

RISKANALYSMETOD & BASSTANDARD

UNDERLAG TILL REVIDERING AV FÖRESKRIFT 2019:93



2022-12-28

RISKANALYSMETOD & BASSTANDARD

Underlag till revidering av föreskrift 2019:93

Uppdragsnamn	FOI TS Riskanalysmetod och basstandard
Uppdragsnummer	10343895
Författare	Göran Nygren/Sofia Lundegårdh/Sirje Pädam
Datum	2022-12-28
Ändringsdatum	
Granskad av	Erik Lundström/Mats Klingvall
Godkänd av	Göran Nygren

KUND

Transportstyrelsen

KONSULT

WSP

121 88 Stockholm-Globen

Besök: Arenavägen 7

Tel: +46 10-722 50 00

WSP Sverige AB

Org nr: 556057-4880

wsp.com

KONTAKTPERSONER

GÖRAN NYGREN, goran.nygren@wsp.com, 010-722 85 77

INNEHÅLL

1	Inledning	4
1.1	Bakgrund	4
1.2	Syfte och Mål	4
1.3	Omfattning och avgränsningar	5
1.4	Internkontroll	5
1.5	Rapportstruktur	5
1.6	Definitioner	6
	Riskanalys och riskbedömning	6
	Säkerhetskoncept	6
	Risk	6
2	Risnpåverkan	7
2.1	Risnfaktorer	8
2.2	Risnreducerande åtgärder	13
2.3	Risnpåverkan av kö	18
3	Förslag till basstandard	21
3.1	Grundläggande förutsättningar för att tillämpa basstandard	21
3.2	Basstandard 100-299 meter (ÅDT mindre än 15 000)	22
3.3	Basstandard 300-400 meter (ÅDT mindre än 15 000)	27
3.4	401-500 meter (ÅDT mindre än 11 250)	34
4	Risnanalysmetod	38
5	Konsekvensanalys	42
5.1	Sammanfattande bedömning	42
5.2	Mål, problem och alternativa lösningar	42
	5.2.1 Mål	42
	5.2.2 Problembeskrivning	42
	5.2.3 Alternativa lösningar	43
5.3	Konsekvenser av föreslagna lösningar	44
	5.3.1 Basstandard	44
	5.3.2 Risnanalysmetod	47
6	Diskussion och slutsats	49
6.1	Förslag på fortsatt arbete	49
7	Referenser	51
	Bilaga 1 – Sammanfattande tabell över de föreslagna grundläggande säkerhetskraven för tunnlar mellan 100-500	53

1 INLEDNING

WSP har av Transportstyrelsen fått i uppdrag att ta fram ett kunskapsunderlag som kan ligga till grund för val av relevant kvantitativ riskanalysmetod som kan användas för verifiering av fastställda lägsta acceptabla säkerhetsnivåer för vägtunnlar. Uppdraget innefattar även att ta fram ett kunskapsunderlag för att kunna fastställa en relevant och väl avvägd säkerhetskravsnivå för vägtunnlar som är mellan 100-500 m. långa. De säkerhetskrav som tas fram för vägtunnlar mellan 100-500 m utgör underlag till Transportstyrelsen för framtagande av basstandard för dessa tunnlar. Basstandarderna avser att ge rekommendationer för säkerhetsåtgärder som ger en tillfredsställande säkerhetsnivå utan krav på verifiering genom samlad bedömning.

1.1 BAKGRUND

I Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd (TSFS 2019:93) om säkerhet i vägtunnlar finns det krav att en samlad bedömning ska genomföras för att avgöra vilka säkerhetsåtgärder som ska vidtas i en tunnel. Den samlade bedömningen ska resultera i en säkerhetsnivå som ska presenteras i ett F/N diagram där bland annat en övre och en nedre acceptansnivå finns fastslagen. Den samlade bedömningen utgör därmed en riskbedömning. I bedömningen bör som minst de förutsättningar och parametrar som redovisas i TSFS 2019:93 ingå. TSFS 2019:93 ställer krav på att en kvantitativ riskanalys ska utföras för tunnlar som är över 500 m om dessa har en speciell utformning eller speciella förutsättningar. I det allmänna rådet hänvisar föreskriften till Boverkets rapport Riskanalysmetoder (Boverket, 2005) för exempel på lämpliga metoder. Transportstyrelsen vill, utifrån att det gått många år sedan Riskanalysmetoder togs fram, undersöka om det utvecklats nyare kvantitativa metoder som det i stället bör hänvisas till.

I TSFS 2019:93 finns flera föreskrifter som endast gäller tunnlar längre än 500 m. Anledningen till detta är att EU-direktivet (2004/54/EG) endast omfattar säkerhetskrav för vägtunnlar längre än 500 m och denna utgör grunden till varför föreskrifter om säkerhet i vägtunnlar tillkommit i svensk lagstiftning. När direktivet införlivades i nationell lagstiftning i Sverige valdes dels att föreskrifterna skulle gälla även för tunnlar under 500 m, dels att kopplingen mot kraven för tunnlar kortare än 500 m endast utgick från tunnellängd. Transportstyrelsens bedömning nu är att kravnivån också bör kopplas mot trafikmängd med utgångspunkt från den kravställning som Trafikverket har för säkerhetsnivåer (TRVINFRA-0233) och som resulterar i olika tunnelklasser med olika krav på installation av säkerhetsutrustning. En hög trafikintensitet i en något kortare tunnel än 500 m (t.ex. 450 m) bör rimligen resultera i en högre risknivå än en något längre tunnel än 500 m (t.ex. 550 m) med mindre trafikintensitet. Transportstyrelsen vill mot bakgrund av ovan ta fram en miniminivå för säkerhet i kortare tunnlar upp till 500 m.

1.2 SYFTE OCH MÅL

Denna rapport syftar till att utgöra underlag för val av relevant metod vid framtagande av kvantitativa riskanalys som kan användas för verifiering av säkerhetsnivå i vägtunnlar oberoende tunnellängd. Vidare syftar rapporten till att utgöra underlag för att fastställa säkerhetskrav som bedöms ge en relevant och väl avvägd säkerhetsnivå för vägtunnlar mellan 100-500 m långa, dvs. utgöra underlag för framtagande av basstandard för tunnlar mellan 100-500 m.

Målsättningen med uppdraget är att kunna ge rekommendationer kring vilka riskanalysmetoder som kan användas och ge konkret förslag på struktur för hur dessa ska genomföras. Målsättningen för kravställning av säkerhetsåtgärder i kortare vägtunnlar, 100-500 m, är att ge konkreta förslag på vilka förutsättningar och säkerhetskrav som ska ingå i dessa. Dessa krav kan sedan användas i föreskriften för att ge en förenklad metod för att genomföra projektering av dessa utan att en samlad bedömning/riskbedömning genomförs.

1.3 OMFATTNING OCH AVGRÄNSNINGAR

Projektets två delar har till viss del en sammanlänkning där de vägtunnlar som är mellan 100–500 m långa bör utgöra en grund för kravställning under de förutsättningar som presenteras i denna handling. Kravnivån för vägtunnlar längre än 500 m bör därmed utgöra en påbyggnad av denna kravnivå. Den kravstruktur som behövs för att få till ett logiskt samband och en pedagogisk struktur av föreskriften ingår ej i uppdraget men omnämns övergripande i avseende till att göra riskbedömningar för vägtunnlar mer uniforma och därmed jämförbara.

Översynen av riskbedömning för vägtunnlar omfattar inte en heltäckande utvärdering av alla olika riskbedömningsmetoder. Rapporten fokuserar på ett fåtal riskanalysmetoder som har en utbredd användning i vägtunnelsammanhang och ger på en övergripande nivå en rekommendation kring en specifik riskanalysmetod men öppnar även upp för att andra likvärdiga metoder kan användas.

Vad gäller rekommenderade säkerhetsåtgärder för kortare vägtunnlar, 100–500 m, utgår den kravnivå som föreslås i bland annat nu gällande föreskrift om säkerhet i vägtunnlar (TSFS 2019:93) men även utifrån den kravnivå som finns i Trafikverkets regelverk TRVINFRA–00233. Det genomförs inga beräkningar avseende risknivåer och förslagen på krav är i stället grundade i kvalitativa bedömningar och utgår i huvudsak från den säkerhetsnivå som anges i Transportstyrelsens föreskrift och Trafikverkets regelverk. Utformningen baseras på indelningen i tunnelklasser som används i TRVINFRA–00233 som i sin tur utgår från tunnellängd och trafikflöden. Trafikflöden anses dock vara ett trubbigt verktyg med avseende på riskpåverkan. Ett förslag är i stället för trafikflöde använda andel kö/trafikstockning över dygnet som parameter för skillnader i kravnivå.

1.4 INTERNKONTROLL

Denna rapport är upprättad av Göran Nygren (Brandingenjör/ Civilingenjör riskhantering), Sofia Lundegårdh (Civilingenjör brandteknik) och Sirje Pädam (Filosofie doktor i nationalekonomi). I enlighet med WSP:s miljö- och kvalitetsledningssystem, certifierat enligt ISO 9001 och ISO 14001, omfattas denna handling av krav på internkontroll. Detta innebär bland annat att en från projektet fristående person granskar förutsättningar och resultat i rapporten. Ansvarig för denna granskning har varit Erik Lundström (Brandingenjör) och Mats Klingvall (Nationalekonom och statistiker).

1.5 RAPPORTSTRUKTUR

Rapporten är strukturerad på följande sätt:

I kapitel 2 presenteras övergripande riskfaktorer och riskreducerande åtgärder för vägtunnlar. Några faktorer som bedömts ha större påverkan på risknivån beskrivs mer utförligt. Kapitel 2 utgör grund för ställningstaganden avseende förslag på säkerhetskrav i kapitel 3.

I kapitel 3 ges förslag på säkerhetskrav på vägtunnlar mellan 100-500 m utifrån de regelverk och föreskrifter som är gällande samt utifrån den samlade erfarenheten som författarna av denna rapport har avseende dimensionering av vägtunnlar.

I kapitel 4 ges förslag på hur riskbedömningar i tunnlar bör kravställas.

I kapitel 5 genomförs en konsekvensanalys med avseende på förslagen till ändring av föreskrift.

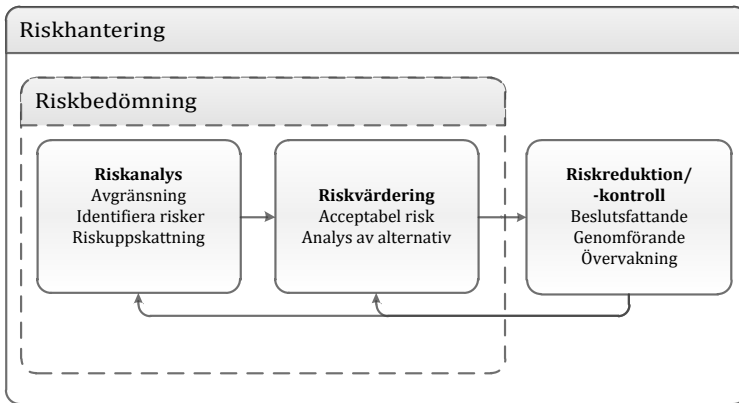
I kapitel 6 genomförs en diskussion och förslag på fortsatt arbete.

I bilaga 1 sammanfattas de säkerhetskrav som presenteras i kapitel 3 för de respektive tunnellängderna i tabellform.

1.6 DEFINITIONER

Riskanalys och riskbedömning

De begrepp som används i denna rapport utgår från den s.k. riskhanteringsprocessen (IEC, 1995) (ISO, 2002), se Figur 1. Begreppen riskanalys och riskbedömning med flera används dock ofta synonymt, även i lagstiftningar och andra styrande dokument. I praktiken är detta oftast inget större problem, det gäller dock att vara vaksam på vad en rapport eller specifik analys innehåller. Eftersom en värdering av riskerna ska genomföras i enlighet med TSFS 2019:93 används riskbedömning som begrepp i denna rapport.



Figur 1: Riskhanteringsprocessen

Säkerhetskoncept

Ett *säkerhetskoncept* består av de tekniska och administrativa åtgärder som avser reducera frekvensen för olyckor och/eller minska deras konsekvenser till en för objektet godtagbar nivå. Vad som utgör en godtagbar nivå, eller med andra ord i säkerhetssammanhang, vad som utgör en acceptabel risknivå, definieras i allmänhet av den rådande säkerhetsambitionen. Att uppfylla kraven i svensk lagstiftning utgör en vanlig säkerhetsambition. En sådan ambition innebär att endast de minsta möjliga säkerhetsåtgärder och installationer som är nödvändiga för att uppnå den enligt lag acceptabla risknivån införs. Ett säkerhetskoncept skall medföra en acceptabel risknivå med avseende på personskada, egendomsskada (kulturmiljö) och miljökada (naturmiljö). Därutöver, vilket för en vägtunnel torde vara centralt, bör även följdkostnader för samhället, exempelvis kostnader för trafikavbrott och återanskaffning, beaktas. De senare bör vara något som tunnelhållaren kravställer utifrån vägtunnels samhällsnytta

Risk

Med *risk* avses kombinationen av frekvensen för en händelse och dess konsekvenser. Vid kvantifiering används sambandet: $Risk = Frekvens \times Konsekvens$

Risk utgör enligt denna definition ett mått på den absoluta (faktiska eller objektiva) risken.

2 RISKPÅVERKAN

TSFS 2019:93 har i sin nuvarande utformning en kravställning som utgår från att valet av säkerhetsåtgärder i vägtunnlar ska baseras på en samlad bedömning. En samlad bedömning ska genomföras för alla vägtunnlar oberoende av t ex tunnellängd och trafikmängd. Trafikverket har i TRVINFRA-00233 tunnellängd och trafikmängd som tröskelvärde för att avgöra vilken tunnelklass en vägtunnel ska hänföras till och därmed vilka säkerhetsåtgärder som behöver vidtas.

Utifrån att en basstandard för vägtunnlar upp till 500 m ska tas fram presenteras de faktorer som påverkar risknivån. Därefter presenteras även de mer relevanta system som reducerar risknivån.

Den samlade bedömning som ska genomföras enligt TSFS 2019:93 ska göras med beaktan av följande delar:

1. Tunnelkonstruktion.
2. Vägutformning.
3. Fordonsegenskaper.
4. Trafik och trafikstyrning.
5. Utrymningsförhållanden och assistans.

Vidare krävställer föreskriften att åtminstone följande parametrar ska ingå:

1. Tunnellängd.
2. Antal tunnelrör med enkelriktad eller dubbelriktad trafik.
3. Antal körfält varje körbana har och körfältens bredd.
4. Tunnelns tvärsektion.
5. Vertikal och horisontell linjeföring.
6. Tunnelns konstruktionstyp.
7. Trafikflöde, inklusive dess fördelning över dygnet.
8. Förekomst av tät köbildning.
9. Tid innan räddningstjänst kan påbörja en insats.
10. Andel tunga lastbilar.
11. Andel transporter av farligt gods och typ av farligt gods som transporteras.
12. Tillfartsvägarnas utformning.
13. Fordonshastighet.
14. Geografiska och meteorologiska förutsättningar med hänsyn till pågående och kommande klimatförändringar.

Föreskriften pekar på att den samlade bedömningen ska utmytna i en säkerhetsnivå som ska presenteras i ett F/N diagram där risknivån jämförs mot de av föreskriften fastställda acceptanskriterierna.

Föreskriften är generellt uppdelad i krav som gäller alla vägtunnlar och krav som endast gäller vägtunnlar över 500 m. Detta gäller bland annat kravet på att genomföra kostnad-nytta analys och beskrivs i kap 3 § 3 med förutsättningen att tunneln inte har en speciell utformning eller speciella förutsättningar. I det allmänna rådet till kap 3 § 3 beskrivs att en tunnel bör anses ha en speciell utformning om tunneln har påfarter eller avfarter inne i tunneln eller invid tunnelmynningarna. Tunnlar som antingen är sänktunnlar eller överdäckningar anses ha speciella förutsättningar. Det föreslås att föreskriften i detta avseende ändras för tunnlar upp till 500 m och att det för dessa vägtunnlar anges ett antal speciella förutsättningar och speciella utformningar som inte får förekomma om basstandard ska användas.

Utöver ovan ingående delar analyseras även följande avseende förslag till ny basstandard:

- Tunnelgeometri inkl. nöduppställningsmöjligheter (delvis i TSFS 2019:93 kap 3 § 1-2)
- Brandmotstånd (delvis i TSFS 2019:93 kap 3 § 1-2)
- Ventilation,
- Dränering,
- Utrymning (i TSFS 2019:93 kap 3 § 1-2)
- Tillträde för räddningspersonal
- Belysning (delvis i TSFS 2019:93 kap 3 § 1-2)
- Utmärkning
- Vattenförsörjning
- Fasta brandbekämpningssystem
- Detaljkrav i TSFS 2019:93 rörande t ex kommunikationssystem, övervakning, hjälptelefoner mm

I analysen tas även beröringspunkter i ovan med från Trafikverkets regelverk TRVINFRA- 00233, krav ställda på säkerhetsutrustning för olika tunnelklasser

2.1 RISKFAKTORER

Det är många riskfaktorer som styr risknivån i en vägtunnel och helheten är att beteckna som komplex. Det är därför avgörande att tunnlar som har högre komplexitet också utreds utifrån en samlad bedömning/riskbedömning.

För risknivån i en vägtunnel kan följande ingående delar, riskfaktorer, lyftas fram som riskfaktorer med normalt sett stor påverkan på den totala risknivån i tunneln:

Tabell 1: Riskfaktorer med stor påverkan på totala risknivån i vägtunnlar.

Riskfaktor	Påverkansområde	Kommentar
Trafikmängd	Sannolikheten	Med en ökad trafikmängd ökar sannolikheten för att olycka inträffar. I detta ingår både sannolikheten för olycka där krockvåld ingår och olycka där fordon har ett tekniskt fel som leder till brand eller explosion. Ökad trafikmängd leder även till ökad komplexitet och högre sannolikhet för köer, se nedan. Trafikarbetet i en vägtunnel korrelerar direkt mot risknivå, dvs ökar trafikarbetet ökar också risknivån.
Förekomst av tät köbildning/trafikstockning	Konsekvens och sannolikhet	I de fall en olycka inträffar i en vägtunnel och andelen trafikanter är hög ökar sannolikheten för att flera personer påverkas av olyckan. Vid kö påverkas framför allt trafikanter nedströms, i trafikriktningen, olycksplatsen konsekvenserna av en brand t ex brandgaser. Sannolikheten för olycka ökar då fler fordon finns i tunneln. En plötsligt uppkommen kö kan leda till upphinnandeolyckor men kraftigt krockvåld. Riskbidraget för brand orsakat av tekniskt fel är normalt sett större än sannolikheten för krockvåld som leder till brand, vilket leder till att även om hastigheterna är låga och krockvåldet mildt kan brand uppkomma i långsamtgående köer. Sannolikheten för trafikstockningar (kö/långsamtgående trafik) är en av de viktigaste riskstyrande faktorerna och därmed dimensionerande förutsättningarna för en

Riskfaktor	Påverkansområde	Kommentar
		vägtunnel. Om köbildning inträffar under mer eller mindre normala omständigheter blir behovet av säkerhetsåtgärder särskilt stort. Se även kap 2.3. Andelen kö över dygnet korrelerar direkt mot risknivån.
Trafiksammansättning, population i tunneln	Konsekvens	I trafiksammansättning ingår den mängd trafikanter som finns i en tunnel. Antalet personer i tunneln korrelerar generellt med trafikmängden och tunnelns längd men vissa tunnlar kännetecknas av en större andel busstrafik vilket bidrar till en ökad risknivå.
Trafiksammansättning, andel tung trafik	Konsekvens och sannolikhet	Frekvens, indata för trafikolyckor, för olyckor som leder till brand är större hos tunga fordon än hos lätta fordon. Detta ger dels en ökning av sannolikheten för brand, dels konsekvenser som är mycket allvarigare vid en brand. Bränder i personbilar kan generellt hanteras utan behov av omfattande säkerhetsåtgärder eftersom konsekvenserna för övriga trafikanter i tunneln normal är begränsade. Bränder i tunga fordon kan dock få stora konsekvenser till följd av den stora mängden brandgaser som utvecklas och den ökade risken för brandspridning till andra fordon. Enligt TSFS 2019:93 kap 1 § 2 ska trafikflödet ökas med en faktor 1.2 om andelen tunga lastbilar överstiger 15 %. Andelen tung trafik har stor korrelation mot en tunnels totala risknivå. Vid en revidering av TSFS 2019:93 bör det framgå tydligt att tunga fordon särskilt ska beaktas och att det utgör en speciell förutsättning som ska ingå i en samlad bedömning.
Tunnellängd	Konsekvens och sannolikhet	Ökad tunnellängd ökar sannolikheten för att en olycka inträffar i en tunnel. Tunnellängden påverkar också hur många fordon som kan befinna sig i tunneln och hur pass överblickbar den är. Det kan vara svårt för trafikanter, speciellt vid kö, att uppfatta hur allvarlig en brand är om de inte kan se den och därmed kan de bli överraskade av en brands tillväxt och den mängd brandgaser som produceras som i vissa fall gör att siktbarheten minskar mycket snabbt. Att köra i eller utrymma en brandgasfylld tunnel till fots utgör en stor risk.
Trafiksammansättning, Andel transporter av farligt gods och typ av farligt gods som transporteras	Konsekvens och sannolikhet	I en tunnel där transport av farligt gods tillåts tillkommer nya typer av olycksrisker vilka dessutom kännetecknas av stora eller mycket stora konsekvenser. Beroende på vilka transporter som sker inom en tunnel kan konsekvenserna dels bli omfattande i utbredning, dels uppkomma med allvarliga konsekvenser med kort tidsram, t ex

Riskfaktor	Påverkansområde	Kommentar
		utsläpp och antändning av gas som kan skapa tryckvågor och brandspridning över stora delar snabbt. Riskerna kring transporter med farligt gods utgör en särskild riskstyrande faktor för risknivån och en i allmänhet svår förutsättning att ta hänsyn till eftersom farligt gods-olyckor är svårhanterliga olyckor som kan tillskrivas en låg förväntad frekvens men mycket stora konsekvens.
Tunnelns tvärsektion	Konsekvens och sannolikhet	Tunnelns tvärsektion/geometri påverkar sannolikheten för kollision då t ex en mindre tvärsektion kan ge kortare siktsträckor, mindre marginaler till att kollidera med tunnelväggar mm. I händelse av brand innebär en större tvärsektion en ökad utspädning av brandgaserna och minskar risken för brandgasspridning uppströms branden. Tunneltvärsnittet kan också påverka med vilken hastighet som branden tillväxer då ett mindre tvärsnitt kan bidra med återstrålning från väggar och tak vilket eskalerar brandförloppet och därmed tryckuppbyggnad och lufthastighet.
Tunnelns konstruktionstyp	Konsekvens	Tunnelkonstruktionen bedöms i första hand påverka konsekvenserna av en brand om bärförmågan är låg i förhållande till brandlasten. Det kan även omfatta påkörningslaster av väggar etc.
Antal tunnelrör med enkelriktad eller dubbelriktad trafik	Konsekvens och sannolikhet	Mötande trafik utgör en riskpåverkan eftersom kollision kan uppstå med mötande trafik. Nivån för när mötande trafik inte tillåts gäller endast tunnlar längre än 500 m i TSFS 2019:93 och har ett trafikflöde över 15 000 ÅDT. I TRVINFRA-00233 kravställs enkelriktad trafik redan från 100 m. Enkelriktad trafik i två parallella tunnelrör ger en väsentlig riskminskning. Det är oklart om var en eventuell gräns för trafikmängd ligger för en tunnel upp till 500 m för att klara acceptanskriterierna i TSFS 2019:93 om den skulle användas. Mötande trafik bör kunna tillåtas i vägtunnlar där utrymningen inte bygger på utrymning till angränsande tunnelrör, dvs utrymning till det fria eller en specifik tunnel för utrymning. Kollisioner med mötande trafik bör dock förebyggas med mittbarriär.

Följande riskfaktorer kan i kombination med de ovan vara mer betydande för risknivån men bedöms i allmänhet påverka risknivån mindre med speciellt avseende på personsäkerheten.

Tabell 2: Riskfaktorer med mindre påverkan på totala risknivån i en vägtunnel. Riskfaktorer av mindre betydelse.

Risikfaktor	Påverkansområde	Kommentar
Vertikal och horisontell linjeföring, vägutformning	Konsekvens och sannolikhet	Lutningar och kurvor leder till sämre uppsikt vilket kan öka sannolikheten för olyckor. Lutningar i längdled kan även påverka hastigheten hos tyngre fordon vilket kan leda till fler omkörningar och därmed ökad olycksrisk. Vid olycka t ex med brandfarlig vätska kan även spridning av brand ske via bränslet på vägbanan som kan rinna i lutningen varpå risk för brandspridning är stor. Lutningar kan även leda till att brandgaser sprids snabbare, skorstensverkan, samt lättare sprids mot trafiken i nedförslutningar. Vägutformning för en tunnel bör alltid eftersträvas att uppfylla VGU utan avsteg så att det kan förutsättas en vägstandard som tar erforderlig hänsyn till tunnelns specifika utformning och ger en hög trafiksäkerhet. Vägbanans lutning i längdled i tunnlar längre än 500 m tillåts högst vara 5 % och en riskanalys ska genomföras när lutningen är mer än 3 %. För korta tunnlar upp till 500 m finns inga gränsvärden vilket bör justeras i föreskriften, dvs samma gränsvärden bör gälla.
Fordonshastighet	Konsekvens och sannolikhet	Fordonens hastighet i en vägtunnel påverkar säkerhetsnivån på flera sätt, varav det mest uppenbara är trafikolyckors förväntade karaktär. Vid högre hastigheter ökar krockvåldet och således de förväntade konsekvenserna.
Fordonsegenskaper, drivmedel	Konsekvens och sannolikhet	Fordonsegenskaper inbegriper flera aspekter såsom, andel tunga fordon, transporter av farligt gods men även påverkan av vilket drivmedel som fordonet drivs med. Gasdrivna fordon har till skillnad från bensin- och dieseldrivna fordon konsekvenser vid olycka som kan leda till explosion och jetflamma. El-fordon kan vara svåra att släcka vid brand och bedöms framför allt påverka hur lång en avstängning kan bli. Batterier kan dock skapa mer toxiskt brandgaser vid brand.
Tid innan räddningstjänst kan påbörja en insats	Konsekvens	Räddningstjänsten kan vid tidig ankomst till en tunnel bidra till att rädda trafikanter ur tunneln, påbörja en släckinsats för att förhindra brandspridning etc. Konceptet för utrymning bygger dock i regel på självutrymning. De personer som är fastklämda i fordon kan vid brand i tunnel få det svårt att överleva vilket i vissa fall även hade varit fallet vid olycka utanför en tunnel. Räddningstjänstens tid till påbörjad insats bedöms ha störst påverkan på att rädda egendom och korta driftavbrottet av en vägtunnel.

Risikfaktor	Påverkansområde	Kommentar
Tillfartsvägarnas utformning	Konsekvens och sannolikhet	Låg påverkan på risknivån. Vävningar mellan filer utanför tunneln kan leda till ökad olycksrisk i den miljön. Dålig framkomlighet kan troligen försena räddningstjänst om omkörningsmöjligheterna är små till en tunnel, alternativ om räddningstjänsten endast kan komma från ett håll.
Antal körfält per körbana och körfältens bredd	Sannolikhet	Körfältens bredd och antal kan påverka risknivån i en tunnel. Ger i första hand en ökad frekvens av olyckor och därmed även ökad frekvens av brand. Antalet körfält påverkar antalet fordon vilket gör att antalet personer som är i tunnel blir fler vilket kan leda till större konsekvenser. För tunnlar längre än 500 m gäller 10 s regeln med avseende på förändring av antal körfält, det bör även vara en förutsättning för kortare tunnlar då syftet är att minska olyckor i mynningsområdet. Om körfältsbredden för högra körfältet minskas under 3,5 m och det finns mer än ett körfält ska en riskanalys genomföras i enlighet med TSFS 2019:93.
Geografiska och meteorologiska förutsättningar med hänsyn till pågående och kommande klimatförändringar (TSFS 2022:13)	Konsekvens och sannolikhet	Bör ge en låg påverkan på risknivån för trafikanter i allmänhet. Översvämningar, skred och ras etc., behöver dock omhändertas i projekteringen. En översvämning kan ske men bör kunna hanteras utifrån att det troligen tar tid att fylla en tunnel med vatten.

Utifrån erfarenheter från genomförda tunnelprojekt och litteratur bedöms det finnas behov av att ompröva vad som ska föranleda att en tunnel har speciell utformning och speciella förutsättningar utifrån hur olika aspekter påverkar risknivån. Detta skulle även underlätta för att avgöra när en samlad bedömning behöver utgå från en kvantitativ riskbedömning av tunnel som helhet, när den samlade bedömningen kan avgränsas till den/de aspekter som avviker från minimikraven (antingen kvalitativt eller kvantitativt) samt när det är tillräckligt att följa föreskriftens minimikrav. En sådan förenkling och precisering av 3 kap 3 § TSFS 2019:93 bedöms vara möjlig genomföra för tunnlar kortare än 500 m men bör även kunna utvecklas för längre tunnlar, om än då med delvisa andra grundförutsättningar.

Som kraven är skrivna i TSFS 2019:93 kapitel 3 § 3 görs tolkningen att samlad bedömning ska göras för tunnlar över 100 m och säkerhetsnivån ska presenteras i en F/N diagram. Detta föranleder i princip att kvantitativa modeller behövs t ex för att kunna avgöra utrymningsförhållandena etc. Det krav som finns formulerat för vägtunnlar upp till 500 m med avseende på kvantitativ riskanalys finns i föreskriftens kap 3 § 3 och 3 a om tunneln har speciell utformning eller speciella förutsättningar och gäller då för tunnlar både under och över 500 m. Kravställningen är dock inte helt tydligt formulerad.

Då en samlad bedömning ska genomföras skulle detta eventuellt kunna göras kvalitativt för tunnlar om det fanns underlag som bedöms täcka in stora delar av de parametrar som ingår i olika kombinationer mm. Den som ska genomföra riskbedömningen behöver här stöd i vad som är alternativen och rekommendationen är

att vid högre komplexitet utföra en riskbedömning och att denna utförs med kvantitativa metoder. Högre komplexitet bör kunna definieras till att en eller flera av följande aspekter finns i en tunnel upp till 500 m:

- Påfarter eller avfarter inne i tunneln eller invid tunnelmynningarna
- Mötande trafik
- Längslutningar över 3 %
- Horisontell linjeföring som inte gör tunnel överblickbar. Tunneln anses vara överblickbar när mynningarna kan ses från respektive mynning.
- Trafikmängd över 15 000 för tunnlar upp till 400 m, och 11 250 för tunnlar 400–500 m, (Se även kap 2.3 och kap 6.1)
- Förekomst av tät köbildning/trafikstockning. (Se även kap 2.3 och kap 6.1)
- Om tunneln är en överdäckning eller sänktunnel
- Förekomsten av farligt gods för tunnlar över 299 m
- Stor andel tunga fordon (överstigande 15%)

2.2 RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER

Vägtunnlar kan ha stora skillnader avseende risknivåer och den komplexitet som det innebär att hantera de risker som de innehåller utan särskild hänsyn till extra säkerhetsåtgärder. Risker som trafikstockning är t ex en av de viktigaste riskstyrande faktorerna i en vägtunnel ur personsäkerhetsperspektiv. För att reducera risknivån i en vägtunnel kan olika säkerhetsåtgärder vidtas i syfte minska sannolikheten för olyckor och/eller begränsa konsekvenserna av dem. Dessa åtgärder kan bestå av såväl tekniska som administrativa åtgärder. Administrativa åtgärder kan vara att t ex inte tillåta farligt gods-transporter under rusningstid, att ha en låg hastighetsbegränsning eller att ha en trafikledningscentral som vidtar olika åtgärder i händelse av en olycka. Vad gäller tekniska åtgärder kan detta vara olika typer av säkerhetsbarriärer i form av t ex säkerhetssystem eller konstruktioner så som utrymningsvägar, brandgasventilationssystem och vägledande markeringar.

Risken i en vägtunnel kan riskreduceras med bl. a. följande säkerhetssystem. Denna genomgång ligger i sin tur till grund avseende val av system för en tunnel som utförs med basstandard:

Tabell 3: Exempel på riskreducerande åtgärder i vägtunnlar.

Ingående system	Påverkansområde	Kommentar
Brandgasventilation (mekanisk)	Konsekvens	<p>Det finns flera sätt att hantera riskerna med brandgaser: utan mekaniska fläktar (dvs genom naturlig ventilation), med långsgående ventilation och med halv- eller heltvärventilation.</p> <p>Långsgående ventilation skyddar trafikanter uppströms trafikflödet vid en olycka dvs där en kö normalt byggs upp. Nedströms olycksplatsen sprids brandgaser över en eventuell kö. Trafikanter nedström olyckan ska vid brand ta sig ut antingen genom att köra ut eller utrymma till fots via utrymningsvägarna eller till närmaste tunnelmynning.</p> <p>Halvtvärventilation kan ha i grundläget ett långsgående ventilationsflöde, vid brand startas särskilda fläktar och spjäll kan t ex öppnas på olika ställen i taket av tunneln där brandgaserna evakueras genom ett kanalsystem. Brandgaser tillåts därmed endast att spridas inom en viss zon av</p>

Ingående system	Påverkansområde	Kommentar
		<p>tunneln och ventilationskapaciteten dimensioneras utifrån en dimensionerande brandeffekt, t ex 30 MW.</p> <p>Heltvärventilation innebär att luft tas in och tas ut längs hela tunnelsträckningen. Vid brand ökas flödet och brandgaser evakueras på samma sätt som vid halvtvärventilation dvs tas ut där branden finns och upp till en dimensionerade brandeffekt då utrymning kan förutsättas vara avklarad. Då friskluft tas in i golvnivå och brandgaser i taknivå utgår dimensioneringen från att trafikanter kan utrymma med mindre påverkan av brandgaser i större utsträckning. I heltvärventilation blir utbredningen också mer zonbetonad men zonen ökar med ökande brandeffekt.</p> <p>I kortare tunnlar är behovet av miljöventilation mindre och speciellt om inte kö/trafikstockning förekommer. Dessa tunnlar utförs normalt utan brandgasventilation också, vilket innebär att brandgaser kan spridas i olika riktningar men normalt är att flödet går i trafikriktningen. När behovet av miljöventilation inte finns utgår också en del av problematiken med höga lufthastigheter i tunnlar med längsgående ventilation. Samtidigt uppkommer en högre sannolikhet för att backlayering (brandgasspridning mot trafikriktningen) sker.</p>
Utrymningsförhållanden/ tillgång till utrymningsvägar	Konsekvens	<p>Tillgång och närhet till utrymningsvägar är väsentlig vid utrymning och kortar ner tid som personer behöver för att utrymma, vilket leder till att färre förväntas omkomma vid olycka med brand etc. I kortare tunnlar bedöms närheten till mynningar ge god uppsikt över hur en trafikant kan ta sig ut, dvs ökar orienteringsförmågan.</p> <p>Trafikanter behöver hjälp med att förstå hur de ska agera vid brand i en tunnel, detta ställer krav på de system som behövs för att uppmärksamma trafikanter och de system som behövs för att upptäcka brand i tidigt skede så att konsekvenserna av en brand inte hinner tillväxa till allvarliga innan utrymning påbörjas och avslutats. Detta bedöms speciellt gälla där uppsikten av hela tunneln är sämre och konsekvenserna av en olycka kan överraska trafikanterna i vägtunneln. Trafikanter behöver även skyltar, vägledande markeringar och belysning för att hitta till utrymningsvägarna.</p>
Tillträde för räddningspersonal, inkl. nöduppställningsmöjligheter	Konsekvens	Räddningstjänstens möjligheter att genomföra en effektiv räddningsinsats ökar om insatsvägar är fördelade tätare i en tunnel. Framför allt påverkar detta att reducera stilleståndsperioder och rädda

Ingående system	Påverkansområde	Kommentar
		<p>egendom men kan även påverka livräddning i de fall självutrymning inte har kunnat ske. T ex om trafikanter har svårt att utrymma sina fordon etc. Nöduppställningsplatser är till för att underlätta räddningsinsats, kravställningen är dock att dessa ska finnas med ett minsta avstånd om 1000 m i tunnlar över 1000 m och trafikflöden högre än 4000 samt har dubbelriktad trafik. Det är oklart hur dessa bidrar till att underlätta räddningsinsats i vägtunnlar. Syftet med nöduppställningsplatser bör tydliggöras.</p>
Trafikövervakning, Trafik och trafikstyrning,	Konsekvens och sannolikhet	<p>I EU-direktivet (2004/54/EG) finns det en del information om vad som avses med trafik och trafikstyrning. TSFS 2019:93 lämnar detta mer öppet. Riskreducerande åtgärd i tunnlar kan t ex vara att ha omkörningsförbud, sänka hastigheter eller att tunga fordon inte får köra om, att avstånd hålls mellan fordon via sekundregler etc. Trafikstyrning kan ge påverkan på trafikflödet genom en tunnel vilket minskar risknivån om köer undviks. Trafikinformationssystem kan också förebygga köer, genom att ge trafikanter information om framkomlighet väljer trafikanterna snabbaste vägen och därmed kan ibland en avlastning göra så att kö/trafikstockning inte blir lika omfattande. Trafikövervakning ger trafikoperatörer möjlighet att vidta åtgärder t ex ge information eller styra trafik via tekniska lösningar, larma ut räddningstjänsten eller stänga tillfarter till tunneln.</p>
Dräneringssystem, avvattningssystem	Sannolikhet och konsekvens	<p>Avvattningssystem kan minska risken för omfattande brand i tunnlar där transport av farligt gods är tillåten. Ett avvattningssystem installeras som genom avloppsbrunnar eller andra anordningar kan leda bort brandfarliga eller giftiga vätskor. Avvattningssystem ska förhindra att brand, brandfarliga vätskor eller giftiga vätskor sprids i ett tunnelrör eller mellan tunnelrören. (Ordvalet i TSFS 2019:93 bör bytas från dräneringssystem till avvattningssystem)</p>
Fast brand-bekämpningssystem	Konsekvens	<p>Ett fast släcksystem/brandbekämpningssystem begränsar risken för brandspridning mellan fordon och begränsar brandens tillväxt. Konsekvenserna av en brand blir därmed mindre dels avseende värmeutveckling, dels avseende mängden brandgaser. Brandbekämpningssystem minskar många risker i en tunnel då systemet håller konsekvenserna på en hanterbar nivå. Exempel på systemets effekter är en minskad sannolikhet för brandspridning mellan fordon och spridning till farligt gods till följd av brand samt minskad sannolikhet för</p>

Ingående system	Påverkansområde	Kommentar
		uppkomst av kritiska förhållande för utrymmande och kollaps av bärande konstruktioner.
Vattenförsörjning	Konsekvens	Vattenförsörjning påverkar i första hand räddningstjänstens möjligheter till insats. Då tunnlar dimensioneras med förutsättningen att personer själva kan utrymma påverkar insatsmöjligheterna primärt möjligheten att genomföra livräddande insatser för personer som är fastklämda eller av annan anledning inte själv kan utrymma samt möjligheter till att mildra konsekvenserna avseende egendom och stillestånd.
Infartssignaler, bommar	Konsekvens	Infartssignaler och bommar påverkar säkerheten i en tunnel genom att dels förhindra att fler fordon åker in i vägtunneln och därmed riskera att förvärra olyckan, dels genom att stoppa infartstrafik i motstående tunnelrör och därmed underlätta räddningsinsats samt minska risken för att utrymmande personer från skadedrabbat tunnelrör blir påkörda. Att stänga tunneln i tidigt skede är väsentligt för att åtgärden ska få största möjliga effekt.
System för branddetektion	Konsekvens	Branddetektionssystem har en central roll bland säkerhetssystemen för en tunnel. För att aktivera andra säkerhetssystem behöver en brand detekteras i tidigt skede. Detta kan innefatta att stänga bommar, uppmärksamma trafikövervakningscentralen om olycka, möjligheten att styra ut brandbekämpningssystem, utrymningslarm/budskapshantering till trafikanter i tunnelns olika delar mm. TSFS 2019:93 anger i kap 3 § 44 att tunnelrör ska stängas för trafik utan dröjsmål vid allvarliga olyckor eller tillbud. En tidig detektering ger större möjligheter att tidigt varna och aktivera riskreducerande åtgärder, dvs ger högre riskreducerande effekt, och är därför att föredra men ställer också högre krav på detektionssystemet. Det finns i dagsläget ingen vedertagen standard för brandlarmsystem/detektionssystem i vägtunnlar. Att kravställa detektionssystem för en vägtunnel samt ha få ett fullgott underhåll över tid är en grannlaga uppgift. Kravställningen av ett detektionssystem ska utgå från en nivå i brandens tidiga skede och innan branden tillväxer mycket eftersom tidsmarginalerna snabbt minskar. Utformningen av detektionssystem i vägtunnlar måste därtill anpassas efter de förhållanden som råder i tunnlar, t ex höga ventilationshastigheter från impulsfläktar och förekomst av avgaser, partiklar, damm och dylikt. som ökar risk för falsklarm. I nuvarande kravställning gäller krav på stängning av tunnel utan

Ingående system	Påverkansområde	Kommentar
		dröjsmål för tunnlar över 500 m, det föreslås att kravet i stället kopplas mot tunnlar där utrymning sker till motsatt tunnelrör, även för tunnlar under 500 m. Detektionssystem är en nödvändighet av andra orsaker också men dessa bör omhändertas i en samlad bedömning.
System för utrymningsbudskap, utrymningslarm	Konsekvens	System för utrymning och budskapshandling är centrala för att få utrymningen av en tunnel att fungera som avsett. Budskapen behöver vara enkla och ge tydliga signaler om vad en trafikant ska göra. Om systemen är rätt utformade så har de en bra riskreducerande effekt i kombination med tillgång till utrymningsvägar mm. Trafikverket har ett utarbetat koncept kring detta vilket bör kunna användas av andra tunnelägare. Systemet utgår från att använda körfältssignaler, tunnelinformationsskyltar etc. för att ge information till trafikanter om hur de ska agera vid brand.
System för att underlätta utrymningsförhållanden	Konsekvens	Att kunna hitta till en utrymningsväg i en brandgasfylld miljö är väsentligt vid olycka speciellt om tunnlar har kö eller om olyckan är en så kallad upphinnandeolycka där utrymning kan behöva ske i brandgasfylld miljö. Skyltning, vägledande markeringar/nödbelysning, kontrastmålning och blyxtljus är delar av ett säkerhetskoncept som kan vara avgörande i dessa sammanhang. Tydlig uppmärkning ger trafikanter i vardagstrafik bättre vetskap om var det finns utrymningsvägar i en vägtunnel innan en eventuell brand uppkommer vilket i sin tur ökar sannolikheten för att de används som det är tänkt i dimensioneringen. Se även (Fridolf & Frantzich, 2014)
Belysning	Sannolikhet och konsekvens	Belysning i tunnlar är en förutsättning för att undvika bländning vid infart. Kortare tunnlar ska förses med infartsbelysning i enlighet med TSFS 2019:93. Reservkraft ska även finnas i kortare tunnlar för att kunna köra ut vid strömavbrott. Vägledande utrymningsbelysning/utrymningsljus utgör ett system för att underlätta utrymning och anses behövas i alla vägtunnlar.
Utmärkning	Sannolikhet och konsekvens	I TSFS 2019:93 finns hänvisas till vägmärkesförordningen avseende bestämmelser kring anvisningar och utmärkning i vägtunnlar. Dessa regler är delvis inte samordnade med hur t ex utrymningsskyltning görs i Trafikverkets tunnlar. En samordning av dessa regler bör genomföras. Problemet med kraven är t ex att i TSFS 2019:74 anges storlekar på skyltar som i vissa fall är så stora att de skulle behövas göra stora sidoutrymmen i

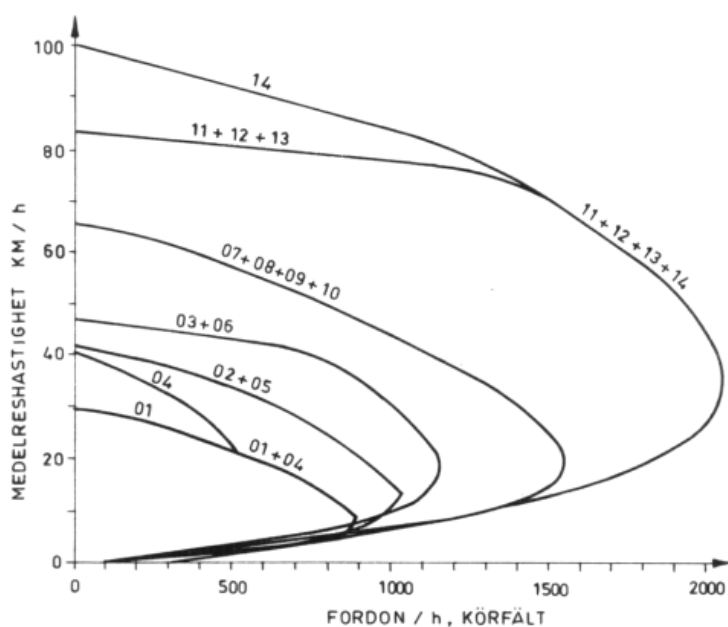
Ingående system	Påverkansområde	Kommentar
		tunnlar för att sätta upp dem utan risk för påkörning, skyltarna är i plåt och inte anpassade för personer som utrymmer till fots varpå de inte ger önskad funktion mm. Den rådande praxis som Trafikverket har gällande utformning av utrymningsportaler bedöms mer anpassad till att underlätta utrymning. Om utmärkning följs i enlighet med regelverket i övrigt görs bedömningen att det ger en tillräcklig säkerhetsnivå med avseende på märkning.
Övervakning av driftfunktioner	Sannolikhet och konsekvens	Att säkerhetssystem fungerar som avsett är väsentligt för en tunnels säkerhet och därmed påverkar en övervakning av driftfunktioner förutsättningarna för att hantera en olycka när den inträffar. Driftorganisationen bör ha korta inställelsetider för att kunna återställa funktionen vid driftsbortfall och vid behov kunna införa tillfälliga åtgärder för att kompensera vissa typer systembortfall.
Trafikledningscentral	Sannolikhet och konsekvens	En trafikledningscentral kan dels påverka sannolikheten för att köer uppkommer och larma ut bärgare mm som kan ta bort fordon som skapar köer och därmed minska risken för kö/trafikstockning. En trafikledningscentral kan också vid olycka aktivera olika riskreducerande åtgärder samt utgör länken mellan olycksplatsen och räddningstjänsten. De kan t ex informera om vilka system som eventuellt har aktiverats, antal skadade/inblandade i olyckan (givet att kameror finns), vilka typer av fordon som är involverade, mm. Trafikledningscentralen kan även påbörja omledning av trafik från olycksplatsen. Trafikledningscentral utgör en central del av ett säkerhetskoncept speciellt i vägtunnlar med hög komplexitet avseende flera säkerhetssystem.

2.3 RISKPÅVERKAN AV KÖ

Risken för trafikstockningar (kö/långsamtgående trafik/trafikstockning) är en av de mest väsentliga riskstyrande faktorerna och blir därmed dimensionerande förutsättningarna för en vägtunnels säkerhetskoncept. Om det finns en risk att det bildas köer/trafikstockning i en tunnel under mer eller mindre normala omständigheter (och därmed nedströms en eventuell olycksplats i tunnlar med långsgående ventilation) ställer det särskilda krav på tunnelns utformning, bland annat vad avser principer för utrymning och insats samt val och utformning av installationer. För tunnlar med halv- eller hel-tvärventilation påverkas också risknivå vid kö men då i första hand beroende på hur pass stor brandgasspridning tillåt vara. Att risknivån ökar vid kö beror på att flera trafikanter/personer kan påverkas av brand- och brandgaser, om trafiken t ex framför olyckan avvecklas påverkas färre personer av olyckan, vilket kan förutsättas ske om köer inte förekommer. Definitionen av en kö och när den bidrar till en ökad risknivå är inte fastställd i regelverk, i flera källor används 20 km/h som ett tröskelvärde för vad som betraktas som när kö uppkommer. (Vedin, 2015)

Vid brand i en tunnel är de riskreducerande åtgärder som i första hand påverkar säkerheten för personer nedströms ventilationsriktningen tillgången till utrymningsvägar (dvs avstånd mellan utrymningsvägar), system för att underlätta utrymningsförhållanden, branddetekteringssystem, utrymningslarm, ventilationssystem och fast brandbekämpningssystem (BBS). Tunnlar som utformas med kombinationer av eller alla dessa riskreducerande system medger normalt en viss andel kö/trafikstockning och kan samtidigt reducerar riskerna till en acceptabel nivå.

Trafiksystem kan vara komplexa och påverkan av olika trafikförhållanden inom ett trafiksystem t ex störningar kan spridas vilket kan leda till köer i olika delar som kan beror på t ex en olycka eller avstängning. I vissa fall kan också ett tillbud/olycka leda till köer varpå så kallade upphinnandeolyckor kan uppkomma, i andra fall påverkar för högt trafikflöde hastigheten som leder till långsamtgående trafik och köer. I rapporten Om utformning av V/D-funktioner för tätort, TU 71, beskriver samband mellan trafikflöde och medelhastighet, se figur 2. Trafikflödet för olika typer av vägar med olika störningsgrad kategoriserades i TU71-funktionen. Av denna går också att avläsa att det maximala flödet per körfält är ca 2000 fordon/h för 80-100 km/h väg men att hastighet minskar med ökad trafikmängd som i sin tur leder mindre trafikflöden och ännu lägre hastigheter och i förlängningen långsamtgående köer.



Figur 2: Samband mellan trafikflöde och medelhastighet enligt TU71. (Matstoms, 2004)

I TRVINFRA-0233 används ÅDT 15 000 fordon som gräns för när vägtunnlar med längd mellan 100-300 m ska utrustas med olika typer av säkerhetssystem. Det framgår dock inte av TRVINFRA-0233 hur denna trafikmängd korrelerar mot risken för kö/trafikstockning. ÅDT som indikator för kö/trafikstockning bör utredas.

Det finns ett flertal situationer där personer kan befinna sig inom konsekvensområdet för en brand. De två allvarligaste som identifieras är situationer där det uppstår en kö på grund av för hög trafikintensitet och då incidenter inträffar som skapar kösituationer där sedan en sekundär olycka inträffar, t ex en upphinnandeolycka eller brand på grund av tekniskt fel i fordon.

För att kunna utreda vilket riskbidrag köer/trafikstockningar har på risknivån i en tunnel behöver kriterier för kö/trafikstockning definieras och denna parameter behöver även ingå i den samlade bedömningen för bestämning av säkerhetsåtgärder i vägtunnlar. Det behövs därför införas tydliga kriterier i TSFS 2019:93 för hur denna risk ska bedömas.

Eftersom kö/trafikstockning kan ha stor påverkan på risknivån rekommenderas att kö i tunnlar utgör en speciell förutsättning som därmed kräver att en samlad bedömning genomförs. Kriterier för vad som utgör kö

med påverkan på säkerheten bör utredas. Så kallade stop and go-köer med medelhastighet runt 20 km/h kan troligen används som tröskelvärden i en trafikprognos och föras in som gränsvärde i allmänt råd.

3 FÖRSLAG TILL BASSTANDARD

I detta kapitel utförs en översyn över val av basstandard, dvs. grundläggande säkerhetskrav, för vägtunnlar som är 100-500 m långa. Översynen baseras på Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd (TSFS 2019:93) om säkerhet i vägtunnlar m.m. samt Trafikverkets motsvarande krav på säkerhetsnivåer i TRVINFRA-00233 "Tunnelbyggande" kopplat till olika tunnelklasser. I likhet med TRVINFRA-00233 baseras skillnaderna i kravnivå för olika tunnlar främst på tunnellängd och trafikflöde.

3.1 GRUNDLÄGGANDE FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR ATT TILLÄMPA BASSTANDARD

Som tidigare nämnts i kap 2 finns det ett antal riskfaktorer som påverkar risknivån i en vägtunnel, dessa beskrivs i Tabell 1 och 2.

Baserat på det som anges i Tabell 1 och 2 bedöms följande riskfaktorer ha en väsentlig påverkan på risknivån i en vägtunnel och bör därmed beaktas vid översyn av basstandard för vägtunnlar som är 100-500 m långa.

- Speciell utformning
 - Påfarter eller avfarter inne i tunneln eller invid tunnelmynningarna (här kan 10 s regeln användas som gränsvärde)
 - Dubbelriktad trafik i samma tunnelrör
 - Längslutningar överstigande 3 %, beräknad i enlighet med TSFS 2019:93 kap 3 § 7-8.
 - Horisontell linjeföring som medför att vägtunneln ej är överblickbar. Tunneln anses vara överblickbar när mynningarna kan ses från respektive mynning.

- Speciella förutsättningar
 - Trafikmängd över 15 000 för tunnlar upp till 400 m, och 11 250¹ för tunnlar 400–500 m
 - Förekomst av tät köbildning/trafikstockning
 - Överdäckning
 - Sänktunnel
 - Förekomsten av farligt gods i tunnlar

Om en vägtunnel har en speciell utformning och/ eller en speciell förutsättning behöver en riskbedömning genomföras där tunnelns säkerhetsåtgärder fastställs och värderas mot acceptanskriterierna i föreskriften. Riskanalys bedöms även behöva utföras för vägtunnlar vars längd understiger 500 m om tunneln har en speciell utformning eller speciella förutsättningar. Om en vägtunnel mellan 100-500 m inte har speciell utformning eller förutsättning enligt punktlistan ovan är det tillräckligt att följa de grundläggande säkerhetskraven, i basstandard, för att verifiera en tillfredställande säkerhetsnivå.

¹ ÅDT är beräknat utifrån skillnaden i längd gentemot att 300 m tunnel är 25 % kortare mot 400 m varpå sänkning på 25 % av ÅDT bör ge likvärdig samhällsrisknivå.

3.2 BASSTANDARD 100-299 METER (ÅDT MINDRE ÄN 15 000)

Tabell 4. Grundläggande säkerhetskrav för vägtunnlar mellan 100-299 meter (ÅDT mindre än 15 000).

Delområde	Kravnivå samt motivering
Bärförmåga	<p>Tunnelns bärande delar inklusive omslutande tak- och väggkonstruktion ska utföras i brandteknisk klass HC 60.</p> <p>I TSFS 2019:93 anges krav avseende bärförmåga för bärande huvudsystem endast för betongtunnlar med särskild utformning eller förutsättningar men inte alls för bergtunnlar. Det anges dock att en tunnels <i>inklädningssystem</i> ska motstå en brandpåverkan utan att falla ner under den tid det krävs för utrymning och insats (vilket i det allmänna rådet specificeras till 60 min). I TSFS 2019:93 anges ingen definition av "inklädningssystem", det anges heller inte vilken tid-temperaturkurva som inklädningssystemet ska dimensioneras efter.</p> <p>I TRVINFRA-00233 anges att bärande huvudsystem som hänförs till brandskyddskategori (BSK) 2 ska utföras i brandteknisk klass HC 180. Betong- och ståltunnlar ska alltid hänföras till BSK 2. Bergtunnlar hänförs till BSK 2 endast under vissa förutsättningar.</p> <p>Därutöver anges att inredning som utgör gräns mellan trafikutrymme och utrymme som ingår i utrymnings- eller insatsväg ska uppfylla kraven i brandteknisk klass REI 90. Övrig inredning i ett trafikutrymme ska uppfylla kraven i brandteknisk klass R 60. Exempel på inredning är bjälklag, innertak, innervägg och inklädning som inte ingår i bärande huvudsystem</p> <p>Bedömningen är att avsikten med kravet i TSFS 2019:93 är att anläggningsdelar inte ska falla ner och utgöra ett hinder för utrymmande och räddningspersonal under den tid som krävs för utrymning och insats, vilket i det allmänna rådet specificeras till 60 min. Föreskriften anger inte dimensionerande tid-temperaturkurva, men TRVINFRA-00233 pekar på ISO-brandkurvan för liknande kravställning. Bedömningen är dock att kolvåtekurvan bättre representerar brandlasten i denna typ av anläggning.</p> <p>Den högre kravnivån om HC 180 vilket krävställs för bärande huvudsystem i BSK 2 i TRVINFRA-00233 bedöms mer vara kopplat till egendomsskydd.</p> <p>I konsekvensutredningen till TSFS 2015:27 anges att syftet med kraven för tunnlar kortare än 500 m är att garantera personsäkerheten i kritiska situationer.</p>

Delområde	Kravnivå samt motivering
	<p>Eftersom en förutsättning för att nyttja de grundläggande säkerhetskraven som föreslås i denna rapport är att tunneln ej utgör en överdäckning bedöms det tillräckligt att säkerställa självutrymning och från tunneln samt att möjliggöra räddningsinsats för att garantera personsäkerheten.</p> <p>I kortare tunnlar (<500 m) bedöms det som tillräckligt om tunnels bärande delar inklusive omslutande tak- och väggkonstruktion kan stå emot påverkan från kolvätekurvan under 60 min.</p>
Brandteknisk avskiljning	<p>Nej.</p> <p>Behovet bedöms först uppkomma när krav på utrymningsvägar inom tunneln faller in. Om teknikutrymmen placeras inom tunneln kan det finnas behov av att avskilja dessa brandtekniskt från trafikutrymmet, men det beror på teknikutrymmets utformning och förutsättningarna i övrigt och därmed går det inte generellt att ange att krav om brandteknisk sektionering mellan teknikutrymme och trafikutrymme alltid ska gälla.</p>
Dörrar	<p>Nej.</p> <p>Behovet av dörrar mellan tunnelrören föreligger endast då utrymning behöver kunna ske mellan tunnelrören.</p>
Ventilation	<p>Ja/Nej.</p> <p>Beror på om miljöventilation är en förutsättning. Om tunneln förses med miljöventilation ska det säkerställas att den kan nyttjas i händelse av brand.</p>
Dränering/avvattning farligt gods	<p>Nej.</p> <p>Då basstandard förutsätter att Transport av farligt gods ej tillåts behöver inte avvattningen anpassas för att reducera risker kopplade till transporter av farligt gods.</p>
Hjälptelefon/handbrandsläckare	<p>Nej.</p> <p>Kravet uppkommer först för tunnlar vars tunnellängd överskrider 300 m i TRVINFRA-00233 samt 500 m i TSFS 2019:93.</p>
Utrymnings-/angreppsväg inom tunneln	<p>Nej.</p> <p>Kravet uppkommer först i TRVINFRA-00233 i tunnlar över 300 m samt i TSFS 2019:93 i tunnlar över 500 m. För kortare tunnlar bedöms det inte krävas några utrymningsvägar i tunneln utöver tunnelmyningarna.</p>

Delområde	Kravnivå samt motivering
Räddningsrum	Nej.
Gångbana	Ja. I tunnlar med ett körfält ska det finnas en 0,8 m bred gångbana på en sida av tunnelröret. I tunnlar med mer än ett körfält ska det finnas på båda sidor om tunnelröret. Kravet finns i TSFS 2019:93 och TRVINFRA-00233 för alla tunnlar över 100 m.
Passagemått	N/A
Belysning	Ja. Kravet finns i TSFS 2019:93. Belysning ska anordnas i tunnlar så att trafikanternas sikt blir tillfredsställande i infartszonen och inne i tunneln.
Reservbelysning	Nej. Kravet finns i TSFS 2019:93 men kan för kortare tunnlar ses som ett överkrav. Reservbelysning ska normalt finnas i tunnlar så att trafikanterna har tillräcklig sikt för att kunna köra ut ur tunneln vid avbrott i strömförsörjningen. Inget motsvarande krav har identifierats i TRVINFRA-00233.
Vägledande utrymningsljus	Ja. Kravet finns i TSFS 2019:93 för alla tunnlar över 100 m. Inget motsvarande krav har identifierats i TRVINFRA-00233.
Fast släcksystem	Nej.
Vägmärken	Ja/Nej. Endast om det föreligger dörrar till annat utrymme inom tunneln. Kravet finns i TSFS 2019:93. Informationsskyltar ska placeras i trafikutrymmet så att det framgår vilka dörrar eller utgångar som inte är en del av en utrymningsväg
Övervakningssystem	Ja. Tunneln ska ha övervakningssystem som minst omfattar säkerhetsfunktioner. Övervakningen avser att säkerställa funktionen i de ingående säkerhetssystemen och kan vara kopplad mot en drift- och underhållsorganisationen för tunneln. Motsvarande krav finns inte i TSFS 2019:93 idag, men bedöms som en förutsättning för att säkerställa utrymningssäkerheten även för kortare tunnlar.

Delområde	Kravnivå samt motivering
Trafikledningscentral	Nej. Behovet bedöms först uppstå när utrymning sker via annat tunnelrör.
Brandvattenförsörjning	Nej. Kravet finns i TSFS 2019:93 från 500 m samt i TRVINFRA-00233 från 300 m. För kortare tunnlar bedöms det inte finnas något behov av brandvattenförsörjning inom tunneln.
Avstängningsmöjligheter	Nej. Kravet finns i TSFS 2019:93 från 500 m samt i TRVINFRA-00233 från 300 m. Behov av avstängningsmöjlighet bedöms först uppstå när utrymning sker mellan tunnelrör.
Kommunikationssystem	Nej. Kravet finns i TSFS 2019:93 från 500 m.
Detektionssystem	Nej. Kravet finns i TSFS 2019:93 och TRVINFRA-00233 från 500 m. Behov av detektionssystem bedöms först uppstå när utrymning sker mellan tunnelrör.
Strömförsörjning och elkretsar	Ja. Kravet anges i TSFS 2019:93 för alla tunnlar över 100 m. Tunnlar ska vara försedda med reservströmkällor för att säkerställa att säkerhetsutrustningen för utrymning fungerar under den tidsperiod som krävs för utrymning.
Skydd för säkerhetsutrustning	Ja. Kravet anges i TSFS 2019:93 för alla tunnlar över 100 m. Säkerhetsutrustningen i tunnlar ska skyddas mot skada som kan uppstå vid mekanisk påverkan. Den ska även fungera i händelse av brand under den tid som krävs för utrymning och räddningstjänstens insats.
Utrymningslarm	Nej. I TSFS 2019:93 ställs ej krav på utrymningslarm. Baserat på att trafikmängden understiger 15 000 hänförs tunneln till tunnelklass TC enligt TRVINFRA-00233 vilket medför att det heller ej ställs krav på utrymningslarm enligt TRVINFRA-00233. Det bedöms ej föreligga behov av ett utrymningslarm för kortare tunnlar där begränsad tunnellängd och horisontell linjeföring bedöms ge tillräckliga möjligheter till tidig varseblivning.

Delområde	Kravnivå samt motivering
Höjdbegränsningsportal	Ja, kravet gäller för alla tunnlar över 100 m enligt TRVINFRA-00233. Motsvarande krav finns i TSFS 2021:122, kap 5 §§ 4-7.
Åtgärder för att förhindra att brandgaser tränger in i intilliggande tunnelrör	Nej. Behovet bedöms först uppstå då andra tunnelröret ska utgöra tillfälligt säker plats.

3.3 BASSTANDARD 300-400 METER (ÅDT MINDRE ÄN 15 000)

Tabell 5. Grundläggande säkerhetskrav för vägtunnlar mellan 300-400 meter (ÅDT mindre än 15 000).

Delområde	Kravnivå samt motivering
Bärförmåga	Tunnelns bärande delar inklusive omslutande tak- och väggkonstruktion ska utföras i brandteknisk klass HC 60. Se motivering i kap 3.2.
Brandteknisk avskiljning mellan tunnelrör	Ja. Brandcellskiljande konstruktion ska utföras i lägst brandteknisk klass EI 60. I TSFS 2019:93 anges att anläggningsdelar mellan utrymningsväg och trafikutrymme ska utföras i EI 60. TRVINFRA-00233 kravställer REI 90 för konstruktionsdelar/inredning mellan trafikutrymme och utrymnings- och insatsväg. En kravnivå om EI 60 bedöms tillräckligt för att trygga utrymning och insats i kortare tunnlar. Om teknikutrymmen placeras inom tunneln kan det finnas behov av att avskilja dessa brandtekniskt från trafikutrymmet, men det beror på teknikutrymmets utformning och förutsättningarna i övrigt och därmed går det inte generellt att ange att krav om brandteknisk sektionering mellan teknikutrymme och trafikutrymme alltid ska gälla.
Dörrar	Ja. Två eller flera tätt på varandra följande dörrar i en utrymningsväg mot ett trafikutrymme ska utformas i lägst brandteknisk klass EI 30-C. Om endast en dörr skiljer trafikutrymmet från utrymningsvägen ska dörren utformas i lägst brandteknisk klass EI 60-C. Dörrar från tunnelröret till en utrymningsväg ska vara lätt öppningsbara och ska öppnas i utrymningsriktningen.
Ventilation	Ja/nej. Beror på om miljöventilation är en förutsättning. Om tunneln förses med miljöventilation ska det säkerställas att den kan nyttjas och styras i händelse av brand.
Dränering/avvattning farligt gods	Nej. Då basstandard förutsätter att Transport av farligt gods ej tillåts behöver inte avvattningen anpassas för att reducera risker kopplade till transporter av farligt gods.
Hjälptelefon/handbrandsläckare	Ja. Två handbrandsläckare och en hjälptelefon ska finnas vid tunnelmynningarna samt i tunneln med högst 150 meters mellanrum (placeras företrädesvis

Delområde	Kravnivå samt motivering
	<p>i anslutning till utrymningsväg). Om täckning för mobiltelefoni saknas ska kravet på hjälptelefoner tillämpas.</p> <p>Kravet finns i TRVINFRA-00233 från 300 m samt i TSFS 2019:93 från 500 m.</p>
<p>Utrymnings-/angreppsväg inom tunneln</p>	<p>Ja. Utrymningsvägar ska anordnas inom tunnel med ett avstånd om högst 200 m till tunnelmyning. Dvs, minst en utrymningsväg inom tunneln krävs för tunnlar mellan 300-400 m.</p> <p>Kravet uppkommer i TRVINFRA-00233 i tunnlar över 300 m samt i TSFS 2019:93 i tunnlar över 500 m.</p> <p>I TSFS 2019:93 anges att "Om avståndet mellan två utrymningsvägar är större än 200 meter i tunnlar längre än 500 meter ska gränsvärden för vad som är kritiska förhållanden fastställas och får inte överskridas under den tid som krävs för utrymningen". I TRVINFRA-00233 anges motsvarande krav för tunnlar längre än 300 meter.</p> <p>När Transportstyrelsen 2009 tog över bemyndigandet att meddela föreskrifter för säkerhet i vägtunnlar från Boverket och då valde att införliva krav även för tunnlar mellan 100-500 m valde Transportstyrelsen att sänka minimikravet avseende avstånd mellan utrymningsvägar från 150 m till 500 m. Motivet var att det finns risk att höga detaljerade krav ersätter en samlad analys av säkerheten i tunneln och att man därför valde att ersätta Boverkets strängare krav med EU-direktivets (2004/54/EG) minimikrav om minst 500 m mellan utrymningsvägar.</p> <p>Då syftet med att ta fram grundläggande säkerhetskrav för tunnlar mellan 100-500 m är att undvika kostsamt och tidskrävande analysarbete och ändå upprätthålla en acceptabel säkerhetsnivå bedöms det rimligt att återgå till motsvarande kravnivå som angavs i Boverkets föreskrift BFS 2007:11 (BVT) för tunnlar mellan 100-500 m. Avståndet om 150 m mellan utrymningsvägar togs ursprungligen fram gemensamt av Boverket, Räddningsverket och Vägverket för att motsvara dåvarande svensk säkerhetsnivå och möjliggöra insatser för räddningstjänsten. För att möjliggöra en alternativ utformning baserat på projektspecifika förutsättningar föreslås kravet om utrymningsväg införas i rådtext vilket medför att utrymningsväg inom tunneln kan utgå om andra riskreducerande</p>

Delområde	Kravnivå samt motivering
	åtgärder införs och den alternativa utformningen verifieras.
Räddningsrum	<p>Ja/nej (beroende på princip för utrymning).</p> <p>Kravet finns i TSFS 2019:93 och TRVINFRA-00233 för alla tunnlar över 100 m.</p> <p>Krävs endast om utrymning sker via trappa och ej om utrymning sker via annat tunnelrör under förutsättningen att inga höjdskillnader föreligger mellan tunnelrören (vilket är en förutsättning för att kunna tillämpa basstandard).</p>
Gångbana	<p>Ja.</p> <p>I tunnlar med ett körfält ska det finnas en 0,8 m bred gångbana på en sida av tunnelröret. I tunnlar med mer än ett körfält ska det finnas på både sidor om tunnelröret. Kravet finns i TSFS 2019:93 och TRVINFRA-00233 för alla tunnlar över 100 m.</p>
Passagemått	<p>Dörrar för utrymning utförs med en fri öppningsbredd om minst 0,8 m.</p> <p>TSFS 2019:93 anger att dörröppningen i en utrymningsväg ska ha en fri bredd om 0,8 m. TRVINFRA-00233 anger en högre kravnivå om 0,90 m minsta fria dörrbredd.</p> <p><i>Fri öppningsbredd</i> (enligt TSFS 2019:93) förutsätts vara måttet mellan dörrbladet och karmens anslag när dörren är öppen i 90 grader medan <i>fri dörrbredd</i> (enligt TRVINFRA-00233) bedöms utföra dörrbladets faktiska bredd. De flesta dörrblad på massiva dörrar har en tjocklek på 40-60 mm. Därav skiljer sig kravnivån endast 0,04-0,06 m. Kravnivån om 0,8 m fri öppningsbredd enligt TSFS 2019:93 bedöms tillräcklig baserat på att det även går i linje med kravnivån som anges i Boverkets föreskrifter för dörrar i byggnader där höga persontätheter inte förväntas uppkomma vid utrymning.</p>
Belysning	<p>Ja.</p> <p>Kravet finns i TSFS 2019:93 för alla tunnlar över 100 m.</p> <p>Belysning ska anordnas i tunnlar så att trafikanternas sikt blir tillfredsställande i infartszonen och inne i tunneln.</p>
Reservbelysning	<p>Ja.</p> <p>Kravet finns i TSFS 2019:93 för alla tunnlar över 100 m.</p>

Delområde	Kravnivå samt motivering
	<p>Inget motsvarande krav har identifierats i TRVINFRA-00233.</p> <p>Reservbelysning ska finnas i tunnlar så att trafikanterna har tillräcklig sikt för att kunna köra ut ur tunneln vid avbrott i strömförsörjningen.</p>
Vägledande utrymningsljus	<p>Ja.</p> <p>Kravet finns i TSFS 2019:93 för alla tunnlar över 100 m.</p> <p>Inget motsvarande krav har identifierats i TRVINFRA-00233.</p>
Fast släcksystem	<p>Nej.</p> <p>Det borde dock övervägas att införa möjligheter till "tekniska byten" vid installation av släcksystem likt hur brandskyddet kan utformas för byggnader enligt Boverkets byggregler. Exempelvis skulle installation av släcksystem kunna medföra att det inte krävs någon utrymningsväg inom tunneln.</p>
Vägmärken	<p>Ja.</p> <p>Det ska finnas vägmärken och andra anordningar uppsatta som upplyser trafikanter om alternativa vägar då en tunnel är avstängd.</p> <p>Alla dörrar som leder till en utrymningsväg ska på båda sidorna ha en unik identifiering.</p> <p>Informationsskyltar ska placeras i trafikutrymmet så att det framgår vilka dörrar eller utgångar som inte är en del av en utrymningsväg</p>
Övervakningssystem	<p>Ja.</p> <p>Tunnel ska ha övervakningssystem som minst omfattar driftfunktioner.</p>
Brandvattenförsörjning	<p>Ja.</p> <p>Kravet finns i TSFS 2019:93 från 500 m samt i TRVINFRA-00233 från 300 m. Eftersom utrymnings-/angreppsväg krävs inom tunneln bedöms det även föreligga behov av brandvattenförsörjning i anslutning till utrymnings-/angreppsväg.</p>
Avstängningsmöjligheter	<p>Ja, om utrymning sker över annat tunnelrör.</p> <p>Kravet finns i TSFS 2019:93 från 500 m samt i TRVINFRA-00233 oavsett tunnellängd om utrymning sker över annat tunnelrör.</p> <p>Om utrymning sker över annat tunnelrör bedöms det krävas avstängningsmöjligheter för att minimera risken för påkörningsolyckor i icke brandutsatt tunnelrör. Bedömningen är även att trafiken ska</p>

Delområde	Kravnivå samt motivering
	<p>kunna stoppas utan dröjsmål, vilket även är förenligt med vad som anges i TSFS 2019:93 avseende stängning av tunnel. Se även resonemang under "Trafikledningscentral" samt "Detektionssystem" nedan.</p>
Detektionssystem	<p>Ja, om utrymning sker över intilliggande tunnelrör.</p> <p>Krav avseende branddetektionssystem specificeras först i TSFS 2019:93 under vissa förutsättningar från 500 m samt även i TRVINFRA-00233 från 500 m. Dock anges i TRVINFRA-00233 att om utrymning sker över annat tunnelrör ska trafiken i det andra tunnelröret kunna stoppas, styras eller varnas. I TSFS 2019:93 anges att "trafiken ska stoppas utan dröjsmål".</p> <p>För att trafiken ska kunna stoppas, styras eller varnas utan dröjsmål bedöms ett detektionssystem krävas för att möjliggöra snabb detektion av brand. Det går inte att förlita sig på att trafikanter kommer larma på egen hand och att detta sker innan utrymning påbörjats till intilliggande tunnelrör. En lägsta nivå bedöms därför vara installation av branddetektionssystem för tunnlar där utrymning sker över intilliggande tunnelrör. Detektionssystemet ska automatiskt aktivera avstängningsmöjligheter. Alternativt kan larmet sändas till trafikledningscentral som aktiverar avstängningsmöjligheterna, vilket då förutsätter att tunnel förses med både detektionssystem och trafikledningscentral.</p>
Trafikledningscentral	<p>Ja, om utrymning sker över intilliggande tunnelrör samt om ingen automatisk styrning av avstängningsmöjligheter tillses.</p>
Kommunikationssystem	<p>Nej.</p> <p>Kravet finns i TSFS 2019:93 från 500 m.</p>
Strömförsörjning och elkretsar	<p>Ja.</p> <p>Kravet anges i TSFS 2019:93 för alla tunnlar över 100 m. Tunnlar ska vara försedda med reservströmkällor för att säkerställa att säkerhetsutrustningen för utrymning fungerar under den tidsperiod som krävs för utrymning.</p>
Skydd för säkerhetsutrustning	<p>Ja.</p> <p>Kravet anges i TSFS 2019:93 för alla tunnlar över 100 m. Säkerhetsutrustningen i tunnlar ska skyddas mot skada som kan uppstå vid mekanisk påverkan. Den ska även fungera i händelse av brand under den tid som krävs för utrymning och räddningstjänstens insats.</p>

Delområde	Kravnivå samt motivering
Utrymningslarm	<p>Nej.</p> <p>I TSFS 2019:93 ställs ej krav på utrymningslarm oavsett tunnellängd. Baserat på att trafikmängden understiger 11 250 hänförs tunneln till tunnelklass TC enligt TRVINFRA-00233 vilket medför att det heller ej ställs krav på utrymningslarm enligt TRVINFRA-00233.</p> <p>Det bedöms som att det ej föreligger krav på att kortare tunnlar ska förses med utrymningslarm enligt grundläggande säkerhetskrav. En tunnel med begränsad tunnellängd och horisontell linjeföring bedöms ge tillräckliga möjligheter till tidig varseblivning.</p>
Höjdbegränsningsportal	<p>Ja, kravet gäller för alla tunnlar över 100 m enligt TRVINFRA-00233. Motsvarande krav finns i TSFS 2021:122, kap 5 §§ 4-7.</p>
Åtgärder för att förhindra att brandgaser tränger in i intilliggande tunnelrör	<p>Ja, om utrymning sker/insats över intilliggande tunnelrör.</p> <p>Kravet på att förhindra att brandgaser tränger in i intilliggande tunnelrör anges i både TSFS 2019:93 och TRVINFRA-00233 för tunnlar där intilliggande tunnelrör utgör säker plats. I TSFS 2019:93 specificeras inte vilka åtgärder som är möjliga, men kravet anges under underkapitlet "Ventilation". I TRVINFRA-00233 anges i rådtext att åtgärd kan utgöras av att fläktar reverseras i intilliggande tunnelrör.</p> <p>Praxis är dock ofta att uppföra en rökgasskärm mellan tunnelrören utanför mynningarna för att förhindra att brandgaser sprids mellan tunnelrören (eventuellt i kombination med att fläktar i icke brandutsatt reverseras), detta är dock inte ett alternativ som specificeras i vare sig TSFS 2019:93 eller TRVINFRA-00233.</p> <p>Eftersom det i föreskriftstext även anges att brandgasspridning ska <i>förhindras</i> är uppfattningen att ingen brandgasspridning överhuvudtaget accepteras till intilliggande tunnelrör, vilket är svårt att verifiera. Kravet bör omformuleras till "ska begränsas så det inte påverkar utrymmande i motsatt tunnelrör".</p> <p>Rekommendationen är att i basstandarderna ange ett (eller flera) möjligt alternativ för att uppfylla föreskriften för att underlätta projekteringen samt säkerställa en likvärdig säkerhetsnivå för samtliga tunnlar som projekteras enligt basstandard.</p>

Delområde	Kravnivå samt motivering
	<p>Exempelvis geometrisk utformning av rökasskärm, förskjutna mynningar och/eller ett minsta luftflöde vid reversering av fläktar i icke brandutsatt tunnelrör. 25 m avskiljande vägg bedöms utgöra praxis.</p>

3.4 401-500 METER (ÅDT MINDRE ÄN 11 250)

Tabell 6. Grundläggande säkerhetskrav för vägtunnlar mellan 401-500 meter (ÅDT mindre än 11 250).

Delområde	Kravnivå samt motivering
Bärförmåga	Tunnelns bärande delar inklusive omslutande tak- och väggkonstruktion ska utföras i brandteknisk klass HC 60. Se motivering i kap 3.2.
Brandteknisk avskiljning	Ja. Brandcellskiljande konstruktion ska utföras i lägst brandteknisk klass EI 60. Se motivering i kap 3.3.
Dörrar	Ja. Två eller flera tätt på varandra följande dörrar i en utrymningsväg mot ett trafikutrymme ska utformas i lägst brandteknisk klass EI 30-C. Om endast en dörr skiljer trafikutrymmet från utrymningsvägen ska dörren utformas i lägst brandteknisk klass EI 60-C. Dörrar från tunnelröret till en utrymningsväg ska vara lätt öppningsbara och ska öppnas i utrymningsriktningen.
Ventilation	Ja/nej. Beror på om miljöventilation är en förutsättning. Om tunneln förses med miljöventilation ska det säkerställas att den kan nyttjas och styrs i händelse av brand. Krav på brandgasventilation faller in från 400 m i TRVINFRA-00233, men motivet till det bedöms vara att kö/trafikstockning tillåts, vilket inte tillåts inom ramarna för tillämpningen av den föreslagna basstandard.
Dränering/avvattning farligt gods	Nej. Då basstandard förutsätter att Transport av farligt gods ej tillåts behöver inte avvattningen anpassas för att reducera risker kopplade till transporter av farligt gods.
Hjälptelefon/handbrandsläckare	Ja. Två handbrandsläckare och en hjälptelefon ska finnas vid tunnelmynningarna samt i tunneln med högst 150 meters mellanrum (företrädesvis i anslutning till utrymningsvägarna). Om täckning för mobiltelefoni saknas ska kravet på telefoner tillämpas. Kravet finns i TRVINFRA-00233 från 300 m samt i TSFS 2019:93 från 500 m.
Utrymnings-/angreppsväg inom tunneln	Ja. Utrymningsvägar ska anordnas inom tunnel med ett avstånd om högst 200 m till tunnelmynning. Dvs,

Delområde	Kravnivå samt motivering
	<p>minst en stycken utrymningsväg inom tunneln för tunnlar mellan 400-500 m.</p> <p>Se motivering i kap 3.3.</p>
Räddningsrum	<p>Ja/nej (beroende på princip för utrymning).</p> <p>Krävs endast om utrymning sker via trappa och ej om utrymning sker via annat tunnelrör under förutsättningen att inga höjdskillnader föreligger mellan tunnelrören. Maximal längslutning inom tunneln överstiger ej 3 %.</p>
Gångbana	<p>Ja.</p> <p>I tunnlar med ett körfält ska det finnas en 0,8 m bred gångbana på en sida av tunnelröret. I tunnlar med mer än ett körfält ska det finnas på både sidor om tunnelröret. Kravet finns i TSFS 2019:93 och TRVINFRA-00233 för alla tunnlar över 100 m.</p>
Passagemått	<p>Dörrar för utrymning utförs med en fri öppningsbredd om minst 0,8 m.</p> <p>Se motivering i kap 3.3.</p>
Belysning	<p>Ja.</p> <p>Kravet finns i TSFS 2019:93 från 100 m.</p> <p>Belysning ska anordnas i tunnlar så att trafikanternas sikt blir tillfredsställande i infartszonen och inne i tunneln dygnet runt.</p>
Reservbelysning	<p>Ja.</p> <p>Kravet finns i TSFS 2019:93. Reservbelysning ska finnas i tunnlar så att trafikanterna har tillräcklig sikt för att kunna köra ut ur tunneln vid avbrott i strömförsörjningen.</p> <p>Inget motsvarande krav har identifierats i TRVINFRA-00233.</p>
Vägledande utrymningsljus	<p>Ja.</p> <p>Kravet finns i TSFS 2019:93 för alla tunnlar över 100 m.</p> <p>Inget motsvarande krav har identifierats i TRVINFRA-00233.</p>
Fast släcksystem	<p>Nej.</p> <p>Det borde dock övervägas att införa möjligheter till "tekniska byten" vid installation av sprinkler likt hur brandskyddet kan utformas för byggnader enligt Boverkets byggregler.</p>
Vägmärken	<p>Ja.</p>

Delområde	Kravnivå samt motivering
	<p>Det ska finnas vägmärken och andra anordningar uppsatta som upplyser trafikanter om alternativa vägar då en tunnel är avstängd.</p> <p>Alla dörrar som leder till en utrymningsväg ska på båda sidorna ha en unik identifiering.</p> <p>Informationsskyltar ska placeras i trafikutrymmet så att det framgår vilka dörrar eller utgångar som inte är en del av en utrymningsväg</p>
Övervakningssystem	<p>Ja.</p> <p>Tunnel ska ha övervakningssystem som minst omfattar driftfunktioner.</p>
Brandvattenförsörjning	<p>Ja.</p> <p>Kravet finns i TSFS 2019:93 från 500 m samt i TRVINFRA-00233 från 300 m. Eftersom utrymnings-/angreppsväg krävs inom tunneln bedöms det även föreligga behov av brandvattenförsörjning i anslutning till utrymnings-/angreppsväg.</p>
Avstängningsmöjligheter	<p>Ja, om utrymning sker över annat tunnelrör.</p> <p>Se motivering i kap 3.3.</p>
Detektionssystem	<p>Ja, om utrymning sker över intilliggande tunnelrör.</p> <p>Se motivering i kap 3.3.</p>
Trafikledningscentral	<p>Ja, om utrymning sker över intilliggande tunnelrör samt om ingen automatisk styrning av avstängningsmöjligheter tillses.</p> <p>Behovet bedöms först uppstå när utrymning sker via annat tunnelrör.</p>
Kommunikationssystem	<p>Nej.</p> <p>Kravet finns i TSFS 2019:93 från 500 m.</p>
Strömförsörjning och elkretsar	<p>Ja. Tunnlar ska vara försedda med reservströmkällor för att säkerställa att säkerhetsutrustningen för utrymning fungerar under den tidsperiod som krävs för utrymning.</p>
Skydd för säkerhetsutrustning	<p>Ja. Säkerhetsutrustningen i tunnlar ska skyddas mot skada som kan uppstå vid mekanisk påverkan. Den ska även fungera i händelse av brand under den tid som krävs för utrymning och räddningstjänstens insats.</p>
Utrymningslarm	<p>Nej.</p> <p>I TSFS 2019:93 ställs ej krav på utrymningslarm. Baserat på att trafikmängden understiger 11 250 hänförs tunneln till tunnelklass TC enligt TRVINFRA</p>

Delområde	Kravnivå samt motivering
	<p>vilket medför att det heller ej ställs krav på utrymningslarm enligt TRVINFRA-00233.</p> <p>Det bedöms som att det ej föreligger krav på att kortare tunnlar ska förses med utrymningslarm enligt grundläggande säkerhetskrav.</p>
Höjdbegränsningsportal	Ja, kravet gäller för alla tunnlar över 100 m enligt TRVINFRA-00233. Motsvarande krav finns i TSFS 2021:122, kap 5 §§ 4-7.
Åtgärder för att förhindra att brandgaser tränger in i intilliggande tunnelrör	<p>Ja, om utrymning eller insats sker över intilliggande tunnelrör.</p> <p>Se motivering i kap 3.3.</p>

4 RISKANALYSMETOD

Det finns i dagsläget inga färdiga riskanalysmetoder som är helt anpassade till att täcka in riskbedömningar i vägtunnlar på ett enkelt sätt och som på så sett kan utgöra ett underlag till en samlad bedömning. Att genomföra en riskbedömning av en vägtunnel är en grannliga uppgift med förhållandevis hög komplexitet.

Denna rapport gör inget anspråk på att ge en heltäckande genomgång av olika riskanalysmetoder, dock görs ett par översiktliga beskrivningar av ett mindre antal kända metoder på en övergripande nivå.

- TUSI
- AS 4825 Tunnel fire safety
- DGQRAM
- TRANSIT
- Kvantitativ riskanalys (QRA), modell baserad på händelsetråd (använt bland annat i Förbifart Stockholm, Flemingsbergstunnel, Blekholmstunneln-KCV)

Vid genomgång av ovan angivna metoder kan det konstateras att de har olika syften och att flertalet inte täcker in de utredningsbehov som föreskriften kravställer.

TUSI modellerar trafikolyckor och ger olycksfrekvenser för fordon baserat på trafikmängd, lutning och ger utdata i form av olycksfrekvens.

AS 4825 Tunnel fire safety, ger sannolikheter för brand i tunnlar där ett visst urval ger dimensionerande bränder varpå en viss standard för utrustning föreslås. De åtgärder som förs in värderas kvalitativt.

DGQRAM är en farligt gods-modell som utgår från expertbedömningar. Modellen har låg grad av transparens och kräver licens och utbildning. Modellen täcker inte in alla farligt gods-klasser.

TRANSIT har modeller som hanterar trafikolycka, bedömer brandförlopp och tar hänsyn till vissa åtgärder. Programvaran tar inte hänsyn till sprinklersystem eller effekter av tvärsnittet, resultatet redovisas i antal döda per år. Programvaran ägs av ett konsultbolag och det är svårt för en utomstående att utföra analysen vilket ger låg grad av transparens.

Kvantitativ riskanalysmodell baserad på händelsetråd är en metod som ger användaren kontroll över samtliga delar av riskanalysen:

- det går att anpassa analysen avseende riskreducerande åtgärder och utvärdera dessa
- det går att anpassa analysen avseende sannolikheter och konsekvenser
- det går att göra analyser på känslighet och osäkerheter

Att genomföra en riskbedömning med kvantitativ riskanalysmodell baserad på händelsetråd är ett omfattande arbete men analysen kan anpassa utifrån komplexiteten i aktuell tunnel. Metoden ger hög transparens och möjlighet till anpassningar.

Kravbilden på tunnlar är komplex, kan innebära stora variationer och det är många delar och parametrar som ska analyseras i en riskbedömning för att skapa en samlad bedömning. Utifrån kraven i TSFS 2019:93 ska även genomförd analys redovisa risknivån i ett F/N diagram varpå flertalet av ovan presenterade metoder blir svåra att använda. En viktig aspekt i all riskhantering är att beakta de osäkerheterna som finns och att känslighetsanalys genomförs. Det rekommenderas att Transportstyrelsen fastställer tydligare lägsta nivå på hantering av osäkerheter.

Rekommendationen är att föreskriften i allmänt råd hänvisar till att använda en kvantitativ riskanalysmodell baserad på händelsetradsmodell eller likvärdig modell med hög grad av transparens där analyserad tunnels förutsättningar, trafikförhållanden, parametrar etc. kan analyseras i en helhet. För att skapa en mer strukturerad, enhetlig och enklare process föreslås att Transportstyrelsen för olycksrisker kopplade till i första hand brandsäkerheten ger en vägledning i allmänt råd likt den struktur som används i Boverkets byggregler allmänna råd om analytisk dimensionering (BBRAD).

Vägledning för skattning och hantering av kö behöver också tas fram då detta utgör enskilt den situation där brand i tunnel generellt har störst riskpåverkan. Detta oberoende av ventilationsmetod dvs långsgående ventilation eller halv-/hel-tvärventilation.

I efterföljande avsnitt ges ett övergripande förslag på utformning av struktur för allmänt råd kopplat till hur verifiering av brandsäkerhet ska genomföras.

Kravställning dimensionering av brandskydd

TSFS 2019:93 har i sin nuvarande utformning få krav kopplade till hur en riskanalys ska genomföras och vilka krav som gäller för de scenarier som ska analyseras. Verifieringsbehovet kan se olika ut beroende på en rad olika faktorer t ex om det har identifierats ett avsteg från basstandard skulle detta kunna hanteras utan att en samlad analys av helheten genomförs. Dimensioneringsprocessen avseende en vägtunnel där brandscenarier ska utredas, vilket i princip bör gälla alla vägtunnlar där en samlad bedömning ska genomföras, föreslås utföras med hjälp av en vägledning som är fastställd i ett allmänt råd till föreskriften.

Boverket har ett allmänt råd för analytisk dimensionering (BBRAD). Den analytiska dimensioneringen av byggnad kan likställas med den del av den samlade bedömningen som avser brandförlopp i en vägtunnel. Dock skiljer sig BBR och TSFS 2019:93 sig åt i den bemärkelsen att BBR inte har en säkerhetsnivå som mäts mot en F/N-kurva utan snarare en implicit säkerhetsnivå vilken kan verifieras antingen mot förenklade lösningar i allmänna råd eller med deterministiska kriterier i bl.a. BBRAD. BBR såväl som BBRAD baseras på förutsättningen att en brand alltid kan uppstå, d.v.s. ingen explicit värdering av sannolikheter för ett visst scenario görs. De scenarier som ska analyseras vid scenarioanalys av utrymningssäkerheten i en byggnad får därför inte ge en restrisk dvs alla personer ska klara att utrymma byggnaden med de givna förutsättningarna kring vad som är acceptabelt. Säkerhetsnivån i en vägtunnel ska i stället värderas med probabilistiska metoder därmed tillåts enligt TSFS 2019:93 att trafikanter kan omkomma men det förutsätter att sannolikheten för att detta ska inträffa är så pass låg att risken är under F/N-diagrammets säkerhetsnivå.

Följande process föreslås utgöra grunden för hur en samlade bedömningen/riskbedömning ska genomföras och vilka nivåer som ska användas vid beräkningar av brandrisker i en vägtunnel:

1. Riskbedömning genomförs med hjälp av kvantitativ riskanalysmetod med händelsetråd eller likvärdig analysmodell.
2. För olyckor avseende brand utförs scenarioanalys, där ett flertal brand- och utrymningsscenarier behöver analyseras för att bedömningen ska täcka in olika händelseutvecklingar vid brand.
3. Brandsäkerheten värderas även mot brandscenarier där enskilda tekniska system inte fungerar som avsett.
4. Känslighetsanalys utförs på variabler som har stor påverkan på säkerhetsnivån och där antaganden med stor osäkerhet föreligger. Givna värden som ges i det allmänna rådet behöver inte analyseras med avseende på känslighet.
5. Övriga risker för människors liv, t ex transporter av farligt gods, fordon med gasdrivmedel etc. där risk för explosion eller gasutsläpp finns kan utgöra en del av analysen alternativt genomföras i separat analys med hjälp av Kvantitativ riskanalys med händelsetråd eller likvärdig analysmodell.
6. Osäkerheter och känsligheter ska analyseras och redovisas med en hög grad av transparens.

För att kunna genomföra de ovanstående stegen bör följande delar även anges i föreskriftens allmänna råd:

1. Dimensionerande bränder

- a. Karaktäristiska brandförlopp, beroende på fordonssammansättningen för en tunnel, förslagsvis används följande dimensionerande bränder:
 - i. Brand i personbil, HHR ca 6 MW
 - ii. Brand i buss/lättare lastbil, HRR ca 30 MW
 - iii. Brand i lastbilar, HRR ca 100 MW,
 - iv. Eventuellt kan även farligt gods klass 3 ingå
- b. Ingående parametrar i brandförlopp
 - i. Tillväxthastighet

- ii. Effektutveckling
- iii. Förbränningsvärme
- iv. Sotproduktion

Ovanstående ingående parametrar i brandförlopp har en påverkan på hur brandförloppet fortlöper och dess konsekvenser. För att undvika för stor spridning i resultat bör rekommendationer ges även för dessa. Se även förslag på vidare utredning.

- c. Påverkan av automatiska brandbekämpningssystem, BBS,
 - i. Reduktion av effektutveckling
 - i. Utredds och beror på vilket släcksystem som installeras, scenarier där släcksystem fallerar behöver ingå i riskbedömningen.

Påverkan av automatiskt brandbekämpningssystem har påverkan på branden och därmed på risknivå, BBS kan förslagsvis antas reducera brandstorleken för respektive fordonskategori.

- d. Övriga förutsättningar som behöver beaktas utgörs bl.a. av:
 - i. Ventilationshastighet
 - ii. Brandplacering

2. Utrymningsförloppet

- a. Dimensionerande personantal, fastställs via antal körfält samt trafiksammansättning, dvs vilka fordon som trafikerar tunneln, andel kö/trafikstockning mm
 - i. Följande värden kan utgöra grund för att fastsätta personantalet i en tunnel.

Fordonsslag	Andel av fordonsslag (%)	Upptagen längd av köbana i kö (m)	Personer per fordon (st)
Personbil	Fastställs*	7	1,5
Lätt lastbil	Fastställs*	10	1,2
Buss	Fastställs*	18	Fastställs**
Tung lastbil	Fastställs*	20	1

Presenterade siffror i tabellen utgör konservativa antaganden om hur stor plats ett fordon tar i en tunnel samt antal personer i olika typer av fordon.

* tas fram i trafikanalys

** tas fram via särskild analys

- b. Förutsättningar hos utrymmande
 - i. Allmänna råd kring vilka förutsättningar personer har t ex rörande storlek, gånghastigheter, beslutsfattande, mm, och hur stora andelar av dessa populationen har bör tas fram som riktvärden till utrymningsanalysen.
- c. Varseblivningstid
 - i. Allmänna råd kring varseblivningstid bör tas fram. Det bör övervägas att ge mer funktionsbaserade rekommendationer. Varseblivningstiden skulle till exempel kunna baseras på flera parametrar, så som till exempel; brandgasspridning, tidpunkt för aktivering av utrymningslarm samt om personer kan förväntas se branden eller ej.
- d. Förberedelsetid
 - i. Allmänna råd kring förberedelsetid bör tas fram. Förberedelsetiden kan i allmänhet beskrivas som den tid det tar för att personer skall förstå att det brinner, tolka in betydelsen av (eventuella) larmsignaler från utrymningslarm, förbereda sig med mera. Faktorer som bidrar till kortare förberedelsetid kan vara att de utrymmande ser branden eller brandgaser, synliga utgångar, utrymningsskyltars placering, orienterbarheten i tunneln, samt uppfattar/tolkar/förstår

utrymningslarm/utrymningsbudskap och dess utformning avseende exempelvis ljud och ljus. Förberedelse tiden varierar normalt för olika personer.

e. Förflyttningstid

- i. Förflyttningstid är den tid det tar för en person att förflytta sig till en säker plats efter det att beslut om utrymning har tagits. En säker plats kan vara en utrymningsväg, en annan brandcell, intilliggande tunnelrör eller till det fria. Förflyttningstiden beror på bl.a. personantalet, rörligheten hos individer i populationen, tillgänglig utrymningsbredd samt gångavstånd till utrymningsväg.
- ii. Flyttningstider bör simuleras i relevanta simuleringsprogram.
- iii. Gånghastigheter enligt allmänt råd till TRVINFRA-0233 K43643 bör användas, gånghastigheten varieras mellan 0,6–1,3 m/s, flöden genom dörrar kan antas följa krav i BBRAD 3, 3.2.4, Tabell 3 för okända dörrar, 0,675 p/s.

Allmänna råd kring utrymningsförloppet bör tas fram, se även förslag på vidare utredning.

3. Gränsvärden för kritiska förhållanden för utrymmande

Eftersom riskbedömningen omfattar en värdering av antal omkomna personer bör gränsvärden för kritiska förhållanden när personer förväntas omkomma vid brand redovisas i föreskriften.

I nuvarande TSFS 2019:93 anges följande gränsvärden för kritiska förhållanden. Dessa ska nyttjas för att värdera om utrymning är möjlig när avståndet mellan utrymningsvägar överstiger 200 m.

Följande gränsvärden för kritiska förhållanden kan tillämpas:

1. *Värmestrålning: en maximal strålningsintensitet på 2,5 kW/m².*
2. *Lufttemperatur: högst 80 °C.*
3. *Toxiska gaser, 2,0 m ovan gångbana: mer än 15 volymprocent syre, mindre än 5 volymprocent koldioxid och mindre än 0,2 volymprocent kolmonoxid.*
4. *Sikt: En siktsträcka på minst 10 meter.*

Tiden till dess att förflyttning till fots påbörjas bör beräknas vara minst 2 minuter.

Dessa gränsvärden återspelar inte nivåer för när personer omkommer, vilket medför en överskattning av risknivån när motsvarande värden även nyttjas som acceptanskriterier i riskbedömningen. Nya gränsvärden för exponering vid utrymning föreslås tas fram där dessa är mer baserade på dödlig påverkan. Ett förslag är att nyttja FID-värden (Fractional Incapacitation Dose) likt Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd (TSFS 2017:119) om personsäkerhet i tunnlar och plattformsrums för tunnelbana och spårväg. Det krävs dock vidare utveckling och utredningsarbete kring att fastställa gränsvärde för FID samt en tydlig beskrivning kring hur beräkningen ska gå till för att säkerställa att en enhetlig tillämpning.

4. Säkerställa utrymningsväg mot brand- och brandgasspridning

Acceptansnivå för brandgasspridning via utrymningsvägar och via mynning behöver fastställas. I nuvarande TSFS 2019:93 anges att: "Om två närliggande tunnelrör utgör varandras säkra plats, ska åtgärder vidtas för att förhindra att brandgaser tränger in i det motsatta tunnelröret via mynningarna." Då motstående tunnelrör utgör säker plats bör verifiering visa att brandgasspridning mellan tunnelrör försvåras och endast mycket begränsade mängder brandgaser tillåts spridas in via mynning. Mängden brandgaser får inte påverka förhållanden i motstående tunnelrör avseende utrymning och räddningsinsats. Se även förslag på vidare utredning.

5 KONSEKVENSANALYS

En konsekvensanalys har tagits fram av förslagen till basstandard och riskanalysmetod. Ambitionen har varit att översiktligt beröra punkterna i konsekvensutrednings innehåll enligt förordningen (2007:1244) om konsekvensutredning vid regelgivning. Konsekvensanalysen baseras på kvalitativa bedömningar baserad på expertkunskap. I konsekvensanalysen jämförs gällande reglering av säkerhetsföreskrifter för vägtunnlar med förslagen basstandard och riskanalysmetod.

5.1 SAMMANFATTANDE BEDÖMNING

Sammanfattningsvis bedöms regeländringen innebära att säkerhetsnivån blir mer enhetlig i vägtunnlar 100-500 meter utan att det tillkommer kostnadsdrivande åtgärder under byggprocessen. I ett initialt skede ökar dock de administrativa kostnaderna för Transportstyrelsen på grund av de ändringar som behöver göras i författningstext och information till berörda aktörer. För övriga aktörer förväntas processen som är förknippad med att anlägga en kort vägtunnel förenklas och de nyttor som ges av tunneln bedöms kunna tidigareläggas.

Genom att i allmänna råd hänvisa till QRA-modell baserat på händelseträdd som lämplig riskanalysmetod underlättas val av metod och jämförbarheten mellan tunnlar ökar. Regeländringen bedöms ge positiva effekter genom att riskanalysernas transparens ökar. Ett transparent resultat bidrar till att förenkla verifieringen av acceptabel risknivå i vägtunnlar. Kostnaden för riskanalys kan dock öka. I ett initialt skede ökar dock de administrativa kostnaderna för Transportstyrelsen på grund av de ändringar som behöver göras i författningstext och att berörda aktörer behöver informeras. Initiala kostnader kan även uppkomma för företag som idag inte genomför riskanalys med QRA-metod med händelseträdd. Mot bakgrund av att kvantitativa riskanalyser genomförs för de något större projekten idag, bedöms inte sådana kostnader bli omfattande. För byggherre och kommuner förväntas risken minska för en utdragen samrådsprocess.

5.2 MÅL, PROBLEM OCH ALTERNATIVA LÖSNINGAR

5.2.1 Mål

Målet med regleringen (basstandard och hänvisning till lämplig riskanalysmetod) är att uppnå en acceptabel risknivå i vägtunnlar utan att det ska leda till genomförande av kostnadsdrivande åtgärder. En acceptabel risknivå kan bestämmas med hjälp av F/N-diagram och är det som föreslås för tunnlar längre än 500 meter och för kortare vägtunnlar som har speciell utformning och eller speciella förutsättningar enligt Transportstyrelsens föreskrifter för säkerhet i vägtunnlar (TSFS 2019:93).

5.2.2 Problembeskrivning

De huvudsakliga problemen som identifierats är att det vid verifiering av säkerhetsnivån i en vägtunnel råder:

- otydlighet om *hur* riskanalys och samlad bedömning av säkerhet ska göras
- otydlighet om *hur* resultatet av den samlade bedömningen för tunnlar 100-500 meter ska redovisas
- svårighet att verifiera tillräcklig säkerhetsnivå på grund av att olika riskanalysmetoder används, varav vissa har ett *annat syfte* än att pröva säkerhetsåtgärder eller har *låg transparens*
- otydligheter och svårigheter att verifiera säkerhetsnivå innebär att det finns risk för att de samlade bedömningarna leder till *potentiella "överkrav"* på säkerhetsåtgärder.

Ett av de problem som regeländringen avser åtgärda är att det råder otydlighet om hur bedömningen av säkerhet ska göras och redovisas för tunnlar som är 100-500 meter långa². Enligt Transportstyrelsens föreskrifter för säkerhet i vägtunnlar (TSFS 2019:93) ska säkerhetsåtgärder i vägtunnlar baseras på resultatet av en samlad bedömning avseende tunnelns delar och 14 parametrar (se kapitel 2). Om tunneln är över 500 meter (alternativt om tunneln har speciell utformning eller det råder speciella förutsättningar) ska säkerhetsnivån presenteras i ett F/N diagram för att visa att tunneln har en tillräcklig säkerhetsnivå. För att

² Regelverket för tunnlar längre än 500 meter baseras på de minimikrav för säkerhet i vägtunnlar som finns i EU-direktivet (2004/54/EG). Direktivet gäller tunnlar längre än 500 meter och för de vägar som ingår i det transeuropeiska transportnätet (TEN-T vägnätet). I Sverige omfattas alla vägar, oavsett om vägen ingår i TEN-T eller inte.

utvärdera ytterligare säkerhetsåtgärder ska det göras en kostnads-nyttanalys och om utvärderingen av en viss åtgärd visar att den totala samhällsnyttan överstiger kostnaden ska åtgärden genomföras.

För tunnlar 100-500 meter som varken har speciell utformning eller speciella förutsättningar gäller samlad bedömning av tunnelns säkerhet, men det finns ingen rekommendation om hur den ska göras eller hur resultatet av bedömningen ska redovisas i syfte att verifiera att säkerhetsnivån i tunneln är tillräcklig. Den praxis som har utvecklats för tunnlar 100-500 meter är att olika riskanalysmetoder kommer att användas för den samlade bedömningen. Otydligheten om vilken riskanalysmetod som ska användas och hur bedömningen ska göras och vilka säkerhetsåtgärder som är tillräckliga har lett till att säkerhetsutrustningen kan skilja sig åt för två likvärdiga tunnlar. (Esbotunneln, invigd 2011, 250 m, ett tunnelrör två körfält mötande trafik, omkörningsförbud; tunnlar på E18 utanför Enköping; Ullandatunneln öst och väst, 2+2 körfält 178 meter, invigd 2010).

För vägtunnlar som har speciell utformning eller speciella förutsättningar eller är längre än 500 meter ska resultatet av den samlade bedömningen redovisas i F/N-diagram, vilket ställer krav på kvantifierad riskanalysmetod. Den rapport från Boverket (2005) som refereras i de allmänna råden i föreskriften ger ingen tydlig vägledning om metod eller hur riskanalyser borde göras för att verifiera tillräcklig säkerhetsnivå. Den riskanalysmetod som används behöver dessutom hantera många parametrar och delar. Olika riskanalysmetoder och programvaror är tillgängliga, men metoderna har olika syften. Det har fått till följd att genomförda beräkningar inte är jämförbara, vilket kan innebära att föreslagna säkerhetsåtgärder skiljer sig åt mellan tunnlar på ett oförutsägbart sätt. En del av riskkalkylverktygen har utvecklats av kommersiella aktörer och i vissa fall ägs programvaran av konsultbolag, vilket gör det är svårt för utomstående att granska metod och resultat samt tolka hur olika åtgärder bidrar till säkerheten. Andra metoder hanterar enbart en begränsad mängd av de delar och parametrar som ska ingå i en samlad bedömning.

Ovan beskrivna problem uppkommer vid planering och projektering av vägtunnlar. Då föreskrifterna är tydligare för tunnlar vars längd överskrider 500 meter i och med att dessa regleras genom EU:s tunneldirektiv (2004/54/EG) fokuserar föreliggande konsekvensanalys på tunnlar 100-500 meter. Utifrån plan- och bygglagen är det den kommunala byggnadsnämnden som är tillsynsmyndighet för vägtunnlar som är 100-500 meter långa.

Problemet omfattning

Av Sveriges drygt 60 vägtunnlar som är minst 100 meter (Trafikverket, 2014) förvaltas 25 av Trafikverket (2022) och övriga av kommuner (i de flesta fall storstadskommuner). Sedan början av 1990-talet har uppskattningsvis en kort vägtunnel tagits i drift varje år. Under 20-årsperioden 1991-2011 driftsattes 26 vägtunnlar i längdintervallet 100-500 meter, vilket är cirka 1,3 tunnlar per år (Trafikverket, 2014, ss. 73-74). Av de 26 tunnlar var 9 uppförda av Trafikverket, 4 av Stockholms stad, 1 av Österåkers kommun och för övriga saknas uppgift. Byggherre är oftast Trafikverket, storstadskommuner och andra kommuner i storstädernas pendlingsomland. Bygglov krävs inte för tunnlar avsedda för väg och järnväg, men anmälan ska ske till kommunens byggnadsnämnd. Det kan även krävas planändring av detaljplan. Räddningstjänst utgör samrådspart för insatsförhållanden i vägtunnel. Även den kommunala VA-hållaren utgör samrådspart. Transportstyrelsen är tunnelmyndighet för vägtunnlar längre än 500 meter.

5.2.3 Alternativa lösningar

Alternativa lösningar kan vara:

- Information om basstandard för vägtunnlar 100-500 meter
- Information om lämplig riskanalysmetod för vägtunnlar.

Alternativet till att basstandard ingår i en reviderad version av TSFS 2019:93 kan vara att Transportstyrelsen informerar om vilka säkerhetsåtgärder som anses vara tillräckliga för tunnlar som varken har speciell utformning eller speciella förutsättningar. Informationen kan exempelvis publiceras på Transportstyrelsens hemsida. Att informera om basstandard blir dock ottydligt och om samlad bedömning enligt föreskriften fortsatt gäller blir informationen dessutom svårtolkad och motsägelsefull. En annan fråga är om målgruppen

hittar informationen. Utöver byggherrar behöver informationen nå kommunens byggnadsnämnd, räddningstjänst, projektörer och riskanalytiker.

Alternativet till allmänna råd om lämplig riskanalysmetod kan vara att Transportstyrelsen tar fram information om och ger exempel på metod och genomförande av en transparent riskanalys. Informationen kan publiceras i en vägledning och innebära att vissa överväger metoden och börjar använda den, men information ger inga incitament att gå över till en alternativ metod för riskanalytiker som använder en fungerande metod eller har utvecklat en egen metod med tillhörande programvara. Byggherrar kan möjligtvis ta intryck av informationen och börja ställa krav på val av riskanalysmetod när de beställer riskanalys, men projektörer och kommunens byggnadsnämnd förväntas inte ta till sig information om riskanalysmetod eftersom metodval och genomförande av riskanalys kan anses vara expertkunskap.

5.3 KONSEKVENSER AV FÖRESLAGNA LÖSNINGAR

5.3.1 Basstandard

Basstandard föreslås för tunnlar 100-500 meter som varken har speciell utformning eller förutsättning enligt villkoren i kapitel 3 "Förslag till basstandard". Syftet med den föreslagna basstandard är att den ska ge rekommendationer för säkerhetsåtgärder som ger en tillfredsställande säkerhetsnivå utan krav på verifiering genom samlad bedömning. För att ta hänsyn till att Trafikverkets styrdokument ställer krav på tunnlar från 300 respektive 400 meter har basstandard delats upp för tre olika tunnllängder givet att årsmedeldygnstrafiken (ÅDT) understiger 15 000 fordon per dygn (gräns för ÅDT är 11 250 för tunnlar 400-500 meter). Även om TRVINFRA enbart gäller för statliga vägtunnlar har exempelvis Stockholms stad en teknisk handbok som följer krav i TRVINFRA för att få en anläggning som går att förvalta. Det är troligt att även andra kommuner följer liknande praxis gentemot TRVINFRA, när det gäller utformning för att "slippa" utreda olika detaljkrav.

- 100-299
- 300-400
- 401-500

Tunnelns säkerhetsutrustning

Föreslagen basstandard ställer inte krav på brandgasventilation, men i de fall tunneln förses med miljöventilation ska det säkerställas att den kan nyttjas i händelse av brand. Detta gäller alla basstandardtunnlar 100-500 meter. För tunnlar 100-299 meter tillkommer i basstandard övervakning utöver de krav som finns i TSFS 2019:93 och TRVINFRA-00233. Kravet innebär att det finns övervakning av att tunnelns driftsfunktioner fungerar. Säkerhetsutrustningen i basstandard är densamma för tunnlar från 300-400 meter och 401-500 meter. Anledningen till att dela upp längderna, är att gränsen för ÅDT är lägre för basstandard för tunnlar över 400 meter. Den lägre nivån på ÅDT för de längre tunnelnarna kan motiveras av att det torde ge en likvärdig risknivå med avseende på sannolikheten för olycka. Utöver TSFS 2019:93 och TRVINRA-00233 tillkommer för dessa tunnlar krav på strömförsörjning/reservkraft och skydd för säkerhetsutrustning.

Vid utrymning i intilliggande tunnelrör tillkommer krav på detektionssystem, räddningsrum och trafikledningscentral. Räddningsrum krävs även vid utrymningsväg med trappa.

Utifrån uppdelningen efter tunnllängd redovisas säkerhetsåtgärder för ett nuläge och vad som gäller vid föreslagen basstandard för tre typtunnlar, 250, 350 respektive 450 meter, se tabell nedan.

Skillnaden mellan en tunnel på 350 meter och 450 meter utrustad enligt föreslagen basstandard kommer att vara antalet utrymningsvägar, i övrigt är kraven på säkerhetsåtgärder detsamma. Kravet på utrymningsvägar är att det är minst 200 meter till närmaste utrymningsväg. I 350 meterstunneln kommer en utrymningsväg att behövas utöver tunnelmynningarna och i 450 meterstunneln två utrymningsvägar.

För att avgöra konsekvenserna av basstandard behöver en jämförelse göras med hur tunneln hade utrustats utan föreslagen basstandard, vilket anges som nuläge i tabellen. Eftersom säkerhetsutrustningen kan variera stort i nuläget för de aktuella tunnelnarna är det svårt att veta om utrustningen enbart hade följt kraven i TSFS

(2019:93) och TRVINRA eller om säkerhetsutrustningen hade varit mer ambitiös. Nuläget för tunneln på 250 meter i tabellen redovisar krav enligt TSFS och TRVINRA.

Tabell 7: Riskreducerande åtgärder i nuläge och med basstandard (*kursiverat* krav utöver TSFS/TRVINRA)

	Nuläge	Med föreslagen basstandard
Tunnel 250 meter (ÅDT<15 000)	<p>Kan variera</p> <p>Från krav i TSFS/TRVINRA: Belysning (och reservbelysning), Gångbana, Höjdbegränsningsportal, Strömförsörjning/reservkraft, Vägläddande utrymningsljus, Vägmärken, Dränering/avvattning av vätskor om farligt gods tillåts.</p> <p>:till samtliga åtgärder som anges för tunnel som är 450 m (se nedan).</p>	<p>Belysning (och reservbelysning), Gångbana, Höjdbegränsningsportal, Strömförsörjning/reservkraft, Vägläddande utrymningsljus, Vägmärken, <i>Övervakningssystem</i></p> <p>Dränering/avvattning av vätskor om farligt gods tillåts</p>
Tunnel 350 meter (ÅDT <15 000)		<p>Belysning (och reservbelysning), Gångbana, Höjdbegränsningsportal, Vägläddande utrymningsljus, Vägmärken, <i>Övervakningssystem</i></p> <p>Dränering/avvattning av vätskor om farligt gods tillåts</p>
Tunnel 450 meter (ÅDT<11 250)	<p>Utöver redovisning av basstandard för tunnel 300-500 meter kan exempelvis följande utrustning förekomma:</p> <p>Brandgasventilation, Fast släcksystem, Fler än två utrymningsvägar, Utrymningslarm</p>	<p>Avstängningsmöjligheter Brandteknisk avskiljning mellan tunnelrör Brandvattenförsörjning <i>Detektionssystem (om utrymning sker i intilliggande tunnelrör)</i> Dörrar Hjälptelefon/handbrandsläckare Räddningsrum (beroende på princip för utrymning), Strömförsörjning/reservkraft, <i>Skydd för säkerhetsutrustning</i> <i>Trafikledningscentral (om utrymning sker i intilliggande tunnelrör)</i> Utrymnings-/angreppsväg inom tunneln (200 m), Åtgärder för att förhindra att brandgaser tränger in i intilliggande tunnelrör (om utrymning sker i intilliggande tunnelrör)</p>

De aktörer som berörs av föreslagen basstandard och konsekvenserna för respektive aktör anges i nedanstående punktlista:

- Byggherrar (Trafikverket och större kommuner)
 - Enklare process - större tydlighet i krav och minskade utredningskostnader
 - Kortare projekteringstid (det är dock osäkert om även byggtid påverkas)
 - Basstandarderna kan ge effekter på anläggningsbyggande och kostnader för drift och underhåll av tunnlar
- Kommunens byggnadsnämnd
 - Enklare process
- Samrådsparter
 - Räddningstjänst
- Trafikanter
 - Restidsnyttor uppkommer tidigare
 - Säkerhetsnivå
- Andra grupper
 - Minskat buller
 - Minskad barriär i ytläge där vägen läggs i tunnel
 - Frigörande av mark för ny bebyggelse

Enklare process vid byggande av vägtunnlar

En enklare process vid byggande av vägtunnel förväntas som en effekt av basstandard. Tunnelprojektören behöver inte vänta in resultat från den samlade bedömningen och det blir enklare för kommunens byggnadsnämnd och för räddningstjänsten att verifiera att tunneln har en acceptabel risknivå. Den enklare processen förväntas även leda till en kortare projekteringstid eftersom justeringar sannolikt inte behöver göras i projekteringsfasen. Både enklare process och kortare projekteringstid innebär att tunnelns trafikantnyttor uppkommer tidigare. Förkortningen av processen vid byggande av vägtunnel kan variera stort mellan tunnlar, vilket gör att det inte går att uppskatta hur mycket tid genomförandet kan förkortas.

Kostnaderna minskar sannolikt

Kostnaderna för tunnelbyggande samt drift- och underhåll kan påverkas. För tunnlar som i nuläget skulle ha utrustats med fler säkerhetsåtgärder än kraven i basstandard minskar kostnaderna. Det motsatta gäller tunnlar som annars hade utrustats med färre säkerhetsåtgärder. Exempelvis påverkar antalet utrymningsvägar investeringskostnaderna. Installationer som förbrukar el, exempelvis ventilation och trycksatt brandvatten har betydelse för drifts- och underhållskostnaderna. Om kostnaderna blir högre eller lägre beror på skillnaden i säkerhetsåtgärder för en vägtunnel som anläggs utan regeländring och samma vägtunnel givet regeländringen. Mot bakgrund av att skillnaden är liten mellan basstandard och kraven i TSFS och TRVINFRA, i synnerhet för tunnlar 100-300 meter, torde basstandarderna endast medföra små kostnadsökningar jämfört med dagens krav. Det är mer sannolikt att potentiella "överkrav" som kan ha dykt upp i de samlade bedömningarna som gjorts i nuläget kan utgå eftersom säkerhetsnivån preciseras genom basstandarderna. Det som kan sägas om säkerhetsnivån är att basstandard ger en acceptabel risknivå, vilket för en tunnel med utrustning enbart enligt TSFS och TRVINFRA innebär förbättrad säkerhet.

Tidigareläggning av trafikantnyttor

De trafikantnyttor som tidigareläggs genom en enklare process beror delvis på syftet med tunneln. Tidsvinster kan uppkomma när en tunnel möjliggör en genare vägsträcka. Ett räkneexempel kan användas för att illustrera nyttan av tidigareläggning av tidsvinster på grund av att tunneln kan driftsättas tidigare:

Antag att tidsvinsten per fordon uppgår till 10 sekunder och att årsmedeldygnstrafiken (ÅDT) är 10 000 fordon. Om tidigareläggningen av tunnelns driftsättning handlar om ett år, vinner trafikanterna sammanlagt 10 139 fordonstimmar. I ASEK värderas inbesparingen av en fordonstimme till 206 kronor (Trafikverket 2020, se tabell 7.4). En årlig tidigareläggning skulle värderas till cirka 2,1 miljoner kronor. Om tidigareläggningen är 6 månader värderas nyttan till cirka 1 miljon kronor och om den är 3 månader cirka 0,5 miljoner kronor, osv.

Övriga nyttor

För människor som vistas i närheten av tunneln kan ytterligare nyttor tidigareläggas. Spridning av buller hindras utmed den sträcka där trafiken går i tunneln. En enklare process kan således bidra till en tidigareläggning av nyttoeffekter av minskat buller. Luftföroreningarna kan påverkas, men eftersom en tunnel minskar utsläppen i ytläge samtidigt som koncentrationen blir större vid tunnelmynningarna är det svårt att förutsäga om nettoeffekten är positiv. Befintliga barriärer kan elimineras av tunnlar. Nyttan av att ta bort barriärer uppkommer tidigare om processen kan förkortas, vilket har ett positivt värde. Barriäreffekter är dock svårvärderade eftersom de är beroende av lokalisering. I urbana miljöer kan borttagande av barriärer frigöra mark för ny bebyggelse, vilket tidigarelägger en annan platsberoende positiv nytta.

Sammanfattningsvis bedöms regeländringen innebära att säkerhetsnivån blir mer enhetlig i vägtunnlar utan att det tillkommer kostnadsdrivande åtgärder under byggprocessen. Initialt ökar dock de administrativa kostnaderna för Transportstyrelsen på grund av de ändringar som behöver göras i författningstexter och att berörda aktörer behöver informeras. För övriga aktörer kommer processen som är förknippad med att anlägga en vägtunnel att förenklas och de nyttor som ges av tunneln kommer att tidigareläggas.

5.3.2 Riskanalysmetod

För tunnlar med speciell utformning eller med specifika förutsättningar och som är 100-500 meter behöver det göras en samlad bedömning som redovisas i F/N-diagram. Idag kan de samlade bedömningarna baseras på ett antal olika riskanalysmetoder. Förslaget är att det i allmänna råd skrivs in att samlad bedömning bör genomföras med hjälp av kvantitativ riskanalys (QRA) med händelseträdmetod eller likvärdig analysmetod som har hög grad av transparens.

Förslaget går ut på att underlätta val av riskanalysmetod, standardisera genomförandet och att förbättra transparensen. Förväntad effekt när allmänna råd förs in i Transportstyrelsens föreskrifter (TSFS 2019:93) är att fler riskanalyser kommer att genomföras med QRA-modell baserat på händelseträd. Mot bakgrund av rådet att riskanalys ska göras med en transparent metod, vilket inte nödvändigtvis gäller alternativa metoder, kommer resultaten av riskanalysen att vara enklare att tolka, granska och kommunicera. Vidare bedöms osäkerheten minska om tunnelns säkerhetsnivå.

De aktörer som berörs av riskanalysmetod och effekterna anges i nedanstående punktlista:

- Byggherrar (Trafikverket och större kommuner)
 - Enklare att vara beställare av riskanalys
 - Större transparens genom att det är enklare att granska och kommunicera
- Kommunens byggnadsnämnd
 - Större transparens gör det enklare att tolka resultat
- Samrådspart (räddningstjänst)
 - Större transparens innebär mindre risk för ifrågasättande av analysresultat
- Riskanalysföretag
 - Behov av att anpassa arbetssätt

Förenklade upphandlingar

Upphandlingarna förväntas förenklas för de byggherrar som upphandlar riskanalys genom att de kan specificera riskanalysmetod. Även byggherrens granskning av analysresultaten förväntas bli enklare. Vidare bedöms kommunikationen av resultaten underlättas. Kostnaderna för riskanalys kan dock öka om fler arbetsmoment ingår i genomförandet jämfört med den analysmetod som annars hade valts. Motsatsen kan också gälla, men bedömningen är att kostnaderna för riskanalys snarare ökar än minskar.

Förenklade processer i kommuner

Arbetsprocessen förenklas för kommunens byggnadsnämnd och räddningstjänsten eftersom osäkerheten om tunnelns säkerhetsnivå minskar i och med att resultaten är transparenta. Det torde kunna leda till att processen blir enklare och att risken för utdragna samråd minskar. Projekteringstiden bedöms vara densamma som i nuläget.

Arbetsätt kan behöva anpassas

Företag som genomför riskanalyser för vägtunnlar kan behöva anpassa sitt arbetsätt, vilket kan innebära initiala inlärningskostnader. Marknaden för riskanalyser av vägtunnlar är dock begränsad och det är främst större företag som genomför analyserna. En del företag kan välja att avstå från att satsa på QRA-metod med händelsetråd eftersom uppdragen är få. Om beställarna upplever att det finns fördelar med QRA-metod med händelsetråd kan införande av rekommendation i allmänna råd öka efterfrågan på dessa riskanalyser, vilket kan leda till att fler företag anser det vara värt att anpassa arbetsättet.

Sammanfattningsvis bedöms regeländringen ge positiva effekter genom att riskanalysernas transparens ökar. Ett transparent resultat bidrar till att förenkla verifieringen av acceptabel risknivå i vägtunnlar. Kostnaderna för riskanalys kan komma att öka. För att minska risken för kostnadsökningar kan Transportstyrelsen ta fram en egen felträdsmodell att utgå från. I ett initialt skede ökar dock de administrativa kostnaderna för Transportstyrelsen på grund av de ändringar som behöver göras i författningstext och att berörda aktörer behöver informeras samt eventuella kostnader för att ta fram en allmän felträdsmodell. Initiala kostnader kan även uppkomma för företag som idag inte genomför riskanalys med QRA-metod med händelsetråd. För byggherre och kommuner kommer risken att minska för en utdragen samrådsprocess.

6 DISKUSSION OCH SLUTSATS

Genomfört uppdrag har resulterat i konkreta förslag på basstandard omfattande säkerhetskrav för kortare vägtunnlar 100-500 m. Dessa krav kan användas i föreskriften för att ge en förenklad projekteringsmetod utan behov av att göra en samlad bedömning. Den föreslagna basstandarderna är endast avsedda att tillämpas för tunnlar som inte kännetecknas av de speciella förutsättningar och speciella utformningar som omnämns i kapitel 2 och 3 och dessa bör därför tydligt framgå i föreskriften. Vissa av dessa speciella förutsättningar och speciella utformningar bör dock preciseras närmare innan de kan inarbetas i föreskriften, se förslag till fortsatt arbete här nedan.

Sammanfattningsvis bedöms basstandard ge positiva effekter på den acceptabla risknivån i vägtunnlar 100-500 meter utan att det leder till kostnadsdrivande åtgärder. I ett initialt skede ökar dock de administrativa kostnaderna för Transportstyrelsen på grund av de ändringar som behöver göras i författningstext och att berörda aktörer behöver informeras. För övriga aktörer kommer processen som är förknippad med att anlägga en kort vägtunnel att förenklas och de nyttor som ges av tunneln förväntas tidigareläggas.

Att genomföra en riskbedömning för en vägtunnel är i många avseende komplicerat. Den nu gällande föreskriften TSFS 2019:93 ger begränsat stöd i hur en riskbedömning ska genomföras och vilken kravställning som ska följas. Det finns inga färdiga riskbedömningsmetoder för vägtunnlar. Den rekommendation som här ges är att TSFS 2019:93 revideras och att denna pekar mot en metod som har en hög grad av transparens och där resultatet kan redovisas i ett F/N-diagram. Identifierad riskbedömningsmetod som rekommenderas är QRA, kvantitativ riskanalys, med händelseträdsmetodik. För att få en mer enhetlig struktur på hur vägtunnlar dimensioneras föreslås att den struktur som Boverket ger i BBRAD används som grund för att ta fram anpassade krav på vägtunnlar vid dimensionering av olyckor som leder till brand. Det kommer dock krävas att de förslag på fortsatt arbete som anges nedan genomförs.

Genom att rekommendera (ställa krav på) att riskanalysen genomförs med QRA-modell baserat på händelseträd underlättas val av metod och ökar jämförbarheten mellan tunnlar. Regeländringen bedöms ge positiva effekter genom att riskanalysernas transparens ökar. Ett transparent resultat bidrar till att förenkla verifieringen av acceptabel risknivå i vägtunnlar. I ett initialt skede ökar dock de administrativa kostnaderna för Transportstyrelsen på grund av de ändringar som behöver göras i författningstext och att berörda aktörer behöver informeras. Initiala kostnader kan även uppkomma för företag som idag inte genomför riskanalys med QRA-metod med händelseträd. För byggherre och kommuner kommer risken att minska för en utdragen samrådsprocess.

6.1 FÖRSLAG PÅ FORTSATT ARBETE

Förslag på fortsatt arbete har delats upp på rapportens två olika delar, Basstandard och Riskanalysmetod. Till viss del går dessa två delar in i varandra varpå det då förtydligas under respektive punkt.

Riskanalysmetod:

Kravställning av detektionssystem: Det finns i dagsläget ingen vedertagen standard för brandlarmsystem/detektionssystem i vägtunnlar. Att krävställa detektionssystem för en vägtunnel samt att få ett fullgott underhåll över tid är en grannliga uppgift. Kravställningen för ett detektionssystem ska utgå från en nivå i brandens tidiga skede och innan branden tillväxer då tidsmarginalerna minskar snabbt för att t ex starta utrymningslarm, stänga tunneln etc. Kravställningen för detektionssystem i vägtunnlar måste därtill kopplas till de förhållanden som råder i tunnlar, t ex höga ventilationshastigheter från impulsfläktar. Det rekommenderas att transportstyrelsen krävställer ett funktionskrav för detektionssystem likt kravställningen i BBR för automatiskt brandlarm. Utifrån denna kravställning kan sedan en standard tas fram av t ex ett testinstitut eller annan part.

Kö/ trafikstockning: För att kunna utreda vilket riskbidrag köer/trafikstockningar har på risknivån i en tunnel behöver kriterier för kö/trafikstockning definieras samt att det inom projekt utgör en del av riskbedömningen för en i vägtunnlar. Det behövs därför införas tydliga krav i TSFS 2019:93 där även kriterier för kö presenteras. Se även kap 2.3. Behöver också utredas med avseende på Basstandard.

Dimensioneringskrav med avseende på brand- och utrymningsscenarioer: Det föreligger behov av att ta fram och fastställa allmänna råd avseende:

- dimensionerande bränder,
- Ingående parametrar i brandförlopp
- utrymningsförloppets ingående delar (förutsättningar hos utrymmande, varseblivningstid, förberedelsetid),
- acceptanskriterier för exponering vid utrymning.

Som underlag för detta bedöms BBRAD kunna utgöra en grund med avseende på struktur. Se även kap 4.

Bärförmåga vid brand och dynamisk last: De krav som ställs på vägtunnlar och överdäckningar bedöms som goda för att täcka utrymnings- och insatsförhållanden kopplade till risk för ras i händelse av brand. Överdäckningar utgör en speciell förutsättning som har ett detaljkrav i TSFS kap 3 § 10. Det är oklart om bärförmågan behöver utredas och verifieras mer pga. speciell förutsättning avseende brand. Konsekvenser för tredje man bör omhändertas inom ramen för planärenden i MKB för personer som vistas ovan en överdäckning medan konsekvenserna för ras i tunneln tas i riskbedömningen för tunneln. TSFS 2019:93 innehåller ingen kravnivå för dynamisk last för bärande huvudsystem i betong/stål eller för bergtunnlar. Det bör fastslås i TSFS 2019:93 att dynamisk explosionslast ska utgöra en del av den samlade bedömningen. TRVINFRA-00233 kravnivå på dynamisk explosionslast, K44159, bör kunna utgöra en grund för kravställning i TSFS 2019:93. Om transporter med farligt gods inte tillåts i en överdäckning bör en acceptabel nivå för bärförmågan vid brand och explosion kunna vara en kravnivå för brand respektive explosion. Behöver också utredas med avseende på Basstandard.

Basstandard:

Tekniska byten: Vid mindre avvikelser från basstandard skulle föreskriften kunna uppfyllas via att tekniska byten tillåts utan att en samlad bedömning genomförs. Det behöver utredas vad som skulle kunna vara acceptabla tekniska byten utan att genomföra en samlad bedömning.

Tillåta farligt gods i kortare tunnlar: För kortare tunnlar bör farligt gods transporter kunna accepteras om kö ej förekommer utan att samlad bedömning genomförs. Detta med avseende på att trafiken framför olyckan avvecklas ur tunneln samt att konsekvenserna för de personer som är i direkt närområde till olyckan uppströms olycksplatsen har god överblick av olyckan. Farligt gods-olycka på en väg i det fria skulle också kunna ge likande konsekvenser. Att tillåta farligt gods-transporter i kortare tunnlar ligger i linje med hur flera kortare tunnlar är utförda t ex tunnlar vid Tensta och Hjulsta (E18). För att helt kunna avgöra påverkan av transporter med farligt gods i kortare tunnlar bör en riskbedömning göras för en kortare basstandard tunnel.

7 REFERENSER

- 2004/54/EG. (2004). *Europaparlamentets och rådets direktiv 2004/54/EG av den 29 april 2004 om minimikrav för säkerhet i tunnlar som ingår i det transeuropeiska vägnätet.*
- Boverket. (2005). *Risikanalyismetoder - Delprojekt 2.2, bilaga till regeringsuppdrag, Personsäkerhet i tunnlar.* Karlskrona: Boverket.
- Fridolf, K., & Frantzich, H. (2014). *Delrapport: Test av väglednade system i en tunnel.* Lund: Lund University.
- IEC. (1995). International Standard 60300-3-9. *Dependability management - Part 3: Application guide - Section 9: Risk analysis of technological systems.* Geneva: International Electrotechnical Commission.
- ISO. (2002). Risk management - Vocabulary . *Guidelines for use in standards, Guide 73.* Geneva: International Organization for Standardization.
- Matstoms, P. (2004). *Om utformning av V/D-funktioner för tätort.* Stockholm: Vägverket.
- Trafikverket. (2014). *Personsäkerhet i vägtunnlar förslag till mål.* Trafikverkets publ.nr: 2014:124.
- Trafikverket. (den 05 04 2022). *Så sköter vi broar och tunnlar.* Hämtat från Trafikverket:
<https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/underhall/sa-skoter-vi-broar-och-tunnlar/>
- Transportstyrelsen. (2016). *Säkerhetsmål för trafikanter i vägtunnlar, järnvägstunnlar och tunnelbana.*
- Vedin, P. (2015). *Definition av kö.* Transportstyrelsen.

VI ÄR WSP

WSP är en av världens ledande rådgivare och konsultbolag inom samhällsutveckling. Med cirka 55 000 medarbetare i över 40 länder samlar vi experter inom analys och teknik, för att framtidssäkra världen.

Tillsammans med våra kunder tar vi fram innovativa lösningar för en mänsklig, trygg och välfungerande morgondag. Vi planerar, projekterar, designar och projektleder olika uppdrag inom transport och infrastruktur, fastigheter och byggnader, hållbarhet och miljö, energi och industri samt urban utveckling. Så tar vi ansvar för framtiden.

wsp.com

WSP Sverige AB

121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7

T: +46 10-722 50 00
Org nr: 556057-4880
wsp.com



BILAGA 1 – SAMMANFATTANDE TABELL ÖVER DE FÖRESLAGNA GRUNDLÄGGANDE SÄKERHETSKRAVEN FÖR TUNNLAR MELLAN 100-500

Delområde	Hänvisning till föreskrift i TSFS 2019:93	Hänvisning till krav i TRVINFRA-00233	100-299 meter	300-399 m	400-500 m
Bärförmåga	10 §, 11 §	K43590, K73619, K70256, K44152	HC 60	HC 60	HC 60
Brandteknisk avskiljning mellan tunnelrör	12§	K43588	Nej	Ja. EI 60.	Ja. EI 60.
Dörrar	13 §, 29 §	K43589	Nej	Ja. Dörr utförs i brandteknisk klass EI 60-C (om två dörrar i följd skiljer tunnelrören åt utförs dessa i brandteknisk klass EI 30-C). Dörrar från tunnelröret till en utrymningsväg ska vara lätt öppningsbara och ska öppnas i utrymningsriktningen.	Ja. Dörrar utförs i brandteknisk klass EI 60-C (om två dörrar i följd skiljer tunnelrören åt utförs dessa i brandteknisk klass EI 30-C). Dörrar från tunnelröret till en utrymningsväg ska vara lätt öppningsbara och ska öppnas i utrymningsriktningen.
Ventilation	14-20 §§	K43559	Ja/Nej. Om behov av miljöventilation finns ska systemet även kunna nyttjas som brandgasventilation.	Ja/Nej. Om behov av miljöventilation finns ska systemet även kunna nyttjas som brandgasventilation.	Ja/Nej. Om behov av miljöventilation finns ska systemet även kunna nyttjas som brandgasventilation.

Delområde	Hänvisning till föreskrift i TSFS 2019:93	Hänvisning till krav i TRVINFRA-00233	100-299 meter	300-399 m	400-500 m
Dränering/avvattning farligt gods	21 §	K44401	Nej	Nej	Nej
Hjälptelefon/handbrandsläckare	22 §	K43559	Nej	Ja	Ja
Utrymnings-/angreppsväg inom tunneln	23-24 §	K158725	Nej	Ja. Minst en utrymningsväg inom tunneln.	Ja. Minst två stycken utrymningsvägar inom tunneln.
Räddningsrum, kompletterande åtgärder för att underlätta för personer med nedsatt rörlighet	25 §, 27 §	K43648	Nej	Ja/Nej. Beroende på princip för utrymning. Krävs endast om utrymning sker via trappa.	Ja/Nej. Beroende på princip för utrymning. Krävs endast om utrymning sker via trappa.
Gångbana	28 §	-	Ja	Ja	Ja
Passagemått	26 §	K43661	N/A	0,8 m	0,8 m
Belysning	32 §	K44319	Ja	Ja	Ja
Reservbelysning	33 §	-	Nej	Ja	Ja
Vägledande utrymningsljus	34 §	-	Ja	Ja	Ja
Fast släcksystem	36 §	-	Nej	Nej	Nej
Vägmärken	37-38 §, se även TSFS 2019:74	-	Ja/Nej. Endast om det föreligger dörrar till annat utrymme inom tunneln.	Ja	Ja
Övervakningssystem	39-42 §	K43565	Nej	Ja	Ja
Trafikledningscentral	39-42 §	K44293	Nej	Ja	Ja

Delområde	Hänvisning till föreskrift i TSFS 2019:93	Hänvisning till krav i TRVINFRA-00233	100-299 meter	300-399 m	400-500 m
Brandvattenförsörjning	35 §	K43559	Nej	Ja	Ja
Avstängningsmöjligheter	43-46 §	K43559	Nej	Ja	Ja
Kommunikationssystem	47-48 §	K43664	Nej	Nej	Nej
Strömförsörjning och elkretsar	49-50 §	K44323, K44325	Ja	Ja	Ja
Skydd för säkerhetsutrustning	51 §	K44329	Ja	Ja	Ja
Höjdbegränsningsportal	-	K43562	Ja	Ja	Ja
Åtgärder för att förhindra att brandgaser tränger in i intilliggande tunnelrör	18 §	K43622	Nej	Ja	Ja