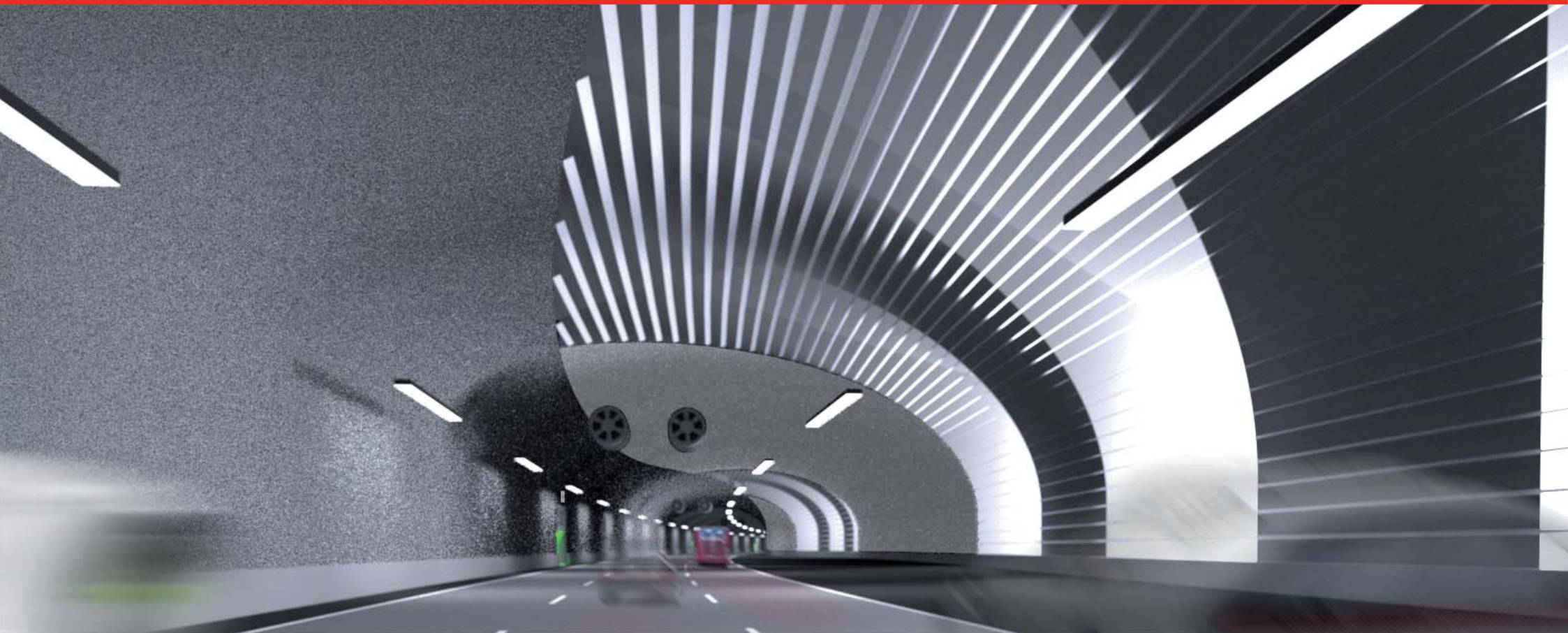


E4 Förbifart Stockholm

Arbetsplan

Gestaltningssprogram del 2: Tunnlar. Ansluter till Gestaltningssprogram del 1: Ytlägen
Utställelsehandling 2011-05-05

Objektnummer 8448590



Titel: E4 Förbifart Stockholm, Arbetsplan Gestaltningsprogram del 2: Tunnlar,
Utställelsehandling 2011-05-05

Utgivningsdatum: Maj 2011

Utgivare: Trafikverket

Kontaktperson: Riggert Anderson

Författare: Konsortiet Förbifart Stockholm

Foton: Trafikverket, Författarna

Kartor: Trafikverket

Layout: Konsortiet Förbifart Stockholm

Tryck: Arkitektkopia

Distributör: Trafikverket, 172 90 Sundbyberg, Telefon 0771-921 921, www.trafikverket.se

INNEHÅLL

FÖRORD	4
SAMMANFATTNING	5
INLEDNING	7
ÖVERGRIPANDE MÅL	8
TUNNELGESTALTNING	12
LÅNGA TUNNLAR I VÄRLDEN	43
KÄLLOR	44
MEDVERKANDE	45

FÖRORD

Trafikverket har ett miljöansvar för såväl den statliga väghållningen som för hela vägtransportsektorns utveckling. I detta ansvar inbegrips också hänsyn till den visuella, kulturella och ekologiska miljön. Föreliggande gestaltungsprogram för Förbifart Stockholm är framtaget för att tillgodose nämnda områden inom vårt miljöansvar.

Förbifart Stockholm avser att åstadkomma en bättre miljö, öka tillgängligheten och förbättra förutsättningar för Stockholmsregionens utveckling. Syftet med det framtagna gestaltungsprogrammet är att skapa förutsättningar för omsorg om vägmiljöns gestaltning. I denna ambition har Trafikverket också knutit det regionala skönhetsrådet till arbetet med Förbifart Stockholm.

Trafikverket
Maj 2011

Riggert Anderson
Projektchef

Mats Broman
Funktionsansvarig vägarkitektur

Tunnelgestaltningens samtliga delar sammanfattas här under sju punkter. Senare presenteras delarna mer ingående, där huvudprinciper för tunnelrummen beskrivs följt av exempel på gestaltade händelser under tunnelfärden.

Ledorden i arbetet med gestaltningen av Förbifart Stockholms tunnlar är trygghet, säkerhet och attraktivitet. Gestaltungsprinciperna tar sin utgångspunkt i Trafikverkets målformulering för arkitektonisk utformning samt aspekter som formulerats utifrån analys av frågor kring mänskligt beteende i tunnlar.

På senare tid har utformningen av tunnlar blivit allt viktigare. Upplevelsen av trygghet påverkar människors val av färdväg och transportmedel. Denna aspekt har därför både ekonomiska, sociala och miljömässiga konsekvenser.

Vid utformning av vägens geometri, har stor omsorg lagts vid att skapa

en harmonisk väglinje med ett gott samspel mellan horisontal och vertikal geometri. Detta är särskilt viktigt där vägen går i tunnel utan vanliga referenser till omgivande landskap. Genomgående har stora radier valts för att minimera behov av siktbreddning.

Genom att skapa variation och ge tunnelns olika delar en egen identitet motverkas monotoni och gestaltningen bidrar till en upplevelserik färd. Några visuella händelser formuleras genom av och påfarter medan andra gestaltas som landmärken i partier där dessa avbrott annars saknas.

God orienterbarhet är en viktig aspekt som påverkar utformningen. Tydlig information om var man befinner sig i tunnelfärden är väsentlig för trygghetskänslan. För att åstadkomma detta samverkar en kombination av gestaltungsprinciper och grafisk information.

Hastighetsbegränsningen i huvud-

tunnlarna är fastställd till 90 km/timme och flödet är beräknat till 140.000 fordon per dygn. Detta är avgörande faktorer för upplevelsen av tunnelgestaltningen. Stora grepp är att föredra då allt för subtila nyanser riskerar att försvinna, samtidigt är det viktigt att behålla fokus på människan som brukare av systemet och låta detta avspeglade sig både i skala och detaljer.

Följande huvudkomponenter ingår i gestaltungs-konceptet för tunnlar i Förbifart Stockholm:

1. TUNNELRÖR: Gestaltungs-belysning med olika intensitet bildar en sekvens av händelser i tunneln. Väggeometri och den optiska ledningen förstärks genom fält av gestaltungs-belysning i inner- respektive ytterkurvor.

2. BERGRUMMEN: Bergrummen för avfarter och påfarter bildar naturliga avbrott i tunnelfärden.

De ges en individuell karaktär som förstärks genom tydlig behandling av fondväggen och dagsljusliknande gestaltningsbelysning.

3. LUNGAN: Kring den ungefärliga mitten av tunnelsträckan, där en av luftutbytesstationerna är placerad, formas ytterligare ett bergrum, ett visuellt avbrott i tunnelfärden på en från början händelsefattig tunnelsträcka. Detta bergrum har stora ytor av ventilationsgaller för till- respektive frånluft. Ventilationsgaller integreras i bergrummet och förstärks med dagsljusliknande gestaltningsbelysning.

4. UTRYMNINGSPORTALER: Portalen formar mindre nisch som belyses för ökad synbarhet och tryggare entré till utrymningsvägen. Utrymningsdörrarna innehåller glasslits för ökad information om rummet på andra sidan av dörren. I huvudtunneln placeras nödtelefoner mittemot nödutrymningsportalen, på andra tunnelväggen. Nödtelefonen

placeras på en väggyta med behandling samkomponerad med utrymningsportalen.

5. GRAFISK INFORMATION: En tydlig markering av den körda respektive återstående tunnelsträckan placeras på båda sidor av tunnelarna varje kilometer. Tunnelns mitt markeras särskilt. Avfarters geografiska namn skrivs på fondväggen med påtaglig storlek inkomponerad i fondväggens utformning och kompletterar trafikskyltarna.

6. TUNNELRUMMETS SAMORDNADE TEKNISKA UTFORMNING: Tunnelrummets vägbelysning ges dagsljuslik karaktär med naturlig färgåtergivning för en säker och angenäm resa. Vägbanan beläggs med ljus beläggning för optimering av ljusvärden. Sidoytor i vägbanan är av mörk asfalt för att förstärka den optiska vägledningen. Typsektionen för bergtunnelarna består av en asymmetrisk materialkomposition för tydligare orientering. Vägg

mot installationskorridor består av ljusa, släta betongelement. Vägg mot det andra tunnelröret och tunneltak är täckta av sprutbetong. Släta, ljusa barriärelement av betong med lutning 10:1 skall användas både i tunnelarna och i de utvändiga partierna.

7. BETONGTUNNLAR: Betongtunnelar förekommer i mindre utsträckning, huvudsakligen vid tunnelmynningar. De utformas visuellt asymmetriskt med en behandlad vägg mot installationskorridor - infärgad alternativt belyst. Här finns det möjlighet att utforma betongtunnelarna med egna kännetecken. Mynningens karm utförs i vit betong (titandioxid).

Förbifart Stockholm är ett av Sveriges genom tiderna största infrastrukturprojekt. Förbifart Stockholm, som utgörs av en sexfältig motorväg, sträcker sig mellan Skärholmen och Häggvik och omfattar drygt 21 km ny motorväg. Mellan Skärholmen och Hjulsta går vägen i en drygt 16 km lång tunnel. En kortare tunnel under Järvafältet är knappt 2 km lång.

Gestaltningssprogram del 2: Tunnlar är ett separat dokument som ansluter till Gestaltningssprogram del 1: Ytlägen.

Gestaltningssprogrammet redovisar principer vilka inte är exakt mått- eller lägesbeskrivna.

GESTALTNINGSPROGRAMMETS UPPGIFT

Gestaltningssprogrammets uppgift är att säkra ett utförande av infrastrukturprojektet med hög arkitektonisk kvalitet. Programmet är därmed ett styrande dokument från detaljplaneläggning, genom projekterings- och byggskedet fram till färdigbyggd anläggning, samt vidare för förvaltning av kvaliteterna under driftskedet.

ÖVERGRIPANDE MÅL

MÅL FÖR ARKITEKTONISK UTFORMNING

Ledorden i arbetet med gestaltningen av Förbifart Stockholms tunnlar är trygghet, säkerhet och attraktivitet. Tillsammans ligger de till grund för gestaltungsprogrammet.

I fokus för utformningen av Förbifart Stockholms tunnlar är trafikanten, brukaren av systemet. En känsla av trygghet i tunnelfärden grundläggs i väl fungerande säkerhetslösningar som tydligt förmedlas till trafikanten. Lika viktigt för trygghetskänslan är omtanken i gestaltningen av tunneln. Skalan på rum och objekt ska vara mänskligt gripbar och utförandet ska vara omsorgsfullt genomfört.

Attraktivitet ska uppnås i utformningen av rum och detaljer samt i en väl avvägd sekvens av händelser. Detta är grund för en resa rik på upplevelser som motverkar monotoni

och ökar orienterbarheten vilket i sin tur är avgörande för trygghetskänslan.

Gestaltningssarbetet utgår från grundliga analyser i samarbete med övriga berörda områden.

BETEENDE I TUNNLAR

Förbifart Stockholms tunnlar kommer att tillhöra världens längsta när de står färdiga. Trafikanter beteende i långa tunnlar är en mycket viktig aspekt som kontinuerligt behandlats under projektet.

Det finns i dagsläget relativt stor kunskap om tunnelbeteende men en begränsad kunskap om hur människor upplever att färdas genom långa tunnlar. Internationella undersökningar har visat att cirka 20 procent av befolkningen känner obehag vid färd genom tunnel. Man har också visat att oron är direkt relaterad till tunnellängden. Obehaget sammanhänger också med andra faktorer

som dålig belysning, dålig luft, räddningsmöjlighet, möjlighet att vända och känsla av instängdhet. Tunnlar under vatten upplevs som särskilt obehagliga.

Gestaltningen av en tunnel är mycket viktigt för människors upplevelse av tunnelpassagen. Medel för att göra tunnelarna mer attraktiva är bra ljus, skyltar som visar hur långt man kört samt ljusa väggar och god optisk ledning.

Entrézon

Att köra in i en lång tunnel upplevs av många människor som stressande. Det är därför viktigt att tunnelmynningar och entrézoner görs attraktiva och inbjudande samt ger signal om att det är tryggt att färdas i tunneln. En undersökning av tunnelmynningar i Österrike visar att den arkitektoniska utformningen av själva mynningen har stor betydelse för upplevelsen av trygghet. Detta har i sin tur betydelse för säkerheten.

Det finns även undersökningar som indikerar att information i zonen 150-200 meter före tunnelmynningen riskerar att inte uppfattas av förare som är fokuserade på mynningen och inte på omgivningen. Andra undersökningar visar däremot att föraren aktivt söker information om hastighetsbegränsning i denna zon.

Att åka in eller ut ur en tunnel innebär ofta att ögonen måste ställa om mellan olika grader av ljus. Detta blir särskilt påtagligt soliga dagar när skillnaden mellan ute och inne kan vara stor.

Orienterbarhet

Vid tunnelkörning försvinner möjligheterna för trafikanter att orientera sig med hjälp av omgivningens karaktär. Detta kan till viss del kompenseras genom ljussättning och särskild gestaltning av de olika trafikplatserna.

Med hjälp av körsimulatorstudier har man kunnat visa att männis-

kor har svårt att bedöma hur långt man kört i en tunnel. Det innebär att man vid t.ex. en olyckshändelse blir osäker på om man är nära eller långt ifrån en mynning. Människor har i allmänhet inte kännedom om vilka räddningsmöjligheter som finns och information om nödutgångar är viktigt.

Gestaltning som minskar upplevelsen av monotoni

Det är uppenbart att trafikanter kan uppleva en lång tunnelkörning som monoton. För Förbifart Stockholm är sträckan mellan Kungens kurva och Hjulsta relativt händelsefattig men tydliga landmärken/händelser kan bryta monotonin. Gestaltade händelser presenteras utförligt i gestaltungsprogrammet under rubriken händelser och sekvenser i kapitlet tunnelgestaltning. Meddelanden som visar att tunneln är övervakad ökar känslan av trygghet.

Körbeteende

Kunskapen om hur tunneln "fungerar" och vad man ska göra vid en

olycka är generellt dålig även hos yrkesförare. I början av en tunnelpassage fokuserar en förare på att nå högsta tillåtna hastighet så fort som möjligt och att justera sitt läge i förhållande till framförvarande fordon. Efter en stund - oklart hur länge - övergår körningen till rutin och en viss monotoni börjar upplevas. Föraren blir nu mer uppmärksam på tunnelmiljön, börjar notera nödutgångar etc.

Avståndet mellan körfältskant och tunnelvägg har betydelse för körbeteendet. Ligger väggen nära körfältskanten blir förare störda av för mycket stimulans i ögats periferi (flimmereffekt) och drar sig från väggen och lägger sig närmare andra körfältskanten.

När föraren ser tunnelmynningen riktas fokus mot mynningen och uppmärksamheten på tunnelinteriören minskar.

Pågående studier av tunnelgestaltning

Delar av gestaltningskonceptet ska studeras i en realistisk körsimulator på Statens väg- och transportforskningsinstitut, VTI, i Linköping där sedan resultaten utvärderas av betendevetare.

Som en del av forskningsprojektet ViP kan Förbifart Stockholm utvärderas ytterligare gällande förarprestation och upplevelse baserat på tester utförda på en större testgrupp.

Gestaltningsprogrammet har utgått från problematiken rörande trafikanters beteende i långa tunnlar samt de tekniska förutsättningar som finns i projektet. Resultatet är de lösningar som presenteras i kapitlet tunnelgestaltning.

ÖVERSIKT

Från trafikplats Vårby, till en ny trafikplats vid Kungens kurva, följer Förbifart Stockholm den befintliga vägens geometri. Efter den nya trafikplatsen påbörjas sänkningen av profilen ner mot tunnelpåslaget. Därifrån går vägen i tunnel under Kungshatt och Lovön och fram till trafikplats Hjulsta, där tunnelmynningen ligger cirka 100 m söder om passagen av Mäljarbanan.

Förbi Hjulsta går vägen på två broar, dels över Mäljarbanan och Spångåns dalgång, dels över E18. Söder om Hästa klack går vägen åter in i en ny tunnel knappt 2 kilometer under Järnafältet för att mynna strax söder om trafikplats Akalla.

Från Akalla går vägen i ytläge fram till och förbi trafikplats Häggvik men med en kort tunnel vid korsningen med befintlig väg mot Stockholm. Projektet avslutas på E4 cirka en kilometer norr om trafikplats Häggvik.



Schema över tunnelsträckning med tidsreferens samt arkitektoniska händelser.

TUNNELGESTALTNING

TEKNISKA FÖRUTSÄTTNINGAR

Nedan beskrivna tekniska ram bildar de fysiska konturerna för tunnelnarnas arkitektoniska gestaltning beskrivna i detta gestaltungsprogram. Med utgångspunkt från, i samspel med och genom modifiering av denna struktur formas den arkitektur som optimerar en trygg, säker och behaglig upplevelse av tunnelnarna i Förbifart Stockholm.

Typsektion

Typsektionen för Förbifart Stockholm i bergtunnel har tre genomgående körfält i vardera riktning. Den yttre vägrenen är 2,0 meter vilket möjliggör tillfällig uppställning av en personbil medan den inre är 1,0 meter. Körfälten är vardera 3,5 meter.

För att få god valvform förhöjs takhöjden vid tunnelförgreningar och ibland vid andra tunnelutvidgningar, t.ex. vid parkeringsfickor och siktbreddningar. Bergpelaren mel-

lan huvudtunnelnarna är teoretiskt 15 meter.

Största spännvidder finns vid ramp-tunnelnarnas anslutningar till huvudtunnelnarna, där bredden är 31,1 meter. Det bärande huvudsystemet utgörs huvudsakligen av berg. Vid liten bergtäckning eller dålig bergkvalitet kan berget förstärkas med betongkonstruktioner som tar upp lasterna helt eller delvis.

Det tillåtna, utifrån inläckningskrav, inläckande vattnet tas hand av ett innertak som består av ett tätt membran. Membranet kan monteras antingen på bultar som förankras i berget i ett regelbundet mönster eller i ett bergförankrat ramverk. För att inklädnaden ska kunna klara sug- och trycklaster från trafiken samt brandskyddas förses det med ett sprutbetongskikt.

Bombering

Tunnelnarna utformas med samma tekniska krav på att vatten inte ska samlas på vägbanan som i ett ytväg-

nät. Spolvatten från tvätt av tunneln samlas upp i vägbrunnar utanför vägbanan. Därför behövs en tvärlutning. I bergtunnelnarna är radierna företrädesvis stora. Det är därför möjligt att konsekvent skeva vägen ut mot brunnar i ytterkant. Skevningen görs liten, 1,5 procent, för att det inte ska upplevas som en "feldosering".

Installationskorridor

Vägbanan lutar mot den sida av tunneln där det löper en installationskorridor dimensionerad för erforderliga installationer. Korridoren skiljs åt från tunnel med en ca fem meter hög vägg bestående av betongelement. Korridoren nås med dolda dörrar belägna mittemot utrymningsportaler.

Trafikplatser

Längs tunnelsträckningen förekommer inga korsningar utan trafikutbytet sker i trafikplatser som nås via ramper. En princip i vägutformingen har varit att tillgodose framkomligheten i de genomgående tre körfäl-

ten. Av- och påfarter utformas därför i regel som parallellavfarter dvs. all acceleration och retardation sker på ett fjärde körfält.

Teknikutrymmen

Flera typer av teknikutrymmen förläggs i berg: pumpstationer, utjämningsmagasin, eldriftsutrymmen (ELDU) och luftutbytesstationer, som består av en från- och en tilluftstation, samt utrymningsvägar. Teknikutrymmen under jord ska kunna nås med bil och vid dessa byggs fickor för att göra det möjligt att tillfälligt ställa fordonet.

Nödutrymning

Förbifart Stockholms utrymningsvägar, i form av tvärtunnlar som är 3 meter breda och 3 meter höga, är placerade mellan huvudtunnlarna med 100 meters avstånd. I ramper är avståndet mellan nödutrymningsvägar 150 meter. Utrymningsvägar går alltid mellan tunnlar med motsatt trafik.

Ventilation

Ventilationssystemet för tunnarna bygger på mekanisk ventilation och den så kallade kolvverkan som uppstår när fordon rör sig i en och samma riktning i ett slutet tunnelrör. Friskluft tas in dels från tunnelmynningarna, dels från friskluftsintag. Systemet anpassas så att tillräcklig mängd frisk luft tas in för att koncentrationen av luftföroreningar inte ska överskrida riktvärdena för dem som vistas nära tunnelmynningarna och så att trafikanterna inte ska utsättas för hälsofara.

Vägbeläggning

Beläggningen i tunneln kan antingen bestå av asfalt eller betong. Valet görs i ett senare skede och bestämmande faktorer är investeringskostnad, friktion, ljusreflektion, underhållskostnad och inverkan på luftföroreningar.

I gestaltningsprogrammet förordas en ljus vägbeläggning på grund av dess goda ljusreflekterande egenskaper.

DRIFT OCH FÖRVALTNING BYGGKOSTNAD/LCC

Gestaltningsprogrammet beskriver principer för utformning av tunnelmiljön men låser inte fast specifika tekniska lösningar. De gestaltningsgrepp som redovisas tål vissa förändrade förutsättningar.

Utformningen ska sträva efter effektiva lösningar, både ur energi- och ur underhållssynpunkt. Avvägningar mellan byggkostnader och Life Cycle Cost kommer att göras för att hitta goda långsiktiga lösningar. Det är framförallt viktigt att underhåll kan utföras utan större störningar i trafiken.

PRINCIP BERGTUNNEL

Typsektionen för bergtunnlarna består av en asymmetrisk materialkomposition för tydligare orientering. Vägg mot installationskorridor består av ljusa, släta betongelement. Vägg mot det andra tunnelröret och tunneltak är täckta av sprutbetong. Vägbanans ljusa beläggning reflekterar vägbelysningen för att uppnå förbättrade ljusvärden. Sidoytor i vägbanan är av mörk asfalt för att förstärka den optiska vägledningen.

Barriärelementen utformas lika yttre partier av Förbifart Stockholm. Detta skapar kontinuitet och ett tydligt signum som skiljer från andra leder.



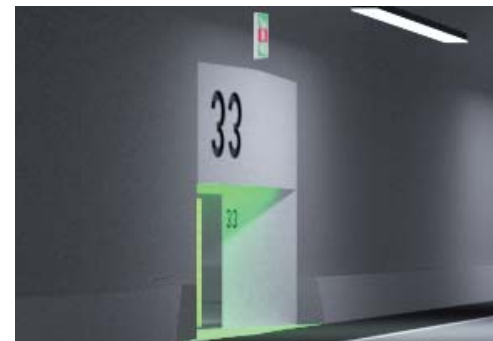
Bergtunnel - asymmetrisk materialkomposition.

En önskan finns att integrera barriärelementen med tunnelväggar för ett renare arkitektoniskt uttryck, vilket även innebär ett mindre berguttag.

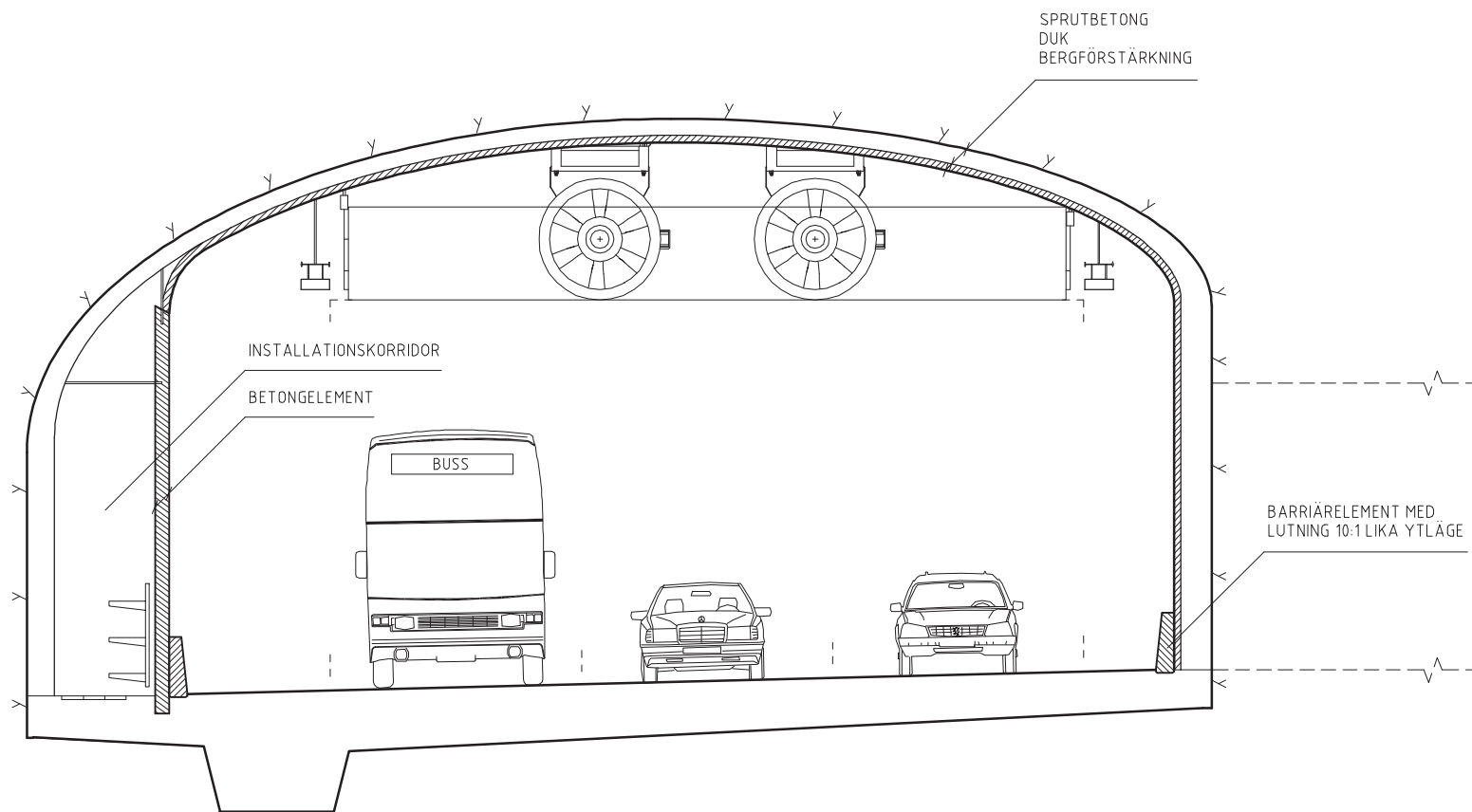
Utrymningsportalerna placeras var 100:e meter (150 meter i ramper) och utformas som nischer. De är rumsliga inslag där skalan är människans snarare än fordonens. Nischen skapar små skyddande förrum samtidigt som det förmedlar en trygghetskänsla motsvarande en dörr på glänt. Övre delen av portalen välver utåt för att förstärka nischen samt öka synbarheten. Littreningen av portalen hamnar i vinkel mot vägbanan. Erfoderliga pictogram placeras väl synliga ovan portalen. Littrening av portaler utförs med stora försänkta siffror med placering synliga både på avstånd över andra fordon och mindre siffror läsbara direkt vid dörren. Utrymningsdörrarna utformas med glasslits för ökad information om rummet på andra sidan dörren. På motstående sida i huvudtunneln

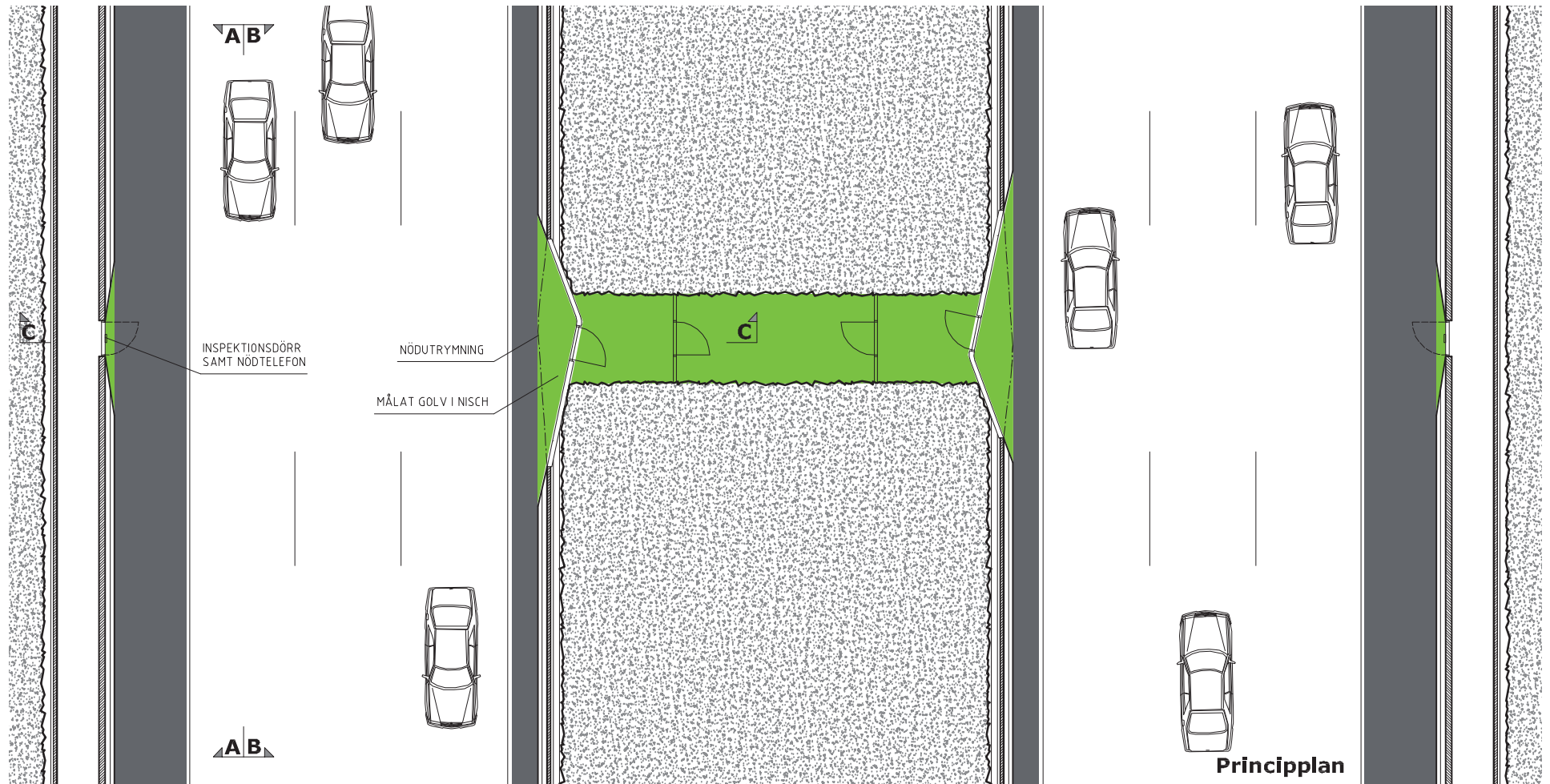
placeras nödtelefoner på en väggyta med behandling samkomponerad med utrymningsportalerna. Portalerna skapar en kontinuerlig rytm och en upplysning om tunnelns längd och slut. En fallande numrering upplevs som positiv vid färd genom tunneln. Belysning förstärker placeringen av portaler och littrening av dessa. Golvytan som bildas av nischen målas grön, likaså på motsatt sida vid nödtelefonen.

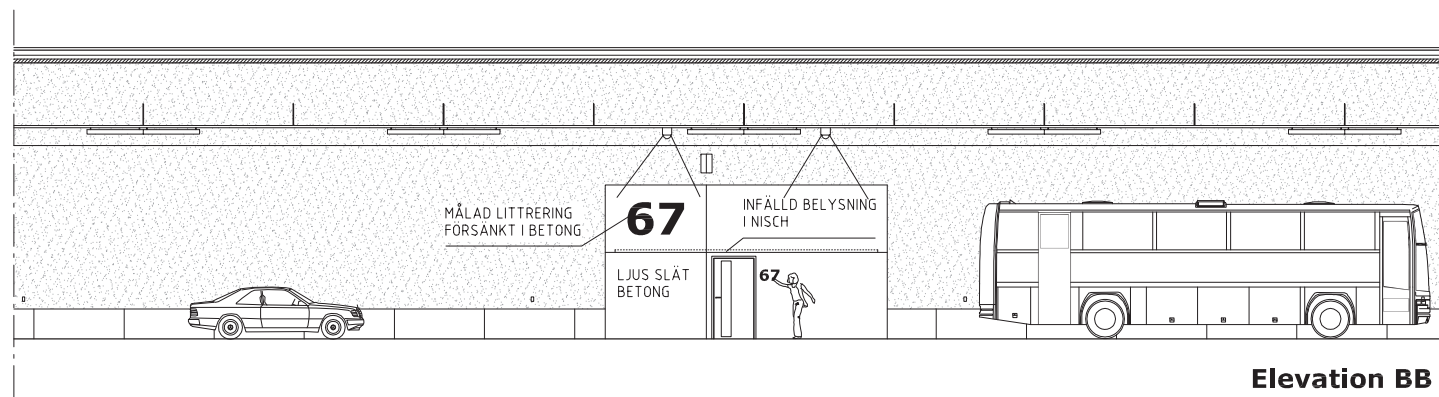
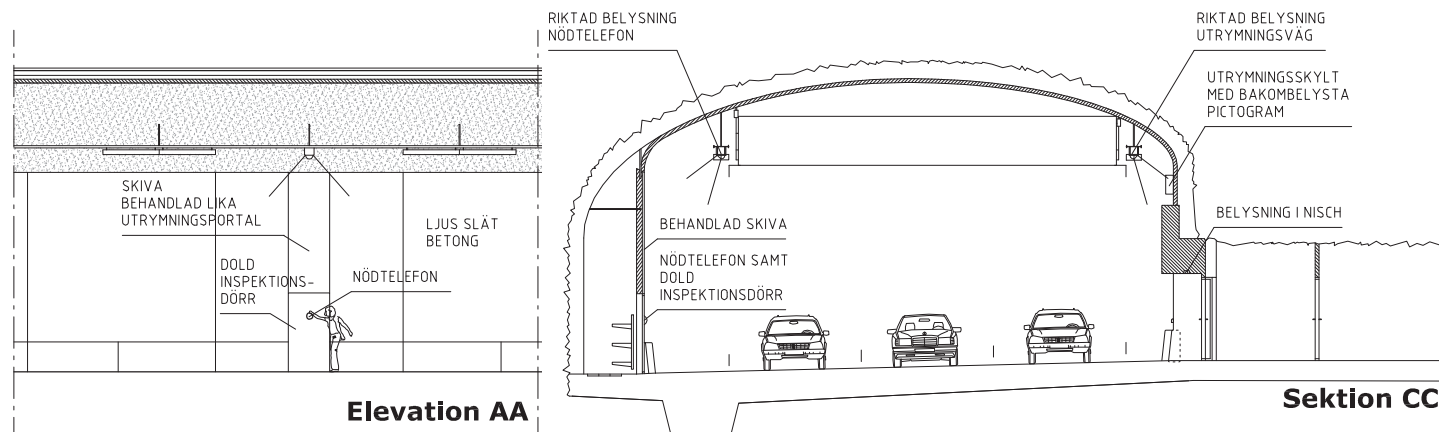
Vid nödtelefonen integreras en dold dörr som leder till ledningskulvert. Denna ska ej kunna misstas för nöd-utrymningsdörr. Förslagsvis bildar dörren en inramning/fond åt nödtelefonen.



Utrymningsportal.





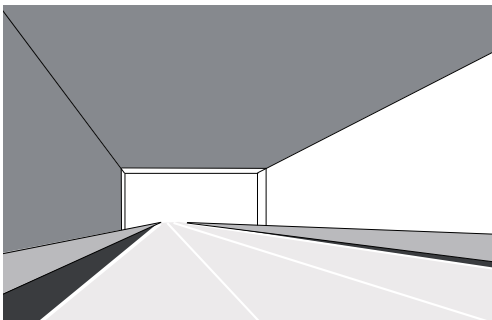


PRINCIP BETONGTUNNEL

I övergången mellan Förbifart Stockholms ytlägen och det som beskrivits tidigare som bergtunnel finns det tunnelpartier utformade helt i betong. Konstruktionsprincipen innebär här att tunnelrummet blir rätvinkligt utan valv.

Tunnelmynning

Att köra in i en lång tunnel upplevs av många som en stressfaktor som förstärks av det mörka tunnelrum man ofta möter. Koncept för tunnelmynningen kan därför beskrivas som ett välkomnande in i ljuset.



Tunnelmynning utfart - asymmetrisk komposition och vit karm.

Ljus vägbana, ljusa väggar och vägbelysning förstärkt av infartsbelysning skapar tillsammans ett inbjudande rum.

Tunnelmynningen ges karaktären av att tunneln fortsätter en bit utanför fasadskivan. För att förstärka detta renas mynningen från onödiga element. En skarv markerar var fasadskivan skär tunneln och bildar en vit karm. Tunnelmynningsportalens karm utförs i vit slät betong (titan-dioxid). Mynningens karm tar upp de voter som annars är viktiga ur konstruktionssynpunkt för betongtunnel.

Armaturer ska trappas av mot tunnelns tak för att inte vara i blickfånget vid mynningen.

Betongtunnlarna utformas visuellt asymmetriskt med en behandlad vägg mot installationskorridor - infärgad alternativt belyst. Här finns det möjlighet att utforma betongtunnlarna med egna kännetecken.

Bländning/buller

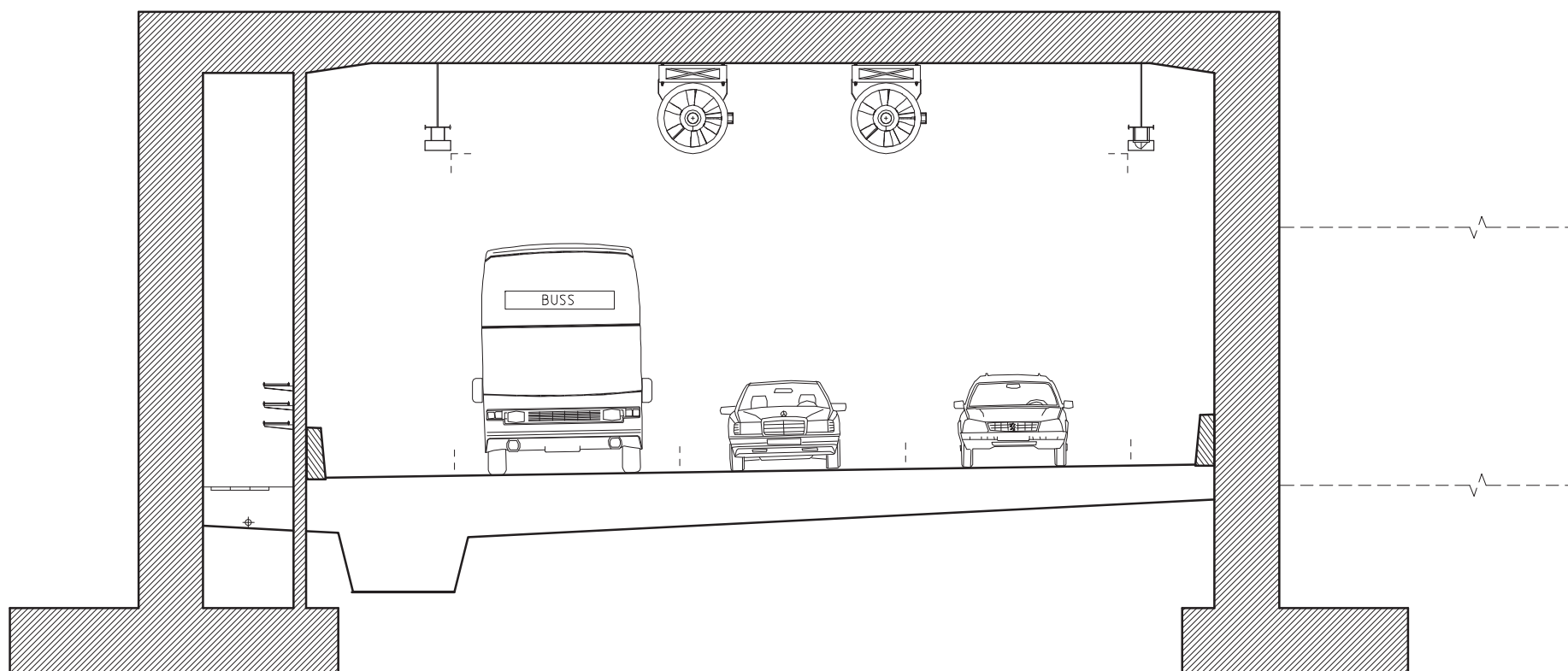
Behovet av bländningsraster vid utfarter bör utredas vidare. Det kan även finnas behov av bullerdämpning vid vissa avfater. Dessa funktioner har potential att bli intressanta inslag i tunnelrummet.

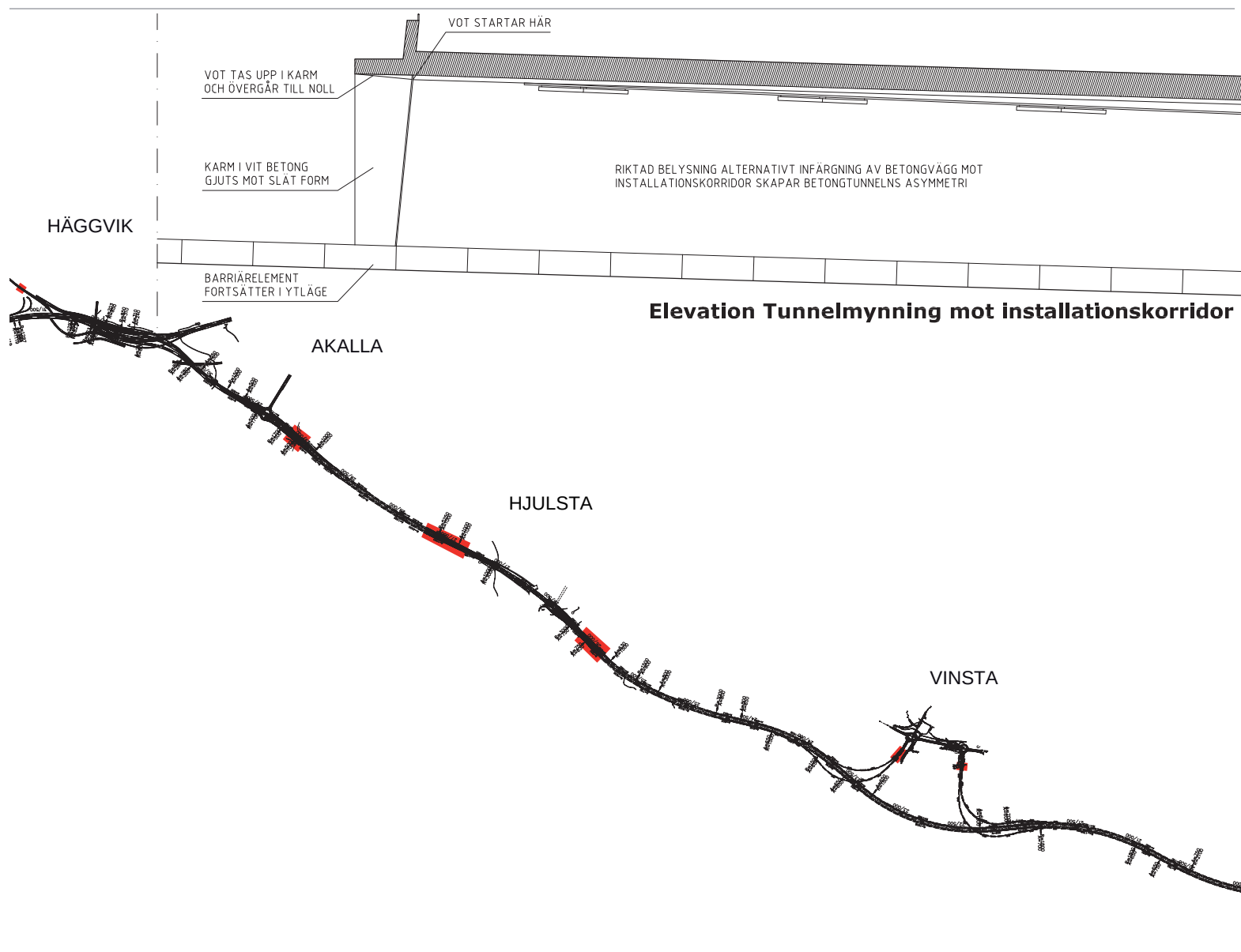
Formsättning

Ritningar för formsättning bör tas fram för att markera skarvar och eventuella hål för formstag. Detta ska samordnas med de yttre partierna för att skapa kontinuitet samt ge en visuell förståelse av vägens lutning.

Referens

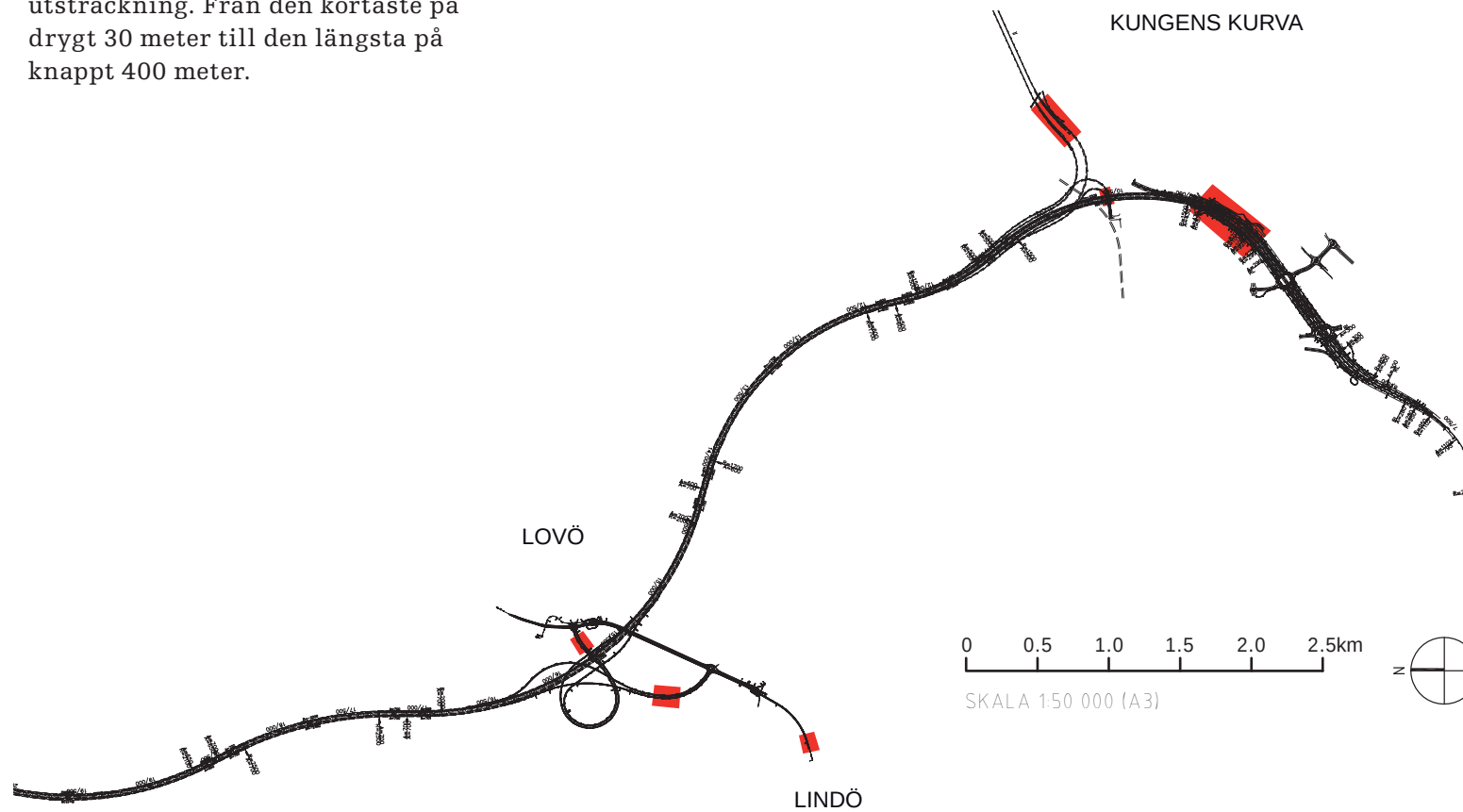
Tunnelmynningen under Sickla-rondellen med utdragen tunnel kan fungera som referens för tunnelmynningarna i Förbifart Stockholm. Mynningen förstärker bilden av att tunneln fortsätter förbi fasadskivan. Betongen är ljusare och blankare vilket är intrycket man tar med och överför även på den mörkare grövre konstruktionsbetongen.





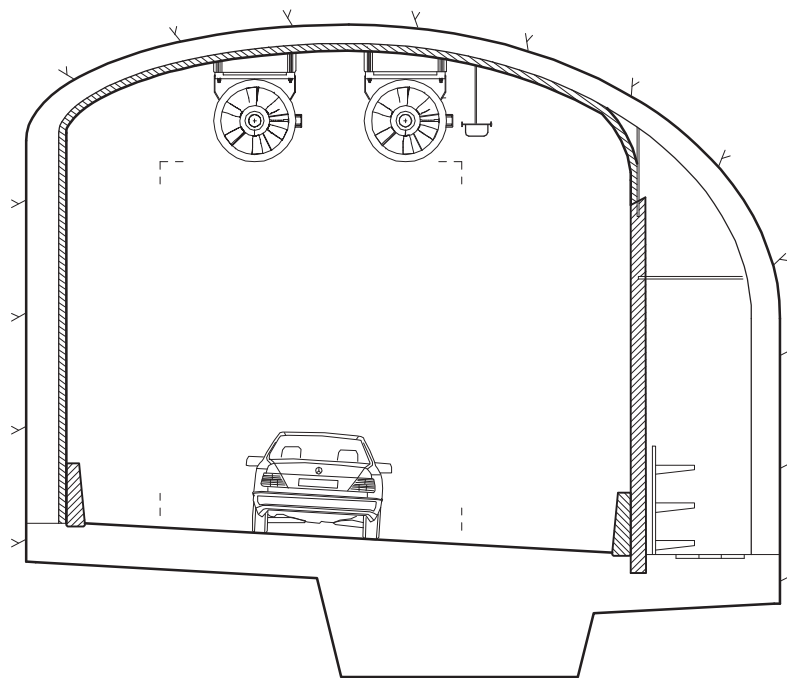
Översikt betongtunnel

Översikten syftar till att ge en bild av antalet betongtunnlar samt deras utsträckning. Från den kortaste på drygt 30 meter till den längsta på knappt 400 meter.



PRINCIP RAMPTUNNEL

Ramptunneln utformas som berg- respektive betongtunnel. Ramptunn- larna är relativt långa och i kombi- nation med det smala rummet kan de upplevas som monotona. Förslagsvis förstärker man därför visuellt de platser där driftutrymmen är pro- jekterade. Även ramptunnel har ljus vägbana.



TRAFIKANORDNING

Utformning och placering av skyltar, vägbommar och andra trafikanord- ningar ska samordnas med arkitekt.

INSTALLATIONER/DRIFTUTRYMMEN

Ambitionen är att alla synliga in- stallationer samt driftutrymmen i tunneln ska ges en medveten gestalt- ning.



Exempel på gestaltning av luftutbytesstation.

VÄGBELYSNING

Förbifart Stockholms tunnlar skall ges en dagsljuslik belysning för en säker och angenäm resa. Armaturerna placeras i tak på sätt som bidrar till en väl upplyst vägbana, ger en optisk ledning samt uppfyller de krav som ställs i VGU. Barriärelement, vägg mot installationskorridor och vägbana skall vara så ljusa att de bidrar till ljusreflektion och till upplevelsen av det ljusa tunnelrummet.

Med tanke på den snabba utvecklingen av ljuskällor är det inte önskvärt att ange typ av armatur eller ljuskälla, istället beskrivs de egenskaper som är önskvärda. Detta är framförallt dagsljusliknande färgtemperatur med bra färgåtergivning och en jämnhet i ljusspridning.

Vägbelysningen är en mycket viktig del av den gestaltade helheten och bör därför samordnas för att optimera element, material, textur och kulör som påverkar den upplevda belysningen.

HÄNDELSE OCH SEKVENSER

I detta avsnitt beskrivs de gestaltade händelser som bidrar till en färd rik på upplevelser, samt möjliggör en tydligare orientering under färden. Positiva upplevelser motverkar känslan av monoton.

Vissa händelser formuleras naturligt genom av- och påfarter medan andra

gestaltas som landmärken där dessa avbrott annars saknas.

Gemensamt för samtliga gestaltade händelser är förnimmelsen av dagsljus. Detta illustreras som koncept nedan och beskrivs ytterligare under respektive händelse.

Exempel på händelser

Mittrummet lungan skapas som ett utvidgat bergrum i bergtunneln under norra Lovön. Syftet är att skapa ett igenkännbart landmärke och en gestaltad rumslig händelse under den sträcka som saknar naturliga avbrott med av- och påfarter.



Konceptbild: dagsljus som letar sig fram.



Mittrummet lungan.



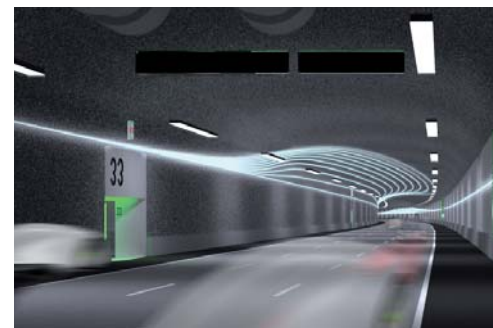
Konceptdiagram: Tunnelprofil södergående tunnel med simulerad dagsljusinstrålning vid trafikplatser och mittrummet "lungan". (Höjd är förstärkt 10 gånger längd).

Trafikplatser utformas som utvidgade bergrum när de övergår till fyra körfält. Detta förstärks vid avfart med en fondvägg som signalerar platsens identitet samt upplevelsen av naturligt dagsljus som flödar ned över fondskivan och sprider sig i bergrummet.

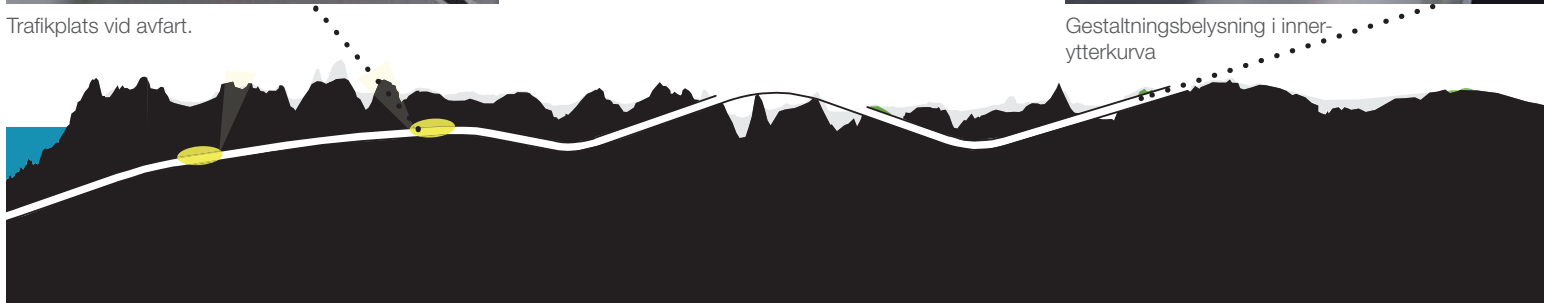


Trafikplats vid avfart.

En flödesorienterad gestaltningsbelysning rytmiserar färden och skapar sekvenser av varierande intensitet beroende av trafiklinjens geometri och övriga händelser.



Gestaltningsbelysning i inner-
ytterkurva



Vägens profil styrs i stor utsträckning av passagerarna under Mälaren, dels vid Kungshatt där vägen ligger sextiofem meter under havsytan, dels vid Lambarfjärden på motsvarande djup.

AKALLA

HJULSTA

VINSTA

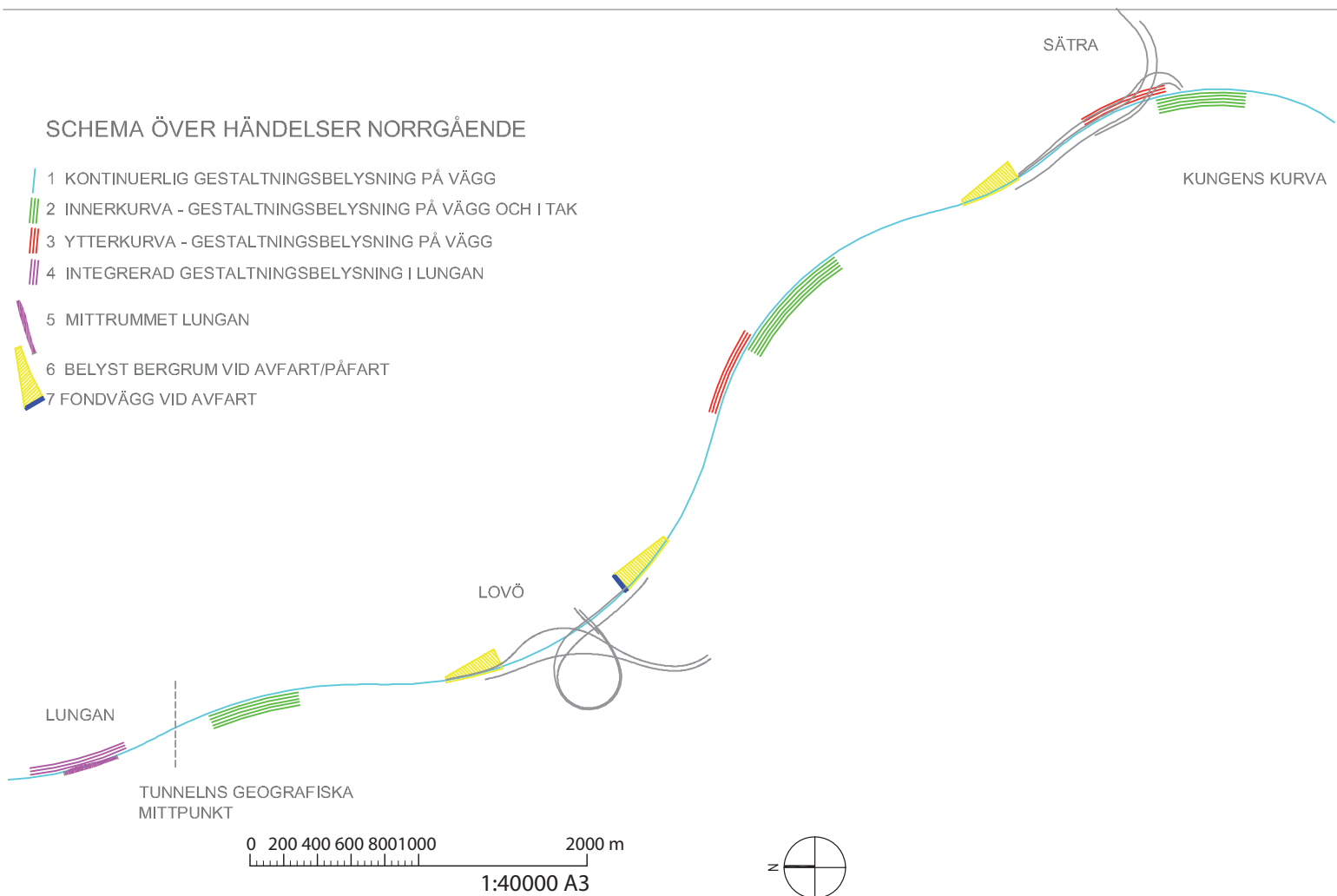
Schema över händelser och sekvenser

Gestaltade händelser och sekvenser av dessa beskrivs i schema för norr- respektive södergående tunnel. På grund av att de naturliga avbrotten med trafikplatser inte sammanfaller i de två tunnelrören, samt att den

ena tunnelns konkava delar är motstående tunnels konvexa, är händelseförloppen inte identiska för de två tunnelrören. Utsträckning, läge och typ av händelse beskrivs i schemat med tillhörande teckenförklaring.

SCHEMA ÖVER HÄNDELSE NORRGÅENDE

- 1 KONTINUERLIG GESTALTNINGSBELYSNING PÅ VÄGG
- 2 INNERKURVA - GESTALTNINGSBELYSNING PÅ VÄGG OCH I TAK
- 3 YTTERKURVA - GESTALTNINGSBELYSNING PÅ VÄGG
- 4 INTEGRERAD GESTALTNINGSBELYSNING I LUNGAN
- 5 MITTRUMMET LUNGAN
- 6 BELYST BERGRUM VID AVFART/PÅFART
- 7 FONDVÄGG VID AVFART



AKALLA

HJULSTA

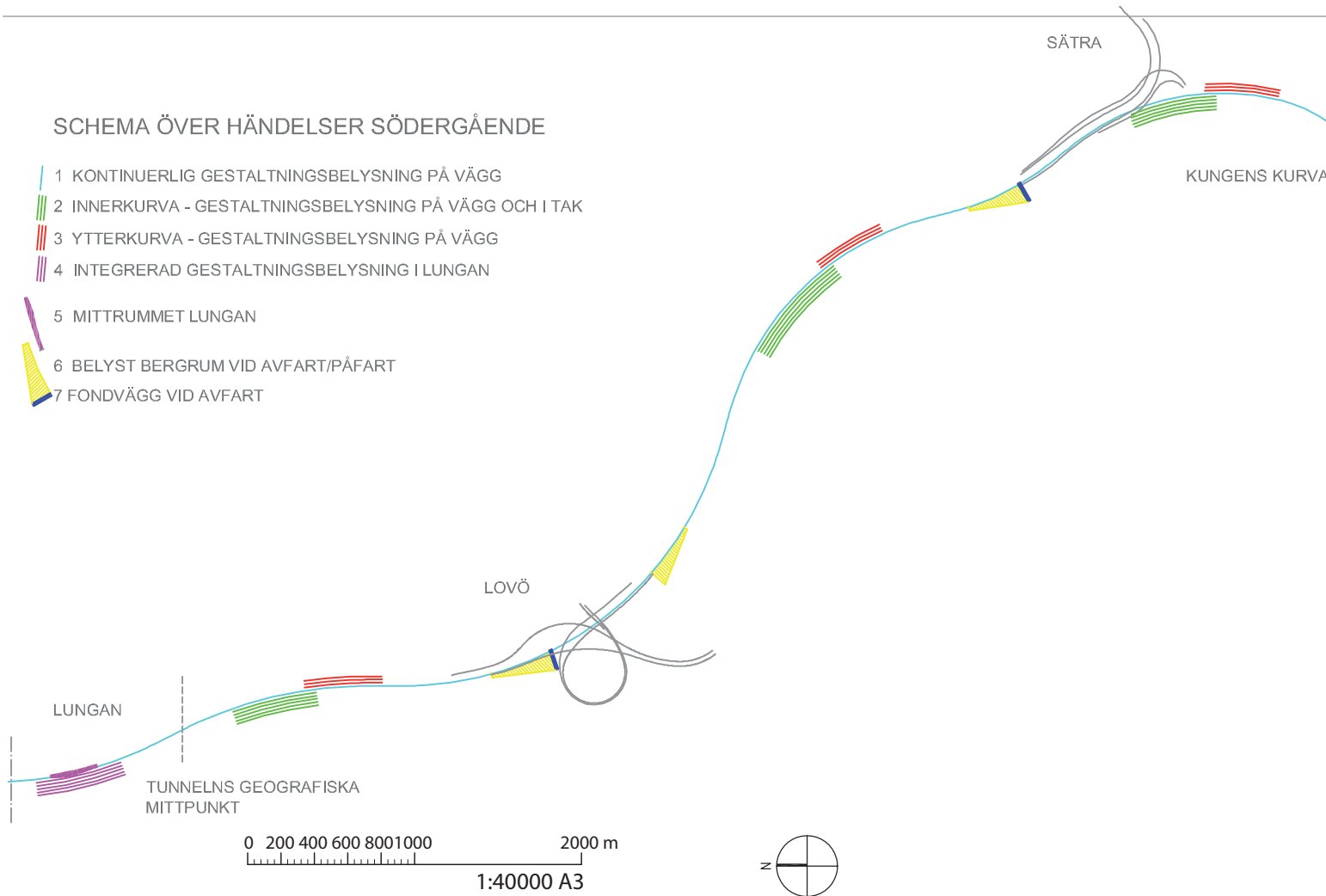
VINSTA

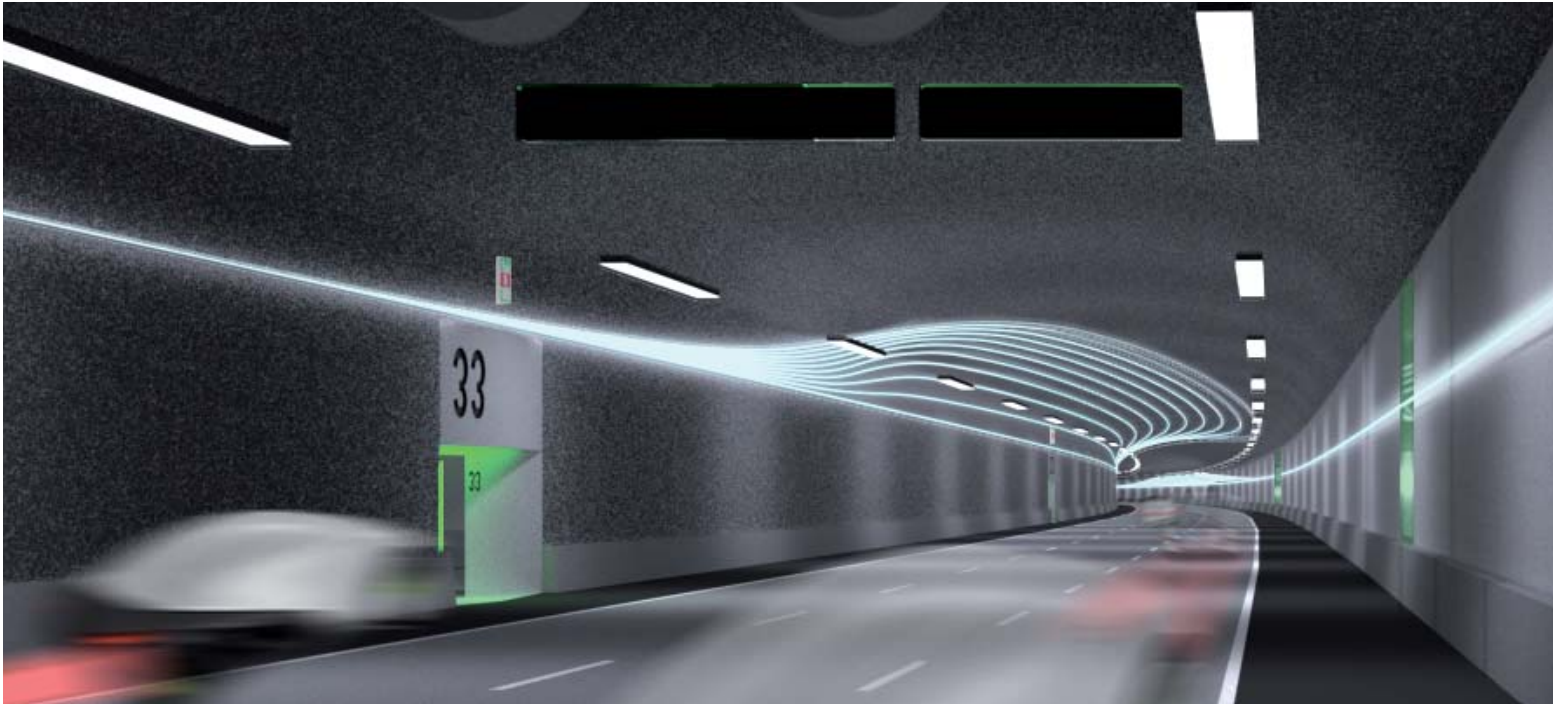
Den flödesorienterade gestaltungs-
belysningen svarar på inner- respektive
ytterkurvor vilket förstärker den
optiska ledningen samtidigt som det
ersätter frånvaron av ett naturligt
landskap. Den existerar enbart i hu-

vudtunnel och upphör vid de större
bergrummen som utgörs av trafik-
platser. Ett undantag är mittrummet
lungan där det integreras med både
utvidgat bergrum och dagsljussimu-
lation.

SCHEMA ÖVER HÄNDELSER SÖDERGÅENDE

- 1 KONTINUERLIG GESTALTNINGSBELYSNING PÅ VÄGG
- 2 INNERKURVA - GESTALTNINGSBELYSNING PÅ VÄGG OCH I TAK
- 3 YTTERKURVA - GESTALTNINGSBELYSNING PÅ VÄGG
- 4 INTEGRERAD GESTALTNINGSBELYSNING I LUNGAN
- 5 MITTRUMMET LUNGAN
- 6 BELYST BERGRUM VID AVFART/PÅFART
- 7 FONDVÄGG VID AVFART





Perspektiv: gestaltungsbelysning.

GESTALTNINGSBELYSNING I INNER- RESPEKTIVE YTTERKURVA

En flödesorienterad gestaltungs- belysning rytmiserar färden och skapar sekvenser av varierande intensitet beroende av trafiklinjens kurvatur och övriga händelser. Den blir även ett signum för huvudtunneln då den inte uppträder i ramptunnel eller vid trafikplatser.

Belysningen uttrycker sig som ljus- linjer parallella med vägbanan och övriga element. Vid några platser ökar ljuslinjerna i antal och trappar mjukt upp över väggar och tak.

Innerkurva

Vid innerkurva växer ljuslinjerna i antal samtidigt som de täcker ett större område på vägg och närmare kurvans centrum även tak. Det ger en förstärkning av kurvan som händelse och det ger en ökad optisk ledning. Genom att använda även tak synlig- görs tunnelns rum och geometri.

Det som gestaltas i innerkurva sker i samspel med det som gestaltas i yt- terkurva.

Ytterkurva

Vid ytterkurva uppträder gestalt- ningsbelysningen i fonden och är synlig en längre sträcka. Den sker enbart på vägg för att inte ge miss- visande optisk ledning.

I frånvaron av ett naturligt landskap skapas ett imaginärt landskap.

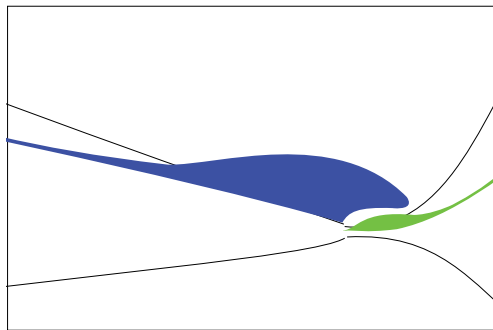


Diagram: samspel mellan inner- ytterkurva.

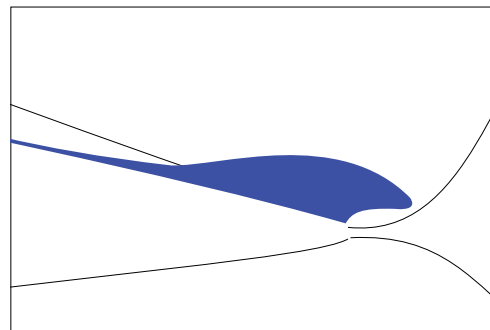


Diagram: innerkurva.

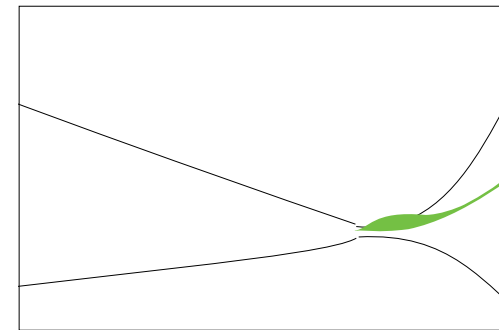


Diagram: ytterkurva.

Beskrivning av gestaltningsbelysningens egenskaper

- Kontinuitet: få avbrott och jämn ljusstyrka är önskvärt.
- Ljusstyrka: gestaltningsbelysningen ska inte konkurrera med trafikbelysningen men bör ha en tillräcklig ljusstyrka för sitt ändamål.
- Geometri: gestaltningsbelysningens geometri bygger på bergtunnels förutsättningar – spänningen mellan de rätvinkliga väggarna och det välvda taket. Belysningsrören kröker därför i X, Y och Z-led. Belysningen är modellerad parametriskt vilket innebär att den kan anpassas efter lokala variationer såsom krökning på vägsträckan eller ett utökat tvärsnitt.
- Material/produktion: val av material och produktionssätt ska ske enligt de krav som formulerats under ovanstående punkter. Det kräver egenskaper som flexibilitet och styvhet.
- Infästning: beroende av metod och belysningstyp kommer någon form av infästning att krävas. Så få infäst-

ningspunkter som möjligt men med bibehållen geometri är önskvärt.

- Vägbelysning: vägbelysningen är överordnad gestaltningsbelysningen och de ska samspela. Läs mer under rubriken trafikbelysning.

Lösningansatser för gestaltningsbelysning

Följande alternativa lösningar bör utredas vidare:

- Lysande rör med metallhalogen eller LED som ljuskälla.
- Lysande ytor med konventionella ljuskällor, LED eller OLED (organisk LED).
- Luminiserande material som belyses med konventionella ljuskällor eller LED.
- Projicerade bilder via projektorer med metallhalogen eller LED.

Kommentarer:

Av ovanstående lösningansatser uppvisar projicerade bilder troligen den svåraste utmaningen. Att täcka långa sträckor med ihopklippta bilder är svårt och kräver precision.

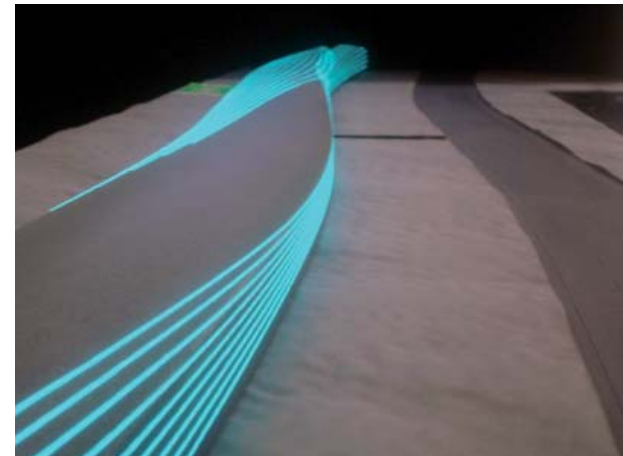
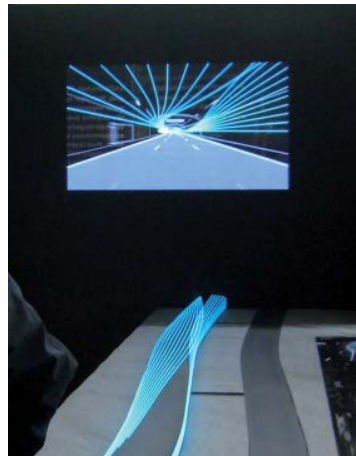
Förmodligen har denna lösning också ett extra stort underhålls behov.

Vad avser OLED så är detta en teknik under utveckling. Svårt att bedöma när den kommit lika långt som LED.

Luminiserande material som är belysta kan ha nackdelen att ljuset träffar andra delar än bara det som skall belysas. Nedsmutsning av materialet dämpar fluoresceringsgraden.

Konceptmodell

Gestaltningsskonceptet har kontinuerligt visualiserats, testats och utvärderats i form av modeller och animationer.





Perspektiv: trafikplats vid avfart Ekerö.

TRAFIKPLATSER

Trafikplatser utformas naturligt som utvidgade bergrum när de övergår till fyra körfält. Detta förstärks genom en fondvägg som signalerar platsens identitet samt upplevelsen av att naturligt dagsljus flödar ned över fondskivan och sprider sig i bergrummet.

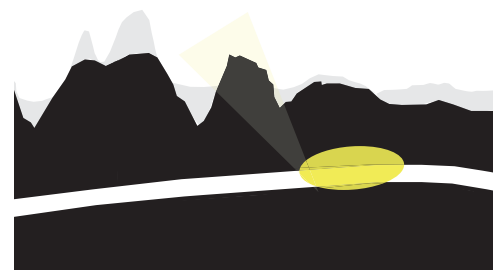
Fondskiva

Fondskivan ska på långt håll signalera vilken trafikplats som närmar sig, det ställer krav på synbarhet och unik identitet. Rumsligt ska den förstärka det utvidgade bergrum man

befinner sig i. Konceptuellt bygger idén om fondskivan på att ljusstrålar skär genom berg och mark och ger en glimt av världen ovanför.

Fondskivan vinklas med lutning 10:1 lika de yttre partierna i Förbifart Stockholm. Detta förstärker konceptet samt motverkar reflektioner från strålkastare på fordon.

Ett antal strålkastare/projektorer lyser upp det övriga bergrummet. Detta sker både vid påfarts- och avfartsrum.



Konceptuell sektion.

Avfartsnamn

Namn vid avfart bör studeras - de kan benämnas med den geografiska del man färdas mot eller med trafikplatsens faktiska namn. I dagsläget är det preliminära namn på dessa.

UTFORMNING AV PLATSSPECIFIKA AVFARTER:



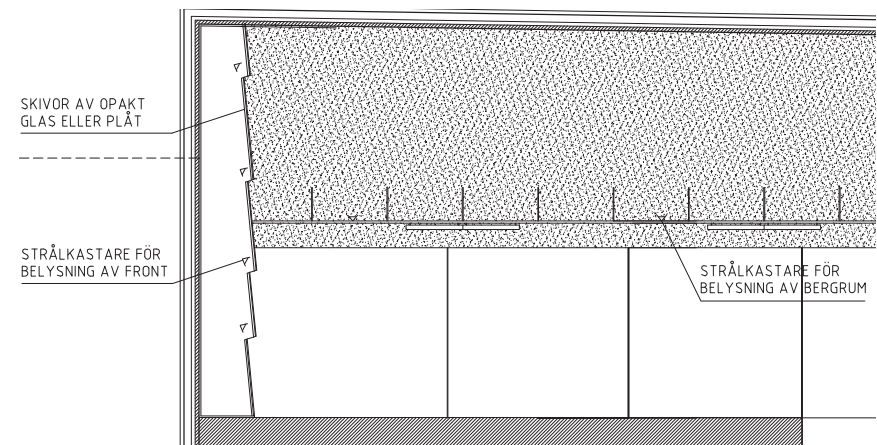
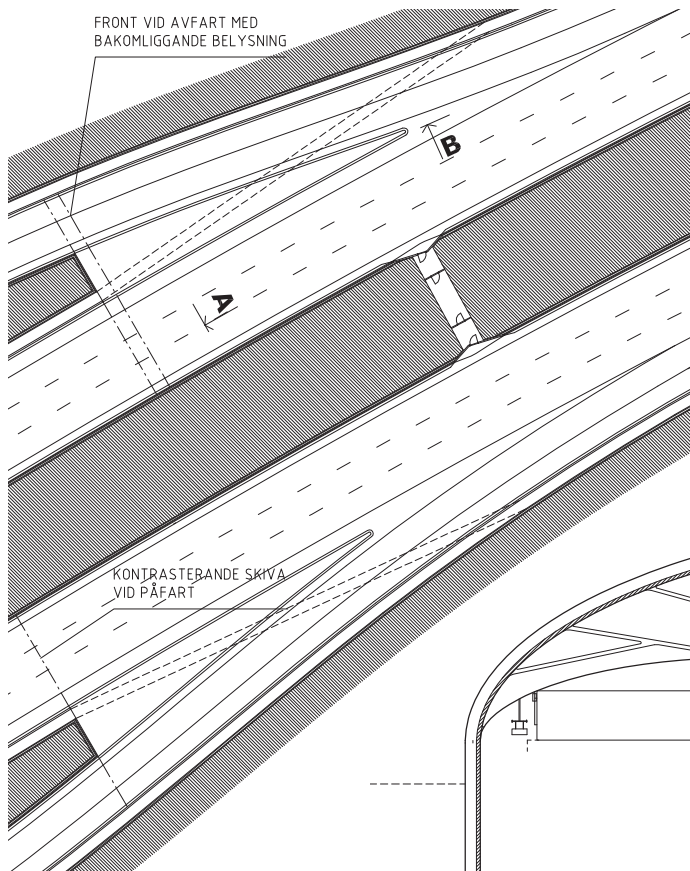
Exempel 1: avfart mot Ekerö
(Trafikplats Lovö).



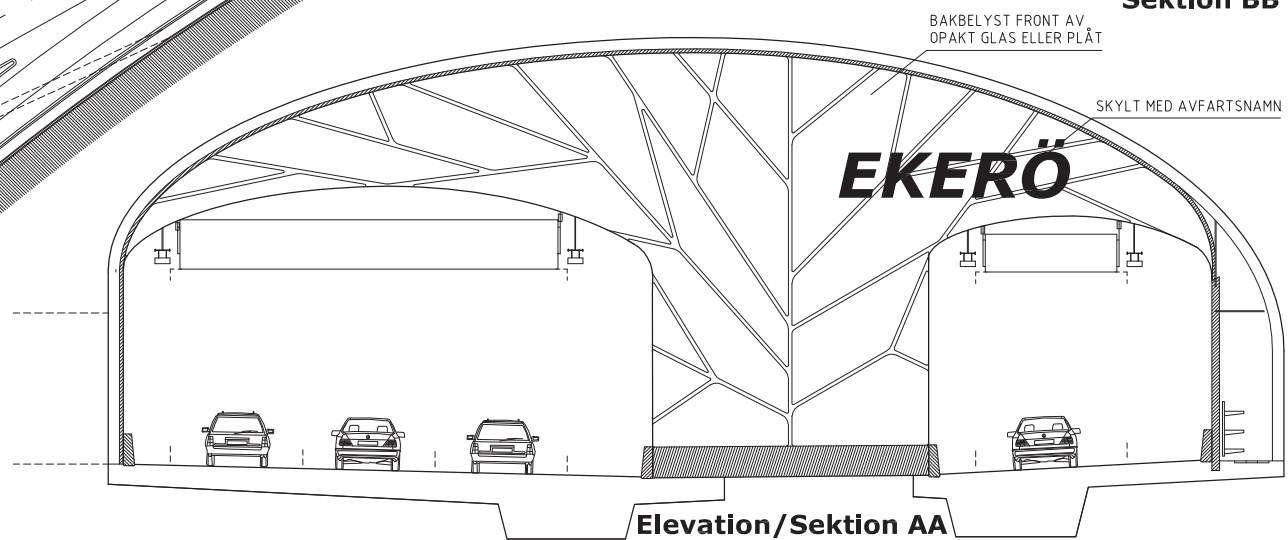
Exempel 2: avfart mot Vällingby
(Trafikplats Vinsta).

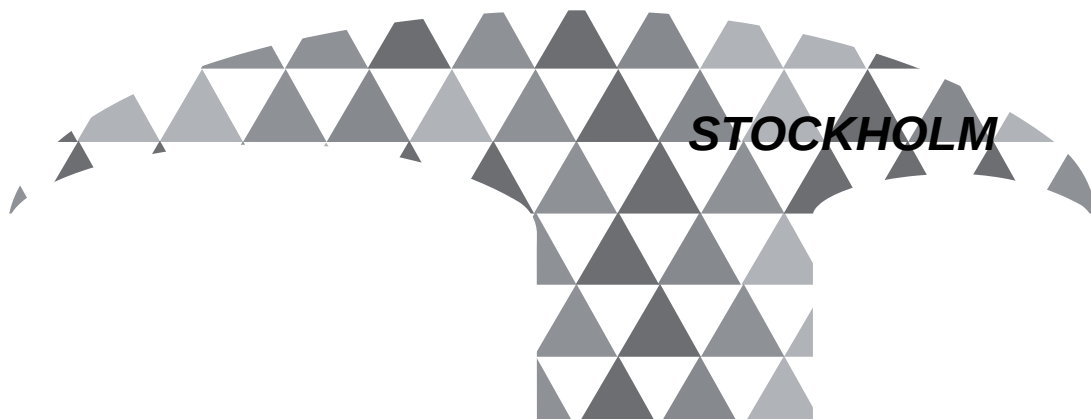


Exempel 3: avfart mot Stockholm
(Trafikplats Kungens kurva).

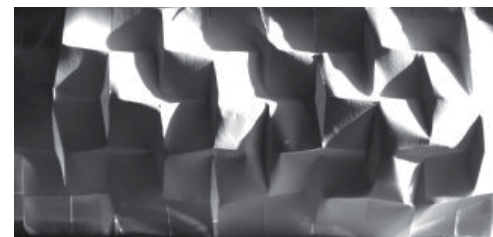


Sektion BB

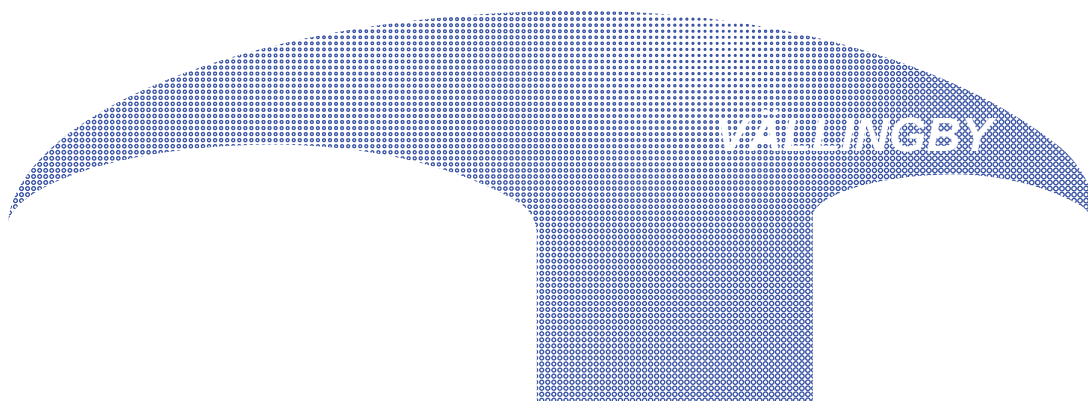




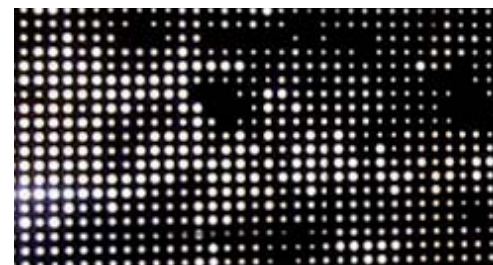
Elevation - avfart mot Stockholm - en struktur av veckad plåt associerar till Sergels Torg. De ljusa fälten uppstår av att ljus strålar igenom öppningar alternativt glas i strukturen.



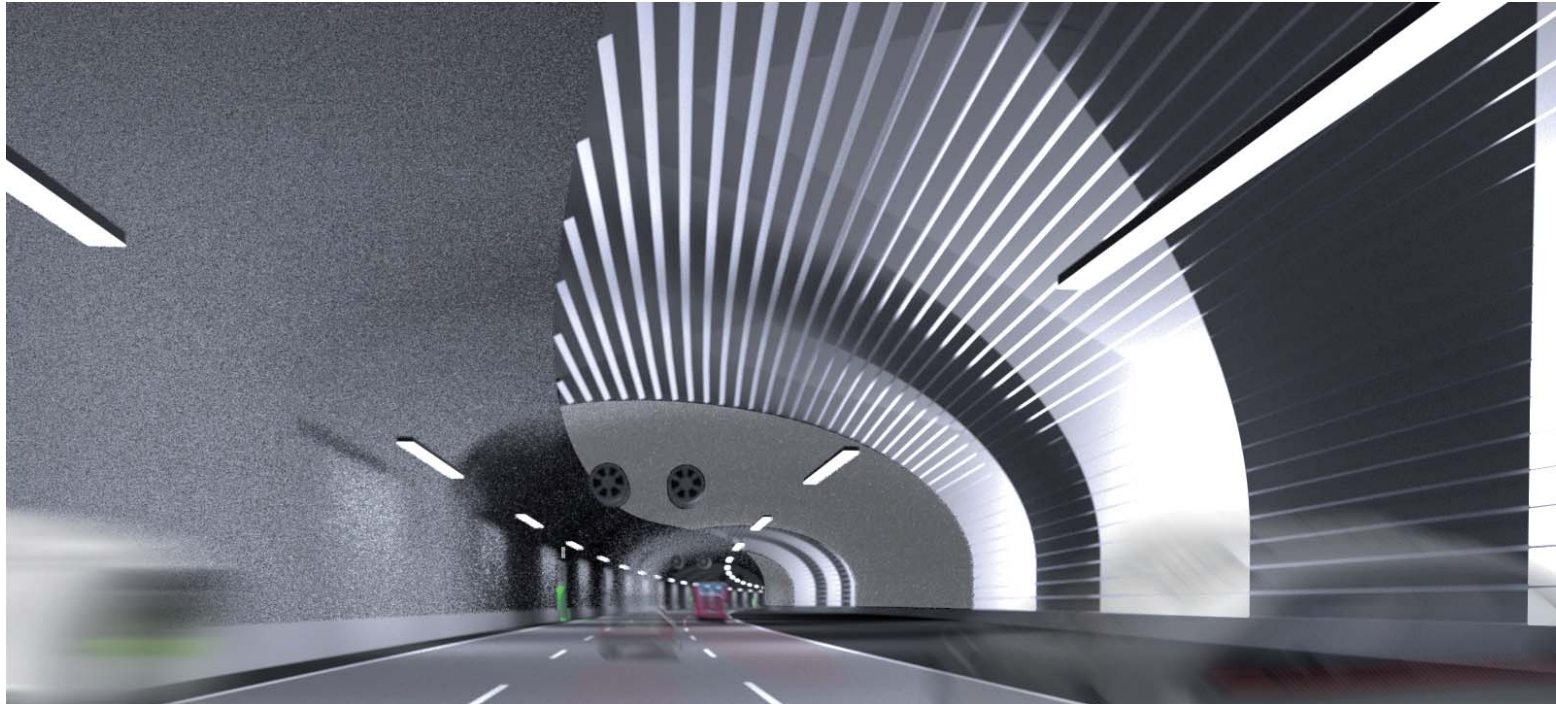
Exempel på veckad geometrisk struktur.



Elevation - avfart mot Vällingby - en front av perforerad plåt bildar konturen av en himmel vilken ljus strilar igenom.



Detaljutsnitt: Perforerad plåt med motiv.



Perspektiv: lungan.

MITTRUMMET LUNGAN

Mittrummet skapas som ett utvidgat bergrum i bergtunneln under norra Lovön. Syftet är att skapa ett igenkännbart landmärke och en gestaltad rumslig händelse under den sträcka som saknar naturliga avbrott med av- och på farter. Det sammanfaller även med hela sträckans lågpunkt och med luftutbytesstationen vid norra Lovön.

En organisk ickesymmetrisk rumsgestaltning formas i samspel med de ventilationstekniska förutsättningarna, därav namnet lungan.

Där tvärsnittet är som störst avtar hastigheten på luften och frånlufts-

kanaler evakuerar förorenad luft och eventuell rökgas. Tilluftskanalerna placeras med 45 graders vinkel mot vägg där lungan åter dras ihop för att ge tilluften högsta möjliga utgångshastighet.

Gestaltningens belysning

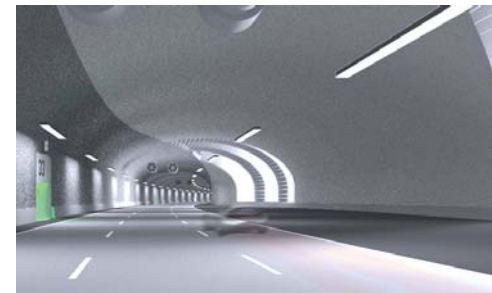
Belysningen följer tidigare koncept med en intensiv dagsljussimulering, här i de partier som markerar till- och frånluftsmynningar. Dessa utformas som sammanhängande metallgaller bakombelysta av strålkastare.

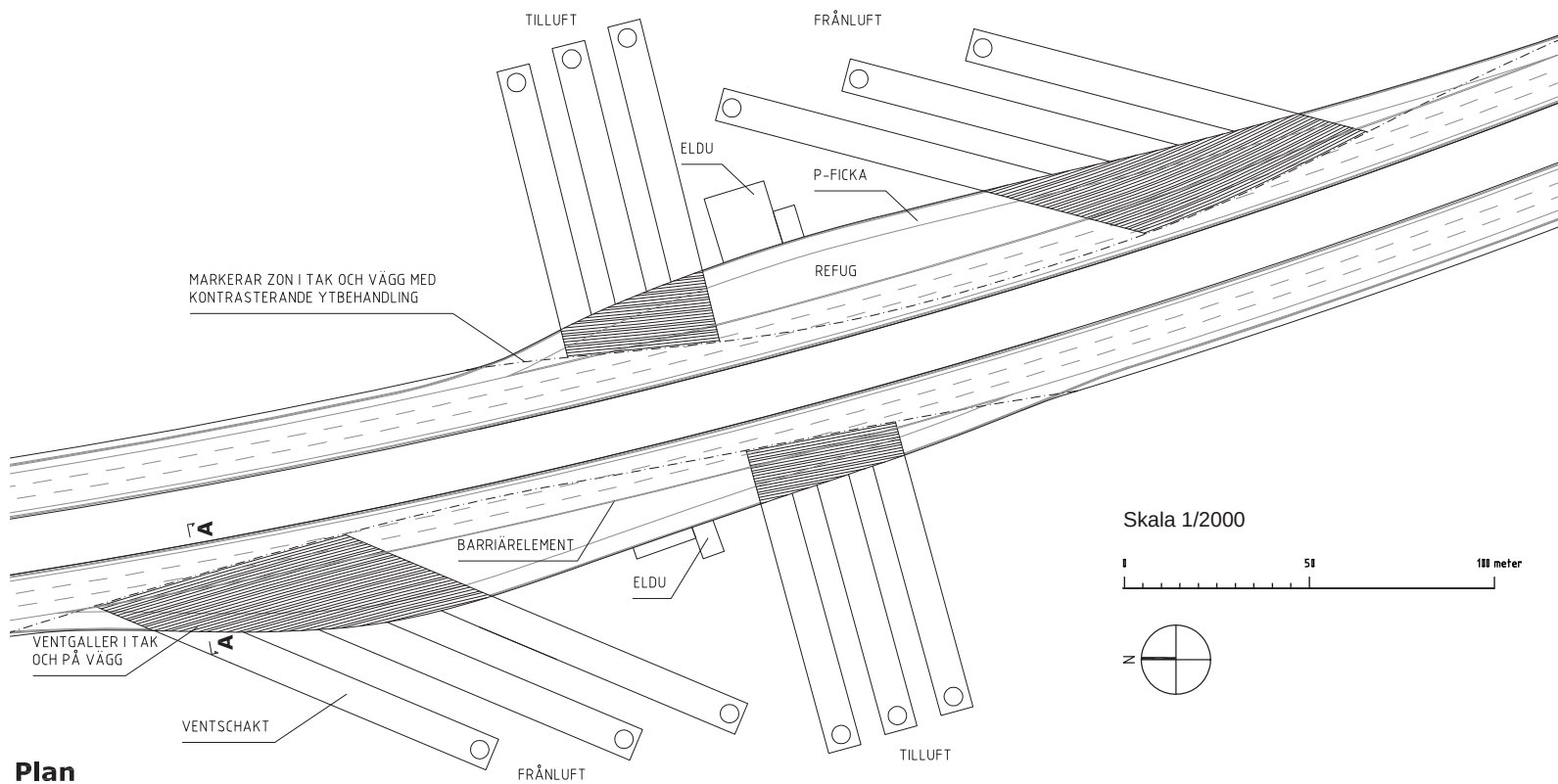
Ett större område i tak samt på vägg markerar lungans expansion

och binder samman en ca 400 meter lång sekvens. Detta område ska med material eller ljushet kontrastera mot omgivande tunnel.

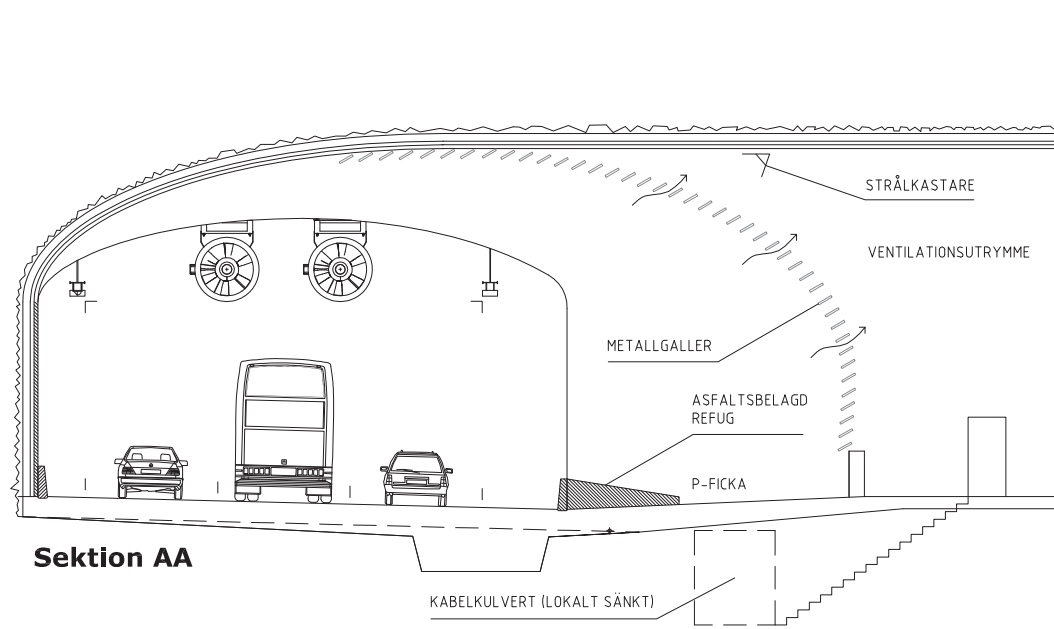


Perspektiv: skildrar färd igenom lungan.





Plan



Luftutbytesstationer

I övriga luftutbytesstationer exponeras och behandlas galler på liknande sätt som i lungan.

Luftutbytesstationerna består av en från- och en tilluftsstation. Varje

från- och tilluftsstation utgörs av tre stycken sidotunnlar som är vinklade ut från huvudtunnlarna. Längden på sidotunnlarna är i de flesta fall ca 75 meter, men kan vara längre på vissa ställen för att anpassas till omgivande bergtekniska förhållanden vid

markytan. I slutet av varje sidotunnel går ett vertikalschakt upp till markytan.

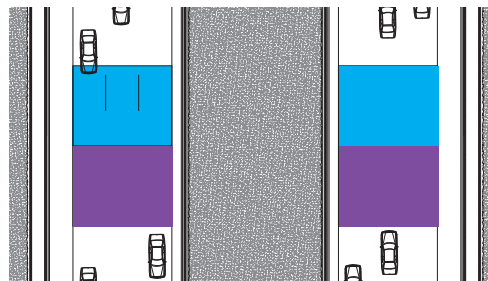
GRAFISK INFORMATION

Att lätt kunna orientera sig är en viktig aspekt som påverkar utformningen. Tydlig information om var man befinner sig i tunnelfärden är väsentlig för trygghetskänslan. För att åstadkomma detta är det en kombination av gestaltungsnycklar och grafisk information som samverkar.

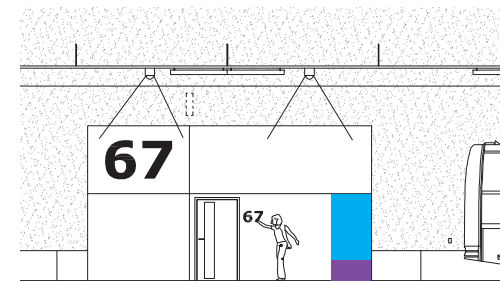
En tydlig markering av den körda respektive återstående tunnelsträckan placeras på båda sidor av tunnelarna varje kilometer.

Tunnelns mittpunkt markeras särskilt.

Avfarters geografiska namn skrivs på fondväggen med påtaglig storlek inkomponerad i fondväggens utformning och kompletterar trafikskyltarna.



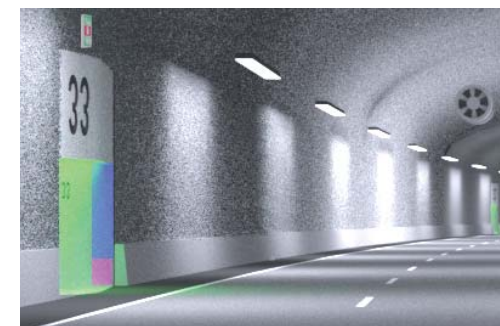
Princip för avståndsangivelse - geografisk mittpunkt.



Princip för avståndsangivelse - varje kilometer.



Princip för avfartsnamn.



Princip för avståndsangivelse - varje kilometer.

LÅNGA TUNNLAR I VÄRLDEN

Tunnlar i världen

Laerdalstunneln, Norge	24,5 km
Zhongnanshan, Kina	18,0 km
S:t Gotthard, Schweiz	16,9 km
Kallang-Payar, Singapore	14,5 km
Arlberg, Österrike	14,0 km
Hsueshan, Taiwan	12,9 km
Frejus, Frankrike	12,9 km
Mont Blanc, Frankrike	11,6 km
Gudvangstunneln, Norge	11,4 km
Folgefonn, Norge	11,2 km
Meiguling, Kina	11,1 km
Kanetsu, Japan	11,1 km
Gran Sasso d'Italia, Italien	10,2 km
Plabutsch, Österrike	10,1 km

Tunnlar i Sverige

Södra länken, Stockholm	4,6 km
Muskötunneln, Nynäshamn	3,0 km
Törnskogstunneln, Sollentuna	2,1 km
Lundbytunneln, Göteborg	2,1 km
Götatunneln, Göteborg	1,6 km
Söderledstunneln, Stockholm	1,6 km
Löttingetunneln, Täby	1,1 km
Klaratunneln, Stockholm	0,9 km
Gnistängstunneln, Göteborg	0,7 km
Karlbergstunneln, Stockholm	0,5 km
Vindötunneln, Orust	0,5 km

UPTUN. *Human Behaviour in Tunnel Accidents and Incidents: End-users, Operators and Response Teams.*
September 2008.

Vägverket. *Effektivare nord-sydliga förbindelser i Stockholmsområdet. Underlagsrapport Arkitektur.*
Granskningshandling 2003-11-17.

Vägverket Region Skåne. *Gestaltningensprogram för vägar - utveckling av metod.*
Publ nr 2005:74.

World Road Association PIARC.
Human Factors and Road Tunnel Safety.
12 februari 2007.

MEDVERKANDE

TRAFIKVERKET

Mats Broman

Ruggero Ceci

KONSORTIET FÖRBIFART STOCKHOLM

Rotstein arkitekter AB

Rickard Rotstein, ansvarig arkitekt

Petter Forsberg

Leif Johannsen

Pär Eliaeson

Therese Nilsson

Tyréns

Catarina Holdar

WSP

Peter Pertola

Gestaltningssprogrammet har utarbetats i nära samarbete med relevanta funktionsområden inom konsultkonsortiet.



Trafikverket, 172 90 Sundbyberg, Besöksadress: Sundbybergsvägen 1, Solna
Telefon : 0771-921 921, Texttelefon: 0243-795 90

www.trafikverket.se