hårdgjord yta av betong, asfalt eller likvärdigt material.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Tilläggskrav

K43838

I de fall som säkerhetsbedömning enligt avsnitt *8.8*visar att ytterligare säkerhetshöjande åtgärder utöver vad som anges i avsnitt *10.3.4.3.1*(grundkrav) behöver vidtas för att uppfylla kravet på säkerhet, ska valet av dessa (tilläggskrav) baseras på säkerhetsbedömningen och beakta säkerhet vid användning och brandskydd.

|  |
| --- |
|  |

K43839

Krav på skydd mot spridning av brand och brandgas genom brandsluss ska säkerställas genom antingen:

* övertrycksättning,
* brandslussen är tillräckligt stor för att kunna förhindra att kritiska gränsvärden för rök uppstår på säker plats efter brandslussen
* eller alternativ lösning.

Lösningen ska verifieras i säkerhetsbedömning i enlighet med *TRVINFRA-00233 Tunnelbyggande*.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Säkerhetsnivå
         1. Allmänt

K43842

Om säkerhetsbedömning enligt avsnitt*8.8* för en antagen utformning visar att krävd säkerhetsnivå inte uppnås ska säkerhetshöjande åtgärder vidtas.

|  |
| --- |
|  |

K43844

Vid val av säkerhetshöjande åtgärder ska olycksförebyggande åtgärder väljas i första hand och konsekvensreducerande åtgärder väljas i andra hand.

|  |
| --- |
|  |

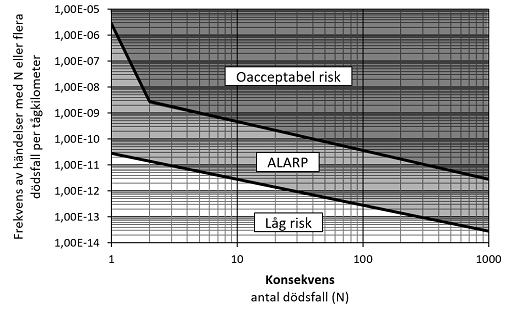
* + - * 1. Samhällsrisk

K258234

Samhällsrisken för personer som färdas med tåg i järnvägstunnel ska beräknas genom säkerhetsbedömning och utvärderas mot angivet kriterium enligt *Figur* *K10.3* för de fall som anges i avsnitt *10.3.4.2.1.3*

|  |
| --- |
|  |

K43848



*FigurK10.3 Kriteriet för samhällsrisk för personer som färdas med tåg i järnvägstunnlar (grafiskt uttryck).*

Området för "Oacceptabel risk" samt områdena för "ALARP" ("As Low as Reasonably Practicable") respektive "Låg risk" definieras av räta linjer i ett log-log-diagram med axlar som uttrycker olika antal dödsfall (N) respektive olika frekvenser av händelser med N eller fler dödsfall per tågkilometer (f). Gränserna mellan områdena definieras av följande:

* Den övre gränslinjen för "ALARP" löper mellan följande punkter för N mellan 1 och 1000:
  + Vid N = 1 är f = 2,8 · 10-6
  + Vid N = 2 är f = 2,8 · 10-9
  + Vid N = 1000 är f = 2,8 ⋅10-12
* Den undre gränslinjen för "ALARP" löper mellan följande punkter för N mellan 1 och 1000:
  + Vid N = 1 är f = 2,8 · 10-11
  + Vid N = 1000 är f = 2,8 · 10-14

|  |
| --- |
|  |

K122327

Beräknad risk får inte ligga inom området för "Oacceptabel risk", d.v.s. ovanför övre gränsen för "ALARP".

|  |
| --- |
|  |

K122328

Beräknad risk ska ligga inom områdena för "ALARP" eller "Låg risk" för att vara acceptabel.

|  |
| --- |
|  |

K122329

Vidtagande av ytterligare säkerhetshöjande åtgärder genom värdering av kostnader och nytta ska endast övervägas när:

• beräknad risk ligger nära oacceptabel nivå inom ALARP och

• det årliga trafikarbetet överstiger ca 100 000 tågkm per år.

|  |
| --- |
|  |

K122330

Rekommenderade kalkylvärden för kostnad för olyckor enligt ASEK ska ligga till grund för värdering av åtgärders säkerhetsnytta.

|  |
| --- |
|  |

K255665

Överväganden om säkerhetshöjande åtgärders kostnader och nytta ska beakta påverkan på drift och underhåll.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Det är tillräckligt att värdera påverkan på drift och underhåll utifrån en kvalitativ redogörelse av detta.

|  |
| --- |
|  |

K122331

Om den maximala konsekvensens storlek bedöms kunna överskrida 1000 omkomna ska ett projektspecifikt säkerhetsmål för detta bestämmas genom särskild utredning.

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Individrisk

K43852

Individrisken ska beräknas för resenärer och tågpersonal och jämföras med andra liknande tunnlar.

|  |
| --- |
|  |

K43853

Individrisken för resenärer och tågpersonal ska vara på en låg nivå.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Säkerhet i undermarksstation
       1. Allmänt

K43893

Undermarksstation ska uppfylla krav enligt *TSD Tunnelsäkerhet* och avsnitt *10.3.5*.

|  |
| --- |
|  |

K255958

Krav i TSD, avsnitt *4.2.1.3, 4.2.1.5.3* och *4.2.1.9*, ska även gälla för undermarksstation (eller station belägen i tunnel) med undantag för kablar som ska vara utförda enligt råd i *BBR*:

- Dca-s2,d2 eller Eca om släcksystem finns

- Dca, men Cca om >5 % av takyta (eller Dca med släcksystem) i utrymningsväg.

|  |
| --- |
|  |

K43894

Undermarksstation ska med hänsyn till säkerhet för person som befinner sig i stationen eller i tåg vid stationen uppfylla krav enligt avsnitt *10.3.5*. Kraven avser:

* Dimensionering och utformning av en undermarksstation avseende personsäkerhet vid brand.
* Analytisk verifiering av möjligheten att genomföra självutrymning i en undermarksstation vid en större brand i ett fordon.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Verifiering
         1. Allmänt

K43897

Personsäkerheten ska verifieras.

|  |
| --- |
|  |

K43898

Resultatet från verifieringen av personsäkerheten ska redovisas.

|  |
| --- |
|  |

K43899

Verifieringen ska inledas med en beskrivning av objektet, hur verifieringen ska utföras och vad som definieras som tillfredsställande brandsäkerhet.

|  |
| --- |
|  |

K43900

Redovisning av arbetet med dimensionering av personsäkerheten ska tydligt visa hur det fortsatta arbetet ska utföras.

|  |
| --- |
|  |

K43901

Säkerhetsåtgärder utöver de som är kravställda i avsnitt *10.3.5.3* ska redovisas.

|  |
| --- |
|  |

K43902

Samtliga åtgärder ska redovisas i ett säkerhetskoncept.

|  |
| --- |
|  |

K43903

Verifieringen ska bygga på vedertagna källor. Källorna ska kunna kontrolleras.

|  |
| --- |
|  |

K43904

Verifieringen ska granskas av en oberoende part.

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Verifiering av utrymningssäkerhet

Allmänt

K43907

Utrymningssäkerhet ska verifieras med kvalitativ bedömning, scenario-analys, kvantitativ riskbedömning eller motsvarande metoder. En kombination av metoderna kan också användas.

|  |
| --- |
|  |

K43908

Möjligheten till utrymning vid brand ska utgå från en jämförelse mellan tiden för utrymning och tiden till dess att kritisk påverkan på personer uppstår.

|  |
| --- |
|  |

K43909

Riskidentifiering ska användas för att identifiera olika utrymningsscenarier.

|  |
| --- |
|  |

K43910

Riskidentifieringen ska inkludera personers förväntade beteendemönster och att bränder kan uppstå på olika ställen.

|  |
| --- |
|  |

K43911

Tiden för utrymning ska inkludera tider för varseblivning, förberedelse samt förflyttning.

|  |
| --- |
|  |

K43912

Utrymningsvägar ska dimensioneras med flera olika brandscenarier.

|  |
| --- |
|  |

K43913

Vid dimensioneringen ska beaktas att tekniska skyddssystem inte alltid fungerar som avsett.

|  |
| --- |
|  |

Dimensionerande brandscenarier för utrymning

K43915

Nedanstående två brandscenarier ska minst användas vid scenarioanalys:

* Brandscenario A som kännetecknas av ett allvarligt brandförlopp med snabb utveckling och hög brandeffekt d.v.s. ett troligt värsta fall. Installerade tekniska skyddssystem kan antas fungera som avsett.
* Brandscenario B som kännetecknas av ett mindre brandförlopp som utvecklas samtidigt som enskilda tekniska system inte fungerar som avsett.

|  |
| --- |
|  |

K43916

Dimensionerande brandscenarier i undermarksstation med enbart persontrafik ska bestämmas enligt *Tunnelsäkerhet – Dimensionerande brandeffektkurvor i persontåg, Trafikverkets Publikation 2014:057.*

|  |
| --- |
|  |

K147122

Dimensionerande brandscenarier för undermarksstation med godstransporter ska utredas och bestämmas.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Brandsäkerhet
         1. Säkerhetsnivå

K43920

Krav i *TSD*, avsnitt *4.2.5.1, 4.2.1.5.2* och *4.4.2*, ska även gälla för del av undermarksstation som används som säker plats.

|  |
| --- |
|  |

K43921

Krav i k, avsnitt *1.1.1b* och *4.4.2*, ska även gälla för del av undermarksstation som används som utgångspunkt för brandbekämpning.

|  |
| --- |
|  |

K43922

Åtgärder utöver vad som framgår av avsnitt *10.3.5.3* ska vidtas om:

* Möjligheten för resande och tågpersonal att kunna självutrymma inte är tillfredsställande.
* Säkerheten för räddningstjänstens personal vid insats inte är acceptabel.

|  |
| --- |
|  |

K43923

Vid val av åtgärder ska olycksförebyggande åtgärder prioriteras före konsekvens-reducerande åtgärder.

|  |
| --- |
|  |

K43924

Kostnader för att säkerställa skyddet av räddningstjänstens personal vid insats ska inte vara orimliga i förhållande till samhällsnyttan.

|  |
| --- |
|  |

K43925

Varje åtgärd ska motiveras.

|  |
| --- |
|  |

K43926

De mest kostnadseffektiva åtgärderna ska väljas först.

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Förebyggande av brand

K43934

Undermarksstationer och fasta installationer ska utformas med tillräckligt skydd mot uppkomst av brand.

|  |
| --- |
|  |

K43935

Vid en dimensionerande brand får yttemperaturer på närbelägna byggnadsdelar och fast inredning av brännbart material inte bli så höga att materialet kan antända.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Tillfredställande skydd mot uppkomst av brand kan uppnås genom att hög temperatur, värmestrålning och gnistbildning inte orsakar antändning i närliggande byggnadsdelar eller fast inredning.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Konstruktionsdelar och fasta installationer utformas så att de egenskaper som är nödvändiga inte förbrukas eller försämras med hänsyn till den temperatur de kan förväntas utsättas för. Exempel på sådana egenskaper kan vara den avskiljande förmågan eller skydd mot antändning.

|  |
| --- |
|  |

Råd

För att minska risken för en anlagd brand minimeras dolda utrymmen och brännbart material som är åtkomligt för allmänheten.

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Spridning av brand och rök

Material, ytskikt och beklädnad

K43938

Undermarksstationer ska ha ytskikt som endast i försumbar omfattning bidrar till brandspridning och rökutveckling.

|  |
| --- |
|  |

K43939

Tak- och väggytor i en utrymningsväg eller insatsväg ska lägst ha ytskikt av brandteknisk klass B-s1,d0, fäst på material av A2-s1,d0 eller på beklädnad i brandteknisk klass K210/B-s1,d0 enligt *BBR*.

|  |
| --- |
|  |

K43940

Golvbeläggning i en utrymningsväg eller insatsväg ska utformas i lägst klass Cfl-s1.

|  |
| --- |
|  |

Brandcellsindelning

K43943

Undermarksstation ska delas in i brandceller på ett sådant sätt att utrymning kan ske på ett säkert sätt och konsekvenser av brand begränsas.

|  |
| --- |
|  |

K43944

Brandteknisk klass enligt *BBR* på brandcell ska väljas så att avsedd funktion uppnås under tillräcklig tid för utrymning och insats.

|  |
| --- |
|  |

K43945

Kraven på brandcellsindelning ska också gälla för sammanbyggda byggnadsverk.

|  |
| --- |
|  |

K43946

Plattformar under mark ska vara brandtekniskt avskilda mot rulltrappsschakt, hissar och andra förbindelseleder.

|  |
| --- |
|  |

K43947

Dörrpartier i brandcellgräns mellan publika utrymmen på undermarksstation ska ha minst klass E30.

|  |
| --- |
|  |

K43948

Väggpartier i brandcellsgräns mellan publika utrymmen på undermarksstation ska ha minst klass E60.

|  |
| --- |
|  |

K43949

Avgränsning mellan teknikrum och utrymmen som är tillgängliga för allmänheten ska ha brandteknisk klass minst EI 60.

|  |
| --- |
|  |

Ventilation

K43951

Ventilationssystem ska vara utformat för att upprätthålla brandcellernas brandtekniska klass med avseende på brand- och brandgasspridning.

|  |
| --- |
|  |

K43952

Fläktrum ska vara brandtekniskt avskilt från andra utrymmen än den brandcell fläktrummet betjänar.

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Utrymning

Allmänt

K43955

Undermarksstation ska vara utformad för att möjliggöra tillfredsställande utrymning vid brand. Med tillfredsställande utrymning avses att personer som utrymmer, med tillräcklig säkerhet, inte utsätts för nedfallande byggnadsdelar, hög temperatur, hög värmestrålning, giftiga brandgaser eller dålig sikt som hindrar utrymning till säker plats.

|  |
| --- |
|  |

K43956

Utrymningsväg och väg till utrymningsväg ska vara dimensionerade efter det största antal personer som kan förväntas befinna sig i plattformsrummet samtidigt. Personernas fördelning i plattformsrummet ska beaktas. Det ska beaktas att flera tåg samtidigt kan befinna sig vid eller anlända till undermarksstation eller till en plattform.

|  |
| --- |
|  |

Dimensionerande antal personer

K43958

Bestämning av dimensionerande antal personer ska

* baseras på trafikprognoser
* ta hänsyn till scenarier som innefattar möjliga händelser i området, t.ex. evenemang och trafikstörningar.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Dimensionerande antal personer kan bestämmas enligt Dimensionerande personantal för järnvägstunnlar och undermarksstationer, Trafikverkets Publikation 2017:106.

|  |
| --- |
|  |

Utformning av plattformar

K43961

Plattformar ska vara utformade på ett sådant sätt att trängsel och köbildning begränsas samt att utrymning ur tågen kan ske på ett säkert sätt.

|  |
| --- |
|  |

Råd

För utformning av plattform med hänsyn till antal personer, se Dimensionerande personantal för järnvägstunnlar och undermarksstationer, Trafikverkets Publikation 2017:106.

|  |
| --- |
|  |

Tillgång till utrymningsväg

K43963

Utrymningsvägar ska finnas i tillräcklig omfattning och vara så placerade att personer kan lämna plattformen på ett säkert sätt vid brand.

|  |
| --- |
|  |

K43965

Vid dimensionering av personsäkerhet ska ett scenario analyseras där en av utrymningsvägarna är blockerad.

|  |
| --- |
|  |

K43966

Gångavstånd till närmsta utrymningsväg får inte överstiga halva plattformens längd.

|  |
| --- |
|  |

K43967

Det ska finnas minst två av varandra oberoende utrymningsvägar från plattformsrummet. Den ena utrymningsvägen får ersättas av att en del av plattformen inte är innesluten och kan hållas fri från brand och brandgaser under en tillräckligt lång tid för att utgöra en tillfällig flyktplats.

|  |
| --- |
|  |

K43968

Utrymmande person som stiger ur en brinnande vagn ska kunna se minst en vägledande markering.

|  |
| --- |
|  |

K43969

Utrymmande person som stiger ur en vagn som inte brinner ska kunna se minst en utrymningsväg.

|  |
| --- |
|  |

K43970

Vid bedömning av siktförhållanden ska vara beaktat att sikten försämras av brand och rök.

|  |
| --- |
|  |

Utformning av utrymningsvägar

K43972

Utrymningsvägens bredd ska bestämmas vid dimensionering för personsäkerhet.

|  |
| --- |
|  |

K163020

Utrymningsväg från plattform som inte är rulltrappa ska minst ha 1,2 m fri bredd.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Vid dimensionering bör beaktas räddningstjänstens möjlighet att möte utrymmande.  Rulltrappa i utrymningsväg kan vara smalare än 1,2 m eftersom utrymningen där sker enkelriktat.

|  |
| --- |
|  |

K43974

Utrymningsväg ska utformas så att

* trängsel, köbildning och kötider begränsas
* risken för att personer blir instängda av brand och brandgaser minimeras
* det beaktats att plattformar och verksamheter inrymda i undermarksstation kan behöva utrymmas samtidigt.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Utrymningsstrategi, möjliga ageranden hos de utrymmande, redundans hos vitala system, drifttillgänglighet och skydd mot brand och brandgaser för utrymmande är exempel på företeelser som beaktas vid utformningen av utrymningsvägar.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Rulltrappor och hissar kan utgöra del av utrymningsväg.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Vid långa kötider ökar risken för att utrymmande personer söker andra utrymningsvägar.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Om avskiljande partier kan komma att stå öppna under en stor del av utrymnings-förloppet kan trycksättning av utrymningsvägar användas för att hindra brandgaser från att spridas till utrymningsvägen.

|  |
| --- |
|  |

Dörrar som används för utrymning

Förutsättning

Krav på dörrutformning återfinns även i BBR.

|  |
| --- |
|  |

K43978

Dörr ska vara lätt att identifiera som utgång.

|  |
| --- |
|  |

K43979

Dörr ska kunna öppnas genom att trycka på dörren eller med ett lättmanövrerat trycke.

|  |
| --- |
|  |

K43980

Dörr ska i enlighet med *AFS 2020:1 Arbetsplatsens utformning* vara utåtgående i utrymningsriktningen.

|  |
| --- |
|  |

Utrymningsplats

K43982

Utrymningsplatser ska vara anordnade i tillräcklig omfattning för personer med nedsatt rörelseförmåga och funktionsvariation som påverkar orienteringsförmågan.

|  |
| --- |
|  |

K43983

Utrymningsplatser ska kunna hållas fria från brand och brandgaser till dess att personer som vistas där kan utrymma eller räddas.

|  |
| --- |
|  |

Vägledande markeringar

K43985

Belysta eller genomlysta vägledande markeringar ska finnas i sådan omfattning att utrymning inte hindras av svårigheter att orientera sig.

|  |
| --- |
|  |

K43986

Vägledande markeringar på undermarksstation ska vara utformade enligt *AFS 2020:1 Arbetsplatsens utformning*.

|  |
| --- |
|  |

K43987

En belyst eller genomlyst vägledande markering ska vara försedd med avbrottsfri strömförsörjning på samma sätt som nödbelysning.

|  |
| --- |
|  |

Allmän- och nödbelysning

K43989

Undermarksstation och utrymningsväg ska vara försedd med allmän- och nödbelysning som fungerar med tillfredsställande säkerhet.

|  |
| --- |
|  |

K43990

Allmän- och nödbelysning ska vara utformad så att två ljuspunkter efter varandra inte slocknar till följd av samma fel.

|  |
| --- |
|  |

K43991

Elkabel till allmän- och nödbelysning ska vara förlagd så att den är skyddad från direkt påverkan av brand.

|  |
| --- |
|  |

K43992

Nödbelysning ska möjliggöra utrymning vid strömavbrott.

|  |
| --- |
|  |

K43993

Vid brand ska nödbelysning fungera även i de delar av undermarksstation som inte är i brandens omedelbara närhet.

|  |
| --- |
|  |

K43994

Nödbelysning ska vara försedd med avbrottsfri strömförsörjning för minst 60 minuter.

|  |
| --- |
|  |

Brand- och utrymningslarm

K43996

Undermarksstation ska vara försedd med ett heltäckande automatiskt brandlarm.

|  |
| --- |
|  |

K43997

Brandlarmet ska ha sådana egenskaper att det med hög tillförlitlighet kan detektera brand.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Tillförlitligheten och förmågan hos automatiskt brandlarm kan verifieras enligt avsnitt 3 i Regler för automatisk brandanläggning, SBF 110, Svenska Brandskyddsföreningen 2001.​

|  |
| --- |
|  |

K43998

Brandlarm ska ge signal till bemannad ledningsplats.

|  |
| --- |
|  |

Råd

I första hand används informationsskyltar och högtalarsystem som aktiveras från en bemannad ledningsplats för signaler för beordrad utrymning.

|  |
| --- |
|  |

K43999

Undermarksstation ska vara försedd med utrymningslarm.

|  |
| --- |
|  |

K67778

Automatiska utrymningslarm ska undvikas i de delar av undermarksstation som är tillgängliga för allmänheten för att minska risken för trafikstörningar vid falsklarm.

|  |
| --- |
|  |

K44000

Utrymningslarm ska minst innehålla ett talat meddelande.

|  |
| --- |
|  |

K44001

Brand- och utrymningslarm ska ha avbrottsfri strömförsörjning för minst 60 minuter.

|  |
| --- |
|  |

Nivåer för kritisk påverkan

K258231

Under utrymning ska kriterier enligt *Tabell K10.11* vara uppfyllda.

|  |
| --- |
|  |

K44003

*Tabell 10.11 Nivåer vid vilka kritisk påverkan inte råder.*

|  |  |
| --- | --- |
| Siktbarhet, 2,0 m ovan golv | > 10 m i utrymme större än 100 m2  > 5 m kan tillämpas i utrymme för situation där köbildning inträffar i tidigt skede vid plats kö uppstår. |
| Värmestrålning/Värmedos | < 2,5 kW/m2 eller en kortvarig strålning på < 10 kW/m2 i kombination med < 60 kJ/m2 utöver energin från en strålningsnivå på 1 kW/m2 |
| Temperatur | < 80 °C |
| Toxicitet, 2,0 m ovan golv | Kolmonoxidkoncentration (CO) < 2 000 ppm  Koldioxidkoncentration (CO2) < 5 %  Syrgaskoncentration (O2) > 15 % |

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Räddningstjänstens insats

Allmänt

K44006

Undermarksstation ska vara utformad så att

* livräddning och släckinsats i persontåg kan genomföras på ett säkert sätt
* den stämmer överens med överenskommelse från samråd med räddningstjänsten.

|  |
| --- |
|  |

Räddningsväg och uppställningsplats

K44009

Entré till undermarksstation ska kunna nås via tillfartsväg med god framkomlighet.

|  |
| --- |
|  |

K44010

Tillfartsväg ska vara skyltad, körbar och ha uppställningsplats för räddningstjänstens fordon.

|  |
| --- |
|  |

Insatsväg

K44012

Insatsväg ska vara lätt tillgänglig i markplanet.

|  |
| --- |
|  |

K79580

Insatsväg ska finnas i sådan omfattning att invändig insats är möjlig att genomföra.

|  |
| --- |
|  |

Nödkommunikation

K44014

Radiotäckning för räddningstjänstens egen kommunikationsutrustning ska finnas.

|  |
| --- |
|  |

Räddningstjänstens vattenförsörjning

K44016

Räddningstjänstens försörjning av släckvatten ska säkerställas. Vid uppställningsplats ska det finnas tillgång till minst 800 l/min släckvatten i 2 timmar.

|  |
| --- |
|  |

K44017

Anslutning för släckvatten som kan användas vid invändig räddningsinsats ska finnas på plattformsnivån.

|  |
| --- |
|  |

Insatsplan och räddningsplan

K44019

Insatsplan ska finnas för undermarksstation.

|  |
| --- |
|  |

K44020

Insatsplan ska inkluderas i räddningsplan.

|  |
| --- |
|  |

K255960

Räddningsplan ska oberoende av tunnellängd tas fram för tunnel med undermarksstation som används som säker plats eller utrymnings- och räddningsplats.

|  |
| --- |
|  |

K255959

Undermarksstation som används som säker plats eller som utrymnings- och räddningsplats ska omfattas av anslutande tunnels räddningsplan.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Vatten, avlopp och dränering
       1. Allmänt

K44455

System för vatten, avlopp och dränering ska vara utformat så att de inte fryser.

|  |
| --- |
|  |

K44456

System för vatten, avlopp och dränering ska avseende risken för frysning dimensioneras enligt avsnitt *11.3.2.9*.

|  |
| --- |
|  |

K242181

Avvattnings- och dräneringssystem ska ha en utformning som möjliggör kontroll och mätning av inläckande grundvatten.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Vattenförsörjning

Förutsättning

Behov av vattenförsörjning för brandbekämpning framgår av avsnitt 10.3.4.2.

|  |
| --- |
|  |

Förutsättning

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

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Avlopp

K44463

Sidoutrymmen och utrymmen som är försedda med vattenanslutning som främst är till för tvättning och spolning ska vara försedda med avlopp.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Dränering
         1. Allmänt

K44466

Längsgående perforerade dräneringsledningar ska placeras där det är lämpligast med hänsyn till tunnelns utformning och med hänsyn till produktionsaspekter, funktionssäkerhet och underhållsmässighet.

|  |
| --- |
|  |

K44387

Dräneringsledning ska vara försedd med dräneringsbrunnar och rensbrunnar.

|  |
| --- |
|  |

K44467

Perforerad dräneringsledning ska vara ansluten till en tät dräneringsledning via dräneringsbrunnar.

|  |
| --- |
|  |

K44468

Utlopp från perforerade dräneringsledningar till tät dräneringsledning ska vara anordnade med högst 500 m avstånd.

|  |
| --- |
|  |

K44384

Dräneringsledning ska vara utformad med ett minsta innermått av 95 mm.

|  |
| --- |
|  |

K44385

Dräneringsledning ska vara förlagd med en minsta längslutning av 5 ‰.

|  |
| --- |
|  |

K44386

Dräneringsledning tvärs tunnel ska vara utformad som en tät ledning.

|  |
| --- |
|  |

K44388

Avståndet mellan dräneringsbrunnar ska vara högst 100 m.

|  |
| --- |
|  |

K158707

Dräneringsbrunn ska vara försedd med sandfång.

|  |
| --- |
|  |

K122122

Dräneringsbrunn ska ha en minsta innerdiameter på 400 mm.

|  |
| --- |
|  |

K122123

Rensbrunn med djup mindre än eller lika med 2,5 m ska ha en minsta innerdiameter på 200 mm.

|  |
| --- |
|  |

K158706

Rensbrunn med djup större än 2,5 m ska ha en minsta innerdiameter på 400 mm.

|  |
| --- |
|  |

K44389

Rensbrunn ska installeras i en dräneringslednings högpunkt.

|  |
| --- |
|  |

K122125

Rensbrunn eller dräneringsbrunn ska placeras vid dräneringsledningars brytpunkter i plan och profil.

|  |
| --- |
|  |

K44471

Dräneringssystem ska vara utformat så att utgående vattenflöde och vattenkvalitet kan mätas utan påverkan på trafik.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Dräneringssystem för tunnlar med cirkulära tvärsnitt kan kräva särskild utformning.

|  |
| --- |
|  |

K43703

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.

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Tunnel i berg

K44391

Tunnels schaktbotten ska vara utformad så att avrinning och dränering sker både i tunnels tvär- och längdled.

|  |
| --- |
|  |

K122124

Dräneringsledning ska placeras i schaktbottens lågpunkt.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Uppsamlingsmagasin

K44474

Uppsamlingsmagasin ska vara försett med rensningsanordning, exempelvis för att kontaminerat släckvatten ska kunna tas om hand.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Behov av uppsamlingsmagasin framgår av säkerhetsbedömningen enligt avsnitt 10.3.4.2.1.3.Uppsamlingsmagasin används för att samla upp t. ex. brännbar eller toxisk vätska.

|  |
| --- |
|  |

K44475

Utloppet från uppsamlingsmagasin ska kunna stängas.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Luft och ventilation
       1. Allmänt

K44448

Ventilationsutrustning ska väljas utifrån placering i tunnelsystemet och uppfylla kriterier gällande

* mekanisk påverkan
* fukt
* temperatur.

|  |
| --- |
|  |

K43876

Luftkvaliteten i en tunnel ska utformas så att

* trafikanter, personal i tunneln eller personer i tunnelns omgivning inte blir besvärade
* personer i riskgrupper och känsliga personer ges samma tillgänglighet som andra till det aktuella avsnittet
* utrustningens krav uppfylls
* integritet mellan olika utrymmen erhålls.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Krav på luftkvalitet avser både personal och tågpassagerare samt, i förekommande fall, tredje man.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Vanligen fås i en järnvägstunnel utan stationsutrymmen eller liknande tillräckligt god luftkvalitet enbart med hjälp av s.k. självventilation.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Integritet mellan olika utrymmen kan skapas exempelvis genom att ett mindre övertryck etableras i teknikrum mot trafikutrymme för att undvika damm från trafikutrymmet.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Dimensionering

K128795

Ett ventilationssystem ska dimensioneras med beräkningar för det luftflöde som krävs enligt de krav som anges i kapitel *10.3*.

|  |
| --- |
|  |

K128796

Om ventilationssystem inte behövs ska detta påvisas genom beräkning eller utredning.

|  |
| --- |
|  |

K44451

Vid dimensionering av ventilationssystem ska inverkan av följande beaktas och redovisas:

* att ventilationssystem och aerodynamiska förhållanden påverkar varandra
* att intilliggande utrymmens differentialtryck kan bidra till oönskad partikelspridning
* om olika tunnelrörs mynningar eller ventilationstorn är belägna nära varandra
* om tunnlar korsar varandra eller förgrenar sig
* vindpåverkan mot tunnelöppning och andra meteorologiska faktorer
* trafikens kolvverkan.

|  |
| --- |
|  |

K44452

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

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Belysning och visuell ledning

K122446

Belysning ska uppfylla krav i kapitel 9 *TRVINFRA-00151 Belysning i järnvägsmiljö*.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Styrning, övervakning och kommunikation

K227243

All operativ eldriftledning och anläggningsövervakning av Trafikverkets anläggningar för järnvägsdrift ska ske i ett och samma IT-stöd/övervakningssystem.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Nuvarande övervakningssystem är Gemensam eldriftledning (GELD).

|  |
| --- |
|  |

K227244

Övervakning inkl. styrning av anläggningen ska vara möjlig från alla platser avsedda för operativ eldriftledning och anläggningsövervakning järnväg.

|  |
| --- |
|  |

K227247

Växling mellan ledningsplatser (övertagande av övervakning inkl. styrning) ska kunna ske sömlöst av ordinarie övervakningspersonal.

|  |
| --- |
|  |

K227245

Åtgärdsplaner ska finnas för att hantera tunnelspecifika olycksscenarier enligt *TSD Säkerhet i järnvägstunnlar* och åtgärder för att hantera nödsituationer enligt *TSD Drift- och trafikledning*. Se även K43486.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Åtgärdsplaner reglerar operatörens handläggningssekvenser i avsett IT-stöd/övervakningssystem vid en specifik händelse och för en specifik plats. Innefattar aktiviteter så som tekniska styrningar samt allmänna anvisningar om andra manuella åtgärder.

|  |
| --- |
|  |

K255888

Larm från dörr mellan spårtunnel och utrymningsväg ska kunna användas för lägesindikering av utrymning vid räddningsinsats.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Kraftförsörjning
    2. Aerodynamiska effekter från tågtrafik

K225496

Högsta tillåtna lufthastighet i publika utrymmen av undermarksstation ska uppfylla krav enligt *Tabell* *K10.12*.

|  |
| --- |
|  |

K225497

*Tabell K10.12 Högsta tillåtna lufthastighet i publika utrymmen av undermarksstation.*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Nr** | **Utrymme** | **Lufthastighet** | **Exempel** |
| 1 | I utrymme som utgör trång passage | ≤ 8 m/s | Dörrpassage |
| 2 | I utrymme som ansluter till försäljnings- och/eller näringsställe | ≤ 3 m/s | Mellanplan och biljetthall. |
| 3 | I utrymme som inte utgör utrymme 1 eller 2 | ≤ 5 m/s | Plattform, trappschakt, rulltrappsschakt, gångtunnel |

1) Högre lufthastighet kan accepteras (i) lokalt i närheten av skarpa hörn och (ii) för delar av plattform där resande inte ska uppehålla sig, t.ex. i säkerhetszon vid plattformskant.

2) Verifierad högsta tillåtna lufthastighet behöver inte beakta att person befinner sig på plattform.

|  |
| --- |
|  |

K225503

Verifierad högsta tillåtna lufthastighet i publika utrymmen av undermarksstation ska beakta varierande trafikering och:

• minst omfatta driftfall med alla dörrar och/eller luftschakt (1) helt öppna, (2) till häften öppna respektive (3) helt stängda

• göras med hjälp av numeriska flödesberäkningar (CFD)

• beakta tredimensionella effekter

• avse nivån 1,5 m ovanför golv och en sekunds glidande medelvärde.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Endimensionella beräkningar för tunnelsystem kan användas för att generera indata (randvillkor) till tredimensionella beräkningar. Det glidande medelvärdet syftar främst till att fånga tåginducerade transienter snarare än lokal turbulens.

|  |
| --- |
|  |

1. Bärförmåga, stadga och beständighet
   1. Grundläggande regler
      1. Allmänt

K44024

Bärförmåga ska verifieras enligt standardserien *SS-EN 1990 – SS‑EN 1999* (Eurokod).

Bärförmåga för bärande huvudsystem, inredningar och installationer inklusive deras infästningar, ska med undantag av bärande huvudsystem av berg, verifieras enligt Transportstyrelsen föreskrifter och allmänna råd om tillämpning av eurokoder, *TSFS 2018:57*, se även avsnitt *5.2* och *5.3*.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Laster som uppstår vid tillverkning, transport och montering kan utgöra en väsentlig del av den dimensionerade lasteffekten på förtillverkade konstruktionsdelar. För dimensionering i sådana lastsituationer tillämpas SS-EN 1991-1-6:2005.

|  |
| --- |
|  |

K44026

Material, inklusive jord och berg, som ingår i bärande huvudsystem eller påverkar bärförmågan hos en konstruktionsdel ska ha kända och dokumenterade egenskaper avseende hållfasthets- och deformationsparametrar och beständighet.

|  |
| --- |
|  |

K72473

Osäkerheten i materialegenskaper ska beaktas vid dimensioneringen.

|  |
| --- |
|  |

K44027

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

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Bärande huvudsystem

K44025

Bärande huvudsystem i 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.

|  |
| --- |
|  |

K44029

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

|  |
| --- |
|  |

K118517

Vid dimensionering ska största tillåten deformation eller deformationsskillnad beaktas.

|  |
| --- |
|  |

K72092

Sprutbetong ingående i bärande huvudsystem som hänförs till IUK2 ska vid fortlöpande provning kontrolleras med lägst frekvens enligt geoteknisk kategori 3.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Inredning och installationer

K44033

Egentyngd från en installation som är fast monterad och säkert lastbestämd ska i en varaktig dimensioneringssituation betraktas som permanent last.

|  |
| --- |
|  |

K72534

Utbyte av en fast monterad installation ska betraktas som en tillfällig dimensioneringssituation enligt *SS-EN 1991-1-6:2005* med relevant varaktighet.

|  |
| --- |
|  |

K72536

Eventuell dynamisk inverkan ska beaktas.

|  |
| --- |
|  |

K72533

Laster, spänningscykeltal och kollektivparameter ska för inredning och installationer utredas och redovisas i RKFM enligt avsnitt *6.6.3.*

|  |
| --- |
|  |

K72096

Sprutbetong ingående i inredningar och installationer som hänförs till IUK2 ska vid fortlöpande provning kontrolleras med lägst frekvens enligt geoteknisk kategori 3.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Dimensionering genom provning

K44051

Om hållfasthetsvärde, bärförmåga etc. bestäms genom provning ska provningen utföras och utvärderas så att karakteristiskt värdet kan bestämmas statistiskt korrekt.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Utvärderingsmodellerna i SS-EN1990 kapitel 5 och bilaga D uppfyller de krav som ställs i Krav Tunnelbyggande.

|  |
| --- |
|  |

* 1. Säkerhetsklass och geoteknisk kategori

K71541

För bergtunnel ska det bärande huvudsystemet, oavsett utrymme, hänföras till säkerhetsklass 3, enligt *TSFS 2018:57*.

|  |
| --- |
|  |

K44053

För betong- eller ståltunnel ska säkerhetsklassför bärande huvudsystem väljas enligt *TSFS 2018:57* *kapitel* *2* med följande tillägg:

* trafikutrymme ska dimensioneras i säkerhetsklass 3
* sidoutrymme ska dimensioneras i lägst säkerhetsklass 2
* sidoutrymme ska dimensioneras i säkerhetsklass 3 om
  + kollaps allvarligt påverkar ovanförliggande eller intilliggande byggnad
  + kollaps allvarligt påverkar säkerhet i trafikutrymme eller sidoutrymme som utgör publikt utrymme
  + det är beläget i fritt vatten
  + utrymmet hänförs till IUK2
  + utrymmet utgör publikt utrymme.

|  |
| --- |
|  |

K44055

För inredning och installationer ska säkerhetsklass väljas enligt *TSFS 2018:57 kapitel 2*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 lägst säkerhetsklass 2 tillämpas.
* om anläggningsdelen hänförs till IUK2 ska säkerhetsklass 3 tillämpas.

|  |
| --- |
|  |

K70254

Geoteknisk kategori för bergtunnel ska väljas med ledning av *IEG Rapport 5:2010.*

|  |
| --- |
|  |

K72755

Geoteknisk kategori för bergtunnel ska beslutas av byggherren.

|  |
| --- |
|  |

* 1. Laster
     1. Allmänt

K44059

Vid verifiering av bärförmåga enligt standardserien *SS-EN 1990 – SS-EN 1999* (Eurokod) ska laster och dimensioneringssituationer enligt dessa tillämpas med tillägg enligt avsnitt *11.3*.

|  |
| --- |
|  |

Råd

I Krav Tunnelbyggande avsnitt 11.3 anges dels tilläggskrav till lasterna i SS-EN 1990 – SS-EN 1999 (Eurokod), dels krav på tillämpning av laster som inte ingår i SS-EN 1990 – SS-EN 1999.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Krav Tunnelbyggande innehåller inte en fullständig förteckning av de laster som enligt SS-EN 1990 – SS-EN 1999 (Eurokod) ska användas vid dimensioneringen. Följande laster i SS-EN 1990 – SS-EN 1999 (Eurokod) är vanligt förekommande vid dimensionering av tunnlar:

* Laster under byggnadstiden eller vid underhållsåtgärder enligt SS-EN 1991-1-6:2005 och SS-EN 1992-2:2005.
* Egenvikt för konstruktionsmaterial, beläggning, tätskikt, ballast, överfyllnad m.m. enligt SS-EN 1991-1-1.
* Jordtryck och vattentryck enligt SS-EN 1997-1:2005. För dessa laster gäller dock också de tillägg till SS-EN 1997-1:2005 som anges i Krav Bro - Byggande och Krav Geo - Dimensionering och utformning.
* Krympning i betongkonstruktioner enligt SS-EN 1992-2:2005.
* Spännkraft i förspända betongkonstruktioner enligt SS-EN 1992-2:2005.
* Trafiklaster enligt SS-EN 1991-2.
* Lagerfriktion enligt  SS-EN 1993-2:2006, bilaga A.
* Last av övergångskonstruktion enligt SS-EN 1993-2:2006, bilaga B.
* Olyckslaster enligt  SS-EN 1991-1-7:2006.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Enligt SS-EN 1990, avsnitt 1.5.3.7 är laster som överförs till bärverket från mark, fyllnadsmassor eller grundvatten geotekniska laster. Följande laster är exempel på geotekniska laster:

* last orsakad av bergmaterialets egentyngd, vattentryck eller yttre last
* laster orsakade av bergets inspänningsförhållande
* jordtryck, inklusive vattentryck, orsakat av jordens egentyngd, yttre last eller en konstruktions rörelse
* laster orsakade av rörelser i jordmaterialet, t.ex. påhängslaster
* stödförskjutning.

|  |
| --- |
|  |

K44060

Verifiering av bärförmåga för bärande huvudsystem i bergtunnel ska utföras för laster enligt avsnitt *11.3*.

|  |
| --- |
|  |

K44061

De lastvärden som anges i avsnitt *11.3* ska betraktas som karakteristiska.

|  |
| --- |
|  |

K72756

För laster som inte anges i standardserien *SS-EN 1990 – SS-EN 1999* (Eurokod) eller avsnitt *11.3* ska lastvärden bestämmas enligt de principer som anges i *SS-EN 1990*.

|  |
| --- |
|  |

K44062

Laster från ovanförliggande eller intilliggande byggnadsverk ska delas upp i permanenta laster och variabla laster.

|  |
| --- |
|  |

K44063

Vid tillämpning av *SS-EN 1991-1-6:2005* ska tillägg enligt *Krav Bro - Byggande* avsnitt *7.2.1.2* gälla.

|  |
| --- |
|  |

K44064

Vid tillämpning av *SS-EN 1990, A2.3.1(5)* ska:

* metod för stål- eller betongtunnel väljas enligt *Krav Bro - Byggande avsnitt 7.1.6.3*
* metod 3 tillämpas för bergtunnel vid dimensionering i brottgränstillstånd.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Laster i varaktiga dimensioneringssituationer
       1. Egentyngd

K44067

Egentyngd ska med undantag av vad som anges i avsnitt *11.3.2* bestämmas enligt *Krav Bro - Byggande* avsnitt *7.1.6.1.1*.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Lastuppgifter för en installation och inredning kan ofta erhållas från leverantören.

|  |
| --- |
|  |

K72757

Dränerad inklädnad ska i utrymme utan risk för frost dimensioneras för en last av ansamlat vatten p.g.a. inläckning motsvarande 0,5 kN/m².

|  |
| --- |
|  |

K44130

Dränerad inklädnad ska i utrymme med risk för frost dimensioneras för last vid isbildning.

|  |
| --- |
|  |

K73531

Last vid isbildning ska vara 3 kN/m2 med y0 = y1 = 0,6 och y2 = 0.

|  |
| --- |
|  |

K73532

Last vid isbildning ska förutsättas vara fri och verka vinkelrätt mot konstruktionen.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Last av omgivande jord och berg
         1. Allmänt

K44072

Ett fyllningsmaterials tunghet ska bestämmas enligt *Krav Geo - Dimensionering och utformning*.

|  |
| --- |
|  |

Råd

För jord som inte används till motfyllning kan tungheten bestämmas enligt Krav Geo - Dimensionering och utformning.

|  |
| --- |
|  |

K44073

Vid bestämning av laster från berg, naturligt lagrad jord samt från andra fyllningsmaterial än de som anges i *Krav Geo - Dimensionering och utformning* ska primära (in situ) och sekundära spänningar, inklusive deras variation, beaktas.

|  |
| --- |
|  |

Råd

För en tunnel med olika marknivåer på ömse sidor kan jordtrycksfördelningen bestämmas enligt elasticitetsteoretisk analys.

|  |
| --- |
|  |

K44075

Laster orsakade av svällande material ska utredas och beaktas.

|  |
| --- |
|  |

K44076

Vid bestämningen av laster ska vattennivåers variation beaktas enligt avsnitt *11.3.2.3*.

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Bergtunnel

K44079

Bergtunnel ska dimensioneras för belastningar från bergmassa med beaktande av dess blockstruktur samt för övriga laster från omgivande jord och berg.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Tungheten för bergarterna granit och gnejs kan sättas till 27 kN/m3 om inte annat visas vara riktigare.

|  |
| --- |
|  |

K44134

Ytförstärkning eller motgjuten inklädnad ingående i bärande huvudsystem ska dimensioneras för varaktig last från lossnande bergblock eller lös bergmassa.

|  |
| --- |
|  |

K44135

Storlek~~en~~ och angreppssätt~~et~~ för last från lossnande bergblock eller lös bergmassa på ytförstärkning eller motgjuten inklädnad ingående i bärande huvudsystem ska bestämmas med hänsyn till:

* de geologiska och strukturgeologiska förhållandena och den bergmekaniska situationen
* förekomsten av andra förstärkningsinsatser som t.ex. bultning.

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Betong- eller ståltunnel

K44082

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.

|  |
| --- |
|  |

K44083

Horisontell last av jord på en tunnel där det bärande huvudsystemet är en betong- eller stålkonstruktion ska bestämmas enligt *Krav Bro – Byggande* avsnitt *7.1.6.1.2.*

|  |
| --- |
|  |

K72759

Betong- eller ståltunnel ska i varaktig dimensioneringssituation förutsättas vara belastad med vilojordtryck.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Under byggskedet får lägre jordtryck förutsättas om det kan verifieras att tillhörande förskjutningar kan uppnås och accepteras.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Vattentryck

Förutsättning

Vattennivåer och övriga laster som ska förutsättas vid dimensionering mot hydrauliskt upplyft redovisas i avsnitt 11.4.2.3.

|  |
| --- |
|  |

Förutsättning

Bestämning av återkomsttider för vattenlaster ska göras enligt Krav Avvattning.

|  |
| --- |
|  |

K44085

Vattentryck ska beräknas som en permanent last med ett högt och ett lågt värde, enligt *Krav Bro - Byggande avsnitt 7.1.6.1.3*.

|  |
| --- |
|  |

K65618

För en dränerad inklädnad som inte är motgjuten ska vattentrycket förutsättas vara noll.

|  |
| --- |
|  |

K65619

För en dränerad motgjuten inklädnad ska risken för igensättning av dräneringsskiktet p.g.a. partikeltransport av sprickfyllnadsmaterial och/eller utfällning beaktas och dimensionering med hänsyn till aktuellt vattentryck utföras.

Aktuellt vattentryck och dess utbredning ska bestämmas genom särskild utredning.

|  |
| --- |
|  |

K67814

För en konstruktion som är känslig för variation i vattnets tunghet ska aktuell salthalt och dess variation vid bestämning av tungheten beaktas.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Stödförskjutningar

K44089

Betong- eller ståltunnel som är grundlagd på annat material än berg ska dimensioneras för stödförskjutningar enligt*Krav Bro - Byggande avsnitt 7.2.1.1.1.1*.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Vid tillämpning av Krav Bro - Byggande avsnitt 7.2.1.1.1.1 motsvarar

* en bros längdriktning en tunnels tvärriktning
* en bros tvärriktning en tunnels längdriktning.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Betongens krympning

K44091

Betongens krympning ska beaktas enligt *Krav Bro - Byggande*avsnitt *7.1.6.1.4*.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Påhängslast på påle

K44093

Påhängslast på påle ska bestämmas enligt *Krav Geo - Dimensionering och utformning*.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Trafiklast

K44095

Last av trafik i eller på en tunnel ska bestämmas enligt*Krav Bro - Byggande* avsnitt *7.1.6.2.1*.

|  |
| --- |
|  |

K72761

Vid tillämpningen av *SS-EN 1991-2* ska de konstruktionsdelar som påverkas av trafik dimensioneras som konstruktionsdelar i en bro.

|  |
| --- |
|  |

K44096

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

* avsnitt *4.9.1* för vägtrafik
* avsnitt *5.9* för gång- och cykeltrafik
* avsnitt *6.3.6.4* för järnvägstrafik.

|  |
| --- |
|  |

K44097

En markyta över eller intill en tunnel ska då detta är ogynnsamt antas vara belastad med minst 4 kN/m² med*ψ*0 = *ψ*1 = 0,4 och *ψ*2 = 0.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Lufttryck
         1. Lufttryck från passerande vägfordon

K44100

Last från lufttryck ska förutsättas uppgå till 0,8 kPa sug och 0,5 kPa tryck vinkelrätt mot tunneln längdaxel.

|  |
| --- |
|  |

K72762

Last från lufttryck ska förutsättas angripa på en sträcka i tunnelriktningen lika med 50 m.

|  |
| --- |
|  |

K72763

Last från lufttryck ska förutsättas angripa såväl på hela tunneltvärsnittet som på endast ena halvan av tvärsnittet.

|  |
| --- |
|  |

K44101

En konstruktion som är utsatt för last från lufttryck på motsatta sidor ska dimensioneras för samverkande sug och tryck, med lastvärden enligt K44100.

|  |
| --- |
|  |

K44102

Antal cykler för utmattningsdimensionering ska bestämmas enligt *Tabell K11.1*.

|  |
| --- |
|  |

K44104

Konstruktion som kragar ut från tak eller vägg ska dimensioneras för 1,0 kPa i såväl sug som tryck i alla riktningar, dock i en riktning i taget.

|  |
| --- |
|  |

Råd

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.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Skyltar är exempel på utkragande konstruktioner.

|  |
| --- |
|  |

K44105

*Tabell K11.1 Antal cykler för utmattningsdimensionering.*

|  |  |
| --- | --- |
| **ÅDT per tunnelrör** | **Antal cykler (N)** |
| under 2 500 | 2x106 |
| 2 500 t o m 10 000 | 1x107 |
| över 10 000 | 5x107 |

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Lufttryck från passerande tåg

K44107

Last från lufttryck ska i enkel- respektive dubbelspårstunnel förutsättas vara:

* enligt Tabell *K11.2* respektive *K11.3* vinkelrätt längdaxeln
* enligt Tabell *K11.4* respektive *K11.5* parallellt längdaxeln.

|  |
| --- |
|  |

K44111

*Tabell K11.2 Lufttryck vinkelrätt längdaxeln i enkelspårstunnel.*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Dimensionerande tåghastighet, STH (km/h)** | **Fri tvärsnittsarea** **50 - 55 m2** **(kPa)** | **Fri tvärsnittsarea** **53 m2** **(kPa)** | **Fri tvärsnittsarea** **60 m2** **(kPa)** |
| < 220 | ±3,0 | - | - |
| 250 | - | ±4,5 | - |
| 320 | - |  | ±6,0 |

|  |
| --- |
|  |

K70150

*Tabell K11.3 Lufttryck vinkelrätt längdaxeln i dubbelspårstunnel.*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dimensionerande tåghastighet,** **STH (km/h)** | **Fri tvärsnitts-area** **80 m2** **(kPa) \*** | **Fri tvärsnitts-area** **90-95 m2** **(kPa)** | **Fri tvärsnitts-area** **91 m2** **(kPa)** | **Fri tvärsnitts-area** **98 m2** **(kPa)** | **Fri tvärsnitts-area 108 m2** **(kPa)** |
| < 220 | ±5,0 | ±4,0 | - | - | - |
| 250 | - | - | ±5,0 | - | - |
| 320 | - | - | ± 8,0 | ±7,5 | ±7,0 |

\* Gäller befintlig tunnel

|  |
| --- |
|  |

K70151

*Tabell K11.4 Lufttryck parallellt längdaxeln i enkelspårstunnel.*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Dimensionerade hastighet, STH, (km/h)** | **Fri tvärsnittsarea** **50-55 m2** **(kPa)** | **Fri tvärsnittsarea** **53 m2** **(kPa)** | **Fri tvärsnittsarea** **60 m2** **(kPa)** |
| < 220 | ± 2,0 | - | - |
| 250 | - | ± 2,0 | - |
| 320 | - | - | ± 2,5 |

|  |
| --- |
|  |

K70152

*Tabell K11.5 Lufttryck parallellt längdaxel i dubbelspårstunnel.*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dimensionerande tåghastighet,** **STH (km/h)** | **Fri tvärsnitts-area** **80 m2** **(kPa)\*** | **Fri tvärsnitts-area** **90-95 m2** **(kPa)** | **Fri tvärsnitts-area** **91 m2** **(kPa)** | **Fri tvärsnitts-area** **98 m2** **(kPa)** | **Fri tvärsnitts-area** **108 m2** **(kPa)** |
| < 220 | ± 1,0 | ± 1,0 | - | - | - |
| 250 | - | - | ± 1,0 | - | - |
| 320 | - | - | ± 1,5 | ± 1,5 | ± 1,5 |

\* Gäller befintlig tunnel

|  |
| --- |
|  |

K44110

Fri tvärsnittsarea i tunnel ska förutsättas motsvara tunnelarean ovanför underkant räl (RUK) för ballasterat spår eller överkant spårplatta för ballastfritt spår, samt ovanför gångyta för utrymningsväg eller motsvarande.

|  |
| --- |
|  |

K84374

Last orsakad av lufttryck från tåg för andra fria tvärsnittsareor i tunnel och/eller andra STH än de som anges i *Tabell K11.2* till *K11.5* ska bestämmas med beräkning i varje enskilt fall och med hänsyn till platsspecifika förutsättningar.

|  |
| --- |
|  |

K84381

Last från lufttryck vinkelrät mot tunnelaxeln ska inte kombineras med last från lufttryck parallellt med tunnelaxeln.

|  |
| --- |
|  |

K44109

Dimensionering för utmattning med avseende på last från lufttryck ska utföras för106 lastcykler.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Temperaturpåverkan

K74341

Temperaturdata enligt *Tabell K11.6* och klimatzoner enligt *Bilaga 2* ska tillämpas för luften i trafikutrymme om inget annat kan visas vara riktigare i särskild utredning.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Särskild utredning bör utföras för tunnlar längre än 2000 m, samt för korta tunnlar med stor lutning.

|  |
| --- |
|  |

K223386

Lägsta lufttemperatur i sidoutrymme ska bestämmas genom särskild utredning.

|  |
| --- |
|  |

K44113

Lägsta lufttemperatur i trafikutrymme anges i *Tabell K11.6* baserat på avstånd från tunnelöppning.

|  |  |
| --- | --- |
| Klimatsträcka | Avstånd från tunnelöppning |
| 1 | ≤ 100 m |
| 2 | > 100 m och ≤ 600 m |
| 3 | > 600 m |

|  |
| --- |
|  |

K244529

Tvärventilation med tilluft ska betraktas som en tunnelöppning vid val av klimatsträcka.

|  |
| --- |
|  |

K244531

Medeltemperatur i omgivande berg ska antas vara enligt *Tabell K11.6*.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Omgivande medeltemperatur motsvarar temperatur i bergmassa som är opåverkad av tunneln och kan exempelvis användas som randvillkor i en temperaturberäkning.

|  |
| --- |
|  |

K44118

*Tabell K11.6 Temperaturdata för lufttemperatur i trafikutrymme.*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Klimatzon enligt *Bilaga 2*** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| Nedkylnings/uppvärmningstid (dagar) | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Köldperiodens totala längd (dagar) | 32 | 39 | 53 | 63 | 70 |
| Klimatsträcka 1 - lägsta lufttemperatur (°C) | -15 | -21 | -25 | -32 | -37 |
| Klimatsträcka 2 - lägsta lufttemperatur (°C) | -11 | -15 | -18 | -23 | -26 |
| Klimatsträcka 3 - lägsta lufttemperatur (°C) | -5 | -8 | -10 | -14 | -15 |
| Medeltemperaturen i omgivande berg (°C) | 8 | 8 | 6 | 6 | 4 |

|  |
| --- |
|  |

Råd

Temperaturerna används dels för att verifiera säkerhet mot frysning och dels för att beräkna tvångskrafter vid dimensionering av bärförmåga.

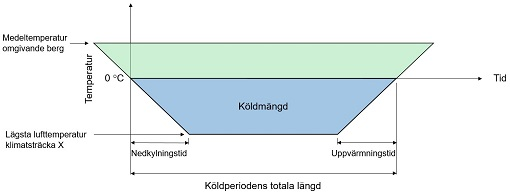
|  |
| --- |
|  |

Råd

Vid beräkning av temperaturinträngning är medeltemperatur i omgivande berg enligt Tabell K11.6 och Figur R11.1 lämpligt starttillstånd. Köldmängd definieras som summan av negativa dygnsgrader.

|  |
| --- |
|  |

Råd



Figur R11.1 Tolkning av temperaturdata enligt Tabell K11.6.

|  |
| --- |
|  |

K223387

Särskild utredning av lägsta temperatur och köldmängd i trafikutrymme och sidoutrymme ska minst beakta följande faktorer:

* tunnellängd
* längslutning och höjdskillnad mellan tunnelöppningar
* trafikeringsförhållanden
* ventilationsförhållanden
* variation i uteluftens temperatur och fuktighet
* övriga meteorologiska förhållanden (t.ex. lufttryck och vindriktning)
* värmeutbyte mellan tunnelluft och omgivande berg, jord och vatten
* osäkerheter i indata, analysmetodik/modell och tolkning av resultat.

|  |
| --- |
|  |

K44114

Högsta lufttemperatur i trafikutrymme och sidoutrymme ska vid beräkning förutsättas vara 20 °C oberoende av tunnelns längd och geografiska läge.

|  |
| --- |
|  |

K44115

Vid verifiering av bärförmåga ska temperaturpåverkan delas upp i komponenter enligt *SS-EN 1991-1-5 kapitel 4*.

|  |
| --- |
|  |

K44116

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

|  |
| --- |
|  |

K44117

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

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Last av underhållsarbeten

K44120

En horisontell eller svagt lutande yta i ett sidoutrymme ska i en varaktig dimensioneringssituation i brottgränstillstånd dimensioneras för en last av underhållsarbete enligt *Krav Bro - Byggande*avsnitt *7.1.6.2.4*.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Last i utrymnings- och insatsväg samt undermarksstation

K44122

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

|  |
| --- |
|  |

K44123

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

|  |
| --- |
|  |

K44124

Utrymnings- och insatsvägar som ska vara framkomliga för räddningsfordon ska minst dimensioneras för trafiklaster enligt *Krav Bro - Byggande*avsnitt *7.1.6.2.1.2.*

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Last från övergångskonstruktion

K44126

Last från en övergångskonstruktion ska bestämmas enligt *Krav Bro - Byggande*   
avsnitt *7.2.1.1.2.7* och *SS-EN 1993-2:2006*bilaga *B*.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Is- och strömtryck

K44128

Tunnel belägen i fritt vatten ska dimensioneras för is- och strömtryck.

|  |
| --- |
|  |

K73447

Last från is- och strömtryck ska bestämmas genom särskild utredning.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Laster i exceptionella dimensioneringssituationer
       1. Allmänt

K43757

För laster i exceptionella dimensioneringssituationer accepteras lokal skada, dock ska:

* bärande huvudsystem och inredning som utgör bärande konstruktion dimensioneras så att kollaps, fortskridande ras och brott med omfattande bergutfall förhindras
* konstruktionsdelar ingående i bärande huvudsystem och inredning dimensioneras så att de inte på grund av nedfall förhindrar utrymning och räddningsinsats.

|  |
| --- |
|  |

K44140

Exceptionella dimensioneringssituationer enligt avsnitt *11.3.3.2 - 11.3.3.9* ska beaktas.

|  |
| --- |
|  |

K73450

Exceptionella dimensioneringssituationer ska beaktas en åt gången.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Påkörning med fordon

K44142

Om kollaps i en konstruktionsdel kan leda till ett fortskridande ras med risk för personskador eller ett fortskridande ras som hindrar räddningsinsats eller utrymning ska konstruktionsdelen dimensioneras för påkörning enligt *Krav Bro -* *Byggande*avsnitt*7.2.1.3.2* 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.

|  |
| --- |
|  |

Råd

En konstruktionsdel ingående i ett bärande huvudsystem dimensioneras för en påkörningskraft även om en skyddsanordning är installerad mellan trafiken och konstruktionsdelen.

|  |
| --- |
|  |

K44143

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:*2006 avsnitt *4.4,* varvid *W* ska sättas lika med  
100 kN. Alternativt får pelaren betraktas som overksam.

|  |
| --- |
|  |

K44144

En järnvägstunnel ska även dimensioneras för en urspårningslast enligt  
*SS-EN 1991-2* avsnitt *6.7.1*, dimensioneringssituation I. Alternativ verifieringsmetod får utgöras av en energibetraktelse som tar hänsyn till konstruktionen och det påkörande fordonets energiupptagande egenskaper.

|  |
| --- |
|  |

K163116

Förutsättningar för en energibetraktelse ska redovisas enligt avsnitt *6.4*.

|  |
| --- |
|  |

K73453

Urspårningslastens längd ska begränsas till 10 m.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Exceptionella dimensioneringssituationer enligt avsnitt 11.3.3.2 får alternativt verifieras med en energibetraktelse som tar hänsyn till konstruktionen och det påkörande fordonets energiupptagande egenskaper. Förutsättningar för en sådan betraktelse redovisas enligt avsnitt 6.4.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Oavsiktlig stöt

K44146

Om kollaps i inredning eller installation kan leda till risk för personskador eller fortskridande ras som hindrar räddningsinsats eller utrymning ska konstruktionsdelen dimensioneras för enstaka statiskt verkande punktlaster av 20 kN. För vägg eller pelare som utgör gräns mot trafikutrymme ska punktlast inom den fria höjden sättas till 50 kN. Punktlastens lastyta ska antas vara cirkulär med diametern 0,1 m.

|  |
| --- |
|  |

K93821

Konstruktionsdel eller installation som är skyddad av annan konstruktion behöver inte dimensioneras för oavsiktlig stöt. Bärverksdel ingående i bärande huvudsystem ska dock dimensioneras för oavsiktlig stöt även om skyddsanordning är installerad mellan trafik och bärverksdel.

|  |
| --- |
|  |

K44147

För skyddsanordning, inklusive infästningar, i vägtunnel ska dimensionering för oavsiktlig stöt enligt ovan ersättas med dimensionering enligt *SS-EN 1991-2* avsnitt *4.7.3.3 (2)*.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Brand

K67569

Bärande huvudsystem för tunnel ska delas in i två brandskyddskategorier (BSK):

* BSK1 = Ingen risk för kollaps eller fortskridande ras eller brott med omfattande bergutfall föreligger i händelse av brandpåverkan.
* BSK2 = Risk för kollaps eller fortskridande ras eller brott med omfattande bergutfall föreligger i händelse av brandpåverkan.

|  |
| --- |
|  |

K73619

Bärande huvudsystem som hänförs till BSK2 ska skyddas mot brandpåverkan.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Bärande huvudsystem som hänförs till BSK1 behöver inte skyddas mot brandpåverkan.

|  |
| --- |
|  |

K70255

Betong- och ståltunnel ska hänföras till BSK2.

|  |
| --- |
|  |

K67570

Bergtunnel ska hänföras till BSK2 om minst ett av följande förhållanden föreligger:

* tunnel med RMRBas≤ 45
* det vertikala avståndet upp till bergöverytan (bergtäckningen) är mindre än halva tunnelns spännvidd
* det vertikala avståndet till ovanförliggande tunnel i berg är mindre än halva tunnelns spännvidd
* det horisontella avståndet till närliggande tunnel, öppen bergschakt eller vertikalt schakt i berg är mindre än 5 m.

|  |
| --- |
|  |

K70256

Bärförmåga vid brand ska i BSK2 verifieras genom provning eller beräkning.

|  |
| --- |
|  |

K67571

För sprutbetongkonstruktioner, exklusive stålfiberarmerade sprutbetongkonstruktioner, ingående i bärande huvudsystem i BSK2 ska följande dimensioneringsregler gälla:

* Temperaturen i sprutbetong ska begränsas till 400 °C
* Temperaturen i nivå med bärande armering ska begränsas till 300 °C.

|  |
| --- |
|  |

K73461

Temperaturen i stålfiberarmerad sprutbetong ingående i bärande huvudsystem i BSK2 ska begränsas till 300 °C.

|  |
| --- |
|  |

K73462

Temperaturen i bergbult, inklusive bricka, kula och mutter, ingående i bärande huvudsystem i BSK2 ska begränsas till 300 °C.

|  |
| --- |
|  |

K44151

Tunnel i fritt vatten och tunnel vars kollaps kan påverka en byggnads stabilitet ska dimensioneras för avsvalning efter en brand.

|  |
| --- |
|  |

K73508

Avsvalningshastigheten ska förutsättas vara 600 °C/h.

|  |
| --- |
|  |

K44152

I trafikutrymme ska gastemperaturen vid brand förutsättas följa kolvätekurvan enligt uttrycket i *SS-EN 1363-2 Provning av brandmotstånd - Del 2: Alternativa och kompletterande metoder* avsnitt *4.2* 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.

|  |
| --- |
|  |

K73512

För sidoutrymme ska brandbelastning och samband mellan tid och temperatur bestämmas genom särskild utredning.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Samband mellan tid och temperatur för sidoutrymme rekommenderas vara enligt någon standardkurva, t.ex. ISO 834 enligt SS-EN 1363-1:2020 Provning av brandmotstånd - Del 1: Allmänna krav och kolvätekurvan enligt SS-EN 1363-2 Provning av brandmotstånd - Del 2: Alternativa och kompletterande metoder.

|  |
| --- |
|  |

K73513

Vid utredning av samband mellan tid och temperatur för sidoutrymme ska krav i *BFS 2011:10* beaktas.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Explosion
         1. Allmänt

K105880

Om transporter med gods i klass 1, 2 och 5 enligt *RID-S* eller *ADR-S* ska tillåtas i tunnel, ska dimensionerande explosionslast bestämmas genom särskild utredning.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Den särskilda utredningen kan beakta bland annat följande faktorer:

* Om personriskerna är speciellt stora, t.ex. vid tunnel som ansluter till annat byggnadsverk där människor stadigvarande vistas.
* Om konsekvenserna av en lokal skada är speciellt stora, t.ex. tunnel under vatten eller där tunneln utgör den enda väg- eller järnvägsförbindelsen.
* Om konsekvenserna av en lokal skada är speciellt stora, t.ex. en tunnel belägen i fritt vatten eller en tunnel med liten bergtäckning.

|  |
| --- |
|  |

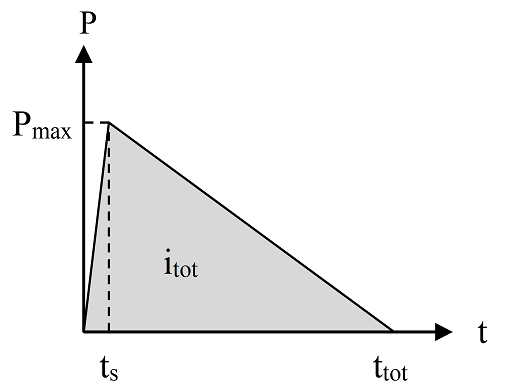
K217857

Dynamisk explosionslast, schematiskt illustrerad i *Figur K11.1*, ska förutsättas:

* utgöras av ett tryck, P, som funktion av tid, t
* utgöras av ett triangelformat tryck-tid-förlopp
* ha en tryckstegringstid, ts, med en varaktighet av 0-10 % av den totala varaktigheten,ttot.

|  |
| --- |
|  |

K217863



*Figur K11.1 Schematisk representation av dynamisk explosionslast i tunnel, där Pmax är maximalt tryck (kPa), ts, är tryckstegringstid (ms), ttot är total varaktighet (ms) och itot är total impulstäthet (Pas).*

|  |
| --- |
|  |

K217865

Dimensionering för dynamisk explosionslast ska göras dels med hänsyn till ett lokalt tryck och dels med hänsyn till ett jämnt fördelat tryck enligt avsnitt *11.3.3.5.2*.

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Lokalt och jämnt fördelat tryck

K44156

Lokalt tryck och jämnt fördelat tryck ska inte förutsättas verka samtidigt.

|  |
| --- |
|  |

K217868

Lastegenskaper för lokalt tryck och jämnt fördelat tryck ska förutsättas vara *Tabell* *K11.7*.

|  |
| --- |
|  |

K44159

*Tabell K11.7 Dynamisk explosionslast.*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Lastnummer** | **Tryck1) (kPa)** | **Varaktighet (ms)** |
| Lokalt tryck på en yta med storleken 4 x 4 m i trafikutrymme och publikt sidoutrymme. | 1 | 5 000 | 2,0 |
| Jämnt fördelat tryck i trafikutrymme och publikt sidoutrymme. | 2 | 100 | 50 |
| Jämnt fördelat tryck i ej publikt sidoutrymme | 3 | 50 | 50 |

1. Reduktion och undantag kan göras enligt anvisningar, riktlinjer och rekommendationer i *Explosionslaster i tunnlar – En vägledning, Trafikverkets publikation 2024:034.*

|  |
| --- |
|  |

K217855

De krav som ställs med hänsyn till explosion i *Tabell* *K11.7* ska utgöra minimikrav för vad angivna anläggningsdelar ska klara av att utsättas för.

|  |
| --- |
|  |

K217867

Dimensionering för dynamisk explosionslast i form av ett lokalt och jämnt fördelat tryck ska göras för anläggningsdelar och utrymmen enligt avsnitt *11.3.3.5.3* och *11.3.3.5.4*.

|  |
| --- |
|  |

K217880

Lokalt tryck ska utgöras av en enskild last med angiven lastyta som verkar vinkelrätt mot en godtycklig konstruktionsdel (d.v.s. mot en konstruktionsdel i taget).

|  |
| --- |
|  |

Råd

Det godtas att explosionslast mot betong- eller stålpelare endast kontrolleras i dess två huvudriktningar.

|  |
| --- |
|  |

K217881

Lokalt tryck ska förutsättas vara godtyckligt placerad mot belastad konstruktionsdel.

|  |
| --- |
|  |

K217903

Jämnt fördelat tryck ska förutsättas verka vinkelrätt mot en konstruktions alla sidor som inte befinner sig på läsidan i en tänkt huvudlastriktning.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Det godtas att explosionslast mot betong- och stålpelare endast kontrolleras i dess två huvudriktningar.

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Bärande huvudsystem för tunnel

Förutsättning

Explosionslast mot bärande huvudsystem ska förutsättas ha sitt ursprung från en explosion i ett trafikutrymme (inklusive trafikutrymme i plattformsrum) eller i ett utrymme som utgör ett publikt utrymme.

|  |
| --- |
|  |

K256051

Bärande huvudsystem i bergtunnel ska inte dimensioneras för jämnt fördelat tryck.

|  |
| --- |
|  |

K217909

För bärande huvudsystem i bergtunnel ska dynamisk explosionslast i form av lokalt tryck enligt *Tabell* K11.7 endast beaktas om ett eller flera av följande förhållanden föreligger:

• Det vertikala avståndet till ovanförliggande eller underliggande korsande tunnel är mindre än 5,0 m.

• Det vertikala avståndet till bergöverytan (bergtäckningen) är mindre än 5,0 m.

• Det horisontella avståndet mellan två parallella tunnlar i berg, eller mellan tunnel och vertikalt schakt i berg, är mindre än 4,0 m.

|  |
| --- |
|  |

K217910

Om särskild utredning enligt *K105880* resulterar i andra laster än de som anges i *Tabell* *K11.7* ska dynamisk explosionslast i form av lokalt tryck med framtagna laster beaktas för bärande huvudsystem i bergtunnel, oavsett avstånd enligt *K217909*.

|  |
| --- |
|  |

K44154

Bärande huvudsystem av betong- eller stål ska dimensioneras för dynamisk explosionslast i form av både lokalt och jämnt fördelat tryck, enligt *Tabell* *K11.7*.

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Inredning

Förutsättning

Explosionslast mot inredning ska förutsättas ha sitt ursprung från en explosion i ett trafikutrymme (inklusive trafikutrymme i plattformsrum).

|  |
| --- |
|  |

K217916

Inredning ska dimensioneras för dynamisk explosionslast enligt *Tabell* *K11.8*.

|  |
| --- |
|  |

K217920

*Tabell K11.8 Dynamisk explosionslast för inredning.*

|  |  |
| --- | --- |
| **Utrymme** | **Last enligt *Tabell K11.7*1)** |
| Inredning som utgör bärande konstruktion2) | Lokalt och jämnt fördelat tryck |
| Övrig inredning | Jämnt fördelat tryck |

1. Reduktion och undantag får göras enligt anvisningar, riktlinjer och rekommendationer i Explosionslaster i tunnlar – En vägledning, Trafikverkets publikation 2024:034.
2. T.ex. balkar, bjälklag, pelare, väggar, trapplöp.

|  |
| --- |
|  |

K225361

Övrig inredning, enligt *Tabell* *K11.8* som riskerar att förhindra utrymning och/eller räddningsinsats ska säkras genom att antingen dimensionera den för angivna laster eller på annat sätt säkra den mot nedfall.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Säkring mot nedfall av inredning kan t.ex. göras med hjälp av stålvajrar.

|  |
| --- |
|  |

K225362

Vägg runt utrymningsväg i plattformsrum (t.ex. glasparti runt trappschakt), plattformsavskiljande vägg (PFA-vägg) och dörr in till räddningsrum ska dimensioneras för jämnt fördelat statiskt tryck ±10 kPa över hela sin yta.

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Övriga krav

K217928

En explosionsutsatt konstruktion ska kontrolleras med hänsyn till böjande moment, plastisk rotationsförmåga och tvärkraft.

|  |
| --- |
|  |

K217929

Plastisk rotationsförmåga ska kontrolleras med hänsyn till inverkan av statiskt verkande normalkrafter.

|  |
| --- |
|  |

Råd

För t.ex. pelare eller väggar av betong utsatta för stora tryckande normalkrafter finns risk att plastisk rotationsförmåga begränsas betydligt, alternativt inte kan utnyttjas alls.

|  |
| --- |
|  |

K217931

Vid utnyttjande av plastisk rotationsförmåga i en betongkonstruktion ska böjarmering av klass B eller C användas.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Det beräkningskoncept som presenteras i Explosionslaster vid betongtunnlar – Anvisningar för projektering av Ringen och Yttre Tvärleden, Vägverket ANV 0187 – kan användas för kontroll med hänsyn till böjande moment och plastisk rotationsförmåga medan dokumentserien Beräkning av impulsbelastad konstruktion, utgiven av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB), kan användas för kontroll med hänsyn till böjande moment, plastisk rotationsförmåga och tvärkraft.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Overksam förankring

K44161

Förspända förankringar och förankringar för upphängning av konstruktioner i säkerhetsklass 3 ska dimensioneras under antagandet att en godtyckligt placerad förankring är overksam.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Overksam grundvattensänkning

K44165

Vid dimensionering av en odränerad konstruktion, där en permanent grundvattensänkning förutsätts, ska utredning göras för att bestämma den exceptionella dimensioneringssituationen.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Övriga exceptionella dimensioneringssituationer

K44167

Eventuell förekomst av ytterligare exceptionella dimensioneringssituationer än de som anges i avsnitt *11.3.3.2 - 11.3.3.*8 ska utredas.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Ytterligare exceptionella dimensioneringssituationer som kan behöva beaktas är:

* oförutsedd belastning i form av trafiklast eller utfyllnad på markytan ovanför eller intill en tunnel
* draggande eller fallande ankare, sjunkande fartyg, påsegling
* extrema vattennivåer eller översvämning på grund av ett ledningsbrott
* last från kollapsad byggnad ovanför eller intill tunnel.

|  |
| --- |
|  |

* 1. Bärförmåga och stadga
     1. Bergkonstruktioner
        1. Allmänt

K73900

En bergtunnels bärande huvudsystem ska ha verifierad bärförmåga.

|  |
| --- |
|  |

K44204

Alla bergytor i väggar och tak ska säkras mot blocknedfall.

|  |
| --- |
|  |

K70139

Dimensionering och verifiering av bärförmågan för bärande huvudsystem i bergtunnel ska utföras enligt de anvisningar, riktlinjer och rekommendationer som anges i *Projektering av bergkonstruktioner, Trafikverkets Publikation 2019:062, kapitel 5.*

|  |
| --- |
|  |

K255869

Dimensionering och verifiering av bärförmåga ska beakta sekvenser för bergschakt.

|  |
| --- |
|  |

K255870

Dimensionering och verifiering av bärförmåga ska beakta bergschaktningsgräns och gräns för teoretisk skadezon enligt *AMA*.

|  |
| --- |
|  |

K44203

Vid dimensionering av bergkonstruktion ska relevanta förutsättningar beaktas, dock minst:

* tunnelgeometri
* närliggande byggnader och anläggningar
* ingenjörsgeologiska förhållanden
  + bergarters förekomst, utbredning och egenskaper
  + sprickors förekomst, längd, orientering och egenskaper
  + svaghetszoners förekomst, längd, orientering och egenskaper
  + grundvattenförhållande
  + bergtäckning
* bergmassans och bergförstärkningens mekaniska egenskaper
* dräneringsförhållande i omgivande bergmassa
* laster enligt avsnitt *11.3*
* brottmekanismer och brottformer
* uttagsordning och uttagssekvens
* eventuella skador på omgivande bergmassa på grund av byggmetod
* samverkan mellan bergmassa och bergförstärkning
* krav på tillåtna deformationer och deformationsskillnader.

|  |
| --- |
|  |

K224082

Ingenjörsgeologiska förhållanden enligt krav K44203 ska beaktas var för sig och tillsammans, inklusive dess variationer.

|  |
| --- |
|  |

K72210

I trafikutrymme och publikt sidoutrymme ska bergytan i tak, från anfang till anfang, minst täckas med50 mm fiberarmerad sprutbetong.

|  |
| --- |
|  |

K231613

Brandskydd av bärande huvudsystem i bergtunnel som hänförs till BSK2 ska minst omfatta tak och väggar ner till RUK, vägbana, markyta, hårdgjord yta eller motsvarande.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Materialvärden

K44207

Materialvärden ska bestämmas och redovisas på det sätt som förutsätts i den använda dimensioneringsmetoden.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Karakteristiska materialvärden för naturligt lagrad jord och övrig fyllning kan bestämmas som medelvärden. Se även avsnitt 11.3.2.2.1, krav K44072.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Mekaniska materialvärden för intakt berg, bergmassa och sprickor, inklusive deras variation, kan bestämmas enligt Projektering av bergkonstruktioner, Trafikverkets Publikation 2019:062, Bilaga 6.

|  |
| --- |
|  |

Råd

För hydrauliska egenskaper och deras variationer ges vägledning för analys och tolkning av data i Hydrogeologi för bergbyggare.

|  |
| --- |
|  |

K44208

Vid utvärdering av provning ska skalberoende och hänsyn till provningens omfattning och tänkbar variation i materialets utbredning vertikalt och horisontellt beaktas.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Bergbult

K44179

Bergbult av stål ska ha en hållfasthet (fyk) mindre än 800 MPa.

|  |
| --- |
|  |

K224659

Karakteristisk töjning för bergbult av stål vid maximal kraft (εuk) ska vara minst 5,0 % med fraktilvärde maximalt 10%.

|  |
| --- |
|  |

K224653

Förhållandet mellan karakteristisk draghållfasthet och sträckgräns för bergbult av stål ska vara större än eller lika med 1,08 (ft/fy).

|  |
| --- |
|  |

K224658

Bergbult av armeringsstål ska uppfylla krav enligt *SS-EN 10080*.

|  |
| --- |
|  |

K224660

Bergbult med repgänga ska uppfylla krav enligt *SS-ISO 10208*.

|  |
| --- |
|  |

K224657

Bergbult av armeringsstål ska uppfylla krav enligt *SS-EN 1992-1-1*, bilaga C, klass B eller C med undantag av utmattningsprovning.

|  |
| --- |
|  |

K44181

Bergbultar ingående i bärande huvudsystem ska ha en stångdiameter på minst 20 mm.

|  |
| --- |
|  |

K44183

Bultar som ska samverka med ytförstärkning av sprutbetong ska vara försedda med bricka, halvkula och mutter eller en likvärdig förankring som är placerad utanpå sprutbetongskiktet. Följande undantag gäller:

* Selektiv bultning i vägg får utformas utan förankringsbricka, halvkula och mutter.
* Selektiv bultning i tak får vara utformad utan förankringsbricka, halvkula och mutter om ytförstärkning i form av sprutbetong eller motgjuten inklädnad är anordnad och denna är dimensionerad för last enligt avsnitt *11.3.2.2*.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Sprutbetong

K71795

Vid dimensionering av sprutbetong som samverkar med bergbult i IUK2 får inte vidhäftningshållfastheten mellan sprutbetong och berg påräknas.

|  |
| --- |
|  |

K44211

Krympning och krypning i sprutbetong ska beaktas enligt *SS-EN 1992-2*.

|  |
| --- |
|  |

K236238

Fiberarmerad sprutbetong ska minst uppfylla krav enligt *SS-EN 14487-1, Tabell 2* med val D2, S3.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Betong- och stålkonstruktioner
       1. Allmänt

K224146

För betong- och stålkonstruktioner ska Krav Bro - Byggande tillämpas med de ändringar som anges i Krav Tunnelbyggande.

|  |
| --- |
|  |

Råd

En tunnelvägg kan utföras som en platsgjuten betongvägg alternativt, om de aktuella förhållandena medger, som en slitsmur eller sekantpålevägg.

|  |
| --- |
|  |

Råd

En tunnelmonolit kan med vertikala gjutfogar delas upp i gjutetapper så att risken för sprickbildning på grund av värmeutveckling och avsvalning reduceras. För en betongkonstruktion som inte samverkar med berget är ett lämpligt avstånd mellan vertikala fogar 8 - 12 m. För en betongkonstruktion som samverkar med berg är lämpligt avstånd mellan vertikala rörelsefogar 6 - 8 m.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Deformationer

K44247

Horisontal- och vertikalrörelser ska kunna registreras i mätpunkter på insidan av en tunnels väggar.

|  |
| --- |
|  |

K112138

Mätpunkter ska minst finnas på insidan av båda tunnelväggarna och på båda sidorna av rörelsefog.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Loddubbar enligt AMA Anläggning DEP.1832 kan vara ett sätt att uppfylla kravet på mätning av horisontalrörelser. Nedre monterad dubb kan utgöra mätpunkt för avvägning av vertikalrörelser.

|  |
| --- |
|  |

K67906

Tillåtna deformationer i en vägtunnel ska bestämmas med hänsyn till krav på vägbanans jämnhet och utformningen av rörelsefogar.

|  |
| --- |
|  |

K67907

Tillåtna deformationer i en järnvägstunnel ska bestämmas med hänsyn till krav på spårläget och utformningen av rörelsefogar.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Hydrauliskt upplyft

K44035

En betong- eller ståltunnel med slutet tvärsnitt ska avseende hydrauliskt upplyft dimensioneras enligt *Krav Geo - Dimensionering och utformning* 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 antas vara bortschaktad 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 1991-1-6:2005* med varaktighet mindre än ett år.
* Ett lastfall där fyllningen i tunneln är bortschaktad på tunnelns hela bredd på en längd av 20 m i tunnelns riktning. Vattennivån får vid denna dimensionering bestämmas för en tillfällig dimensioneringssituation enligt *SS-EN 1991-1-6:2005* med varaktighet mindre än tre månader.

|  |
| --- |
|  |

K44036

Friktion mellan en tunnels utsida och omgivande jord får inte tillgodoräknas.

|  |
| --- |
|  |

K44037

För en järnvägstunnel får endast last från betongkonstruktionens egentyngd samt last av fyllning och underballast medräknas.

|  |
| --- |
|  |

K84390

Medräknad last av fyllning och underballast ska framgå av RKFM enligt avsnitt *6.6.3.*

|  |
| --- |
|  |

K84391

Medräknade fyllnings- och ballastmaterials tungheter ska verifieras genom provning.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Bärighetsberäkning av byggnadsverk utsatta för trafiklast

K44044

För de byggnadsverk som anges i *Krav Bro - Bärighetsberäkning kapitel 2* ska en "Bärighetsberäkning klassning" enligt *Krav Bro - Bärighetsberäkning avsnitt 6.4* utföras.

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Byggnadsverk utsatta för last av vägtrafik

K44041

En bärighetsberäkning utförd som en jämförelse av lasteffekter ska endast avse de vertikala trafiklasterna.

|  |
| --- |
|  |

K44042

Resultatet från bärighetsberäkning ska redovisas med en sammanfattning enligt *Krav Bro - Bärighetsberäkning* avsnitt *5.2.1.3.2*.

|  |
| --- |
|  |

K158712

Sammanfattningen av resultatet från bärighetsberäkning ska även innehålla uppgift om tillåten trafiklast.

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Byggnadsverk utsatta för last av gång- och cykeltrafik

K44045

En bärighetsberäkning utförd som en jämförelse av lasteffekter ska endast avse de vertikala trafiklasterna.

|  |
| --- |
|  |

K72754

Resultatet från bärighetsberäkning ska redovisas i form av tillåtna värden på typfordonets tyngd R och ytlastens storlek p.

|  |
| --- |
|  |

* + - * 1. Byggnadsverk utsatta för last av järnvägstrafik

K44048

En bärighetsberäkning utförd som en jämförelse av lasteffekter ska endast avse de vertikala trafiklasterna.

|  |
| --- |
|  |

K44049

Resultatet från bärighetsberäkning ska redovisas i form av maximal axellast för tåglaster enligt *Krav Bro - Bärighetsberäkning* avsnitt *8.3.3.*

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Betongkonstruktioner
  1. Beständighet
     1. Allmänt

K44197

Betong och sprutbetong ska uppfylla krav enligt *SS 137003 Betong – Användning av EN 206 i Sverige*.

|  |
| --- |
|  |

K73540

Risken för kemiska angrepp på betong- och sprutbetong från jord, berg och grundvatten ska utvärderas enligt *SS-EN 206 Betong - Fordringar, egenskaper, tillverkning och överensstämmelse*.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Avsedd teknisk livslängd och beständighet

K43500

En tunnel ska utformas, dimensioneras och utföras så att skadlig nedbrytning förhindras under den avsedda tekniska livslängd som anges i Tabell K11.9.

|  |
| --- |
|  |

K43748

Livslängdsklass L 20, L 50 och L 100 i *SS-EN 1992-1-1* och *SS-EN 1992-2* ska förutsättas motsvara avsedd teknisk livslängd lika med 40, 80 respektive 120 år.

|  |
| --- |
|  |

K43750

I *Tabell* *K11.9*anges minimikrav avseende teknisk livslängd. För vissa situationer kan högre krav vara motiverat.

|  |
| --- |
|  |

K43507

*Tabell K11.9 Krav på avsedd teknisk livslängd.*

|  |  |
| --- | --- |
| **Anläggningsdel** | **År** |
| Bärande huvudsystem inklusive i detta ingående inklädnad  Motgjuten inklädnad som inte ingår i bärande huvudsystem  Begränsning av inläckande vatten | 120 |
| Bärande konstruktion som inte ingår i tunnelns bärande huvudsystem  VA-ledningar, brunnar etc.  Övrig inredning | 80 |
| Inklädnadssystem  Skydd mot inläckande vatten  Skyddsanordningar av betong  Ledning, kabelstege, etc. | 40 |
| Säkerhetsutrustning  Ventilationssystem  Mekanisk utrustning för vatten och avlopp såsom pumpar m.m.  Dörrar och luckor inklusive anordningar för stängning och låsning  Övrig installation | 20 |
| Servrar och datorer | 10 |

|  |
| --- |
|  |

Råd

För anläggningsdel med begränsad åtkomlighet och utbytbarhet bör längre livslängd övervägas.

|  |
| --- |
|  |

Råd

För servrar och datorer kan kravet på avsedd teknisk livslängd uppnås genom serviceavtal där utbyte av komponenter ingår.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Exponerings- och korrosivitetsklasser

K44552

För betong, sprutbetong- och stålkonstruktioner ska i *Tabell K11.10, K11.11* och *K11.12* angivna exponeringsklasser och korrosivitetsklasser tillämpas.

|  |
| --- |
|  |

K44555

För sprutbetong som placeras mot berg ska den strängaste exponeringsklassen för konstruktionsdelens båda sidor tillämpas för hela konstruktionen.

|  |
| --- |
|  |

K93817

Utrymmen i vilka motorfordon kan framföras i en järnvägsanläggning, ska inte hänföras till vägmiljö.

|  |
| --- |
|  |

Förutsättning

Tabell K11.10 beskriver den yttre omgivningens påverkan på konstruktionsdelen. Tabell K11.11 och K11.12 beskriver den inre omgivningens påverkan på konstruktionsdelen.

|  |
| --- |
|  |

K44558

*Tabell K11.10 Exponerings- och korrosivitetsklasser för konstruktionsdel~~ar~~ i kontakt med jord, berg eller vatten.*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Exponeringsklass för betong- och sprutbetongkonstruktion** | **Korrosivitetsklass för stålkonstruktion** |
| **Yta mot omgivande jord och berg:** |  |  |
| Över grundvattenyta | XC2 XF31) | Im3 |
| I sött grundvatten2) | XC2 XF31) | Im3 |
| I salt eller bräckt2) grundvatten | XS2 XF41) | Im3 |
| I jord eller grundvatten som enligt *SS-EN 206* innebär risk för kemiskt angrepp | XA1 – XA3 XF41) | Im3 |
| **Yta mot fritt vatten:** |  |  |
| Sött vatten2) | XC2 XF311) | Im1 |
| Havsvatten eller bräckt2) vatten under LLW -1,0 m | XS2 XF411) | Im2 |
| Havsvatten eller bräckt2) vatten mellan  HHW +5 m och LLW -1,0 m (marin miljö) | XS3 XF41) | Im4 |

1. För en konstruktionsdel som är frostfritt belägen gäller inte kravet på XF-klass.
2. Sött vatten ska förutsättas ha en salthalt (S): S < 0,05 %.  
   Bräckt vatten ska förutsättas ha en salthalt (S): 0,05 % ≤ S ≤ 3 %.  
   Salt vatten ska förutsättas ha en salthalt (S): S > 3 %.  
   Havsvatten ska förutsättas vara salt vatten.

|  |
| --- |
|  |

K44556

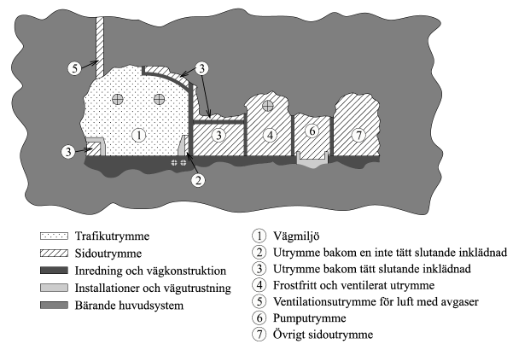
*Tabell K11.11 Exponerings- och korrosivitetsklasser för konstruktionsdel i vägtunnel.*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Utrymme se *Figur K11.2*** | **Exponeringsklass för betong- och sprutbetong-konstruktion** | **Korrosivitetsklass för stålkonstruktion** |
| **Trafikutrymme:** |  |  |  |
| Vägmiljö | 1 | XD31)  XF43) | C5 |
| Övrigt trafikutrymme2) | 1 | XD1  XF23) | C5 |
| **Sidoutrymme:** |  |  |  |
| Utrymme bakom en inte tät inklädnad, exempelvis bakom barriärelement | 2 | XD1  XF23) | C5 |
| Bakom tät inklädnad, exempelvis bakom innertak eller innervägg  Utrymnings- eller insatsväg | 3 | XC3  XF33) | C44) |
| Uppvärmt och ventilerat sidoutrymme | 4 | XC2 | C34) |
| Ventilationsutrymme för luft med avgaser | 5 | XS1  XF33) | C5 |
| Konstruktion exponerad för dag- eller spolvatten t.ex. rännor, bassänger i pumputrymmen | 6 | XD3  XF43) | C5 |
| Övrigt sidoutrymme | 7 | XC3  XF33) | C44) |

1. Bottenplatta försedd med tätskikt får antas belägen i XD1 och XF2.
2. Konstruktioner ovanför vägmiljöns utbredning i den inre delen av en längre tunnel, se *Figur K3.6.*
3. För en konstruktionsdel som är frostfritt belägen gäller inte kravet på XF-klass
4. För stålkonstruktioner i IUK2 skall korrosivitetsklass höjas en klass.

|  |
| --- |
|  |

K44559



*Figur K11.2 Definition av utrymmen i en vägtunnel enligt Tabell K11.11*.

|  |
| --- |
|  |

K44557

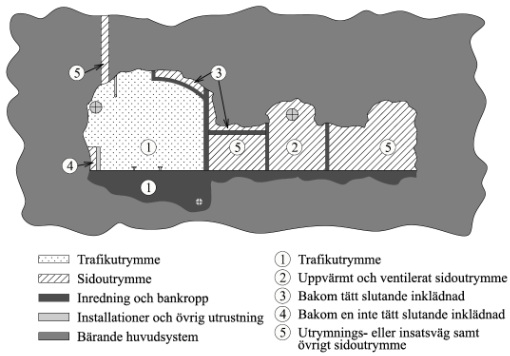
*Tabell K11.12 Exponerings- och korrosivitetsklasser för konstruktionsdel i järnvägstunnel.*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Utrymme se *Figur K.11.3*** | **Exponeringsklass för betong- och sprutbetongkonstruktion** | **Korrosivitetsklass för stålkonstruktion** |
| **Utrymme:** |  |  |  |
| Trafikutrymme1, 2) | 1 | XC4 XF33) | C5 |
| Uppvärmt och ventilerat sidoutrymme | 2 | XC2 | C34) |
| Sidoutrymme bakom tätt slutande inredning, t.ex. innertak och innervägg | 3 | XC3 XF33) | C44) |
| Sidoutrymme bakom en inte tätt slutande inredning, t.ex. akustikskivor | 4 | XC3 XF33) | C5 |
| Utrymningsväg, insatsväg samt övrigt sidoutrymme, t.ex. ventilationsschakt | 5 | XC3 XF33) | C44) |

1. Gäller även delar belägna under bankroppen samt anläggningsdelar eller delar av anläggningsdelar som är belägna utanför tunnelöppning, till exempel portaler och förskärning i berg.
2. Om anläggningsdelarna hänförs till vägmiljö tillämpas kraven för vägmiljö enligt *Tabell* *K11.11.*
3. För en konstruktionsdel som är frostfritt belägen gäller inte kravet på XF-klass.
4. För stålkonstruktioner i IUK2 skall korrosivitetsklass höjas en klass.

|  |
| --- |
|  |

K44560



*Figur K11.3 Definition av utrymmen i en järnvägstunnel enligt Tabell K11.12.*

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Bergkonstruktion
       1. Allmänt

Förutsättning

En bergkonstruktions beständig är beroende av den omgivande miljön och dess variation. Faktorer som påverkar är:

* vattenflöde
* vattenkemi
* temperaturvariation
* fuktighetsvariation
* frysning och tiningscykler.

|  |
| --- |
|  |

K255668

Tillåten mängd inläckande vatten ska begränsas så att teknisk livslängd för bergkonstruktion säkerställs.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Injekteringens beständighet är beroende av vatteninläckagets storlek och bergmassans beskaffenhet, vid sämre berg är det viktigare att begränsa inläckaget än i bra berg.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Bergbult

K225839

Bergbult ska vara beständig i aktuell miljö så att bärförmågan säkerställs under avsedd teknisk livslängd.

|  |
| --- |
|  |

K44190

Beständighet för bergbult ska omfatta bultstång, bricka, halvkula och mutter.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Beständighet för bergbult i aktuell miljö för avsedd teknisk livslängd kan uppnås genom att:

* material är beständigt
* material skyddas med ytbehandling
* material skyddas med täckande betongskikt
* olika skyddsåtgärder kombineras.

|  |
| --- |
|  |

K225842

Täckande betongskikt ska väljas enligt *TSFS 2018:57*, *Tabell* *12.1* om inget annat kan påvisas riktigare.

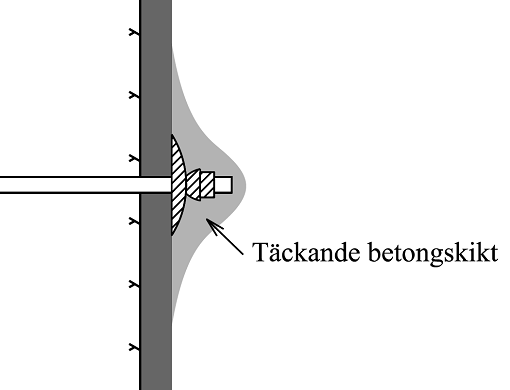
|  |
| --- |
|  |

K67856

Krav på täckande betongskikt avser alla ståldetaljer i den samverkande förstärkningen, d.v.s. bricka, halvkula, mutter och bultände, se Figur *K11.4*.

|  |
| --- |
|  |

K242296



*FigurK11.4 Täckande betongskikt vid ståldetaljer i samverkande förstärkning.*

|  |
| --- |
|  |

Råd

För selektivt installerad bult utan bricka, halvkula och mutter får krav på korrosionsskydd för luftexponerad del av bult avgöras av estetiska aspekter.

|  |
| --- |
|  |

K44186

Förspänd bergbult med glidlager ska vara försedd med ett dubbelt korrosionsskydd.

|  |
| --- |
|  |

K44187

För förspänd bult ska särskild kravspecifikation avseende beständighet enligt avsnitt *6.4* upprättas.

|  |
| --- |
|  |

K67853

Ytbehandling som består av varmförzinkning kombinerat med ytskydd av värmehärdad epoxi ska utföras enligt *SS-EN 13438:2013*.

|  |
| --- |
|  |

K224656

Bergbult av rostfritt stål ska uppfylla krav enligt *SS-EN 1993-1-4:2006/A1: 2015, Bilaga A*.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Parametern F2 i SS-EN 1993-1-4:2006/A1: 2015, Bilaga A, Tabell A.1 får sättas till 0 för väg- och järnvägstunnel om inte annat påvisas vara riktigare.

|  |
| --- |
|  |

K227476

Korrosionsskyddssystem ska väljas utifrån korrosivitetsklass och teknisk livslängd.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Korrosionsskyddsystem som uppfyller kraven för TLK 120 redovisas i Tabell R11.1.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Tabell R11.1 Korrosionsskyddssystem för bergbult av stål.

|  |  |
| --- | --- |
| **Korrosivitetsklass** | **korrosionsskyddssystem** |
| C3 | Stål med ytskydd av zink 60 µm och epoxi 60 µm. |
| C4 | Stål med täckskikt enligt TSFS 2018:57, eller rostfritt stål i korrosionsmotståndsklass III (CRC III). |
| C5 | Stål med täckskikt enligt TSFS 2018:57 eller rostfritt stål i CRC IV. |
| Im3 | * Stål med ytskydd av zink 60 µm och epoxi 60 µm kombinerat med täckskikt av 10 mm cementbruk\* med vct ≤ 0,3, * eller rostfritt stål i CRC I kombinerat med täckskikt av 10 mm cementbruk\* med vct ≤ 0,3, * eller rostfritt stål i CRC IV. |
| Im31) | * Stål med täckskikt av 10 mm cementbruk\* med vct ≤ 0,3, * eller stål med ytskydd av zink 60 µm och epoxi 60 µm kombinerat med täckskikt av 10 mm cementbruk\* med vct ≤ 0,4. |

\*cementbruk får endast innehålla vatten, cement och tillsatser såsom krympreducerande medel.

1. För bergbult av stål i berg, som inte innehåller aggressivt vatten och där systematisk cementbaserad förinjektering är utförd. Vatten ska anses vara aggressivt för bergbult av stål om någon av nedanstående egenskaper råder:
   * pH < 6,5
   * Vattenhårdhet < 20 mg (Ca + Mg)/l (totalhårdhet)
   * Alkalinitet, halt HCO3- < 60 mg/l
   * Kloridhalt, halt Cl- > 300 mg/l.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Sprutbetong

K44198

Stålfiberarmerad sprutbetong ska i vägmiljö täckas med ett täckande betongskikt som inte innehåller stålfibrer.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Täckande betongskikt utan stålfiber kan i vissa fall användas för att undvika personskada på underhållspersonal och utrymmande samt vid krav på estetik.

|  |
| --- |
|  |

K236330

Vid användning av sprutbetong i tunnel ska sprutbetongens tjocklek minst vara 50 mm.

|  |
| --- |
|  |

K236329

Stålfiberarmerad sprutbetong får ej sprutas genom stångarmering eller sprutas för att omsluta stångarmering.

|  |
| --- |
|  |

K44199

Stångarmering ska täckas med ett täckande betongskikt.

|  |
| --- |
|  |

K73541

Tjocklek för täckande betongskikt ska väljas enligt *TSFS 2018:57*.

|  |
| --- |
|  |

* + 1. Betong- och stålkonstruktioner
       1. Allmänt

K224146

För betong- och stålkonstruktioner ska Krav Bro - Byggande tillämpas med de ändringar som anges i Krav Tunnelbyggande.

|  |
| --- |
|  |

Råd

En konstruktion som ingår i ett bärande huvudsystem i marin miljö bör förses med ett katodiskt skydd.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Betongkonstruktioner

K44250

Betongkonstruktion i vägmiljö eller marin miljö ska vara försedd med anslutning till armeringen för elektrokemisk potentialmätning och för kontrollmätning av att armering inte har elektrisk kontakt med räcke eller annan ståldetalj enligt *AMA Anläggning DEP.185*.

|  |
| --- |
|  |

K122439

Anslutning för elektrokemisk potentialmätning ska vara placerad så att mätning kan utföras utan att ingrepp behöver göras i konstruktionsdel.

|  |
| --- |
|  |

K122440

Varje konstruktionsdel ska vara försedd med minst två anslutningar för elektrokemisk potentialmätning som ska vara placerade diagonalt så långt ifrån varandra som möjligt.

|  |
| --- |
|  |

K44255

Värden för täckande betongskikt, spricksäkerhet och sprickbredd ska väljas enligt *SS-EN 1992-2*.

|  |
| --- |
|  |

K113147

Med ändring av vad som anges i *SS-EN 1992-2* ska vctekv vara högst 0,50.

|  |
| --- |
|  |

K122211

Takplatta till betongtunnel ska uppfylla samma beständighetskrav som en trafikerad bottenplatta i enlighet med Krav Bro - Byggande.

|  |
| --- |
|  |

* + - 1. Stålkonstruktioner

Förutsättning

Kraven för bergbult ställs i avsnitt 11.5.4.2.

|  |
| --- |
|  |

K44265

Ytbehandling av stålkonstruktion utsatt för atmosfärers korrosivitet ska utföras enligt *AMA Anläggning GBD.1*.

|  |
| --- |
|  |

K157976

Utvändiga varmförzinkade gängor och muttrar ska uppfylla krav enligt *SS-EN ISO 10684:2004 Fästelement - Varmförzinkning av fästelement*.

|  |
| --- |
|  |

K44266

Stålkonstruktion som ej omnämns i Krav Bro - Byggande belägen i Im-korrosivitetsklass enligt *Tabell* *K11.11* ska, om den inte är utförd av rostfritt stål, vara försedd med rostskyddssystem med hållbarhet ”mycket hög” enligt *SS-EN ISO 12944-5 Färg och lack - Korrosionsskydd av stålstrukturer genom målning - Del 5: Rostskyddssystem, utgåva 4, Tabell C.6*.

|  |
| --- |
|  |

K67900

För konstruktionsdel av stål som skyddas med betong eller sprutbetong ska täckande betongskikt väljas enligt *TSFS 2018:57, Tabell 12.1* om inget annat påvisas riktigare.

|  |
| --- |
|  |

* 1. Skydd mot frysning

K43792

Tunnel ska avseende frysning utformas och dimensioneras för temperaturpåverkan enligt avsnitt *11.3.2.9.*

|  |
| --- |
|  |

K44220

Skydd mot frysning ska verifieras med en temperaturinträngningsberäkning.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Temperaturer i en tunnels konstruktionsdelar bestäms genom en beräkning utgående från de termiska egenskaperna hos konstruktionsdelarna och omgivande jord och berg samt omgivningens temperatur. Vägledande uppgifter kan hämtas ur TDOK 2011:315 Beräkning av tjällyftning TRVMB 301 samt ur Termiska egenskaper i jord och berg, Statens geotekniska institut 1991.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Värmeövergångsmotstånd får medräknas om lufthastigheten vid konstruktionens yta beaktas.

|  |
| --- |
|  |

K122449

Vid dimensionering av isolering ska isoleringens vattenupptagning och isoleringsförmågans minskning med tiden beaktas.

|  |
| --- |
|  |

K73543

Vid dimensionering av isolering ska köldbryggor beaktas.

|  |
| --- |
|  |

K44224

Om den värmeisolerande förmågan hos luftspalt tillgodoräknas vid dimensionering, ska luftspalten vara uppdelade och begränsad i storlek så att inverkan av konvektion minimeras.

|  |
| --- |
|  |

K44275

Om risk för frysning föreligger ska betong- eller ståltunnel dimensioneras för tillkommande laster som beror på att omgivande jord fryser.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Tillkommande laster då omgivande jord fryser kan utgöras av istryck eller av förhöjda jordtryck.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Skydd mot frostpåverkan kan för en betong- eller ståltunnel utföras som en dränerad omgivande fyllning med frostpassivt material eller som en separat isolering.

|  |
| --- |
|  |

Råd

Om skydd mot frostpåverkan för en betong- eller ståltunnel utförs med hjälp av en dränerad omgivande fyllning av frostpassivt material eller med hjälp av en separat isolering dimensionerad för en köldmängd med 50 års återkomsttid behöver tillkommande last orsakad av att jord fryser inte beaktas.

|  |
| --- |
|  |

1. Referenser

402/2013 CSM-RA  
 Kommissionens genomförandeförordning (EU) nr 402/2013 av den 30 april 2013 om den gemensamma säkerhetsmetoden för riskvärdering och riskbedömning och om upphävande av förordning (EG) nr 352/2009

ADR-S  
 MSBFS 2022:3 Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng

AFS 2020:1 Arbetsplatsens utformning

Air quality guidelines for Europe, WHO Regional Publications, European Series, No.91

AMA Anläggning  
Allmän material- och arbetsbeskrivning för anläggningsarbeten, Svensk Byggtjänst

BBR  
 BFS 2011:6  Boverkets Byggregler - föreskrifter och allmänna råd

Betong och brand - Rekommendationer för att förhindra spjälkning i anläggningskonstruktioner, Svenska Betongföreningen rapport nr 16

BFS 2011:10  
 Boverkets föreskrifter och allmänna råd om tillämpning av europeiska konstruktionsstandarder (eurokoder)

Brandspjälkningsprovning - Genomförande av brandspjälkningsprovning för betongkonstruktioner , Trafikverkets publikation 2024:129

Bygg om eller bygg nytt - kapitel 3 Trafikanalyser  
 Effektsamband för transportsystemet, Fyrstegsprincipen, Steg 3 av 4, 2016-04-01

Cementinjektering i hårt berg  
Eriksson M, Stille H, SveBeFo K15, 2005

Dimensionerande personantal för järnvägstunnlar och undermarksstationer, Trafikverkets Publikation 2017:106

Distribution av dricksvatten, P114, 2020

Eurokod 7 – Hur påverkas dimensionering av bergkonstruktioner, BeFo 2006

Explosionslaster vid betongtunnlar – Anvisningar för projektering av Ringen och Yttre Tvärleden, Vägverket ANV 0187

Explosionslaster i tunnlar – En vägledning, Trafikverkets publikation 2024:034

Förundersökningsdata för injekteringsdesign  
 Förundersökningsdata för injekteringsdesign: metod, råd och riktlinjer avseende sprickviddsfördelningar, BeFo Rapport 220

Geohydrologiska förundersökningar i berg, BeFo 86:1/86, 1986

Hydrogeologi för bergbyggare  
Gustafson G,  Formas T2:2009

IEG Rapport 5:2010  
 Tillämpningsdokument - Bergtunnel och bergrum

Krav Bärighetsberäkning av broar  
 TDOK 2013:0267, version 6.0, 2019-11-13

Krav − VGU  
 Vägars och gators utformning, Trafikverkets Publikation 2021:001

PBL  
Plan- och bygglag (2010:900)

Projektering av bergkonstruktioner, Trafikverkets Publikation 2019:062

Reach  
 Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 1907/2006 av den 18 december 2006 om registrering, utvärdering, godkännande och begränsning av kemikalier

Regler för automatisk brandanläggning, SBF 110, Svenska Brandskyddsföreningen 2001

RID-S  
 MSBFS 2020:10 Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på järnväg

Rock Grouting - Theories and Applications  
Stille H, BeFo 2015

Miljöbalken  
 SFS 1998:808

SFS 2006:418 Lag om säkerhet i vägtunnlar

SFS 2006:421 Förordning om säkerhet i vägtunnlar

SFS 2007:90 Vägmärkesförordningen

SFS 2010:477 Luftkvalitetsförordningen

SS 137003 Betong – Användning av EN 206 i Sverige

SS 424 14 37 Kabelförläggning i mark

SS-EN 10080  
 Armeringsstål – Svetsbart armeringsstål – Tekniska leveransbestämmelser för stång, coils, svetsat nät och armeringsbalk

SS-EN 13501-6  
 Brandteknisk klassificering av byggprodukter och byggnadselement – Del 6: Klassificering baserad på data från provning av reaktion vid brandpåverkan hos kablar

SS-EN 3-7:2004+A1:2007 Brand och räddning – Handbrandsläckare – Del 7: Egenskaper, funktionskrav och provningsmetoder

SS-EN 12715 Utförande av geokonstruktioner – Injektering

SS-EN 1317‑2:2010 Vägutrustning – Skyddsanordningar – Del 2: Klassificering, prestandakrav vid kollisionsprovning och provningsmetoder för vägräcken för fordon

SS-EN 13438:2013  
 Färg och lack - Organisk pulvermålning av galvaniserade eller sherardiserade produkter av stål för konstruktionsändamål

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 1363-1:2020 Provning av brandmotstånd - Del 1: Allmänna krav

SS-EN 1363-2 Provning av brandmotstånd - Del 2: Alternativa och kompletterande metoder

SS-EN 15528:2015 Järnvägar - Linjekategorier för hantering av samverkan mellan lastgränser för fordon och infrastruktur

SS-EN 1990  
 Eurokod – Grundläggande dimensioneringsregler för bärverk

SS-EN 1991-1-1  
 Eurokod 1: Laster på bärverk - Del 1-1 : Allmänna laster – tunghet, egentyngd, nyttig last för byggnader

SS-EN 1991-1-5  
 Eurokod 1: Laster på bärande konstruktioner - Del 1-5: Allmänna laster – Temperaturpåverkan

SS-EN 1991-1-6:2005  
 Eurokod 1: Laster på bärverk – Del 1-6: Allmänna laster – Last under byggskedet

SS-EN 1991-1-7:2006  
 Eurokod 1: Laster på bärverk – Del1-7: Allmänna laster – Olyckslast

SS-EN 1991-2  
 Eurokod 1: Laster på bärverk – Del 2 : Trafiklast på broar

SS-EN 1992-1-1  
 Eurokod 2: Dimensionering av betongkonstruktioner –Del 1-1: Allmänna regler och regler för byggnader

SS-EN 1992-2  
 Eurokod 2: Dimensionering av betongkonstruktioner – Del 2 :Broar

SS-EN 1993-1-4 2006/A1: 2015, Bilaga A  
 Eurokod 3: Dimensionering av stålkonstruktioner - Del 1-4: Rostfritt stål

SS-EN 1993-2:2006  
 Eurokod 3: Dimensionering av stålkonstruktioner - Del 2: Broar

SS-EN 1997-1:2005  
 Eurokod 7: Dimensionering av geokonstruktioner- Del1: Allmänna regler

SS-EN 206  
 Betong - Fordringar, egenskaper, tillverkning och överensstämmelse

SS-EN 671-1:2012 Brand och räddning - Fasta släcksystem - Del 1: Inomhusbrandposter med formstabil slang

SS-EN 62676-4 Larmsystem - Utrustning och system för TV-övervakning (CCTV) - Del 4: Tillämpningsanvisningar

SS-EN ISO 10684:2004 Fästelement - Varmförzinkning av fästelement

SS-EN ISO 12944-5 Färg och lack - Korrosionsskydd av stålstrukturer genom målning - Del 5: Rostskyddssystem, utgåva 4

SS-EN ISO 2813:2014 Färg och lack – Bestämning av speglande glans på icke-metallisk färgfilm vid 20 grader, 60 grader och 85 grader

SS-ISO 10208  
 Bergborrningsutrustning - Gängprofil för repgänga

SS-ISO 31000 Riskhantering - Vägledning

TDOK 2010:310 Kemiska produkter - granskningskriterier och krav för Trafikverket

TDOK 2010:311 Kemiska produkter - granskning av märkningspliktiga kemiska produkter

TDOK 2011:315 Beräkning av tjällyftning TRVMB 301

TDOK 2011:359  
 Rutinbeskrivning Vattenverksamhet

TDOK 2012:22  
 Material och varor - krav och kriterier avseende innehåll av farliga ämnen

TDOK 2012:35 Krav Digital projekthantering

TDOK 2012:36 Krav Program och verktyg för digital projekthantering Väg

TDOK 2012:37 Krav Metadata för digital projekthantering Väg

TDOK 2013:0530  Krav Obundna lager för vägkonstruktioner

TDOK 2014:1021 Riktlinje Buller och vibrationer från trafik på väg och järnväg

TDOK 2015:0166 BVH 585.30 - Personsäkerhet i järnvägstunnlar. Handbok för analys och värdering av personsäkerhet i järnvägstunnlar

TDOK 2016:0407  
  Data och dokumentation till förvaltande system - Järnväg

TDOK 2019:0172  
 Säkerhetsskyddsanalys

TDOK 2019:0210  
 Data och dokumentation till förvaltande system – Väg

TDOK 2019:0333 Digital projekthanteringsplan

TDOK 2019:0371 Anläggningsklassificering ur ett säkerhetsperspektiv

TDOK 2019:0390 Kamerabevakning i Trafikverket

TDOK 2020:0159 Inspektion av byggnadsverk

TDOK 2020:0256 Handläggning av ärenden som berör "skyddszon tunnlar"

Termiska egenskaper i jord och berg, Statens geotekniska institut 1991

TRVINFRA-00398 Banutformning

TRVINFRA-00012 Krav Banöverbyggnad - Spårsystem

TRVINFRA-00151 Belysning i järnvägsmiljö

TRVINFRA-00215  
 Inspektion av tunnel och bergkonstruktioner

TRVINFRA-00224  Krav Överbyggnad väg - Dimensionering och utformning

TRVINFRA-00263 Fysisk säkerhet väganläggning

TRVINFRA-00270 Fysisk säkerhet järnvägsanläggning

Krav Bro - Allmänna krav  
 TRVINFRA-00226 Krav Bro och broliknande konstruktion, Allmänna krav

Krav Bro - Byggande  
 TRVINFRA-00227 Krav Bro och broliknande konstruktion, Byggande

Krav Bro - Bärighetsberäkning  
 TRVINFRA-00331 Krav Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Krav Geo - Administrativa regler  
 TRVINFRA-00229 Krav Geokonstruktion, Administrativa regler

Krav Geo - Dimensionering och utformning  
 TRVINFRA-00230 Krav Geokonstruktion, Dimensionering och utformning

Krav Avvattning  
 TRVINFRA-00231 Krav Avvattning, Dimensionering och utformning

Krav Tunnelbyggande  
 TRVINFRA-00233 Krav Tunnelbyggande (detta dokument)

TSD Tunnelsäkerhet  
 Kommissionens förordning (EU) nr 1303/2014 av den 18 november 2014 om teknisk specifikation för driftskompatibilitet (TSD) avseende ”säkerhet i järnvägstunnlar” i järnvägssystemet i Europeiska unionen

TSFS 2018:57  
 Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om tillämpning av eurokoder

TSFS 2018:59  
 Transportstyrelsens föreskrifter om ändring i Boverkets föreskrifter och allmänna råd (BFS 2011:10) om tillämpning av europeiska konstruktionsstandarder (eurokoder)

TSFS 2019:93  
 Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om säkerhet i vägtunnlar m.m.

TSFS 2021:122  
Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om egenskapskrav för vägar, gator, spårvägar och   
tunnelbanor (byggregler).

Tunnelsäkerhet – Dimensionerande brandeffektkurvor i persontåg, Trafikverkets Publikation 2014:057

Utrymningsdimensionering, Boverket 2006

Ventilation av vägtunnlar, Nordiska vägtekniska förbundet 1993

Vägledning om industri- och annat verksamhetsbuller, Rapport 6538, Naturvårdsverket 2015

1. Versionslogg

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Fastställd version** | **Publicerings-datum** | **Ändring** |
| 1.0 | åååå-mm-dd | Nytt dokument. |
| **OBS! Detta är ett exempel!** | | |
| 2.0 | åååå-mm-dd | Nytt avsnitt 5.2 Exempelrubrik.  Uppdatering av avsnitt 5.1 Exempelrubrik, 5.3 Exempelrubrik och 7.2 Exempelrubrik.  Borttagning av tidigare avsnitt 6.1 Exempelrubrik.  Ersätter helt eller delvis TDOK XXXX:XXXX. |

1. Bilagor
   1. Bilaga 1 Redovisningskrav

*Förutsättning*  
*I Bilaga 1 förtecknas detaljkrav på redovisning.*

# 1 Utredningar av en bergkonstruktions förutsättningar

## 1.1 Förundersökningsrapport Berg

Förundersökningsrapport berg ska innehålla följande:

* 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 ska redovisas.
* Lägen samt grundläggningssätt och konstruktionstyp för befintliga byggnadsverk och övriga objekt, såväl ovan som under mark. Uppgift om typ av konstruktion, t.ex. industribyggnad, bostadshus, väg, tunnel, bro, försvarsanläggning, och material i bärande huvudsystem.
* Planerad väg- eller bansträckning.
* Läge och omfattning av utförda förundersökningar. Med undersökningar avses t.ex. geologisk häll- och sprickkartering, kärnborrning, seismisk undersökning, grundvattenrör, borrhålstester för vattenförlustmätning, bergspänningsmätning etc.
* Resultat av utförda undersökningar. Med resultat avses t.ex. jord- och bergnivåer, grundvattennivåer, seismiska hastigheter, från kärnborrningar erhållna sprickfrekvenser och bergarter, hydraulisk konduktivitet, resultat från bergspänningsmätningar (spänningsförhållanden vid in situ-mätningar, hållfasthetsvärden från laboratorieförsök etc.)
* Uppgift om undersökningsmetodernas noggrannhet, säkerhet och räckvidd. Protokoll över kalibreringsresultat för kontroll-, mät- och provningsutrustning som har använts vid undersökningarna ska dokumenteras.
* Eventuella anteckningar och annan information om utförda undersökningar.

## 1.2 Ingenjörsgeologisk prognos

En ingenjörsgeologisk prognos ska minst innehålla följande:

* Hänvisning till den rapport över förundersökning som prognosen grundas på.
* Ritnings- och kartunderlag från förundersökningen.
* Orienteringsbild som visar aktuellt tunnelavsnitts läge inom projektet.
* Tunnelavsnittets planerade läge i horisontal- och vertikalplan.
* Beskrivning och tolkning av jord- och bergmassa inom läge för planerad tunnel med uppgifter om:
  + markytans läge
  + bergytans läge i förhållande till planerad tunnel
  + bergarter och bergartsgränser
  + jordarter och jordartsgränser
  + sprickor och sprickgrupper med angivande av strykning, stupning, sprickfrekvens, sprickfyllnadsmaterial och sprickråhet
  + zoner med angivande av strykning och stupning
  + in-situ bergspänningsförhållanden
  + jord- och bergmekaniska hållfasthets- och deformationsegenskaper
  + bergklassificering enligt vedertaget klassificeringssystem (t.ex. Q-metoden eller RMR-systemet) se Projektering av bergkonstruktioner, Trafikverkets Publikation 2019:062.
* Hydrogeologisk systembeskrivning inom läge för planerad tunnel innehållande:
  + Grafisk redovisning av utbredning av grundvattenmagasin, barriärer, randvillkor samt tryckgradienter (t.ex. grundvattennivåer eller isolinjer)
  + jord- och bergmassans hydrauliska konduktivitet, transmissivitet och magasinskoefficient
  + Beskrivning av hydrogeologiska enheter i jord och berg baserat på geologisk stratigrafi och geomorfologi, t.ex. grundvattenmagasin i jord och krosszoner i berg
  + Beskrivning av grundvattenflöden, t.ex. flödesriktning, akviferer, källor och sänkor
  + Beskrivning och tolkning av grundvattenkemi
  + Beskrivning och tolkning av grundvattenförhållanden med uppgifter om bl.a. grundvattenytans läge och variation längs den planerade tunneln
  + Vattenbalans och grundvattenbildning inkluderande såväl naturlig som antropogen påverkan.

# 2 Konstruktionsredovisning

## 2.1 Allmänt

Ritningar eller beskrivningar ska minst innehålla följande:

* Hänvisningar till tillhörande beskrivningar och ritningar.
* Uppgift om avsedd teknisk livslängd.
* Uppgift om brandklass (i förekommande fall).
* Uppgifter om konstruktionens utförande (tillverkning, överhöjning, montering, ställningsoperationer) i den mån utförandet har betydelse för konstruktionens bärförmåga, stadga, beständighet eller utseende.
* Uppgifter om tillfälliga åtgärder, t.ex. stämpning, som behövs för att upprätthålla en konstruktions bärförmåga eller stadga under utförandet.
* Uppgifter för utsättningen (koordinater, fixpunkt etc.).
* Toleranser för sådana mått och andra mätbara egenskaper som har väsentlig betydelse för konstruktionens funktion.

## 2.2 Sammanställningsritning

Sammanställningsritning för tunnel ska redovisas i plan, profil och sektion och minst innehålla:

* geografisk information
* väg- eller spårgeometri
* tunneldata
* hydrologiska data
* geotekniska data
* anvisningar och restriktioner.

**Geografisk information**

* Norrpil.
* Koordinatsystem.
* Koordinatmarkeringar.
* Höjdsystem. Om lokalt höjdsystem används, ska dess relation till rikets höjdsystem, RH 00 eller RH 70, anges.
* Fixpunktens läge och höjd samt gällande höjdsystem. Läget ska anges som sektion och sidomått eller med koordinater.
* 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.

**Väg- eller spårgeometri**

* Linjedata som bestämmer tunnelns läge i såväl horisontal- som vertikalplan.
* Vägbanors tvärfall och tvärfallens variation.
* Eventuell rälsförhöjning.
* Profillinjens lutningsförhållanden.
* Avvattningssystem (diken, särskilda anordningar etc.).

**Tunneldata**

* Tunnels längd och fria öppningars mått (läge, bredd och höjd). För tunnel i betong eller stål ska även spännvidd vara angiven.
* Total invändig tunnelbredd, uppdelad i körbanor, vägrenar, skiljeremsor, gång- och cykelbanor etc. I uppdelningen ska utrymmen för skyddsanordningar ingå.
* Typer och tjocklekar av isolering och beläggning vid beläggning på betongkonstruktioner.
* Nivåer för tunnels underyta. För en tunnel i berg anges undre gränsen för teoretisk bergkontur. För annan tunnel anges nivån för bottenplattas undersida eller översida (vid berggrundläggning).
* Fritt utrymme (läge, bredd och höjd) ovanför tunneln, om det finns krav beträffande farled etc.
* Nivåer vid rörelsefogar och tunnelöppningar.

**Hydrologiska data**

* För relevanta vattenområden/ytvatten ska MW, LLW, HHW samt om möjligt även MLW och MHW anges. För reglerade vattendrag anges även högsta och lägsta dämningsgränser.
* Vattenföring (LLQ, MLQ, MQ, MHQ, HHQ) med angivande av källa.
* Dimensionerande vattenhastighet och strömningsriktning i vattendrag.
* Relevanta grundvattenmagasin ska anges med utsträckning och typ.
* Nivåer för grundvatten samt variationer i grundvattenyta ska anges i dessa.
* 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 dämningsgränser.
* Vattenföring (LLQ, MLQ, MQ, MHQ, HHQ) med angivande av källa.
* Dimensionerande vattenhastighet och strömriktning i vattendrag.

**Geotekniska data**

* Markprofiler, berglägen i undersökta punkter, jordartsbestämning för material i grunden, värden på de geotekniska och bergmekaniska deformations- och hållfasthetsparametrarna.
* Ungefärlig pållängd.
* Förstärkningsåtgärder för anslutande bank, t.ex. bankpålning, lättfyllning, materialutskiftning.
* Slänters, erosionsskydds och skyddsfyllningars utsträckning, lutningar, nivåer, utföranden och material.

**Anvisningar och restriktioner**

* Anläggningsdelar och angränsande anläggningar som har betydelse för tunnelns funktion, t.ex. VA-anläggningar, utrymningsvägar, nödutgångar, räddningsrum och insatsvägar.

## 2.3 Översiktsritning

Översiktsritning för tunnel ska redovisas i plan och minst innehålla

* geografisk information
* placering av använda konstruktionslösningar och installationssystem.

**Geografisk information**

* Norrpil.
* Koordinatsystem.
* Koordinatmarkeringar.
* Höjdsystem. Om ett lokalt höjdsystem används ska dess relation till rikets höjdsystem anges.
* Fixpunkt med beskrivning av läge, höjd och höjdsystem.
* Namn på två orter av betydelse, som ligger längs vägen respektive banan, ett på vardera sidan om tunneln samt riktningsangivelse, för en järnvägstunnel ska orterna vara knutpunkter.
* Orienteringsbild som visar tunnelns läge inom objektet.

**Placering av använda konstruktionslösningar och installationssystem**

* Principer för konstruktionslösningar t.ex. förstärkning och skydd mot inläckning av vatten.
* VA- och VVS-system med systemflödesscheman.
* Ventilationssystem med systemflödesscheman.
* Elkraftförsörjning, belysning, styr- och övervakning, kommunikation samt kanalisation.
* Vägutrustningar i vägtunnlar.

## 2.4 Detaljritning

### 2.4.1 Allmänt

Detaljritning som upprättas i plan ska innehålla geografisk information.

**Geografisk information**

* Norrpil.
* Höjdsystem. Om ett lokalt höjdsystem används ska dess relation till rikets höjdsystem anges.
* Fixpunkt med beskrivning av läge, höjd och höjdsystem.
* Namn på två orter av betydelse, som ligger längs vägen respektive banan, ett på vardera sidan om tunneln samt riktningsangivelse, för en järnvägstunnel ska orterna vara knutpunkter.
* Orienteringsbild som visar aktuellt tunnelavsnitts läge inom objektet.
* 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).
* tolkad information avseende jord-, berg- och grundvattenförhållanden som kan påverka arbetsutförandet
* hänvisning till ”Krav Tunnelbyggande” och andra gällande dokument, tekniska beskrivningar, arbetsbeskrivningar och eventuella kontrollplaner.

### 2.4.2 Bergkonstruktion

Detaljritningar för bergkonstruktion ska upprättas i plan, profil och sektion och minst innehålla:

* bergteknisk prognos
* bergschakt
* bergförstärkning
* begränsning av inläckande vatten (injektering)
* skydd mot inläckande vatten (inklädnad)
* skyddszon.

**Bergteknisk prognos**

Bergteknisk prognos ska redovisas i plan och profil med uppgifter om:

* bergyta
* markyta
* grundvattennivå
* bergart
* bergkvalitet
* hydraulisk konduktivitet
* injekteringsåtgärd
* förstärkningsåtgärd
* geoteknisk kategori
* inspektions- och underhållsklass
* brandskyddskategori.

**Bergschakt**

* Bergschakt och sekvenser för uttag.
* Måttsatt normalsektion för bergschakt.
* Måttsatt sektion för teoretisk bergkontur.
* Bergschaktningsgräns och gräns för teoretisk skadezon
* Restriktioner.
* Restriktioner i utförande ska vara angivna i den tekniska beskrivningen.

**Bergförstärkning**

* 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. Vid behov kompletteras redovisningen med erforderligt antal tvärsektioner.
* Geografisk fördelning av olika förstärkningsklasser kan redovisas på översiktsritningar.
* Krav på tid innan förstärkning ska vara utförd eller krav på tillåten deformation i områden med prognostiserat svagt berg.
* Krav på injekteringsbruk för bergbult och infästningselement.
* Krav på sammansättning och funktion av sprutbetong. För konstruktionen väsentliga egenskaper på sprutbetong, t.ex. tryckhållfasthet och vidhäftning mot berg ska specificeras.
* Redovisning av eventuellt behov av bergmekaniska kontroller i form av t.ex. mätningar
* Hänvisningar till utförandeanvisningar, beskrivningar, kontroller etc.

**Begränsning av inläckande vatten**

* Typ, omfattning, läge och utförande av injekteringsåtgärder t.ex. borrgeometri, injekteringsordning, injekteringstryck samt avbrottskriterier.
* Tätningsåtgärder ska anges i olika injekteringsklasser med beskrivning av åtgärder.
* Geografisk fördelning av olika injekteringsklasser.
* Egenskapskrav för injekteringsmedel.
* Krav på kontroll av utförande och injekteringsmedel.
* Krav på kontroll av uppföljning av injekteringsresultat.

**Skydd mot inläckande vatten**

* Valt system för skydd mot inläckande vatten.
* Hänvisningar till utförandeanvisningar, beskrivningar, kontroller etc.
* Infästningsanordningar.

**Skyddszon**

* Storlek, form och avgränsning.
* Skyddszonen ska dokumenteras koordinatsatt.

### 2.4.3 Installationer och övriga inredningar

Installationer och övrig inredning i en tunnel och yttre anläggningar ska redovisas som ritningar i plan- och sektion.

**Övriga uppgifter**

Kompletteringar i erforderlig omfattning.

### 2.4.4. Vägkonstruktion

Detaljritning för vägkonstruktion ska redovisa vägkroppens uppbyggnad med uppgifter om

* material
* dimensioner
* nivåer
* jämnhetsklass
* tvärfallsklass.

### 2.4.5. Bankropp

Detaljritning för bankropp ska innehålla uppgifter avseende

* banunderbyggnad inkluderande eventuell fyllning, underballast och frostisolering
* banöverbyggnad inkluderande ballast, sliper, mellanlägg, räl och befästningar
* nivåer
* tvärfall
* måttuppgifter.

## 2.5 Karteringsritning för bergkonstruktion

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**

* Norrpil.
* En orienteringsbild som visar tunnelavsnittets läge inom objektet.
* En ort av betydelse längs vägen på båda sidor om tunneln. För järnväg ska orterna vara knutpunkter.
* Markprofil och bergytans lägen längs tunnelsträckningen

**Uppgifter om berget**

* Bergarter och bergartsgränser, bergmassans struktur och konduktivitet, sprickzoner med stupning och strykning samt basinformation i tillämpliga delar enligt Ingenjörsgeologisk prognos (*Bilaga 1* avsnitt *3*).
* 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.
* Inläckande vatten.

**Uppgifter om förstärkning**

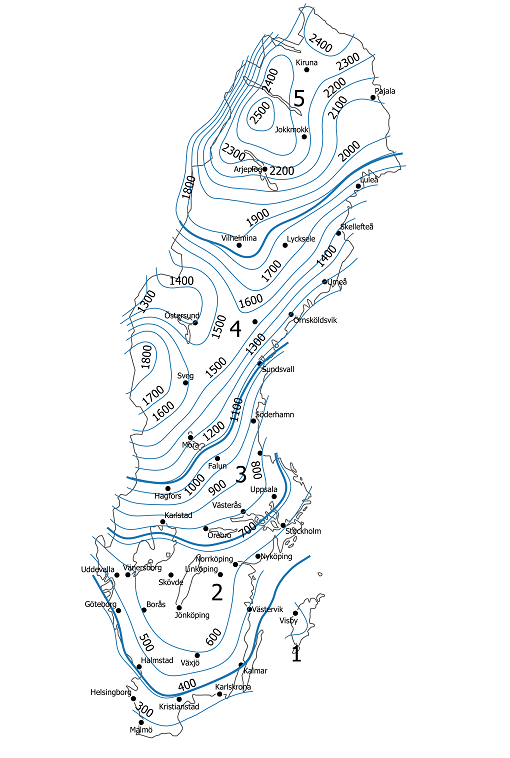
* Förstärkningsklass
* Bergbultars dimension, antal, längd och lägen samt uppgift om bultningen är selektiv eller systematisk
* Sprutbetong och gjuten betong med uppgift om tjocklek och armering.

**Uppgifter om injektering**

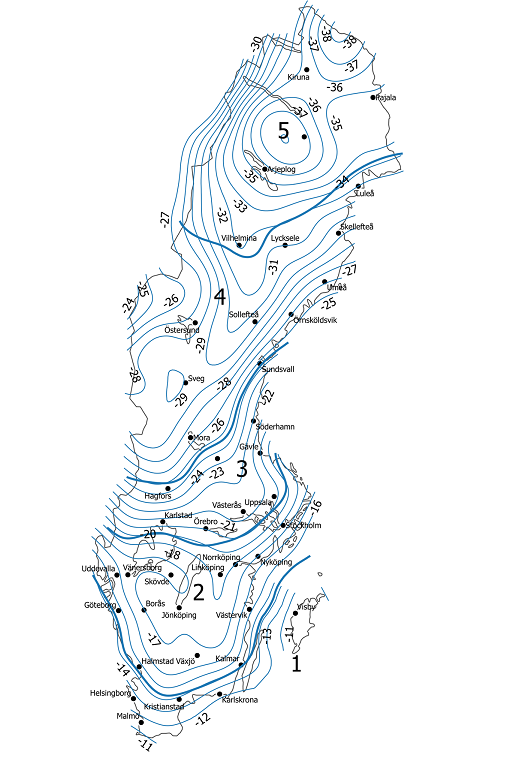
* Injekteringsklass
* Injekteringsmedel
* Förinjektering (kg cement)
* Efterinjektering (kg cement)​

**Övriga uppgifter**

* Teckenförklaring till använda symboler (eventuellt på separat ritning).
* Hänvisning till gällande version av Krav Tunnelbyggande, aktuell teknisk beskrivning och aktuella med gällande dokument, som t.ex. objektritningar, typritningar, separata arbetsbeskrivningar, spännlista, kontrollplaner och eventuellt kvalitetssystem.
* Inspektions- och underhållsklass
* Brandskyddskategori
  1. Bilaga 2 Klimatzoner



*Figur B2.1 Köldmängd utomhus med 50 års återkomsttid och klimatzoner 1-5. Referensperiod 1990/1991-2019/2020*



*Figur B2.2 Negativ dygnsmedeltemperatur utomhus med 50 års återkomsttid och klimatzoner 1-5. Referensperiod 1990/1991-2019/2020*

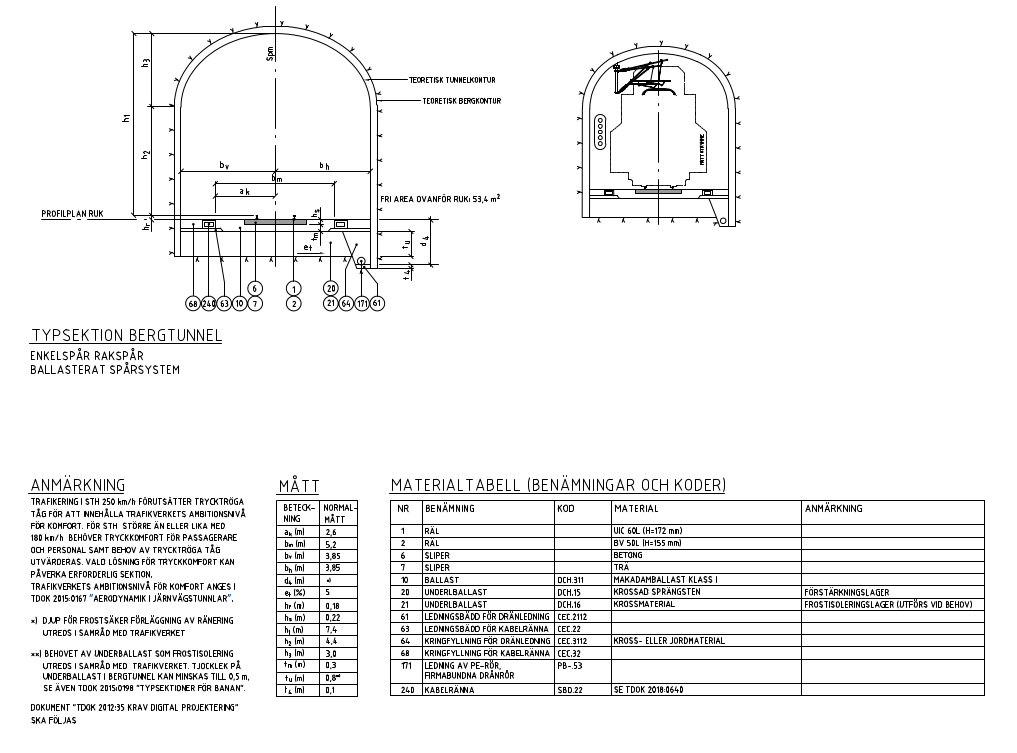
# Bilaga 3 RÅD Typritningar

Typsektioner för bergtunnel med enkelspår och dubbelspår  
visas i *Figur* *B3.1 – B3.6.*De i figurerna använda måttbenämningarna visas i *Tabell B3.1.*

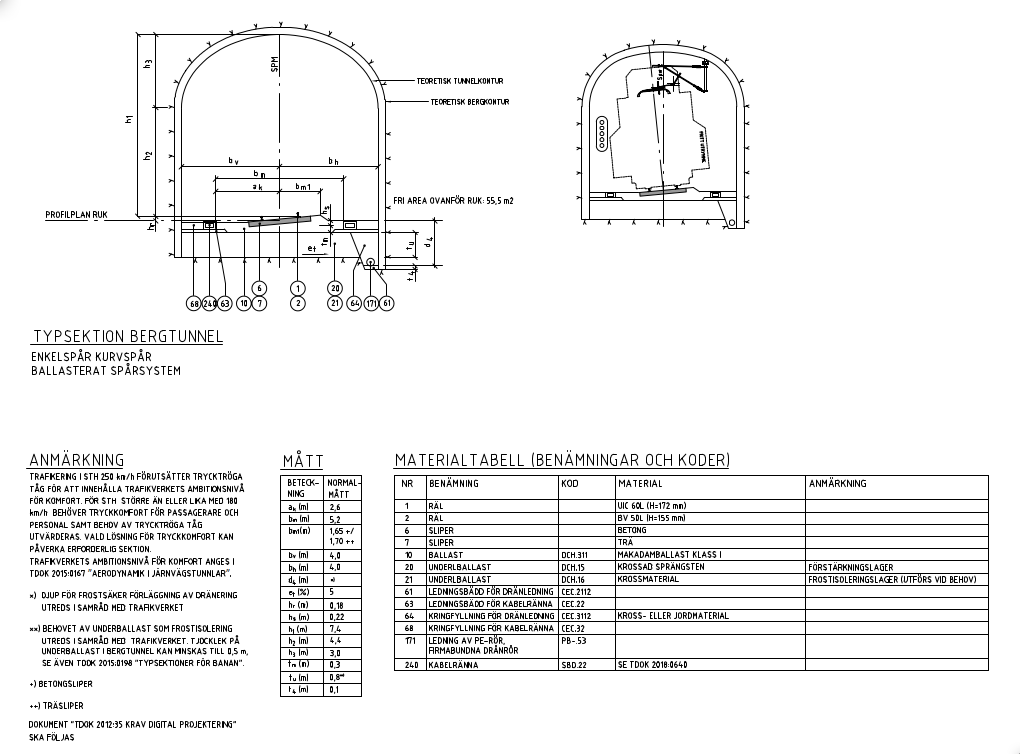
På typsektioner angivna normalmått används vid nybyggnation av järnväg. Normalmåtten för underbyggnad uppfyller krav på bärförmåga för STAX 25 ton, STVM 8,0 ton/m samt trafikering i maximal STH lika med 250 km/h.  
  
Typsektionerna inrymmer normalsektion N3.5-Ne-K enligt *TRVINFRA-00398 Banutformning*.

*Tabell B3.1 Måttbenämningar i Figur B3.1 – B3.6.*

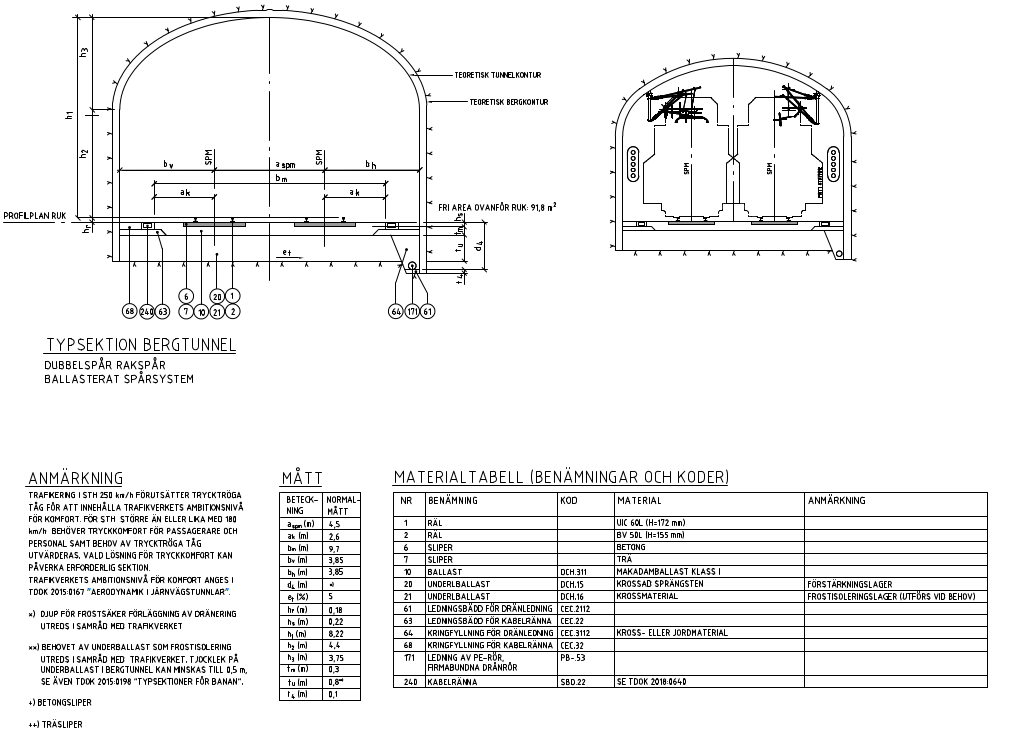
|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **BETECKNING** | **SORT** | **FÖRKLARING** |  | **BETECKNING** | **SORT** | **FÖRKLARING** |
| aspm | m | spåravstånd spm - spm |  | hr | m | höjd räl inklusive mellanlägg |
| ak | m | avstånd till innerkant kabelränna |  | hs | m | höjd sliper |
| a4 | m | avstånd från verklig spårmitt till fiktiv spårmitt |  | h1 | m | tunnelhöjd (tunneltak – RÖK) |
| a5 | m | avstånd från tunnelvägg till tunnelmitt |  | h2 | m | höjd RÖK – anfang |
| bm | m | krönbredd makadamballast |  | h3 | m | höjd anfang – tunneltak |
| bm1 | m | bredd spm - ballastkrön |  | R1 | m | radie för del av tunneltak |
| bv | m | bredd spm – underballastkrön, vänster |  | R2 | m | radie för del av tunneltak |
| bh | m | bredd spm – underballastkrön, höger |  | tm | m | tjocklek makadamballast (från underkant sliper) |
| d4 | m | djup underkant dräneringsledning, nybyggnad |  | tu | m | tjocklek underballast |
| et | % | lutning terrassyta |  | t4 | m | tjocklek ledningsbädd för dränledning |



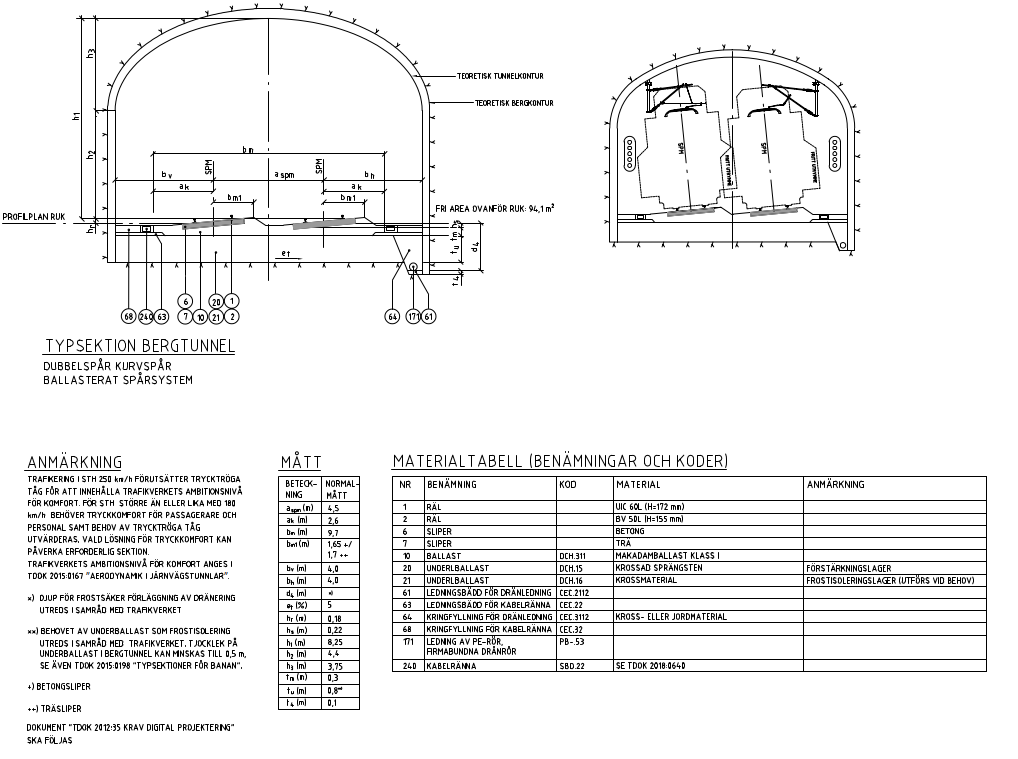
*Figur B3.1 Enkelspår, rakspår.*



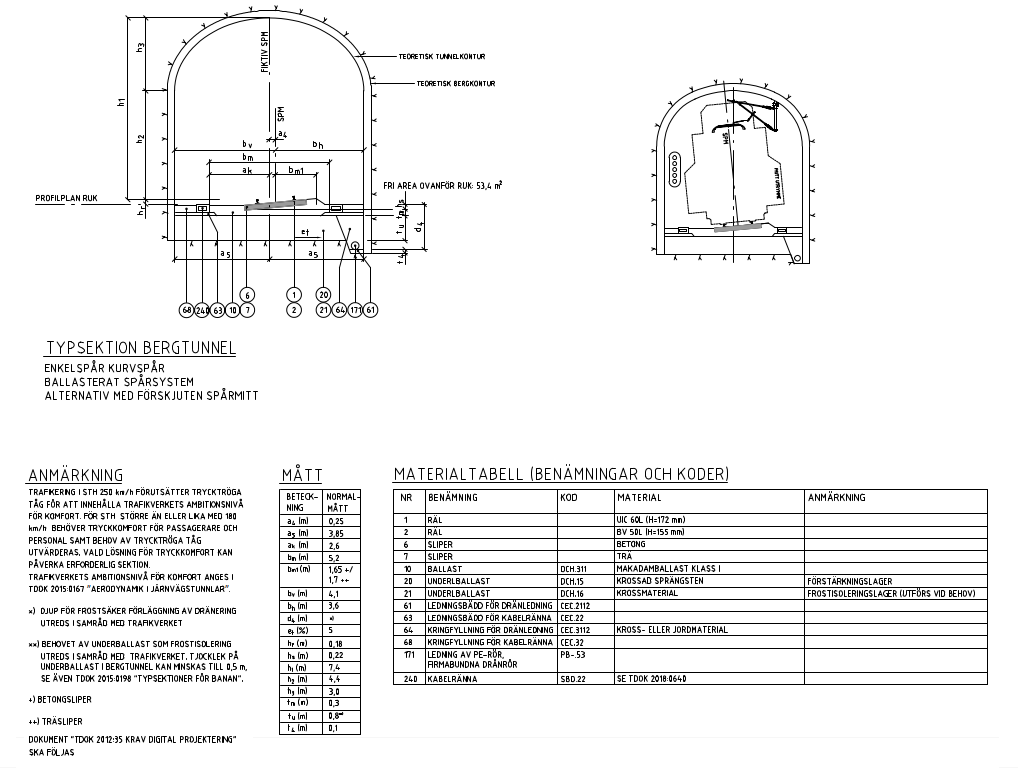
*Figur B3.2 Enkelspår, kurvspår.*



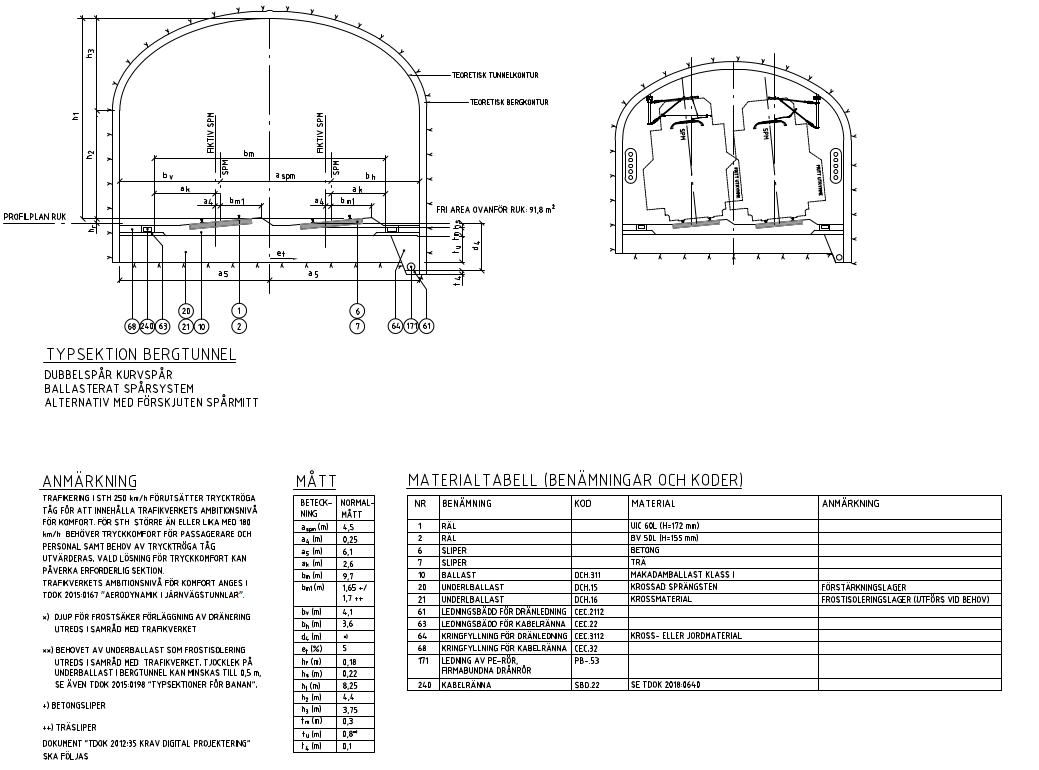
*Figur B3.3 Dubbelspår, rakspår.*



*Figur B3.4 Dubbelspår, kurvspår.*



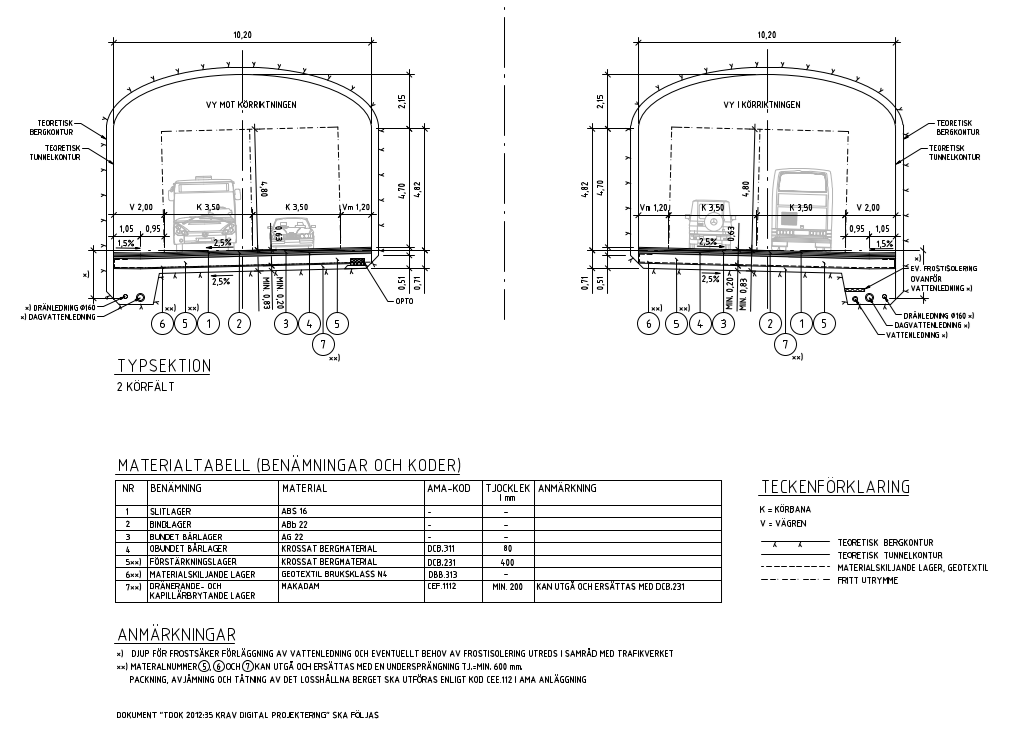
*Figur B3.5 Enkelspår, kurvspår − alternativ med förskjuten spårmitt.*



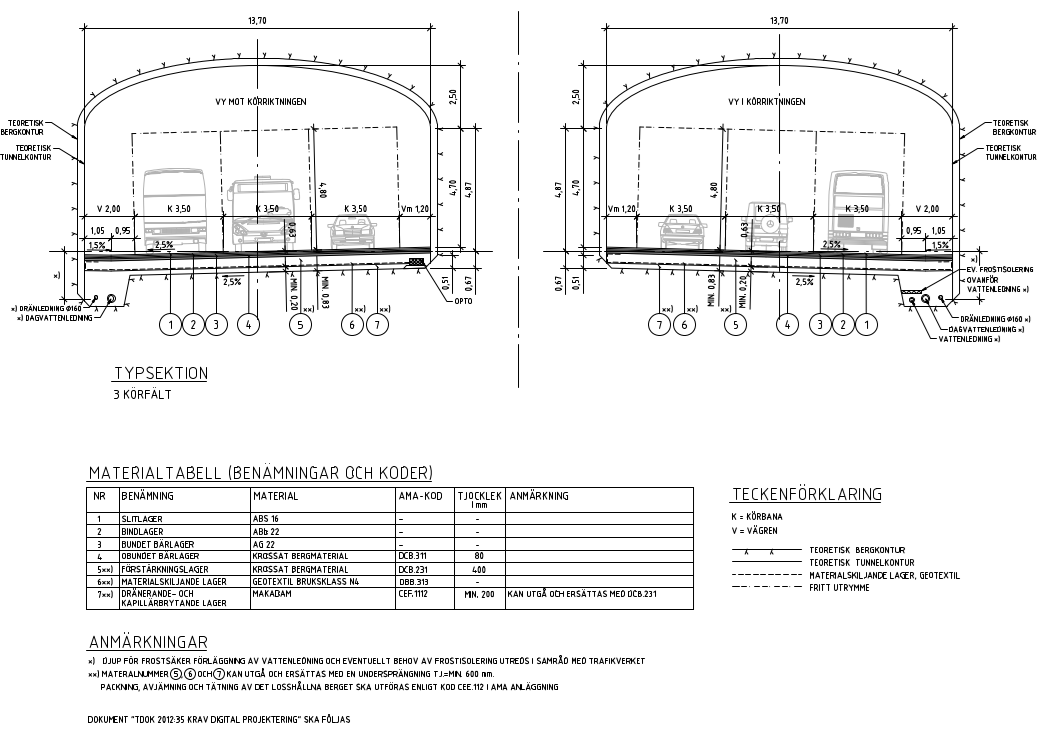
*Figur B3.6 Dubbelspår, rakspår − alternativ med förskjuten spårmitt.*

Typsektioner för vägtunnel i berg visas i *Figur* *B3.7 – B3.8.*

På typsektioner angivna mått används vid nybyggnation av väg.



*Figur B3.7 Typsektion vägtunnel, två körfält.*



*Figur B3.8 Typsektion vägtunnel, tre körfält*

Trafikverkets typritningar för dräner nr 806803-806811 kommer publiceras senare.