



Allmän teknisk beskrivning

TUNNEL 95

FÖRORD

TUNNEL 95 är en allmän teknisk beskrivning, ATB, som ska användas inom Vägverkets verksamhetsområde för tunnelobjekt upphandlade fr o m 1995-07-01.

För att i TUNNEL 95 angivna krav ska bli gällande vid upphandling måste denna ATB åberopas i förfrågningsunderlaget i beskrivningen avseende aktuellt objekt, som formellt är ett byggnadsverk ingående i Vägverkets väg- och kompletteringsprodukter.

Bärande huvudsystem i tunnel, som utförs enligt TUNNEL 95 kan förväntas få en teknisk livslängd på 80 till 120 år. Inredning och installationer kan förväntas få en livslängd på 20 till 40 år beroende av byggnadsdelens funktion.

Om andra krav eller tekniska lösningar avses tillämpas än de i TUNNEL 95 angivna kan detta medges efter godkännande av chefen för Avdelning Teknik, cVT.

TUNNEL 95 kan användas i anslutning till såväl general- som totalentreprenader.

TUNNEL 95 kommer fortlöpande att revideras så att Byggproduktförordningens (SFS 1993:1051) och Upphandlingslagens (SFS 1993:1468) krav på hänvisning till europeiska specifikationer uppfylls.

Ändringar och tillägg kommer att publiceras fortlöpande i "TUNNEL 95 - supplement".

I och med att TUNNEL 95 börjar tillämpas 1995-07-01 upphör TUNNEL 94, Förhandsutgåva, publ 1994:46 att gälla.

Borlänge i juni 1995

Bengt Jäderholm

Lars Örnfelt

1 ALLMÄNT	5
1.1 Giltighetsområde och medgällande dokument	5
1.1.1 Allmänt	5
1.1.2 Läsanvisning	6
1.2 Beteckningar och förkortningar	7
1.3 Definitioner	7
1.3.1 Allmänt	7
1.3.2 Tunnel	7
1.3.3 Byggnadsdelar	8
1.3.4 Ritningar	8
1.3.5 Rapport över förundersökning för tunnel i berg	10
1.3.6 Ingenjörgeologisk prognos för tunnel i berg	10
1.4 Redovisning av bygghandlingar	10
1.4.1 Allmänt	10
1.4.2 Rapport över förundersökning för tunnel i berg	11
1.4.3 Ingenjörgeologisk prognos för tunnel i berg	11
1.4.4 Arbetsritning	12
1.4.5 Beräkningar	15
1.4.6 Separat arbetsbeskrivning	16
1.4.7 Kontrollplan	17
1.5 Dokumentation	17
1.5.1 Allmänt	17
1.5.2 Relationshandling	17
1.6 Kontroll av bygghandling	19
1.6.1 Allmänt	19
1.6.2 Kontroll enligt alternativ 1	20
1.6.3 Kontroll enligt alternativ 2	21
1.6.4 Övrigt	22
1.7 Certifiering och verifiering av produkter	22
1.7.1 Certifiering av produkter	22
1.7.2 Verifiering av produkter	22
1.7.3 Provning och besiktning	23
1.8 Sprängplan och syneförrättning	23
1.8.1 Sprängplan	23
1.8.2 Syneförrättning	24
1.9 Drift och underhåll	24
1.9.1 Allmänt	24
1.9.2 Instruktion	24
1.9.3 Funktionskontroll	24
2 FÖRUTSÄTTNINGAR	25
2.1 Allmänt	25
2.2 Riskanalys	25

2.3 Teknisk livslängd	26
2.4 Tillgänglighet	28
2.4.1 Allmänt	28
2.4.2 Trafikteknisk standard	28
2.4.3 Transporter	28
2.4.4 Trafikanter	28
2.4.5 Drift och underhåll	29
2.5 Sidoutrymme	29
2.5.1 Utrymme för installationer	29
2.5.2 Utrymme för drift och underhåll	30
3 HÄLSA OCH MILJÖ	31
3.1 Allmänt	31
3.2 Luft	31
3.2.1 Krav	31
3.2.2 Förutsättningar	32
3.2.3 Verifiering	39
3.2.4 Kontroll	40
3.3 Vatten	40
3.3.1 Krav	40
3.3.2 Förutsättningar, verifiering, utförande och kontroll	40
3.4 Buller	41
3.4.1 Krav	41
3.5 Vibrationer	42
3.5.1 Krav	42
4 SÄKERHET VID ANVÄNDNING	43
4.1 Allmänt	43
4.2 Tunnelklass	43
4.3 Olycksförebyggande åtgärder	44
4.3.1 Geometrisk utformning	44
4.3.2 Sikt	45
4.3.3 Övervakning och styrning	45
4.3.4 Belysning	47
4.4 Skadebegränsande åtgärder	47
4.4.1 Geometrisk utformning och skyddsåtgärder	47
4.4.2 Utrymning	50
4.4.3 Räddningstjänst	53
4.5 Säkerhetsanordningar	54
4.5.1 Allmänt	54
4.5.2 Olycksförebyggande utrustning	54
4.5.3 Skadebegränsande utrustning	55

5 BÄRFÖRMÅGA, STADGA OCH BESTÄNDIGHET	60
5.1 Allmänt	60
5.1.1 Giltighetsområde och medgällande dokument	60
5.1.2 Krav	60
5.1.3 Beständighet	62
5.2 Laster	64
5.2.1 Allmänt	64
5.2.2 Permanenta laster	65
5.2.3 Variabla laster	67
5.2.4 Olyckslaster	73
5.2.5 Lastkombinationer	76
5.3 Tunnel i berg	80
5.3.1 Krav	80
5.3.2 Förutsättningar	81
5.3.3 Verifiering av motståndsförmåga	83
5.3.4 Material	86
5.3.5 Utförande	92
5.3.6 Kontroll	100
5.4 Tunnel i betong eller stål	104
5.4.1 Allmänt	104
5.4.2 Förutsättningar	105
5.4.3 Verifiering av motståndsförmåga	107
5.4.4 Material	108
5.4.5 Utförande	108
5.4.6 Kontroll	111
5.5 Inredning och vägkonstruktion	111
5.5.1 Allmänt	111
5.5.2 Inredning	112
5.5.3 Vägkonstruktion	116
5.6 Brandmotstånd	121
5.6.1 Förutsättningar	122
5.6.2 Verifiering av brandmotstånd	122
5.6.3 Material	123
5.6.4 Kontroll	123
6 INSTALLATIONER	124
6.1 Allmänt	124
6.2 Säkerhets- och mätutrustning	124
6.2.1 Krav	124
6.2.2 Förutsättningar	124
6.2.3 Material	128
6.2.4 Kontroll	129
6.3 Belysning och kraftförsörjning	129
6.3.1 Allmänt	129
6.3.2 Krav	129
6.3.3 Förutsättningar	130
6.3.4 Dimensionering	132
6.3.5 Material	132

6.3.6 Utförande	133
6.3.7 Kontroll	133
6.4 Ventilation av trafiktunnlar	134
6.4.1 Krav	134
6.4.2 Förutsättningar	134
6.4.3 Dimensionering	138
6.4.4 Utförande	139
6.4.5 Kontroll och inspektion	139
6.5 Vatten och avlopp	140
6.5.1 Allmänt	140
6.5.2 Krav	140
6.5.3 Förutsättningar	141
6.5.4 Dimensionering	145
6.5.5 Material	145
6.5.6 Utförande och kontroll	145
6.6 Övrig vägutrustning	145
6.6.1 Vägmarkering och visuell ledning	145
6.6.2 Vägmärken	146
6.6.3 Trafiksignaler	146
6.6.4 Master, stolpar och portaler	147
6.6.5 Avstängningsanordningar	147
6.6.6 Räcken	147
7 FÖRTECKNING	148
7.1 Föreskrifter och allmänna råd	148
7.2 Vägverkspublikationer	149
7.3 EXTERNA PUBLIKATIONER	152
7.4 Standarder och metodbeskrivningar	155
7.4.1 Svenska standarder och metodbeskrivningar	155
7.4.2 Utländska standarder och metodbeskrivningar	157
7.5 Bilagor	158

1 Allmänt

1.1 Giltighetsområde och medgällande dokument

1.1.1 Allmänt

Tunnelanläggningar inom Vägverkets verksamhetsområde ska projekteras, konstrueras och utföras enligt krav angivna i detta dokument, TUNNEL 95, jämte medgällande dokument. TUNNEL 95 omfattar följande kapitel.

1. Allmänt
2. Förutsättningar
3. Hälsa och miljö
4. Säkerhet vid användning
5. Bärförmåga, stadga och beständighet
6. Installationer
7. Förteckning.

TUNNEL 95 gäller för tunnel av betong eller stål, vars längd överstiger 100 m och för tunnel i berg oberoende av längd.

Krav i TUNNEL 95 gäller såväl enskilt tunnelrör som system av tunnelrör.

Om en tunnel byggs i etapper, ska kraven i TUNNEL 95 uppfyllas såväl i varje etapp som i slutlig utbyggnad.

Detta gäller t ex utformning av ventilationsanläggning och geometrisk utformning.

Teknisk(a) beskrivning(ar) utgör del(ar) av förfrågningsunderlaget gentemot entreprenören och ska upprättas för varje tunnelobjekt. I den tekniska beskrivningen ska man bl a ange omfattningen av tunnelarbetena, särskilda yttre förhållanden som kan påverka arbetena, beräkningsförutsättningar etc. Vidare ska godtagna avsteg från bindande krav i samt kompletteringar till TUNNEL 95 framgå. I denna anges när beställaren ska ställa särskilda krav i den tekniska beskrivningen (se även avsnitt 1.1.2).

Medgällande dokument angivna i kapitel 7 gäller normalt med den juridiska status som anges i dem. Vid motstridiga krav i TUNNEL 95 och krav angivna i medgällande dokument gäller krav i TUNNEL 95, såvida inte det åberopade dokumentet ingår i Vägverkets Författningssamling (VVFS) eller annan myndighets författningssamling.

Som upplysning sker i TUNNEL 95 i särskilda fall hänvisning till dokument i andra myndigheters författningssamling.

Om inte annat anges i den tekniska beskrivningen gäller vid tillämpningen av BBK 94, BKR 94, kapitel 4,5 och 9, samt BSK 94 att all text i dessa publikationer är kravtext.

TUNNEL 95 kan tillämpas även på befintliga tunnlar. Samråd med Vägverket, Avdelning Teknik, bör ske. Kraven bör tillämpas med viss urskiljning med hänsyn till normalt begränsade möjligheter till ingrepp i befintliga tunnlar. Möjligheterna att uppfylla t ex krav i kapitel 4, Säkerhet vid användning, och i kapitel 3, Hälsa och miljö, bör alltid undersökas.

1.1.2 Läsanvisning

Texten i TUNNEL 95 är uppdelad i bindande krav samt råd och kommentarer till kraven. Råd och kommentarer är redigerade som indragen och kursiv text. Råden är skrivna i bör-form och i kan-form. Bör-formen används då rådet innebär en stark rekommendation.

Krav avseende en och samma funktion, utrustning etc kan vara redovisade i flera kapitel.

För t ex säkerhetsanordningar återfinns övergripande krav i kapitel 4 och krav på utformning m m i kapitel 6.

Åberopade dokument anges i text med titel eller förkortning samt i förekommande fall även med hänvisning till kapitel, avsnitt, punkt etc.

Exempel på angivelse är Vägverkets publikation Vägutformning 94, del 8, kapitel 8.4, BRO 94, 42.321.

TUNNEL 95 indelas i kapitel (x), avsnitt (x.x och x.x.x) samt punkt (x.x.x.x och x.x.x.x.x). Hänvisning inom TUNNEL 95 sker efter denna princip.

I de fall det anges att ”krav anges i den tekniska beskrivningen” gäller att ifrågavarande avsnitt/punkt ska beaktas av den som upprättar den tekniska beskrivningen.

1.2 Beteckningar och förkortningar

I TUNNEL 95 används följande begrepp och förkortningar för organisationsenheter i Vägverket.

- ”Vägverket” Vägverkets Väg- och Trafikregioner
- ”Vägverket, VT” Vägverket, Division Väg & Trafik, Avdelning Teknik
- ”Vägverket, VTt” Vägverket, Division Väg & Trafik, Avdelning Teknik, Sektion Tunnelteknik
- ”Vägverket, VTb” Vägverket, Division Väg & Trafik, Avdelning Teknik, Sektion Broteknik
- ”Vägverket, VTC” Vägverket, Division Väg & Trafik, Avdelning Teknik, Certifieringssekretariat.

Beteckningar och förkortningar i övrigt förklaras i anslutning till texten.

1.3 Definitioner

1.3.1 Allmänt

Termer som inte särskilt förklaras i TUNNEL 95 eller i medgällande dokument har den betydelse, som anges i Tekniska Nomenklaturcentralens, TNC, publikationer, vilka redovisas i avsnitt 7.3.

1.3.2 Tunnel

Tunnel är en passage, som omges av berg, jord eller vatten och som mynnar i dagen eller som förbinder utrymmen under mark med varandra eller med dagen.

I TUNNEL 95 avses med tunnel såväl trafiktunnel som stadigvarande anordning, som erfordras för trafiktunnelns bestånd, brukande och underhåll. Termen tunnelanläggning används i TUNNEL 95 som gemensam benämning för trafiktunnel och tillhörande anordningar.

Exempel på stadigvarande anordning är sidoutrymme enligt avsnitt 2.5 och utrymningsväg enligt avsnitt 4.4.2.

Tunnel ingår i begreppet konstbyggnad inom Vägverkets verksamhetsområde.

Exempel på andra konstbyggnader är bro, stödmur, påldäck och färjeläge.

1.3.3 Byggnadsdelar

Med byggnadsdel avses en funktionstekniskt avgränsad enhet som ingår i tunnelanläggning.

Till tunnels bärande huvudsystem räknas byggnadsdelar som nyttjas för att säkerställa tunnels bärförmåga, stadga och beständighet samt fribärande trafikbelastade byggnadsdelar.

Till tunnels bärande huvudsystem räknas även berg och jord i den omfattning dessa omgivande material nyttjas för att säkerställa tunnels bärförmåga, stadga och beständighet.

Till inredning hänförs byggnadsdel, som inte ingår i det bärande huvudsystemet, men vars bärförmåga, stadga och beständighet ska verifieras.

Exempel på inredning är vägkonstruktion, inklädnad, innertak, innerväggar och skyddsanordning.

Till installation räknas utrustning, som erfordras för tunnels användning för avsett ändamål.

Exempel på installation är ventilationsanläggning, belysningsanläggning, utrustning för övervakning och styrning samt utrustning för el, VVS, tele- och radiokommunikation.

Installation är en byggnadsdel.

1.3.4 Ritningar

1.3.4.1 Allmänt

Ritningar över tunnelanläggningar benämns i Vägverkets verksamhet enligt nedan.

- Sammanställningsritning enligt punkt 1.3.4.2
- Detaljritning enligt punkt 1.3.4.3
- Bergritning enligt punkt 1.3.4.4
- Karteringsritning för tunnel i berg enligt punkt 1.3.4.5
- Standardritning enligt punkt 1.3.4.6
- Typritning enligt punkt 1.3.4.7.

Arbetsritning är ett gemensamt begrepp för sammanställningsritning, detaljritning och bergritning samt standardritning.

1.3.4.2 Sammanställningsritning

Sammanställningsritning är en av Vägverket, VTt, stämplad arbetsritning, som visar en tunnelanläggning i dess helhet eller ett installationsystems principiella uppbyggnad, se även punkt 1.4.4.2.

1.3.4.3 Detaljritning

Med detaljritning avses en av Vägverket, VTt, stämplad arbetsritning, som visar en byggnadsdel med erforderliga detaljer, se även punkt 1.4.4.3.

Beträffande begreppet byggnadsdel, se avsnitt 1.3.3.

Exempel på detaljritningar är mått- och armeringsritningar för betong- och stålkonstruktioner, maskinritningar, ritningar över byggnadsdelar ingående i installationsutrustning, ritningar över infästningsdetaljer samt ritningar som visar vägkonstruktions uppbyggnad och material.

1.3.4.4 Bergritning

Med bergritning avses en av Vägverket, VTt, stämplad arbetsritning för tunnel i berg. Bergritning visar tolkad information avseende bergförhållanden och grundvattenförhållanden samt förstärknings- och tätningsåtgärder etc, se även punkt 1.4.4.4.

1.3.4.5 Karteringsritning för tunnel i berg

Med karteringsritning avses en relationsritning, som redovisar resultatet av bergkartering efter sprängning samt slutligt utförda förstärknings- och tätningsåtgärder, se även punkt 1.4.4.5.

1.3.4.6 Standardritning

Med standardritning avses en av Vägverket, VTt, stämplad arbetsritning som visar standardiserat utförande av en byggnadsdel eller konstruktionsdel.

Exempel på standardritning finns i Vägverkets publikation Förteckning över gällande standard-, grupp- och typritningar.

1.3.4.7 Typritning

Med typritning avses en av Vägverket, VTt, stämplad ritning som visar ett utförande av en byggnadsdel eller konstruktionsdel.

Typritning är avsedd att tjäna som ledning vid upprättande av arbetsritning.

Exempel på typritning finns i Vägverkets publikation Förteckning över gällande standard-, grupp- och typritningar.

1.3.5 Rapport över förundersökning för tunnel i berg

Med rapport över förundersökning avses redovisning av insamlad faktisk information om jord, berg och vatten.

Förundersökningen utgör underlag för upprättande av den ingenjörgeologiska prognosen.

1.3.6 Ingenjörgeologisk prognos för tunnel i berg

Med ingenjörgeologisk prognos avses en sammanfattande beskrivning av jord, berg och vatten samt en bedömning av parametrar och delegenskaper.

Prognosen utgör underlag för upprättande av bergritning.

1.4 Redovisning av bygghandlingar

1.4.1 Allmänt

1.4.1.1 Bygghandling

Bygghandling omfattar följande handlingar för alla byggnadsdelar enligt avsnitt 1.3.3.

- a) Arbetsritningar enligt avsnitten 1.3.4 och 1.4.4.
- b) Beräkningar enligt avsnitt 1.4.5.
- c) Separata arbetsbeskrivningar enligt avsnitt 1.4.6.
- d) Kontrollplaner enligt avsnitt 1.4.7.

För tunnel i berg omfattar redovisningen också följande handlingar.

- e) Rapport över förundersökning enligt avsnitt 1.4.2.
- f) Ingenjörgeologisk prognos enligt avsnitt 1.4.3.
- g) Karteringsritning enligt avsnitt 1.4.4.

I Administrativa Föreskrifter (AF) bör fördelningen av samordningsansvar mellan beställare och entreprenör anges. Om ansvaret åläggs entreprenör bör det av dennes kvalitetsplan framgå för samordningen ansvariga personer samt rutiner för samordningens genomförande.

1.4.1.2 Materialkrav

Originalexemplar av arbetsritning upprättas på ritfilm, som uppfyller Riksarkivets föreskrifter.

Originalexemplar av övriga bygghandlingar framställs på papper och med skrivmedel, som uppfyller Riksarkivets föreskrifter.

Se Statens Provningsanstalts förteckning över godkända material, SP-INFO 1994:01. För annan ritning än sammanställningsritning enligt punkt 1.4.4.2 godtas andra ritfilmer än enligt ovan.

1.4.1.3 Identifiering av handling

Rapport över förundersökning enligt avsnitt 1.4.2, ingenjörgeologisk prognos enligt avsnitt 1.4.3, konstruktionsberäkning och bergmekanisk beräkning/utredning enligt punkt 1.4.5.2, luftkvalitetsberäkning enligt punkt 1.4.5.4, separat arbetsbeskrivning enligt avsnitt 1.4.6 samt kontrollplan enligt avsnitt 1.4.7 ska vara försedda med följande identifieringsuppgifter.

- a) Huvudrubrik med konstbyggnadens namn, konstbyggnadsnummer och vägnummer enligt Vägverkets beteckning samt kommun och län.
- b) Signerad firmastämpel eller underskrift av för handlingen ansvarig person samt datum. Vid revidering anges datum för denna.

1.4.2 Rapport över förundersökning för tunnel i berg

För tunnel i berg ska förundersökning utföras och rapport upprättas. Rapporten ska innehålla de uppgifter, som framgår av bilaga 7.5.1.1, se även punkt 5.3.3.2.

Förundersökningen påbörjas normalt i ett tidigt projekteringsskede och kompletteras under efterföljande skeden (arbetsplan etc). I rapporten sammanfattas resultaten av undersökningarna.

Rapporten ska vara tydligt upprättad och försedd med uppgifter och hänvisningar till de undersökningsmetoder som använts i sådan omfattning att den lätt kan kontrolleras.

Rapport ska vara upprättad i format A4 med kartor och ritningar nedvikta till format A4.

1.4.3 Ingenjörgeologisk prognos för tunnel i berg

För tunnel i berg ska prognos upprättas och innehålla de uppgifter, som framgår av bilaga 7.5.1.2.

Prognos utförs normalt efter varje förundersökningsskede, jämför avsnitt 1.4.2.

Den ingenjörgeologiska prognosen ska åtföljas av en värdering av osäkerheter i bedömningen, se även punkt 5.3.3.3.

Prognosen ska vara tydligt upprättad och försedd med uppgifter om vilka antaganden och tolkningar som gjorts så att den lätt kan kontrolleras. Det ska klart framgå vad som är tolkad och faktisk information.

Om antaganden, formler, tabellvärden etc använts som inte kan anses vara allmänt kända bör förklaring och härledning eller litteraturhänvisning lämnas.

Rapport ska vara upprättad i format A4 med bilagor och kartor nedvikta till format A4.

1.4.4 Arbetsritning

1.4.4.1 Allmänt

Arbetsritningar ska upprättas i enlighet med svensk standard.

Aktuella standarder framgår av förteckning i BRO 94, kapitel 94.

I BST 110 finns en översikt över aktuella standarder för byggritningar.

Vägledning vid upprättande av ritningar kan hämtas ur Vägverkets publikation 1994:77, Ritteknisk handbok.

Det rittekniska utförandet ska vara sådant att arbetsritningen kan mikrofilmats med tillfredsställande resultat. Krav i SS-ISO 6428 ska uppfyllas.

Ritning ska utföras i något av formaten A1, A1F, A2, eller A3 enligt SS 03 22 05.

Format A1 bör användas.

Ritningar upprättas i skala enligt SS-EN ISO 5455.

För armeringsritning bör skala 1:50 användas.

Ritningar ska, utöver vad som anges i SS 03 22 08, förses med följande uppgifter.

- a) Huvudrubrik med konstbyggnadens namn, konstbyggnadsnummer och vägnummer enligt Vägverkets beteckning samt kommun och län.
- b) I förekommande fall uppgift om entreprenörens namn, om ritningen inte upprättats av denne.
- c) Skallinjer för använda skalor.

Uppgifterna enligt a och b ska placeras i fält 11 i namnrutan enligt SS 03 22 08. Skalorna enligt c ska placeras inom ritfältet enligt SS 03 22 08.

Inom det hörnfält, som förblir synligt även efter ritningens vikning, ska lämnas ett utrymme utan text etc med bredden 110 mm och höjden 150 mm.

Utrymmet är avsett för Vägverkets, VTt, stämpel.

Ändringstabellen enligt SS 03 22 08, figur 5, kan lämpligen förlängas med rutor för signum av Vägverket, VTt, samt datum för signum.

På arbetsritning får hänvisning inte göras till typritning.

1.4.4.2 Sammanställningsritning

Sammanställningsritning(ar) över tunnelanläggning ska upprättas och innehålla uppgifter enligt bilaga 7.5.1.3. Till sammanställningsritning räknas även ritning, som visar typsektion(er) av tunneln.

Sammanställningsritning(ar) över installationssystem ska upprättas. På ritning visas systemets funktion med hänvisning till detaljritningar och till sammanställningsritning(ar) över tunnelanläggningen.

Exempel på sådana installationssystem är ventilationssystem, VA-system och belysningsystem.

1.4.4.3 Detaljritning

Detaljritningar ska upprättas för bärande huvudsystem, inredning och installationer.

På detaljritning för betong- respektive stålkonstruktion ska förutom erforderliga uppgifter enligt BBK 94, respektive BSK 94 uppgifter enligt bilaga 7.5.1.4 införas.

På detaljritning för vägkonstruktion ska väggroppens uppbyggnad redovisas med uppgifter om material, tjocklekar, jämnhetsklass och tvärfallsklass.

Uppbyggnaden visas lämpligast med ett antal typsektioner, eventuellt kompletterande med tabeller.

På ritningen införs uppgifter i tillämpliga delar enligt bilaga 7.5.1.4.

För installationer i standardutförande ska leverantörens ritningar med fullständig specifikation redovisas. För installationer, som inte är i standardutförande, ska fullständiga maskinritningar eller motsvarande upprättas. Ritningarna kompletteras med detaljritningar över infästningsanordningar m m samt med översiktsritningar, som visar installationens inplacering i aktuellt utrymme.

Med standardutförande avses installation som ingår i leverantörs lagarsortiment med specificerade data och prestanda.

Ritningar från leverantör av installation och tillhörande detaljritningar ska samordnas, dvs informationsutbyte mellan leverantör och den för detaljritningarna ansvarige konstruktören förutsätts ske.

Motivet för detta krav är ett säkerställande av att behov av utrymme tillgodoses för installationen samt att infästnings-element etc dimensioneras för uppträdande laster.

För elutrustning ska ritningarna med tillhörande handlingar innehålla bl a uppgifter enligt BRO 94, 80.43.

På detaljritning för inredning ska uppgifter i tillämpliga delar enligt punkt 1.4.4.3 införas.

1.4.4.4 Bergritning

Tunnel i berg redovisas med avseende på förstärknings- och tätningsåtgärder etc på bergritning. Bergritning ska innehålla de uppgifter, som framgår av bilaga 7.5.1.5.

Bergritning är före tunneldrivningens påbörjande en ritning grundad på en ingenjörgeologisk prognos enligt avsnitt 1.3.6.

Om resultatet av bergkarteringen efter utsprängning visar att på bergritningen angivna förhållanden och uppgifter väsentligt ändrats, ska bergritningen revideras.

På bergritningen indelas tunneln in i avsnitt med likartade förstärknings- och tätningsförhållanden med väl definierade förstärknings- och tätningsklasser med avseende på åtgärder.

Bergritning kompletteras i erforderlig omfattning med detaljritning avseende bultinfästning, sprutbetongförstärkning etc enligt punkt 1.4.4.3.

1.4.4.5 Karteringsritning för tunnel i berg

Karteringsritning ska upprättas fortlöpande och redovisa uppgifter enligt bilaga 7.5.1.6. Vid redovisningen delas tunneln in i lämpliga avsnitt.

Uppgifterna ska omfatta den ingenjörgeologiska basinformationen med indelning i bergtekniska avsnitt, t ex efter RMR eller Q-index. Karteringen av dessa uppgifter ska utföras direkt efter utsprängning.

Berg som av säkerhetsskäl måste förstärkas under byggnadstiden med t ex sprutbetong ska karteras innan berget döljs.

Karteringsritning ska också innehålla detaljerade uppgifter om slutligt utförda förstärknings- och tätningsåtgärder.

Karteringen ingår som en viktig del i verifieringen av berg-tunnels motståndsförmåga, se kapitel 5, och utgör dessutom underlag för framtida inspektioner och underhåll.

Vägledning för upprättande av karteringsritning kan hämtas ur Vägverkets publikation Bergteknik, Anvisning för redovisning, ANV 0083. Kartering av berget och åtgärder bör om möjligt redovisas på samma ritning.

På karteringsritning införas text enligt punkt 1.5.2.3.

1.4.5 Beräkningar

1.4.5.1 Allmänt

Beräkningar/utredningar avseende dimensionering av bärande huvudsyst-
tem, inredning och installationer ska upprättas.

1.4.5.2 Konstruktionsberäkning

Beräkning/utredning ska vara tydligt upprättad och försedd med figurer
och förklarande text, hänvisningar och uppgifter om lastantaganden etc i
sådan omfattning att den lätt kan kontrolleras.

*Om beräkningssätt, formler, antaganden eller tabellvärden
används, som inte kan anses allmänt kända, bör förklaring
och härledning eller litteraturhänvisning lämnas.*

Konstruktionsberäkning/utredning ska upprättas i format A4.

Bilagor kan upprättas i format A3, som viks till format A4.

1.4.5.3 Datorberäkning

Till beräkning, som utförts med dator, ska fogas en programbeskrivning,
som ska innehålla följande uppgifter

- a) Programnamn med uppgift om aktuell programversion
- b) Programmets allmänna förutsättningar och begränsningar
- c) Beräkningsmetoder, beräkningsgång och materialmodeller inklusive
införda approximationer
- d) Teckenregler
- e) Resultatets redovisning inklusive beteckningar på storheter, konstruk-
tionsdelar och lastkombinationer.

Beskrivningen ska även innehålla beräkningsexempel samt belysa inverkan av eventuella approximationer.

Resultatutskriften ska innehålla följande uppgifter.

- f) Uppgifter om objekt och programnamn samt datum för beräkning
- g) Revideringsbeteckning eller senaste revideringsdatum för programmet
- h) Innehållsförteckning
- i) Sidnumrering
- j) Fullständiga uppgifter om ingångsvärden och måttenheter
- k) De till respektive delresultat hörande beteckningarna på konstruktionsdel och tvärsektion samt på lastkombination

Redovisning ska ske av sådana viktiga mellanled, som är nödvändiga för att beräkningen ska kunna följas.

Datorberäkningen ska kompletteras med kontroll av beräkningsresultaten genom rimlighetsvärderingar, t ex i form av stickprov och statiska jämviktskontroller.

Utskriften bör vara i format A4 eller nedvikt till detta format.

1.4.5.4 Luftkvalitetsberäkning

Redovisning av beräkningar avseende luftkvalitet ska omfatta:

- emissionsberäkningar
- ventilationstekniska beräkningar
- spridningsberäkningar
- beräkning av nivå för utsläpp från ventilationstorn.

Använda beräkningsmodeller ska redovisas. För beräkningarna gäller krav enligt punkt 1.4.5.2.

För datorberäkning gäller krav enligt punkt 1.4.5.3 i tillämpliga delar.

1.4.6 Separat arbetsbeskrivning

I de fall separat arbetsbeskrivning upprättas ska den åberopas på arbetsritning.

Exempel på separat arbetsbeskrivning är arbetsbeskrivning för schaktarbeten, sprutbetongarbeten och bultmontage.

Spännlista behandlas som separat arbetsbeskrivning och ska innehålla uppgifter enligt BBK 94, 1.4.4.

Format A4 ska användas för separat arbetsbeskrivning.

Bilagor kan i undantagsfall utföras i format A3 som viks till format A4.

1.4.7 Kontrollplan

Utöver grundkontroll enligt BBK 94 och BSK 94 ska tilläggskontroll utföras enligt upprättade kontrollplaner.

Kontrollplan bör upprättas av konstruktör/bergprojektör i samråd med entreprenör samt Vägverket.

Kontrollplan ska innehålla en allmän del och en teknisk del.

Den allmänna delen ska innehålla uppgifter om:

- omfattning av tilläggskontroll
- krav på speciell dokumentation utöver den i avsnitt 1.5 angivna
- krav på rapportering av eventuella avvikelser från kontrollplanen
- speciella förutsättningar för kontrollplanen.

Den tekniska delen ska innehålla detaljerade krav för hur tilläggskontrollen ska utföras för känsliga och utsatta delar i en tunnelanläggning. Vidare ska omfattningen av sådana kontrollåtgärder som föranleds av speciella förfaranden anges.

Obligatoriska punkter i kontrollplanen framgår för grundläggning av BRO 94, 35.2, för betongkonstruktioner av BBK 94, 9.6.4 och för stålkonstruktioner av BSK 94, 9:7.

I teknisk beskrivning ska anges tillkommande krav på kontrollplanens innehåll för bergtunnel och för installationer utöver de krav, som föranleds av TUNNEL 95.

1.5 Dokumentation

1.5.1 Allmänt

Utöver redovisning av bygghandling enligt avsnitt 1.4 ska tunnelarbeten dokumenteras med redovisning av rådande grundförhållanden och med relationshandlingar enligt avsnitt 1.5.2.

I förfrågningsunderlaget anges om entreprenören ska upprätta underlag för eller tillhandahålla relationshandlingar samt tidpunkter för leverans.

1.5.2 Relationshandling

1.5.2.1 Allmänt

Relationshandling ska upprättas för samtliga bygg- och reparationsobjekt och undertecknas av ansvarig arbetsledare hos entreprenören.

Relationshandling ska föreligga i god tid före slutbesiktning.

I relationshandlingen ska i förekommande fall anges om provisorisk konstbyggnad ligger kvar för permanent nyttjande eller har rivits ut alternativt avstängts.

Exempel på sådan konstbyggnad är arbetstunnel under byggskedet.

Arbete ska, även om inte stämplad arbetsritning eller arbetsbeskrivning krävs, dokumenteras med sådan handling i original eller med hänvisning till standardutförande.

Relationshandling består i tillämpliga delar av:

- förteckning över aktuella handlingar
- arbetsritningar i original (ovikta)
- arbetsbeskrivningar
- röntgenfilmer, röntgenfilmplaner och kontrollintyg
- pålningsprotokoll och pålplan (inmätning)
- betonggjutningsjournaler
- provningsintyg och kontrollresultat
- protokoll från bultsättning
- ifyllda spännlistor
- protokoll från spännkabelinjektering
- ifyllda kontrollplaner
- kontrollrapporter avseende stålkonstruktioner, maskineri, installationer
- ritningar, tabeller och diagram över bergkartering
- mätprotokoll
- protokoll från syneförrättning (se avsnitt 1.8.2)
- redovisning av använda material och utföranden vid tätningsåtgärder
- installationsspecifikationer
- instruktioner avseende drift och underhåll, enligt avsnitt 1.9.

På originalritningarna ska redovisas:

- för- och efterinjektering (material, tryck, volym och tidsangivelse), uppmätta inläckningsmängder med sektionsangivelse och tidpunkt
- vid grundläggning på berg, höjder för bottenplattas överyta
- pålars verkliga lägen och lutningar
- typ och beteckning på spännsystem
- använd typ av tillsatsmedel i betong
- fogöppningar

- avvägningar och inmätningar enligt punkt 5.4.2.5
- beteckning på färgsystems ingående delar samt kulör på yttersta färgskiktet.

När det på arbetsritning eller på Vägverkets standardritning anges att likvärdigt material kan användas, eller hänvisning gjorts till material i TUNNEL 95 eller medgällande dokument, ska valt material anges på relationsritning.

Eventuella avsteg från stämplad arbetsritning ska vara införda på relationsritning.

I ritningsförteckningen på sammanställningsritning ska Vägverkets ritningsbeteckningar anges.

1.5.2.2 Mätprotokoll

Mätprotokoll avseende inmätning av tunnel ska utöver mätresultaten innehålla datum för mätningen samt uppgift om lufttemperatur och i förekommande fall vattentemperatur vid mätningen.

Inmätning avser t ex fogöppningar samt tunnelns geometri, se även punkt 5.4.2.5 angående mätningsanordningar.

1.5.2.3 Relationsritning

På originalritning införs begreppet "RELATIONS-RITNING" med 5 mm textstorlek i utrymmet för stämpel enligt punkt 1.4.4.1.

1.6 Kontroll av bygghandling

1.6.1 Allmänt

Tunnelanläggning ska utföras enligt bygghandlingar som kontrollerats och stämplats enligt avsnitt 1.6. Byggnadsdel får inte utföras förrän stämplade bygghandlingar föreligger på arbetsplatsen.

Till byggnadsdel, som omfattas av detta krav, räknas även installation samt på fabrik förtillverkad del.

Formbyggnadsritningar, undertecknade av ansvarig konstruktör, bör finnas tillgängliga på arbetsplatsen. Av ritningarna bör bl a framgå förväntade deformationer.

Provisorisk konstruktion, som berör allmän trafik, ska utföras enligt handlingar som kontrollerats och stämplats.

Exempel på sådan provisorisk konstruktion är spont som utgör stödkonstruktion mot trafikyta för allmän trafik.

Omfattning av erforderlig redovisning av bygghandlingar framgår av avsnitt 1.4.

Bygghandlingar ska kontrolleras av Vägverket, VTt, enligt avsnitten 1.6.2 eller 1.6.3 och stämplas enligt avsnitt 1.6.4.

I Administrativa Föreskrifter (AF), anges förutsättningar m m för kontroll enligt avsnitt 1.6.2 respektive 1.6.3. Detta överensstämmer i princip med Vägverkets formulär för upphandling av väg- och brobyggnadsarbeten på total- respektive generalentreprenad.

Före kontroll av bygghandlingar bör en omgång av för kontrollen erforderliga kontraktshandlingar ha inkommit till Vägverket, VTt.

Till erforderliga kontraktshandlingar räknas bl a Administrativa Föreskrifter (AF), tekniska beskrivningar, eventuella förslagsritningar, etc.

Redovisning avseende lager, fogkonstruktioner, räckan, pålar och spännsystem ska alltid kontrolleras enligt punkt 1.6.2.1.

För bergritning (punkt 1.4.4.4) och karteringsritning (punkt 1.4.4.5) gäller följande krav.

Rapport över förundersökning samt ingenjörgeologisk prognos för tunnel i berg ska vara Vägverket, VTt, tillhanda innan kontroll av bergritning kan ske.

För tunnel i berg ska bergritning föreligga stämplad innan tunneldrivning får påbörjas. Reviderad bergritning ska insändas till Vägverket, VTt för kontroll.

Två kopior av karteringsritning ska omgående efter upprättande insändas till Vägverket, VTt.

1.6.2 Kontroll enligt alternativ 1

Bygghandlingar ska kontrolleras enligt punkterna 1.6.2.1 eller 1.6.2.2.

Ritningskopior som insänds för kontroll ska vara vikta till format A4. Originalexemplar av ritningar insänds ovikta.

1.6.2.1 Detaljkontroll

Arbetsritningar som sänds in för förberedande kontroll ska åtföljas av konstruktionsberäkningar, separata arbetsbeskrivningar och kontrollplaner i vardera två exemplar.

Handläggningstiden för förberedande kontroll är vanligen fem veckor.

För förberedande kontroll av arbetsritningar bör fem kopior insändas eller det antal, som anges i Administrativa Föreskrifter (AF).

För slutlig kontroll insänds arbetsritning med tillhörande konstruktionsberäkningar och kontrollplaner samt i förekommande fall separata arbetsbeskrivningar i original. Till originalhandlingarna bifogas det antal kopior, som anges vid den förberedande kontrollen.

Vanligen bör en kopia av arbetsritning, separat arbetsbeskrivning och kontrollplan insändas.

Om originalhandlingar upprättats efter Vägverkets, VTt, förberedande kontroll och annan än vid kontrollen krävd ändring gjorts, ska detta meddelas skriftligen när handlingarna sänds in.

1.6.2.2 Övervakande kontroll

Övervakande kontroll tillämpas av VTt för bygghandlingar som upprättas av ett företag, som har ett av Vägverket, VTc, godtaget kvalitetssystem. Företagets kvalitetssystem ska uppfylla krav enligt Vägverkets publikation 1993:3, Godtagande av kvalitetssystem för konstruktion av broar med följande ändring av punkt 4.1, Företagsledningens ansvar.

Fjärde stycket i punkt 4.1 ska lyda.

”De personer som är ansvariga för verifiering av bygghandling till tunnel ska namnges. För att godtas som verifieringsansvarig person förutsätts att denne har gedigen erfarenhet från det teknikområde, som ansvaret avser. Aktuellt teknikområde, ett eller flera, ska specificeras för den verifieringsansvarige. Att en person godtas av Vägverket som verifieringsansvarig bekräftas av att det kvalitetssystem godtas där denne namnges. Godtagandet av verifieringsansvarig person och därigenom kvalitetssystemet i sin helhet kan omprövas om omständigheterna så påkallar”.

Av företaget kontrollerade bygghandlingar sänds in för kontroll. Handlingarna insänds i original samt det antal kopior, som anges i Administrativa Föreskrifter (AF).

Handläggningstiden för kontrollen är vanligen två veckor.

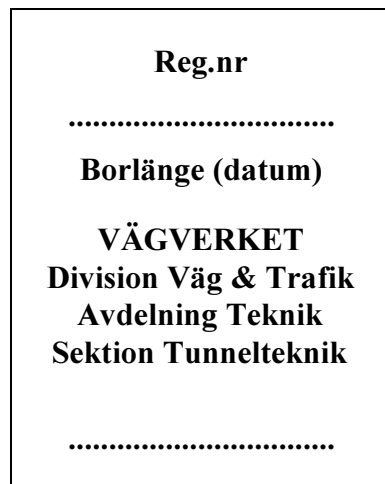
Vanligen bör originalritning och en kopia samt tillhörande handlingar sändas in.

1.6.3 Kontroll enligt alternativ 2

Bygghandlingsredovisningen ska kontrolleras enligt något av alternativen i Vägverkets publikation 1994:31, Kontroll av bygghandlingar till broar och andra konstbyggnader.

1.6.4 Övrigt

Bygghandlingar ska av Vägverket, VTt, efter genomförd kontroll förses med stämpel enligt figur 1.6.4.



Figur 1.6.4 Stämpel

1.7 Certifiering och verifiering av produkter

1.7.1 Certifiering av produkter

Certifiering ska utföras av organ som ackrediterats av Styrelsen för teknisk ackreditering, SWEDAC, eller av SWEDAC:s avtalspart eller som godtagits av Vägverket, VTt. Certifieringen ska utföras på basis av provning/besiktning enligt krav som anges för respektive produkt. Provningen/besiktningen ska utföras enligt avsnitt 1.7.3.

I förekommande fall anges för respektive produkt ytterligare krav på certifieringsorganet.

Organ upptagna i BRO 94, kapitel 93, godtas för certifiering enligt avsnitt 1.7.1, och för provning/besiktning enligt avsnitt 1.7.3.

1.7.2 Verifiering av produkter

1.7.2.1 Verifiering genom certifierat kvalitetssystem

Verifiering, dvs tillverkardeklaration, ska ske på basis av krav som anges för respektive produkt. Tillverkaren ska ha ett kvalitetssystem för sin egenkontroll som är certifierat av ett organ som är ackrediterat av SWEDAC eller av SWEDAC:s avtalspart eller som godtagits av

Vägverket, VTt. Certifieringen ska ske på basis av krav som anges för respektive produkt.

I förekommande fall anges för respektive produkt ytterligare krav på certifieringsorganet.

1.7.2.2 Verifiering genom provning vid ackrediterat organ

Verifiering, dvs tillverkardeklaration, ska ske på basis av krav som anges för respektive produkt. Provnings-/besiktningen ska utföras enligt avsnitt 1.7.3.

1.7.2.3 Verifiering genom tillverkarförsäkran

Verifiering, dvs tillverkardeklaration, ska ske på basis av krav som anges för respektive produkt.

1.7.3 Provning och besiktning

Provnings-/besiktningen ska utföras av organ som ackrediterats av SWEDAC eller av SWEDAC:s avtalspart eller som godtagits av Vägverket, VTt.

I förekommande fall anges för respektive produkt ytterligare krav på provnings-/besiktningensorganet.

1.8 Sprängplan och syneförrättning

1.8.1 Sprängplan

För sprängarbete fordras en till arbetenas art och omfattning anpassad sprängplan och sprängjournal, se BBR 94, avsnitt 2:2.

En sprängplan bör beskriva hur sprängningsarbetet ska utföras samt ange tider, risker och skyddsåtgärder. Planen bör innehålla specifikation av sprängmaterial och uppgifter om borrhning, laddning, täckning samt om avspärrning, utrymning, bevakning och mätningsprinciper.

Samråd om skadeförebyggande åtgärder och vibrationsmätningar bör behandlas särskilt.

Sprängplanen bör kompletteras med erforderliga ritningar.

I teknisk beskrivning anges krav som ska beaktas vid sprängplanens upprättande.

Se även Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om bergarbeten AFS 1986:17 och sprängarbeten AFS 1986:14.

1.8.2 Syneförrättning

Besiktning av byggnader och anläggningar i samband med vibrationsalstrande verksamhet ska utföras enligt arbetsmetod, som redovisas i SS 460 48 60.

1.9 Drift och underhåll

1.9.1 Allmänt

Drift och underhåll av tunnlar ska säkerställa att avsedd standard enligt TUNNEL 95 upprätthålls.

Underhåll av tunnlar är mycket viktigt med hänsyn till bl a säkerhet vid användning.

1.9.2 Instruktion

Instruktioner för drift och underhåll ska utarbetas och dokumenteras.

Instruktion för transporter med farligt gods ska upprättas om det finns restriktioner för sådana transporter. Därvid ska också gälla att restriktionerna är en förutsättning för tunnelanläggningen med avseende på säkerhet vid användning.

Särskild driftinstruktion för säkerhetsanordningar bör upprättas för polismyndighet och räddningstjänst samt berörd driftpersonal, så att tunnelns säkerhetsutrustning kan manövreras på ett säkert och effektivt sätt i varje tänkbar nödsituation.

Beredskapsplaner bör upprättas och berörd personal tränas regelbundet i brand- och utrymningsövningar.

I teknisk beskrivning ska anges vilka handlingar som ska upprättas av entreprenör och vid vilken tidpunkt de ska föreligga.

1.9.3 Funktionskontroll

Manöver-, övervaknings- och säkerhetsutrustning ska provas och verifieras mot ställda krav på trafikfunktion, miljö och säkerhet.

Provningsprogram ska anges i teknisk beskrivning.

2 Förutsättningar

2.1 Allmänt

Nedan anges grundläggande förutsättningar som ska beaktas vid utformning, konstruktion och utförande av tunnlar. Krav på luftkvalitet, sikt samt högsta nivå för buller och vibrationer anges i kapitel 3, Hälsa och miljö. Krav på olycksförebyggande och skadebegränsande åtgärder anges i kapitel 4, Säkerhet vid användning. Säkerhetsklasser och laster anges i kapitel 5, Bärförmåga, stadga och beständighet.

2.2 Riskanalys

Riskanalys ska genomföras och ska föreligga innan arbetsplan fastställs.

Med riskanalys avses systematisk identifiering och värdering av risker förbundna med ett system. Med risk avses sammanvägning av hur allvarliga konsekvenser en skadehändelse kan medföra och hur sannolik denna händelse är. Syftet med riskanalysen är att identifiera och kvantifiera risker för att kunna eliminera eller reducera dem samt att jämföra olika utförandealternativ vid beslut angående åtgärder i investerings- respektive driftskedet.

Riskanalysen ska omfatta risker för personskada vid användning, risk för sakskada som påverkan av bärförmåga och beständighet samt risk för påverkan på hälsa och miljö.

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

Med tredje man avses den som vid olyckstillfället inte direkt nyttjar anläggningen.

Riskanalysen ska ange sannolikheter för tänkbara olyckor samt deras konsekvenser, den ska även omfatta eventuella olyckor i samband med tunnelns utförande.

Detta erfordras för att ge underlag för såväl utformning som dimensionering av tunnel.

Följande händelser ska beaktas:

- trafikolyckor
- brand i fordon
- olyckor med farligt gods
- brand i anläggning
- kollaps av anläggning eller anläggningsdel.

Hit räknas även överpåverkan vid sprängning.

- bortfall av funktion, t ex belysning, ventilation eller signalsystem
- påverkan av externa olyckor och händelser.

För varje händelse ska sannolikhet och konsekvens anges. Riskanalysen ska dels visa risk vid tunnelns utförande, dels risk år 20 efter anläggningens färdigställande.

Använda ingångsdata, jämförelseobjekt och beräkningsmodeller ska dokumenteras.

Med ingångsdata avses exempelvis tillämpad olycksstatistik, olyckskvoter, olyckskostnader m m.

Vid analys av risk vid användning är det viktigt att de speciella samband som råder mellan väggeometri, trafikantbeteendena och trafikolyckor i tunnar beaktas på ett riktigt sätt.

Motlut i färdriktningen ger t ex upphov till upphinnandelyckor i större utsträckning än på vägar i öppen dag. Den olycksstatistik som ska utgöra indata i en analys måste alltså väljas med omsorg.

2.3 Teknisk livslängd

Krav på teknisk livslängd för olika byggnadsdelar och installationer specificeras i tabell 2.3. Krav på teknisk livslängd avser helt system.

Med teknisk livslängd avses den förväntade tid under vilken en konstruktion med normalt underhåll uppvisar erforderlig funktionsduglighet.

Med normalt underhåll avses åtgärder för att återföra egenskaper hos konstruktioner, anläggningar och anordningar mot den nivå som avsetts vid byggande eller förbättring.

Det får förutsättas att vissa komponenter, exempelvis slitdelar, kan behöva renoveras eller bytas under den angivna tekniska livslängden. Underhållsplaner som innehåller underhålls- eller bytesfrekvens ska upprättas och ingå i instruktionen för drift och underhåll enligt 1.9.2.

Krav på teknisk livslängd uttrycks som TLK X där TLK avser Teknisk livslängdsklass och X anger krav på teknisk livslängd uttryckt i år som förväntas uppnås med minst 90 % sannolikhet. Medelvärde av teknisk livslängd antas vara minst 25 % större än X. Förväntad medellivslängd är således 150 år för TLK 120, 100 år för TLK 80, 50 år för TLK 40 och 25 år för TLK 20.

Krav på teknisk livslängd för vägkonstruktioner samt verifikationsmetoder för dessa framgår av VÄG 94, kapitel 1 Gemensamma förutsättningar.

Krav på teknisk livslängd för vägutrustning framgår av Vägutformning 94, avsnitt 4.2.1.

Tabell 2.3 Teknisk livslängd

Byggnadsdel/Installation	TLK
<i>Tunnel längre än 1000 m</i> Bärande huvudsystem, undergrund	120
<i>Tunnel kortare än 1000 m</i> Bärande huvudsystem, undergrund	80
Inredning exklusive inklädnad	80
Inklädnad enligt avsnitt 5.5 Ventilationsanläggning, huvudfläktar enligt avsnitt 6.4 Vatten och avloppsledningar, brunnar etc enl. avsnitt 6.5 Dräneringsledning enligt avsnitt 6.5	40
Säkerhetsutrustning enligt avsnitt 6.2 Ventilationsanläggning, övrigt enligt avsnitt 6.4 Belysningsanläggning Mekanisk utrustning för vatten och avlopp såsom pumpar m.m enl avsnitt 6.5	20

Om annan teknisk livslängd tillämpas för säkerhetsutrustning eller styr- och övervakningsutrustning ska denna motiveras med livskostnadsberäkning och anges i teknisk beskrivning. I livskostnadsberäkning ska även trafikantkostnader förknippade med avstängning för reparation eller utbyte ingå.

Livskostnadsberäkning kan vara lämpligt för utrustning inom områden med snabb teknikutveckling.

2.4 Tillgänglighet

2.4.1 Allmänt

Krav på tillgänglighet ska bestämmas vid val av trafikteknisk standard.

För tunnlar ska följande särskilt beaktas:

- referenshastighet
- separeringsform för gående och cyklister
- omkörningsmöjligheter
- vägrenens användning vad avser nöduppställning/utrymning etc
- vägmarkeringsstandard.

Vid landsbygdsförhållanden är motivet för utförande av tunnel ofta sådant att det kan finnas skäl för lägre referenshastighet eller omkörningsförbud.

2.4.2 Trafikteknisk standard

Tunnlar ska utformas och dimensioneras så att tillfredsställande trafikteknisk standard kan upprätthållas för förväntade trafikförhållanden.

Trafikteknisk standard ska bestämmas enligt Vägutformning 94 del 4.

Dimensionering bör ske för förväntad trafik minst 20 år efter öppningsåret.

2.4.3 Transporter

Tunnlar ska utformas och dimensioneras för transporter med farligt gods.

2.4.4 Trafikanter

Tunnlar ska utformas så att de kan användas av alla trafikanter.

Om en tunnel avses upplåtas för gång- och cykeltrafik, ska utformning och dimensionering ske i samråd med Vägverket, VTt.

Tunnlar ska utformas så att utrymning i en nödsituation kan ske på ett säkert sätt, även av personer med olika typer av funktionsnedsättningar, se kapitel 4 Säkerhet vid användning.

Vanliga funktionsnedsättningar hos trafikanter är olika typer av rörelsehinder, nedsatt hörsel och syn samt allergier. Vid dimensionering och utformning av utrymningsvägar, varningssystem etc är det viktigt att hänsyn tas till att trafikanterna utgörs av individer som alla har olika förutsättningar att klara en utrymningsituation. Många har olika typer av funktionshinder som begränsar deras förmåga att röra sig,

se, höra eller förstå. Det kan vara barn, äldre som p g a ålderskrämpor fått nedsatt förmåga och vuxna som har nedsatt förmåga p g a skada eller sjukdom. Vid dimensionering och utformning bör man därför beakta att vissa individer är:

- rörelsehindrade som behöver rullstol, rollator eller käpp och sådana som bara kan gå långsamt, inte klarar trappor etc*
- synskadade, som kan ha svårt att läsa informationsskyltar, att hitta utrymningsvägar etc*
- hörselskadade som kan ha svårt att höra larmsignal och muntliga meddelanden*
- barn och förståndshandikappade som kan ha svårt att förstå given information, hur man ska göra etc.*

De flesta med funktionsnedsättningar är passagerare i bussar och bilar, men många är bilförare.

2.4.5 Drift och underhåll

Tunnlar ska utformas så att drift och underhåll av alla ingående delar underlättas och så att dessa kan inspekteras. Se även Arbetskyddsstyrelsens föreskrift Bergarbete, AFS 1986:17 § 35.

2.5 Sidoutrymme

2.5.1 Utrymme för installationer

2.5.1.1 Installationer för tunnels funktion

I teknisk beskrivning ska behov av och krav på utrymmen för installationer enligt kapitel 3 och 4 anges.

2.5.1.2 Externa ledningsägares installationer

Ledningar för transport av fjärrvärme, gas och andra ämnen, som vid rörbrott eller läckage kan innebära allvarliga konsekvenser för trafikanter eller för tunnelns motståndsförmåga, se kapitel 5, får inte utan särskilt tillstånd från väghållaren förläggas i vägtunnlar.

Ansökan från externa ledningsägare om förläggning av ledningar i eller i anslutning till en vägtunnel ska åtföljas av utredning innehållande dels riskanalys enligt avsnitt 2.2, dels dokumentation rörande åtgärder för att begränsa skadeverkningar vid t ex rörbrott.

2.5.2 Utrymme för drift och underhåll

I teknisk beskrivning ska behov av och krav på utrymmen för drift och underhåll anges.

Med utrymmen för drift och underhåll avses utrymme för elcentraler, undercentraler för styr- och övervakningssystem, personalutrymmen samt erforderliga utrymmen för inspektion. Vid installationsutrymmen som endast kan nås från tunnelröret bör särskild angöringsficka, dimensionerad med hänsyn till verksamheten, anordnas. Dessutom kan uppställningsplats för fordon erfordras i anslutning till tunnels lågpunkter samt i närheten av VA-anläggning för exempelvis slamsugning av sedimenteringsbassäng.

3 Hälsa och miljö

3.1 Allmänt

I detta kapitel anges krav på luftkvalitet i tunneln och i dess omgivning, krav på vattenkvalitet vid utsläpp till omgivningen samt krav på högsta nivåer för buller och vibrationer.

Kompletterande krav på installationer anges i kapitel 6.

Krav på arbetsmiljön framgår av Arbetarskyddsstyrelsens kungörelser, Hygieniska gränsvärden och Buller.

3.2 Luft

3.2.1 Krav

3.2.1.1 Allmänt

Tunnlar ska utföras så att luftkvalitet blir tillfredsställande för alla berörda såväl i tunneln som i tunnelns omgivning.

Med berörda avses såväl närboende som trafikanter.

Krav på utformning och dimensionering av ventilationssystem anges i avsnitt 6.4.

3.2.1.2 Luftkvalitet i tunneln

Krav på tunnelluftens innehåll av kvävedioxid (NO₂) och kolmonoxid (CO) ska anges i arbetsplan. Värden ska bestämmas i samråd med lokal miljö- och hälsoskyddsmyndighet samt Naturvårdsverket.

3.2.1.3 Luftkvalitet i omgivningen

Utsläpp av föroreningar från tunnelmynningar och ventilationstorn får inte ske så att olägenhet uppstår kring tunneln.

Utsläpp bör ske så att förorenad luft inte förs tillbaka till tunnelns luftintag.

Krav på luftkvalitet i tunnelns omgivning framgår av Statens naturvårdsverks författningssamling, Miljöskydd.

Riktvärden för luftkvalitet i tunnelns omgivning framgår av Naturvårdsverkets publikation, Riktvärden för luftkvalitet i tätorter.

För att krav på luftkvalitet vid intilliggande bebyggelse ska uppfyllas kan utsläpp via ventilationstorn vara nödvändigt.

3.2.2 Förutsättningar

3.2.2.1 Allmänt

Här ges förutsättningar för dimensionering av ventilationssystemet, emissionsberäkningar och de förutsättningar som gäller vid utsläpp till omgivningen. Kompletterande förutsättningar för dimensionering av ventilationsinstallationerna ges i 6.4.2.

Emissionerna ska bestämmas genom beräkning enligt 3.2.2.3 eller genom användning av schablonmetod enligt 3.2.2.5.

3.2.2.2 Förutsättningar för emissionsberäkningar

3.2.2.2.1 Inverkande faktorer

Öppningsåret ska väljas som dimensioneringsår.

Med öppningsår avses tiden inom ett år efter öppningsdagen.

Om stora trafikökningar förväntas, t ex beroende på planerad utbyggnad av trafiksystemet som tunneln ingår i, ska det första året efter öppningsåret som förväntas ge kapacitetstrafik väljas som dimensioneringsår.

Följande trafikdata ska beaktas vid emissionsberäkning:

- trafikflödets storlek och hastighet för dimensionerande timme

Dimensionerande timme är den som förväntas ge mest emissioner. Vid dimensionering av luftkvalitet i tunnelns omgivning får förutsättas att emissionerna för 98-percentilen är 50% av emissionerna för dimensionerande timme.

Körförloppen är beaktade i emissionsfaktorerna enligt bilaga 7.5.3.1.

Trafikflödets hastighet kan påverkas av kraftiga lutningar då tunga fordon kan ha svårt att hålla skyltad hastighet, se tabell 3.2.6.

- trafiktäthet vid stillastående trafik

Beräkning av trafiktäthet kan göras enligt Nordiska Vägtekniska Förbundets rapport, Ventilation av vägtunnlar.

- trafikens sammansättning.

Fordonen bör delas in i följande fordonstyper och kategorier:

- *personbilar*
 - *kategori A, fordon utan katalytisk avgasrening*
 - *kategori B, fordon med katalytisk avgasrening*
 - *kategori C, fordon i miljöklass 1*
- *lätta lastbilar*
 - *kategori A, fordon utan katalytisk avgasrening*
 - *kategori B, fordon i miljöklass 3*
 - *kategori C, fordon i miljöklass 1*
- *lastbilar utan släp samt bussar*
 - *kategori A, fordon som motsvarar fordonsparken 1986*
 - *kategori B, fordon enligt A30-bestämmelserna*
 - *kategori C, fordon i miljöklass 1*
- *lastbilar med släp.*
 - *kategori A, fordon som motsvarar fordonsparken 1986*
 - *kategori B, fordon enligt A30-bestämmelserna*
 - *kategori C, fordon i miljöklass 1*

Emissionsfaktorer för ovanstående fordonstyper ges i bilaga 7.5.3.1. Indelningen motsvarar den i Väg- och transportforskningsinstitutets notat, Fordonskostnader och avgasemissioner för vägplanering (EVA), som ligger till grund för Vägverkets EVA-program. EVA-programmet är ett program i Excelformat. Programmet kan erhållas från Vägverket, VTt.

Beräknade emissioner ska korrigeras för vägbanans längslutning.

PIARC:s (Permanent International Association of Road Congresses) lutningsfaktorer bör användas, se exempelvis Nordiska Vägtekniska Förbundets rapport, Ventilation av vägtunnlar.

Ökade avgasemissioner hos fordon med ”kall” motor ska beaktas.

Årlig försämring av avgasreningsfunktion hos fordonen ska beaktas.

Hänsyn ska tas till omvandlingen av kväveoxid till kvävedioxid beroende på tillgängligt ozon i omgivande luft där utsläpp sker.

Här avses både utsläpp i tunneln och utsläpp till omgivningen.

3.2.2.2.2 Emissionskomponenter

Emissionsberäkningar ska göras med avseende på kolmonoxid och kväveoxid, NO_x (NO+NO₂).

Andelen kvävedioxid av den totala kväveoxidemissionen bör sättas till 15 % såvida annat inte kan visas vara riktigtare.

För utsläpp till omgivningen ska beräkningar även göras för följande emissionskomponenter:

- partiklar i fordonens avgaser
- partiklar från vägslitage

Vägslitaget varierar mellan olika typer av vägbeläggningar.

- partiklar från däckslitage.

3.2.2.2.3 Emissionsfaktorer

Emissionsfaktorerna enligt bilaga 7.5.3.1 ska användas. För stillastående fordon ska emissionsfaktorerna enligt tabell 3.2.2 och 3.2.3 användas.

Tabell 3.2.2 Emissionsfaktorer för kolmonoxid och kväveoxid vid tomgångskörning

Fordonstyp	Emissionsfaktor [mg/(s × fordon)]					
	Kategori A ¹⁾		Kategori B ¹⁾		Kategori C ¹⁾	
	NO _x	CO	NO _x	CO	NO _x	CO
Personbil	6	56	0,5	1	0,4	1
Lätt lastbil	7	39	0,4	1	0,4	1
Lastbil utan släp samt buss	16	13	13	13	10	6
Lastbil med släp	29	17	19	14	11	8

1) Se 3.2.2.1.2

Tabell 3.2.3 Emissionsfaktorer för partiklar vid tomgångskörning

Fordonstyp	Emissionsfaktor [mg/(s × fordon)]		
	Kategori A ¹⁾	Kategori B ¹⁾	Kategori C ¹⁾
Personbil	0,02	0,01	0,005
Lätt lastbil	0,03	0,02	0,01
Lastbil utan släp samt buss	0,8	0,8	0,8
Lastbil med släp	1,4	0,7	0,7

1) Se 3.2.2.1.2

För partiklar avnötta genom vägslitage får emissionsfaktorn 5 g/km, per fordon med dubbdäck, tillämpas vid högkvalitativa beläggningar. Vägslitage från fordon utan dubbdäck får försummas.

För partiklar avnötta genom däckslitage får emissionsfaktorerna enligt tabell 3.2.4 tillämpas.

Tabell 3.2.4 Emissionsfaktorer för däckslitage

Fordonstyp	Slitage g/(km x fordon)
Personbil	0,1
Lätt lastbil	0,4
Lastbil utan släp och buss	13
Lastbil med släp	80

3.2.2.3 Emissionsberäkningar

Emissionsberäkningar ska utföras med beaktande av de förutsättningar som anges i 3.2.2. Vid dimensionering av luftkvaliteten i tunneln ska emissionsberäkning göras för dimensionerande timme.

Emissionsberäkningar kan göras med Vägverkets EVA-program.

För uppskattning av emissionerna kan emissionsberäkningar göras enligt Nordiska Vägtekniska Förbundets rapport, Ventilation av vägtunnlar.

3.2.2.4 Övriga förutsättningar

Vid spridningsberäkning för bestämning av luftkvalitet i tunnelns omgivning ska följande meteorologiska faktorer beaktas:

- luftens stabilitet

Betydelsen av luftens skiktning ska studeras.

- vindhastighet
- vindriktningens fördelning.

Beräknade halter av emissioner från ventilationsdimensioneringen ska kombineras med de meteorologiska faktorerna ovan. De kombinationer som ger den ogynnsammaste effekten och som kan förekomma samtidigt ska beaktas.

3.2.2.5 Bestämning av emissioner med schablonmetod

3.2.2.5.1 Allmänt

Schablonmetoden ger emissioner för dimensionerande timme för dimensioneringsåret. Vid dimensionering av luftkvalitet i tunnelns omgivning får förutsättas att emissionerna för 98-percentilen är 50% av emissionerna för dimensionerande timme.

Emissionsfaktorerna i tabellerna är givna för 1995. För bestämning av emissionerna får det förutsättas att emissionerna enligt tabell 3.2.7-3.2.9 halveras fram till år 2015.

Följande förutsättningar enligt 3.2.2.2 är beaktade i schablonmetoden:

- trafikflödets storlek och hastighet för dimensionerande timme
- trafiktäthet vid stillastående trafik
- trafikens sammansättning
- årlig försämring av avgasreningsfunktion.

3.2.2.5.2 Dimensionerande timtrafik

Dimensionerande timme är den timme under dimensioneringsåret som ger störst mängd emissioner.

Dimensionerande timtrafik för olika vägtyper och andelar tung trafik ges i tabell 3.2.5.

Tabell 3.2.5 Dimensionerande timtrafik

Vägtyp	Dimensionerande timtrafik	Andel tung trafik
Europaväg	0,15 x ÅDT-0 ¹⁾	15 %
Riksvägar och genomfarter/infarter i tätort	0,15 x ÅDT-0	8 %
Övriga landsbygds- och tätortsvägar	0,12 x ÅDT-0	7 %

1) ÅDT-0 är årsmedeldygnstrafik för öppningsåret.

I särskilda fall, som t ex vägar med stor turisttrafik eller anslutning till lastbilsterminal etc, bör särskild prognos göras.

3.2.2.5.3 Belastningsgrad

Belastningsgraden för dimensionerande timme ska beräknas för dimensionerande timtrafik.

Belastningsgrad beräknas normalt för:

- *trafiksinaler, cirkulationsplatser och icke signalreglerade korsningar med Statens vägverks publikation, Beräkning av kapacitet, kölängd, fördröjning i vägtrafikanläggningar (TV 131) eller datorprogrammet CAPCAL*
- *vägsektioner med TV 131*
- *påfarter med TV 131*
- *långa växlingssträckor med Highway Capacity Manual.*

Lutningars påverkan på kapaciteten ska beaktas.

Tunga fordons hastighet för olika lutningar ges i tabell 3.2.6. Lutningarna avser uppförslut. Värdena kan tillämpas även för stora nedförslut, 8-10 %.

Tabell 3.2.6 Tunga fordons hastighet för olika lutningar

Lutning	Lastbil utan släp och buss	Lastbil med släp
	Hastighet km/h	Hastighet km/h
2 %	70	60
4 %	52	38
6 %	40	28
8 %	32	21
10 %	30	18

3.2.2.5.4 Emissioner

Emissioner för kväveoxid, kolmonoxid och partiklar ska bestämmas ur tabell 3.2.7-3.2.9.

Emissionerna är angivna för dimensionerande timme.

Emissionerna för skyltad hastighet 50, 70 och 90 km/h gäller för fritt flytande trafik och får tillämpas då belastningsgraden understiger 0,8 för dimensionerande timme.

För skyltad hastighet 110 km/h får värden motsvarande 90 km/h förutsättas. Överväganden ska alltid göras om olycka eller liknande gör att dimensionering ska ske för överbelastning, belastningsgraden $B \geq 0,8$.

Tabell 3.2.7 Kväveoxid, NO_x [kg/(km x h x körfält)]

Vägtyp	B ¹⁾ < 0,8 Skyltad hastighet			B ≥ 0,8
	50 km/h	70 km/h	90 km/h	Kötrafik
Europaväg	–	3,4	4,0	6,8
Riksväg, genomfarts- /infartsväg till tätort	–	2,4	3,0	4,5
Övriga vägar tätort	2,4	1,8	–	3,3
Övriga vägar lands- bygd	–	2,3	2,8	4,1

1) B = belastningsgrad

Tabell 3.2.8 Kolmonoxid [kg/(km x h x körfält)]

Vägtyp	B ¹⁾ < 0,8 Skyltad hastighet			B ≥ 0,8
	50 km/h	70 km/h	90 km/h	Kötrafik
Europaväg	–	7,5	8,7	21,1
Riksväg, genomfarts- /infartsväg till tätort	–	7,6	8,8	21,4
Övriga vägar tätort	10,6	8,2	–	12,9
Övriga vägar lands- bygd	–	7,6	8,8	21,4

1) B = belastningsgrad

Tabell 3.2.9 Partiklar [kg/(km x h x körfält)]

Vägtyp	B ¹⁾ < 0,8 Skyltad hastighet			B ¹⁾ ≥ 0,8
	50 km/h	70 km/h	90 km/h	Kötrafik
Europaväg	–	0,08	0,09	0,16
Riksväg, genomfarts- /infartsväg till tätort	–	0,05	0,05	0,1
Övriga vägar tätort	0,01	0,01	–	0,04
Övriga vägar lands- bygd	–	0,04	0,04	0,09

1) B = belastningsgrad

Emissionsfaktorer för väg- och däckslitage ges under punkt 3.2.2.2.3.

3.2.3 Verifiering

3.2.3.1 Luftkvalitet i tunneln

Verifiering av att kraven på luftkvalitet i tunneln är uppfyllda ska ske genom beräkning och omfatta:

- klarläggande av vilka förutsättningar som gäller
- förväntade mängder emissioner genom emissionsberäkningar enligt 3.2.2.3 eller genom schablonmetod enligt 3.2.2.5
- ventilationssystemet dimensioneras genom beräkningar
- förutsättningar, förväntad mängd emissioner och beräknade halter redovisas i bygghandlingarna enligt 1.4.

3.2.3.2 Luftkvalitet i omgivningen

För att verifiera att kraven på luftkvaliteten i tunnelns omgivning är uppfyllda ska beräkning av utsläppens spridning från mynningar och ventilationstorn göras genom spridningsberäkning.

Vägledande information om spridningsberäkningar ges i Naturvårdsverkets metodhandbok luft.

Utsläpp från ventilationstorn och tunnelmynningar kan simuleras som punktkällor.

*Vägledande information vid dimensionering av ventilations-
tornets höjd kan fås ur Naturvårdsverkets publikation
Skorstenshöjd.*

*Uppskattning av tunnelluftens spridning till omgivningen från
tunnelmynningen kan utföras med hjälp av Nordiska
Vägtekniska Förbundets rapport, Ventilation av vägtunnlar.*

3.2.4 Kontroll

Mätning av kolmonoxid och kvävedioxid ska utföras för att kontrollera att kraven på luftkvalitet i tunneln uppfylls. Resultatet av mätningen ska ge ett representativt värde för den sträcka som anges i punkt 3.2.1.2. Mätning ska även ske i tunneln i anslutning till ventilationstorn.

Kompletterande krav på mätutrustning ges i avsnitt 6.2.

Kompletterande krav på kontroll av ventilationssystemet ges i avsnitt 6.4.5.

*Vägledande information om lämpliga mätmetoder ges i
Naturvårdsverkets metodhandbok luft.*

Spridningsberäkningen ska kontrolleras genom mätning enligt Statens naturvårdsverks författningssamling, Miljöskydd.

3.3 Vatten

3.3.1 Krav

Dagvatten och spolvatten som används för rengöring av vägbana och inredning i tunneln ska betraktas som avloppsvatten och avledas och oskadliggöras innan utsläpp sker till dagvattenledning eller recipient.

Kompletterande krav på vatten- och avloppsanläggning anges i avsnitt 6.5.

3.3.2 Förutsättningar, verifiering, utförande och kontroll

*Vägledande information finns i Vägverkets publikation Yt-
och grundvattenskydd.*

3.4 Buller

3.4.1 Krav

I tunnlar får bullret från impulsfläktar under inga driftsförhållanden överstiga 90 dB(A). Kravet avser den uppmätta ekvivalenta ljudnivån, inklusive mättoleranser, i samtliga mätpunkter mätt i en linje längs tunneln 1,5 m över körbanan och i mitten av ett körfält. Om ljudet innehåller toner får ljudnivån inte överstiga 85 dB(A).

Observera att bullret från fläktarna kan göra att normala akustiska larm inte går att använda.

Om fläktarnas sammanlagda drifttid är mer än 100 timmar per år bör bullret från fläktarna inte överstiga 85 dB(A) respektive 80 dB(A) vid toner.

För övriga fläktar, t ex i ventilationstorn, får ljudnivån i tunneln inte överstiga 75 dB(A).

För luftljud via tunnelmynningar och andra öppningar, från trafik i tunnel, ska Naturvårdsverkets bestämmelser Råd om buller från vägtrafik tillämpas.

Buller utomhus från fläktar ska behandlas som externt industribuller enligt Naturvårdsverkets publikation, Riktlinjer för externt industribuller.

Observera att riktlinjerna gäller för samtliga bullerkällor sammantaget. Om andra bullerkällor finns eller planeras ska hänsyn tas till detta. För t ex tre likvärdiga bullerkällor behövs riktvärdena skärpas med 5 dB för var och en av bullerkällorna.

Stomtransmitterat ljud från installationer till intilliggande bebyggelse får inte medföra att ljudtrycksnivån blir högre än värdena per oktavband enligt tabell 3.4.1. Kraven avser enbart buller från tunnelinstallationer och gäller vid absorptionsmängden 1 m² Sabine/m² golvyta.

Tabell 3.4.1 Högsta tillåten ljudtrycksnivå, dB, per oktavband

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

3.5 Vibrationer

3.5.1 Krav

Riktvärden enligt Svensk Standard SS 460 48 61, Vibration och stöt - mätning och riktvärden för bedömning av komfort i byggnader, ska tillämpas så att vibrationer över undre gränsen för intervallet "Måttlig störning" inte uppstår i bostäder och kontor.

4 Säkerhet vid användning

4.1 Allmänt

Krav på åtgärder, som syftar till att upprätthålla säkerhet vid användning i tunnel, avser krav på dels olycksförebyggande åtgärder enligt avsnitt 4.3, dels skadebegränsande åtgärder enligt avsnitt 4.4.

Olycksförebyggande åtgärd i tunnel syftar väsentligen till minimering av trafikolyckor.

Skadebegränsande åtgärd i tunnel begränsar och förebygger dels risken för följdolyckor, dels konsekvenserna av sådana samt främjar säkerheten vid hjälpbehov i tunneln.

Kompletterande krav på utformning och utförande av bl a säkerhetsanordningar anges i kapitel 6.

4.2 Tunnelklass

Tunnelklassen ska bestämmas som TA, TB eller TC med hänsyn till tunnellängd och trafikflöde enligt figur 4.2.

Trafikflödet per tunnelrör ska bestämmas med utgångspunkt från förväntad årsdygnstrafik (ÅDT) 20 år efter öppningsåret.

Trafikprognos kan utföras enligt Vägutformning 94 del 4.

För tunnlar med stor variation i trafikflödet på grund av t ex säsongsberoende trafik bör annan dimensioneringsgrund än ÅDT övervägas.

Tunnelklass TA innehåller de högsta kraven.

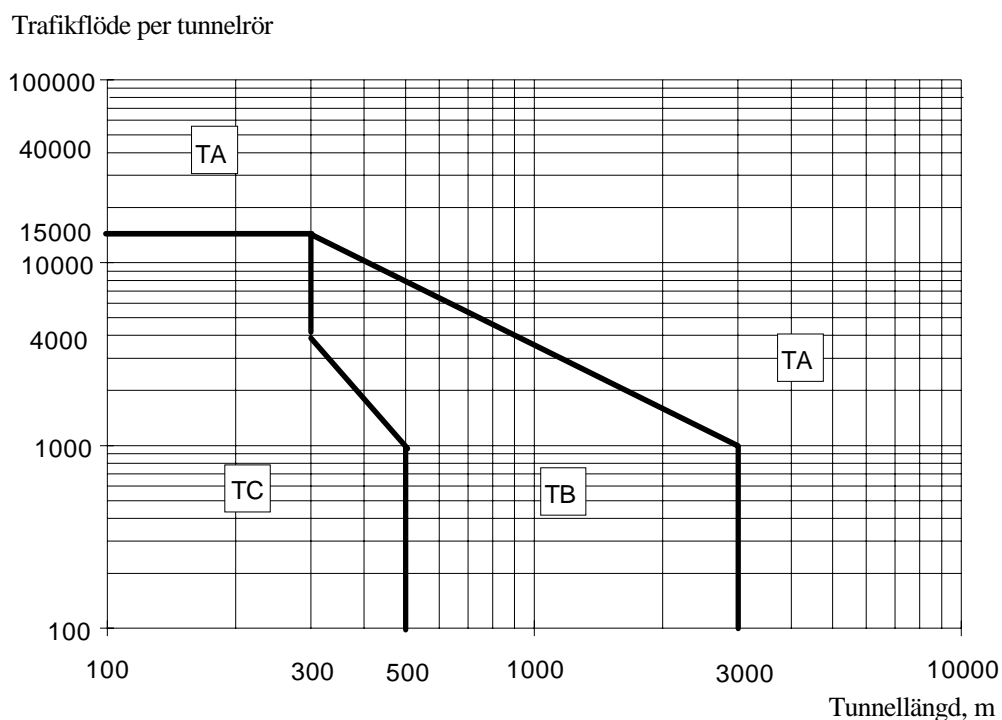
Tunnelklassen tillsammans med krav enligt avsnitt 4.3 och avsnitt 4.4 utgör underlag till krav på säkerhetsanordningar enligt avsnitt 4.5.

Tunnel med minst tre körfält ska normalt tillhöra klass TA. Tunnel i vilken det förekommer plankorsningar eller av- och påfarter får inte ha lägre klass än TB.

Val av tunnelklass kan, förutom av tunnellängd och trafikflöde, påverkas av bl a följande faktorer:

- lokalisering av tunnel (i tätort eller på landsbygd)*
- läge t ex under vatten (sänktunnel)*
- mängden tung trafik och dess andel med farligt gods.*

I teknisk beskrivning ska tunnelklass anges.



Figur 4.2 Tunnelklass för en- och tvåfältiga tunnlar

4.3 Olycksförebyggande åtgärder

4.3.1 Geometrisk utformning

Väg genom tunnel ska utformas enligt Vägutformning 94.

Separeringsformen för att skilja biltrafik från gång- och cykeltrafik ska motsvara god standard enligt Vägutformning 94, del 10.

Krav på fria rummet framgår av Vägutformning 94, kapitel 5.2.

Typsektioner och fritt rum ska väljas med utgångspunkt från vägkategori och trafikflöde, uttryckt som årsdygnstrafik (ÅDT), enligt Vägutformning 94, del 5.

I tunnlar begränsar tunnelväggarna utrymmet i sidled. Havererade fordon kan därför bli till större hinder än på ytvägnätet i allmänhet.

Krav på linjeföring och stoppsikt framgår av Vägutformning 94, del 6.

Tvärfall för vägbana i tunnel väljs enligt Vägutformning 94, del 6, med följande undantag:

- raklinje utformas normalt med enkelsidigt tvärfall
- kurvor utformas med enkelsidigt tvärfall oberoende av radiens storlek.

Tvärfall på raklinje bör inte överstiga 2,5 % och inte understiga 1,5 %.

Krav på korsning framgår av Vägutformning 94, del 7 och del 8, kapitel 8.4.

Nischer i tunnelvägg samt skyddsbarriär eller motsvarande ska utformas så att ett avkörande fordon inte fastnar.

Nischens/barriärens utspetsning bör inte bilda brantare lutning mot tunnelväggen än 1:4.

4.3.2 Sikt

Halten stoft i tunneln får inte bli så hög att sikten understiger värden på stoppsikt enligt Vägutformning 94, avsnitt 6.3.1 för god standard.

Hindret, definierat enligt Vägutformning 94, avsnitt 6.3, ska kunna urskiljas på den egna körbanan vid siktlängderna ovan.

Med stoft avses här alla partiklar som förekommer i tunneln.

Förutsättningarna i 3.2.2 ska i tillämpliga delar beaktas.

Vägledande information vid bedömning av siktreduktion på grund av luftens innehåll av stoft kan fås ur Vägverkets rapport Studie av förutsättningar för stoftavskiljning.

Om siktmätare ska installeras anges detta i teknisk beskrivning.

4.3.3 Övervakning och styrning

4.3.3.1 Styr- och övervakningssystem

System för styrning och övervakning av drift- och säkerhetsfunktioner ska finnas. Krav på vilka säkerhetsanordningar, som ska ingå i styr- och övervakningssystemet anges i avsnitt 4.5.

Kompletterande krav på utformning av styr- och övervakningssystem framgår av avsnitt 6.2.

I teknisk beskrivning anges ytterligare krav på systemet.

Styr- och övervakningssystem är normalt helt automatiskt och händelsestyrt. I systemets övervakningsdel registreras mätdata från givare, detektorer etc och driftlägen hos installationsutrustning samt signaler från eventuella larmindikatorer. Systemet analyserar och värderar informationen och aktiverar därefter systemets styrdel efter givna flödesscheman.

Exempel på händelser, som bör registreras genom övervakning är haverier, olyckor och bränder, överskridande av kraven på luftkvalitet, hög trafikbelastning samt driftfel hos installationsutrustning.

I automatiskt övervakningssystem ska larm gå till räddningstjänsten med uppgift om lokalisering och art av larm. Dessutom ska erforderlig information automatiskt ges till trafikanterna.

Exempel på sådan information är stopp- och varningssignaler, varningstext på skyltar med variabel text samt larmsignaler.

I bemannat system ska den information som övervakningspersonalen får via systemet vara tillräcklig för att personalen ska kunna bestämma om och var eventuell insats behövs samt erforderlig omfattning av denna.

Vid komplexa tunnelanläggningar bör särskilda, bemannade övervakningscentraler inrättas för styrning och övervakning. Vid behov anordnas även undercentraler. Vid enklare tunnlar kan styr- och övervakningssystemet vara obemannat.

4.3.3.2 Reservstyrsystem

Vid komplexa tunnelanläggningar med bemannad övervakningscentral ska drift- och säkerhetsfunktioner kunna styras med reservsystem, som även ska kunna betjänas manuellt. Reservsystemet ska ha förbindelse med givare, detektorer etc och med styrda funktioner samt med bemannad övervakningscentral.

Exempel på situationer, då reservsystem kan vara erforderligt är vid drift- och underhållsarbete samt vid överföringsfel mellan tunnel och övervakningscentral.

Reservsystemet kan inrättas i undercentral för styrning och övervakning i anslutning till tunneln eller i lämpligt driftutrymme.

4.3.3.3 Manuell styrning

Utrustning för säkerhetsfunktioner, som anges i punkt 4.5.3.1.1 ska kunna styras även manuellt i en nödsituation från såväl reservsystemet som direkt vid utrustningen.

4.3.4 Belysning

Tunnel ska ha allmänbelysning enligt punkt 4.5.2.2.

4.4 Skadebegränsande åtgärder

Allmänna krav på åtgärder vid trafikolyckor och bränder är följande.

- Följdolyckor, t ex på grund av försämrade framkomlighet, ska förhindras.
- Trafikanter eller andra personer som vistas i en tunnel ska ges möjlighet att påbörja brandbekämpning.
- Räddningstjänsten ska kunna göra räddningsinsatser.
- Räddningsmanskapets behov av säkerhet ska tillgodoses.
- Utveckling och spridning av brand och brandgas ska kunna begränsas.

4.4.1 Geometrisk utformning och skyddsåtgärder

4.4.1.1 Geometrisk utformning

Vägrensbredder för nöduppställning av fordon och för nödgångväg ska minst uppfylla krav enligt tabell 4.4.1.1 och 4.4.1.2. Enfältiga ramper ska normalt utformas med vägrensbredder motsvarande värden för VR70 i tabell 4.4.1.1.

Kraven på nöduppställning och nödgångväg beror av vägtyp och referenshastighet.

Tabell 4.4.1.1 Vägrensbredd, motorvägar och enkelriktade flerfältiga vägar

	VR110	VR90	VR≤70
Yttre (höger) vägren, m	2,75	2,0	2,0
Inre (vänster) vägren, m	2,0 ¹⁾	1,5 ¹⁾	1,0 ²⁾

Tabell 4.4.1.2 Vägrensbredd, övriga vägar

	VR110	VR90	VR≤70
Vägren, m	2,0 ¹⁾	1,5 ¹⁾	1,0 ²⁾

1) med hänsyn till väggeffekt

2) med hänsyn till användning som nödgångväg

Vid längre tunnlar bör, för vägar med dubbelriktad trafik, behov av nöduppställningsplatser alternativt bredare vägren utredas. Vägrensbredd 2,75 m medger nöduppställning av lastbil. Vägrensbredd 2,0 m medger nöduppställning av personbil.

Nödgångbana ska utföras där vägrenen inte anses vara ett säkert gångutrymme från nöduppställt fordon till utgång från tunneln.

Kraven på säkert gångutrymme anses uppfyllda om vägren med normal bredd, avskild från körbanan med heldragen kraftig kantlinje, anordnas enligt Vägutformning 94.

Med hänsyn till handikappade bör inte gångväg utföras med kantsten.

Kantlinje mot vägren som avses användas för nöduppställning av fordon eller som nödgångväg ska vara av typ H0,3 B.

Behov av särskilt utrymme för nöduppställning ska utredas.

Krav på utrymmen ska anges i teknisk beskrivning.

Nöduppställningsplats ska medge uppställning av ett 24 m långt fordon.

Nöduppställningsplatser bör i första hand lokaliseras till lågpunkter och uppførsbackar samt utrymningsvägar och utrustas med hjälptelefon.

Vändplatser ska anordnas när fordonen i en tunnel ska kunna evakueras bakåt i körriktningen. Behov av vändplatser som medger vändning av dragbil med påhängs- eller släpvagn ska anges i teknisk beskrivning.

Överfarter ska anordnas när fordonen i ett tunnelrör ska kunna evakueras via ett parallellt tunnelrör. Behov av överfarter mellan parallella tunnelrör ska anges i teknisk beskrivning.

4.4.1.2 Skydd mot brandgas- och brandspridning

Utveckling och spridning av brand och brandgas ska kunna begränsas. Krav på utrustning för brandgaskontroll och släckning anges i teknisk beskrivning.

VA-system ska utformas så att brandfarliga vätskor kan omhändertas, se även punkt 6.5.2.3.

Utrymningsväg och räddningsrum ska vara egen brandcell enligt BBR 94, avsnitt 5:232.

Utrymningsväg är väg från en brandcell till det fria eller annan säker plats. Utrymningsvägen omfattar sträckan från och med utgången från den aktuella brandcellen till och med utgången till den säkra platsen. Om brandcellen gränsar direkt mot en säker plats kan utrymningsvägen utgöras av en utgång genom den brandcellsskiljande väggen, t ex en dörr.

Räddningsrum är ett utrymme utformat som egen brandcell, avsett för personer att vistas i vid utrymning om de är förhindrade att nyttja utrymningsväg.

Utrymningsvägs och räddningsrums anslutning till tunnelrör ska utföras som brandsluss enligt BBR 94, avsnitt 5:231.

System för brandgaskontroll ska utformas så att utrymning underlättas och så att utrymnings- och insatsvägar samt räddningsrum hålls fria från rök och andra brandgaser, se även avsnitt 6.4.

Utrymningsväg och räddningsrum bör kunna försättas under övertryck.

Utrustning för släckning ska finnas så att brand kan bekämpas.

Exempel på utrustning är handbrandsläckare, inomhusbrandposter, brandpostnät samt brandmanöverskåp.

Brandmanöverskåp är en installationsenhet med flera säkerhetsanordningar, t ex larmknapp/-telefon, släckutrustning, brandpost, centralapparat för brandlarm och styrutrustning för ventilation.

Fasta släcksystem ska installeras om detta medför uppenbart ökad personsäkerhet i tunneln enligt genomförd riskanalys eller om det är en förutsättning för erforderlig bärförmåga vid brand enligt avsnitt 5.6.

Exempel på fasta släcksystem är sprinkleranläggning.

4.4.1.3 Skydd mot explosion

Tunnel ska kunna avlysas för allmän trafik i samband med transport av visst farligt gods. I instruktion för drift och underhåll ska anges vilka typer av farligt gods som kräver avlysning av övrig trafik samt eventuellt övriga restriktioner som erfordras, se avsnitt 1.9.

4.4.1.4 Skydd mot förgiftning

Utveckling och spridning av toxiska gaser ska kunna begränsas.

Skydd mot spridning av toxiska gaser till utrymningsväg uppnås genom anordnande av brandsluss enligt punkt 4.4.1.2.

VA-systemet ska utformas så att flyktiga och giftiga vätskor snabbt kan analyseras och omhändertas, se även punkt 6.5.2.3.

4.4.1.5 Belysning och vägledning

Tunnel ska ha nödbelysning samt vägledande markeringar enligt punkt 4.5.3.3.

4.4.2 Utrymning

4.4.2.1 Allmänt

Tunnel ska utformas så att tillfredsställande utrymning kan ske vid brand. Risken för att personer skadas av nedfallande installationer och byggnadsdelar eller genom fall och trängsel, samt risken för att personer blir instängda i nischer eller återvändsgångar, ska särskilt beaktas.

Tillfredsställande utrymning innebär att samtliga personer antingen kan utrymmas till det fria eller till säker flyktplats i anslutning till tunneln. I det senare fallet förutsätts att skydd mot värme och toxiska gaser kan erhållas under ett fullständigt brandförlopp eller under minst den tid, som i ogynnsammaste fall fordras för att brand vid aktuella förutsättningar ska vara helt släckt, se BBR 94, avsnitt 5:31.

Vid behov bör skyddsanordningar, t ex sprinkler, användas för att höja säkerheten fram till utrymningsvägen.

Utrymning till annan tunnel får jämsställas med utrymning till det fria under förutsättning att förbindelsen mellan tunnarna utformas som utrymningsväg samt att de utrymmandes säkerhet garanteras vid inträde i den andra tunneln.

Räddningsrum är säker flyktplats.

Räddningsrum ska utföras i anslutning till utrymningsväg om alternativ väg enligt punkt 4.4.2.5 inte kan anordnas eller om utrymningsvägens lutning medför att kraven på framkomlighet för personer med funktionshinder inte kan uppfyllas.

Räddningsrum ska dimensioneras så att personer säkert kan vistas i detta till dess utrymning kan ske utan fara. Det ska utformas och dimensioneras enligt Räddningsverkets publikation, Skyddsrumregler .

Räddningsrum som ligger i direkt anslutning till trafikutrymme ska ha utgångar till minst två skilda brandceller.

Räddningsrum ska ha kommunikationsutrustning (t ex hjälptelefon), sittplatser för det antal personer, som rummet är avsett för, samt informationstavla med anvisning om räddningsrummets läge och övriga utrymningsanvisningar. Räddningsrummet ska utrustas med erforderlig ventilations- och annan sanitär utrustning samt med förstaförbandsutrustning.

I teknisk beskrivning ska förutsättningar för dimensionering av räddningsrum anges.

4.4.2.2 Dimensionerande förutsättningar

Gränsvärden för kritiska faktorer får inte överskridas under den tid som behövs för utrymning.

Vid värdering av kritiska faktorer bör siktbarhet, värmestrålning, lufttemperatur, toxiska gaser samt kombination av temperatur och toxiska gaser beaktas.

I teknisk beskrivning ska kritiska faktorer anges.

Vid bedömning av gränsvärde för värmestrålning bör det beaktas, att nära elden kommer värmestrålningen både från elden och från röken. Längre från elden är det röken under tunneltaket som ger värmestrålning. En temperatur på 160°C i röken ger en strålning av ca 2 kW/m². Temperatur på 270°C ger ca 5 kW/m², vilket är gränsvärdet för att rökdykare ska kunna arbeta under högst 30 minuter.

Vid en lufttemperatur av 80°C kan utrymning pågå i ca 15 minuter utan att svårare andningsbesvär uppstår.

Gränsvärden för toxiska gaser saknas idag. Sannolikt håller sig gaskoncentrationen inom tolerabla värden om sikten vid brandgasutveckling är minst 15 m.

Krav på förmåga hos inredning och installation att motstå brandpåverkan under utrymnings- och insatstid anges i avsnitt 5.6.2.

4.4.2.3 Utrymningstid och gångavstånd

Tiden för utrymning av personer till tunnelmynning eller närmaste utrymningsväg eller räddningsrum får inte vara längre än att tunneln hinner utrymmas innan kritiska förhållanden uppstår. Vid bestämning av utrymningstid ska hänsyn tas till följande faktorer:

- den tid det tar att förflytta sig till tunnelmynning eller närmaste utrymningsväg

Vid bestämning av gångtiden bör gånghastigheten 0,7 m/s tillämpas.

- dels den tid det tar att ta sig ur fordonen, dels tiden från inträffad händelse till dess trafikant nåtts av larm eller på annat sätt blivit medveten om fara samt trafikanternas reaktionstid

Den sammanlagda tiden för dessa moment bör inte förutsättas understiga 2 minuter.

- valt system för brandgaskontroll.

Maximalt gångavstånd och därmed utrymningstiden påverkas av valt system.

4.4.2.4 Avskiljning

Utrymningsvägar som står i förbindelse med varandra ska avskiljas så att endast en av dem kan bli rökfylld eller spärrad genom samma brand.

I de fall utrymning anordnas via ett angränsande tunnelrör ska permanent avskiljning finnas utefter hela tunnelns längd.

Andra från brandskyddssynpunkt acceptabla åtgärder som säkerställer att brandgas och rök inte sprider sig kan tillåtas efter samråd med räddningstjänsten.

4.4.2.5 Framkomlighet

Utrymningsvägar ska utformas med sådan rymlighet och framkomlighet att de kan betjäna det antal personer de är avsedda för.

Utrymningsvägs bredd bör vara minst 1,2 m för att en manuell rullstol ska kunna manövreras.

I teknisk beskrivning anges dimensionerande antal personer.

Trappor i utrymningsväg ska undvikas. Om trappa finns ska alternativ väg eller räddningsrum anordnas.

Exempel på alternativ väg vid trappa är ramp, rulltrappa och hiss.

Utrymningsväg får luta högst 8 %. Vid lutning överstigande 3 % krävs åtgärder, t ex ledstänger och vilplan. Vilplan anordnas enligt tabell 4.4.2.5. Interpolering får ske mellan tabellvärden.

Vilplanets längd bör vara minst 2 m och lutningen högst 2 %.

Tabell 4.4.2.5 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

Dörr från trafikutrymme till utrymningsväg ska vara utåtgående i utrymningsriktningen och lätt identifierbar som utgång. Andra dörrtyper, t ex skjutdörrar, är tillåtna om de ger likvärdig säkerhet vid utrymning som utåtgående slagdörrar.

Dörrar till eller i utrymningsväg ska vara lätt öppningsbara och självstängande.

Personer med funktionshinder bör kunna öppna dörr till eller i utrymningsväg utan assistans.

4.4.3 Räddningstjänst

4.4.3.1 Dimensionerande förutsättningar

Tunnel ska utformas så att den kommunala räddningstjänsten ges möjlighet att genomföra insatser för att rädda liv, egendom och miljö.

Med räddningstjänst avses enligt räddningstjänstlagen de räddningsinsatser som stat eller kommun ska svara för vid olyckshändelser för att förhindra eller begränsa skador på människor, egendom och miljö.

Samråd ska ske med räddningstjänsten t ex med avseende på insatsmöjligheter, om utnyttjande av utrymningsvägar som insatsvägar, om vatten för brandsläckning, om kommunikationsutrustning samt om omhändertagande av farliga vätskor.

4.4.3.2 Insatsvägar

Avstånd mellan insatsvägar i tunnlar bestäms i samråd med räddningstjänsten och anges i teknisk beskrivning, varvid det särskilt ska beaktas att insatsväg även ska kunna fungera som reträttväg för räddningspersonal.

Insatsväg är en brandtekniskt avskild invändig tillträdesväg för räddningstjänsten till tunnels trafikutrymme.

Avståndet mellan insatsvägar i tunnel är beroende av räddningstjänstens kapacitet men bör inte överstiga 150 m med hänsyn till bl a arbetarskyddsregler för rökdykare.

4.4.3.3 Räddningsvägar

Räddningsväg ska anordnas utanför tunnel där så erfordras för att nå insatsvägs mynning.

Räddningsväg är väg som leder fram till insatsvägs mynning och som är så utformad, att räddningstjänstens fordon kan komma fram till tunnels trafikutrymme.

Räddningsväg ska utföras med för aktuella fordon erforderlig bärighet och förses med beläggning.

Räddningsväg ska med kort varsel kunna användas under alla årstider och får inte blockeras. Räddningsväg ska hänföras till standardklass C 3 enligt Vägverkets publikation DRIFT 94, väglagstjänster.

Krav på räddningsväg anges i teknisk beskrivning

4.5 Säkerhetsanordningar

4.5.1 Allmänt

Säkerhetsanordningar ska omfatta utrymmen, som är avsedda att nyttjas i nödsituationer samt säkerhetsutrustning.

I avsnitt 4.5.2 och avsnitt 4.5.3 samt tabell 4.5 anges krav på vilka säkerhetsanordningar som ställs för de olika tunnelklasserna enligt avsnitt 4.2. I teknisk beskrivning specificeras krav enligt tabell 4.5 och de ytterligare krav på säkerhetsanordningar, som föranleds av utredning.

I teknisk beskrivning ska dimensioneringsförutsättningar för skydds- och säkerhetssystem anges. Förutsättningarna ska baseras på räddningstjänstens kapacitet.

I teknisk beskrivning ska också anges hur information från automatiska detektorer och larm ska omhändertas och utnyttjas. Därvid anges behov av och krav på utformning av särskild bemannad övervakningscentral eller motsvarande för tunneln.

4.5.2 Olycksförebyggande utrustning

4.5.2.1 Vägutrustning

Räcken, barriärer, krockskydd och motsvarande skyddsanordningar ska uppsättas för trafikanternas skydd i den omfattning som Vägutformning 94 anger krav på.

Motsvarande skydd som erfordras för att skydda tunnels inklädnad och installationer mot påkörning ska anges i teknisk beskrivning.

Höjdbegränsningsportaler med fri höjd enligt Vägutformning 94, kapitel 5.2, ska sättas upp vid tillfart till tunnel.

Detta gäller även avfarter som tillfälligt används som tillfarter, t ex vid trafikomläggningar.

Vägmarkeringar och vägmärken anordnas enligt Regler om vägmärken och trafik, RVT och Vägutformning 94.

Trafiksignaler ska sättas upp i enlighet med de krav som redovisas i tabell 4.5.

Detta innebär att infartssignaler alltid ska finnas så att trafiken kan stoppas utanför tunneln.

Avstängningsanordningar ska sättas upp i enlighet med de krav som redovisas i tabell 4.5.

Detta innebär att infartsbommar, grindar eller motsvarande alltid ska finnas utanför tunnelmynningarna.

4.5.2.2 Allmänbelysning

Allmänbelysning ska utformas så att tunneln kan trafikeras med erforderlig komfort och säkerhet under hela dygnet. Krav på belysningsteknisk kvalitet och utformning anges i avsnitt 6.3.

Allmänbelysning motsvaras i Vägutformning 94 av nattbelysning och dagbelysning.

Utrymningsvägar ska ha allmänbelysning som fungerar vid utrymning av tunneln, se punkt 4.5.3.3.1.

4.5.3 Skadebegränsande utrustning

4.5.3.1 Styr- och övervakningssystem

4.5.3.1.1 Manuell styrning

Följande utrustning för säkerhetsfunktioner ska kunna styras även manuellt, se punkt 4.3.3.3:

- brandventilationsutrustning
- fasta släcksystem
- nödbelysning
- körfältssignaler, infartssignaler och infartsbommar
- variabla textskyltar och högtalare
- kraftförsörjnings- och reservkraftanläggning
- utrustning för kontroll av utsläpp
- radiokommunikationsanläggning.

4.5.3.1.2 Manuellt larm

Personer som vistas i tunneln ska kunna tillkalla hjälp vid t ex brand och olycka med hjälptelefon eller larmknapp ansluten till bemannad plats.

Hjälptelefon ska installeras i trafikutrymme (t ex vid nödupställningsplats), i utrymningsväg, i räddningsrum, i brandmanöverskåp samt i sidoutrymme.

När larm ges med larmknapp eller med hjälptelefon bör systemet ge besked om att larmet mottagits. Signal till bemannad plats innebär att larmet ska vidarebefordras till kommunens räddningstjänst om det inte finns en bemannad övervakningscentral eller motsvarande för tunneln.

4.5.3.1.3 Automatiskt larm

Larm ska utlösas:

- vid brand i trafikutrymme, utrymningsväg, räddningsrum eller sidoutrymme
- vid oacceptabel luftkvalitet
- vid för hög trafikbelastning
- när handbrandsläckare eller annan nödutrustning används
- vid driftstörningar i tekniska försörjnings-, drift- och säkerhetssystem
- när dörrar till utrymningsvägar etc öppnas
- vid obehörigt utnyttjande av nöd- och serviceutrymmen.

Samtidigt med larm ska information ges om positionen för inträffad händelse, för använd säkerhetsutrustning, för berört system och funktion, för öppnad dörr etc.

4.5.3.2 Information och kommunikation

Utredning rörande information och kommunikation ska omfatta de radio- och telekommunikationer, som bör upprättas med dels myndigheter, dels trafikanterna.

Om bemannad övervakningscentral eller motsvarande inrättas, bör alltid samband kunna upprätthållas med brandförsvaret och polismyndighet samt med trafikanterna via mobiltelefonsystem o d och via riks- och lokalradionäten. Sambanden bör möjliggöra dubbelriktad kommunikation, dvs såväl sändning som mottagning.

I övriga fall bör man minst utreda möjligheterna att nå trafikanterna med information via mobiltelefonsystem o d och via riks- och lokalradionäten.

Krav på informations- och kommunikationssamband ska anges i teknisk beskrivning.

Servicetelefon ska installeras i driftutrymmen.

4.5.3.3 Belysning och vägledning

4.5.3.3.1 Nödbelysning

Nödbelysning ska säkerställa utrymning på ett säkert och effektivt sätt vid strömavbrott, brandgasutveckling och andra nödsituationer.

Nödbelysning ska finnas i trafiktunnel och i dess utrymningsvägar.

Nödbelysningen ska fungera i varje utrymningsväg som inte spärrats av brand.

Nödbelysning utgörs av reservbelysning, allmänbelysning för utrymning och vägledningsbelysning.

Reservbelysning ska finnas i trafiktunnel.

Reservbelysning i trafiktunnel ska ha sådan ljusstyrka att fordon kan trafikera tunneln med tillfredsställande säkerhet i en nödsituation eller då ordinarie belysning är ur funktion.

Reservbelysning utgörs normalt av allmänbelysning med reducerad ljusstyrka.

Allmänbelysning i utrymningsväg ska ha sådan ljusstyrka att trafikanter kan utrymma tunneln utan svårighet att orientera sig eller drabbas av panik.

Vägledningsbelysning ska leda trafikanter till närmaste tunnelmynning eller dörr till utrymningsväg.

Vägledningsbelysning utgörs av speciella armaturer som monteras på eller invid tunnelvägg. Vägledningsbelysning kallas ibland ledbelysning.

Krav på utformning av nödbelysning framgår av avsnitt 6.3.

4.5.3.3.2 Vägledande markeringar

Vägledande markeringar ska finnas i sådan omfattning och vara så placerade att utrymning inte hindras på grund av svårighet att orientera sig i tunneln eller dess utrymningsvägar, även vid brandgasutveckling. Skyltar ska placeras invid dörrar till och i utrymningsvägar.

Skyltar med vägledande markeringar ska vara belysta eller genomlysta även vid strömavbrott.

Krav på utformning av vägledande markeringar framgår av avsnitt 6.3.

4.5.3.4 Hjälpmedel

Krav på förekomst av hjälpmedel för utrymning ska anges i teknisk beskrivning.

Med hjälpmedel avses bår, rullstol etc. Hjälpmedel kan t ex behövas där trapp ingår i utrymningsväg.

Tabell 4.5 Krav på säkerhetsanordningar i olika tunnelklasser

Säkerhetsanordningar i tunnelklass:	TC	TB	TA	Hänvisning
Utrymmen				
Nöduppställningsplatser	u	u	u	4.4.1.1
Insatsvägar	u	u	u	4.4.3.2
Utrymningsvägar	u	k	k	4.4.1.2;4.4.2
Räddningsrum	u	k	k	4.4.1.2;4.4.2
Nödgångbanor	u	u	u	4.4.1.1
Vändplatser	u	u	u	4.4.1.1
Överfarter mellan parallella rör	u	u	u	4.4.1.1
Utrustning				
ÖVERVAKNING OCH LARM				
Hjälptelefon	k	k	k	4.4.1.1;4.5.3;6.2.2.2
Manuellt larm	u	u	k	4.5.3.1; 6.2.2.2
Automatiskt larm	uk ¹⁾	k	k	4.5.3;6.2.2.2
Övervakningscentral	u	u	u	4.3.3;4.5.3.2;6.2.2.1
TV-övervakningssystem	u	u	u	6.2.2.1
Trafikflödesmätning	u	u	u	6.2.2.1
KOMMUNIKATION, INFORMATION				
Radiokommunikation	u	u	u	4.5.3
Telefonanläggning	u	u	u	4.5.3
Högtalare	u	u	u	4.5.3;6.2.2.2
Variabla textskyltar	u	u	u	4.3.3.1;4.5.3;6.2.2.2
VÄGUTRUSTNING				
Räcken, barriärer	u	u	u	4.3.1;4.5.2.1;5.5.2
Allmänbelysning	k	k	k	4.3.4;4.5.2.2;6.3.3.1
Höjdbegränsningsportaler	k	k	k	4.5.2.1;6.6.4
Vägmarkeringar, vägmärken	k	k	k	4.5.2.1;6.6.1
TRAFIKSTYRNING				
Körfältssignaler	u	k	k	4.5.2;6.6.3
Infartssignaler	k	k	k	4.5.3;6.6.3
Infartsbommar, -grindar	k	k	k	4.5.3;6.6.5
UTRYMNING				
Nödbelysning	k	k	k	4.4.1.5;4.5.3.3;6.3.3.2
Vägledande markeringar	k	k	k	4.4.1.5;4.5.3.3;6.3.3.3
Hjälpmedel	u	u	u	4.5.3.4
BRANDSLÄCKNING				
Handbrandsläckare/inomhusbrandpost	u	k	uk ¹⁾	4.4.1.2;6.2.2.3
Brandmanöverskåp	u	k	uk ²⁾	4.4.1.2;6.2.2.3
Brandpostnät	u	u	u	4.4.1.2;6.2.2.3
Fasta släcksystem	u	u	u	4.4.1.2;6.2.2.3
ÖVRIGA ANORDNINGAR				
Kontroll av utsläpp ³⁾	u	u	u	4.4.1;6.4.2.6;6.5.2.3
Kraftförsörjning inklusive reservkraft	k	k	k	6.3.2.2;6.3.3.4
Räddningsvägar	u	u	u	4.4.3.3
DRIFTREGISTRERING				
Indikering av driftfunktioner	k	k	k	6.2.2.1;6.2.2.2
Indikering av driftfel	k	k	k	6.2.2.1;6.2.2.2

1) Krav vid längd>300 m 2) Utredd vid längd<300 m 3) Vätskor och gas

u = utredning fordras av behov eller alternativa lösningar k = krav

5 Bärförmåga, stadga och beständighet

5.1 Allmänt

Bärförmåga, stadga och beständighet sammanförs i kapitel 5 till begreppet motståndsförmåga.

5.1.1 Giltighetsområde och medgällande dokument

Giltighetsområde och medgällande regler (dokument) redovisas i avsnitt 1.1 och kapitel 7.

Motståndsförmåga ska redovisas enligt Boverkets byggregler, BBR 94 och enligt Boverkets konstruktionsregler, BKR 94 med undantag av punkt 2:321 samt kapitel 3. Dessutom ska de kompletterande krav i BRO 94 som anges i avsnitt 5.1-5.5 gälla.

Vid tillämpning av BRO 94 byts begreppet "bro" i förekommande fall ut mot "tunnel".

För bärande huvudsystem för tunnel i berg gäller kompletterande krav enligt avsnitt 5.3.

För bärande huvudsystem för tunnel i betong eller stål gäller kompletterande krav enligt avsnitt 5.4.

För inredning och vägkonstruktion gäller kompletterande krav enligt avsnitt 5.5.

Vid dimensionering för brand ska avsnitt 5.6 tillämpas för bärande huvudsystem, inredning och installation.

5.1.2 Krav

5.1.2.1 Bärförmåga

Beräkningsmodeller och antagna förutsättningar ska redovisas och motiveras. I byggskedet ska kontrolleras att alla förutsättningar, som är nödvändiga för dimensioneringens giltighet, är uppfyllda.

Dimensioneringen ska utgå från att såväl statiska system som laster varierar under byggskede, driftskede samt vid olycksfall.

Kraven på bärförmåga ska även gälla som krav för stadga och stabilitet.

5.1.2.1.1 Bärande huvudsystem

Bärförmåga för bärande huvudsystem ska redovisas, varvid lastförutsättningar enligt avsnitt 5.2 ska tillämpas.

Vid dimensionering ska hänsyn tas till förväntade deformationer, så att erforderlig grad av samverkan med omgivande jord och berg säkerställs.

Bärande huvudsystem ska normalt utföras i säkerhetsklass 3 respektive geoteknisk klass GK2 eller GK3 enligt BKR 94, avsnitt 2:11 respektive 4:21.

Byggnadsdel i tunnel ska utföras i säkerhetsklass 2 respektive geoteknisk klass GK2 i de fall då byggnadsdelen har sådana egenskaper att ett brott inte leder till omedelbar kollaps. Byggnadsdelen får i detta fall inte bestå av sprött material.

Den deformation som uppstår i det bärande huvudsystemet vid brottstadiets inledningsskede medför i detta fall att lasten från omgivande jord och berg minskar.

Oarmerad betong är exempel på sprött material.

Bärande huvudsystem för sidoutrymme ska utföras i säkerhetsklass enligt BKR 94.

5.1.2.1.2 Inredning och vägkonstruktion

Bärförmåga för inredning ska redovisas, varvid lastförutsättningar enligt avsnitt 5.2 ska tillämpas.

För inredning, som inte utgörs av räcke eller inklädnad, ska dessutom nyttiga laster enligt BKR 94, avsnitt 3:4 tillämpas. Lastkombinering till ogynnsammaste inverkan ska för sådan inredning ske enligt BKR 94, avsnitten 2:21 och 2:321.

Bärförmåga för vägkonstruktion ska redovisas enligt avsnitt 5.5.3.

Säkerhetsklass för inredning ska väljas enligt BKR 94, avsnitt 2:115 med följande tillägg.

- Inredning ingående i utrymnings- och insatsväg samt räddningsrum ska utföras i säkerhetsklass 3.
- Inredning som gränsar mot trafikutrymme ska utföras i lägst säkerhetsklass 2.

5.1.2.1.3 Installationer

Bärförmåga ska verifieras av leverantör varvid antagna lastförutsättningar ska redovisas. I tillämpliga delar ska laster enligt avsnitt 5.2 ingå.

Krav på verifiering av bärförmåga för räcke anges i punkt 5.5.2.2.

Dimensionering ska utföras så att säkerhetsnivå motsvarande säkerhetsklassning enligt BKR 94, avsnitt 2:115 erhålls.

5.1.3 Beständighet

5.1.3.1 Allmänt

Tunnel ska dimensioneras och utföras så att skadlig nedbrytning förhindras under den tekniska livslängd som anges i avsnitt 2.3.

Med skadlig nedbrytning avses även bakterieangrepp.

För byggnadsdel, som utförs i betong eller stål, ska miljöer och miljöklasser enligt punkt 5.1.3.2 och punkt 5.1.3.3 tillämpas. Klassificerade miljöer och miljöklasser ska specificeras i teknisk beskrivning.

För byggnadsdel, som består av annat material än betong eller stål, ska förväntade förändringar av egenskaperna med tiden beaktas vid dimensioneringen. Alternativt ska byggnadsdelen utformas så att de påverkade delarna blir åtkomliga för återkommande underhåll. Livslängdskrav enligt avsnitt 2.3 ska beaktas.

5.1.3.2 Miljöer

Tunnelmiljö klassificeras i invändig och utvändig miljö.

Invändig miljö avser förhållanden i trafikutrymme och i sidoutrymme.

Utvändig miljö avser förhållanden i omgivande material (jord, berg och vatten).

Det exakta läget för avgränsningen mellan olika miljöer ska bestämmas utgående från den aktuella konstruktionsdelens skyddande förmåga så att krav på beständighet enligt avsnitt 2.3 säkerställs för miljöklasser enligt punkt 5.1.3.3.

5.1.3.2.1 Invändig miljö

För invändig miljö anges grundkrav och krav för uppvärmt sidoutrymme respektive för vägmiljö.

Till vägmiljö hänförs i trafikutrymme belägen byggnadsdel som ligger inom 300 m avstånd från tunnelinfart eller inom 100 m avstånd från tunnelutfart. Vid tunnlar, som är längre än 400 m respektive 600 m (enkel- respektive dubbelriktad trafik), begränsas vägmiljöns utsträckning för de inre delarna till att enbart gälla konstruktioner som är belägna mindre än 1,0 m över vägbanans nivå.

Vägmiljö ska inte tillämpas för sådan byggnadsdel som är skyddad av tät inklädnad.

Inklädnad betraktas som tät om den förhindrar att bakomliggande konstruktioner exponeras för saltfrys påverkan.

Till vägmiljö hänförs i sidoutrymme belägen byggnadsdel som kan komma att bli exponerad för dag- och spolvatten.

5.1.3.2.2 Utvändig miljö

För utvändig miljö anges grundkrav och krav för marin miljö.

Till marin miljö hänförs byggnadsdel i tunnel som är belägen:

- under fri vattenyta med salt eller bräckt vatten
- under fri vattenyta med sött vatten och bergövertäckningen är mindre än 5 m
- under fri vattenyta med sött vatten och berget innehåller vattenförande zoner
- i område med aggressivt grund- eller ytvatten.

5.1.3.3 Miljöklasser

Betongkonstruktion ska beräknas och utföras för de i tabell 5.1.3.3 angivna miljöklasserna. Vid tillämpningen av BBK 94 ska livslängds-klass L2 användas för bärande huvudsystem och livslängds-klass L1 för inredning.

Tabell 5.1.3.3. Miljöklasser enligt BBK 94, avsnitt 7.3.2

Tunnelmiljö	Miljöklasser	
	Betong	Armering
Invändigt		
grundkrav	B3	A3
uppvärmt sidoutrymme	B2	A2
vägmiljö	B4	A4
Utvändigt		
grundkrav	B3	A2
marin miljö:		
- grundkrav	B4	A4
- betongkonstruktion med tätplåt	B3	A3

Nedanstående miljöklasser enligt BSK 94 ska tillämpas vid val av rostskydd för stålkonstruktion inklusive bergbult.

I invändig tunnelmiljö ska M4A tillämpas.

I ventilerat sidoutrymme får M 3 tillämpas.

I uppvärmt och ventilerat sidoutrymme får M 2 tillämpas

Begränsad luftfuktighet förutsätts i båda fallen.

I utvändigt tunnelmiljö ska M4A tillämpas som grundkrav. Vid marin miljö ska M4B tillämpas.

5.2 Laster

5.2.1 Allmänt

Antaganden och förutsättningar som anges i detta avsnitt gäller vid dimensionering av tunnelanläggning.

Uppdelningen i permanenta laster, variabla laster och olyckslaster bygger på dimensionering enligt den säkerhetsfilosofi som är definierad i BKR 94, avsnitt 2. De nominella laster som anges i avsnitt 5.2 är generellt att betrakta som så

kallade karakteristiska laster. Valda beteckningar överensstämmer i princip med de som definierats i BKR 94.

För laster som inte anges i avsnitt 5.2 ska lastvärden bestämmas i varje enskilt fall enligt de principer som anges i BKR 94 och BRO 94, del 2. Använda lastvärden ska anges i teknisk beskrivning.

Bortschaktning för rörgrav, vilket kan föranleda ensidigt jordtryck, är exempel på last som särskilt ska specificeras.

Vid dimensionering av förtillverkade bärande byggnadsdelar ska beakta de lasteffekter som kan uppkomma vid lagring, transport, lyftning och montering.

5.2.2 Permanenta laster

Vid dimensionering för last enligt punkterna 5.2.2.1 och 5.2.2.2 ska avvikelser i tyngd beaktas.

Vägledning kan fås i Svensk Byggtjänst, Byggvägledning - Allmänna regler för bärande konstruktioner & laster.

5.2.2.1 Last från omgivande jord och berg

Vertikal last på tunnel utförd i betong eller stål ska bestämmas som tyngd från överlagrande jord samt i förekommande fall tyngd av byggnad eller anläggning. Tyngd för jord bestäms med tungheter enligt BRO 94, 21.132.

För jord som inte används till motfyllning kan tungheten bestämmas enligt Vägverkets publikation, Jords hållfasthets- och deformationsegenskaper.

Horisontell last på tunnel utförd i betong eller stål ska bestämmas enligt BRO 94, 21.13.

Vid tunnel med avsevärd skillnad i marknivå på ömse sidor får jordtrycksfördelningen bestämmas med hjälp av elasticitetsteoretisk analys med jordparametrar enligt teknisk beskrivning.

Tunnel i berg samt portalkonstruktion ska dimensioneras för belastningar från bergmassa, med beaktande av dess blockstruktur, samt för övriga laster från omgivande jord och berg.

Tunghet för berg (granit, kalksten) bör sättas till 27 kN/m³. Tunghet för övriga vanligen förekommande bergarter varierar mellan 26 och 31 kN/m³.

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

Det är vanligen tillräckligt att uppskatta det primära spänningsfältet inom två gränsvärden. Om valet av gränsvärde har väsentlig inverkan på motståndsförmågan bör även mätningar av spänningsfältet utföras.

Last, som orsakas av svällande material, ska utredas och beaktas.

Samtliga laster ska bestämmas utgående från medelvattenstånd eller medelgrundvattenyta.

5.2.2.2 Egentyngd av tunnel

Egentyngd av bärande huvudsystem, inredning samt fast monterad installation ska medräknas. Aktuell installations egentyngd ska vara bestämd på ett entydigt och säkert sätt. Vid beräkning av egentyngd ska följande tungheter förutsättas:

– betong, oarmerad	22 kN/m ³
– betong, armerad	24 kN/m ³
– stål	77 kN/m ³
– aluminium	27 kN/m ³
– trä (furu, gran)	6 kN/m ³ .

5.2.2.3 Vägbeläggning

Vägbeläggning av asfaltbetong förutsätts ha en medeltunghet av 22 kN/m³. Vägbeläggning av betong förutsätts ha tungheten 24 kN/m³.

5.2.2.4 Vattentryck

Vattentryck vid medelvattenstånd respektive medelgrundvattenyta ska betraktas som permanent last. Vattnets tunghet ska bestämmas med beaktande av aktuell salthalt.

Vid bergtunnel kan vattentryck försummas om dränering förhindrar att vattentryck mot det bärande huvudsystemet uppstår. Detta innebär normalt att vattentryck enbart behöver beaktas när motståndsförmågan säkras av en platsgjuten konstruktion.

Vid fryssäkert dränerad tunnelkonstruktion kan förutsättas att inget vattentryck föreligger.

*I dessa fall ska utvändigt vattentryck förutsättas som olycks-
last enligt punkt 5.2.4.6.*

5.2.2.5 Deformation i omgivande jord eller berg

Krav på samverkan med omgivande berg och jord ska beaktas enligt punkt 5.1.2.1.1.

Tunnelkonstruktion som är grundlagd på annat material än berg och som inte är utförd med hel bottenplatta ska beräknas för den största förväntade stödförskjutningen i såväl vertikal som horisontell led. Stödförskjutning antas ske under ett eller flera stöd och kombineras så att ogynnsammaste inverkan uppstår. Horisontell och vertikal förskjutning kombineras inte.

Stödförskjutningen ska antas vara 10 mm horisontellt eller vertikalt nedåt om inte annat anges. Storleken på den största förväntade stödförskjutningen avgörs i varje enskilt fall.

I teknisk beskrivning bör anges om förskjutningen ska förutsättas vara större än 10 mm. Se även punkt 5.4.3.4.2.

5.2.2.6 **Betongens krympning**

Krympningens inverkan på betongen ska beaktas. Vid beräkningen ska 75 % RH förutsättas.

Slutkrympvärdet kan hämtas ur BBK 94, avsnitt 2.4.6.

Konstruktion, som är belägen i annan miljö än 75 % RH, ska dimensioneras för värden enligt BBK 94, 2.4.6.

Uppgift om vilket RH-värde som kan förutsättas bör anges i teknisk beskrivning.

Hänsyn ska tas till olikheter i krympning mellan en konstruktions olika delar, exempelvis då dessa är gjutna vid olika tidpunkter.

5.2.2.7 **Spännkraft**

För spänneheter i betongkonstruktion och spända förankringar eller bultar ska BRO 94, 21.17 tillämpas.

5.2.3 **Variabla laster**

Med variabla laster avses nedan uppräknade dellaster, varvid var och en av dessa ska betraktas som en last.

Yttre överlaster:

- överlast
- last på vägområde
- last av vattenståndsvariation
- ökat jordtryck av konstruktionsdels rörelse mot jord.

Trafiklaster:

- den ogynnsammaste av trafiklasterna enligt BRO 94, 21.2221-21.2226
- ytlast enligt BRO 94, 21.222 B, C eller D

- renhållningsfordon enligt BRO 94, 21.2227
- utryckningsfordon enligt BRO 94, 21.2228
- bromskraft enligt BRO 94, 21.2231
- sidokraft enligt BRO 94, 21.2232 och 21.2233.

Övriga laster:

- last från installation
- lagerfriktion
- vindlast
- temperaturändring
- last i sidoutrymme
- last av arbetsredskap
- last från dilatationsfog
- last av snö, is eller strömmande vatten
- last av lossnande bergblock.

5.2.3.1 Laster med karaktären yttre överlast

5.2.3.1.1 Överlast

Överlast och jordtryck som orsakas av variabel last angripande på markytan eller på annat sätt inom tunnelns influensområde betraktas som en last.

Överlast på markyta intill tunnel ska förutsättas vara minst 4 kN/m².

Om högre värde ska tillämpas anges lastvärdet i teknisk beskrivning.

5.2.3.1.2 Last på vägområde

Last på vägområde intill tunnel bestäms som last på vägbank i tillämpliga delar enligt BRO 94, 21.224.

5.2.3.1.3 Vattenståndsvariation

Skillnad mellan vattentryck vid aktuellt vattenstånd och medelvattenstånd betraktas som variabel last. Till denna last adderas den lastskillnad från jord och berg vilken orsakas av vattenståndsvariationer.

Karakteristiska värden för lasten bestäms så att de svarar mot det högsta högvattenståndet eller mot det lägsta lågvattenståndet. Värdena ska motsvara nivåer med upprepningstiden 50 år. I förekommande fall gäller samma för grundvattenytor.

Beträffande dränerade förhållanden, se kommentar till punkt 5.2.2.4.

5.2.3.1.4 Ökat jordtryck av konstruktionsdels rörelse mot jord

Ökat jordtryck av konstruktionsdels rörelse mot jord bestäms i tillämpliga delar enligt BRO 94, 21.23.

5.2.3.2 Trafiklaster

Vertikal last av trafik i tunnel bestäms enligt BRO 94, 21.222.

I varje enskilt fall klarläggs vilka ytor utanför vägbanan som ska förutsättas belastade med renhållnings- respektive utryckningsfordon.

Horisontell last av trafik i tunnel bestäms enligt BRO 94, 21.223.

Om dimensionering även ska utföras för andra fordonstyper anges trafiklasterna i teknisk beskrivning.

5.2.3.3 Övriga laster

5.2.3.3.1 Last från installation

Egentyngd från fast monterad och säkert lastbestämd installation betraktas som permanent last enligt punkt 5.2.2.2.

Egentyngd från annan installation samt övriga laster från installationer betraktas som variabel last.

Eventuell dynamisk inverkan ska beaktas enligt lastuppgifter från leverantörer.

Lastuppgift bör redovisa lastnivåer, spänningscykeltal och kollektivparameter.

5.2.3.3.2 Lagerfriktion

Lagerfriktion bestäms enligt BRO 94, 21.24.

5.2.3.3.3 Vindlast

Inverkan av vind utanför tunnel bestäms enligt BKR 94, 3:6. För vägutrustning ska dock Vägutrustning 94 tillämpas.

Luftrycksvariation orsakad av passerande fordon förutsätts uppgå till 0,8 kPa i sug och 0,5 kPa i tryck. Vid dimensionering mot utmattnings ska kollektivparametern κ väljas som 1/3 och spänningscykeltalet hänförs till aktuell årsdygnstrafik enligt tabell 5.2.3.3.3.

Tabell 5.2.3.3.3 Spänningscykeltal

Årsdygnstrafik (ÅDT) per tunnelrör	Spänningscykeltal (N)
under 2 500	$2 \cdot 10^6$
2 500 - 10 000	10^7
över 10 000	$5 \cdot 10^7$

Konstruktion, som är utsatt för lufttrycksvariation på båda sidor ska dimensioneras för 0,8 kPa i såväl tryck som sug. Konstruktion som kragar ut från tak eller vägg, ska dimensioneras för 1,0 kPa (tryck och sug).

Vid större avstånd än 3 m mellan passerande fordon och stunderad konstruktion kan lägre lastvärde tillämpas. Dessa anges i teknisk beskrivning.

Exempel på utkragande konstruktion är skyltar.

5.2.3.3.4 Temperaturändring

Dimensionerande temperaturändring i bärande huvudsystem samt inredning ska bestämmas.

Lägsta temperaturen vid konstruktionens sida mot trafikutrymmet ska bestämmas med följande förutsättningar.

- Tunnel med längd mindre än eller lika med 500 m ska dimensioneras för maximiköldmängd.
- Vid tunnel med större längd än 500 m ska de tunneldelar som är belägna på större avstånd än 300 m från tunnelöppning dimensioneras för medelköldmängd. Övriga tunneldelar ska dimensioneras för maximiköldmängd.

Klimatzoner samt medelköldmängd anges i VÄG 94, 1.4.1.

Maximiköldmängd anges i bilaga 7.5.5.1.

- Temperaturdata framgår av tabell 5.2.3.3.4.

Vägledande uppgifter kan hämtas ur Vägverkets metodbeskrivning 906 samt ur SGI information, Termiska egenskaper hos jord och berg.

Högsta temperaturen vid konstruktionens sida mot trafikutrymmet ska förutsättas vara +20°C oberoende av tunnelns geografiska läge.

Tabell 5.2.3.3.4 Temperaturdata

Klimatzon	1	2	3	4	5	6
Nedkylnings- resp uppvärmningstid (dagar)	10	15	20	30	25	30
Köldperiodens längd (dagar)	40	60	80	90	100	90
Temperatur under köldperiod vid maximiköldmängd (°C)	-15	-15	-15	-16	-18	-22
Temperatur under köldperiod vid medelköldmängd (°C)	-6	-8	-9	-10	-12	-15

Ovanstående förutsättningar ska tillämpas såvida inte riktigare värden kan påvisas i utredning. Denna utredning ska beakta att lufttemperaturen inuti tunneln påverkas av tunnelns läge. De geografiska och meteorologiska förhållandena, längd, längslutning, trafikmängd och ventilationsförhållanden ska även beaktas.

Maximiköldmängd enligt bilaga 7.5.5.1 kan användas i stället för temperaturer enligt tabell 5.2.3.3.4.

Vid bestämning av motståndsförmåga ska såväl jämn som ojämn temperaturändring beaktas.

Om bärande huvudsystem utformas så att temperaturändringar kan ge upphov till friktionskrafter eller andra tvångskrafter ska dessa utredas och beaktas vid dimensioneringen.

Last orsakad av temperaturändring behöver i bergtunnel normalt enbart beaktas vid mycket dålig bergkvalitet, enligt punkt 5.3.3.1.

Portalkonstruktion vid tunnelände ska dimensioneras för temperaturlaster enligt BRO 94, 21.26.

5.2.3.3.5 Last i sidoutrymme

Golv i sidoutrymme ska beräknas för en ytlast 1,5 kN/m² och en samtidigt verkande enstaka punktlast 3 kN. Punktlastens lastyta är cirkulär med 0,1 m diameter.

Skyddsräcke till gångbrygga ska beräknas för en last vid räcketts överkant på 0,4 kN/m vinkelrätt mot räcketts längdriktning och i övrigt i för räcket ogynnsammaste riktning.

Utrymnings- och insatsväg ska beräknas för en ytlast 4 kN/m² samt för punktlast på 3 kN enligt ovan. Skyddsräcke beräknas för 0,8 kN/m angripande på sätt som anges i föregående stycke. Vägg beräknas för 0,8 kN/m med angreppsnivå 1,0 m över golvyta.

5.2.3.3.6 Last av arbetsredskap

Last av arbetsredskap etc under tunnelns byggnadstid ska beaktas. Lasten bestäms i varje enskilt fall av arbetsredskaps, arbetsfordons etc utseende och storlek.

5.2.3.3.7 Last från dilatationsfog

Till dilatationsfog angränsande konstruktionsdelar ska dimensioneras för den horisontalkraft som kan uppkomma med aktuellt fabrikat.

Horisontalkraften förutsätts vara 10 kN/m om inte annat påvisas vara riktigare.

Uppgift om horisontalkraftens storlek kan vanligen hämtas ur leverantörens produktbeskrivning.

5.2.3.3.8 Last av snö, is eller strömmande vatten

Konstruktion som kan bli belastad med snölast dimensioneras för lastvärdet enligt BKR 94, avsnitt 3:5.

I de fall säkerheten mot frysning enligt punkt 5.3.1.3 inte är tillräcklig för maximiköldmängd ska bärande huvudsystem och inklädnad enligt punkt 5.5.2.1 dimensioneras för islast. Dess storlek är 3 kN/m². Lasten förutsätts vara fri och verka vinkelrätt mot konstruktionen.

Andra förutsättningar rörande islastens storlek och angreppssätt anges i teknisk beskrivning.

Tunnel som är belägen i fritt vatten beräknas i förekommande fall för is- och strömtryck. Lastvärden anges i teknisk beskrivning.

Vägledning vid val av istryck ges i Vägverkets publikation, Istryck mot bropelare.

5.2.3.3.9 Last av lossnande bergblock

I bergtunnel förutsätts ytförstärkning kunna bli belastad av enstaka lossnande bergblock. Lasten förutsätts vara 6 kN, riktad vinkelrätt mot förstärkningsskiktet och angripande på en kvadratisk yta med kantmåttet 0,5 m. I de fall som förstärkningen inte är belägen intill bergytan ska motsvarande kantmått förutsättas vara 0,2 m.

5.2.4 Olyckslaster

Med olyckslast avses nedan uppräknade laster varvid var och en av dessa betraktas som en last:

- påkörning av fordon
- oavsiktlig stöt
- explosion
- brand
- bortfall av förankring
- yttre olycksbelastning.

Med ledning av riskanalys enligt avsnitt 2.2 kan ändring av lastförutsättningar göras enligt nedan:

- andra olyckslaster tillämpas
- andra karakteristiska lastvärden tillämpas
- angivna laster istället betraktas som variabla.

Andra lastförutsättningar än de som anges i punkterna 5.2.4.1 till 5.2.4.6 ska vara godtagna av Vägverket, VTt och vara redovisade i teknisk beskrivning.

5.2.4.1 Påkörningskraft av fordon

Fristående konstruktion utgörande del i bärande huvudsystem ska beräknas för en statiskt verkande horisontalkraft 1000 kN i vägbanans riktning och 500 kN vinkelrätt denna. Krafterna förutsätts angripa på ogynnsammaste nivå mellan 0,5 m och 1,0 m över vägbana och förutsätts inte verka samtidigt.

Med fristående konstruktion avses pelare eller skiva med mindre utsträckning än 4 m i vägbanans riktning.

Vägg, utgörande del i bärande huvudsystem, ska beräknas för en kraft av 500 kN vinkelrätt mot ytan. Kraften angriper på ogynnsammaste nivå mellan 0,5 m och 1,0 m över vägbana och kan förutsättas jämnt fördelad på en yta med längden 2,0 m och höjden 0,1 m.

Påkörningskraft ska förutsättas även om räcke eller barriär är installerad såvida utredning inte visar att aktuell skyddsanordning har tillräcklig last- och deformationsupptagningsförmåga för att förhindra påkörning.

Höjdbegränsningsportal ska beräknas för en statiskt verkande horisontalkraft av 200 kN jämnt fördelad på en yta med längden 2,0 m och höjden 0,1 m.

Vid järnvägstrafik i eller intill tunneln ska dimensionering ske för påkörningskraft av tåg. Påkörningskraft anges i teknisk beskrivning.

5.2.4.2 Oavsiktlig stöt

Byggnadsdel och installation ska förutsättas kunna bli utsatta för en enstaka statiskt verkande punktlast av 20 kN. Punktlastens lastyta är cirkulär med 0,1 m diameter.

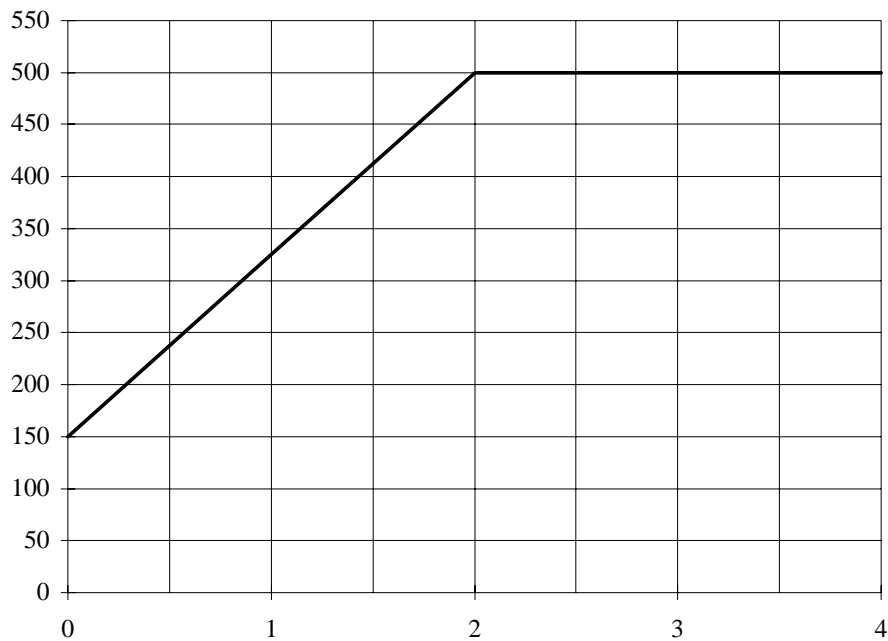
För vägg eller pelare som utgör gräns mot trafikutrymme ska inom aktuell fri höjd kraften i föregående stycke vara 50 kN.

Byggnadsdel eller installation som är skyddad av annan konstruktion behöver inte dimensioneras för oavsiktlig stöt.

5.2.4.3 Explosion

Bärande huvudsystem dimensioneras för ett statiskt verkande inre övertryck enligt figur 5.2.4.3.

Övertryck [kPa]



Avstånd olycksplats - tunnelmynning [km]

Figur 5.2.4.3 Övertryck vid explosion

I tunnel med förbud mot transport av farligt gods dimensioneras bärande huvudsystem för ett statiskt verkande inre övertryck av 70 kPa.

Med farligt gods avses klasserna 1, 2 och 3 enligt Förordningen 1982:923 om transport av farligt gods.

Utrymnings- och insatsväg samt räddningsrum ska dimensioneras för ett statiskt verkande inre övertryck av 70 kPa.

För utrymnings- och insatsväg samt räddningsrum där utrymmets geometri är sådan att längden är mer än 20 gånger utrymmets största tvärmått kan övertrycket minskas till 50 kPa.

Övriga utrymmen samt dörrar som gränsar mot trafikerat utrymme ska dimensioneras för ett statiskt verkande övertryck av 20 kPa.

5.2.4.4 Brand

Nedanstående lastvärden ska tillämpas för trafikerat utrymme i tunnel.

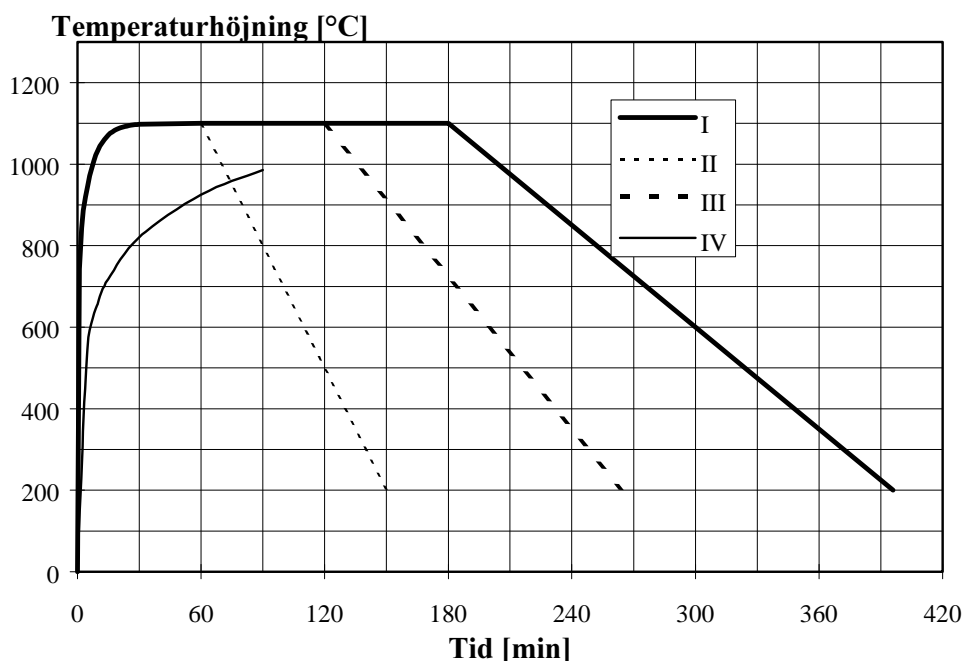
I sidoutrymmen där brandbelastningen överstiger 200 MJ/m² anges lastvärden i teknisk beskrivning.

Gasttemperaturen vid brand ska förutsättas följa kurva I enligt figur 5.2.4.4 med 180 minuters upphettningsfas. Avsvalningshastigheten 250°C/h ska förutsättas.

Då automatiskt släckningssystem installeras kan 60 minuters upphettningsfas samt avsvalningshastigheten 600°C/h enligt kurva II förutsättas.

För tunnel med förbud mot transport av farligt gods ska gastemperaturen vid brand förutsättas följa kurva III med 120 minuters upphettningsfas. Avsvalningshastigheten 375°C/h förutsätts.

Dörr som gränsar till trafikerat utrymme dimensioneras för gastemperatur enligt standardbrandkurvan SIS 02 48 20 med 90 minuters upphettningsfas.



Figur 5.2.4.4 Gastemperatur vid brand

- I Normalfall
- II Tunnel med automatisk släckningsutrustning
- III Tunnel med förbud mot transport med farligt gods
- IV Dörr mot trafikerat utrymme

Brandgastemperaturen under upphettningsfasen (kurvor I-III) överensstämmer med hydrocarbonkurvan enligt prEN 1363-1:1993.

Kurva IV är enligt SIS 02 48 20.

5.2.4.5 Bortfall av förankring

Konstruktion, som är utformad med förankringselement och där eventuellt brott kan medföra personskada eller stor olycksrisk för trafikant, ska dimensioneras under antagande att ett förankringselement är ur funktion.

Exempel på sådan konstruktion är dragstagsförankring samt infästningsanordning för inredning eller installation.

5.2.4.6 Yttre olycksbelastning

Dimensionering utförs för eventuell yttre olycksbelastning. Lastvärden anges i teknisk beskrivning.

Detta kan exempelvis vara oförutsedd belastning (trafiklast, utfyllnad) på markyta ovanför eller intill tunnel.

Last från avlägsnad fyllning kan uppstå genom schakt eller bortspolning av överfyllnad utanför tunnel eller motviktsutfyllnad inuti tunnel.

Yttre belastning kan uppstå av draggande/fallande ankare, sjunkande fartyg, extrema vattennivåer, inte fungerande dränering m m.

För tunnel i berg ska, vid gynnsamma bergtekniska förhållanden enligt punkt 5.3.3.1, armerad sprutbetong förutsättas bli belastad med en tvångsvinkeländring av 1/250. Vid övriga bergtekniska förhållanden ska motsvarande vinkeländring vara 1/125.

5.2.5 Lastkombinationer

5.2.5.1 Allmänt

De i avsnitten 5.2.1-5.2.4 angivna lasterna och andra eventuellt förekommande laster ska kombineras så att ogynnsammaste inverkan för olika konstruktionsdelar erhålls.

Belastningar ska kombineras så att respektive lastfall kan anses motsvara verkliga förhållanden. Beräkning ska ske med de i tabell 5.2.5 angivna

lastkombinationerna och lastkoefficienterna $\Psi\gamma$ om inte annat påvisas vara riktigare.

För vissa mindre ofta förekommande konstruktioner kan beräkning av andra kombinationer krävas. Detta anges i teknisk beskrivning.

Tabellen överensstämmer i princip med BRO 94, kapitel 22 men lastkombinationerna III, V:C, VII och IX har utgått.

Grundläggande principer för val av lastkoefficienter framgår av BRO 94, bilaga 2-1.

Vid beräkningen godtas att bromskraft och lagerfriktion inte kombineras.

Hänsyn ska tas till jordens och betongens krypning.

5.2.5.2 Lastkombinationer

Lastkombination I

Denna lastkombination utgör bruksgränskontroll i byggnadsskedet.

Lastkombination II

Denna lastkombination utgör brottgränskontroll i byggnadsskedet.

I denna lastkombination ska medräknas maximalt de fyra variabla laster som tillsammans ger ogynnsammaste inverkan. Ogynnsammaste variabla last ska ges det högre värdet på lastkoefficienten $\Psi\gamma$. Övriga variabla laster ska ges det lägre värdet.

Lastkombination IV:A

Denna lastkombination IV är huvudbelastningsfall i brottgränstillstånd.

I denna lastkombination medräknas maximalt de fyra variabla laster som tillsammans ger ogynnsammaste inverkan.

Ogynnsammaste variabla last ska ges det högre värdet på lastkoefficienten $\Psi\gamma$. Övriga tre laster som medräknas ges det lägre värdet.

Lastkombination IV:B

Denna lastkombination avser beräkning av inverkan av dominerande permanenta laster i brottgränstillstånd.

Lastkombination V:A

Denna lastkombination är huvudbelastningsfall i bruksgränstillståndet.

Lastkombination V:B

Denna lastkombination utgör grund för beräkning av sprickbredd i bruksgränstillståndet. Lastkombinationen utgör även den i BBK 94 omtalade långtidslasten.

Lastkombination VI

Denna lastkombination avser beräkning för utmattning.

Lastkombination VIII

Denna lastkombination avser beräkning för olyckslast. En beräkning ska göras för varje olyckslast.

Tabell 5.2.5 Lastkoefficienten Ψ_γ för respektive lastkombination

Lastkombination	I	II	IV:A	IV:B	V:A	V:B	VI	VIII
Permanenta laster								
Laster av överlagrande jord och berg								
vertikal last		1,15	1,15	1,25	1,15			
min	1		0,85		0,85	1	1	1
horisontell last		a)	a)	1,2	a)			
min	a)	a)	a)		a)	1	1	1
Egentyngd av tunnel			1,05	1,15	1,05			
min	1	1	0,95		0,95	1	1	1
Vägbeläggning			1	1	1	1	1	1
Vattentryck	1	1	1	1	1	1	1	1
Deformation i omgivande jord och berg			1	1	1	1		
min			0	0	0	0		
Krympning			1	1	1	1		
min			0	0	0	0		
Spännkraft								
t = 0	1	1						
t = t1			1	1	1	1		1
t = t2			1	1	1	1	1	1
Variabla laster								
Överlast	0,7	1/1,3	0,7/1,3		1	0,3		
Vattenståndsvariation			0,8/1,3		0,8/1,3	0,3		
Ekvivalentlast 1	0,6	0,6/1	0,7/1,5		1	0,3		0,3
Ekvivalentlast 2			0,7/1,5		1	0,3		
Ekvivalentlast 3			0,7/1,5		1	0,3		
Ekvivalentlast 4			0,7/1,5		1			
Ekvivalentlast 5			0,7/1,5		1	0,3		0,3
Utmattningslast från trafik							1	
Ytlast			0,7/1,5		1	0,3		0,3
Renhållningsfordon			0,7/1,5		1	0,3		
Utryckningsfordon			0,7/1,5		1			
Bromskraft			0,7/1,5		0,7			
Sidokraft			0,7/1,5		0,7			
Last från installationer			0,7/1,3		1	1	1	
Last på vägområde			0,7/1,5		1	0,3		
Temperaturändring			0,6/1,3		0,6			
Vindlast		0,4/1	0,6/1,3		0,6		1	
Lufttryck från fordon	0,4	0,4/1	0,6/1,3		0,6	0,3	1	
Last i sidoutrymme			0,7/1,5		0,7			
Last av arbetsredskap	1	1/1,3						
Last från dilatationsfog			0,4/1,3		0,4			
Islast		0,4/1	0,6/1,3		0,6			
Olyckslast								
Påkörning av fordon								1
Oavsiktlig stöt								1
Explosion								1
Brand								1
Brott i förankring								1
Yttre belastning								1

a) Aktivt jordtryck $(\Psi_\gamma)_{\min} = 0,9$ $(\Psi_\gamma)_{\max} = 1,1$ Vilojordtryck $(\Psi_\gamma)_{\min} = 0,9$ $(\Psi_\gamma)_{\max} = 1,1$
 Passivt jordtryck $(\Psi_\gamma)_{\min} = 0,9$ $(\Psi_\gamma)_{\max} = 1$ Vilojordtryck (cellplast) $(\Psi_\gamma)_{\min} = 0$ $(\Psi_\gamma)_{\max} = 1$

5.3 Tunnel i berg

I detta avsnitt anges kompletterande krav för bärande huvudsystem i tunnel eller del av tunnel, som är omgiven av berg och som är driven genom sprängning eller borring.

5.3.1 Krav

5.3.1.1 Vattentäthet

Tunnel i berg ska vara tillräckligt tät mot vatteninläckning. Kravet bestäms utgående från geohydrologisk utredning, önskemål om begränsning av inläckande vattenflöde, stabilitetskrav och beständighetskrav.

Geohydrologisk utredning ska utföras.

Påverkan på omgivningen, såsom grundvattensänkning i anslutning till tunneln är vanligen så omfattande att mark-sättningar och andra skador kan uppstå.

Vattenavledning ska anordnas vid tak och vägg så att vägbanor och golvytor inte utsätts för dropp och rinnande vatten.

Täthetskraven uppfylls normalt genom injektering.

5.3.1.2 Beständighet

Krav enligt 5.1.3 ska tillämpas.

5.3.1.3 Fryssäkerhet

Tunnel i berg ska utformas så att skador av frysning inte uppstår.

Tunnel utformas normalt så att isbildning inte uppstår vid vattentätningsskiktet för dimensionerande köldmängd enligt punkt 5.2.3.3.4.

Huvudsektionens väggar och tak ska isoleras.

För isolering under vägbanor gäller krav enligt punkt 5.5.3.3.1.

Konstruktion som säkerställer vattentäthet ska även dimensioneras för islast enligt punkt 5.2.3.3.8 i de fall som temperaturisolering inte dimensionerats för maximiköldmängd.

5.3.1.4 Förstärkning under pågående bergarbeten

Driftförstärkningar ska så långt det är möjligt utföras så att aktuell förstärkningskonstruktion kan ingå i det permanenta bärande huvudsystemet.

Alla konstruktioner och konstruktionsdelar som ingår i det permanenta bärande huvudsystemet ska uppfylla kraven för detta.

5.3.2 Förutsättningar

5.3.2.1 Allmänt

Tunnel i berg ska utformas så att den inte orsakar sådana förändringar av berg-, jord- eller grundvattenförhållanden att skador uppkommer i omgivningen.

Vägledning kan erhållas i Vägverkets publikation, Yt- och grundvattenskydd.

Tunnels tvärsektion ska bestämmas så att tillräckligt utrymme erhålls för trafikutrymme, förstärkningskonstruktion ingående i bärande huvudsystem, inredning, vägkonstruktion samt installation. Inspektion av bärande huvudsystem, inredning och installationer samt övrigt drifts- och underhållsarbete ska möjliggöras.

Hänsyn ska tas till utrymmesbehov för vattenavledning under tunnels livslängd.

Utrymmesbehov för framtida förstärkningskonstruktion kan behöva beaktas. I förekommande fall anges detta i teknisk beskrivning.

Tunnelbotten ska utformas så att inläckande vatten kan dräneras bort, se punkt 6.5.3.2.

Bergvalvets utformning ska bestämmas utgående från geometriska krav och med beaktande av resultat från bergmekanisk utredning.

Minsta avstånd mellan tunnelrör ska bestämmas med hänsyn till bergförhållanden, tunneldimensioner, sidoutrymmen och annat närliggande byggnadsverk samt krav från drivningssynpunkt.

5.3.2.2 Laster

Tunnel i berg ska dimensioneras för laster enligt avsnitt 5.2.

5.3.2.3 Materialvärden

Karakteristiska materialvärden för bergmassa ska normalt bestämmas som medelvärden. Inverkan av bergarter, spricksystem, sprick- och krosszoner, vittring samt vattenförekomst ska beaktas.

Karakteristiska materialvärden för bergmassa får bestämmas genom försiktigt val med ledning av dokumenterad och systematiserad erfarenhet.

Vid utförande av bergmekanisk beräkning ska inverkan av bergart, spricksystem, sprick- och krosszoner, vittring samt vattenförekomst bedömas var för sig.

Karakteristiska materialvärden för betong bestäms enligt BKR 94, avsnitt 7:22.

Karakteristiska materialvärden för armeringsstål bestäms enligt BBK 94, avsnitt 2.5.

Materialvärden för konstruktionsstål förutsätts enligt BKR 94, avsnitt 8:22 och BSK 94, avsnitt 2:2.

5.3.2.4 Toleranser

Toleranser ska anges för sådana mått och andra mätbara egenskaper som har väsentlig betydelse för konstruktionens funktion. Redovisning ska ske i kontrollplan för tilläggskontroll.

Toleranser bör anges för:

- *tunnelns bergövertäckning*
- *avvikelse från teoretisk bergsektion*
- *borrhålsavvikelse*
- *förstärkningskonstruktion*
- *avstånd till närliggande byggnadsverk eller annan belastning. Olika toleranser kan gälla beroende på arten av påverkan, t ex vibrationer och grundvattensänkning.*

5.3.2.5 Dimensioneringsparametrar

Om tryckpåkänningen i betongen av enbart permanenta laster enligt lastkombination V:A inte överskrider $0,6 \cdot f_{ck}$ och konstruktionens speciella karaktär inte motiverar annat ska betongens krypdeformationer beräknas enligt följande ekvation.

$$\epsilon_{cr} = \frac{\sigma}{E_c} \varphi$$

E_c är elasticitetsmodulens dimensioneringsvärde.

För permanenta laster får kryptalet $\varphi = 2,0$ förutsättas och för temperaturändring $\varphi = 0,3$. Andra värden kan väljas med stöd av Betonghandbok, Konstruktion.

För bergmassa väljs koefficienter γ_m och γ_{Rd} med ledning av BKR 94, avsnitt 4:31 och 4:32 samt i tillämpliga delar BRO 94, 32.14.

5.3.2.6 Övrigt

Konstruktionsdel, som är gjuten mot berg och som bär last utan krav på samverkan med berg, ska ha en minsta tjocklek av 0,4 m.

Betongytor i bärande huvudsystem ska vara minimiarmerade med 0,1 % av konstruktionsdelens tvärsnittyta i vardera riktningen.

Kravet avser inte utförande i sprutbetong.

Fiberarmerad sprutbetong ska tillsättas minst 50 kg stålfiber/m³. Fiberarmerad sprutbetong ska vara täckt med minst 20 mm oarmerad sprutbetong.

Även fibertyp och fiberlängd har stor inverkan på betongens seghet och spricksäkerhet.

Tätningsskikt och tätfogar utformas med beaktande av de livslängdskrav som enligt avsnitt 2.3 anges för tillhörande byggnadsdel. Krav enligt BRO 94, kapitlen 62 och 63 ska gälla i tillämpliga delar.

Vägledning kan fås i Statens Vegvesens publikation, Vegtunneler.

Konstruktionsdelar som penetrerar tätningsskiktet eller i övrigt kan påverka dess funktion ska utformas så att krav på tätning uppfylls.

5.3.3 Verifiering av motståndsförmåga

5.3.3.1 Allmänt

Bergmassa ska, tillsammans med bergförstärkning, betraktas som bärande huvudsystem och dimensioneras som en sammanhållen enhet.

Tre olika funktionssätt kan urskiljas:

- *vid gynnsamma bergtekniska förhållanden är bergmassans egen motståndsförmåga tillräcklig*
- *vid dålig bergkvalitet eller från stabilitetssynpunkt ogynnsam tunnelgeometri kan bergmassan bilda ett stabilt valv genom samverkan med bergbultar och sprutbetong*
- *vid mycket dålig bergkvalitet eller från stabilitetssynpunkt olämplig tunnelgeometri säkras motståndsförmågan helt av en platsgjuten betongkonstruktion.*

Bergyta ska alltid säkras mot blocknedfall. Vid bergytor i tak ska hela ytan vara säkrad.

Denna säkring utförs vanligen med sprutbetong eller bergbult.

Heltäckande säkring i tak kan avslutas där anslutande vägg är vertikal.

Motståndsförmåga för tunnel i berg ska verifieras enligt BKR 94, avsnitt 2:3 med undantag för punkt 2:321.

Verifieringen utgörs av följande aktivitetskedja:

- förutsättningar och undersökningar klarläggs respektive utförs samt redovisas i förundersökning*
- sammanfattande analys av resultat från förundersökning och bedömning av bergkvalitet, förstärknings- och tätningmetoder redovisas i prognos*
- valda förstärkningslösningar dimensioneras med bergmekaniska beräkningar*
- prognos för bergkvalitet, utförandeanvisning för förstärknings- och tätningarbeten samt övriga anvisningar redovisas på bergritning*
- bergritnings överensstämmelse med antagna förutsättningar och utfört arbete dokumenteras på bergkarteringsritning.*

Motståndsförmåga för tunnel godtas säkerställd med konventionella bergförstärkningsmetoder. Bergförstärkning ska dimensioneras med hänsyn till bl a materialegenskaper, hållfasthet, bergspänningar, spricksystem, blockighet, sprickfyllnader, vittring och vidhäftningsegenskaper.

Dimensionering ska ske med hänsyn till krav på livslängd och behov av underhåll.

5.3.3.2 Förundersökning

Förundersökning ska ge all nödvändig information angående de geologiska, geohydrologiska och bergmekaniska förutsättningarna. Rapport över förundersökning ska innehålla uppgifter enligt avsnitt 1.4.2.

Tidigare dokumenterade geologiska, geotekniska och geohydrologiska undersökningar ska redovisas.

I redovisning av förundersökningsresultaten ska det klart framgå vad som är faktisk och tolkad information.

Undersökningsmetodernas noggrannhet, säkerhet och räckvidd ska anges.

Undersökningsresultat som baseras på erfarenhet ska verifieras och kunna kontrolleras.

Vägledande information kan erhållas i BeFo rapporter, Förundersökningar i berg och Geohydrologiska förundersökningar i berg.

5.3.3.3 Ingenjörsgelogisk prognos

Ingenjörsgelogisk prognos ska grundas på resultat från förundersökning. Resultat av prognos ska redovisas på bergritning enligt punkt 1.4.4.4 samt dokumenteras i en rapport vilken ska innehålla uppgifter enligt avsnitt 1.4.3.

Förväntad bergkvalitet ska specificeras med något bergklassificeringssystem som kan godtas av Vägverket, VTt. Godtagna klassificeringssystem är Q- index och RMR, Rock Mass Rating.

Värdering av osäkerheterna i den ingenjörsgelogiska prognosen ska göras. Graden av säkerhet i såväl delresultat som i den totala bedömningen ska anges.

5.3.3.4 Brottgränstillstånd

Bergmekaniska hållfasthetsberäkningar ska redovisas såvida det inte påvisas att behov inte föreligger.

I brottgränstillståndet tillämpas lastkombinationer II, IV:A och IV:B. Utmattningskontrolleras i förekommande fall enligt lastkombination VI. För olyckslast tillämpas lastkombination VIII.

Speciellt ska krav enligt BKR 94, 4:3 observeras.

Normalt dominerar de permanenta lasterna varför lastfall IV:B vanligen blir dimensionerande. För speciella betongkonstruktioner kan lastfall II och IV:A behöva beaktas.

Vid användning av datorberäkning ska även beräkningsresultat med linjärelastisk materialmodell redovisas.

Vägledning beträffande dimensionering av bergförstärkning kan fås i BeFo rapport, Bergbultning, Dimensionering, praxis och tillämpningar, i Vattenfall, Bergförstärkning med sprutbetong och i Vägverket, Bergteknik, dimensioneringsgrunder för användning vid bergförstärkning med sprutbetong.

Bärande huvudsystem får inte kollapsa vid olyckslastfallen, brand eller explosion. Lokala skador godtas. De lokala skadorna får inte bli så omfattande att utrymning eller insats av räddningstjänst förhindras. Se avsnitt 5.6.

5.3.3.5 Bruksgränstillstånd

I bruksgränstillstånd tillämpas lastkombinationer I, V:A och V:B.

Krav på största tillåtna deformation eller deformationsskillnad samt sannolikhet för överskridande anges i teknisk beskrivning.

Sannolikheten kan anges som ett β -värde enligt BKR 94, 2:12.

Byggnadsdelar ska ha sådan styvhet att deformationer eller förskjutningar inte stör dess funktion eller skadar andra byggnadsdelar.

Generellt godtas att osprucken betong förutsätts ha en böjstyvhet $E_c I_c / (1 + \varphi)$ samt att uppsprucken betong förutsätts ha en böjstyvhet motsvarande 60 % av detta värde.

Vid deformationskontroll ska kryptal φ enligt punkt 5.3.2.5 tillämpas.

Säkerhet mot frysning ska verifieras genom temperaturinträngningsberäkning. Dimensionerande köldmängd i tunnel ska förutsättas vara enligt punkt 5.2.3.3.4. Vid temperaturinträngningsberäkning ska hänsyn tas till isoleringsförmågans minskning med tiden och till eventuella köldbryggor.

Inverkan av värmeövergångsmotstånd får medräknas om denna bestäms med beaktande av lufthastigheten vid konstruktionens yta.

Luftspalter som utnyttjas till värmeisolering ska vara uppdelade och begränsade till storlek för att förhindra konvektion.

I de fall där vattentätning inte placeras vid bärande huvudsystems utsida ska det speciellt påvisas att krav på beständighet uppfylls.

5.3.4 Material

5.3.4.1 Allmänt

Material ingående i bärande huvudsystem, inklusive jord och berg, ska ha kända och dokumenterade egenskaper i de avseenden som har betydelse för deras användning.

För all betong ska ”Tillverkningsklass I” förutsättas.

För betongkonstruktion ska krav enligt BKR 94, avsnitt 7:4, tillämpas.

Material i konstruktion, som enbart nyttjas under byggnadsskedet, ska ha sådana egenskaper att motståndsförmåga för eventuellt påverkad permanent konstruktion inte försämras.

5.3.4.2 Bergmassa

Prognos ska upprättas över bergmaterialets och sprickornas egenskaper. Dessa värden ska utgöra förutsättningarna för bergmekaniska utredningar och dimensionering.

Material i bergmassa samt grundvatten får inte utsätta andra ingående byggnadsmaterial för kemiska eller fysikaliska angrepp.

Bergmassans eventuella nedbrytning, speciellt vittring och erosion, ska beaktas.

5.3.4.3 Betong

5.3.4.3.1 Allmänt

För delmaterial till betong ska BRO 94, 43.2 tillämpas.

För hårdnad betong ska krav enligt BRO 94, 43.3 tillämpas

För undervattensgjuten betong ska tillkommande krav enligt BRO 94, kapitel 46 gälla.

Vattenhalter i tillsatsmedel ska anges av leverantör.

För betongelement ska BRO 94, 43.4 tillämpas.

5.3.4.3.2 Cementbruk för bultingjutning

Cementbruk för fastgjutning av bergbult utan förspänning ska ha vct mindre än 0,30. Expanderande injekteringsbruk ska ha fördröjd verkan så att expansion sker efter injektering av berghål. Tidsfördröjning ska anges av leverantör.

Cementbrukets sättmått, mätt med sättkon, bör ligga inom intervallet 30-40 mm.

Cementbruk för injektering av förspänd bult ska uppfylla krav enligt BRO 94, 43.51.

Cementbruksskikt mellan konstruktionsdel och berg ska vara minst 10 mm. Cementbruksskikt mellan andra konstruktionsdelar ska vara minst 5 mm.

Cementbruk för ingjutning av varmförzinkat stål ska ha sådan sammansättning att brukets vidhäftning och täthet inte försämras av förzinkningen.

Detta kan uppfyllas genom att

- kaliumdikromat tillsätts cementbruket
- speciellt utprovat ingjutningsbruk används
- zinkskiktet skyddas med t ex epoxi.

Ur arbetarskyddssynpunkt bör tillsättning av kromat undvikas. Vid arbete med kromattillsatt bruk bör speciell hantlingsinstruktion tillämpas.

Förankring av bergbult med annat material än cementbruk ska vara godtaget av Vägverket, VTt. För sådant material ska dokumentation av lastkapacitet och beständighet för långtidslast redovisas.

5.3.4.4 Sprutbetong

5.3.4.4.1 Delmaterial

För delmaterial till sprutbetong ska BRO 94, 43.2 tillämpas.

5.3.4.4.2 Hårdnad sprutbetong

Sprutbetong ska uppfylla krav på tryck- och böjdraghållfasthet samt krav på vidhäftning till påsprutad yta. BBK 94, avsnitt 7.4.4 ska tillämpas.

Sprutbetong ingående i bärande huvudsystem ska utföras i lägst hållfasthetsklass K40.

I de fall som krav på vidhäftning till bergyta föreligger ska detta krav anges på arbetsritning.

Böjdraghållfasthet alternativt seghet ska bestämmas för stålfiberarmerad sprutbetong enligt ASTM C1018. Provningsmetoden förutsätts modifierad enligt CBI, Seghet hos fiberarmerad sprutbetong - Rekommenderad provningsmetod.

Krav ska anges på arbetsritning.

5.3.4.5 **Bergbult**

Stålmateriäl i bergbult ska ha undre sträckgräns eller 0,2-gräns av minst 400 MPa. Gränstöjning eller brottförlängning ska vara minst 4 %. Materialkrav enligt SS 14 21 65 ska vara uppfyllda.

Stångdiameter ska vara minst 20 mm.

Vid krav på samverkan med sprutbetong ska bultarna förses med bricka, halvkula och mutter eller likvärdig lastfördelande förankring. Övriga bultar ska förses med bergbricka med diameter ≥ 200 mm, halvkula och mutter.

Vid söndersprucket berg bör trekantig bricka användas istället för rund bricka.

Vid användning av förspänd bergbult med glidlager ska den ökade korrosionsrisken beaktas genom anordnande av dubbla korrosionsbarriärer.

Utförande av bergbult i annat material än stål ska vara godtaget av Vägverket, VTt.

5.3.4.5.1 **Rostskydd för bergbult**

Vid utformning av bergbult med nedanstående rostskyddssystem får förutsättas att konstruktionen erhåller 80 års livslängd. Skyddet ska gälla bultstången inklusive tillbehör såsom bricka, mutter och halvkula.

Miljöklass M3:

Ingjutning ska ske med cementbruk som uppfyller krav enligt punkt 5.3.4.3.2. Cementbruksskiktet ska vara minst 10 mm tjockt.

I miljöklasser M4A och M4B godtas följande rostskyddssystem för bergbultar där ståldetaljernas hållfasthet understiger 800 MPa.

Rostskyddssystem för miljöklass M4A:

Stål varmförzinkas och ingjuts i cementbruk som uppfyller krav enligt punkt 5.3.4.3.2. Cementbruksskiktet ska vara minst 10 mm tjockt. Vid fri betongyta ska täckande betongskikt vara minst 20 mm.

För konstruktionsdelar som inte är ingjutna godtas varmförzinkning kombinerat med ytskydd av värmehärdad epoxi med skiktjocklek $\geq 80 \mu\text{m}$.

Rostskyddssystem för miljöklass M4B:

Stål varmförzinkas och beläggs med ytskydd av värmehärdad epoxi med skiktjocklek $> 80 \mu\text{m}$ samt ingjuts med cementbruk som uppfyller krav enligt punkt 5.3.4.3.2. Cementbruksskiktet ska vara minst 10 mm tjockt.

Varmförzinkning ska i de ovan angivna rostskyddssystemen utföras enligt följande:

Muttrar varmförzinkas enligt Fe/Zn 45 SS 3192.

Övriga ståldetaljer varmförzinkas enligt SS 3583 klass A. Utvändiga gängor ska även uppfylla krav enligt Fe/Zn 45 SS 3192.

Krav på utförande av epoxibeläggning ska för de ovan angivna rostskyddssystemen anges i den tekniska beskrivningen.

Följande krav bör normalt tillämpas:

- slaghållfasthet, min 60 enligt ASTM D2794
- vidhäftning, Gf 1,2 mm enligt DIN 53151
- elasticitet, min 12 mm enligt DIN 53152.

5.3.4.6 Armering

5.3.4.6.1 Ospänd armering

Stång- eller nätarmering till sprutbetong ska ha undre sträckgräns eller 0,2- gräns större än 400 MPa. Gränstjörning eller brottförlängning ska vara minst 4 %. Materialkrav enligt SS 14 21 65 ska vara uppfyllda. Stångdiametern får vara högst 12 mm.

För epoxibelagd armering gäller krav enligt BRO 94, 43.64.

Ospänd armering och mekanisk armeringsskarv ska utöver krav enligt BBK 94 uppfylla krav i nedanstående av Svensk Byggstålkontroll, SBS utgivna dokument:

- Allmänna regler, punkterna 3 och 4.
- A1 Särskilda regler för tillverkare av varmvalsad armeringsstång.
- A3 Särskilda regler för armeringsverkstäder.

Med SBS avses certifieringsorganet.

Armering, som inte finns angiven i BBK 94, avsnitt 2.5.1, ska dragprovats samt uppfylla kraven vad gäller relativ kamarea, dimension och form enligt NS 3570 eller DIN 488. Tillämpning av DIN 488 godtas enbart för stål BSt 500.

5.3.4.6.2 Spänd armering

Krav enligt BRO 94, punkterna 43.62, 43.63 och 43.65 ska tillämpas.

5.3.4.6.3 Fiberarmering

Användning av annat material än stål ska vara godtaget av Vägverket, VTt.

Krav på stålfiber ska ställas med hänsyn till sprutbetongens dimensionerings- och verkningsätt. Krav ska anges i arbetshandlingar.

Stålfiber ska uppfylla materialkrav enligt SS 14 21 65.

I förprovning eller motsvarande provning använd fibertyp får inte bytas mot annan typ utan att det visas att aktuella krav kan uppfyllas.

5.3.4.7 Injekteringsmedel för tätning

Injekteringsmedel får inte försämra injutet ståls korrosionsresistens.

Injekteringsmedel ska för det aktuella tätningsfallet ha lämpliga strömningsegenskaper och filtreringsstabilitet samt vara kemiskt och fysikaliskt långtidsbeständigt.

Vid injektering av konstruktion där kraftöverföring erfordras ska hårdnat injekteringsbruk ha tillräcklig tryckhållfasthet.

Detta avser exempelvis jordinjektering och kontaktinjektering i grova konstruktioner.

Krav på injekteringsmedel ska anges i teknisk beskrivning.

5.3.4.8 Övrigt

5.3.4.8.1 Formstag

Formstag och distanshållare, som gjuts in i konstruktionen och som inte avlägsnas, ska vara av sådant material att de i sig är beständiga mot aktuell miljöpåverkan och inte medför ökad risk för sprickor.

5.3.4.8.2 Fogband

Fogband för tätning av fogar ska uppfylla krav i ”Regler för certifiering av fogband av PVC”, avsnitt 3.1 utgivna av Vattenfall Utveckling AB.

5.3.4.8.3 Ytbehandlingsprodukter för betong

Ytbehandlingspreparat för skydd mot inträngning av klorider och vatten ska uppfylla krav i ”Godtagande av ytbehandlingspreparat för betong” utgiven av Stockholm Konsults Materialprovning.

Lösningsmedel i ytbehandlingspreparat av t ex silan- och siloxantyp bör begränsas av hänsyn till miljön. Om preparatet ska innehålla mindre än 10 % lösningsmedel anges detta i teknisk beskrivning.

Målningssystem ska provas på betong med hållfasthetsklass K40 och med lufttillsats. Vid provning ytbehandlas samtliga betongytor. Målningen får inte försämra den behandlade betongytan.

Vid provning av målad betongyta enligt ”Godtagande av ytbehandlingspreparat för betong” ska:

- krav enligt avsnitt 1.1 uppfyllas
- kulör förbli oförändrad
- krav på ånggenomgångsmotstånd enligt avsnitt 1.3 uppfyllas.

Betongens frysbeständighet får inte bli försämrade av målningen och färgsystemet ska vara frysbeständigt. Provning ska utföras enligt SS 13 72 44, metod A, som jämförande provning av dels omålade och dels målade betong.

Målningen bör vidare provas genom en försöksmålning om minst 1 m² representativ yta för bedömning enligt nedan. Färgens vidhäftning till försöksytan bör provas efter av tillverkaren angiven tork- och härdningstid. Detta kan utföras genom ett snittprov med kniv. Vidhäftningen kan dessutom kontrolleras genom att särskild tejp klistras på målade ytor. Efter att tejpens rivits av ska färgen sitta kvar på betongytan.

Efter fullständig genomtorkning kontrolleras försöksytan beträffande brister såsom sprickor, porer, olikheter i färgnyanser och kulör.

Av Betonghandbok, Arbetsutförande, avsnitt 18.7, framgår ytterligare synpunkter och rekommendationer för målning av betong.

Klotterskydd ska uppfylla ovanstående krav i tillämpliga delar.

5.3.4.8.4 Distansklotsar

Distansklotsar ska vara tillverkade av betong enligt punkt 5.3.4.3.1. Vct får dock inte överstiga 0,40.

Distansklotsarna bör vara tillverkade av samma cementtyp som ingår i den omgivande betongen.

5.3.5 Utförande

5.3.5.1 Allmänt

Drivning av bergtunnel samt utförande av bärande byggnadsdelar ska ske på ett fackmässigt sätt och enligt upprättade arbetshandlingar. Detta innefattar att uppföljning och dokumentation av bergmassans egenskaper utförs successivt så att antagna förutsättningar verifieras eller att erforderliga åtgärder vidtages.

Arbetena ska utföras enligt upprättade arbetsbeskrivningar och tidplaner. För arbetsprocedur, som kan påverka antagna förutsättningar och funktionsmodeller, ska arbetsbeskrivning upprättas.

Dagbok ska föras under utförandet. I denna dokumenteras utfört arbete, miljöförhållanden på arbetsplatsen samt övriga iakttagelser som kan vara av värde vid utvärdering av konstruktionen.

Krav enligt BRO 94, kapitel 34, ska gälla i tillämpliga delar.

Vibrationsinducerande arbeten ska samplaneras med övriga arbeten så att färsk och hårdnande betong skyddas från skadliga vibrationer.

5.3.5.2 Drivning

5.3.5.2.1 Sprängning

För sprängda tunnlar ska skonsam sprängning tillämpas. Berguttag ska ske med hjälp av liggande borrhål. Krav på arbetsmetod, arbetsteknik och maximala borrhålsavvikelse ska anges i teknisk beskrivning.

Detta innebär att man ska anpassa borr-, laddnings- och tändplaner så att ställda krav på tillåten skadezon innehålls.

För konturhål väljs normalt borrhållstolerans 1 enligt MarkAMA 83, tabell B 6/1.

Borrhål i hålråd närmast konturen bör utföras parallella med konturhålen och i borrhåningstoleransklass 1.

Råd beträffande utförande av sprängningsarbeten ovan jord finns redovisade i Vägverkets publikation, Handbok i sprängteknik.

Arbetet ska utföras så att störande omgivningspåverkan inte uppstår (försiktig sprängning) enligt krav uppställda i särskilt upprättad riskanalys för vibrationer. Se avsnitten 2.2 och 3.7.

Beräkning av riktvärden samt kontroll avseende sprängningsinducerade vibrationer i närliggande byggnader ska utföras enligt SS 460 48 66.

Det bör observeras att ordet riskanalys i standarden har en annan definition än i avsnitt 2.2.

Beträffande sprängplan och syneförrättning, se avsnitten 1.8.1 och 1.8.2.

Sprängningsinducerade luftstövågor ska begränsas där risk finns för skador på närliggande byggnader.

För byggnader på större avstånd än 20 m från tunnelmynning bör toppvärdet av reflektionstrycket understiga 500 Pa. För närmare belägna byggnader bör särskilda skyddsåtgärder vidtas.

Öppen skakt i anslutning till tunnelmynningar ska utföras enligt VÄG 94, 4.4.2.

Vatteninläckning i borrhål ska kontrolleras med i teknisk beskrivning angiven omfattning.

Om vatteninläckning uppstår vid borrhåning av salvhål ska borrhåningen avbrytas och anmälan ske till beställaren. Förslag till kompletterande tätningsåtgärd tas fram av entreprenör.

Rensning av bergytor inklusive bergbotten ska utföras enligt i teknisk beskrivning angiven bergrensningsklass.

Normalt väljs bergsrensningsklass 2 enligt MarkAMA 83, tabell B 6/2.

Efter rensning av bergbotten bör kontroll av nivåer, uppstickande berggaddar och vatteninläckning utföras.

5.3.5.3 Hantering av material

Bergbult, armering, stålfiber och ingjutningsgods ska förvaras och hanteras på ett sådant sätt att olika material inte kan förväxlas och så att avsedda egenskaper inte försämras samt att korrosion inte riskeras under lagringstiden.

Märkning ska vara sådan att sambandet mellan material och tillhörande intyg säkerställs samt att förväxling med andra material förhindras.

5.3.5.4 Bergbultning

Montage av bergbult, förankring och dylikt ska ske enligt upprättad arbetsbeskrivning.

Borrhålens längd och diameter ska anpassas till de aktuella bultarna.

Håldiametern bör vara 20 mm större än bultens diameter.

Bult får inte monteras i vattenförande borrhål.

Vattenförande bulthål borras om eller injekteras. Öppna hål ska fyllas med cementbruk.

Bulten ska vara minst 0,05 m längre än bulthålet. Bultlängden ska minst vara sådan att förankringsmutter är helt pågängad.

Bultar som ska provas med Boltometertest ska ha minst 0,1 m utstickande del.

Bultar för säkring av block ska vara förankrade 1-2 m in i bedömt fast berg.

Förspänd bult spänns till högst 60 % av flytgränsen. Uppspänningsgraden anges på bergritning och anpassas till bergförhållandena. Förspänning av bult ska utföras med metod som varken roterar bulten eller medför vridning i bulten.

Vid höga bergtryck och sprött bergmaterial ska ändförankrad bult utan förspänning användas.

Ändförankrad bult bör inte gutas in förrän avståndet till drivningsfronten är 50 m.

Bergbult ska monteras centriskt i borrhål.

Kravet ställs för att erhålla förankring och korrosionsskydd.

Bergbult ska gutas in med bruk som har efter bulttypen anpassad konsistens.

Ingjutningsbruk ska med slang pumpas in i borrhålet från hålets botten. Efter att bulten införts i det bruksfyllda borrhålet ska bruket helt fylla hålrummet mellan bult och bergyta..

Annan metod får användas efter godtagande av Vägverket, VTt.

Bergets temperatur får inte understiga +2°C vid ingjutning av bergbult och under brukets härdningstid.

Förankringsbricka ska vara fullständigt undergjuten eller understoppad med cementbruk.

5.3.5.5 Formar

Formbyggnad ska utföras så att den färdiga konstruktionen får avsedd form och funktion.

Vid rivning av bärande form ska betongens tryckhållfasthet vara minst 70 % av fordrad hållfasthet.

Annat värde kan väljas om utredning visar att krav enligt BKR 94, avsnitt 7:53 uppfylls.

Vid rivning av vertikal, stödjande form bör betongens tryckhållfasthet vara minst 15 MPa.

Formmaterial ska väljas så att krav i SIS 81 20 02, tabell 2, klass 2A kan uppfyllas. Med avsteg från vad som står i standarden ska $t \leq 5$ mm tillämpas.

I teknisk beskrivning anges på vilka ytor det ställs estetiska krav samt vilket formmaterial som ska användas för dessa ytor.

Utåtgående synliga hörn (skarpa kanter) ska avfasas genom att 20 mm trekantlist läggs in i formen.

Vid tunnelportal ska underkant av kantbalk och kantlist förses med droppnäsa.

Formstag till vattentät konstruktion ska förses med tätningsbricka.

Hål efter distanshylsor och formstag ska lagas.

Aktuellt täckskiktsskrav ska uppfyllas till formstagens eller distanshållarnas utvändiga ytor.

Vid lagning ska formstag, distansrör, distanshållare mm avlägsnas till ett djup av minst aktuellt minsta täckande betongskikt.

5.3.5.6 Armering

5.3.5.6.1 Ospänd armering

Armering i platsgjuten konstruktion ska placeras på sådant sätt att fria utrymmen mellan form, ursparingsrör och armeringsstänger medger användning av betongmassa med maximal stenstorlek 32 mm. Armeringen ska dessutom placeras så att tillräcklig bearbetning av betongen blir möjlig.

Skarv- och häftsvetsad armering ska uppfylla krav för svetsbar armering enligt BBK 94, avsnitt 7.5.3.

Beträffande övriga krav samt krav på mekaniska armerings-skarvar, se punkt 5.3.4.6.1.

Användning av mekanisk armeringsskarv samt skarv- och häftsvetsad armering godtas endast i konstruktionsdel där spänningsvidden ($2\sigma_a$), för last enligt 5.2.5.2, lastkombination VI, är högst 60 MPa.

Mekanisk armeringsskarv godtas inte i ramhörn.

För armering i balkar ska BRO 94, avsnitten 44.312 och 44.315 tillämpas.

5.3.5.6.2 Spänd armering

Krav enligt BRO 94, 44.32 och 44.33 ska tillämpas.

5.3.5.6.3 Epoxibelagd armering

Epoxibelagd armeringsstång ska hanteras och monteras så att epoxiskiktet inte skadas. Hanteringsinstruktioner ska anges i separat arbetsbeskrivning.

Stång ska kasseras om skadorna i epoxiskiktet utgör mer än 1 % av stångens yta. Skador på stångande ska inte medräknas.

Alla skador som är synliga för blotta ögat ska repareras med den bättringsfärg som leverantören ska tillhandahålla. Högst 10 % av stångens yta får vara täckt med bättringsfärg. Alla synliga skador i epoxiskiktet ska repareras snarast efter det att skadorna har uppstått.

Epoxibelagd armering får inte vid något tillfälle komma i direkt kontakt med salt.

Se även Betonghandbok, Arbetsutförande, 9.9:2.7.

5.3.5.6.4 Stålfiberarmering

Stålfiberarmering i konstruktion som är belägen i vägmiljö eller marin miljö får inte kombineras med stångarmering så att fibrerna kan komma i kontakt med stängerna.

Risk för galvanisk korrosion föreligger.

5.3.5.7 Betongarbeten

Krav avseende speciella betongarbeten såsom sprutning och injektering redovisas i punkt 5.3.5.8.

Utförande av betongarbete ska ske i "Utförandeklass I".

5.3.5.7.1 Bergytor

Bergytor som ska motgutas ska vara rensade och rengjorda.

Där samverkan mellan berg- och betongkonstruktion förutsätts ska berget vara tätt eller dränerat så att ytan är fri från vatten.

Vid övriga motgjutna bergytor ska berget vara tillräckligt tätt eller dränerat så att en fullgod betongkonstruktion kan utföras. Om bergytan trots injektering inte är tät mot inläckande vatten ska vattnet avledas genom dränering under gjutningen.

Det är av största vikt att allt inläckande vatten kan avledas så att inte cementet lakas ur betongmassan.

Bergets temperatur ska vara tillräckligt hög så att risk för frysning av färsk och hårdnande betong inte föreligger.

5.3.5.7.2 Gjutning

Betongen ska proportioneras, gjutas och efterbehandlas så att påkänningar av krympning och temperaturskillnader inom konstruktionen begränsas.

Beträffande gjutning och bearbetning av betong (skiktjocklek, störthöjd, stighastighet, vibreringsinsats etc) se Betonghandbok, Arbetsutförande, kapitel 11.

Sprickrisk under härdningsförloppet ska beaktas enligt krav för metod 2 eller 3 i BRO 94, bilaga 9-5. För konstruktion med ensidigt vattentryck ska metod 3 tillämpas.

För konstruktion som är utsatt för ensidigt vattentryck ska spricksäkerhetsberäkning enligt BRO 94, bilaga 9-5.4 utföras.

Temperatur och temperaturgradient i betong under härdningsförloppet bör kontrolleras.

5.3.5.7.3 Fogar

I höjddled utförs gjutuppehåll på ca 2 timmar vid valvfot. Alternativt utförs gjutfog varvid hänsyn måste tas till valvets krympning.

Betongkonstruktion som samverkar med berget ska utföras med minsta möjliga antal rörelsefogar.

Monoliterna kan delas upp med vertikala gjutfogar i kortare gjutdelar (6-8 m) så att sprickbildning på grund av värmeutveckling och avsvälning reduceras.

Gjutfog ska utformas så att den blir tät mot vattentryck. Motgjutningsytan ska behandlas och rengöras så att ytan blir skrovlig. Ytans råhet ska uppgå till minst $s = 1,5$ mm mätt enligt SS 81 20 05.

Betongkonstruktion som inte förutsätts samverka med berget ska uppdelas i längsled med vertikala dilatationsfogar.

Lämpligt avstånd mellan fogar är 8-12 m.

Dilatationsfog ska utföras tät mot vattentryck. Se punkt 5.4.5.7

Vid övergång från betongtunnel till bergtunnel ska vattentät dilatationsfog anordnas.

5.3.5.7.4 Valvgjutning mot bergtunneltak

Gjutning mot bergtunneltak ska utföras på sådant sätt att god anslutning mot bergytan erhålls. Luft- och injekterings slangar till höjdpunkter ska inläggas i erforderlig omfattning.

Betongkonstruktion, som förutsätter samverkan med berget, ska efterinjekteras så att fullständig anslutning mot berg erhålls.

Kravet är motiverat från samverkans- och korrosionssynpunkt.

5.3.5.7.5 Efterbehandling

Med tillägg till vad som anges i BBK 94, punkt 8.5.2.4, ska betongen härddas enligt följande.

Vid lufttemperatur över +10°C ska betongen härddas enligt metod W.

Kvarsittande form av trä på vertikala ytor kan i detta sammanhang likställas med vattenhärdning.

Vatten som används vid härdning får inte ha lägre temperatur än +5°C. Havsvatten får inte användas.

Vattnet bör uppfylla de kriterier som anges i Betonghandbok, Material, avsnitt 4.3.

När lufttemperaturen understiger +10°C godtas att härdningen sker enligt metod A.

För att förhindra uttorkningschock kan metod CC användas då härdningen avbryts.

Membranhärdare godtas inte på betongytor som senare ska isoleras eller ytbehandlas.

Betong med tillsats av silikastoft ska härddas enligt metod W i minst fem dygn. Vidare ska åtgärder vidtas för att motverka uttorkningschock efter avslutad vattenhärdning.

Vid lufttemperatur under 0°C ska formen sitta kvar och eventuellt isoleras så att frysning inte kan ske. Betongytor som inte är formsatta ska isoleras tills erforderlig hållfasthet uppnåtts.

5.3.5.7.6 Injektering av sprickor

Spricka ska injekteras enligt BRO 94, 74.51 om sprickan påverkar konstruktionens bärförmåga och beständighet.

Bärförmåga och beständighet kan förutsättas bli påverkad vid sprickbredd

- 0,1 mm för spännarmerad konstruktion
- 0,2 mm för slakarmerad konstruktion i vägmiljö och marin miljö
- 0,3 mm i övriga fall.

5.3.5.7.7 Ytbehandling

Ytbehandling med preparat för skydd mot inträngning av klorider och vatten ska utföras i två separata behandlingar med minst en månads och högst ett års mellanrum.

Preparatet påförs vid varje behandling enligt tillverkarens rekommendationer.

Av estetiska skäl bör ytbehandlingen utföras på konstruktionsdelens hela synliga yta.

5.3.5.8 Sprutbetong

Arbete med sprutbetong ska ske i "Utförandeklass I". Sprutbetongarbete ska utföras under ledning av personal som har utbildning och dokumenterad erfarenhet av vald arbetsmetod enligt krav för utförandeklass I.

Bergytor som ska sprutas ska vara rensade och rengjorda genom spolning med luft/vatten.

Renspolning ska inte utföras vid de partier med dåligt berg som ska överbyggas med sprutbetongförstärkning.

Stabilitetsproblem kan annars uppstå. Sprutbetongförstärkning förutsätts i dessa fall vara dimensionerad och förankrad för aktuella förhållanden.

Betongsprutning ska ske mot rena ytor och efter att vattnet runnit av men innan bergytorna blivit torra.

Bergytans temperatur ska vara minst +2°C vid sprutning. Sprutning får inte utföras då risk för frysning föreligger.

Inblandning av stålfibrer ska utföras så att fibrerna dispergeras väl i betongmassan.

Arbetsordning ska väljas så att återstudsande material i möjligaste mån inte når ytor som ska sprutas i senare etapp.

Vid sprutning ska först gropar och sprickor fyllas. Därefter utförs sprutningen i skikt.

Skiktjocklek bör normalt vara mellan 20 mm och 40 mm.

Sprutbetong efterbehandlas genom fukthärdning snarast efter sprutning. Härdningen ska i övrigt utföras enligt BBK 94, 8.5.2.4.

Vid efterbehandling genom intermittent fukthärdning får fuktnivån vid betongytan inte underskrida 90 % relativ fuktighet under den erforderliga härdningstiden.

Sprutbetong som ska ingå i det bärande huvudsystemet ska ha uppnått erforderlig hållfasthet innan pålastning får ske från uttag av ny salva, dock lägst 6 MPa.

Vid stång- eller nätarmerad sprutbetong ska följande gälla.

- Armering ska vara placerad minst 10 mm från underlaget.
- Armering ska vara infäst så att den inte vibrerar under sprutning.
- Sprutning får inte ske genom mer än ett armeringslager.

5.3.5.9 Tättningsarbete

Tättningsarbete ska utföras enligt krav i teknisk beskrivning.

Tättningsarbete bör så långt det är möjligt utföras med förinjektering.

5.3.6 Kontroll

5.3.6.1 Allmänt

Kontroll ska utföras enligt BKR 94, avsnitt 2:6. Erforderlig förundersökning och fortlöpande provning av delmaterial, färsk och hårdnad betong, sprutbetong och injekteringsmedel samt av armering och bultar ska utföras.

Beträffande kontrollplan, se avsnitt 1.4.7.

Kontroll av betong och stålkonstruktion med avseende på delmaterial, produkter och utföranden ska ske enligt avsnitt 5.4.6. Utöver denna kontroll ska utföras förundersökning enligt punkt 5.3.6.2 och fortlöpande provning enligt punkt 5.3.6.3.

Grundkontroll av bergmassa ska omfatta kontroll av överensstämmelse mellan verkliga berg- och grundvattenförhållanden och de förutsättningar på vilka projekteringen baserats.

Tilläggskontroll av bergkonstruktion i GK2 ska omfatta objektsanpassad kontroll av konstruktionens motståndsförmåga samt inverkan på omgivningen.

Vid tilläggskontroll av bergkonstruktion i GK3 ska dessutom gälla att egenkontrollen ska kompletteras med kontroll utförd av en från det aktuella projektet oberoende sakkunnig.

Resultat från kontroll av berg ska dokumenteras på bergkarteringsritning.

5.3.6.2 Förundersökning

Förundersökning ska utföras vid sådan tidpunkt att godkända resultat föreligger innan påverkad utrednings- eller arbetsfas påbörjas.

5.3.6.2.1 Berg

Rapport över förundersökning för tunnel i berg ska redovisas enligt avsnitten 1.4.2 och 5.3.3.

5.3.6.2.2 Bultar

Förundersökning av bultar som inte är förspända ska utföras och omfatta kontroll av arbetsmetod, boltometertest och utdragsprov.

Utdragsprov ska genomföras för att bestämma bultarnas lastupptagande förmåga i aktuell tunnelmiljö. Bultarnas last och deformation registreras under utdragsprovet. Bultarna provdras till motsvarande 90 % av stålets sträckgräns.

Provningsdokumentationen ska minst omfatta:

- bergets kvalitet vid provningsplatsen
- bergart
- borrhål; metod och dimensioner
- bult: typ och dimensioner
- fastgjutningsbruk; metod, vct och tillsatser samt härdningstid
- fyllnadsgrad i borrhål
- typ av brott
- övriga särskilda observationer.

För kamstålsbult provas sex bultar av varje typ varav tre med längden i berg 0,5, 1,0 respektive 1,5 m.

För övriga bulttyper ska omfattning av förundersökning bestämmas utgående från tidigare dokumenterade erfarenheter av aktuella metoder och material.

5.3.6.2.3 Sprutbetong

Provsprutning ska utföras av aktuell personal och med aktuella delmaterial, mängder och utrustningar. Vid provsprutningen kontrolleras betongens sprutbarhet, pumpbarhet (våtsprutning) och mängd spill av betong respektive fibrer.

Vattencementtal (vct) respektive vattenbindemedelstal (vbt) ska beräknas med ledning av doserade mängder delmaterial och uppmätt mängd spill. Fibermängd ska uppmätas i sprutat prov.

Genom förprovning ska betongsammansättning och arbetsutförande fastläggas varvid särskilt anges:

- avsedd fibertyp och fibermängd för fiberarmerad sprutbetong
- metod för bedömning av när avsedd skiktjocklek har sprutats
- erforderlig tid för efterbehandling, t ex genom mognadsmätning och beräkning.

I de fall som vidhäftning krävs för förstärkningens funktion ska prov av vidhäftningen utföras.

5.3.6.2.4 Injekteringsmedel för tätning

Förprovning ska utföras enligt krav i punkt 5.3.4.7.

5.3.6.3 Fortlöpande provning

Vid avvikelser från ställda krav ska avvikelserapport omedelbart upprättas och delges Vägverket.

I initialskedet dubbleras nedan angivna provningsfrekvenser. Efter fyra på varandra följande prov med godtagbara resultatvärden godtas att normal provningsfrekvens tillämpas.

5.3.6.3.1 Berg

I konstruktionsredovisning ställda krav redovisas i kontrollplan och följs upp, såvida inte kraven kontrolleras i grundkontroll.

Sonderingsborrning före tunnelfront samt kontroll av grundvatten med avseende på inläckande mängd och korrosivitet är sådana exempel.

Vid krav på bergmekanisk mätkontroll av stabilitet och kontroll av belastningar på förstärkningskonstruktion ska kontrollen styras med mätprogram.

Mätprogram för kontroll av bärande huvudsystems stabilitet kan omfatta

- *deformationsmätning i tunneltvärsnittet samt bergmassan runt tunneln*
- *mätning av spänningsändringar i omgivande bergmassa.*

Kontroll av lastupptagning i förstärkningskonstruktion kan omfatta

- *mätning av bulllaster och stagkrafter*
- *mätning av axiella och tangentiella laster/spänningar i betong och sprutbetong*
- *mätning av stagkrafter.*

5.3.6.3.2 Bultar

Bultars ingjutning kontrolleras med Boltometer. Omfattning och kravnivå ska anges i kontrollplan.

Provningen kan inledningsvis utföras för 10 % av antalet installerade bultar. Erhålls godtagbara resultat kan provningsomfattningen minska till 4 %.

Förspända bultar kontrolleras genom efterdragning. Kontrollutförande och kravnivå ska anges i kontrollplan.

5.3.6.3.3 Sprutbetong

För fiberarmerad sprutbetong ska anvisningar i Alemo, Holmgren, Skarendahl, Stålfiberbetong - provning och värdering tillämpas.

Fibermängd ska bestämmas genom nedskrapningsprov av sprutad betong.

Provningsfrekvensen ska vara 1 prov per 1000 m² i geoteknisk säkerhetsklass GK2 och minst 1 prov per arbetsskift i GK3.

Kontroll av sprutbetongens densitet ska ingå i grundkontrollen.

Tryckhållfasthet provas enligt SS 13 72 20. Provkroppar lagras enligt SS 13 11 12. Provningsfrekvensen ska vara 1 prov per 1000 m² i GK2 och 2 prov per 250 m² i GK3.

Seghet bestäms för stålfiberarmerad sprutbetong enligt ASTM C1018 kompletterad med CBI PM 1990-10-31.

Provningsfrekvensen ska vara 1 prov per 2000 m² i GK2 och 1 prov per 500 m² i GK3.

Tjocklek av sprutbetongskikt kontrolleras enligt SS 13 72 21.

Provningsfrekvensen ska vara 1 prov per 500 m² i GK2 och 1 prov per 100 m² i GK3.

Kontroll av delskiktens tjocklek ska ingå i grundkontrollen.

Vidhäftning till berg kontrolleras inom de områden där detta krävs för att säkerställa motståndsförmågan. GK3 ska tillämpas inom dessa områden och provningsfrekvensen fastställas i kontrollplan. Provningsen ska utföras enligt SS 13 72 43.

Krav på fortlöpande provning av frysbeständighet anges i teknisk beskrivning.

5.3.6.3.4 Tättningsåtgärder

Krav på uppföljning och kontroll anges i teknisk beskrivning.

5.4 Tunnel i betong eller stål

5.4.1 Allmänt

I detta avsnitt anges kompletterande krav för bärande huvudsystem i annan tunnel än tunnel i berg.

Tunnel som inte är belägen i berg kan utföras med bärande konstruktion i betong eller stål eller i en kombination av dessa material.

Med avseende på byggnadssätt kan tunnel i betong eller stål utföras över eller under grundvattenytan (s k "cut & cover"-teknik) såväl plats- som förtillverkad, eller under fri vattenyta medelst sammanfogning av nedsänkta element (s k sänktunnel).

Krav i BRO 94, delarna 3 tom 9 gäller i tillämpliga delar.

I BRO 94 angiven formulering ”Vägverket, VTb” ersätts med ”Vägverket, VTt”.

5.4.1.1 Definitioner

Med grundläggning avses gränssnittet mellan tunnel och undergrund samt de delar av undergrunden där spänningsförhållandena ändras på grund av tunnelns tillkomst.

Med bottenplatta i BRO 94, jämställs konstruktionsdel i tunnel med huvudsakligen horisontell underyta, som genom kontakttryck eller ingjutna pålar överför egentyngd och last från anslutande konstruktionsdelar ned i undergrunden.

It ex sluten betongtunnelsektion utgörs bottenplattan av delen under vägbanan mellan tunnelväggarna.

Friliggande farbanekonstruktion i tunnel jämställs med brobaneplatta i BRO 94.

5.4.1.2 Vattentätthet och fryssäkerhet

Tunnel ska utföras vattentät och fryssäker.

Vattenisolering bör utföras på alla utvändiga ytor. I teknisk beskrivning anges omfattning samt krav på material och utförande.

Skydd mot fryspåverkan kan utföras som dränerad omgivande fyllning med fryspassivt material eller med separat isolering.

I de fall där skydd mot fryspåverkan dimensioneras för medelköldmängd enligt VÄG 94 eller annan, efter särskild utredning fastställd köldmängd, ska aktuell konstruktion dimensioneras för de tillkommande lasterna.

Tillkommande laster kan utgöras av istryck respektive förhöjda jordtryck.

5.4.1.3 Beständighet

Beträffande miljöer och miljöklasser, se avsnitt 5.1.3.

5.4.2 Förutsättningar

5.4.2.1 Grundläggning

Vid grundläggning ska hänsyn tas till befintliga byggnadsverks grundläggning så att dessa inte riskerar att skadas eller få störd funktion.

Material- och kvalitetskrav för fyllning mot tunnel anges i VÄG 94, 2.10 och 4.9.

Vid stålörspåle, där samverkan mellan igjuten betong och stål förutsätts, ska krav på samverkan enligt BRO 94, del 5 tillämpas.

Användning av stålörnepåle kräver godtagande av Vägverket, VTt, i varje enskilt fall. Den geotekniska bärförmågan ska bestämmas enligt BRO 94, 32.237.

Råd avseende användning av stålörnepålar kan även hämtas från Stålörnepålar, utgiven av Bygghörsningsrådet.

Utnyttjande av permanent bergförankring/jordförankring godtas normalt endast vid beräkning för olyckslast och i övrigt efter godtagande av Vägverket, VTt, i varje enskilt fall. Korrosionshänsyn ska tas enligt BRO 94, bilaga 9-11.

I de fall som berg med anslutande konstruktion ska täta mot vattenflöde ska krav på tätinjektering anges i teknisk beskrivning.

5.4.2.2 Dimensioner

Konstruktionsdel som ingår i bärande huvudsystem och är gjuten mot jord ska vara minst 500 mm tjock.

Konstruktionsdel som ingår i bärande huvudsystem och är gjuten mot berg, avjämningsbetong, underform eller dylikt ska vara minst 400 mm tjock.

För stålplåt med påsvetsade svetsbultar ska minsta plåttjocklek vara 20 mm.

5.4.2.3 Skyddsfyllning på tunnel

Över tunnel som är belägen i fritt vatten ska anordnas erforderlig fyllning som skydd mot ankare och annan yttre påverkan samt för eventuell lastfördelning.

Skyddsfyllning som erosionsskydd ska uppfylla krav enligt BRO 94, kapitel 36. Vid dimensionering ska flöden och belastningar med 100 års återkomsttid tillämpas.

I teknisk beskrivning ska anges skyddsfyllningens funktion, uppbyggnad, tjocklek, utsträckning och släntlutningar.

5.4.2.4 Säkerhet mot uppdrift

Tunnel som är belägen helt eller delvis under grundvattenyta eller fri vattenyta ska dimensioneras och utföras så att kraven på säkerhet mot uppdrift definierad som förhållandet mellan egentyngd och vattnets lyftkraft säkerställs enligt följande.

Vid beräkningen av säkerhet mot uppdrift ska hänsyn tas till vattnets densitet och tunnelns faktiska dimensioner. Friktion mot väggar får inte tillgodoräknas. Yttre ballast på tunnels tak och bottenplattas tass och som

är belägen inom vertikala begränsningssnitt får tillgodoräknas om ballasten är skyddad med erosionsskydd enligt punkt 5.4.2.3.

Säkerheten ska vara minst

- 1,05 i byggskedet
- 1,10 i permanent stadium om enbart fast inre ballast förutsätts
- 1,15 i permanent stadium om yttre ballast tillgodoräknas.

Om tunnelns faktiska tyngd bestäms reduceras kravet på säkerhet med 0,05 i permanent stadium och 0,025 i byggskedet.

5.4.2.5 Övrigt

Om risk föreligger för ojämna sättningar ska anslutningskonstruktion anordnas vid tunnelände enligt VÅG 94, punkt 7.4.5.2.

Om anslutningskonstruktion ska användas anges detta i teknisk beskrivning.

Registrering av horisontal- och vertikalförändringar ska kunna ske i mätpunkter anbringade på insidan i tunnelns ytterväggar

- på båda sidor om dilatationsfog
- vid tunnelns ändar.

Mätresultat införs på relationshandling enligt avsnitt 1.5.2.

I teknisk beskrivning anges princip för mätning, t ex avvägning av dubbar, genom optisk fiberkabel etc.

Betongkonstruktion i vägmiljö eller marin miljö ska förses med en anslutning till armeringen för elektrokemisk potentialmätning. Anslutningen ska vara så placerad att elektropotentialmätning kan ske utan att ett ingrepp i konstruktionsdelen behöver genomföras. Se även BRO 94, 44.316.

5.4.3 Verifiering av motståndsförmåga

5.4.3.1 Allmänt

Om samverkan mellan stål och betong förutsätts gäller i tillämpliga delar krav på samverkan enligt BRO 94, del 5.

5.4.3.2 Laster

Vid dimensionering av tunnelkonstruktion gäller laster enligt avsnitt 5.2.

Lastkombinationer enligt avsnitt 5.2.5 och lastkoefficienter enligt tabell 5.2.5 ska tillämpas. I brottgränstillstånd tillämpas kombinationerna II, IV:A, IV:B och i bruksgränstillstånd kombinationerna I, V:A, V:B. För

utmattningsberäkning tillämpas kombination VI och för beräkning för olyckslast kombination VIII.

5.4.3.3 Dimensionering i brottgränstillstånd

För olyckslastfallen brand och explosion godtas att lokala skador uppträder i bärande konstruktion om den inte kollapsar. Det ska visas att möjligheter till självräddning och insats av räddningstjänst inte förhindras. Se kapitel 4.

Lokala skador accepteras i form av t ex sprickor. Dylka sprickor får dock inte innebära t ex risk för vattenläckage av sådan omfattning att tunneln inte kan läns pumpas.

I teknisk beskrivning anges efter samråd med Vägverket, VTt, extrema olyckslastfall, som också får omfattas av krav i första stycket.

5.4.3.4 Dimensionering i bruksgränstillstånd

5.4.3.4.1 Begränsning av sprickbredd

I BRO 94, 42.321 angiven kommentar ska gälla som krav.

I de fall där beräkningsmetoden i BBK 94, avsnitt 4.5.5, inte är tillämplig för beräkning av sprickbredd, kan begränsning enligt BBK 94, avsnitt 4.5.6, av krympsprickor och andra sprickor orsakade av tvång ske, om sprickfördelande armering anordnas i ytnära dragzoner så att villkoret enligt BBK 94, ekv 4.5.6 är uppfyllt.

Vid sprickbreddsberäkning ska faktor ζ för varierande spricksäkerhet och karaktäristisk sprickbredd w_k väljas enligt BBK 94, tabell 4.5.4. Värden för livslängdsklass lägst L2 gäller.

5.4.3.4.2 Deformationer i undergrunden

För sluten ramkonstruktion samt för konstruktion med varierande grundläggningsförhållanden längs bottenplattor ska hänsyn tas till sättning under respektive del av bottenplatta.

Största godtagbara deformation för tunnelmonolit och största godtagbara deformationskillnad mellan monoliter ska anges i teknisk beskrivning.

Acceptabla deformationsvärden bör bedömas med hänsyn till vägbanans jämnhet från profilsynpunkt och med hänsyn till utformning av fogkonstruktion mellan monoliter.

5.4.4 Material

5.4.4.1 Stålkärnepåle

Foderrör och stålkärna ska lägst vara av stålqualität SS EN 10 025 S 275 JRG2. Foderrörets tjocklek ska vara minst 5 mm. Avståndet mellan foderrör och stålkärna ska vara minst 25 mm.

5.4.4.2 Dilatationsfog

I tillämpliga delar gäller krav enligt BRO 94, avsnitt 66.3.

Material, som inte godtas enligt BRO 94 kräver godtagande av Vägverket, VTt. Materialegenskaper ska redovisas vid ansökan om godtagande.

5.4.5 Utförande

5.4.5.1 Allmänt

Arbetsprocedur som kan påverka giltigheten av använda beräkningsmodeller och lastförutsättningar ska utföras enligt arbetsbeskrivning.

Vid utförande i öppen schakt ska återfyllnad utföras enligt särskild arbetsbeskrivning.

5.4.5.2 Stålkonstruktion

Stålkonstruktion i tunnel ska utföras i utförandeklass GB eller GA, se BSK 94, avsnitt 8.11.

För stålkonstruktion, som gränsar till vatten, jord eller berg, ska hänsyn tas till korrosion. Dessutom ska ytbehandling utföras enligt de krav för i jord neddrivna stålprofiler som redovisas i BRO 94, avsnitt 51.12 och bilaga 9-11.

För stålkonstruktion i övrigt gäller krav på ytbehandling av stålöverbyggnad enligt BRO 94, avsnitt 51.11 och 55.3.

För stålkonstruktion som ingår i bärande huvudsystem i marin miljö bör förutsättas katodiskt skydd. Krav på katodiskt skydd anges i teknisk beskrivning.

5.4.5.3 Formar

Vid rivning av bärande form ska betongens tryckhållfasthet vara minst 70 % av fordrad hållfasthet.

Annat värde kan väljas om utredning visar att krav enligt BKR 94, avsnitt 7:53 uppfylls.

Vid rivning av vertikal, stödjande form bör betongens tryckhållfasthet vara minst 15 MPa.

I teknisk beskrivning ska anges om kvarsittande form får förutsättas. För kvarsittande form gäller krav enligt BRO 94, 43.75.

Formstag till vattentät konstruktion ska förses med tätningsbricka.

5.4.5.4 Betongarbete

Arbetsutförande, val av etappfogar, gjutordning o.d ska väljas så att skadlig sprickbildning inte uppstår. Redovisning ska ske i arbetsbeskrivning och på ritning.

Gjutuppehåll mellan tunnelväggar och takplatta ska göras enligt BRO 94, 44.413.

5.4.5.5 Täckande betongskikt

Täckande betongskikt ska uppfylla krav enligt BRO 94, 41.3, varvid miljöklass enligt avsnitt 5.1.3 ska beaktas. I BBK 94, tabell 7.3.2.2b, angivna värden för livslängdsklass L2 gäller.

I BRO 94, 41.311 godtaget minsta täckande betongskikt 55 mm för underbyggnad i vägmiljö gäller för betongkonstruktion i vägmiljö.

I BRO 94, 41.311 angivet krav på ytbehandling av betongytor i underbyggnad i vägmiljö gäller för betongkonstruktion i vägmiljö.

Krav på aktuellt täckande betongskikt ska uppfyllas till formstag och distanshållare.

Beträffande sprickbredds begränsning, se punkt 5.4.3.4.1.

5.4.5.6 Injektering av sprickor

Injektering av spricka ska utföras enligt BRO 94, avsnitt 74.51, och ska omfatta ytspricka med bredd enligt tabell 5.4.5.6 samt genomgående spricka med bredd överstigande 0,1 mm.

Tabell 5.4.5.6 Sprickor med krav på injektering

Betongkonstruktion	Sprickbredd (mm)
Slakarmerad	
Utan vattenövertryck	
- grundkrav	> 0,3
- i vägmiljö eller marin miljö	> 0,2
Med vattenövertryck	

- grundkrav	> 0,2
- grundkrav i marin miljö	> 0,1
- med utvändig tätplåt	> 0,2
Spännarmerad	> 0,1

5.4.5.7 Dilatationsfog

Dilatationsfog ska utformas med hänsyn till förekommande vertikal- och horisontalrörelser samt vinkeländringar. Fog ska vara vattentät vid förekommande vattentryck och rörelser.

Fog ska vara intakt under den livslängd som specificeras för tunnels bärande huvudsystem i tabell 2.3, med undantag för konstruktionsdelar i fogen som kan bytas ut eller på annat sätt åtgärdas utan att kravet på vattentäthet eftersätts. För sådana konstruktionsdelar ska TLK 40 tillämpas, se avsnitt 2.3. Möjlighet till inspektion ska beaktas.

Kravet på lång teknisk livslängd är motiverat av normalt mycket begränsade möjligheter till utbyte och reparation av fog i tunnel.

Med hänsyn till krav på vattentäthet och rörelser bör gjutfog och dilatationsfog under grundvattenyta utföras med fogband eller dylikt. Enbart utvändig vattenisolering är normalt otillräcklig.

Eventuellt krav på anordning för detektering av läckage anges i teknisk beskrivning.

5.4.5.8 Ursparningar

Krav på ursparning för räckesståndare gäller i tillämpliga delar infästning av annan skyddsanordning, t ex barriär.

5.4.6 Kontroll

5.4.6.1 Allmänt

Krav på kontroll enligt BRO 94, ska tillämpas.

I teknisk beskrivning ska anges omfattningen av den provtagning som ska utföras enligt BRO 94, kapitel 45, avsnitt 46.5 och kapitel 56.

I BRO 94, hänförs provningsfrekvensen till begreppen "varje bro", "per bro" etc. För tunnel anges på motsvarande sätt de avgränsade tunnelavsnitt, t ex med enhetlig utformning, som provtagningen ska avse.

Hänvisning till BRO 94, avsnitt 10.8 ska ersättas med hänvisning till motsvarande punkter i avsnitt 1.6.2.

5.4.6.2 Sprickkartering

Den i BBK 94, avsnitt 9.6.3.6, angivna grundkontrollen av betong i färdig konstruktion med avseende på onormal sprickbildning ska minst omfatta kartering av sprickor med bredd som enligt punkt 5.4.5.6 ska åtgärdas.

Resultatet av sprickkarteringen ska omgående tillställas Vägverket.

5.5 Inredning och vägkonstruktion

5.5.1 Allmänt

I detta avsnitt anges kompletterande krav för inredning och vägkonstruktion.

Kompletterande krav för vägkonstruktion avser krav på väggroppen.

Krav på övriga i vägkonstruktion ingående delar anges i andra avsnitt i TUNNEL 95, i VÄG 94 eller i andra objektrelaterade handlingar, t ex teknisk beskrivning, geoteknik.

5.5.2 Inredning

5.5.2.1 Inklädnad

Med inklädnad avses mot trafikutrymme gränsande väggar och tak, vilka inte utgör del av tunnelns bärande huvudsystem.

5.5.2.1.1 Vattentäthet och fryssäkerhet

Inklädnad ska vara vattentät.

Krav på fryssäkerhet framgår av punkt 5.3.1.3.

Isoleringens tjocklek ska i klimatzonerna 1-2 vara minst 45 mm, i 3-4 minst 60 mm och i zonerna 5-6 minst 100 mm. Isolering ska under hela sin livslängd ha ett värmeledningstal mindre än 0,045 W/m²K. Detta ska verifieras enligt provmetod som redovisas i Vägverkets publikation Tjälisolering, Metod för bestämning av värmekonduktivitet.

Beträffande klimatzoner, se VÄG 94, punkt 1.4.1.

5.5.2.1.2 Beständighet

Krav på beständighet framgår av avsnitt 5.1.3. Beständighet ska uppfyllas för livslängd enligt avsnitt 2.3.

5.5.2.1.3 Förutsättningar

Inklädnad ska utformas så att bärande konstruktioner kan inspekteras. Principer för hur inspektion ska utföras ska anges i teknisk beskrivning. Inklädnad ska utformas så att den blir åtkomlig för återkommande underhåll.

I de fall som inklädnad utformas som en lättkonstruktion för vilken långtidserfarenhet saknas bör förundersökning och fullskaleprov genomföras. Detta bör utföras genom provanvändning i en befintlig tunnel.

5.5.2.1.4 Verifiering av motståndsförmåga

Inklädnad dimensioneras i tillämpliga delar för laster enligt avsnitt 5.2.

Laster som uppstår vid tillverkning, transport och montering utgör vanligen en väsentlig del av den dimensionerade lasteffekten.

Inklädnadens infästning till det bärande huvudsystemet ska dimensioneras.

Inklädnadselement, infästning och skarv ska dimensioneras för olyckslastfallet oavsiktlig stöt enligt punkt 5.2.4.2.

Inklädnad ska påvisas kunna motstå explosionslast enligt punkt 5.2.4.3 utan att fortskridande ras uppstår.

5.5.2.1.5 Material

Inklädnad av betong ska uppfylla krav enligt BRO 94, kapitel 43.

Inklädnad av stål ska uppfylla krav enligt BRO 94, kapitel 54.

Inklädnad ska tåla tvättning med borste, rengöringsmedel och högtryckspolning.

Borstning behöver normalt inte förutsättas vid tvättning av tak.

Vid högtrycksspolning bör det förutsättas att spoltrycket är 15 MPa och att avståndet mellan spolmunstycke och inklädnadsyta är 0,5 m.

Inklädnadens yta ska vara fukt- och temperaturbeständig samt ha hög slaghållfasthet. Krav på ytans egenskaper samt eventuella krav på färgsättning, etc ska anges i teknisk beskrivning.

5.5.2.1.6 Utförande

Krav enligt BRO 94 gäller i tillämpliga delar för inklädnad av betong eller stål. För inklädnad av annat material ska utförandekrav enligt principer i BKR 94, avsnitt 7:4 tillämpas. Anvisning från leverantör ska tillämpas.

Tillverkning, transport och montering ska styras av arbetsbeskrivningar.

Infästning av inklädnad ska utföras med ingjutna fästelement eller med skruvförband.

Bult för infästning av inklädnad i berg ska ha minst 1,0 m förankringslängd.

5.5.2.1.7 Kontroll

För inklädnad gäller i tillämpliga delar krav enligt BRO 94, kapitel 45 och 56.

Infästningselement ska funktionsprovas, dels i form av inledande förprovning, dels genom fortlöpande utförandekontroll.

Förundersökning av lättkonstruktion enligt punkt 5.5.2.1.3 ska utföras enligt kontrollprogram.

5.5.2.2 Räcke och krockskydd

Med räcke avses räcke, barriär eller annan motsvarande skyddsanordning som begränsar skadeverkningar på personer, fordon och byggnadsdelar vid avkörning.

Med krockskydd avses energiabsorberande anordning som begränsar skadeverkningar på personer, fordon och byggnadsdelar vid påkörning.

5.5.2.2.1 Krav

Räcke/barriär ska anordnas parallellt med vägbankkant och göras kontinuerlig, se även avsnitt 4.3.1.

Räcke/barriär får förutsättas vara stel eller eftergivlig. Vid eftergivligt räcke ska tillräcklig arbetsbredd (deformationsutrymme) finnas, se Vägutformning 94, 15.3.

Räcke/barriär ska ha tillräcklig skyddsförmåga. Kapacitetsklass och skaderiskklass ska väljas enligt Vägutformning 94, 15.3.1 Val av räckestyp. Hänsyn ska tas till aktuell arbetsbredd vilken normalt är begränsad i tunnlar. Krockkriterier enligt Vägutformning 94, 15.3.1 ska uppfyllas.

Krav på krockskydd samt användning av sådana beskrivs i Vägutformning 94, 15.4 Krockskydd.

Utrymme bakom barriär ska dräneras.

5.5.2.2.2 Beständighet

Krav på beständighet framgår av avsnitt 5.1.3. Beständighet ska uppfyllas för livslängd enligt avsnitt 2.3.

5.5.2.2.3 Verifiering av motståndsförmåga genom provning

För räcke, som genom provning samt med utlåtande från av Vägverket, VTt, godtaget organ påvisats uppfylla krav enligt Vägutformning 94, avsnitt 15.3 fordras ingen ytterligare verifiering.

Kraven grundas på förslag till europeisk standard, Draft prEN nr 1317-1 och 1317-2.

5.5.2.2.4 Dimensionering genom beräkning

Räcke/barriär, som inte godtas enligt punkt 5.5.2.2.3, ska dimensioneras i tillämpliga delar för laster enligt avsnitt 5.2.

Dimensionering med beräkning kan tillämpas för betongbarriär.

Infästning till bärande konstruktion ska dimensioneras.

Om barriär utförs med fristående element utan förbindning sinsemellan får förskjutningen mellan två intilliggande element uppgå till högst 50 mm vid påkörning.

5.5.2.2.5 Material

Räcke/barriär ska uppfylla krav enligt Vägutrustning 94.

Räcke/barriär ska tåla tvättning med borste, rengöringsmedel och högtrycksspolning.

Vid högtrycksspolning bör det förutsättas att spoltrycket är 15 MPa och att avståndet till spolmunstycket är 0,5 m.

Räckets/barriärens yta ska ha hög slaghållfasthet. Krav på ytans egenskaper samt eventuella krav på färgsättning etc ska anges i teknisk beskrivning.

5.5.2.2.6 Utförande och kontroll

Krav på utförande och kontroll framgår av Vägutrustning 94. Utförandeansvisningar från leverantör ska tillämpas.

För räcke, som godtas enligt punkt 5.5.2.2.3, ska dessutom kontrolleras att förutsättningarna vid den godkända provningens genomförande är uppfyllda.

5.5.2.3 Övrig inredning

Med övrig inredning avses sådana bärande konstruktioner, utom inklädnad, vilka inte utgör delar av tunnelns bärande huvudsystem.

Exempel på övrig inredning är konstruktioner i sidoutrymme. Beträffande sidoutrymmen, se även avsnitt 2.5.

5.5.2.3.1 Vattentäthet och fryssäkerhet

Krav för inklädnad enligt punkt 5.5.2.1.1 gäller i tillämpliga delar.

5.5.2.3.2 Beständighet

Krav på beständighet framgår av avsnitt 5.1.3. Beständighet ska uppfyllas för livslängd enligt avsnitt 2.3.

5.5.2.3.3 Dimensionering

Krav enligt BKR 94, BBK 94 och BSK 94 ska tillämpas.

5.5.2.3.4 Material, utförande och kontroll

Krav enligt BKR 94, BBK 94 och BSK 94 ska tillämpas.

5.5.3 Vägkonstruktion

I vägkonstruktion ingår väggropp med undergrund, diken, avvattningsanordningar, slänter och andra väganordningar. Se VÄG 94, avsnitt 1.2.3.

Övriga begrepp framgår av VÄG 94 samt, för beläggning på betongkonstruktion, av BRO 94.

5.5.3.1 Krav

Vägkonstruktion ska under i VÄG 94, avsnitt 1.3 angiven tid uppfylla där angivna krav på "Bärförmåga och beständighet", "Säkerhet vid användning" samt "Hygien, hälsa och miljö".

Kraven i VÄG 94, punkt 1.3.3.2 "Tillåten känslighet för fryshalka", avseende termiska egenskaper för material närmare vägytan än 0,5 m avser i tunnel material närmare vägytan än 0,4 m. Krav på övriga mått och värden är oförändrade.

Underbyggnad på fast berg ska vara vattengenomsläpplig och kunna avleda från berget inläckande vatten till dräneringsledning.

Överbyggnad, dränerings- och avvattningssystem får inte skadas genom frysning av inläckande vatten. Där maximiköldmängden enligt bilaga 7.5.5.1 överstiger 1000 dygnsgrader ska isolering utföras under vägbanan och eventuella gångbanor.

Krav på avvattningsanordningar framgår av avsnitt 6.5.

Krav avseende vägkonstruktion avser även gångväg.

5.5.3.2 Förutsättningar

5.5.3.2.1 Allmänt

Vägkonstruktion ska dimensioneras för i VÄG 94 angivna förutsättningar. Vägbanan och gångbanan ska vara belagda.

Standardklass ska väljas enligt VÄG 94, punkt 1.3.1.2.

Underbyggnad som uppfyller kraven för förstärkningslager av typ obunden bergkross till bergbitumenöverbyggnad enligt VÄG 94, avsnitt 5.6.1, får anses tillhöra materialtyp 1.

I tunnelbotten kvarliggande material efter rensning motsvarande bergrensningsklass 3B enligt MarkAMA 83, tabell B6/2, ska anses tillhöra materialtyp 3 och tjälfarlighetsklass 2 om inte annat kan påvisas.

I VÄG 94 angivna materialtyper avser inte fast berg.

Förutsättningar för dimensionering av hel bottenplatta av betong eller friliggande farbanan framgår av avsnitt 5.4.

Krav på undergrund av fast berg framgår av punkt 5.3.5.2.

I teknisk beskrivning ska följande anges:

- överbyggnadstyp
- standardklass
- klimat
- typsektion
- trafikflöde per körfält
- trafiksammansättning (lastbilsandel)
- dubbdäcksandel
- referenshastighet
- typ av vinterväghållning.

5.5.3.2.2 Överbyggnad

Någon av de i VÄG 94, kapitel 3 beskrivna överbyggnadstyperna Bergbitumenöverbyggnad, BBÖ, Grusbitumenöverbyggnad, GBÖ, eller Betongöverbyggnad, BÖ, får användas.

Ingen särskild dränering av överbyggnaden erfordras om underbyggnaden består av sprängsten eller av material som uppfyller kraven för förstärkningslager och tunneldränering enligt avsnitt 6.5 är utförd.

Överbyggnad för gångytor ska dimensioneras enligt minst trafikklass 1, se VÄG 94, 3.4.1.

Gångytor får utföras med ytlager av plattor.

Av produktionstekniska skäl bör betongöverbyggnad utföras med bundet bärlager av asfaltgrus, AG.

Stenmaterial till beläggning ska väljas enligt VÄG 94, avsnitt 6.6.2 respektive punkt 7.4.2.2. Vid bestämning av $\text{ÅDT}_{k,\text{just}}$, justerad årsdygns- trafik per körfält, enligt VÄG 94 avsnitt 6.4, ska justeringsfaktorn för körfältsbredd/vägbredd sättas till minst 1,5.

Osaltad väg får förutsättas för tunnlar med längd överstigande 500 m vid dubbelriktad trafik respektive 300 m vid enkelriktad trafik.

5.5.3.2.3 Beläggning på betongkonstruktion

Beläggning på hel bottenplatta eller på friliggande farbanekonstruktion enligt punkt 5.4.1.1 ska utformas enligt BRO 94, del 6.

På hel bottenplatta där slitlagret utgörs av asfalt godtas att isolering inte utförs längre in än 300 m från tunnelinfart eller 100 m från tunnelutfart.

5.5.3.3 Dimensionering

5.5.3.3.1 Underbyggnad

Underbyggnad ska dimensioneras genom beräkning enligt i VÄG 94, kapitel 2 angivna metoder eller genom användning av där angivna tekniska lösningar.

Underbyggnad och undergrund ska intill i VÄG 94, tabell 2.7-5 angivet djup under vägytan ha homogena tjällyftningsegenskaper. Övergång mellan partier med olika tjällyftningsegenskaper utformas enligt VÄG 94, punkt 2.7.3.4.

Frysisolering ska utformas med värmemotstånd enligt Tabell 5.5.3.3.1-1. För tunnelpartier belägna längre in än 300 m från tunnelöppning kan värden för närmast lägre klimatzon användas. För klimatzon 3 och 4 kan värmemotstånd $0,90 \text{ m}^2\text{K/W}$ respektive isoleringstjocklek 40 mm användas.

Frysisolering på icke tjälfarligt underlag behöver inte utspetsas.

Isoleringens värmemotstånd är kvoten mellan isoleringstjocklek och isoleringens praktiska värmekonduktivitet. Denna ska bestämmas enligt Vägverkets publikation Tjälisolering, Metod för bestämning av värmekonduktivitet hos cellplast. För andra material än cellplast ska bestämningen göras enligt särskild utredning.

Tabell 5.5.3.3.1-1 Erforderligt värmemotstånd för frysisolering

Klimatzon	3, 4	5	6
Värmemotstånd, m ² K/W	1,35	1,80	2,25

Vid frysisolering med polystyrencellplast med praktisk värmekonduktivitet (λ) högst 0,045 W/m K erfordras isoleringstjocklek enligt tabell 5.3.3.3.1-2.

Tabell 5.3.3.3.1-2 Erforderlig isoleringstjocklek för polystyrencellplast med $\lambda \leq 0,045$ W/m K

Klimatzon	3, 4	5	6
Isoleringstjocklek, mm	60	80	100

Tjälskydd på underlag av tjälfarlig jord ska dimensioneras enligt VÄG 94, avsnitt 2.7.3.

5.5.3.3.2 Överbyggnad

Överbyggnad ska dimensioneras genom beräkning enligt i VÄG 94, kapitel 3 angivna metoder eller genom användning av där angivna tekniska lösningar.

Tjockleken hos obundna överbyggnadslager ska väljas så att avståndet från beläggningslagers underkant till terrassyta innehållande partier med fast berg tillhörande bergtyp 1 eller 2 inte understiger:

- 0,25 m för styva överbyggnader
- 0,15 m för flexibla överbyggnader.

Dessa mått ska ökas med 0,1 m då det fasta berget tillhör bergtyp 3.

Styv överbyggnad består av minst ett hydrauliskt bundet lager (hit räknas inte lager av betongplattor eller marksten). Övriga överbyggnader betraktas som flexibla.

Vid dimensionering av Bergöverbyggnad, BBÖ, kan IM-lagret utgå om tjockleken för AG-lagret ökas motsvarande minst halva tjockleken för IM-lagret och underlaget uppfyller särskilt ställda krav, se punkt 5.5.3.5.2.

Bitumenbundna lager på ytor som använts som transportväg under byggnadstiden får vid dimensionering av överbyggnad inräknas till halva sin tjocklek om de:

- är utförda av AG eller MAB
- vid besiktning före påförande av nästa lager inte uppvisar skador.

Plattbelagda gångytor i trafikklass 1 ska utformas med samma totala överbyggnadstjocklek som om bitumenbundet slitlager valts.

5.5.3.4 Material

5.5.3.4.1 Underbyggnad

Material till underbyggnad ska uppfylla i VÄG 94, kapitel 4 angivna krav.

Krav på vattengenomsläpplighet hos materialet ska anses uppfyllt om material i underbyggnad uppfyller krav för fyllning med sprängsten enligt VÄG 94, punkt 4.5.3 och ursprungsmaterialet tillhör bergtyp 1 eller 2 eller om materialet uppfyller kraven för förstärkningslager enligt VÄG 94, punkt 5.6.1.

Material till isolering och isoleringsbädd ska uppfylla krav enligt VÄG 94, 4.6.1.1 respektive 4.6.1.2. Då underlaget utgörs av icke tjälfarligt material får dock isoleringsbädden utgå under förutsättning att underlaget tätas så att det får en fast och jämn yta. För isoleringens hållfasthetsegenskaper ska vid provning enligt SS 16 95 24 gälla att spänningen vid proportionalitetsgränsen, σ_p , inte får vara lägre än 0,35 MPa och den relativa sammantryckningen, ϵ , vid denna spänning inte får överstiga 5 %.

5.5.3.4.2 Överbyggnad

Material till obundna överbyggnadslager ska uppfylla krav enligt VÄG 94, kapitel 5.

Material till bitumenbundna respektive cementbundna överbyggnadslager ska uppfylla krav enligt VÄG 94, kapitel 6 respektive 7.

Stenmaterial till slitlager bör till sin huvuddel bestå av ljusa bergarter.

Betongmarkplattor och betongmarksten ska uppfylla krav enligt MarkAMA 83, D2.43.

Kantstöd ska uppfylla krav enligt MarkAMA 83, D4.12.

5.5.3.4.3 Beläggning på betongkonstruktion

Krav på material framgår av BRO 94, del 6.

5.5.3.5 Utförande

Ytor som utgör del i permanent vägkonstruktion ska under entreprenadtiden skyddas för nedsmutsning och nedkrossning. Ytor som används som transportväg för byggtrafik kan utföras enligt något av följande alternativ:

- Transportväg utförs med ca 0,5 m överhöjning över avsedd nivå. Före utförande av överbyggnad bortschaktas överhöjningen.
- Ytorna förses med bituminös beläggning. Före påförande av nästa lager ska sådana ytor rengöras samt besiktigas med avseende på eventuella skador, exempelvis sprickor och deformationer.

5.5.3.5.1 Underbyggnad

Underbyggnad och isolering ska utföras så att i VÄG 94, kapitel 4 angivna krav uppfylls.

Terrassyta av materialtyp 1 ska vara så öppen att vatten inte kan kvarstanna på ytan och så tätad att synliga håligheter inte förekommer på ytan.

5.5.3.5.2 Överbyggnad

Obundna överbyggnadslager ska utföras enligt VÄG 94, kapitel 5.

I de fall IM-lagret i BBÖ ersätts av AG ska underliggande lager tätas och justeras så att ytan uppfyller krav för obundet bärlager avseende nivå, bärighet samt packningsgrad enligt VÄG 94, punkt 5.3.1 respektive 5.3.2.

Ytor, vilka används som transportväg för byggtrafik och utgör del i permanent vägkonstruktion ska beläggas med AG för att minska nedsmutsning och nedkrossning av obundna material. Före påförande av nästa lager ska sådana ytor rengöras samt besiktigas med avseende på eventuella skador, exempelvis sprickor.

Bitumenbundna respektive cementbundna överbyggnadslager ska utföras enligt VÄG 94, kapitel 6 respektive 7.

Kantstöd ska sättas enligt MarkAMA 83, D4.123 eller D4.124.

Beläggning av betongmarkplattor ska utföras enligt MarkAMA 83, D2.431.

Beläggning av betongmarksten ska utföras enligt MarkAMA 83, D2.432.

5.5.3.5.3 Beläggning på betongkonstruktion

Krav på förbehandling och utförande framgår av BRO 94, del 6.

Där vattenisolering inte utförs ska betongytan klistras enligt BRO 94, 62.24.

Eventuella erforderliga grund- och gasavlopp ska utföras enligt BRO 94, kapitel 61.

5.5.3.6 Kontroll

5.5.3.6.1 Underbyggnad och överbyggnad

Krav på kontroll/provtagning framgår av VÄG 94, avsnitt 1.5 samt av VÄG 94, kapitel 4, 5, 6 och 7.

5.5.3.6.2 Beläggning på betongkonstruktion

Krav på kontroll/provtagning av beläggning på hel bottenplatta eller fribärande farbana framgår av BRO 94, del 6.

5.6 Brandmotstånd

Motståndsförmåga, integritet och isolering mot brand ska verifieras enligt BBR 94, kapitel 5 och BKR 94, kapitel 10 med nedanstående kompletteringar.

5.6.1 Förutsättningar

Byggnadsdelar, bestående av bärande huvudsystem och inredning, som gränsar mot trafikerat utrymme ska dimensioneras för brandpåverkan enligt punkt 5.2.4.4.

I arbetsplan för tunnel ska brandskyddsdokumentation enligt BBR 94, avsnitt 5:12 redovisas.

Vid dimensionering ska såväl upphettningsfas som avsvalningsfas studeras.

Vid dimensionering av dörrar samt vid dimensionering med provning enligt avsnitt 5.6.2, godtas att enbart upphettningsfasen studeras.

Tunnels trafikutrymme, utrymnings- och insatsvägar samt räddningsrum ska utföras enligt krav för byggnad i klass Br 1 enligt BBR 94. Övriga utrymmen ska utföras enligt krav för byggnad i brandteknisk klass Br 2.

Tunnel ska utformas så att spridning av lättantändlig eller explosiv gas eller vätska inte kan ske till sidoutrymmen.

Installation, som utgör del av tunnelns säkerhetssystem, ska skyddas mot brand under erforderlig tid.

Erforderlig tid anges i teknisk beskrivning.

Installation ska utformas så att överpåverkan på enskilt konstruktionselement inte ger andra följskador.

5.6.2 Verifiering av brandmotstånd

Motståndsförmåga ska verifieras genom provning eller beräkning eller kombination därav.

För tunnel i berg erfordras enbart verifiering av det bärande huvudsystemets motståndsförmåga om denna helt eller delvis säkras med en förstärkningskonstruktion.

I Bygghälsöversynsrådet, Brandteknisk dimensionering av betongkonstruktioner, angivna förutsättningar och metoder för temperaturinträngningsberäkning samt dimensionering godtas.

För stålkonstruktioner kan ovannämnda rapport tillämpas som vägledning.

Vid dimensionering genom provning godtas att avsvalningsfasen beaktas genom att upphettningsfasen förlängs med 60 minuter för fall I och III samt med 30 minuter för fall II. Se punkt 5.2.4.4.

Konstruktion som avskiljer utrymnings- och insatsvägar samt räddningsrum ska även uppfylla krav på integritet och isolering.

Dörr mot trafikutrymme bör utföras i klass EI-C 90.

Bärande huvudsystem, inredning och installation ska påvisas kunna motstå brandpåverkan under angiven utrymnings- och insatstid utan att lokala skador i form av nedfall uppstår. Installation ska uppfylla detta krav vid temperatur understigande 270°C.

För betongkonstruktion beaktas att avspjälkning av betong kan starta vid en ytemperatur av 150-200° C.

Uppvärmningshastighet samt betongens hållfasthetsklass och täthet har även stor betydelse.

Beträffande krav på motståndsförmåga se även punkt 5.3.3.4.

5.6.3 Material

Material i bärande huvudsystem, inredning och installation får inte bidra till brandspridning eller rökspridning.

Material bör vara obrännbart om inte materialets bidrag till brandspridning kan anses vara försumbart.

I teknisk beskrivning kan anges kompletterande krav. Kraven bör utgå från en bedömning av vilka skador som beställaren anser är acceptabla.

Plastmaterial, som ingår i inredning och installation, ska bestå av klorfritt material.

5.6.4 **Kontroll**

Beredskapsplan ska upprättas. Denna ska innefatta beskrivning av hur olika brandscenarier ska hanteras samt plan för regelbundna övningar med aktuell personal. Planen ska även innefatta explosionsscenarier. Se även avsnitt 1.9.2.

Det bör utföras ett fullskaleprov som motsvarar en personbilsbrand innan tunneln tas i drift.

6 Installationer

6.1 Allmänt

I detta kapitel redovisas kompletterande krav på installationer avseende förutsättningar, dimensionering, utförande, material och kontroll. Krav på installationers bärförmåga, stadga och beständighet anges i kapitel 5.

Krav på förekomst av installation framgår av kapitel 3 och kapitel 4.

Installationer för vatten och avlopp behandlas dock i huvudsak i detta kapitel.

6.2 Säkerhets- och mätutrustning

6.2.1 Krav

Säkerhetsutrustning ska finnas i den omfattning som krävs för att skapa och upprätthålla säkerhet vid användning enligt de övergripande krav som anges i kapitel 4. Kraven på erforderlig säkerhetsutrustning är sammanfattade i tabell 4.5.

6.2.2 Förutsättningar

6.2.2.1 Övervakning och styrning

6.2.2.1.1 Styr- och övervakningssystem

Styr- och övervakningssystem ska installeras för driftfunktioner och för den säkerhetsutrustning som krävs enligt tabell 4.5.

Styrning och övervakning av funktioner från övervakningscentral ska ske genom ett datoriserat system. I teknisk beskrivning ska anges i vilken omfattning det datoriserade systemet ska kompletteras med manuellt styr- och övervakningssystem.

I ett datorbaserat styr- och övervakningssystem ska samtliga funktioner kunna kopplas till en överordnad dator för registrering av alla förekommande händelser.

Exempel på händelser som bör registreras är larm, öppnande av dörrar, pumpstarter, drift av fläktar, säkringsbrott m m.

All utrustning och samtliga funktioner ska kunna testas och provköras från den överordnade datorn. Centraldator ska ha utrustning för säkerhetskopiering av insamlad information och vara förberedd för att kommunicera med bärbar dator eller större larmcentral.

I övervakningscentralen eller, i enklare tunnlar driftutrymmet, ska finnas all dokumentation, ritningar och scheman för tunnelanläggningen samt ett tillsyns-, drift- och underhållsprogram för kvalitetssäkring av anläggningen.

6.2.2.1.2 TV-övervakning

Bildöverföringsanläggning med TV-kameror ska utformas så att tunnelns hela sektion täcks in och så att tunnelns samtliga avstängningsanordningar kan övervakas.

I teknisk beskrivning ska anges i vilken omfattning TV-övervakning ska installeras.

Övervakningskameror kan bevaka trafikflödet och registrera onormala händelser i och omkring vägbanan samt i utrymningsvägarna.

Systemet bör vara händelsestyrt, så att bildöverföring till övervakningscentral normalt endast sker vid incidenter eller onormala driftförhållanden.

Från övervakningscentral ska valfri kamera eller kameragrupp kunna uppkopplas till där placerad monitor.

Användning av kameror för övervakning kräver Länsstyrelsens tillstånd.

6.2.2.1.3 Givare och detektorer

Givare för mätning av halten kvävedioxid (NO₂) och halten koloxid (CO) ska installeras i den omfattning som krävs för styrning av ventilationssystem och larmanläggning, samt för att verifiera krav på luftkvalitet i tunnel.

För styrning av ventilationssystemet med avseende på försämrad sikt kan siktmätare i tunnel installeras, se även avsnitt 4.3.2.

Krav på siktmätare ska anges i teknisk beskrivning.

För kontroll av lufthastighet och styrning av ventilationssystemet ska lufthastighetsmätare eller luftflödesmätare installeras i erforderlig omfattning. Mätning ska ske dels i tunnelns trafikutrymme, dels vid huvudfläktar för till- och frånluft.

Fläktar styrs i regel av luftflödet, vilket kan mätas indirekt med hjälp av differenstryckgivare.

Trafikflöden och trafikflödes hastigheter ska mätas i den omfattning som krävs för styrning av ventilationssystem och trafikstyrningssystem. Mätning ska ske i varje körfält.

Registrering kan ske med i vägbanan inlagda detektor slingor eller koaxialkablar.

Utrustning för mätning av inläckande (grund)vatten ska installeras i den omfattning som erfordras för att kontrollera att eventuella krav på största tillåtna inläckage uppfylls. Krav på utrustning för mätning av inläckande (grund)vatten ska anges i teknisk beskrivning.

Krav på största tillåtna inläckage av (grund)vatten kan ställas i vattendom men kan också ställas om vatteninläckage bör förhindras med hänsyn till tunnelns bärförmåga, stadga och beständighet.

Branddetektorsystem ska vara sektionerat.

I trafikutrymme bör branddetektering ske genom temperaturdifferensmätning mellan omgivningstemperaturen och temperaturen vid detektor linjärt utmed hela tunnelns längd, eller genom temperaturdifferensmätning över ett godtyckligt inställbart tidsintervall.

I sidoutrymmen bör branddetektering ske med hjälp av rök- eller värmedetektorer. Rökdetektor reagerar för förbränningspartiklar eller förbränningsgaser, varvid larm ges då en viss partikel - respektive gaskoncentration uppnås. Värmedetektor reagerar vid temperaturökning, varvid larm ges då viss temperaturgräns passeras eller vid viss temperaturökning inom bestämd tid. Exempel på lämpligt utförande ges i Försäkringsförbundets skrift RUS 110:5.

Krav på branddetektorsystem, inklusive utlösning villkor för larm, ska anges i teknisk beskrivning.

6.2.2.2 Larmanläggning och hjälptelefoner

6.2.2.2.1 Larmanläggning

Larm vid hög luftföroreningsgrad ska utlösas om fastställda gränsvärden överskrids enligt kraven i kapitel 3. Dessa krav ska anges i teknisk beskrivning. Larmet ska medföra att trafikflödet till tunneln begränsas eller stoppas.

Larm på hjälptelefoner, handbrandsläckare och brandmanöverskåp ska indikera positionen för använd apparat, se även punkt 4.5.3.1.3.

Driftlarm ska utlösas vid fel i den tekniska utrustningen.

Driftlarm indelas lämpligen med avseende på krav på erforderlig insatstid för felets åtgärdande enligt följande:

- felet kräver omedelbar insats*
- felet kräver åtgärd inom 2 timmar*
- felet kräver åtgärd inom 2-3 dygn*
- felet åtgärdas vid lämpligt tillfälle.*

Insatstid för olika feltyper ska specificeras i teknisk beskrivning och i driftinstruktioner.

6.2.2.2.2 Hjälptelefoner

Hjälptelefoner ska installeras med inbördes avstånd av högst 100 m och i anslutning till brandmanöverskåp.

Hjälptelefon ska vara av typen högtalande med tryckknapp för uppringning.

Hjälptelefon bör utformas och uppfylla krav enligt förslag till EN-standard, prEN 1823.

Hjälptelefoner ska på ett tydligt sätt märkas med apparatnummer och lokalisering.

Då hjälptelefon är ur funktion ska detta indikeras, t ex med hjälp av indikeringslampa.

Hjälptelefon bör placeras i avskärmat utrymme, exempelvis hytt. Placering av hjälptelefoner bör samordnas med utrymningsvägar.

6.2.2.2.3 Utrymningslarm

Larm och information om utrymning kan ges via högtalare och som variabla meddelanden på skyltar. Behov av utrymningslarm utreds från fall till fall enligt tabell 4.5.

Vid akustiskt larm ska hörbarheten vara sådan att signaler och meddelanden kan uppfattas i berörda delar av tunneln.

I tunnel kan personer inte förväntas ha kännedom om utrymningslarmet, vilket därför bör generera två skilda signaltyper, t ex ljus och ljud.

Talade utrymningsmeddelanden bör föregås av en ljudsignal. Lämpliga signaltyper finns angivna i SS 03 17 11.

6.2.2.3 Utrustning för brandbekämpning

6.2.2.3.1 Brandmanöverskåp

Avstånd mellan brandmanöverskåp ska vara högst 100 m.

Vid mer än två körfält ska brandmanöverskåp på båda sidor i tunnelröret anordnas.

I teknisk beskrivning ska anges vilka installationer som ska finnas i brandmanöverskåpen.

Exempel på säkerhetsutrustning som kan finnas i ett brandmanöverskåp anges i punkt 4.4.1.2.

6.2.2.3.2 Brandposter och handbrandsläckare

I tabell 4.5 redovisas krav på släckutrustning i olika tunnelklasser.

Inomhusbrandposter ska vara utförda enligt SS-EN 671-1.

Brandpostnät ska utföras enligt VAV P38. Nätet ska utföras som ett konventionellt system. Samråd med lokalt brandförsvaret ska ske.

Detta beror på att brandförsvarens anslutning till brandpost varierar.

Brandpostsystem ska skyddas mot frysning enligt punkt 6.5.3.1.

Handbrandsläckare ska vara utförda enligt SS 1192.

Utrustning för släckning ska utmärkas enligt SS 3611.

6.2.2.3.3 Sprinkleranläggning

Sprinkleranläggning ska sektioneras så att utlösning sker på det område där brand indikerats.

Sprinkleranläggning ska dimensioneras så att minst två sektioner kan utlösas samtidigt i tunnelrör.

Sektionslängden bör inte överstiga 50 m.

Dimensionering ska ske för brand enligt avsnitt 5.2 och 5.6.

Sprinkleranläggning ska fungera under de temperaturförhållanden som anges i punkt 5.2.3.3.4.

Huvudfördelningsledning för vatten eller skuminblandat vatten ska skyddas mot frysning.

Sprinkleranläggning utförs normalt som torrörssystem med skuminblandning.

Till huvudfördelningsledningen ska sprinklercentraler anslutas.

Till centralerna ska tryckluftförsedda rör med sprinkler anslutas och förläggas längs tunneln.

6.2.3 Material

Val av material till säkerhetsutrustning och kapsling av detektorer ska ske med hänsyn till den miljö i vilken utrustningen monteras.

I trafikutrymmet utsätts utrustningen för stora variationer i temperatur, luftfuktighet och lufthastighet. Dessutom kan luften innehålla stoftpartiklar och saltdimma etc.

Säkerhetsutrustning ska ha hög tålighet mot mekanisk påverkan.

Exempel på mekanisk påverkan är högtryckstvätt, tvättning med borste, vibrationer från trafik etc. Spoltryck anges i punkt 5.5.2.1.5.

Materialkrav ska specificeras i teknisk beskrivning.

Givare och detektorers noggrannhet, alternativt erforderligt tidsintervall mellan kalibreringar, ska specificeras av leverantör.

6.2.4 Kontroll

6.2.4.1 Intrimning

Injustering och provning av säkerhetsutrustning ska ske samordnat med tillhörande styrutrustning.

6.2.4.2 Funktionsprovning

Samtliga säkerhetsinstallationer ska utformas så att regelbunden funktionsprovning, tillsammans med tillhörande styrutrustning, möjliggörs.

6.3 Belysning och kraftförsörjning

6.3.1 Allmänt

I detta avsnitt redovisas krav, förutsättningar, dimensionering, material, utförande och kontroll för belysning- och kraftförsörjningssystem i tunnel, samt övriga krav på elektriska installationer.

6.3.2 Krav

6.3.2.1 Belysning

Tunnel ska förses med allmänbelysning, nödbelysning och vägledande markeringar enligt de funktionskrav som redovisas i avsnitt 4.5.

6.3.2.2 Kraftförsörjning

Krav på huvudkraftanläggning ska anges i teknisk beskrivning.

Huvudkraftanläggning ska kompletteras med reservkraftanläggning eller annan hjälpkraftförsörjning med samma driftsäkerhet.

Reservkraft kan erhållas på flera sätt:

- *kraftmatning från två oberoende eldistributionsnät*
- *kraftmatning från ordinarie eldistributionsnät kombinerat med en eller flera lokalt placerade generatorer, t ex dieselaggregat*
- *kraftmatning från ordinarie eldistributionsnät kombinerat med batterianläggning.*

Val av reservkraftsystem ska göras med utgångspunkt från tunnelns trafikmängd (högtrafik/lågtrafik), lokalisering (stad/landsbygd), elkraftsbehov samt elkraftdistributionens pålitlighet (elavbrottsfrekvens).

Val av reservkraftsystem bör göras i samråd med den lokala räddningstjänsten.

6.3.3 Förutsättningar

6.3.3.1 Allmänbelysning

Utformning och dimensionering av allmänbelysning ska ske enligt Vägutformning 94, del 14. Vid utformning av allmänbelysning ska tunnel indelas i tröskelzon, övergångszon och inre zon.

För trafiktunnlar som är avsedda att temporärt dubbelriktas i samband med tunnelavstängningar bör övervägas att etablera tröskelzons- och övergångszonsbelysning även vid utfartsmynningen.

Inverkan av dagsljuset vid infart till tunnel kan reduceras genom att ljusskärmar anordnas över infarten. Ljusskärmar kan även användas för att jämna ut ljusförhållanden vid utfart ur tunnel.

Vägsträcka under ljusskärm ska belysningstekniskt anses ingå i tunnel.

Tunnelväggarna bör vara belysta upp till en nivå minst 2 m ovanför körbanan, så att deras medelluminans är minst lika hög som körbanans medelluminans. Ljus vägbeklädnad medverkar till hög luminans hos tunnelväggarna.

6.3.3.2 Nödbelysning

Erforderlig omfattning av nödbelysning ska anges i teknisk beskrivning.

Nödbelysning ska automatiskt kopplas in vid bortfall av allmänbelysning samt vid brandlarm.

Nödbelysning ska även kunna kopplas in manuellt, se punkt 4.5.3.1.1.

Reservbelysning ska ge en medelluminans på minst $0,3 \text{ cd/m}^2$ på körfält närmast tunnelvägg. Belysningsjämnheten $L_{\text{min}}/L_{\text{med}}$ får inte understiga värdet 0,1. Dessa krav gäller även då tunnelvägg innehåller dörrar till utrymningsvägar.

I utrymningsvägar bör allmänbelysningen ge en belysningsstyrka på minst 1 lux på den sämst belysta platsen. Lokalt, t ex i trappor, kan högre belysningsstyrka vara motiverad.

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

Detta görs för att leda trafikanter till närmaste tunnelmyning eller utrymningsväg vid rökutveckling i tunneln.

Lämplig montering av armaturerna är på en höjd av 0,5-1,0 m över vägbanan och med ett inbördes avstånd av ca 20 m. Medelbelysningsstyrkan bör vara minst 2 lux.

6.3.3.3 Vägledande markeringar

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

Skyltar ska utgöras av belysta eller genomlysta gröna skivor med tydliga, vita symboler.

Vägledande markeringar bör utformas enligt SS 3611 eller enligt Arbetarskyddstyrelsens föreskrifter och allmänna råd, Varselmärkning på arbetsplatser AFS 1992:15.

Erforderlig omfattning av vägledande markeringar ska anges i teknisk beskrivning.

6.3.3.4 Kraftförsörjning

För elektriska installationer ska Starkströmsföreskrifterna och Svenska Elverksföreningens normalbestämmelser för hög- och lågspänningsanläggningar samt lokala kraftleverantörers bestämmelser och anvisningar följas.

Reservkraftanläggning med generatorer ska vara försedd med utrustning för infasning mot elnätet.

Detta är nödvändigt för att möjliggöra regelbunden funktionsprovning med belastning.

Reservkraftanläggningen ska förse följande tunnelfunktioner med ström, under förutsättning att funktionen krävs enligt tabell 4.5.

1. Nödbelysning i trafiktunnel, utrymningsväg samt sidoutrymmen
2. Vägledande markeringar

3. Körfälts- och infartssignaler samt infartsbommar
4. Informationsskyltar vid tunnelmynning och i tunnel
5. Styr- och övervakningsutrustning inkl TV-övervakningsutrustning
6. Radiokommunikationsanläggning och telebaserad säkerhetsutrustning
7. Väggtuttag i brandmanöverskåp
8. Sprinkler- och brandpostpumpar samt vissa vatten- och avloppspumpar

Behovet av reservkraft för brandventilation och brandgaskontroll utreds från fall till fall.

Funktionerna 1, 2, 3, 5 och 6 kräver avbrottsfri strömförsörjning. För övriga funktioner ska reservkraftanläggning kopplas in inom 30 sekunder.

Reservkraft ska tillhandahållas under minst den tid som erfordras för att på ett säkert sätt utrymma tunneln, eller för att räddningstjänsten ska kunna genomföra erforderlig insats.

6.3.3.5 Master och stolpar

Master och stolpar ska utformas enligt Vägutformning 94, del 14, Rebel 91 del 2 och enligt Vägutrustning 94.

6.3.4 Dimensionering

6.3.4.1 Allmänbelysning

Adaptionsluminans för aktuell tillfartsmiljö ska väljas enligt Vägutformning 94, del 14, tabell 14.8.3.2-1.

Tillåten luminansförändring i tröskelzon och övergångszon får inte underskrida den kontinuerliga gränskurvan angiven i Vägutformning 94, del 14, figur 14.8.3.2-1.

Hängande vägmärkens inverkan på belysning ska beaktas.

6.3.5 Material

6.3.5.1 Belysningsarmaturer

Belysningsarmaturer ska uppfylla materialkrav enligt Rebel 91 kapitel 2.8, AMA för vägbelysning, punkt V3.14.

6.3.5.2 Elcentraler och kopplingskåp

Elcentraler och kopplingskåp ska i första hand placeras i speciella driftutrymmen. I undantagsfall, när placering av kopplingskåp i trafikunnel inte går att undvika, ska kopplingskåpen utföras i rostfritt syrafast stål enligt SS 14 23 43.

Kapslingsklass ska väljas enligt Rebel 91 kapitel 2.8, AMA för vägbelysning, punkt V1.13.

Spänningsförande delar i apparatskåp och på insidan av dörrar eller luckor ska vara beröringsskyddade i lägst kapslingsklass IP20.

6.3.6 Utförande

All elektrisk utrustning ska märkas enligt Rebel 91 kapitel 2.8, AMA för vägbelysning, punkt A7.26. Märkningen ska samordnas med märkning av övriga VVS- och styrintallationer, så att enhetlig märkning uppnås.

Förläggning av kablar i mark och i vatten ska ske enligt SS 424 14 37. Kablar förlagda i utrymme som kan komma att vattenfyllas, ska anses vara förlagda i vatten.

Kablar som tillhör säkerhetsutrustning enligt tabell 4.5 ska i största möjliga utsträckning förläggas skyddat mot brand och kollisioner.

Exempel på brandskyddad förläggning av kabel är i mark eller inuti/bakom byggnadsdel av betong (dock inte sprutbetong).

Vid förläggning av kabel på stege eller konsoler ska kablar i brandspridningsklass F4 enligt SS 424 14 75 användas.

Ledningsförläggning ska utföras så att ett fel i det ena tunnelröret inte påverkar driften i det andra tunnelröret. Ett elektriskt fel i en installationsdel ska inte kunna fortplantas till andra installationsdelar.

Åskskydd och erforderligt störningsskydd ska finnas för alla elektriska installationer.

6.3.7 Kontroll

6.3.7.1 Intrimning

Injustering och provning av belysningsanläggning och kraftförsörjningssystem ska ske samordnat med tillhörande styrutrustning.

6.3.7.2 Funktionsprovning

Belysningsanläggning och kraftförsörjningsanläggning ska utformas så att regelbunden funktionsprovning, tillsammans med tillhörande styrutrustning, möjliggörs.

6.3.7.3 Isolationsmätning

Protokoll över isolationsmätning ska upprättas.

6.4 Ventilation av trafiktunnlar

6.4.1 Krav

För utformning av ventilationssystem ska följande övergripande krav beaktas:

- krav på luftkvalitet i tunnel enligt avsnitt 3.2
- krav på utsläpp till omgivningen enligt avsnitt 3.2
- krav på buller och vibrationer enligt avsnitt 3.4 och 3.5
- krav på sikt i tunnel enligt avsnitt 4.3.2.
- krav på skydd mot brandgas- och brandspridning enligt punkt 4.4.1.2.

6.4.2 Förutsättningar

6.4.2.1 Allmänt

För ventilationsinstallationer ska VVS AMA användas och där tillämpliga koder anges.

Vid val av ventilationssystem ska hänsyn tas dels till de förutsättningar som anges i avsnitt 3.2, som ska beaktas för att uppfylla kraven på luftkvalitet, dels till funktionen i händelse av brand och brandgasutveckling enligt punkt 4.4.1.2.

Vid val av ventilationssystem och dimensionering av detta ska bakgrundshalter av kvävedioxid (NO₂), kolmonoxid (CO) samt partiklar beaktas.

Ventilationssystem kan utformas som längsventilation, tvärventilation eller en kombination av dessa som benämns halv tvärventilation.

Längsventilation kan tillämpas i tunnlar med såväl enkelriktad som dubbelriktad trafik.

Vid längre tunnlar med risk för trafikstockning kan avluftning alternativt avluftning/lufttillsättning genom ventilationstorn utmed tunnelsträckningen erfordras.

I tunnlar med dubbelriktad trafik och utan separat nödutrymning är längsventilation olämplig.

Vid val av ventilationssystem samt dimensionering av detta bör beaktas att erforderligt luftflöde kan minska i framtiden, t ex på grund av minskade emissioner från trafiken. Minskad lufthastighet i tunnel och i ventilationstorn påverkar spridningen av föroreningar till omgivningen.

Fläktanläggning ska i händelse av brand kunna ge den lufthastighet som erfordras för dimensionerande brand och dess varaktighet enligt avsnitt 5.6.

Såväl ventilationsystem som enskilda komponenter ska uppfylla ljud- och vibrationskraven i avsnitt 3.4 respektive 3.5.

6.4.2.2 Huvudfläktar

Huvudfläktar har till uppgift att tillföra luft utifrån eller föra bort förorenad tunnelluft, t ex via ventilationstorn. Huvudfläktar kan indelas i avluftsfläktar och tilluftsfläktar.

Fläktarna ska förses med utloppsdiffusorer. Reversibla huvudfläktar ska även förses med inloppsdiffusorer.

Huvudfläktar för till- och frånluft utformas företrädesvis som direktdrivna axialfläktar.

Utformning av flödesreglering får bestämmas från fall till fall. Flödesreglering kan utformas på olika sätt:

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

Fläktarna ska vara statiskt och dynamiskt balanserade. Fläktarna ska monteras på vibrationsisolatorer.

Detta görs för att begränsa överföring av resterande obalans till infästningen.

6.4.2.3 Impulsfläktar

Impulsfläktar har till uppgift att skapa och upprätthålla erforderligt luftflöde i trafiktunnel när inte trafikens kolvverkan är tillräcklig. Luftflödet i trafiktunneln kan varieras, dels genom att antalet impulsfläktar som är i drift varieras, dels genom att impulsfläktarna flödesregleras.

Avståndet mellan impulsfläktar i tunnelns längdriktning ska väljas så att lufthastighetsprofilen blir jämn och stabil mellan varje fläkt eller fläktgrupp.

I tunnelns lågpunkter ska vid behov installeras extra impulsfläktar för utvädring av ansamlade emissioner till följd av kallras.

Impulsfläktarna ska normalt utföras för reversibel drift.

Impulsfläktar utformas företrädesvis som direktdrivna axialfläktar.

Utformning av flödesreglering får bestämmas från fall till fall.

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

Impulsfläktarna ska vara statiskt och dynamiskt balanserade. Fläktarna ska monteras på vibrationsisolatorer.

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

6.4.2.4 Utluftintag

Luftintagsgaller ska utformas och placeras så att vatten, snö, löv och skräp etc inte kan sugas in i installationerna eller täppa till intagsöppningarna.

Placeringen av utluftintagen bör väljas så att rök från en brand i tunneln eller bilavgaser inte sugas in i ventilationssystemet.

Avluft från frånluftsfläktar ska inte kunna tränga in i utluftintag.

Lufthastigheten i schakt för utluftintag bestäms från fall till fall med hänsyn till ljudkrav, vibrationskrav och övriga faktorer som påverkar driftförhållandena.

Ljuddämpare med porösabsorbenter ska vara utformade så att möjlighet till rengöring säkerställs.

6.4.2.5 Avluftutsläpp

Avluftutsläpp ska anordnas så att kraven på luftkvalitet i tunnelns omgivning uppfylls enligt avsnitt 3.2.

Utsläpp av frånluft kan ske via tunnelmynning eller via ventilationstorn.

Lufthastigheten i schakt för avluftutsläpp bestäms från fall till fall med hänsyn till ljudkrav, vibrationskrav och övriga faktorer som påverkar driftförhållandena.

6.4.2.6 Brandgaskontroll

För brandgaskontroll ska följande beaktas.

- Vid tvärventilation ska utsugningssystemet vara utformat så att utsugning i brandens närhet automatiskt ökas.

Systemet bör innehålla reversibla impulsfläktar för att möjliggöra brandgaskontroll.

- Vid halv tvärventilation ska tilluftssystemet vara reversibelt så att det kan vändas till frånluftssystem. Systemet ska förses med luckor som öppnas automatiskt vid hög temperatur för att utsugningen ska öka i brandens närhet.
- Vid längsventilation ska impulsfläktar kunna reverseras för att möjliggöra effektiv brandgaskontroll.

För längsventilerad tunnel som enbart avses användas för enkelriktad trafik kan, efter samråd med lokal räddningstjänst, icke-reversibla impulsfläktar övervägas.

6.4.2.7 Anläggning för stoftavskiljning

Anläggning för stoftavskiljning ska installeras där utredning visar att behov föreligger med hänsyn till krav på luftkvalitet och sikt enligt kapitel 3, Hälsa och Miljö och enligt kapitel 4, Säkerhet vid användning.

Utformning av anläggning för stoftavskiljning får bestämmas från fall till fall utgående från syftet med anläggningen.

Vid reduktion av stoftmängd för siktförbättring i tunnel samt vid rening av tunnelluft vid tunnelymning för skydd av omgivning bör anläggningen utformas med elektrostatfilter.

Vid rening av tunnelluft vid avlufttorn för skydd av omgivning bör anläggningen utformas med grovavskiljare.

En anläggning med elektrostatfilter omfattar grovavskiljare för grövre partiklar, elektrostatfilter med rensolningsutrustning och slamtankar samt vid behov fläktar.

Minskning av halten gaser i stoftavskiljningsanläggning får inte tillgodoräknas vid dimensionering av ventilationssystemet.

Filterutrustningen installeras normalt i anslutning till huvudfläktarna eller i en separat parallelltunnel till huvudtunneln, men andra installationsprinciper kan tillämpas.

6.4.3 Dimensionering

Ventilationssystemet ska genom beräkningar dimensioneras för det luftflöde som krävs, dels med beaktande av de förutsättningar som anges i avsnitt 3.2 om luftkvalitet, dels med beaktande av krav på brandgaskontroll enligt punkt 4.4.1.2.

Använd beräkningsmetod och beräkningsgång samt gjorda antaganden ska motiveras och redovisas.

I beräkningarna ska redovisas ventilationsanläggningens nyttjande.

Härmed avses redovisning av t ex anläggningens förväntade drifttid.

Resultatredovisningen ska minst omfatta luftflöde, luftriktning, tryckfall samt emissionskoncentration för varje beräkningsavsnitt. Bidraget till luftflödet från naturlig ventilation respektive fläktventilation ska anges. Beräkningarna ska redovisas enligt avsnitt 1.4.5.

Med naturlig ventilation avses ventilation som orsakas av meteorologiska krafter samt kolvverkan från trafiken. Med fläktventilation avses ventilation med fläktstyrt luftflöde.

Om fläktventilation inte erfordras, ska detta påvisas genom beräkningar. Härvid ska krav på brandgaskontroll beaktas.

Vid dimensioneringen ska följande faktorer beaktas och redovisas, förutom de faktorer som anges i avsnitt 3.2:

- de luftströmningseffekter som kan uppstå dels vid mynningarna av närliggande tunnelrör eller ventilationstorn, dels vid anslutningar av ramptunnlar
- vindpåverkan mot tunnelmynning och andra meteorologiska faktorer
- hängande vägmärken
- trafikens kolvverkan
- trafikens riktningsfördelning i längsventilerade tunnlar med dubbelriktad trafik.

Kolvverkan får endast tillgodoräknas vid fritt flytande trafik. Fritt flytande trafik får förutsättas då belastningsgraden för dimensionerande timme understiger 0,8, se avsnitt 3.2.2.

Vid dimensionering av ventilationsanläggning med impulsfläktar ska eftersträvas att lufthastigheten i trafikutrymme inte överstiger 10 m/s vid enkelriktad trafik och 7 m/s vid dubbelriktad trafik.

I Nordiska Vägtekniska Förbundets rapport nr 6, Ventilation av vägtunnlar, ges förslag till erforderlig lufthastighet för brandgasevakuering vid olika typer av bränder.

Vid dimensioneringen med avseende på brandkontroll bör beaktas att ett antal fläktar nära brandhärden kan slås ut på grund av värmepåverkan.

6.4.4 Utförande

All ventilationsutrustning ska märkas enligt VVS AMA A7.257. Märkningen samordnas med märkning av övriga VVS, el- och styrinstallationer, så att enhetlig märkning uppnås.

Elmotor till fläkt ska vid behov skyddas mot kondensutfällning.

Behovet utreds från fall till fall.

6.4.5 Kontroll och inspektion

6.4.5.1 Intrimning

Injustering och provning av fläktar och övrig ventilationsutrustning ska ske samordnat med tillhörande styrutrustning. Detta ska ske för all installation samtidigt.

6.4.5.2 Funktionsprovning

Ventilationsanläggning ska utformas så att regelbunden funktionsprovning, tillsammans med tillhörande styrutrustning, möjliggörs.

6.4.5.3 Inspektion

Ventilationsinstallationer förses i erforderlig omfattning med öppningar och luckor för inspektion och rengöring.

6.5 Vatten och avlopp

6.5.1 Allmänt

I avsnitt 6.5 redovisas krav, förutsättningar, dimensionering, material, utförande och kontroll för installationsdelarna avvattnings- och dräneringssystem samt vattenförsörjning.

6.5.1.1 Begrepp

<i>Dräneringsvatten</i>	Inläckande vatten från omgivande jord och berg.
<i>Brandvatten</i>	Vatten som härrör från brandbekämpning
<i>Spolvatten</i>	Vatten som används för rengöring av vägbana och inredning.

Övriga definitioner framgår av TNC 95 och TNC 65.

6.5.2 Krav

6.5.2.1 Allmänt

Tunnel ska förses med system för insamling och bortledande av inläckande vatten och dagvatten.

Sidoutrymmen enligt avsnitt 2.5 ska förses med erforderliga vatten- och avloppsanslutningar.

6.5.2.2 Dränering

Tunneldränering ska samla upp och avleda dräneringsvatten i tunneln.

Vägdränering ska säkerställa att vägöverbyggnaden hålls torr och att vatten fritt kan avrinna från vägunderbyggnaden så att vägkonstruktionens bärighetsegenskaper bevaras.

6.5.2.3 Avvattning

Avvattningsanordning ska samla upp och avleda dagvatten från vägytan och vägområdet så att översvämning och andra olägenheter inte uppstår.

Dagvattensystem ska utformas så att brännbar eller toxisk vätska kan samlas upp och tas om hand.

Avvattningsanordning ska hindra dagvatten från utanförliggande väg- och markytor att rinna in i tunneln.

Val av metod för omhändertagande av avloppsvatten ska ske i samråd med kommunal VA-enhet och länsstyrelsens naturvårdsenhet.

6.5.2.4 Magasin

Magasin ska kunna samla upp erforderliga vattenmängder och medge erforderlig tid för avsättning av i vattnet suspenderade föroreningar.

6.5.2.5 Vattenförsörjning

I teknisk beskrivning ska anges om vattenuttag för rengöringsändamål, brandpost- eller sprinklersystem ska anordnas samt uppgifter om uttagens läge och kapacitet.

6.5.3 Förutsättningar

6.5.3.1 Allmänt

Dränerings-, avvattnings- och vattenförsörjningssystem får inte skadas genom frysning.

Skydd mot frysning kan uppnås genom förläggning på frys-fritt djup, förläggning i frostskyddat utrymme eller genom isolering.

Vid frostskydd genom isolering ska tillgänglig värme på isoleringens varma sida beaktas.

Där dräneringsvatten avses återinfiltreras eller analyseras med avseende på kemisk sammansättning ska två separata avloppssystem anordnas, ett för dräneringsvatten och ett för dagvatten.

6.5.3.2 Dränering

Krav på torrläggningarnivåer för vägkonstruktioner framgår av VÄG 94, kapitel 3.

I bergtunnel inläckande vattenmängder ska bedömas utgående från bergundersökningar och använda drivnings- och tätningmetoder.

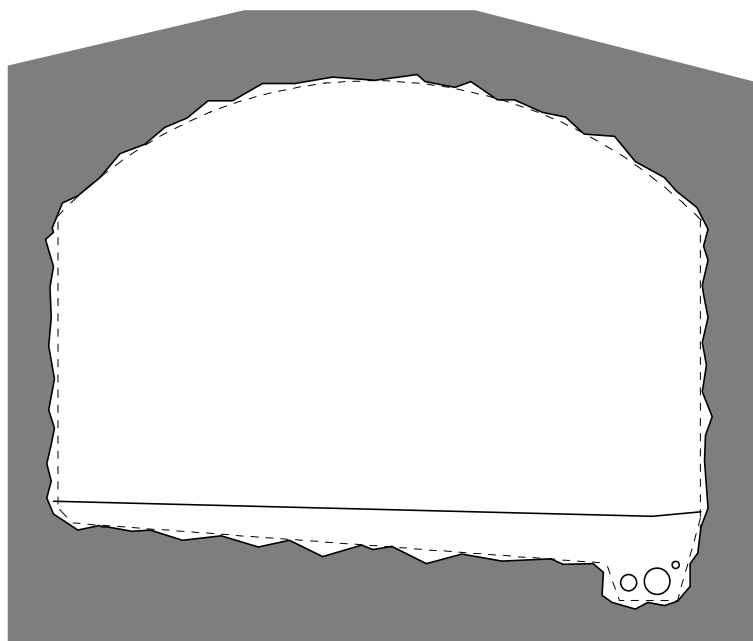
Dräneringsledning ska förses med inspektionsbrunnar med inbördes avstånd av högst 100 m.

6.5.3.2.1 Tunnel i berg

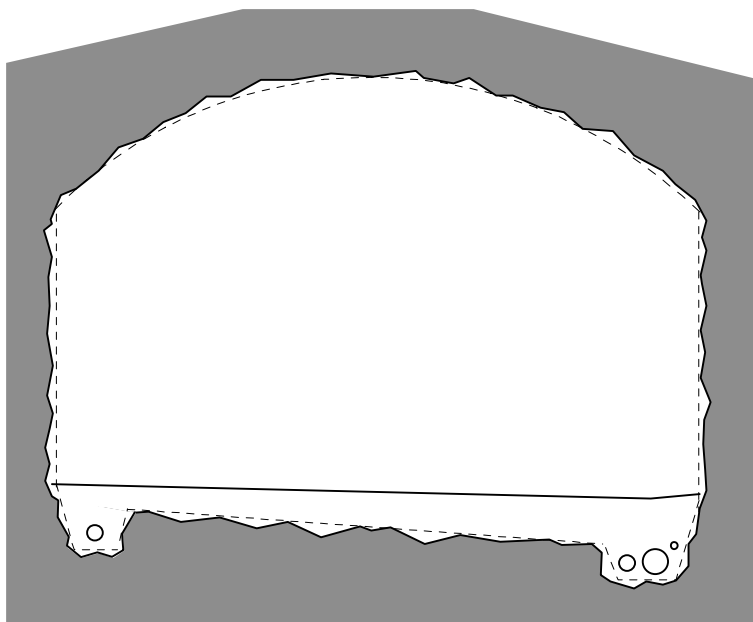
Teoretisk schaktbotten ska luta minst 5 % i tvärled. Tunneldränering ska placeras i bottenens lågpunkt och med lägsta intagsöppning minst 1 m under vägytan.

Dränering placeras normalt i särskilt utsprängd ledningsgrav längs ena tunnelväggen tillsammans uppsamlingsledning och andra ledningar.

Normalt är det tillräckligt med dränering på ena sidan av tunneln, se figur 6.5-1. Vid stora inläckande vattenmängder eller där tunnelns tak och väggar förses med inklädnad kan hjälpdränering på andra tunnelsidan erfordras, se figur 6.5-2. Beträffande krav på dränering bakom barriärer se punkt 5.5.2.2.1.



Figur 6.5-1 Dränering av tunnel i berg, relativt torra förhållanden, sektion

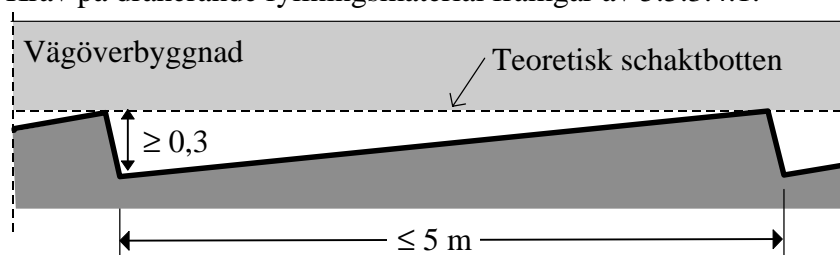


Figur 6.5-2 Dränering av tunnel i berg, relativt stor vatteninläckning eller inklädnad, sektion

För att uppfylla krav på dränering av vägöverbyggnad ska under denna finnas minst 0,3 m vattengenomsläppligt material.

Detta krav kan anses uppfyllt om berget med högst 5 m mellanrum i längsled är utsprängt ned till minst 0,3 m under teoretisk schaktbotten, se figur 6.5-3.

Krav på dränerande fyllningsmaterial framgår av 5.5.3.4.1.



Figur 6.5-3 Utsprängning för dränering av överbyggnad

Dräneringsledning ska anslutas till uppsamlade ledning (dagvattenledning) via brunnar. Utlopp från dräneringsledning ska anordnas med högst 200 m avstånd.

Normalt leds vattnet med själyfall ut ur tunneln eller till pumpstationer placerade i tunnelns lågpunkter.

Vid pumpstation ska vattenflöde och vattenkvalitet kunna mätas.

Dräneringsåtgärdernas slutliga omfattning kan fastställas först när berget i tunneln är utlastat.

6.5.3.2 Tunnel med undergrund av jord

Dränering utformas enligt VÄG 94, avsnitt 8.5.9.

6.5.3.3 Betongtunnel

Grundavlopp ska utföras med högst 20 m avstånd.

6.5.3.3 Avvattning

I tunnelrör ska dagvattenbrunnar anslutna till längsgående ledningar för uppsamling av dagvatten anordnas.

Dagvattenbrunnarna ska utformas så att eventuell brand inte kan spridas in i utgående ledning.

Dagvattenbrunnar utförs normalt med sandfång och vattenlås. Nedstigningsbrunnar kan förses med sandfång och vattenlås.

Avståndet mellan brunnarna ska väljas så att avvattningsytan för varje brunn inte överstiger 250 m² och så att avståndet i längsled inte överstiger 20 m. Hänsyn ska tas till lutningar och tvärfall så att rinnvägarnas längd minimeras. Brunnar ska placeras utanför körbana.

Avrinning bör normalt ske mot den sida av tunnelröret som saknar ingång till utrymningsväg. Om detta inte kan undvikas bör dubbla brunnar alternativt rännor med betäckning utföras uppströms ingången så att risken för att brinnande vätska passerar denna reduceras.

Rännor med betäckning får användas som alternativ till brunnar. Betäckningar till rännor ska ha samma justeringsmöjlighet som brunnsbetäckningar.

I teknisk beskrivning ska anges de vattenflöden som ledningssystem ska dimensioneras för.

6.5.3.4 Magasin

I tunnels lågpunkter ska pumpgropar eller pumpstationer anordnas.

Där så erfordras ska dagvatten ledas till avsättningsmagasin. Avsättningsmagasin ska förses med vattenlås, oljeavskiljare och rensningsanordningar. Utflödet ur avsättningsmagasin ska kunna stängas av så att vätskeinhållet kan kontrolleras.

Med ledning av analysen av vätskans kvalitet avgörs behovet av sanering före innehållets vidare hantering.

I teknisk beskrivning ska de vattenflöden samt den avsättningstid och vattenvolym som ska vara dimensionerande för avsättningsmagasin anges.

Avsättningstiden väljs normalt till 36 timmar.

6.5.3.5 Vattenförsörjning

I teknisk beskrivning ska de vattenflöden som ledningssystem ska dimensioneras för anges.

6.5.4 Dimensionering

Vid dimensionering och utförande av vatten- och avloppsanläggning gäller Vägverkets publikation Hydraulisk dimensionering samt VÄG 94, kapitel 8 i tillämpliga delar om inget annat anges i avsnitt 6.5 eller i teknisk beskrivning.

Spolvatten eller brandvatten är ofta dimensionerande för avvattningssystem i tunnlar.

Frostskydd för vatten- och avloppsledningar ingjutna i betong ska dimensioneras för maximiköldmängd enligt bilaga 7.5.5.1.

Frostskydd för övriga vatten- och avloppsledningar ska dimensioneras för medelköldmängd enligt VÄG 94, avsnitt 1.4.4.

Frostskydd av ledningar ska dimensioneras enligt Rörbok - yttre rörledningar, avsnitt 4.1 eller VAV P14.

6.5.5 Material

Materialkraven angivna i VÄG 94, avsnitt 8.6, gäller.

Brunnar och betäckningar till dagvattenledning med självfall ska utföras av obrännbart material.

För dagvattenbrunn på hel bottenplatta av betong ska brunnsöverdel eller betäckning vara håltagen för att kunna användas som grundavlopp.

Betäckningar till nedstigningsbrunnar ska vara låsbara.

6.5.6 Utförande och kontroll

Utförande och kontroll av dränerings- och avvattningssystem framgår av VÄG 94, kapitel 8.

6.6 Övrig vägutrustning

6.6.1 Vägmarkering och visuell ledning

I tunneln ingående element för visuell ledning ska i möjligaste mån utformas på ett estetiskt tilltalande sätt med hänsyn till fri sikt, ljus, ytkvalitet och kulör, så att trafikanten upplever färden genom tunneln på ett positivt sätt.

Exempel på sådan detaljutformning är släta och lättvättade väggar i ljus färgton samt markering på väggarna som orienterar trafikanten.

Vägmarkeringar och utformning av visuell ledning ska harmoniera med varandra.

6.6.1.1 Vägmarkering

Vägmarkeringar ska utformas enligt Regler om Vägmärken och Trafik, RVT samt Vägutformning 94, del 11.

Vägmarkeringar ska uppfylla krav på optiska och mekaniska egenskaper samt krav på friktion enligt VÄG 94, kapitel 9 och kapitel 1.

Utformning och placering av upphöjda reflektorer samt krav och verifieringsmetoder ska anges i teknisk beskrivning.

6.6.1.2 Övrig visuell ledning

Tunnel ska färgsättas så att den visuella ledningen och effekten av belysning förbättras.

Ytterligare krav på visuell ledning ska anges i teknisk beskrivning.

6.6.2 Vägmärken

Val av vägmärken samt placering av dessa ska uppfylla krav i Regler om Vägmärken och Trafik, RVT samt Vägutformning 94, del 12.

Vägsystemet bör utformas så att behovet av utmärkning i tunneln minimeras.

Lokaliseringsmärken ska placeras över körbanan.

Dessa kräver ofta stort breddutrymme.

6.6.3 Trafiksignaler

Signalanläggningar ska utformas enligt Regler om Vägmärken och Trafik, RVT, Föreskrifter och allmänna råd för trafiksignaler samt Trafiksignaler DV8.

Körfältssignaler i tunneln ska anordnas när så erfordras enligt kraven i kapitel 4, se tabell 4.5.

För tunnelrör som är avsedda att temporärt dubbelriktas i samband med tunnelavstängningar ska körfältssignaler monteras i båda färdriktningarna genom tunneln och utmed växlingssträckorna utanför tunnelmynningarna. På växlingssträckor ska körfältssignaler förses med lyktor för gult blinkande sken.

6.6.4 Master, stolpar och portaler

Master och stolpar i trafiksignalanläggning och skyltportal ska dimensioneras enligt Vägutrustning 94.

6.6.5 Avstängningsanordningar

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

Om risken finns att trafikanter kör in i utfartsmyningen då tillfartsmyningen är avstängd bör även denna körväg kunna stängas av.

Avstängningsanordning ska ha kontrollfunktion som hindrar stängning om fara uppstår för trafikanterna i avstängningsanordningens närhet.

Styrsystemet för avstängningsanordning ska samordnas med infartssignaler och eventuella körfältssignaler.

6.6.6 Räckan

Beträffande utformning och dimensionering av räckan och barriärer, se punkt 5.5.2.2.

7 Förteckning

I avsnitt 7.1 t o m 7.4 förtecknas de dokument till vilka det hänvisas i TUNNEL 95. I avsnitt 7.5 finns bilagor till TUNNEL 95.

Följande underindelning används i förteckningen.

- Föreskrifter
- Vägverkspublikationer
- Externa publikationer
- Standarder och metodbeskrivningar.

Vägverkets metodbeskrivningar betecknas VVMB.

Där annat inte anges avses utgåva 1.

7.1 Föreskrifter och allmänna råd

<i>Titel</i>	<i>Identifikation</i>
Arbetskyddsstyrelsens föreskrifter, Bergarbete.	AFS 1986:17
Arbetskyddsstyrelsens föreskrifter, Sprängarbete	AFS 1986:14
Arbetskyddsstyrelsens föreskrifter, Buller	AFS 1992:10
Arbetskyddsstyrelsens föreskrifter, Hygieniska gränsvärden	AFS 1990:13
Arbetskyddsstyrelsens föreskrifter, Varselmärkning på arbetsplatser	AFS 1992:15
BBR 94, Boverkets Byggregler	BFS 1993:57
BKR 94, Boverkets Konstruktionsregler	BFS 1993:58
Buller från vägtrafik, Naturvårdsverket (remissutgåva)	Allmänna råd
Externt industribuller, Naturvårdsverket	Allmänna råd
Starkströmsföreskrifterna, Elsäkerhetsverket	Elsäk-FS 1994:4
Kungörelse med föreskrifter om högsta tillåtna halt i luft av sot (svävande partiklar), Naturvårdsverket	SNFS 1993:11
Kungörelse med föreskrifter om högsta tillåtna halt i luft av kvävedioxid, Naturvårdsverket	SNFS 1993:12

<i>Titel</i>	<i>Identifikation</i>
Föreskrifter och allmänna råd för trafiksignaler, Vägverket, 1983	DV8
Förordningen om transport av farligt gods, Skorstenshöjd, Naturvårdsverket	SFS 1982:923
Riktvärden för luftkvalitet i tätorter, Naturvårdsverket	Allm. råd 90:3
Skyddsrumregler, Räddningsverket	Allm. råd 90:9
	B54-141/92

7.2 Vägverkspublikationer

<i>Titel</i>	<i>Identifikation</i>	<i>Publ nr</i>
BRO 94 1 Allmänt		1994:1
BRO 94 2 Lastförutsättningar		1994:2
BRO 94 3 Grundläggning		1994:3
BRO 94 4 Betongkonstruktioner		1994:4
BRO 94 5 Stål-, trä- och aluminiumkonstruktioner		1994:5
BRO 94 6 Brodetaljer		1994:6
BRO 94 7 Brounderhåll		1994:7
BRO 94 8 Rörliga broar		1994:8
BRO 94 9 Förteckning		1994:9
DRIFT 94 Allmän teknisk beskrivning av driftstandard, väglagstjänster		1994:85
VÄG 94 1 Gemensamma förutsättningar		1994:021
VÄG 94 2 Konstruktiv utformning av underbyggnad		1992:022

VÄG 94	3	Konstruktiv utformning av överbyggnad	1994:023
VÄG 94	4	Utförande av underbyggnad	1994:086
VÄG 94	5	Obundna överbyggnadslager	1994:025
VÄG 94	6	Bitumenbundna lager	1994:026
VÄG 94	7	Cementbundna lager	1994:087
VÄG 94	8	Avvattning och dränering	1994:088
VÄG 94	9	Vägmarkeringar	1994:029
Vägutformning 94	1	Läsanvisning	1994:049
	2	Dimensioneringsgrunder	
	3	Grundvärden	
Vägutformning 94	4	Trafikteknisk standard	1994:050
Vägutformning 94	5	Sektion	1994:051
Vägutformning 94	6	Linjeföring	1994:052
Vägutformning 94	7	Korsningar	1994:053
Vägutformning 94	8	Trafikplatser	1994:054
Vägutformning 94	9	Sidoanläggningar	1994:055
Vägutformning 94	10	GC-trafik	1994:056
Vägutformning 94	11	Vägmarkeringar	1994:057
Vägutformning 94	12	Vägmärken	1994:058
Vägutformning 94	13	Trafiksignaler	1994:059
Vägutformning 94	14	Vägbelysning	1994:060
Vägutformning 94	15	Övrig vägutrustning	1994:061
Vägutformning 94	16	Ritningar	1994:062

Bergteknik, dimensioneringsgrunder för användning vid bergförstärkning med sprutbetong. Anvisningar för Ringen och Yttre Tvärleden, Vägverket Region Stockholm ¹⁾	ANV 0114 1994-12-13	
Bergteknik, Anvisningar för redovisning. Bergtekniska anvisningar för projektering av Ringen och Yttre tvärleden, Vägverket Region Stockholm ¹⁾	ANV 0083 1994-05-02	
Beräkning av kapacitet, kölängd, fördröjning i vägtrafikanläggningar, Statens vägverk	TV 131	1977
Förteckning över gällande standard-, grupp- och typitritningar		1994:34
Godtagande av kvalitetssystem för konstruktion av broar		1993:3
Handbok i sprängteknik		1988:22
Hydraulisk dimensionering		1990:11
Istryck mot bropelare		1987:43
Jords hållfasthets- och deformationsegenskaper		1994:15
Kontroll av bygghandling till broar och andra konstbyggnader		1994:31
Regler om vägmärken och trafik, RVT		
Ritteknisk handbok		1994:77
Studie av förutsättningar för stoftavskiljning, Rapport för Ringen och Yttre Tvärleden, Vägverket Region Stockholm ¹⁾	RAP 0045, 1994-08-16	
Projekteringsanvisning för emissions- och ventilationsteknisk beräkning. Ringen och Yttre Tvärleden, Vägverket Region Stockholm ¹⁾ .	ANV 0084, 1994-08-16 PM 1994-12-15	
Tjälisolering. Metod för bestämning av värmekonduktivitet		1990:42
Trafiksignaler DV8 (innehåller uppdateringsblad till DV8)		1991:55
Vägutrustning 94		1993:61

Yt- och grundvattenskydd 1995:1

1) Kan erhållas från Vägverket, Region Stockholm

7.3 Externa publikationer

<i>Titel</i>	<i>Identifikation</i>	
Allmänna regler, Svensk Byggstålkontroll	1994	
A1 Särskilda regler för tillverkare av varmvalsad armeringsstång, Svensk Byggstålkontroll	1994	
A3 Särskilda regler för armeringsverkstäder, Svensk Byggstålkontroll	1994	
Allmänna vattenledningsnät, Anvisningar för utformning och beräkning, Svenska Vatten- och avloppsverksföreningen	VAV P38 1979	
Bergbultning, dimensionering, praxis och tillämpningar, Stiftelsen Bergteknisk Forskning	1975	Rapport nr 8
Bergförstärkning med sprutbetong, Vattenfall	1992	
Bergteknisk ordlista, Tekniska nomenklaturcentralen	TNC 73	
Betonghandbok, Arbetsutförande, Svensk Byggtjänst		Utgåva 2, 1992
Betonghandbok, Konstruktion, Svensk Byggtjänst		Utgåva 2, 1990
Betonghandbok, Material, Svensk Byggtjänst		Utgåva 2, 1994
BBK 94, Boverkets handbok om betongkonstruktioner	Band 1 Konstruktion	1994
BBK 94, Boverkets handbok om betongkonstruktioner	Band 2, Material, Utförande, Kon- troll	1994
BSK 94, Boverkets handbok om stålkonstruktioner		1994
Brandteknisk dimensionering av betongkonstruktioner, Byggforskningsrådet	T 13:1992	
Bygggritningar översikt, Byggstandardiseringen	BST 110	Utgåva 9, 1993

<i>Titel</i>	<i>Identifikation</i>	
Byggvägledning 6:1 & :2, Allmänna regler för bärande konstruktioner & laster, Svensk Byggtjänst		1990
Buller från vägtrafik, Allmänna Råd, Naturvårdsverket		1991
Engineering Classification of Rock Masses for the Design of Tunnel Support, Norges Geotekniske Institutt	Publikasjon nr 106	
Fordonskostnader och avgasemissioner för vägplanering (EVA), Väg- och transportforskningsinstitutet	VTI notat nr T 150	1994
Förundersökningar i berg, Stiftelsen Bergteknisk Forskning	BeFo 86:1/86	1986
Geohydrologiska förundersökningar i berg, Stiftelsen Bergteknisk Forskning	BeFo 84:1/86	1986
Godtagande av ytbehandlingspreparat, Stockholm konsults Materialprovning	1994-03-01	1994:2
Highway Capacity Manual, Transportation research board,	Special Report 209	1985
Naturvårdsverkets metodhandbok luft, Statens naturvårdsverk		1993
Luftbehandlingsordlista, Tekniska nomenklaturcentralen	TNC 69	
Luftflödesmätningar, Byggforskningsrådet	T 32:1982	
Läggingsdjup för VA-ledningar i jord med hänsyn till tjäle, Svenska Vatten och Avloppsverksföreningen,	VAV P14	1969
MarkAMA 83, Allmän material- och arbetsbeskrivning för markarbeten, Svensk Byggtjänst		1983
Norsk Betongförenings Publikation nr 7	del 3	
Plan- och byggtermer 1994, Tekniska nomenklaturcentralen	TNC 95	1994

Rebel 91, Tekniska beskrivningar för anordnande av vägbelysning, del 2 Planering och projektering, Svenska Kommunförbundet och Vägverket		1995
Regler för automatisk brandlarmanläggning, Försäkringsförbundet	RUS 110:5	1992
Regler för certifiering av fogband av PVC, Vattenfall Utveckling AB		1993
RÖRBOK, yttre rörledningar, Svensk Byggtjänst		1983, andra upplagan
Seghet hos fiberarmerad sprutbetong - Rekommenderad provningsmetod, Cement- och betonginstitutet	CBI PM	1990-10-31
SP:s förteckning över godkänd skrivmateriel, Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut AB	SP-INFO 1994:01	
Stålfiberbetong - provning och värdering, Alemo, Holmgren, Skarendahl,		1986
Stålkärnepålar, Byggeforskningsrådet	T15:1992	
Svenska Elverksföreningens normalbestämmelser för hög- och lågspänningsanläggningar	IBH 79 och IBL 77	
Termiska egenskaper hos jord och berg, SGI	Information 12	1991
VA-teknisk ordlista, Tekniska nomenklaturcentralen	TNC 65	1977
Vann- og frostsikkring i tunneler, Statens Vegvesen, Norge	Vejledning 163	1992
Vegtunneler, Statens Vegvesen, Norge	Nr 021	1992
Ventilation av vägtunnlar, Nordiska Vägtekniska Förbundet	Rapport nr 6	1993
VVS AMA, Allmänna material- och arbetsbeskrivningar för VVS-tekniska arbeten, Svensk Byggtjänst		1983

7.4 Standarder och metodbeskrivningar

7.4.1 Svenska standarder och metodbeskrivningar

<i>Titel</i>	<i>Identifikation</i>	
Brandprovning - Byggnadsdelar. Bestämning av motståndsförmåga vid brand.	SIS 02 48 20	Utgåva 2
Betongytor - Tillåtna ytavvikelser	SIS 81 20 02	
Släcksystem - Brandposter med formstabil slang	SS-EN 671-1	
Varmvalsade formvaror av olegerat allmänt konstruktionsstål - Tekniska leveransbestämmelser	SS-EN 10 025	
Ritningsregler - skalor	SS-EN ISO 5455	Utgåva 1
Ritningsregler - Fordringar för mikrofilmning - Allmänna ritningsprinciper	SS-ISO 6428	Utgåva 2
Brandmateriel - Handbrandsläckare	SS 1192	Utgåva 6
Oorganiska ytbeläggningar - Varmförzinkade gängade ståldetaljer	SS 3192	Utgåva 3
Oorganiska ytbeläggningar - Zinkbeläggningar påförda genom styckvis varmdoppning - Allmänna upplysningar och fordringar	SS 3583	
Brand och räddning - Varselmärkning	SS 3611	
Brandprovning - Byggnadsdelar. Bestämning av motståndsförmåga vid brand	SS 02 48 20	
Varningssignaler med ljud och ljus	SS 03 17 11	Utgåva 2
Byggritningar - Ritningsblanketter	SS 03 22 05	
Byggritningar - Ritfält, skrivfält, namnruta och ändringstabell	SS 03 22 08	Utgåva 3
Betongprovning - Provkroppar - Tillverkning och lagring av gjutna provkroppar för hållfasthetsbestämning	SS 13 11 12	
Cementprovning - Bestämning av bindetid och volymbeständighet	SS 13 42 31	

<i>Titel</i>	<i>Identifikation</i>	
Betongprovning - Hårdnad sprutbetong - Tryckhållfasthet hos sprutade provkroppar	SS 13 72 20	Utgåva 2
Betongprovning - Hårdnad sprutbetong - Tjocklek hos sprutbetongskikt	SS 13 72 21	Utgåva 2
Betongprovning - Hårdnad betong, sprutbetong och puts - Vidhäftningshållfasthet	SS 13 72 43	
Betongprovning - Hårdnad Betong - Frostresistens	SS 13 72 44	Utgåva 2
Injekteringsbruk - Vattenseparation och volymändring	SS 13 75 31	Utgåva 2
Betongprovning - Hårdnat injekteringsbruk - Tryckhållfasthet	SS 13 75 33	Utgåva 2
Stål för armeringsstång - SS(B)-stål 21 65	SS 14 21 65	
Rostfritt stål - SS-stål 2343	SS 14 23 43	Utgåva 12
Cellplast - Tryckprovning av hårda material	SS 16 95 24	
Betongytor - Bestämning av ytjämnhet	SS 81 20 05	
Kabelförläggning i mark	SS 424 14 37	Utgåva 4
Kablar - Provning av brandspridningsegenskaper	SS 424 14 75	Utgåva 2
Vibration och stöt - Syneförrättning - Arbetsmetod för besiktning av byggnader och anläggningar i samband med vibrationsalstrande verksamhet	SS 460 48 60	
Vibration och stöt - Mätning och riktvärden för bedömning av komfort i byggnader	SS 460 48 61	
Vibration och stöt - Riktvärden för sprängningsinducerade vibrationer i byggnader	SS 460 48 66	Utgåva 2

7.4.2 Utländska standarder och metodbeskrivningar

<i>Titel</i>	<i>Identifikation</i>	
Stålfiberarmerad sprutbetong	ASTM C1018	
Betonstahl; Sorten, Egenskaper, Kennzeichen	DIN 488 Teil 1	1984-09
Betonstahl; Betonstabstahl; Maße und Gewichte	DIN 488 Teil 2	1986-06
Betonstahl; Betonstabstahl; Prüfungen	DIN 488 Teil 3	1986-06
Armeringsstål Kamstenger, Mål och egenskaper. Norsk Standard	NS 3570	Utgåva 2, 1990
Road restraint systems - Part 1: Terminology and general criteria for test methods	prEN 1317-1, draft	
Road restraint systems - Part 2: Safety barriers - performance classes, impact test acceptance criteria and test methods	prEN 1317-2, draft	
Fire resistance tests on elements of building construction - Part 1: Alternative and additional procedures	prEN 1363-1:1993	
Emergency roadside telephones	prEN 1823, draft	Februari 1995
Beräkning av tjällyftningen i en väggkropp, Vägverket	VVMB 906.	1994:43

7.5 Bilagor

I detta avsnitt finns samtliga bilagor till TUNNEL 95. Bilagor till kapitel x finns i avsnitt 7.5.x. I de fall som det finns flera bilagor till kapitel x är dessa numrerade 7.5.x.1, 7.5.x.2 osv.

Bilaga 7.5.1.1 Rapport över förundersökning

Rapport över förundersökning för tunnel i berg ska innehålla följande.

- a) Tidigare dokumenterad geologisk, geoteknisk och geohydrologisk faktisk information, t ex information från kartor och uppgifter från tidigare utförda objekt.

Det ska klart framgå i tidigare dokumenterad information skillnaden mellan faktisk och tolkad information

- b) Lägen samt grundläggning och konstruktion av befintliga anläggningar, byggnader, gator och vägar.

Dessa uppgifter kan få betydelse för val av vägsträckning, drivningsmetod m m.

Med anläggningar och byggnader avses sådana som är belägna såväl ovan som under mark.

Uppgift om konstruktion avser typ, t ex industribyggnad, bostadshus, bro, försvarsanläggning, och material i bärande huvudsystem.

- c) Planerad vägsträckning.
d) Omfattning av utförda undersökningar.

Med undersökningar avses t ex geologisk håll- och sprickkartering, kärnbörning, seismisk undersökning, borrhålstester för vattenförlustmätning, bergspänningsmätning etc.

- e) Lägen av fältundersökningar, såsom kärnborrhål, seismiska profiler etc.

- f) Faktiska resultat av utförda undersökningar.

Med faktiska resultat avses t ex seismiska hastigheter, från kärnbörningar erhållna sprickfrekvenser och bergarter, bergspänningar och spänningsförhållanden vid insitumätningar, hållfasthetsvärden från laborieförsök etc.

Tolkningen av resultaten sker i den ingenjörgeologiska prognosen.

Eventuella anteckningar och annan information om utförda undersökningar ska särredovisas.

Bilaga 7.5.1.2 Ingenjörgeologisk prognos

Redovisning av ingenjörgeologisk prognos för tunnel i berg ska minst innehålla följande.

- a) Hänvisning till den rapport över förundersökning som prognosen grundas på.
- b) Ritnings- och kartunderlag från förundersökningen.
- c) Orienteringsbild som visar aktuellt tunnelavsnitts läge inom objektet.
- d) Tunnels/tunnelavsnittets planerade läge i horisontal- och vertikalplan.
- e) Beskrivning av bergmassan med uppgift om:
 - bergytans läge längs tunnelsträckningen
 - bergarter med ingående mineral
 - bergartsgränser
 - struktur
 - bergmekaniska egenskaper
 - berggrundens hydrauliska konduktivitet eller transmissivitet
 - sprickornas stupning och strykning
 - sprickfrekvens
 - sprickfyllnad med angivande av material
 - sprickgrupper
 - sprickzoner
 - sprickråhet
 - bergspänningsmätningar och spänningsförhållanden.
- f) Grundvattenförhållanden med uppgifter om bl a grundvattenyta längs den planerade vägsträckningen.
- g) Beräknade värden på Q-index eller RMR (Rock Mass Rating).
- h) Bedömning av lämpliga drivningsmetoder samt erforderliga förstärknings- och tätningåtgärder.
- i) Stabilitetsanalys.
- j) Översiktliga bergmekaniska beräkningar.

Bilaga 7.5.1.3 Sammanställningsritning över tunnelanläggning

På sammanställningsritning ska följande anges.

För att uppnå ökad överskådlighet kan det vara lämpligt att olika uppgifter grupperas och redovisas på skilda sammanställningsritningar.

- a) Norrpil.
- b) Orienteringsbild som visar aktuellt tunnelavsnitts läge inom objektet.
- c) Namn på två geografiska samhällen, som ligger längs vägen, ett på vardera sidan om tunneln.
- d) Fixpunkt med beskrivning, läge och höjd i tillämpat höjdsystem.
- e) Höjdsystem. Om lokalt höjdsystem används, ska dess relation till rikets höjdsystem, RH 00 eller RH 70, anges.
- f) Väglinjedata som bestämmer tunnelns läge i såväl horisontal- som vertikalplan.
- g) Vägbanans tvärfall och dess variation samt profillinjens lutningsförhållanden.
- h) Avvattningssystem (diken, särskilda anordningar etc).
- i) Tunnelns totala längd och teoretiska spännvidder för bärande huvudsystem samt utvändiga bredd.

För tunnel i berg anges inte utvändig bredd. Total längd ska avse tunnelns längd i vägens riktning och ska innefatta särskilt utförda tunnelpåslag, t ex betongkonstruktion.

- j) Total invändig tunnelbredd, uppdelad i körbanor, vägrenar, skiljerem-sor, gång- och cykelbanor etc.

I uppdelningen ska ingå utrymmen för skyddsanordningar.

- k) Nivåer för tunnels underyta.

För tunnel i berg anges undre gräns för teoretisk bergsek-tion. För annan tunnel anges nivå för bottenplattas undersida eller översida (vid berggrundläggning).

- l) Fritt utrymme (läge, höjd, bredd) ovanför tunneln, om krav föreligger beträffande farled etc.
- m) Nivåer vid rörelsefogar och tunnelmynningar.
- n) Nivåer för grundvattenyta, MW, LLW, HHW samt om möjligt även MLW och MHW.

Variationer i grundvattenyta bör anges. Vid reglerade vatten-drag anges högsta och lägsta dämningräns.

- o) Vattenflöden (LLQ, MLQ, MQ, MHQ, HHQ) med referens.

Med referens avses t ex utlåtande från Statens Meteorologi-ska och Hydrologiska institut, SMHI, eller lantbruksnämnd.

- p) Dimensionerande vattenhastighet och strömriktning i vattendrag.
- q) Markprofiler, berglägen i undersökta punkter, jordartsbestämning för material i grunden, värden på de geotekniska och bergmekaniska deformations- och hållfasthetsparametrarna.
- r) Ungefärlig pållängd.
- s) Förstärkningsåtgärder för anslutande vägbank, t ex bankpållning, lättfyllning, materialutskiftning.
- t) Slänters, erosionsskydds och skyddsfillningars utsträckning, lutningar, nivåer, utförande och material.
- u) Utförande av fyllning mot tunnelväggar och på tunneltak.
- v) Anläggningar som har betydelse för tunnelns funktion, t ex VA-anläggningar, utrymningsvägar, räddningsrum och insatsvägar.
- w) Särskilda uppgifter för arbetets utförande, t ex för schaktning under vatten och länshållning.
- x) Förteckning över objektets ritningar.
- y) Största beräknade pållast för lastkombination IV:A enligt avsnitt 5.2.5.
- z) Hänvisning till TUNNEL 95 och aktuella medgällande dokument samt teknisk(a) beskrivning(ar).

Bilaga 7.5.1.4 Detaljritning

På detaljritning för betong- och stålkonstruktion ska följande anges.

- a) Nivåer vid rörelsefogar och vid tunnelmynningar.
- b) Särskilda uppgifter för arbetets utförande, t ex för schaktning under vatten och länshållning.
- c) Hänvisning till andra objektritningar, standardritningar, separata arbetsbeskrivningar, spännlistor, kontrollplaner samt eventuellt kvalitetssystem enligt avsnitt 1.6.
- d) Sättet för konstruktionens utförande.

Anges om t ex tillverkning, överhöjning, montering, ställningsoperationer har betydelse för bärförmågan.

- e) Största beräknade pållast för lastkombination IV:A enligt avsnitt 5.2.5.
- f) Påltyp och anvisningar för påslagning.
- g) Pålplan som visar pålarnas lägen och lutningsriktningar i pålavskärningsplanet samt pålarnas numrering.
- h) Dilatationfogar (plan och sektioner) med angivande av längder, nivåer, inbyggnadshöjd och rörelsedigram samt erforderliga detaljer.
- i) Förteckning över ståldetaljer samt krav på ytbehandling (rostskyddssystem).
- j) Armeringsstångers dimension, kvalitet, antal och utsträckning samt litterering.

Stängerna visas i vy och snitt. All armering som förekommer i ett snitt ska visas i samma figur.

- k) Gjutfogs läge och utformning samt avsedd gjutordning med angivande av eventuella gjutluckor.
- l) Maximal stenstorlek i betong om storleken understiger 32 mm.
- m) Typ av formelement och erforderliga förankrings- och staganordningar i betongkonstruktion med viktreducerande ursparingar.
- n) Utöver uppgifter om spännarmering i BBK 94, 1.4.2;
i beräkning förutsatta friktionsvärden μ och k samt förutsatta friktionsförluster i domkraft och förankring.
- o) Sammansättning av injekteringsbruk för förstärkningsbult och infästningselement med uppgift om cementfabrikat, tillsatsmedel, dosering och vattencementtal.
- p) Sammansättning av sprutbetong med uppgift om cementfabrikat, delmaterial, fiberarmering, tillsatsmedel, dosering och vattencementtal.
- q) Hänvisning till TUNNEL 95 och aktuella medgällande dokument samt teknisk(a) beskrivning(ar).

Bilaga 7.5.1.5 Bergritning

På bergritning ska följande anges.

- a) Norrpil.
- b) Orienteringsbild som visar aktuellt tunnelavsnitts läge inom objektet.
- c) Namn på två geografiska samhällen, som ligger längs vägen, ett på vardera sidan om tunneln.
- d) Fixpunkts beskrivning, läge och höjd i tillämpat höjdsystem.
- e) Höjdsystem. Om lokalt höjdsystem används ska dess relation till rikets höjdsystem, RH 00 eller RH 70, anges.
- f) Väglinjedata som bestämmer tunnelns läge i såväl horisontal- som vertikalplan. Tunnel visas i plan samt i längdsektion med angivande av tak och botten.
- g) Nivåer för grundvattenyta, MW, LLW, HHW samt om möjligt även MLW och MHW.

Variationer i grundvattenyta bör anges.

- h) Markprofiler, prognos över berytans lägen längs tunnelsträckningen, jordartsbestämning för material i grunden, värden på de geotekniska och bergmekaniska deformations- och hållfasthetsparametrarna.
- i) Bergarter med gränser, bergarts permeabilitet och struktur, sprickzoner med stupning och strykning, analys av sprickfyllnadsmaterial, beräknade värden för t ex Q-index.
- j) Hänvisning till andra objektritningar, standardritningar, separata arbetsbeskrivningar, kontrollplaner samt eventuellt kvalitetssystem enligt avsnitt 1.6.
- k) Typ och omfattning av förstärknings- och tätningsåtgärder.

Exempel på typ och omfattning är selektiv och systematisk bultning med angivande av bultdimension och bulttäthet samt typ och tjocklek av sprutbetong.

Förstärknings- och tätningsåtgärder ska anges i olika klasser med beskrivning av åtgärdsklasserna (eventuellt på separat ritning). Vid behov kompletteras redovisningen med erforderligt antal tvärsnitt.

Betongkonstruktion redovisas på detaljritningar enligt de krav som gäller enligt bilaga 7.5.1.4.

- l) Teckenförklaring till använda symboler (eventuellt på separat ritning).
- m) Sammansättning av injekteringsbruk för förstärkningsbult och infästningselement med uppgift om cementfabrikat, tillsatsmedel, dosering och vattencementtal.
- n) Sammansättning av sprutbetong med uppgift om cementfabrikat, delmaterial, fiberarmering, tillsatsmedel, dosering och vattencementtal.

- o) Hänvisning till TUNNEL 95 och aktuella medgällande dokument samt teknisk(a) beskrivning(ar).

Bilaga 7.5.1.6 Karteringsritning för tunnel i berg

På karteringsritning ska följande anges.

1. Allmänna uppgifter.

- a) Norrpil.
- b) Orienteringsbild som visar aktuellt tunnelavsnitts läge inom objektet.
- c) Namn på två geografiska samhällen, som ligger längs vägen, ett på vardera sidan om tunneln.
- d) Markprofiler och bergytans lägen längs tunnelsträckningen.

2. Uppgifter om berget.

- e) Bergarter med gränser, bergarts permeabilitet och struktur, sprickzoner med stupning och strykning samt basinformation enligt bilaga 7.5.1.2 i tillämpliga delar. Parametrar för bestämning av samt slutligt bestämda värden på RMR och Q-index.

Särskild uppmärksamhet ägnas kartering av eventuella svaghetszoner etc.

- f) Inläckande vatten.

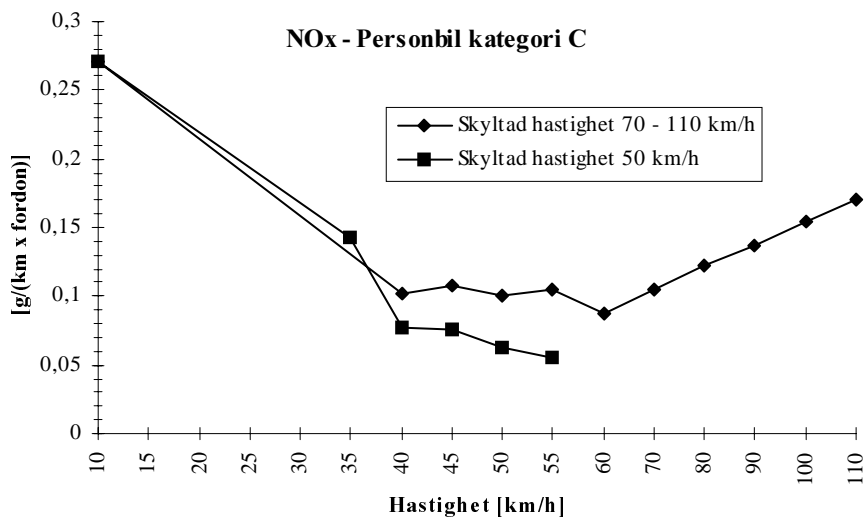
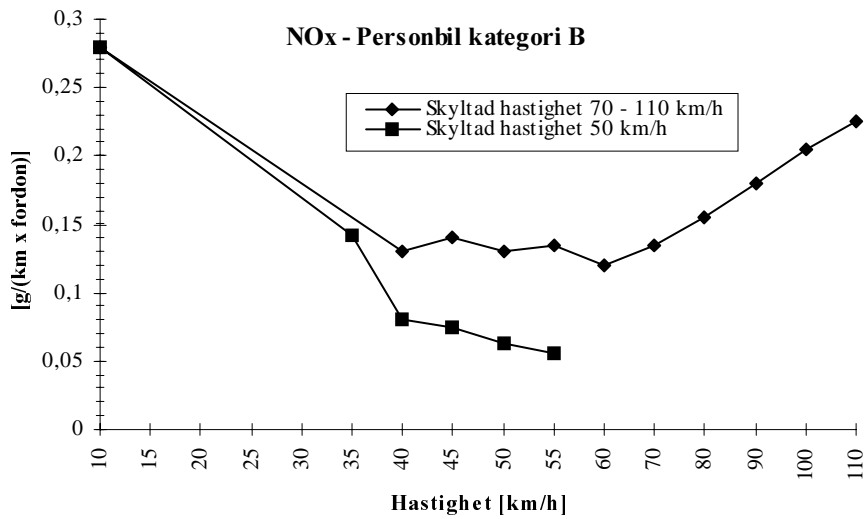
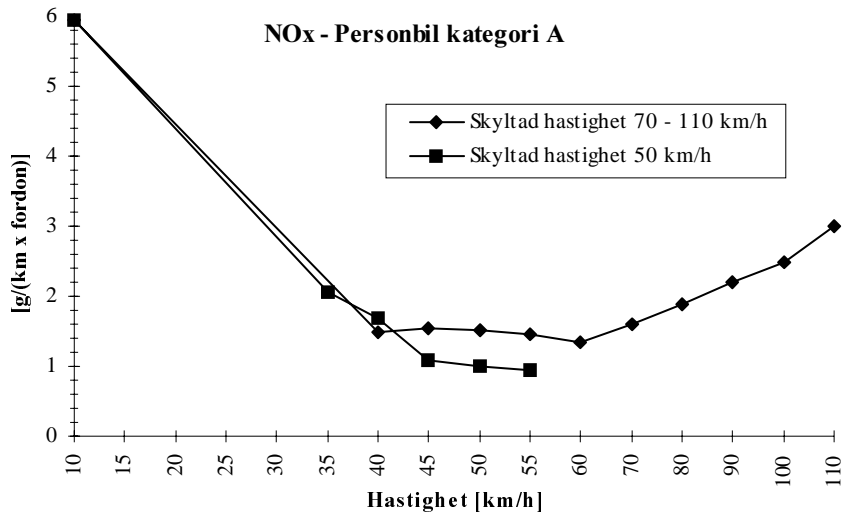
3. Uppgifter om förstärkning.

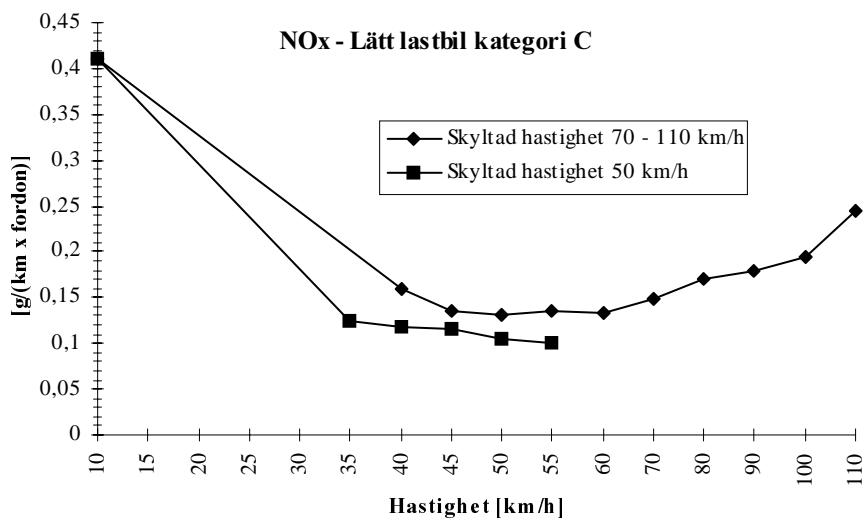
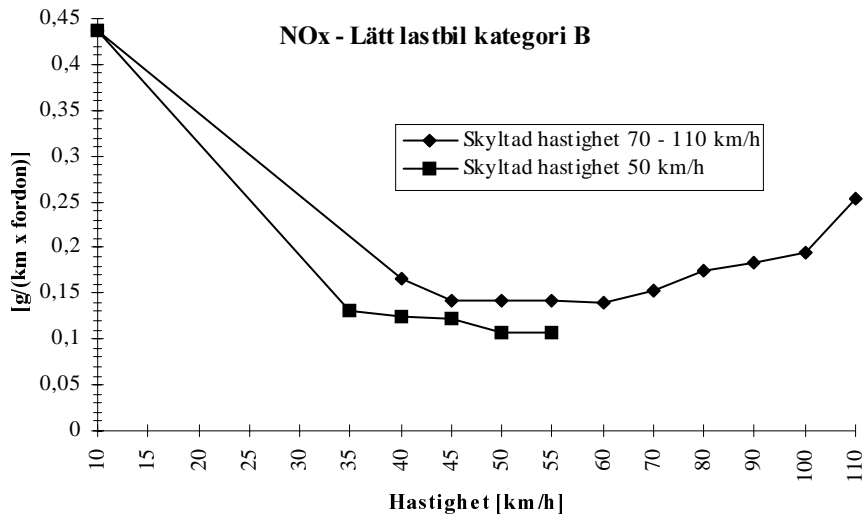
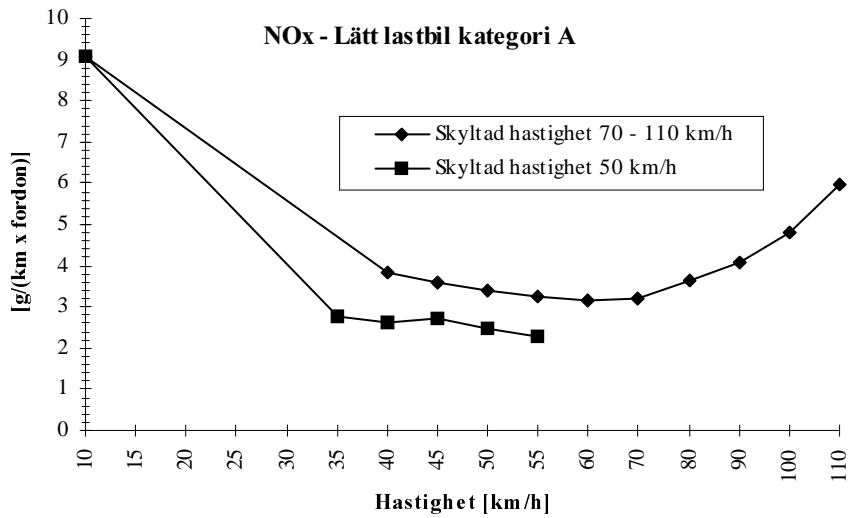
- g) Förstärkningsbultars dimension, antal och utsträckning samt lägen samt uppgift om bultningen är selektiv.
- h) Sprutbetong och gjuten betong med uppgift om tjocklek och armering.
- i) Sammansättning av injekteringsbruk för förstärkningsbult och infästningselement med uppgift om cementfabrikat, tillsatsmedel, dosering och vattencementtal.
- j) Sammansättning av sprutbetong med uppgift om cementfabrikat, delmaterial, fiberarmering, tillsatsmedel, dosering och vattencementtal.

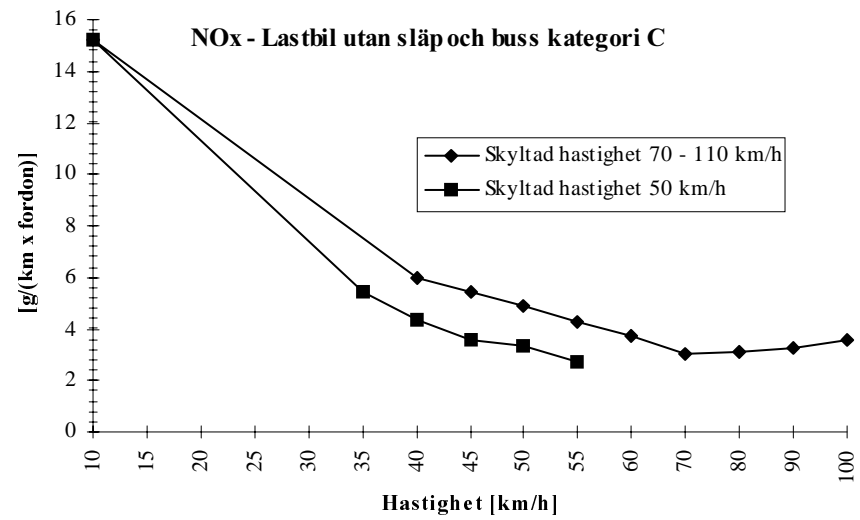
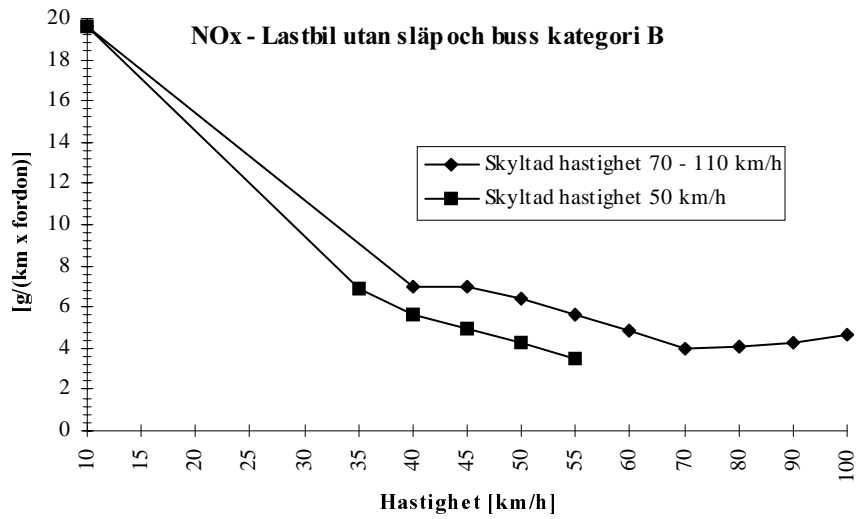
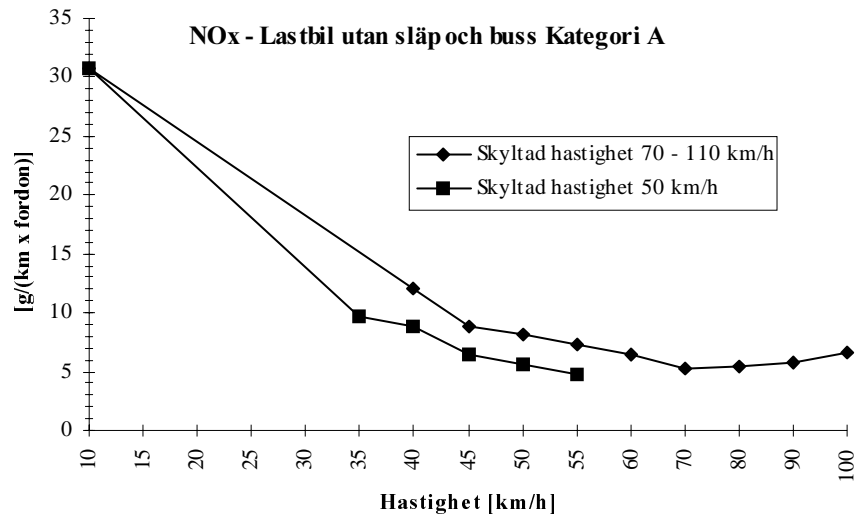
4. Övriga uppgifter.

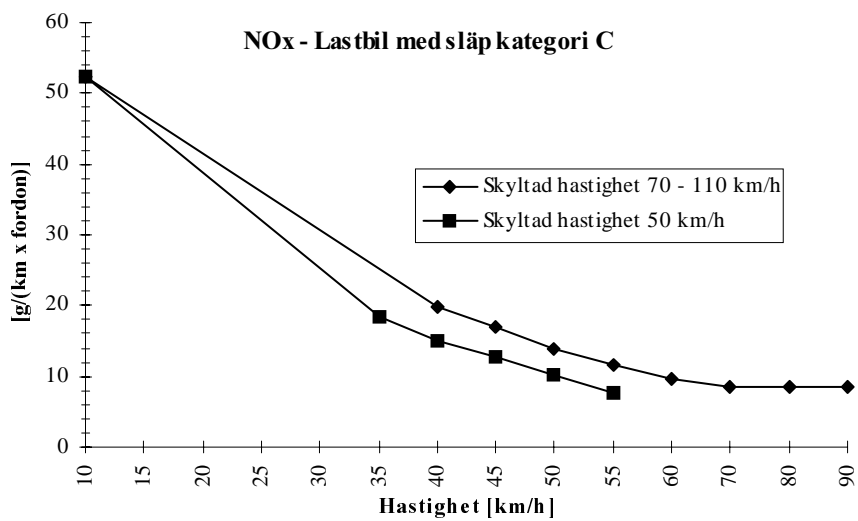
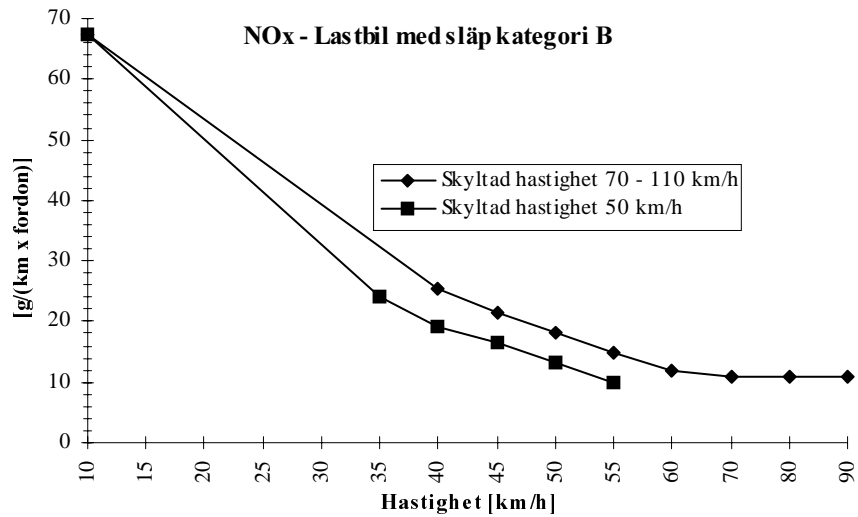
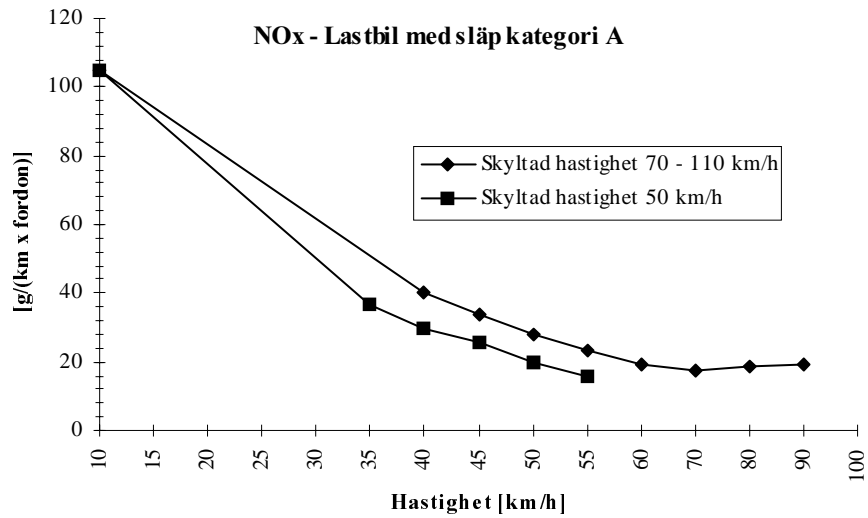
- k) Teckenförklaring till använda symboler (eventuellt på separat ritning).
- l) Hänvisning till andra objektritningar, standardritningar, separata arbetsbeskrivningar, spännlista, kontrollplaner samt eventuellt kvalitetssystem enligt avsnitt 1.6.

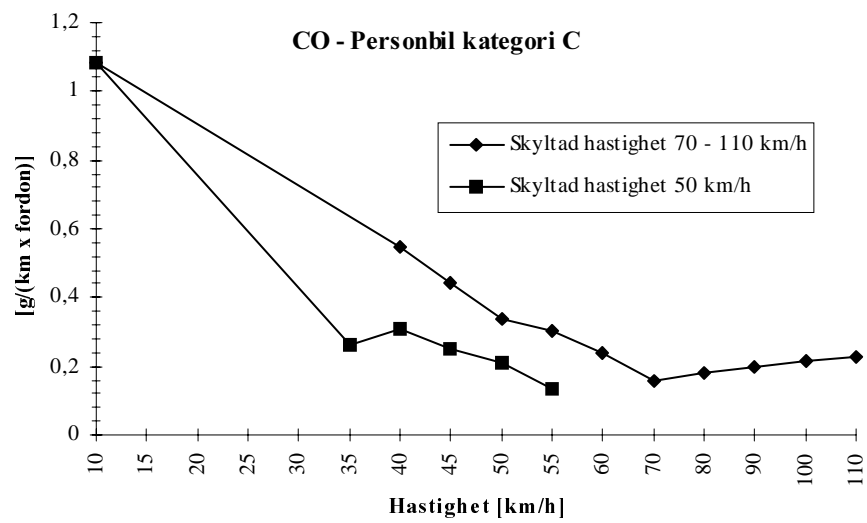
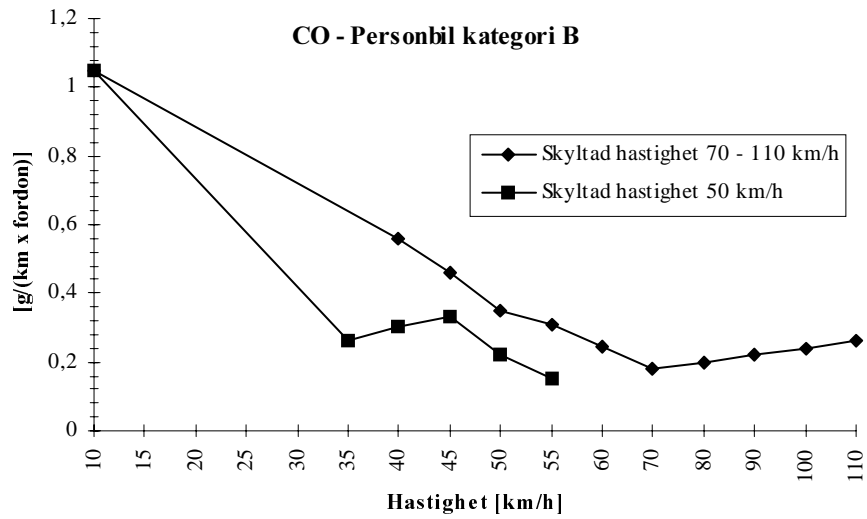
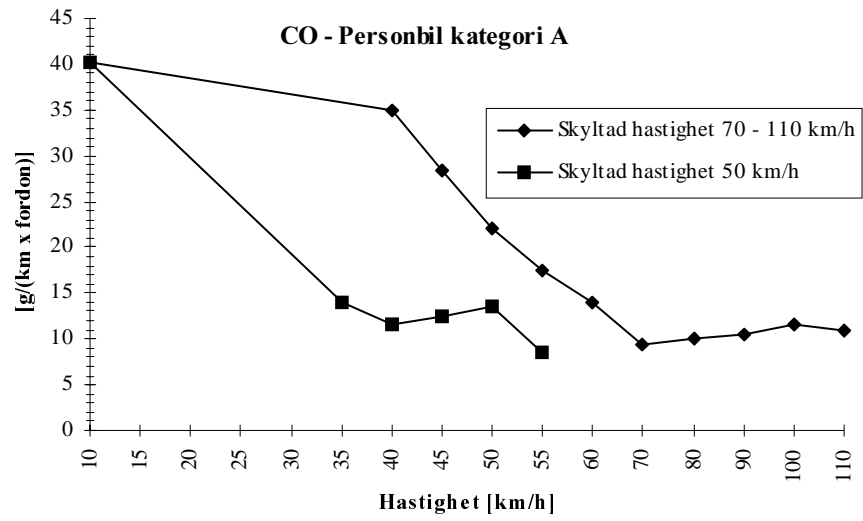
Bilaga 7.5.3.1 Emissionsfaktorer

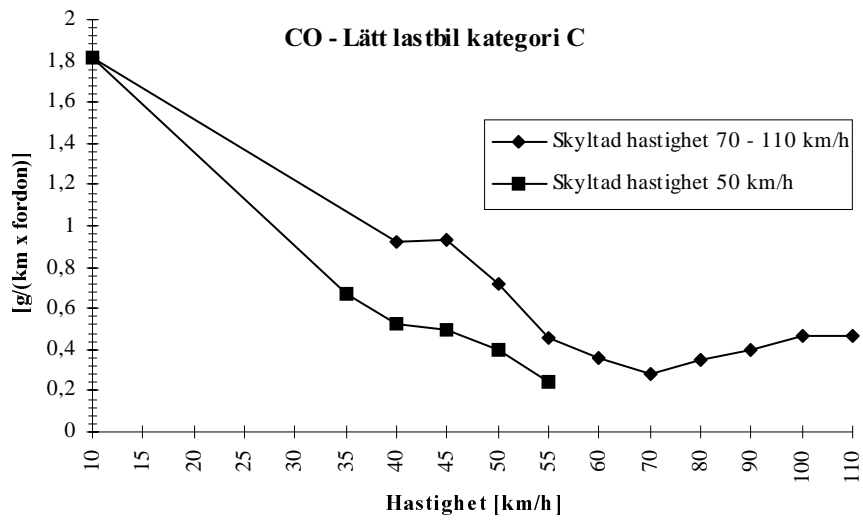
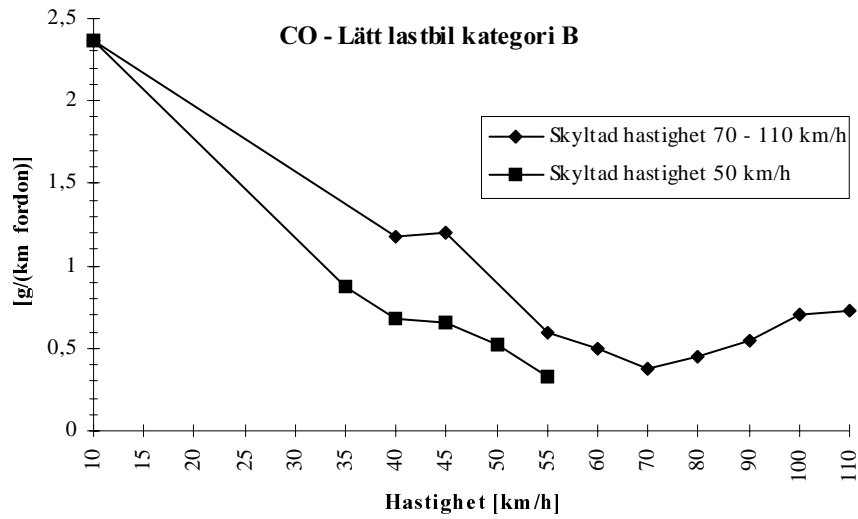
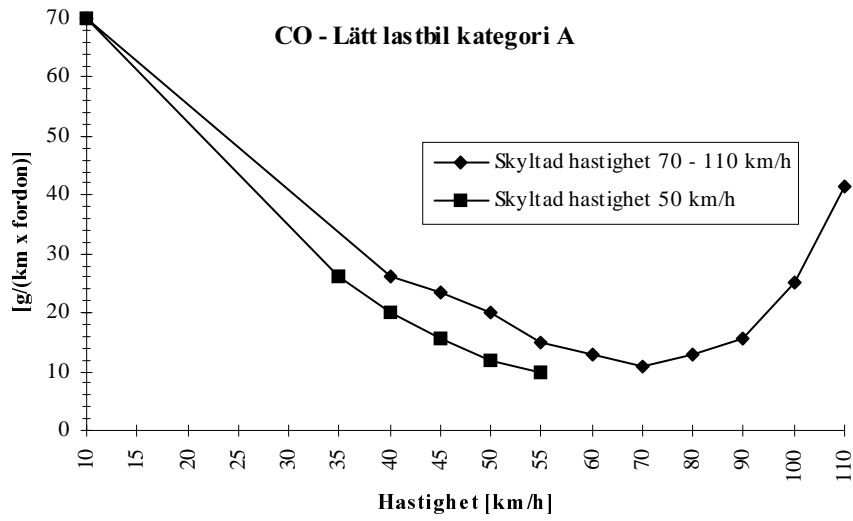


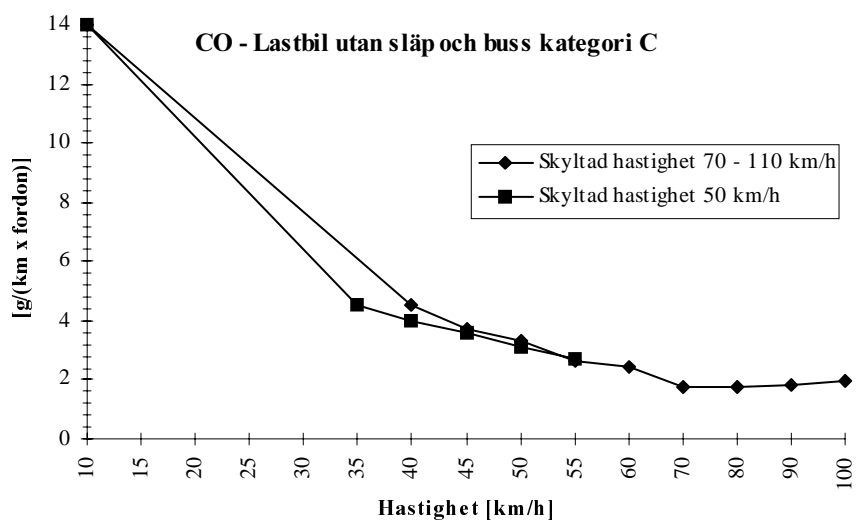
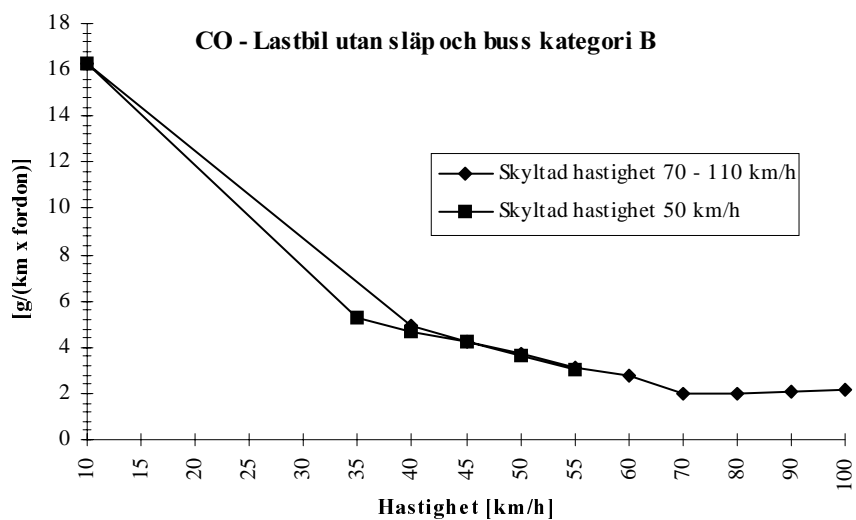
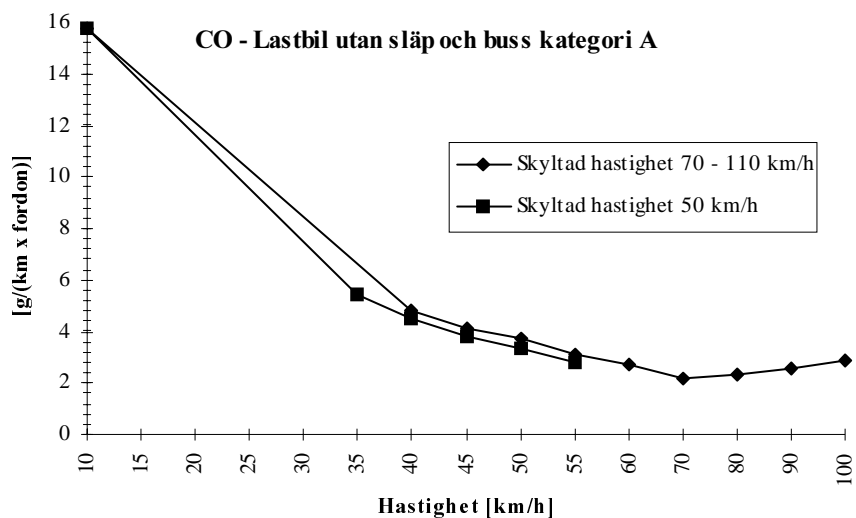


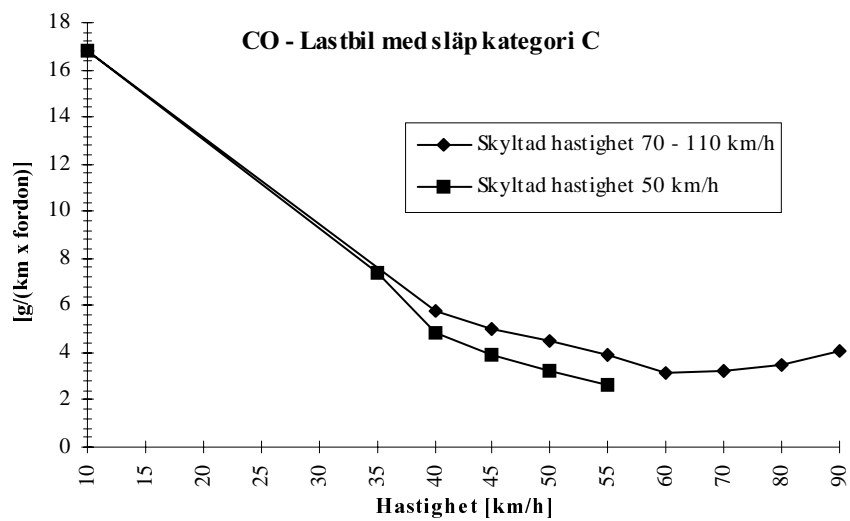
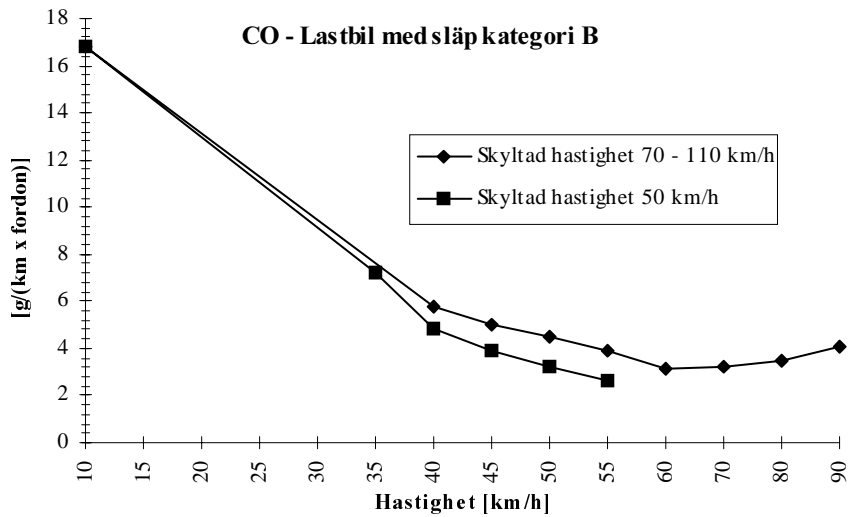
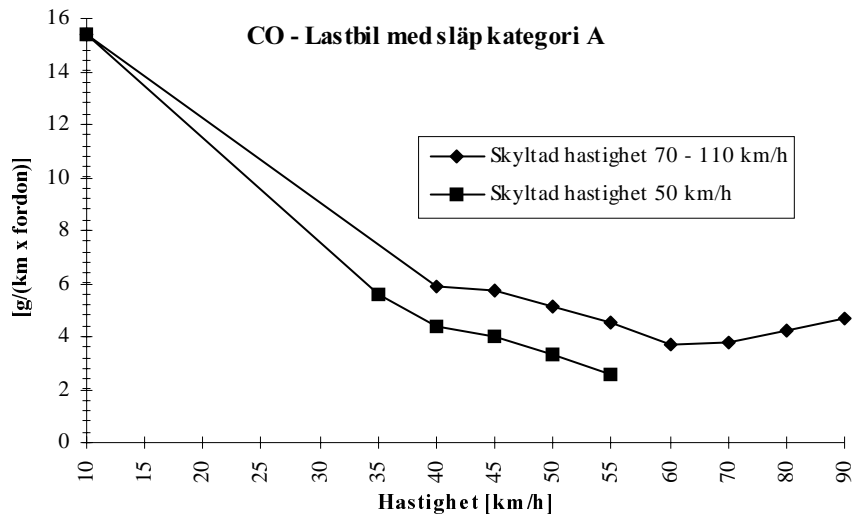


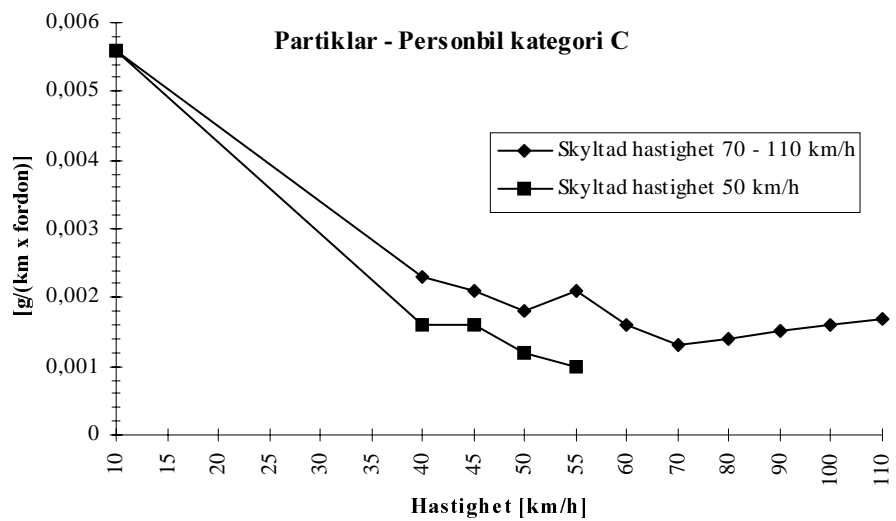
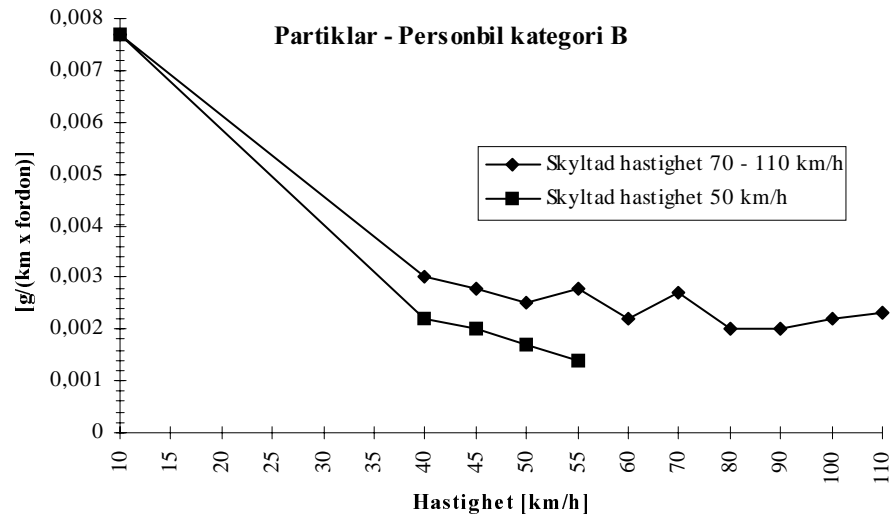
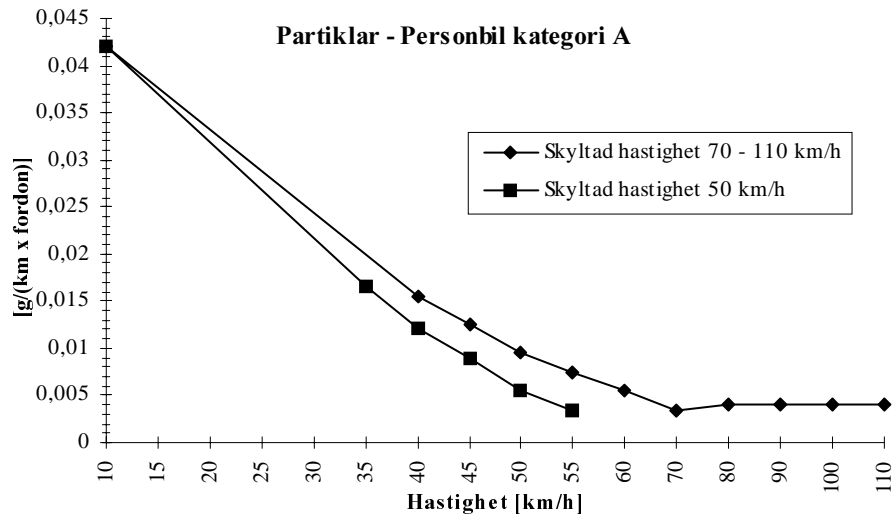


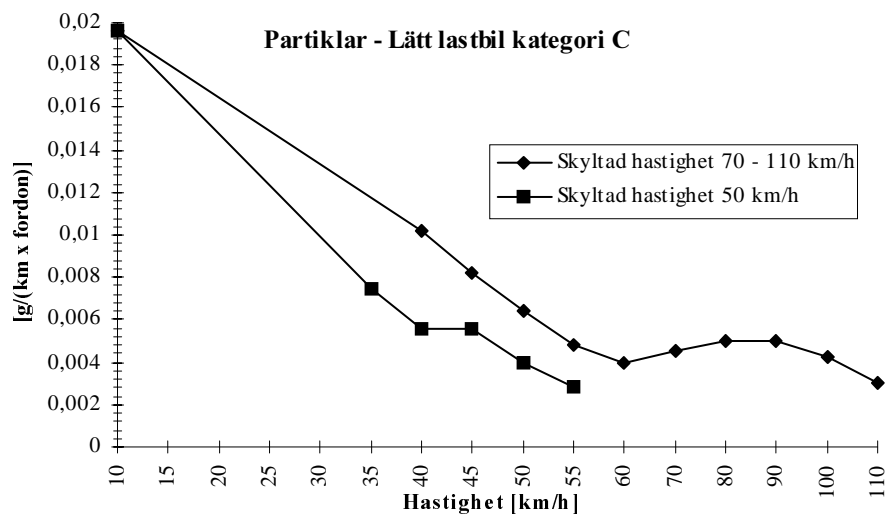
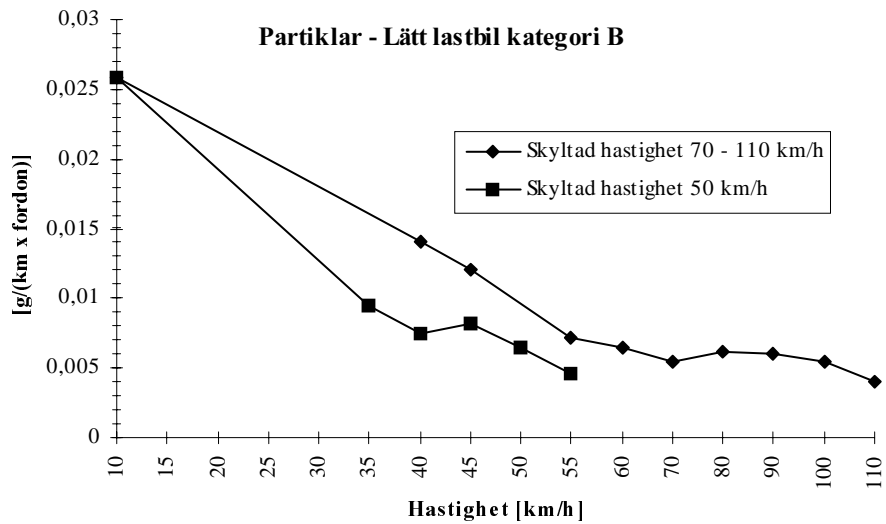
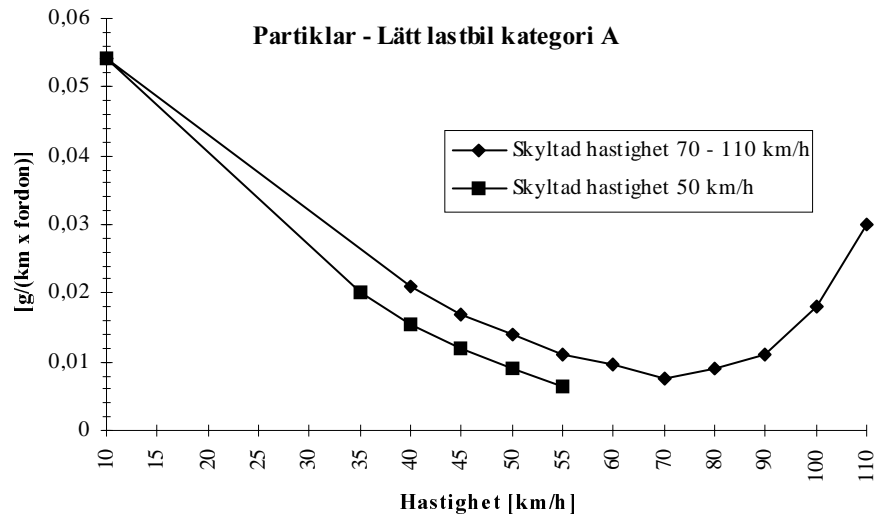


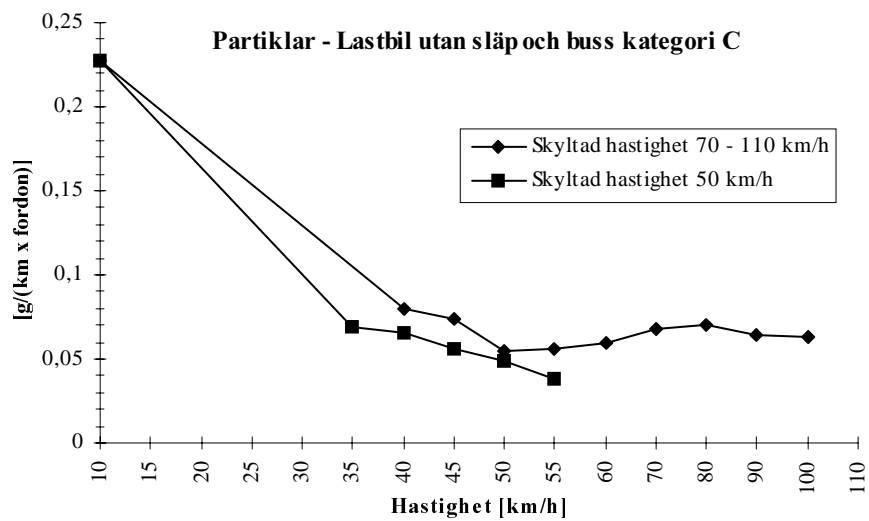
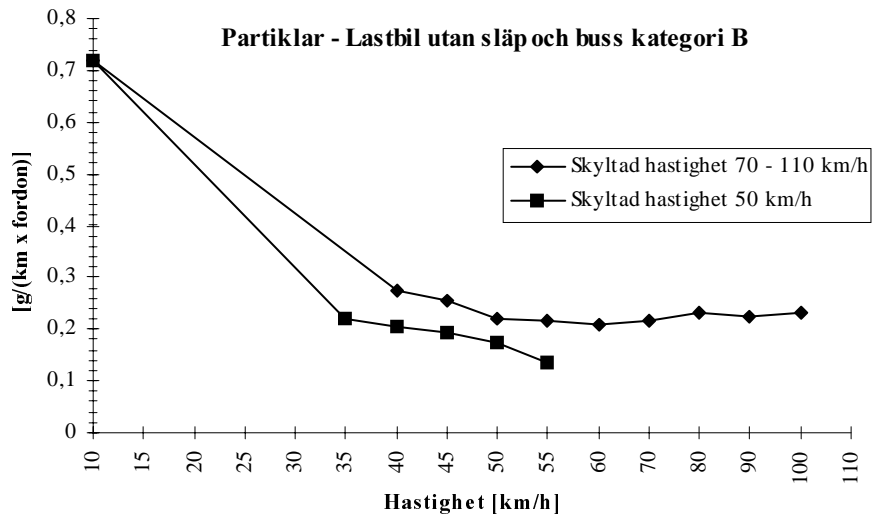
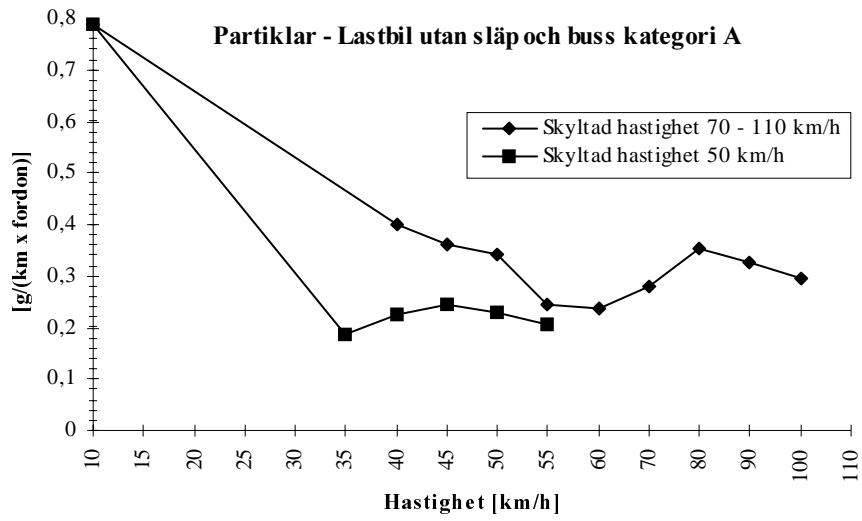


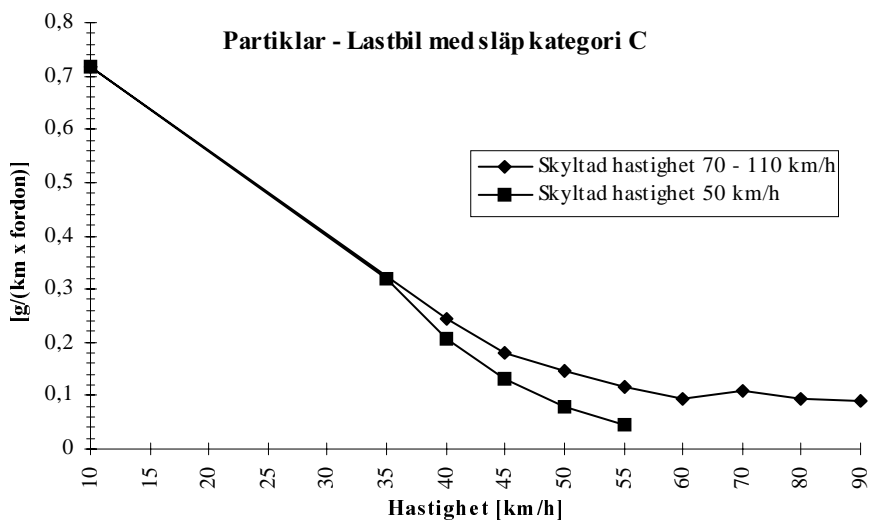
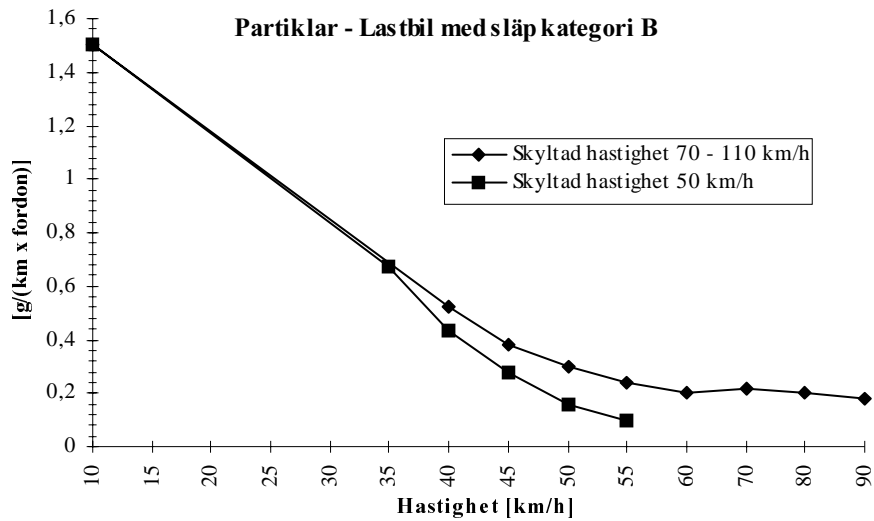
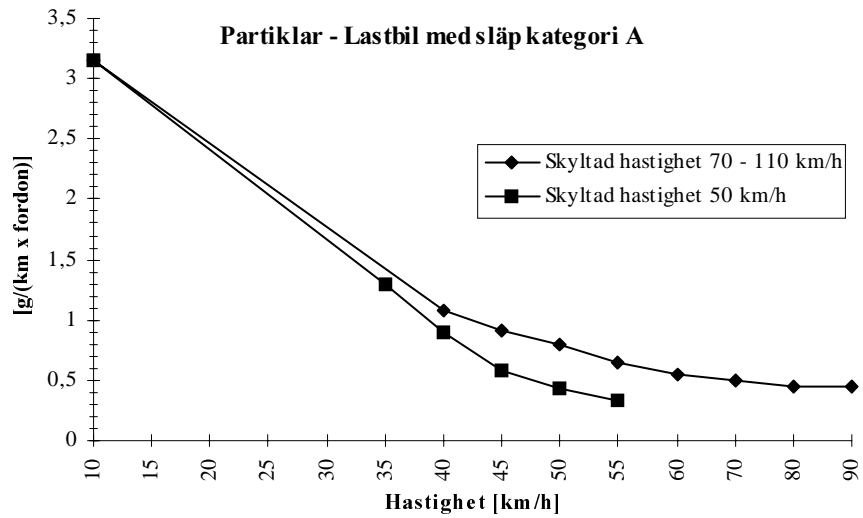






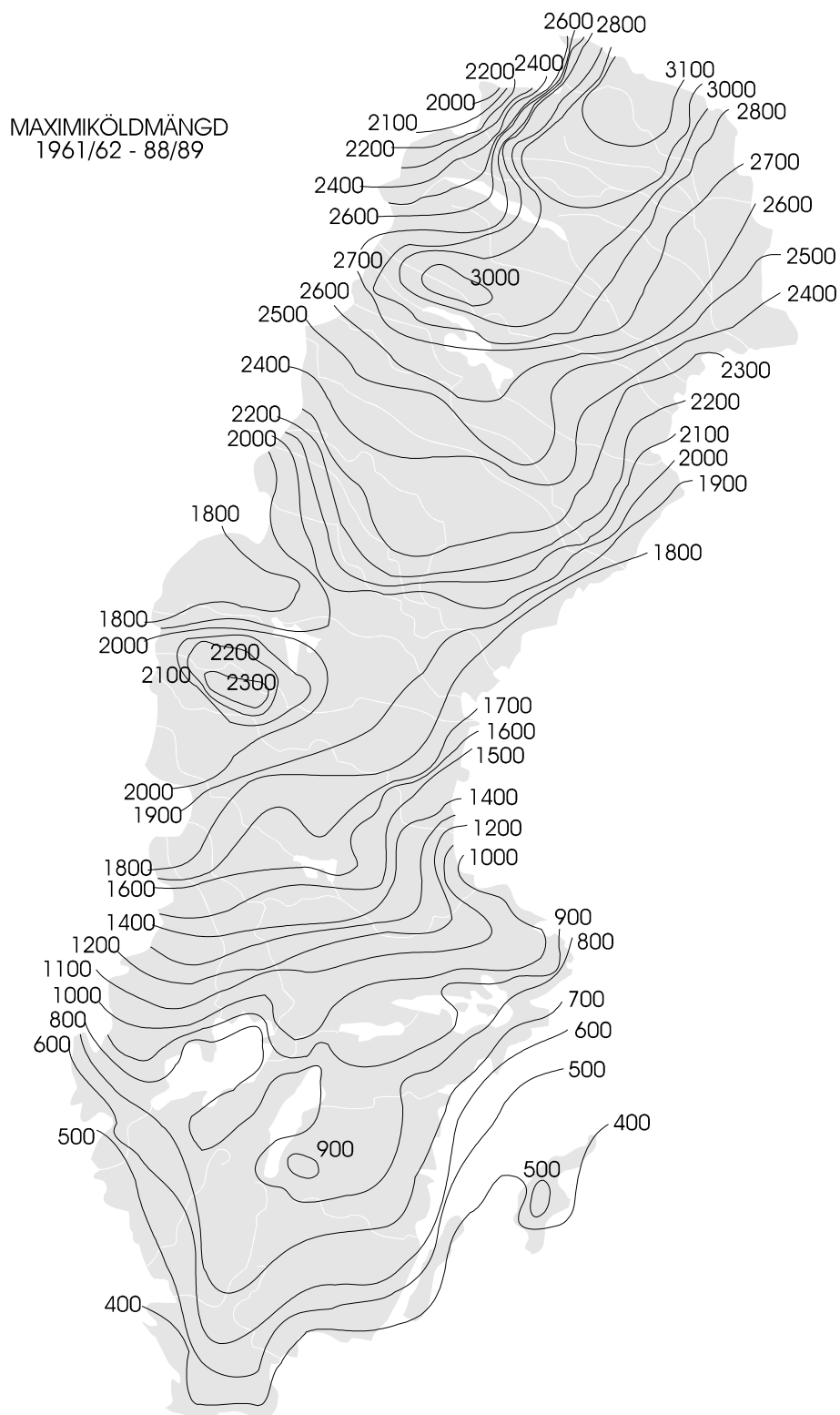




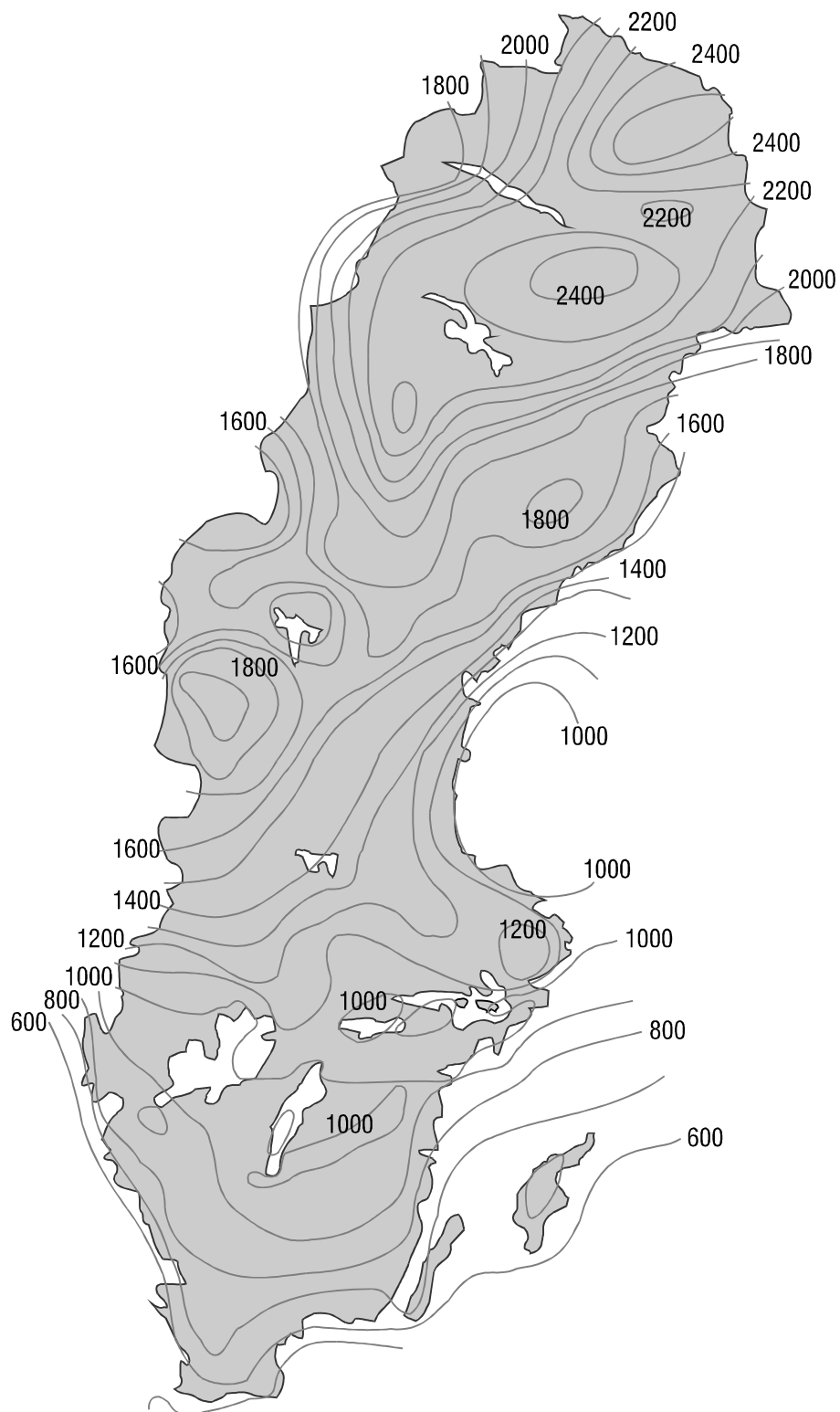


Bilaga 7.5.5.1 Maximiköldmängd

Det största värdet som erhålls ur nedanstående två kartor ska tillämpas.



Maximiköldmängd 1961/62 - 88/89 (negativa dygnsgrader)



Kölmängd 1941/42 (negativa dygnsgrader)