

8 Sträckning, utformning och tekniska system

8.1 Övergripande sträckning och utformning

Förbifart Stockholm utgörs av en sexfältig motorväg som ska binda samman regionens norra och södra delar. Trafikleden går från Kungens kurva i söder till Häggvik i norr och är knappt 21 km lång, se figur 8.2. Huvuddelen är förlagd i tunnel; en huvudtunnel under Mäläröarna på 16,5 km och en nästan 1,8 km lång huvudtunnel under Järvafältet. Långa sträckor går tunneln 60-80 meter under mark, se figur 8.3. En motorvägstunnel med Förbifart Stockholms längd och trafikmängd är unikt, såväl i Sverige som internationellt.

Förbifart Stockholm kommer att utgöra sträckning för E4 förbi Stockholm och ingå, tillsammans med Norrortsleden och Södertörnsleden, i en kringfartsled "Yttre tvärleden", som går från Ny-näshamn i söder till Norrtälje i norr.

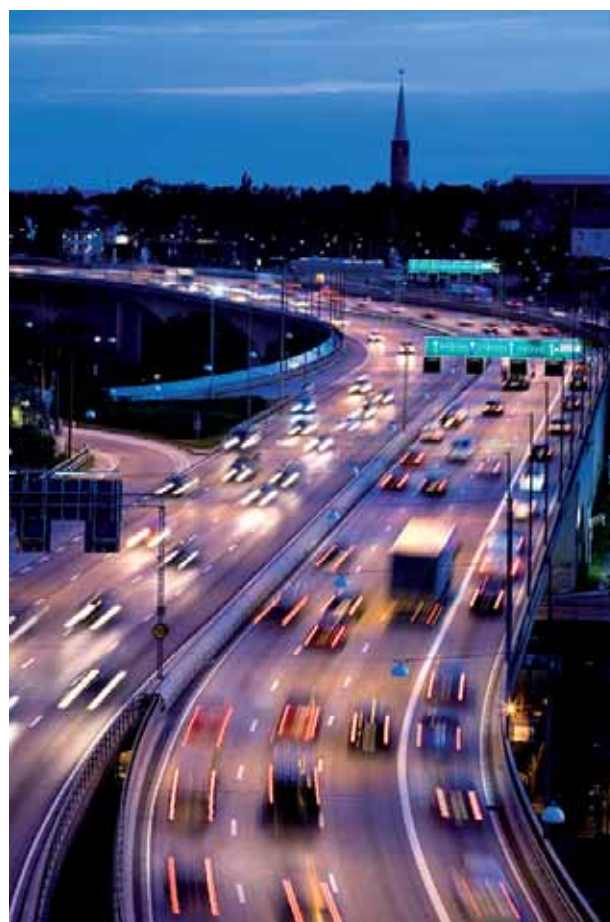
Förbifart Stockholm skapar förutsättningar för en flerkärnig region och binder samman de regionala stadskärnorna Kungens kurva/Skärholmen, Jakobsberg/Barkarby och Kista/Sollentuna/Häggvik. Leden bidrar också till att långsiktigt lösa Ekerös brist på väginfrastruktur mot Stockholm.

Genom Förbifart Stockholm avlastas de inre delarna av regionen från trafik och trycket på Essingeleden minskar. Genom att stora delar av trafikleden läggs i tunnel minskar dess miljöpåverkan kraftigt jämfört med om den byggs i ytläge.

Förbifart Stockholms tunnlar har separata tunnelrör med tre körfält i vardera riktningen. Den dimensioneras för en hastighet på 90 km/tim. Tunnelarna ventileras dels genom att fordonen fungerar som "kolvar" som pressar luften framåt, dels med impulsfläktar. Tunnelluften ventileras bort och ersätts med uteluft vid s.k. luftutbytesstationer. Vid de mest belastade tunnelutfarterna förs den förorenade tunnelluften bort via frånluftsstationer. Tunnelarna försörjs med el via två mottagningsstationer, en i Vinsta och en i Kungens kurva.

Säkerhetssystemet i tunnelarna har utvecklats från det koncept som används för Södra och Norra länken. Skulle en olycka inträffa i ett tunnelrör kan trafikanter ta sig till det motsatta tunnelröret via utrymningsvägar. Se vidare kapitel 10 *Tunnelsäkerhet*.

Vägdagvatten från de ytförlagda delarna av leden tas om hand på konventionellt sätt och renas i dagvattendammar innan det släpps till recipient eller ledning. Vatten från huvudtunnel under Mäläröarnas tunnelarna, pumpas till en VA-station (vatten- och avloppsstation) vid Kungens kurva där det renas. Inläckande grundvatten till tunnelarna, s.k. dränvatten, tas om hand separat, men leds inledningsvis till VA-station. När detta dränvatten är tillräckligt rent kan det om så önskas ledas t.ex. till



Figur 8.1 Essingeleden i Stockholm.



Figur 8.2 Utbyggnadsalternativet. I kapitlen 16-21 redovisas delsträckorna mer detaljerat.

Anslutningar till övrigt vägnät finns vid:

Kungens kurva till E20 norrut och E4/E20 söderut,

ny trafikplats vid Kungens kurva med koppling till lokalvägnätet i Kungens kurva och Skärholmen,

trafikplats Lovö till väg 261, Ekerövägen,

trafikplats Vinsta till väg 275, Bergslagsvägen,

trafikplats Hjulsta till E18 och väg 275, Bergslagsvägen,

trafikplats Akalla till Hanstavägen,

trafikplats Häggvik till E4 norrut och väg 265, Norrortsleden.

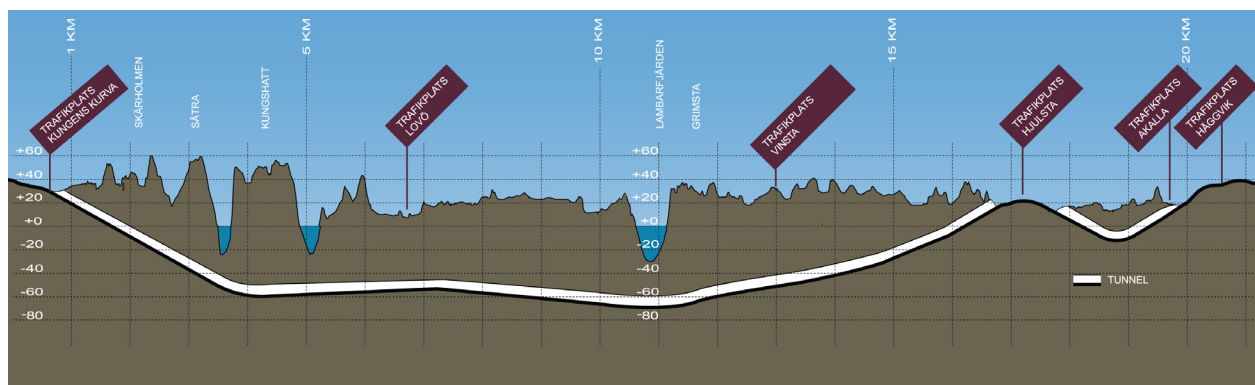
vattendrag som har dålig vattenföring. Vatten från huvudtunnel under Järvafältet renas i en separat VA-anläggning.

Förbifart Stockholm får ett kontrollsystem för övervakning och trafikstyrning. Via systemet erhålls information som används som underlag för beslut om trafikomläggningar och för att informera trafikanter vid störningar i trafiken. Systemet ger också möjlighet till att styra trafiken på ytan så att man undviker köbildning i tunnelsystemet. Om man befärs köbildning i en tunnel kommer trafikanter att genom informationstavlor och på annat sätt styras t.ex. till alternativa vägar.

Förbifart Stockholm börjar söder om *trafikplats Lindvreten*. Förbifart Stockholm kommer att ligga i mitten av dagens E4/E20. Den passerar trafikplats Lindvreten och en ny *trafikplats vid Kungens kurva* strax söder om Heron City. Båda trafikplatserna kommer att vara överliggande cirkulationsplatser. Från den nya trafikplatsen sänker sig Förbifart Stockholm för att i höjd med Ikea gå ner i tunnel. Tunneln går under Sätmaskogen och Kungshatt mot Lovö.

På Lovö anläggs en *trafikplats Lovö* som ansluter med ramper i tunnlar till Ekerövägen, väg 261. Anslutningen sker med två cirkulationsplatser, vid Tillflykten respektive vid Edeby. Tunneln passerar vidare under Lambarfjärden och Grimstaskogen för att vid *trafikplats Vinsta* ansluta via ramptunnlar till Bergslagsvägen. Huvudtunneln mynnar strax söder om Mäljarbanan och går på bro över järnvägen, Spångaån/Bällstaån och *trafikplats Hjulsta*. Vid trafikplats Hjulsta byggs anslutningar till E18.

Från trafikplats Hjulsta sänker sig Förbifart Stockholm för att i höjd med Hästa klack åter övergå i tunnel som passerar under Järvafältet och Igelbäcken. Vid *trafikplats Akalla* kommer leden upp i dagen. Där finns en anslutning till Hanstavägen. Slutligen går leden utmed Hanstareservatet fram till *trafikplats Häggvik* där den ansluter till nuvarande E4 och Norrortsleden, väg 265.



Figur 8.3 Större delen av Förbifart Stockholm går i tunnel. Tunnelarna till trafikplatserna som ansluter till ytvägnätet saknas i profilden.

Tunnelsträckningsalternativ och trafikplatslösningar som studerats under arbetsplanearbetet redovisas under respektive geografiskt avsnitt, kapitel 16-21.

8.2 Tekniska system

Nya motorvägar med tunnlar behöver, för sin funktion och för att minimera omgivningspåverkan, förses med en rad tekniska system. Dessa garanterar bland annat säkerheten i tunnelarna och gör att gällande miljölågstiftning följs. De delar av de tekniska systemen som har inverkan på projektets miljökonsekvenser beskrivs nedan.

Mer om nedanstående anläggningar finns beskrivet under respektive geografisk delsträcka i kapitel 16-21.

VA-anläggning

Tunnelarna ska innehålla vattenledningar för släckvatten och spolvatten, separata ledningssystem för dränvatten respektive tunnelavloppsvatten, och katastrofskydd för uppsamling av förorenade vätskor vid olyckor. En VA-station för huvudtunnel under Mäläröarna planeras ovan mark för rening av tunnelavloppsvatten. För huvudtunnel under Järvafältet planeras rening av tunnelavloppsvatten ske i anläggning inne i tunneln.

Dagvattendammar

I anslutning till trafikplatser och vägytor ovan mark avleds vägdagvatten via dagvattendammar och diken. I dagvattendammarna sker sedimentering och oljefällor förhindrar att flytande föroreningar förs vidare mot recipienten. Efter en dagvattendamm avleds vattnet via diken, ledningar eller dagvattentunnlar till recipient eller ledning. För att förhindra spridning av utsläpp vid olyckor förses samtliga anläggningar med haveriskydd.

Bullerskydd

Bullerskyddsåtgärder utförs vid behov där den nya vägen går i ytläge. Beroende på plats utförs buller-

skydden som vall eller som skärm. Fasadåtgärder blir aktuella för att klara inomhusnivåer vid de mest utsatta bostäderna.

Skydd mot värmestrålning vid brand

Värmestrålningsskydd utförs på vissa sträckor för att skydda bakomvarande verksamhet från den värme som utvecklas vid en eventuell brand på vägbanan t.ex. från en bensinbrand. Ofta sammanfaller behovet av dessa med bullerskydd och då samordnas funktionerna.

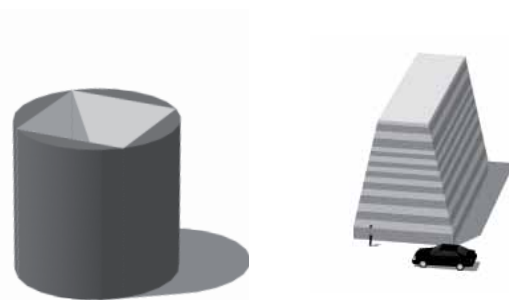
Ventilationssystem

Luftutbytesstationer

I motorvägstunnlar behövs ventilationssystem för att upprätthålla god luftkvalitet och sikt. Ventilationssystemet behövs även för att föra bort rök och heta brandgaser i händelse av brand.

Arbetsplanen redovisar ett longitudinellt ventilationssystem i vilket luften tas in vid påfarterna. Eftersom tunnelsystemet är långt kommer det även att behövas ett antal luftutbytesstationer. Dessa består på ytan av tilluftsintag som kan utformas som ett hus med galleryyta på cirka 200 m² och frånluftstorn som ventilerar ut tunnelluften. Frånluftstornen är 10-15 meter höga och har en area på cirka 100 m². En volymstudie visas i figur 8.5.

Luftutbytesstationer planeras på tre platser längs sträckan. Grunden för lokaliseringen av luftutbytesstationerna är att de ska vara jämt fördelade



Figur 8.5 Volymstudie av luftutbytesstationens ytdelar i proportion till en människa och en bil. Till vänster frånluftstorn och till höger tilluftsanläggning.

längs sträckan för att vädra ut luftföroreningarna så effektivt som möjligt. Efter att ungefärliga lägen definierats utifrån tunnelluftsynpunkt har markytans värden beaktats vid exakt val av plats, dvs. i möjligaste mån har boendemiljöer och värdefulla natur- och kulturmiljöer undvikits.

Frånluftsstationer

Före vissa tunneldrifter behöver delar av tunnelluften ventileras bort för att minska halten av föroreningar utanför mynningarna. Detta sker genom frånluftstorn. Anläggningarna behöver vara cirka 10 meter höga och ha en tvärsnittsarea på cirka 85 m², fördelat på två till tre torn med en diameter på cirka 6-7 meter. En mindre anläggning har en tvärsnittsarea på cirka 30 m² och en diameter på cirka 6 meter. Tornen placeras så nära tunneldriften som möjligt för att ha bästa effekt. Detaljutformningen sker i bygghandlings-skedet, men de ska anpassas till befintlig bebyggelse och miljö, se exempel i figur 8.6. I gestaltungsprogrammet, som presenteras tillsammans med arbetsplanen visas några olika principer och exempel.

Rökgasevakuering

Vid brand i tunneln ventileras rökgaser ut via frånluftstornen vid luftutbytesstationerna. På grund av att avståndet mellan dessa är relativt stort behövs det av säkerhetsskäl ett särskilt rökgasschakt vid Sättra varv. På ytan utgörs detta av en öppning några meter ovan mark med en tvärsnittsytta av cirka 20-30 m². Övriga tekniska system för tunnelsäkerhet, exempelvis fast släcksystem beskrivs i kapitel 10 *Tunnelsäkerhet*.

Friskluftintag till eldriftsutrymmen

Eldriftutrymmen för tunneldriften (ELDU) behövs längs med huvudtunneln med ett intervall på 1500-2000 meter. Dessa utrymmen måste förses med friskluft. Schakt för detta borrar ovanifrån. Diametern på hålen är cirka 1,5 meter. Luften tas in genom galler i en byggnad på cirka 3x3 meter. Eldriftutrymmet är en egen brandcell och skild från vägtunneln. För hela Förbifart Stockholm kommer cirka 16 friskluftintag till eldriftutrymmen att behövas.



Figur 8.6 Exempel på frånluftstorn vid tunneldrift till höger om Södra Länken i Stockholm.

Mottagningsstationer

Två mottagningsstationer försörjer tunnlarna med den el som behövs för driften av de tekniska systemen (belysning, fläktar etc.) En mottagningsstations storlek motsvarar en större villa i två plan. Strömmen till mottagningsstationerna kommer via markförlagd kabel.

8.3 Utredda men ej rekommenderade åtgärdsförslag

I arbetsplaneskedet har olika ventilationssystem för tunnlar studerats. Förutom longitudinell ventilation vilket är det system som arbetsplanen redovisar finns naturlig ventilation där luftflödet uppstår på grund av fordonens kolvverkan, samt transversell och semi-transversell ventilation.

Transversell och semi-transversell ventilation blåser in luft vinkelrätt gentemot trafikriktningen. I transversell ventilation tas luften ut på motsatta sidan och i semi-transversell ventilation tas luften ut

genom tunnelns öppningar. Dessa system har två respektive en kanal längs hela tunnelsträckan vilket innebär att mycket mer berg behöver sprängas ut än med ett longitudinellt system.

Vid normaldrift behöver longitudinell ventilation mindre energi än transversell eller semi-transversell ventilation eftersom den använder sig av den befintliga naturliga ventilationen i längsled. Utredningen visade att ett longitudinellt system erfordrar cirka 40–75 procent lägre installerad effekt än ett semi-transversellt och transversellt system. Installerad effekt indikerar energianvändningen och investeringskostnaden för systemen.



Figur 8.7 Exempel på mottagningsstation vid Södra Länken.

9 Kollektivtrafik, trafiksäkerhet och omledningsvägnet

9.1 Kollektivtrafik på Förbifart Stockholm

Förbifart Stockholm är en motorväg som planeras för bilar, bussar och lastbilar. Den ger möjligheter för ny busstrafik i relationer som idag inte är speciellt bra ur kollektivtrafikperspektiv. Förbifart Stockholm ansluter till tunnelbanan vid Skärholmen och vid Vinsta. Från Skärholmsvägen planeras särskilda ramper för busstrafik så att bussar från Skärholmens bussterminal snabbt kan ta sig ned på Förbifart Stockholm. Vid trafikplats Vinsta redovisas separata kollektivtrafikkörfält mellan cirkulationsplatserna för att förbättra framkomligheten för kollektivtrafiken. På övriga trafikplatser har projektet utrett hur bussarna ska åka för att snabbt släppa av och sedan snabbt komma ner till tunneln för att optimera lokaliseringen av busshållplatserna. I Vinsta anläggs busskörfält på Bergslagsvägen mellan cirkulationsplatserna/tunnelmynningarna för att underlätta för busstrafik som trafikerar Förbifart Stockholm.

Ungefär 10-15 000 resenärer per dag beräknas komma att använda sig av Förbifart Stockholms busstrafik. Det kan jämföras med de cirka 170 000 bilresenärer som förväntas trafikera leden varje dygn (140 000 fordon/dygn, genomsnitt 1,2 personer/bil). Det ger en kollektivtrafikandel på 6-9 procent. I en jämförelse med motorvägarna i Storstockholm har E18 i nordost cirka 20 000 bussresenärer, E18 i nordväst inga då detta behov täcks av pendeltåg och E4 i norr cirka 15 000 bussresenärer.

En av de viktigaste orsakerna till att Förbifart Stockholm beräknas få en måttlig andel kollektivtrafikresenärer bedöms vara att nuvarande spårtrafik går snabbt genom Stockholm. Detta gör att det i många relationer fortfarande kommer att vara mer attraktivt för kollektivtrafikresenärer att åka pendeltåg eller tunnelbana genom centrala Stockholm för att nå t.ex. Kista, även efter att Förbifarten är byggd. Genom projekt som Citybanan förstärks också resenärskapaciteten för kollektivtrafiken i dessa relationer.



Figur 9.1 Förbifart Stockholm knyter samman flera kollektiva färdmedel inom en idag splittrad region.

E4 Förbifart Stockholm är dessutom primärt en trafikled som är planerad för biltrafik. Att kombinera en led för biltrafik med bra kollektivtrafiklösningar är svårt. Förbifarten är till för att avlasta befintligt vägnät och inte ansluta till tätbebyggda områden. Detta gör att kollektivtrafiken på leden inte alltid kommer tillräckligt nära områden med många bostäder och arbetsplatser. Det är dock viktigt att påpeka att Förbifart Stockholm är del i ett system av infrastruktur och dess påverkan på trafiken i det lokala vägnätet samt på Essingeleden kan öppna upp för flera intressanta alternativa vägar för kollektivtrafiken.

Vid Hjulsta passerar Förbifart Stockholm mellan Hjulsta tunnelbanestation och Barkarby pendeltågsstation. Trafikverket och SL har utrett möjligheten att skapa en bytespunkt mellan bussar på Förbifart Stockholm och tunnelbanans blå linje vid Hjulsta. Antalet resenärer vid den nya bytespunkten bedömdes dock till år 2030 bli betydligt färre än de 4500 resenärer per dag som krävs för att anlägga en ny stationsentré enligt SL:s riktlinjer. Ingen bytespunkt är därför planerad i dagsläget. En förutsättning för att skapa attraktiv kollektivtrafik på och i anslutning till Förbifart Stockholm i detta område är därför ett väl fungerande lokalvägnät med god framkomlighet för kollektivtrafiken.

I Akalla och Häggvik är det långt mellan Förbifart Stockholms ramper och kollektivtrafikens bytespunkter. Det medför att bussarna behöver ta tidskrävande omvägar på ytvägnätet eller att resenärer behöver göra flera byten för att nå målpunkterna. En förutsättning för att skapa attraktiv kollektivtrafik på och i anslutning till Förbifart Stockholm i dessa områden är därför ett väl fungerande lokalvägnät med god framkomlighet för kollektivtrafiken.

Trafikverket och SL arbetar aktivt tillsammans med berörda kommuner för att öka attraktiviteten för kollektivtrafiken på och i anslutning till Förbifart Stockholm. Framkomlighetsåtgärder i angränsande vägnät är en viktig fråga som utreds

vidare. Andra frågor som SL och Trafikverket har för avsikt att studera vidare är bland annat att vid Förbifart Stockholms öppnande avsätta kollektivtrafikkörfält på Essingeleden.

Trafikering och anslutning till omgivande kollektivtrafik

Storstockholms lokaltrafik, SL, har låtit göra en översiktlig studie av hur Förbifart Stockholm kommer att påverka länets kollektivtrafik. Förbifart Stockholm korsar ett flertal av de radiella spårtrafiksystemen som går in mot centrala Stockholm. Den passerar tunnelbanans röda linje i Skärholmen, grön linje i Johannelund och i närheten av blå linje i Hjulsta och Akalla samt i närheten av pendeltågsstationerna Barkarby och Häggvik. Möjligheten att upprätta en snabb genomgående busstrafik som knyter samman de radiella tunnelbane- och pendeltågsgrenarna bedöms dock som begränsade på grund av trafikplatsernas läge. I stället har SL bedömt att kollektivtrafik med direktbussar mellan målpunkter vara ett bättre alternativ.

Vid Skärholmen ligger busstationen nära tunnelbanestationen och här byggs särskilda ramptunnlar för att bussarna från bussterminalen snabbt ska nå Förbifart Stockholm.

Under högttrafik planerar SL för direktlinjer från Ekerö centrum både norrut och söderut på Förbifart Stockholm. Vid trafikplats Lovö kommer busshållplatser att byggas ut så att under lågtrafik man kan byta mellan lokalbuss på Ekerövägen och genomgående bussar på Förbifart Stockholm.

Två busshållplatser planeras vid trafikplats Vinsta, på promenadavstånd till Johannelunds tunnelbanestation. Passagerare på bussar som går på Förbifart Stockholm kan byta till tunnelbanan vid trafikplatsen.

Tunnlarna för Hjulsta tunnelbanestation ligger snett under trafikplats Hjulsta. I framtiden kommer det vara möjligt att bygga en hållplats för kol-

lektivtrafikresenärer på Förbifart Stockholm och ordna en anslutning med t.ex. hiss till en ombyggd tunnelbanestation Hjulsta.

Vid övriga trafikplatser planeras det inte för några särskilda åtgärder för kollektivtrafiken. Det medför bland annat att bussar kommer att gå i blandtrafik med övriga fordon. Trafikplatsernas utformning och kapacitet ska dock vara så väl tilltagen att köer inte ska behöva bildas på av- och påfartsramper nere i tunnlarna.

SL har deltagit i samråden rörande arbetsplanen för att bevaka att SLs planer kan samordnas med vägutbyggnaden. De arbetar även med fördjupade studier för att anpassa den framtida trafiken på Förbifart Stockholm. Målet är att se till att busstrafiken på leden är snabb och bekväm så att den attraherar fler resenärer. Både Trafikverket och SL arbetar för särskild signalprioritering för bussarna vid Förbifartens påfarter för att undvika att bussarna fastnar i köer.

Enligt en beräkning av Trivektor kommer det att ta 25 minuter längre tid att åka buss på Förbifart Stockholm, från Kungens kurva till Häggvik, jämfört med att åka bil samma sträcka. Detta gäller för bussar som kör av för att nå hållplatser vid alla trafikplatser. I rusningstrafik planeras för direktbussar från olika knutpunkter och då är tidsskillnaden mellan att åka buss och bil mindre. Jämfört med nollalternativet bedöms busstrafiken fungera bättre på vissa sträckor, bland annat får innerstaden och Essingeleden mindre trafik än i nollalternativet vilket innebär att bussarna kommer fram fortare på dessa sträckor.

Förslag på ytterligare åtgärder

Om andelen kollektivtrafik ökar på Förbifart Stockholm kan ett av de tre körfälten i vardera riktning reserveras som kollektivtrafikkörfält för att underlätta framkomligheten för bussar. Det är dock inget som regleras i arbetsplanen utan en åtgärd som kan genomföras senare.

Möjligheten att skapa ett så kallat BRT-system (Bus Rapid Transit) med hög turtäthet bör utredas. En faktor som kan öka attraktiviteten för kollektivtrafik på Förbifart Stockholm är en teknisk utveckling som medför snabbare, bekvämare och fräschare bussar.

Utredning bör bland annat titta på hur Förbifart Stockholm kan få bättre och snabbare anslutningar till närliggande regionala kärnor och till närliggande kollektivtrafikknutpunkter, dvs. till Vällingby, Barkarby/Hjulsta, Akalla och Häggvik.

9.2 Trafiksäkerhet

Biltrafik

Den vanligaste olyckstypen på en motorväg är singelyckor följt av upphinnandelyckor. De står tillsammans för 80 procent av inträffade olyckor.

Statistik från andra länder visar på att just utanför tunnelmynningen sker fler olyckor än inne i tunneln. Det kan bero på de ibland stora skillnaderna i väglag och på skillnader i ljusintensitet mellan tunnelmiljön och utemiljön. För att minska risken för olyckor ska vägen i anslutning till tunnelmynningarna utformas på ett sätt som i möjligaste mån undviker körfältsbyten. Skyltning inne i tunnlarna ska tidigt ange destination för olika körfält, framförallt i ramperna inför trafikplatserna. Belysningen i tunnelmynningen anpassas så att ögat hinner anpassa sig vid de nya ljusförhållandena. Vid på- och avfartsramper finns också en generellt ökad risk för olyckor.

Hastigheten är den faktor som har störst betydelse för hur allvarliga följer en trafikolycka får. Hastigheten kan via informationssystem löpande regleras med hänsyn till omständigheterna. För att de skyltade hastigheterna på Förbifart Stockholm ska hållas föreslås automatisk hastighetsövervakning via kameror, vilket har stor effekt.

På nuvarande E18 och E4 är upphinnandelyckor den dominerande olyckstypen. Samma sak gäller

för Bergslagsvägen – Drottningholmsvägen, där nästan varannan trafikolycka med personskada som inrapporterats under de senaste fem åren har varit en upphinnandeolycka. Trafiksituationen, med många bilar, köer och tidvis ryckig körning, innebär många konflikter. Bland olyckorna som leder till svåra skador är dock singelolyckor vanligast.

De ökade trafikmängderna på omledningsvägnätet innebär fler möjliga konflikter. De köer och tämligen låga hastigheter som kommer att uppstå på vägnätet under perioder ger främst en ökning av upphinnandeolyckor.

Gång- och cykeltrafik

Förbifart Stockholm kommer inte att, i någon del, vara avsedd för gång- eller cykeltrafik. Däremot kommer gång- och cykeltrafiken i befintligt nät att påverkas av trafikplatserna och dess omgivning. Under kapitel 16-21 med områdesvis indelning redovisas hur den framtida gång- och cykeltrafiken är tänkt att lösas och även vilka konfliktpunkter som kvarstår med vägtrafiken.

Omledningsvägnät

Om en svårare trafikolycka, brand eller annan fara uppstår i tunneln kan hela eller delar av tunneln behöva stängas av. Trafiken leds då om till ett utpekade omledningsvägnät, se figur 9.2. Även vid planerade drift- och underhållsåtgärder behöver detta omledningsvägnät användas.

Om hela tunneln stängs kommer trafiken att ledas till nuvarande E4 (E20 i framtiden). Även vid stopp för trafiken mellan Kungens kurva och Vinsta kommer E20 i sin helhet att skyltas som omledningsväg för både södergående och norr- gående trafik. Om delar av tunneln stängs av kan även Bergslagsvägen, Drottningholmsvägen fram till E20 och E18 komma att användas som omledningsvägnät. Vid tillfällen där tunneln måste stängas snabbt kan det även förkomma tillfällig omledning via Ekerövägen innan omledning till E20 hunnit göras.

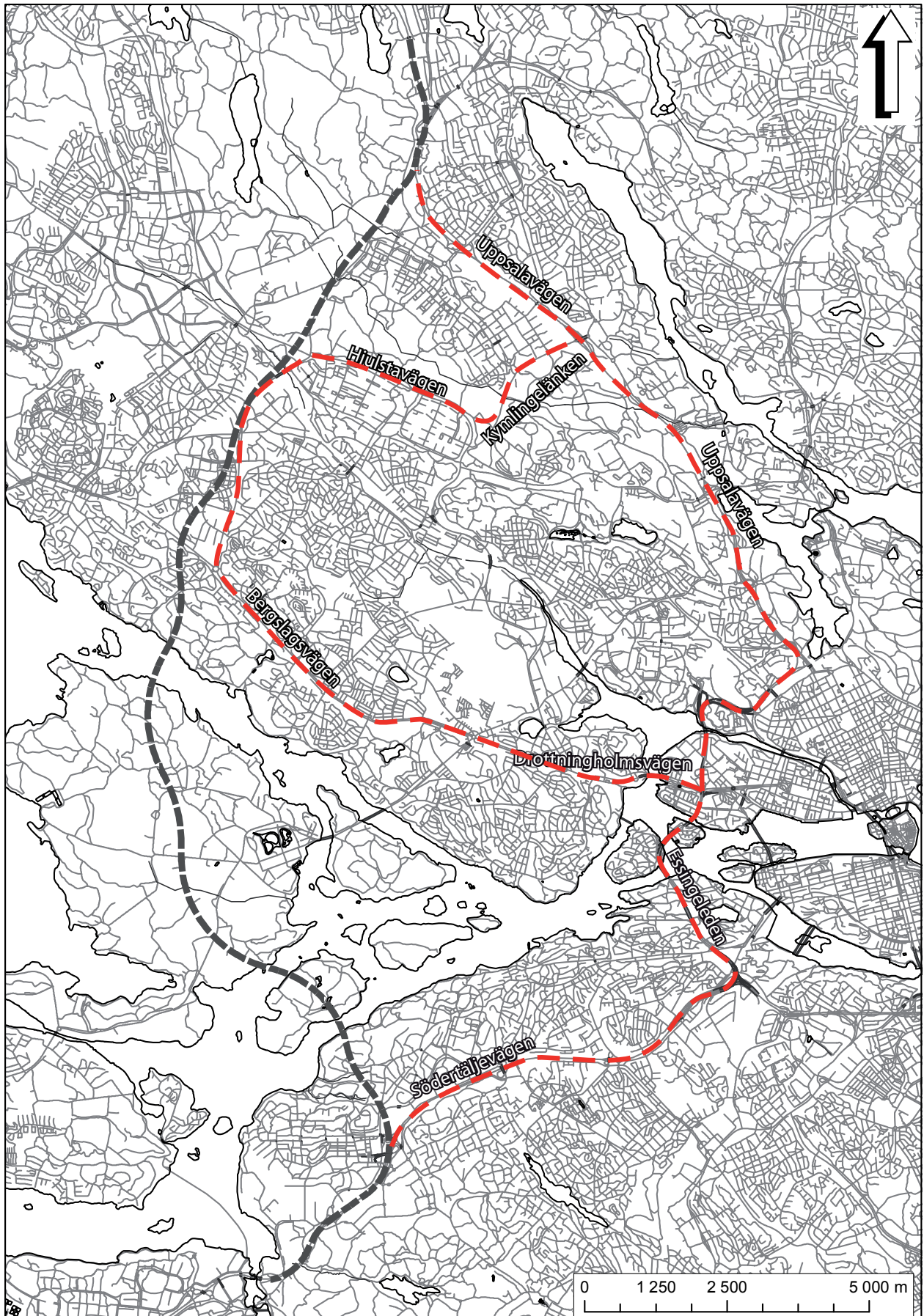
Utpekade vägnät är till övervägande del befintliga farligt godstransportleder. Undantag utgörs av Bergslagsvägen in mot stan. Om farligt godstransporter tillfälligt måste ledas ut vid Vinsta eller Lovön, innan omledning till E20 hunnit göras, kommer det att innebära att det kan förekomma farligt godstransporter på Bergslagsvägen in mot stan respektive Ekerövägen. Detta är under en kortare tidsperiod innan vägvisning till utpekade omledningsvägnät hunnit göras.

Transporter med farligt gods är inte lämpligt längs Bergslagsvägen - Drottningholmsvägen. Bostadsbebyggelsen ligger i anslutning till vägen och det rör sig många oskyddade trafikanter i vägens närhet. En olycka med farligt gods skulle kunna få mycket allvarliga och omfattande konsekvenser. Därför bör trafik med farligt gods minimeras på Bergslagsvägen - Drottningholmsvägen och genom Drottningholm. Det innebär att var än längs Förbifart Stockholm ett stopp inträffar ska trafiken med farligt gods i möjligaste mån hänvisas till dagens E4. Även tung trafik bör hänvisas till dagens E4.

Vissa farligt godstransporter kommer att förbjudas att köra under överdäckningen av Norra station. Innan Förbifart Stockholm är klar kommer dessa transporter att hänvisas till Ulvsundavägen. Förbifart Stockholm kommer anges som omledningsvägnät för E20. Efter att Förbifart Stockholm öppnat är det endast i situationer där även Förbifart Stockholm är avstängd som Ulvsundavägen behöver nyttjas för denna typ av transporter.

Vid en olycka måste tunneln tömmas och bilarna ledas ut på anslutande vägnät vid närmaste trafikplats. Trafikmängden är under stora delar av dygnet så hög att stillastående köer snabbt kommer uppstå.

All gång- och cykeltrafik som går längs med det utpekade omledningsvägnätet är separerad från biltrafiken och kommer inte att påverkas av en ökad trafikmängd. Däremot sker passager över vägarna i plan vid ett antal platser. För att skydda oskyddade trafikanter bör de passager som idag är oreglerade åtgärdas så att säkerheten höjs.



Figur 9.2 Omledningsvägnät för vanligt trafik, inte för farligt godstransporter.

10 Tunnelsäkerhet

10.1 Bakgrund

I Sverige har man tidigare förutsatt att risken för att trafikolyckor inträffar är den samma i tunnlar som på vägar med motsvarande standard. I Norge har man större erfarenhet av tunnlar än i Sverige. De flesta tunnelarna i Norge har emellertid dubbelriktad trafik. För motorvägstunnlar utanför tätbebyggt område räknar man i Norge med 10-25 procent lägre sannolikhet för trafikolyckor än för en vanlig motorväg. Andra internationella studier visar på något högre olycksrisk vid in- och utfart från tunneln, dvs. precis i tunnelmynningarna, men lägre risk inne i tunneln jämfört med motsvarande väg i dagen.

Bristen på tillämpligt underlag gör att de tidigare antagandena i Sverige avseende olycksrisk i tunnel

kvarstår, dvs. olyckskvoten antas vara densamma i tunneln som på motsvarande väg i dagen (olyckskvot = polisrapporterade olyckor per miljon axelparkilometer).

Vid projekteringen av Förbifart Stockholm har trafiksäkerhetsaspekter som separering av trafikströmmar, god sikt framåt för att undvika t.ex. upphinnandeolyckor, gestaltning för att tillse att förarna är alerta inarbetats. I projektet ingår även trafikövervakning, meddelandeskyltar, variabla hastighetsskyltar och ett tydligt vägvisningssystem för att ge trafikanterna tydlig information om trafiksituation och vägval. Skulle ett strömavbrott inträffa är tunnelarna försedda med reservkraft för drift av säkerhetssystemet.



Figur 10.1 De två tunnelrören kommer att förbindas av utrymningsvägar så att man vid en olycka kan ta sig över till det andra tunnelröret. Båda tunnelrören stängs av för inkommande trafik vid en olycka.

Säkerhetssystemet består även av konsekvensbegränsande åtgärder för effektiv utrymning och för effektiva insatser från räddningstjänsten.

I detta kapitel beskrivs Förbifart Stockholms säkerhetskoncept. Konsekvenser för trafikanter av att färdas på Förbifart Stockholm beskrivs i kapitel 13, *Övergripande miljökonsekvenser* under delkapitlet *Hälsa*.

10.2 Huvudtunneln under Mälaröarna

Säkerhetskoncept

För tunnelarna har ett säkerhetskoncept tagits fram. Det består av tekniska och administrativa åtgärder som ska reducera sannolikheten för olyckor och/eller minska deras konsekvenser till en godtagbar nivå.

Svensk lagstiftning och Trafikverkets krav utgör utgångspunkter i säkerhetsarbetet. Förutom det har Trafikverket en ambition att ”färd i tunnel ska vara lika säker som färd på ytvägnät”. Säkerhetskonceptet för Förbifart Stockholm är en vidareutveckling av de koncept som används för Södra och Norra Länken och det är därmed anpassat till de förutsättningar som föreligger för Förbifart Stockholm. De största skillnaderna är att Förbifart Stockholm är ett mycket långt tunnelsystem, har ett högre trafikflöde och större andel farlig gods. Säkerhetskonceptet kommer att detaljeras och revideras kontinuerligt under projektet.

I faktarutan här intill sammanfattas säkerhetsprinciperna. Se även figur 10.2. Vid en olycka ska brandventilationen föra brandgaserna framåt i tunneln. Fordon framför en olycka ska snabbt kunna ta sig ut från tunneln via tunnelmynningar. Bakomvarande fordon stoppas och trafikanter utrymmer genom att använda utrymningsvägar mellan tunnelrören.

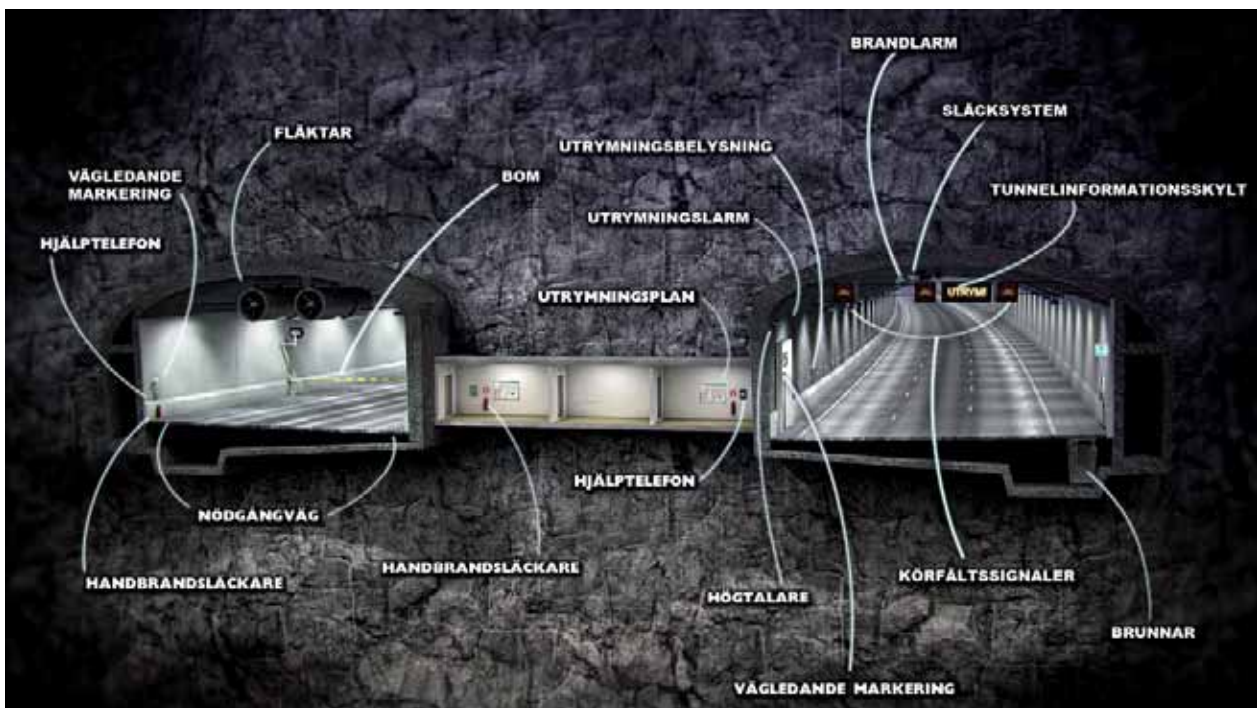
Sammanfattning av säkerhetsprinciperna för Förbifart Stockholms tunnlar:

- enkelriktad trafik i separata tunnelrör
- brandventilation
- släckvattenförsörjning
- tv-övervakning 24 timmar om dygnet med bemannad vägtrafikcentral
- detektorer för brand, luft och stillastående fordon
- hjälptelefoner
- utbyggt mobiltelefonsystem
- inbrytning på FM-radiobandet
- tunnelinformationsskyltar
- bommar som förhindrar trafik att köra ner i avstängd tunnel
- variabla vägvisningar
- utrymningsljus
- körfältssignaler
- nödbelysning
- utrymningsvägar var 100:e meter i huvudtunnel
- utrymningsvägar var 150:e meter i ramp-tunnlar
- utrymning sker genom motriktad tunnel som stängs av
- insatsväg genom motriktad tunnel som stängs av
- brandsläckare
- skyltar för utrymning
- högtalare i räddningsrum
- kommunikationsmöjligheter för blåljus
- fast släcksystem i huvudtunneln under Mälaröarna samt ramp-tunnlar till denna tunnel
- trafikreglering av anslutande ytvägnät.

För att framförvarande fordon snabbt ska kunna köra ut ur tunneln krävs att det inte är kö i tunneln. Detta har varit en av de väsentligaste frågeställningarna i projektet. I Södra Länken har den tekniska och administrativa lösningen på problemet med risk för trafikstockningar varit att, via trafikledning, se till att köer uppstår utanför tunnelsystemet istället för inuti tunnelarna. Södra Länkens säkerhetskoncept medger inte köbildning inuti tunnelarna och omfattar därför endast ett minimum av åtgärder för att säkerställa säkerheten vid kö inne i tunneln. Norra länken har länge planerats med samma lösning, men eftersom Stockholms stad inte accepterar köer på ytvägnätet sker nu en omvärdering av detta. Skälen till att miljöförvaltningen i Stockholms stad inte accepterar köer på ytvägnätet är att avstängningar kan leda till att luftkvaliteten på omkringliggande vägnät försämras och att trafik leds in i Stockholms innerstad via Essingeleden.

Förbifart Stockholm kommer att dimensioneras för att hantera och förebygga köer genom att olika åtgärder införs. En viktig del i detta är att arbeta med en aktiv trafikreglering och aktiv trafikavveckling vid uppkomna olyckor. Dessutom kommer Förbifart Stockholm att ha ett fast släcksystem i huvudtunneln under Mäläröarna. Denna åtgärd kommer att aktiveras via trafikövervakningscentralen, Trafik Stockholm. Det fasta släcksystemet begränsar brandens storlek och på så sätt minskar produktionen av brandgaser och värme. Med denna åtgärd ökar möjligheten för framförvarande trafikanter att hinna köra ut ur tunneln eller utrymma till fots. Även kriterierna vid val av de ingående tekniska komponenterna i systemet kvalitetsbedöms för att undvika störningar i driften.

Säkerhetskonceptet för ett projekt av Förbifart Stockholms dignitet är omfattande och komplext. Det bygger på val av både administrativa och tekniska åtgärder. De tekniska åtgärderna kan delas



Figur 10.2 Brand- och risksäkerhetssystem

upp i passiva och aktiva delar. Passiva delar avser t.ex. utrymningsvägar och brandteknisk klass på bärande konstruktioner medan de aktiva främst avser tekniska system t.ex. släcksystem. Det finns en mängd tekniska system som påverkar säkerheten i tunnlar. De har inte studerats i detalj i detta skede eftersom en fortsatt projektering av dessa tekniska system sker under bygghandlingskedet. Nedan redovisas översiktligt de väsentligaste delarna av säkerhetssystemet.

Brandgasventilation med rökevakning

Brandgasventilationen ska säkerställa att trafikanter bakom en olycka inte exponeras för brandgaser. För att säkerställa detta finns impulsfläktar i tunneln som styr luften i trafikriktningen. Ventilationshastighet sätts till minsta möjliga i förhållande till att brandgaser sprids mot bakomvarande fordon, vilket är ca 3-4 m/s.

Tunneln kommer att ventilationstekniskt delas upp i kortare avsnitt för att undvika att brandgaserna sprids i hela tunnelsystemet. Brandgasschakt installeras var femte km för att göra det möjligt att släppa ut rökgas som har uppstått längs sträckan. Brandgasschakten samordnas med luftutbytesstationerna på södra och norra Lovö och vid Vinsta. Dessutom kompletteras de med ett separat rökgasschakt vid Sättra varv för att avstånden inte skall bli för stora. Luften i ramptunnlar ventileras mot ramptunnelmynningarna.

Fast släcksystem

Släcksystemet avser inte att kunna släcka alla typer av bränder som kan uppkomma i tunnelsystemet. Syftet med släcksystemet är att begränsa en brands utbredning till startobjektet alternativt begränsa storleken på en brand så att den inte blir kritisk, dvs. inte blir större än 10-20 MW, vilket motsvarar en fullt utvecklad brand i 2-3 brinnande medelstora bilar. Den genomförda riskanalysen förutsätter att släcksystemet aktiveras tidigt, då branden kan förväntas vara liten, och sedan kontrollerar den, vilket gör att skadorna på egendom

blir begränsade och att personsäkerheten blir säkerställd.

Avloppssystem

Avloppssystemet ska utformas så att eventuella konsekvenser av olyckor med transport av flytande farligt gods, främst brandfarliga vätskor, begränsas. Genomförd riskanalys för tunneln förutsätter att avvattningsytan per brunn inte överstiger 200 m² och att dräneringskapaciteten medför att om 10 m³ vätska släpps ut ska den vara avrunnen från vägytan inom 2 minuter. Denna funktion uppfyller kraven som ställs i ATB tunnel 04.

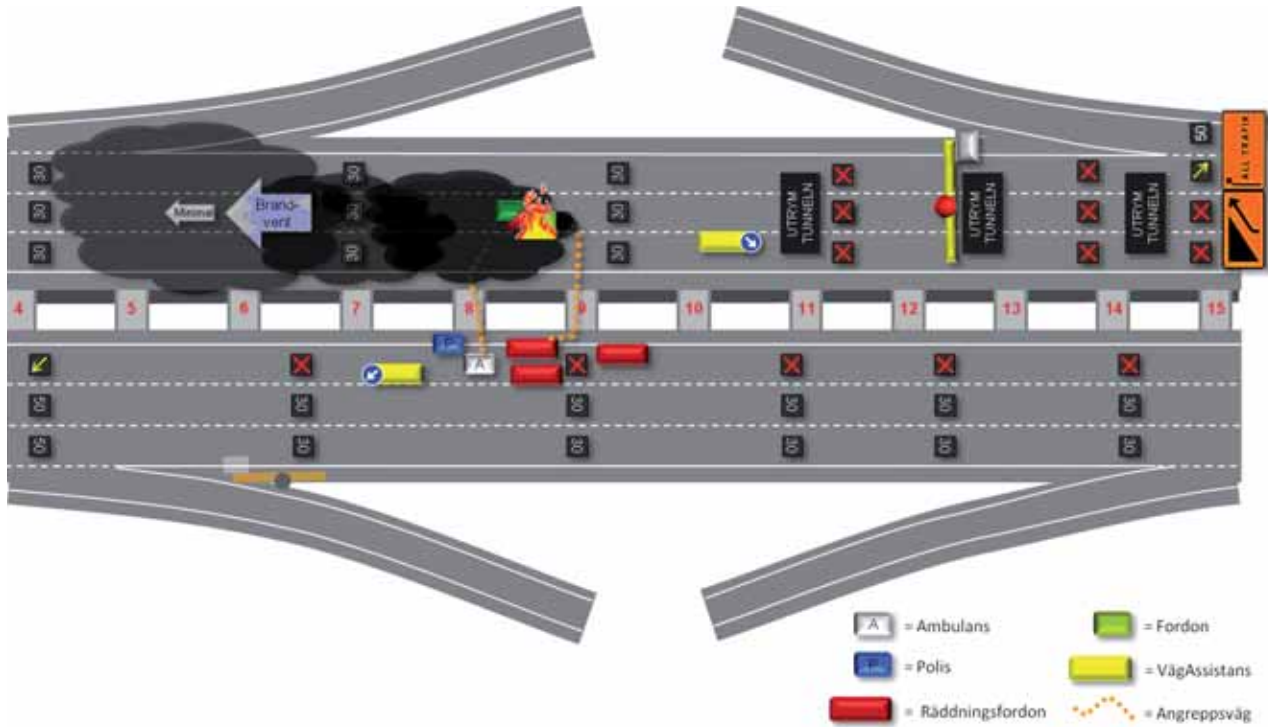
Brandlarm

Det planeras flera olika system för att detektera brand i tunnlar. Det innebär att flera olika system kombineras med varandra för att upptäcka sådana avvikelser som kan vara kopplade till att det brinner.

Trafikstyrning

Förbifart Stockholm kommer att ha trafikstyrning som en förebyggande åtgärd för att undvika att köer uppkommer i systemet. Trafikstyrningen kommer även att spela en väsentlig roll när en olycka inträffar. Trafikstyrning vid olycka innebär att trafik som närmar sig en olycksplats styrs om till ytvägnät via närliggande avfarter och att trafik framför en olycka får "grön väg", dvs. trafiksignaler sätts till grönt för alla avfarter och anslutande vägnät får stoppsignal. Beroende på olyckans storlek kommer Förbifart Stockholm att stängas i olika stor utsträckning. Vid brand kan dock hela systemet påverkas och i vissa fall behöva stängas.

SOS och räddningstjänst kommer ha tillgång till realtidsbilder från olyckan via Trafik Stockholm. Vid händelse av brand eller olycka med farligt gods såsom gas eller vätskor bedöms om, och i så fall vilka, delar av tunneln som skall stängas. Är olyckan av sådan art att delar av tunneln eller hela



Figur 10.3 Utrymningssystem vid tunnelavstängning.

tunneln behöver stängas av så sker detta enligt figur 10.3.

Om hastigheten börjar minska i tunneln och det finns risk för att kö uppstår måste man förhindra att bilar kör ner i tunneln. I dessa fall släpps trafiken successivt ned i tunneln i lagom mängd. Trafiken kan även komma att styras genom att trafiken i tunnelsystemet får företräde till ytvägnätet så att trafiken i tunnelsystemet inte har konkurrerande trafik i anslutningspunkterna. Detta kan innebära att köer kan uppstå för trafikanter på angränsande ytvägnät.

Utrymning

Utrymningsstrategin för Förbifart Stockholm bygger på självutrymning, vilket innebär att personer utrymmer utan assistans från till exempel räddningstjänst. Avståndet mellan utrymningsvägar kommer att variera mellan 100 meter i huvudtunnlarna och 150 meter i ramptunnlarna. Vid tunnel-

myningar kommer avståndet att vara ca 200 meter. I de utrymningsvägar där trappor förekommer utformas utrymningsvägen med tillfällig flyktplats i ett räddningsrum. Räddningsrummen förses med telefon och sittmöjlighet. Trafikverket ansvarar för att utrymningen från dessa platser löses för den enskilde.

Utrymningsvägarna i huvudtunnlar och ramp-tunnlar utgörs av tvärtunnlar som sammanbinder de bägge tunnelrören. Tvärtunnlarna utförs som brandslussar för att hindra att brandrök och andra gaser sprids till motsatt tunnelrör.

Beskrivning av olycksscenarier

Det kan förekomma olyckor av varierande allvarlighetsgrad, allt från motorstopp till att en tankbil fylld med bensin läcker och fattar eld. Beroende på vilken typ av olycka det rör sig om kommer omfattningen av vilka system som behövs variera.

Räddningsorganisationen kommer att bestå av ett samarbete mellan SOS Alarm, räddningstjänst, polis, ambulans, Trafik Stockholm och VägAssistans. Följande system för detektion/identifiering av incident/olycka kommer att finnas:

- detektion för brand, kameradetektering, IR-kamera osv
- identifiering av stoppat fordon
- identifiering av gående person på vägbana
- identifiering av tappad last
- hjälptelefoner, mobiltelefon täckning
- larm via avlyft brandsläckare
- larm vid öppning av dörr till hjälprum.

Tunnelsystemet kommer att förses med heltäckande kameraövervakning. Vid mindre incidenter stängs berört körfält av och hastigheten sänks på det andra körfältet via den variabla skyltningen i taket. VägAssistans kommer att blockera körfältet vid olyckan och skyddar havererat fordon och personer från att bli påkörda.

När en olycka med brand eller farligt gods har inträffat stängs ventilationen av och fläktarna reverseras för att få ner luftflödet nedströms trafiken. Vid behov startas brandgasventilationen för att hindra brandgasspridning uppströms olyckan, dvs. till bakomvarande fordon. Toxiska gaser trycks med anpassad fart nedströms och evakueras via ventilationstorn, rökgasschakt och/eller tunnelymyningar.

Olika system såsom högtalare, skyltar, blyxtljus samt annan belysning och radioinbrytning uppmanar personer att söka sig till utrymningsvägar om så behövs. Bommar stänger av valda vägavsnitt för att hindra att ytterligare trafik åker in i tunneln.

Utrymning ska ske till motsatt tunnelrör som är en så kallad säker plats. Därifrån sker evakuering via buss som hämtar upp. I vissa fall kan det vara aktuellt att evakuering sker till fots via mynningsarna. Att utrymning inte planeras ske via vertikala schakt till ytan beror på att avståndet mellan tun-

neln och ytan är stort och kräver långa trappor. Ytterligare skäl till att evakuering inte kommer att ske via trappor är att de är svåra att klara för dem som har funktionsnedsättningar eller t.ex. har små barn att ta hand om. Eftersom tunneln till stora delar dessutom går under naturmark är ytvägnätet ovanför tunneln dåligt utbyggt och det kan bli problematiskt om evakuerade kommer upp på isolerade platser som i sig är svåra att nå för räddningspersonal.

Räddningstjänstens huvudangreppsväg till olyckan är via motsatt tunnelrör. För att säkerställa en säker arbets- och utrymningsmiljö stängs körfält närmast utrymningsvägen eller om så krävs hela tunneln. I öppna körfält sänks hastighetsgränsen. Vid en större räddningsinsats stängs hela tunnelsystemet.

Händelser som kan tänkas föranleda en akut insats är bl.a. brand, kollision och kemikalieutsläpp. Vid större olyckor som t.ex. brand i fordon ska räddningstjänsten kunna begränsa och slå ner branden med sin ordinarie utrustning. Räddningsinsatserna ska i första hand ske via det icke skadedrabbade tunnelröret och uppströms brand/olycka. Ventilationssystemet ska se till att brandgaser endast sprids nedströms och släckinsatsen kan på detta sätt ske från en brandgasfri miljö.

Specialfall av olyckor

Det finns vissa olyckor som kräver speciell hantering. Det gäller bland annat utsläpp av vätskor och utsläpp av gas.

Utsläpp av vätskor

För att ta hand om större mängder vatten eller utsläpp av farligt gods i vätskefas har tunnarna försetts med avloppsbrunnar i väggkant. Syftet är dels att samla upp, men framför allt att minimera vätskeutsläpp, i längd och storlek. Brunnar förses med vattenlås och sandfång och sektioneras i lämpliga storlekar. Vätskan samlas i bassänger varifrån den kan pumpas bort och renas. Bassängerna ska utformas för att kunna hantera explo-

sionsrisken vid uppsamling av brännbara vätskor. Bassängerna dimensioneras för att kunna ta hand om stora utsläpp från släp eller lastbilar.

Utsläpp av gas

Utsläpp av giftiga och/eller brandfarliga gaser kan komma att få stora konsekvenser för trafikanter och personal som befinner sig i tunneln. Evakuering av giftiga gaser sker på samma sätt som brandgaser. Eftersom eventuell gas inte ska kunna strömma igenom tvärtunnlarna vid utrymning anses den motsatta tunnelmynningen som säker plats vid gasutsläpp.

Vid händelse av en olycka i tunneln kommer eventuella giftiga gaser att ventileras ut via rökgasschakt, luftutbytesstationerna och frånluftstorn, men beroende på omständigheterna så som typ av olycka och vindförhållanden blir konsekvenserna av en olycka varierande. Rökgasschakt, luftutbytesstationerna och frånluftstorn kommer att även att kunna fjärrstängas och på så sätt kan utsläppet styras.

Explosion

Sannolikheten för en olycka med en transport av farligt gods som leder till en explosion är relativt låg. Om detta trots allt sker är händelseförloppet snabbt och våldsamt. Ingen speciell utrymningsstrategi utöver den ovan beskrivna behöver vidtas mer än att ett snabbare agerande och utrymning krävs om misstanke för explosion föreligger, t.ex. fordon innehållande explosiv last är inblandat i en olycka.

10.3 Huvudtunnel under Järvafältet

Huvudtunneln under Järvafältet kommer att ha samma säkerhetskoncept som huvudtunneln under Mälaröarna förutom att det inte finns något fast släcksystem. För huvudtunneln under Järvafältet har det preliminärt bedömts att ett fast släcksystem inte är nödvändigt eftersom tunneln är relativt kort och risken för köbildning är

lägre än i huvudtunneln under Mälaren. Åtgärder har vidtagits för att möjliggöra installation av fast släcksystem i huvudtunneln under Järvafältet i ett senare skede om det via kompletterande analyser visar sig finnas ett sådant behov.

10.4 Lindötunneln

I samband med utbyggnaden av Förbifart Stockholm kommer även kapaciteten i den befintliga Lindötunneln på Lovö att förstärkas. Det kommer att ske genom att ytterligare ett tunnelrör byggs parallellt med det befintliga. Trafiken i tunnelrören kommer att bli enkelriktad efter utbyggnaden. Avståndet mellan utrymningsvägar ska enligt säkerhetskonceptet vara maximalt 150 meter. Eftersom den nya Lindötunneln är cirka 155 meter lång bedöms tunneln kunna utrymmas via tunnelmynningarna.

Säkerhetskonceptet för Lindötunneln utgörs av:

1. mynningar utgör utrymningsväg och insatsväg
2. trafikutrymmet utgör egen brandcell
3. handbrandsläckare och nödtelefon placeras vid mynningarna
4. brand- och utrymningslarm installeras i hela tunneln
5. belysning installeras för nödsituationer samt dag- och nattbelysning
6. övervakning i form av TV-övervakning och ködetektering installeras.

10.5 Häggvikstunneln

I trafikplats Häggvik kommer Förbifart Stockholm att ansluta till befintlig E4 via en tunnel under vägen. Häggvikstunneln består av huvudanslutningen samt en separat ramptunnel under E4:an. Huvudtunneln är cirka 270 meter och ramptunneln är cirka 145 meter lång. Mellan dessa två vägar finns ett cirka 100 meter långt galleri.

Säkerhetskonceptet för Häggvikstunneln utgörs av:

1. mynningar och en tvärtunnel (mellan ramp och huvudanslutning) utgör utrymningsvägar och insatsvägar
2. kommunikationsmöjligheter för räddningstjänsten
3. samma åtgärder som punkt 2-6 Lindötunneln.

10.6 Utredda men ej rekommenderade åtgärdsförslag

- Transversell och semi-transversell ventilaton har utretts. Longitudinell ventilation med rökgasschakt bedöms lämpa sig bättre för brandventilation i långa sluttande tunnlar liknande Förbifart Stockholm jämfört med ett transversellt och semi-transversellt ventilationssystem.
- Med filterstationer som reducerar NOx och partiklar och återanvänder tunnelluften behövs inga luftschakt men analyser av anläggningarnas funktion under längre tid saknas. Sådana anläggningar blir dessutom stora och kostsamma både att bygga och att driva.
-
- Det har analyserats om en förtätning av avståndet mellan utrymningsvägarna till 75 meter i stället för föreslagna 100 meter förbättrar tunnelsäkerheten. Det bedöms dock inte medföra någon större skillnad i effekt varför 100 meter ses som ett lämpligt avstånd mellan utrymningsvägarna.
- En förtätning av utrymningsvägarna genom att flytta installationskulverten till vänstra sidan av tunneln, övertrycksätta den och nyttja den för evakuering den har studerats. Denna lösning har bedömts som mindre robust eftersom den skulle ha fler dörrar till utrymningskorridoren och det därmed är troligare att flera kan vara öppna samtidigt. Därmed finns en risk att även installationskulverten skulle fyllas med brandgas.
- Räddningstjänsten ska ha insatsvägar som är brandtekniskt avskiljda från det olycksdrabbade tunnelröret. Detta får de genom att motriktat tunnelrör stängs av och nyttjas som insats- och utrymningsväg. Alternativa sätt att ordna detta kan vara med en separat räddningstunnel. Detta har inte rekommenderats då förslaget att använda angränsande tunnelrör bedöms som tillräckligt och mer kostnadseffektivt.

11 Tunnelluft

Detta kapitel beskriver tunnelventilation och tunnelluft. Bedömningsgrunderna för luftkvalitet beskrivs i kapitel 4.4 och metodiken i kapitel 5.6. Hälsokonsekvenser av tunnelluft redovisas i kapitel 13 *Övergripande miljökonsekvenser* i delkapitel 13.4. Energiförbrukning för ventilation redovisas i kapitel 14 *Energi och klimat*.

Trafikrelaterade föroreningar i tunnelmiljö är av samma slag som luftföroreningar längs ytvägnätet. Skillnaden är att halterna är väsentligt högre i tunneln. Jämfört med ytvägnätet är halterna av partiklar och kväveoxider i tunneln hundratals gånger högre.

Miljö kvalitetsnormer finns för utomhusluft, men de gäller inte för tunnelluft. Det finns inga nationella riktvärden för tunnelluft utan riktvärden för tillåtna luftföroreningshalter inne i tunneln kommer att fastställas av tillsynsmyndigheterna i samband med framtagande av kontrollprogram för tunneln.

11.1 Tunnelventilation

Det traditionella sättet att klara acceptabla luftföroreningshalter inne i tunneln och utanför tunnelmynningarna är att ha ett ventilationssystem. Ventilationssystemet som planeras i Förbifart Stockholm är så kallad längsgående ventilation. Detta innebär att man styr luften så att den rör sig längs tunneln i bilarnas riktning. Luften rör sig framåt genom bilarnas kolvverkan (fordonen pressar fram luften i tunneln) och vid behov med hjälp av impulsfläktar, placerade i tunneltaket. Impulsfläktarna sätts igång vid kösituationer som kan medföra höga luftföroreningshalter. Ventilationshastigheten blir upp till 9-10 m/s. Luften förs ut genom tunnelmynningar och ventilationstorn.

Ventilationen syftar till att förbättra luftkvaliteten inne i tunneln (luftutbytesstationer) och att förbättra luftkvaliteten utanför tunnelmynningarna (frånluftsstationer).

Normalventilation

Tunneln ventileras genom längsventilation. Friskluft tillförs via infartsmynningar och tilluftstationer (vilka tillsammans med frånluftsstationer ingår i luftutbytesstationerna). Den förorenade tunnellen tas ut via frånluftsstationerna i luftutbytesstationerna för att ge plats åt friskluft, samt via avfartsmynningar. Luften förs framåt, i trafikriktningen, i huvudsak med hjälp av trafikens s.k. kolvverkan. Vid långsamgående trafik används impulsfläktar, placerade i trafiktunnelnars tak.

Frånluftstationer vid mynningar

För att klara luftkvalitetsnormerna i tunnelmynningarnas närmiljö installeras frånluftsstationer före mynningarna. Dessa har till uppgift att föra bort förorenad luft från tunnelmynningen och släppa ut den via avluftstorn så att den späds ut snabbare.

Luftutbytesstationer

För att erhålla en godtagbar miljö i tunneln anordnas tre luftutbytesstationer i varje köriktning i tunneln mellan Kungens kurva och Hjulsta. På marknivån finns för varje luftutbytesstation ett avluftstorn och ett uteluftintag.

Brandventilation

Principen för brandventilationen är längsventilation. Rökgaserna förs framåt med hjälp av impulsfläktar placerade i tunneltaket för att på så sätt underlätta utrymningen av trafikanter bakom en brand. Rökgaserna evakueras via tunnelmynningarna, frånluftstationerna i luftutbytesstationerna, samt från rökgasstationen mellan Kungens kurva och trafikplats Lovö. Denna rökgasstation har tillkommit för att avståndet mellan platser med rökgasevakivering inte ska bli för långt. Med för långa avstånd ökar risken för att röken når en eventuell kö nedströms tunneln.

En *luftutbytesstation* består av två delar: en frånluftsanläggning som för ut den förorenade tunnel-luften och en tilluftsanläggning som för in frisk luft i tunneln. En *frånluftsstation* består enbart av en frånluftsanläggning. Tunnelluften förs ut via torn som planeras få en höjd av 10-15 meter för att föroreningarna ska spridas och spädas ut på hög höjd. För Förbifart Stockholms tunneldel planeras tre luftutbytesstationer och fyra frånluftsstationer, se figur 8.2 i kapitel 8 *Sträckning, utformning och tekniska system*.

Hur mycket som går ut via tornen respektive via mynningarna beror på hur mycket ventilationen används. Det är energi- och kostnadskrävande att använda tunnelventilation. Erfarenheten från Södra länken visar att den används bara när så krävs. Detta tillvägagångssätt bedöms vara det som kommer att gälla även för Förbifart Stockholm. Luftutbytesstationerna kommer att vara inställda så att riktvärdena i tunneln klaras. Frånluftsstationerna ställs in för att klara miljö kvalitetsnormerna utanför vägområdet.

Det finns således en koppling mellan tunnelluftkvalitet, användandet av ventilationen och luftföroreningshalter i markplan utanför mynningarna. Utformning och användande av ventilationssystemet kommer därför att påverka luftkvaliteten både för trafikanterna och för människor som rör sig i närområdet till tunnelmynningarna.

I utredningsarbetet har beräkningar för tunnelluften och luftkvaliteten utanför mynningarna gjorts för tre olika ventilationsscenarier; utan ventilation, 8 timmars ventilation om dagen under vintersäsongen (4 timmar under förmiddagens högtrafik och 4 timmar under eftermiddagens högtrafik) samt 20 timmars ventilation vintertid.

Antagandet om att ventilationen kommer användas främst vintertid baseras på att det är framför allt de höga partikelhalterna från dubbdäcksanvändning vintertid som kommer att medföra behov av att använda ventilationen, se nedan under

11.2. Sommartid kommer ventilationen endast att behöva användas vid köbildning.

Med 8 timmars ventilation går cirka hälften av utsläppen över året ut via mynningarna och hälften förs ut via ventilationstornen. Ju mer ventilationen används desto mer av luftföroreningarna går ut via tornen och desto lägre blir halterna i närområdet.

11.2 Tunnelluftkvalitet

Framtida riktvärde/riktvärden kommer att styra ventilationen och definiera behov av ytterligare åtgärder. Det ventilationssystem som projekteras kan användas vid risk för höga halter, t.ex. under högtrafik och vid kö. Vid behov kan de användas dygnet runt.

Trafikverket håller på att ta fram förslag på riktvärden för tunnelluft. Sannolikt kommer ett riktvärde som reglerar halten kväveoxider (NO_x) fastställas eftersom det anses som en stabil indikator i tunnelmiljö. Det riktvärde på 400 µg/m³ kvävedioxid (NO₂) som hittills använts för tunnlar i Stockholm bedöms motsvara 5 000 µg/m³ kväveoxid (se i kapitel 4 *Bedömningsgrunder*). Det är troligt att det även kommer att fastställas ett riktvärde för partiklar.

Kväveoxider

I den fortsatta bedömningen utgår resonemanget från att tunnelluftkvaliteten bland annat kommer att regleras av ett riktvärde på 5 000 µg/m³ för kväveoxid (maximalt timmedelvärde för tunneln). För detta riktvärde är tunneln självventilerande, dvs. man behöver varken använda impulsfläktar eller luftutbytesstationer vid fritt flytande trafik och hastigheter över 50 km/tim. Beräkningarna visar att maxhalten ligger på 3 000 µg/m³ och medelhalten för tunneln ligger på 1 600-1 700 µg/m³ i tunneln under högtrafik utan ventilation, se tabell 11.1. Med fritt flytande trafik, 90 km/tim och med ventilationen igång blir medelhalten av kväveoxid 700 µg/m³, det vill säga ungefär hälften jämfört med om man inte använder ventilationen.

De högsta kväveoxidhalterna uppstår vid köbildning. Beräkningar för en kösituation med 20 km/tim och de tre luftutbytesstationerna i drift redovisade en medelhalt för kväveoxider i tunneln på cirka 1700 µg/m³. Impulsfläktarna behöver köras i en av ramperna för att inte överskrida 5000 µg/m³ som maxvärde. Halterna blir lägre om även övriga impulsfläktar i tunneln används.

Kvävedioxid

I nuläget utgör kvävedioxid, NO₂, 20 procent av kväveoxiderna. Andelen kvävedioxid av NO_x beror främst på fordonssammansättningen och det är framför allt dieseldrivna fordon som har hög andel kvävedioxidutsläpp. Under de senaste åren har andelen dieselfordon ökat i Sverige och om denna trend håller i sig kan andelen kvävedioxid bli högre än 20 procent. I tabell 11.1 redovisas kvävedioxidhalten i tunneln med dagens förhållande och även beräknade halter vid högre kvävedioxidandel.

Med fritt flytande trafik beräknas medelhalten av kvävedioxid i tunneln under högtrafik och utan ventilation ligga något över 300 µg/m³ med dagens tjugoprocentiga andel. Vid köbildning och med luftutbytesstationerna i gång beräknas halten av kvävedioxid uppgå till cirka 340 µg/m³. Om kvävedioxidandelen ökar till 30 procent kan kvävedioxidhalten komma att ligga upp mot 500 µg/m³ både vid fritt flytande trafik utan ventilation och vid köbildning med luftutbytesstationerna i drift. Genom att även använda ventilationen vid fritt flytande trafik och sätta igång impulsfläktarna vid kösituation kan lägre halter erhållas.

Partiklar

Under senare år har det varit stort fokus på inandningsbara partiklar i luften, PM10, och deras påverkan på hälsa. Beräkningar visar på mycket höga partikelhalter vintertid i Förbifart Stockholms tunnlar med dagens dubbdäcksanvändning. I nuläget finns det inte några riktvärden för partikelhalter i tunnelluft. Trots avsaknad av gällande riktvärden är bedömningen att det kommer att finnas behov av att använda ventilationen för att minska partikelhalterna i tunneln. Sannolikt finns det även behov av ytterligare åtgärder för att klara acceptabla partikelhalter.

Frågan om partiklar i tunnelluften är, precis som för partiklar i utomhusluften, mycket osäker eftersom den beror på framtida dubbdäcksanvändning, se kapitel 5 *Metodik och osäkerhet*. Eftersom det finns en politisk vilja att utöka dubbdäcksrestriktionerna, utgår fortsatt resonemang om behov av åtgärder för partiklar i tunnelluften, från att dubbdäcksanvändningen som högst kommer vara 50 procent efter år 2020.

Till skillnad från kvävedioxidhalterna varierar partikelhalterna över året på grund av vinterns dubbdäcksanvändning. Därför har beräkningar för vinter- respektive sommarhalvåret gjorts. De högsta halterna av partiklar uppstår vid hög hastighet. Vid trängsel, när hastigheten är lägre, minskar halterna. I nedanstående resonemang fokuseras därför på högtrafik och fritt flytande trafik.

Tabell 11.1 Medelhalten för hela tunneln av kväveoxider och kvävedioxid under förmiddagens och eftermiddagens högtrafik, med och utan användande av ventilationen. För kvävedioxid anges några olika värden beroende på vilken andel NO₂ utgör av NO_x.

	Kväveoxider µg/m ³ . Medelhalt i tunneln	Kvävedioxid µg/m ³ . Medelhalt vid 20 % NO ₂ -andel av NO _x	Kvävedioxid µg/m ³ . Medelhalt vid 30 % NO ₂ -andel av NO _x
90 km/tim, fritt flytande trafik, utan ventilation	1 600-1700	320-340	480-510
90 km/tim, fritt flytande trafik, med ventilation	700	140	210
20 km/tim, köbildning, med ventilation	1700	340	510

Inom ramen för arbetsplanarbetet har underlag för att definiera ett riktvärde för partiklar tagits fram. Utgångspunkten är att riktvärdet ska gälla som timmedelvärde för hela tunneln eftersom det är den totala exponeringen vid passage genom tunneln som är det viktiga. En första bedömning anger att om akut hälsopåverkan på astmatiker och andra känsliga personer ska kunna undvikas vid en tunnelpassage på cirka 15 minuter bör ett riktvärde för PM10, med dominans av vägdamm, ligga på 400 µg/m³ (medelvärde för tunneln). För att undvika akut hälsopåverkan på friska personer bör halterna i tunneln inte överstiga 800 µg/m³.

Haltberäkningar med olika åtgärder

Ett stort antal beräkningar av PM10-halten, med olika åtgärder, har gjorts, se tabell 11.2. Beräkningar har gjorts för högtrafik för att få information om vilka de högsta halterna under dygnet är. Öv-

riga tider på dygnet är trafiken och därmed också PM10-halterna lägre. Beräkningarna baseras på trafikprognoser för år 2035. För år 2020, när tunneln planeras att öppna, bedöms halterna komma att ligga cirka 13 procent lägre och dessa halter har räknats fram översiktligt.

Olika åtgärdsscenario:

Beroende på vilket riktvärde som sätts för tunneln och hur hög dubbdäcksanvändningen är kommer omfattningen av åtgärder att variera.

Åtgärder som regleras av arbetsplanen

3 luftutbytesstationer (södra Lovö, norra Lovö, Vinsta)

4 frånluftstorn (Kungens kurva 2 st, Vinsta och Hjulsta)

Tabell 11.2 Medelhalter av PM10 och avgaspartiklar i tunnarna under högtrafik (de timmar under förmiddag och eftermiddag då trafiken är som störst) år 2020 och år 2035, med olika åtgärder. Siffror i kursivt är översiktligt beräknade. Siffror i kursivt och i parentes visar halter år 2020. Där det inte specificeras utgörs beläggningen av asfalt. Halter markerade med fet stil visar de åtgärdsalternativ som klarar den haltnivå där friska person (800 µg/m³) och känsliga personer (400 µg/m³) kan färdas utan risk för hälsopåverkan.

Åtgärd	PM10-halter, µg/m ³ vid 70 % dubbdäcksanvändning	PM10-halter, µg/m ³ vid 50 % dubbdäcksanvändning	PM10-halter, µg/m ³ vid 25 % dubbdäcksanvändning	PM10-halter, µg/m ³ vid 0 % dubbdäcksanvändning	Avgaspartiklar, µg/m ³
1 Utan ventilation, 90 km/tim	7900-8400 (6800-7300)	6000-6100 (5200-5300)	2900-3000 (2500-2600)	250 (200)	16
2 Utan ventilation, 70 km/tim	4800-5200 (4200-4500)	3400-3600 (3000-3100)	1700-1800 (1500-1600)	200	20
3 3 luftutbytesstationer, 90 km/tim	3500-3800 (3000-3300)	2500-2800 (2200-2400)	1300-1400 (1100-1200)	100	7-8
4 3 luftutbytesstationer + 90 km/tim + betongbeläggning	3100-3400 (2700-3000)	2200-2500 (1900-2200)	1100-1200 (1000)		7-8
5 3 luftutbytesstationer + 70 km/tim	1800-2000 (1600-1700)	1300-1400 (1100-1200)	600-700 (500-600)		
6 3 luftutbytesstationer + betongbeläggning + 70 km/tim	1600-1700 (1400-1500)	1100-1200 (1000)	500-600 (400-500)		
7 3 luftutbytesstationer + 90 km/tim + betongbeläggning+ dammbindning	1400-1600 (1200-1400)	1800-2000 (1600-1800)			
8 3 luftutbytesstationer + 70 km/tim + betongbeläggning+ dammbindning	1300-1400 (1100-1200)	900-1000 (800-900)			
9 3 luftutbytesstationer + 70 km/tim + betongbeläggning+ partikelfilter	650-700 (550-600)	450-500 (400-450)			

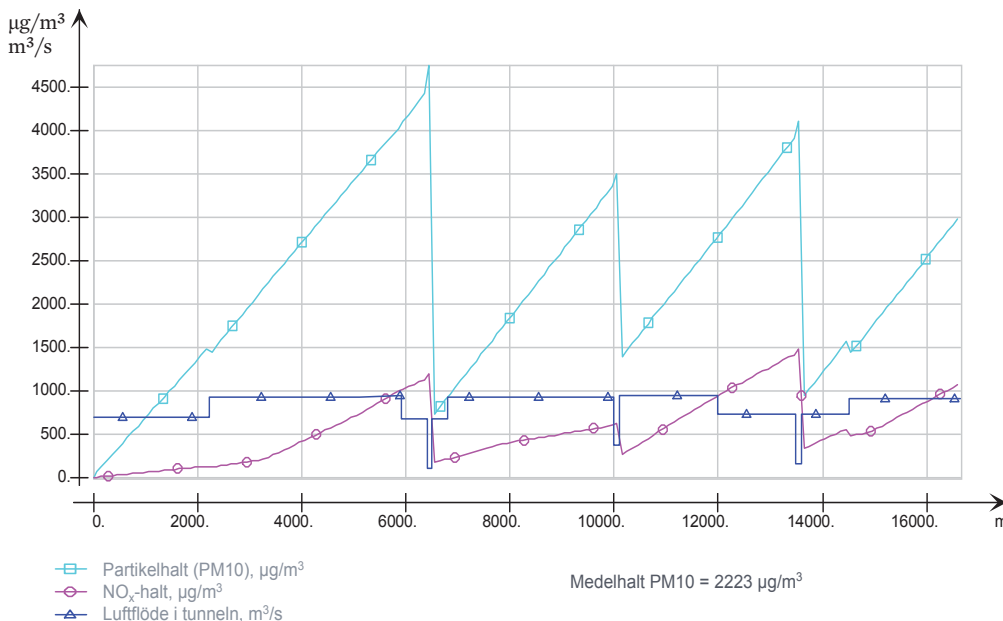
Med 50 procent dubbdäcksanvändning vintertid, asfaltbeläggning och med tre luftutbytesstationer i drift visar beräkningarna att medelvärdet för PM10-halter i tunneln under högtrafik ligger på 2 200-2 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ år 2020 och på 2 500-2 800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ år 2035, se tabell 11.2, scenario 3.

Avgaspartiklar är förbränningspartiklar som är mindre än 1 mikrometer. De utgör en mindre del av PM10. För att bättre kunna bedöma hälsokonsekvenserna har dessa beräknats separat. Utan ventilation vid högtrafik beräknas halten avgaspartiklar till 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Med ventilationen igång sjunker halten till 7-8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Arbetsplanen reglerar att ett ventilationssystem med tre luftutbytesstationer anläggs. Med 50 procent dubbdäcksanvändning krävs ytterligare åtgärder av vilka de flesta inte kan regleras i arbetsplanen.

Inom projektet planeras för att vägen ska beläggas med betong. Betongbeläggning har i en studie visat sig medföra cirka 20 procent lägre partikelhalter. För att inte överskatta åtgärdseffekten har den satts till 10 procent i beräkningarna. Med denna åtgärd beräknas PM10-halterna i tunneln ligga mellan 1 900-2 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ år 2020 och mellan 2 200-2 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ år 2035, se tabell 11.2 scenario 4. I figur 11.1 visas halterna i hela tunneln för detta scenario. Figuren visar hur halterna varierar i tunneln, från tunnelmynningen i Kungens kurva till mynningen i Hjulsta. I figuren visas hur PM10-halterna minskar kraftigt vid luftutbytesstationerna.

Hastighetssänkning är en åtgärd som under vintern är mycket effektiv för att minska halten slitagepartiklar. Enligt beräkningar halveras PM10-halterna i tunneln vid en sänkning från 90 km/tim till 70, se tabell 11.2, scenario 5 och 6. Denna åtgärd bedöms medföra marginellt högre halter av avgaspartiklar.



Figur 11.1 Tunnelluftberäkning för norrgående tunnel under Mäläröarna år 2035. Luftflöde, kväveoxider (NOx) och inandningsbara partiklar (PM10) redovisas. Dubbdäcksanvändningen är 50 %. Ytbeläggningen är betong. Den vertikala axeln anger halten av PM10 och NOx i mikrogram/kubikmeter och luftflödet i kubikmeter/sekund. Den horisontella axeln visar avstånd från tunnelmynningen i Kungens kurva (0 m) till mynningen i Hjulsta (16 000 m).

Genom att kombinera ovan redovisade åtgärder: tre luftutbytesstationer i drift, betongbeläggning och hastighetssänkning kan PM10-halterna under högtrafik begränsas till 1 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ år 2020 och 1 100-1200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ år 2035 (scenario 4). Hastighetssänkning kan inte regleras i arbetsplan men är en enkel åtgärd att genomföra. Med dessa åtgärder är halterna fortfarande högre än de riktvärden som projektets hälsobedömning anger.

Med en dubbdäcksanvändning på 50 procent bedöms ventilation, betongbeläggning och hastighetssänkning behöva användas, troligtvis kompletterat med ytterligare åtgärder som dammbindning och/eller partikelfilter. I kombination med dammbindning är det möjligt att under högtrafik nå PM10-halter på 800-900 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ år 2020 och 900-1 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ år 2035, se tabell 11.2 scenario 8.

Inom ramen för arbetsplanen har partikelfilter studerats översiktligt. Med fem partikelfilteranläggningar i varje tunnelrör, placerade mellan luft-

utbytesstationerna bedöms medelhalten av PM10 i tunneln kunna halveras. Med en dubbdäcksanvändning på 50 procent och med en kombination av samtliga redovisade åtgärder; ventilation, betongbeläggning, hastighetssänkning, dammbindning och partikelfilter bedöms det som möjligt att nå PM10-halter under högtrafik på som högst 400-500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ år 2020 och år 2035 (scenario 9).

Åtgärd som planeras men som inte regleras i arbetsplanen

Betongbeläggning

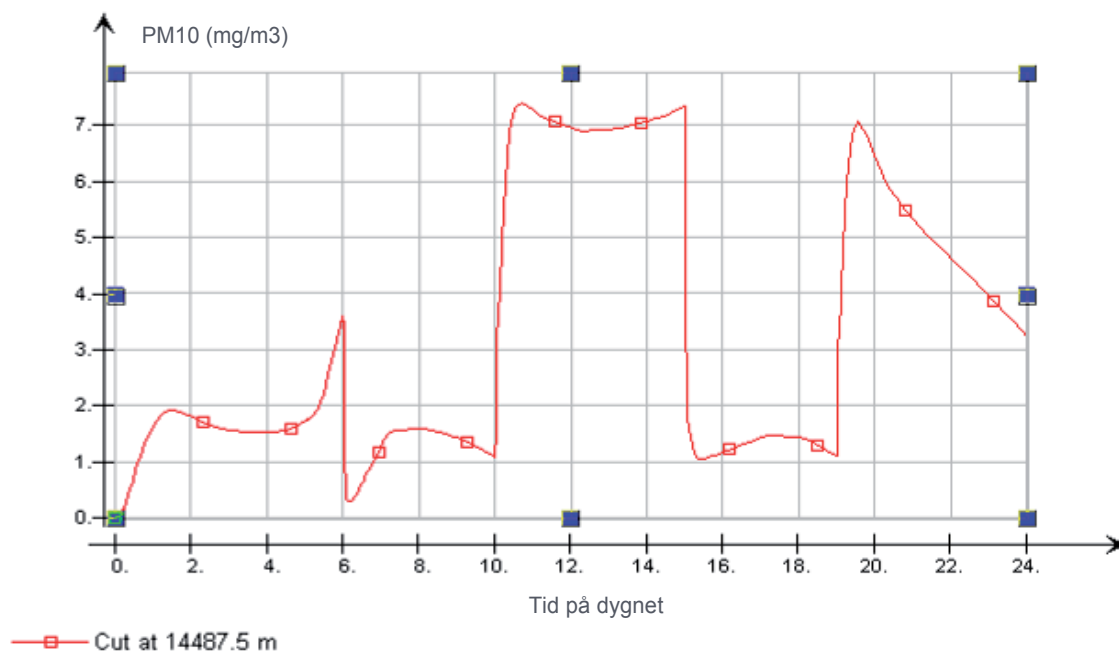
Övriga åtgärder

Lägre dubbdäcksanvändning

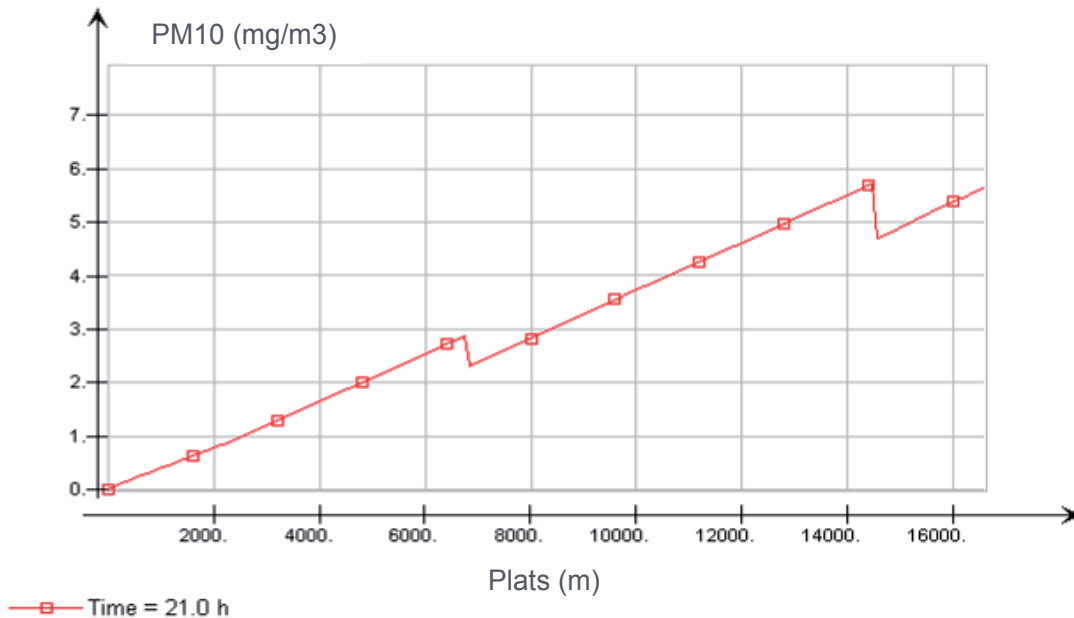
Hastighetssänkning

Dammbindning

Partikelfilter



Figur 11.2 Beräknad variation av partikelhalt under ett genomsnittsdyn i huvudtunneln strax före påfartsrampen i Vinsta. Dubbdäcksanvändningen är 50 %. Vertikal axel anger PM10-halt i milligram/kubikmeter (1 mg är samma som 1000 mikrogram ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) vilket är den enhet som generellt används i rapporten).



Figur 11.3 Beräknad variation av partikelhalt i norrgående huvudtunnel kl 21:00 utan ventilation. Från Kungens kurva till Hjulsta. Dubbdäcksanvändningen är 50 %. Vertikal axel anger PM10-halt i milligram/kubikmeter (1 mg är samma som 1000 mikrogram ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) vilket är den enhet som generellt används i rapporten).

Att anlägga partikelfilter är en mycket kostsam åtgärd. De är även energikrävande och därför dyra i driftskedet. Med tanke på osissheten om framtida riktvärden för tunnelluften och framtida dubbdäcksanvändning är det i dagsläget osäkert om det kommer att finnas behov av partikelfilter. Med relativt enkla åtgärder går det att förbereda så att bergutrymmena för partikelfilter går att bygga även efter att tunneln är satt i drift. För att säkra möjligheten att i framtiden kunna installera partikelfilter kommer Trafikverket att ytterligare utreda behovet och effekten av partikelfilter under byggskedet och genomföra de förberedelser som eventuellt krävs. Frågan om detta är bästa möjliga teknik kan på så vis skjutas till en senare tidpunkt. Med elektrostatfilter blir partikelhalterna i tunneln mindre medan andra föroreningar, bland annat kväveoxider, blir oförändrade.

Om generella åtgärder har medfört en kraftig minskning av dubbdäcksanvändningen till år 2020 eller till år 2035, kommer PM10-halterna i tunneln vara väsentligt lägre och behov av åtgärder

minskas. Med 25 procents dubbdäcksanvändning, tre luftutbytesstationer i drift, betongbeläggning och 70 km/tim kan halter på 400-600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ erhållas under högtrafik år 2020-2035. I detta scenario är behovet av ytterligare åtgärder litet. Utan dubbdäcksanvändning, dvs. under sommarhalvåret och om dubbdäck skulle förbjudas i tunneln, blir medelvärdet av PM10-halterna i tunneln under högtrafik 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ovanstående beskrivningar av olika åtgärder gäller för högtrafik, dvs den tid på dygnet då det är risk för högst luftföroreningshalter. Med en kombination av olika åtgärder går det att klara ett eventuellt framtida krav på PM10 på 400-500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Det räcker med planerat ventilationssystem för att klara ett krav på kväveoxider på 5000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

En ytterligare fråga gäller hur många timmar om dygnet de olika åtgärderna behöver användas för att klara förmodade krav på tunnelluften. Beräkningar har visat att även under tider utanför högtrafik uppkommer det mycket höga partikelhalter

i tunneln. Figur 11.2 visar hur partikelhalterna varierar över dygnet i huvudtunneln vid Vinsta med 50 procents dubbdäcksanvändning, asfalt och ventilation enligt grundscenariot. Man kan se hur halterna kraftigt minskar kl 6:00 och kl 13:00 när ventilationen sätts igång för att kraftigt öka kl 10:00 och kl 17:00 när ventilationen stängs av. I figur 11.3 visas halterna i huvudtunneln, från söder till norr, kl 21:00. Utifrån dessa beräkningar görs bedömningen att med fortsatt hög dubbdäcksanvändning kan ventilationssystemet komma att behöva användas upp till 18-20 timmar om dygnet under dubbdäckssäsongen.

Ska miljö kvalitetsnormerna och framtida krav på tunnelluft klaras huvudsakligen med ventilation kommer det att bli mycket energikrävande, se kapitel 14 *Energi och klimat*. Om kraven i stället klaras till följd av minskad dubbdäcksanvändning minskar behovet av att använda ventilationen och således blir energianvändningen mindre.

Kvarts

En stor andel av det stenmaterial som används i beläggningar utgörs av kvarts. Andelen kvarts bedöms kunna utgöra 50-80 % av PM10 om vägbanan består av en kvartsitbeläggning.

Påverkan på siktförhållanden

Höga partikelhalter kan försämra sikten i tunneln. Utifrån de riktvärden som World Road Association tagit fram, har tillåtna halter i Förbifart Stockholm räknats fram. Vid fritt flytande trafik under högtrafik kan PM10-halter upp till 4 400 µg/m³ tillåtas utan att riktvärdet för sikt överskrids. De värden som rekommenderas ur hälsosynpunkt och som kommer att vara vägledande för tillåtna partikelhalter i Förbifart Stockholms tunnlar, ligger lägre än riktvärdena för sikt och därmed bedöms inte nedsatt sikt komma att utgöra ett problem i tunneln.

11.3 Luftföroreningshalter vid ventilationstorn och utanför tunnelmynningarna

De höga luftföroreningshalter som bildas i tunnelarna kommer att ventileras ut genom rampmynningar och ventilationstorn. Utanför mynningarnas vägområde ska miljö kvalitetsnormerna klaras.

Det finns en koppling mellan val av åtgärd/åtgärder för tunnelluften och luftföroreningshalter i markplan utanför mynningarna. Luftutbytesstationerna medför att man får ett utbyte av förorenad luft mot ren luft i tunneln. Halterna i tunneln och precis utanför tunnelmynningarna minskar men samtidigt sprids tunnelns luftföroreningar i omgivningen. Med en eventuell partikelrening blir halterna i tunneln, utanför tunnelmynningarna och utsläppen av partiklar till omgivningen via tornen mindre.

Den tunnelluft som vädras ut via torn ger en marginell påverkan på luftkvaliteten i tornens närområde. Beräkningar visar att ventilationstornen bidrar med som mest 0,5 procent av luftföroreningshalterna i markplan i närområdet.

De luftföroreningar som förs ut genom tunnelmynningarna ger en mycket större påverkan på omgivningen. Till skillnad från utsläpp via torn kommer föroreningar från mynningar direkt ut i markplan där utvädring och spridning fungerar sämre. Om ventilationssystemet används under högtrafik, 8 timmar om dagen vintertid, visar beräkningar att utsläppen från mynningar bidrar med mellan 6-22 procent av luftföroreningshalterna i närliggande områden. Används ventilationen 20 timmar om dygnet är mynningarnas andel av luftföroreningarna betydligt mindre, i storleksordningen 2-7 procent.

Utan ventilation överskrids miljö kvalitetsnormen för kvävedioxid utanför ett flertal mynningar. Med ventilation under högtrafik, cirka 8 timmar om dagen, klaras normen.

Utan ventilation överskrids miljö kvalitetsnormen för PM10, partiklar, utanför samtliga tunnelmynningar. Arbetsplanen reglerar att frånluftsstationer anläggs vid de fyra tunnelmynningar där överskridandena är som störst, två i Kungens kurva, ett i Vinsta och ett i Hjulsta. Ventilationen kan styras så att miljö kvalitetsnormerna för PM10 klaras. Med 50 procent dubbdäckanvändning kan miljö kvalitetsnormen klaras genom att använda luftutbytesstationerna och frånluftsstationerna mellan 8-20 timmar/dygn vintertid. Behovet av ventilation är olika för de olika mynningarna, se mer detaljerade beskrivningar i kapitel 16-21.

Vid tunnelmynningarna på Lovö, vid Skattegårdsvägen i Vinsta, norr om trafikplats Hjulsta och i Akalla anläggs inte frånluftsstationer eftersom överskridandena av PM10 kan undvikas genom att använda hela tunnelns ventilationssystem under en stor del av dygnet vintertid.

Det krävs en dubbdäckanvändning på 25 procent för att områdena med överskridande av miljö kvalitetsnormen för PM10 ska bli väsentligt mindre. I det scenariot begränsas överskridandet till själva vägområdet för övervägande delen av Förbifart Stockholm och det finns troligtvis inget behov av att använda ventilationen för att klara miljö kvalitetsnormen för PM10.

11.4 Förslag till åtgärder

- Den effektivaste åtgärden för att minska partikelhalterna är att dubbdäckanvändningen minskar i Stockholm.
- Betongbeläggning i stället för asfalt medför något lägre partikelhalter. Den studie som gjorts visar på 20 procent lägre partikelhalter. Studier för att verifiera detta pågår.
- Lägre hastighet som åtgärd för att minska PM10-halterna bör övervägas.
- Dammbindning innebär att vägbanan besprutas med ett ämne som förhindrar partiklarna att spridas till luften. I Norge används magnesiumklorid. Metoden är kostnadseffektiv men det finns vissa problem med korrosion, dvs. tekniska installationer och fordon riskerar större rostangrepp. Dammbindning med kalciummagnesiumacetat (CMA) har testats i Södra länken med gott resultat men med vissa halkriskproblem. Senare studier från Österrike visar inga problem med friktionsnedsättning. Dammbindning ger stor effekt i början men effekten avtar efterhand. I beräkningen har effekten bedömts vara 20 procent. Även generellt bättre renhållning kan ha en positiv inverkan på partikelhalterna i tunneln.
- Under senare år har man i vissa länder börjat använda sig av partikelrening inne i tunneln. Stoftrening med elektrostatfilter inne i tunneln innebär att impulsfläktar styr tunnelluften att passera genom filter vid sidan av vägbanan. För PM10 anges en effektivitet på 80-90 procent, men metoden är energikrävande och det krävs stora utrymmen nere i tunneln.
- En hel del nya tekniker för rening av kvävedioxid i tunnlar finns, men erfarenheter saknas, exempelvis renas tunnelluft från kvävedioxid med en katalytisk metod i Japan.

- Eftersom det är osäkert hur mycket hela tunnelns ventilationssystem kommer att användas bör behov av mindre omfattande åtgärder för att klara miljökvalitetsnormen för PM10 vid mynningar utan frånluftsstationer utredas. Till exempel kan ett inflöde av friskluft späda ut tunnelluften så att halterna sjunker precis utanför mynningen. Denna åtgärd riskerar dock att medföra högre kvävedioxidhalter eftersom tillförseln av ozon oxiderar kväveoxider till kvävedioxid innan det lämnar tunneln.
- Det finns en möjlighet att förse avlufts- och frånluftstornen med partikelfilter. Detta har inte utretts närmare eftersom det är en teknisk detalj som inte kan regleras i arbetsplanen. Påverkan från tornen i närområdet är dessutom liten och eftersom partikelfilter innebär att energianvändningen ökar så bedöms det inte som en ekonomisk rimlig åtgärd. Den tekniska utvecklingen kan dock ge effektivare och mindre energikrävande filter. Frågan bör fortsätta utredas under bygghandlingskedet.
- Om generella åtgärder medfört en låg dubb-däcksanvändning eller om åtgärder som enbart minskat partiklarna sätts in kan behovet av frånluftsstationer minska. I ett sådant scenario kvarstår kvävedioxidemissionerna. Behov av åtgärder för att undvika överskridande av normen för kvävedioxid måste utredas på nytt eftersom de spridningsberäkningar som presenteras i arbetsplanen baseras på att planerat ventilationssystem används.
- Det finns stora osäkerheter gällande framtida luftkvalitet och utveckling av åtgärder för tunnelluft. Det är därför viktigt att arbetsplanen inte låser sig vid en specifik teknik. Många av åtgärderna är energikrävande och dyra att bygga och använda vilket även måste beaktas. Exakt utformning av åtgärdssystemet för luftkvaliteten i tunneln och utanför mynningarna kommer att fortsätta att utredas under framtagandet av bygghandlingarna och möjligheten att kunna välja bästa möjliga teknik är viktig.

11.5 Utredda men ej rekommenderade åtgärdsförslag

- Transversell och semi-transversell ventilation har utretts. Motiv för bortval redovisas i kapitel 8.3. Med ventilationsluft kommer oxiderande ämnen in i tunnel, exempelvis ozon. Ozonet reagerar snabbt med de ämnen som släpps ut i avgaserna. Detta medför att kvävedioxidandelen i tunneln ökar på grund av att kväveoxiderna i avgaserna oxideras till kvävedioxid. Detta gäller speciellt om transversell eller semi-transversell ventilation används eftersom dessa system medför ett kontinuerligt inflöde av luft. Även andra ämnen kan oxideras, t ex lätta gasformiga kolväten såsom eten. Ur denna synvinkel bedöms det vara en fördel med longitudinell ventilation. Transversell och semi-transversell ventilation är att föredra endast om kraftigare utspädning kan erhållas. För att få kraftigare utspädning krävs hög energianvändning. Eftersom redan normaldrift av ventilationen är mer energikrävande för transversell och semi-transversell ventilation har dessa system valts bort.

