

E4 Förbifart Stockholm

**FS
Gemensamt**

**Beslutsunderlag
Tunnel under trafikplats Hjulsta
november 2010**

ARBETSPLAN

0U140019.doc

Objektname E4 Förbifart Stockholm
 Entreprenadnummer FS
 Entreprenadnamn Gemensamt
 Beskrivning 1 Beslutsunderlag
 Beskrivning 2 Tunnel under trafikplats Hjulsta
 Beskrivning 3 november 2010
 Beskrivning 4
 Information
 Diarienummer
 Konstruktionsnummer
 Objekt nummer 8448590
 Projekteringssteg ARBETSPLAN
 Statusbenämning
 Företag Konsortiet Förbifart Stockholm
 Författare/Konstruktör Sven-Bertil Svensson
 Externnummer 2109002000



Innehåll

1	Sammanfattning och förslag till beslut.....	3
2	Inledning	8
3	Förutsättningar	8
4	Beskrivning alternativa lösningar	9
4.1	Vägutformning.....	9
4.2	Konstruktioner.....	9
4.3	Berg- och geoteknik	9
4.4	Tunnelventilation	10
4.5	Elinstallationer	10
4.6	VA	10
5	Jämförelse och konsekvenser.....	10
5.1	Trafik	10
5.2	Berg och geoteknik	11
5.3	Hydrogeologi.....	11
5.4	Tunnelsäkerhet	12
5.5	Trafiksäkerhet.....	12
5.6	Tunnelventilation	15
5.7	Elinstallationer	21
5.8	VA	21
5.9	Natur och kulturmiljö.....	21
5.10	Buller	21
5.11	Luftkvalitet.....	27
5.12	Energi och klimat.....	30
5.13	Vägarkitektur	31
5.14	Barnkonsekvens.....	31
6	Genomförande	32
6.1	Förändringar i ovanjordsarbetena.....	32
6.2	Tillkommande undermarksarbeten.....	32
6.3	Sammanfattning genomförande	34
7	Kalkyl.....	35
8	Referenser	35
9	Bilagor.....	36

1 Sammanfattning och förslag till beslut

I arbetet med systemhandling och arbetsplan för Förbifart Stockholm är trafikplats Hjulsta redovisad med bro över E18. Det är också den lösning som redovisas i vägutredningen. Vid genomförda samråd med allmänheten har frågor ställts om möjligheten att förlägga huvudtunnlarna i tunnel under trafikplatsen och om detta skulle innebära mindre buller för boende och mindre intrång i natur och kulturmiljö. Trafikverket har därför låtit konsortiet Sweco WSP Tyréns göra en övergripande utredning i syfte att ge klarhet i om det är tekniskt möjligt och vilka konsekvenser en tunnellsökning får för trafikanter, boende, miljö, tidplan, ekonomi etc.

Utredningen pekar på den osäkerhet som finns om hur trafikanter beter sig i mycket långa tunnlar och de konsekvenser detta kan ha på t.ex. trafiksäkerheten. Den tid som trafikanter exponeras för tunnelluft ökar med längden av tunneln, vilket kan medföra negativ hälsopåverkan för trafikanterna. Med en sammanhängande tunnel från Kungens kurva till Akalla ökar också luftföroreningarna vid tunnelmynningarna framförallt vid Akalla men även i Vinsta. Kostnadsbedömningen visar på en merkostnad om 250-300 miljoner kronor.

Tekniskt är det möjligt med hänsyn till de bergtekniska och geotekniska förutsättningarna att förlägga huvudvägen i tunnel. Det finns tillräcklig bergtäckning under Spångaåns dalgång för tunnel. Ramperna bedöms kunna anslutas till cirkulationen på samma sätt som i broalternativet och trafikplatsens funktion och kapacitet påverkas inte. Den sammanhängande tunnellängden från Kungens kurva blir 18 % längre. Tunneln måste kompletteras med en luftutbytesstation vid Hjulsta. Bullersituationen förbättras med tunnelalternativet i intilliggande rekreationsområden och för den framtida begravningsplatsen, men förändringarna vid kringliggande bostäder blir inte markant. Detta beror på trafiken på de kringliggande vägarna, i trafikplatsens cirkulation och på ramperna.

Sammantaget bedöms alternativet med tunnel under trafikplats Hjulsta inte ge sådana fördelar att det motiverar en ändring av den lösningen som redovisas i arbetsplan och systemhandling. Tunnelalternativet har fördelar när det gäller natur- och kulturmiljö och buller men innebär sämre tunnelluft, ökad riskexponering för trafikanter och högre investerings- och driftkostnad. I övrigt är skillnaderna små. Utredningen förordar att alternativet med bro över trafikplats Hjulsta bör gälla för det fortsatta arbetet.

Resultat av konsekvensanalysen kan sammanfattas enligt följande:

	Alternativ med bro	Alternativ med tunnel	Kommentar
Trafik	0	0	Samma trafiklösning
Berg och geoteknik	0	0	Båda alternativen kan genomföras med beprövad teknik
Konstruktion	0	0	Båda alternativen kan genomföras med beprövad teknik
Hydrogeologi	0	—	En tunnelförläggning ökar påverkansområdet för grundvattenberoende grundläggning och energibrunnar. En redan ansträngd vattenbalans medför att risken ökar för ytterligare tätningsinsatser alternativt skyddsinfiltration och/ eller skadeersättning.
Trafiksäkerhet	0	—	Osäkerheten är stor kring trafikanters beteende i en lång tunnel. Det finns inte tillräckligt med studier som kan påvisa om en riktigt lång tunnel påverkar trafiksäkerheten eller inte. Med tunnel under trafikplats Hjulsta ökar tunnellängden med 18 %. Generellt ur trafiksäkerhetssynpunkt är det fördelar med färre tunnelmynningar, men osäkerheten om beteendet påverkan på trafiksäkerheten bedöms överstiga nyttan med detta.
Tunnelsäkerhet	+	—	Alternativet med tunnel under trafikplatsen ökar tunnels längd med 18 % vilket kommer att påverka den totala risknivå. Säkerhetskonceptet för tunneln bedöms dock bli detsamma. Säkerhetskonceptet blir detsamma i bro- och tunnelalternativet. Med tunnel under trafikplats Hjulsta ökar dock risken för trafikanter eftersom konsekvenserna av en stor olycka kan bli allvarigare i en tunnel. Tunnelns sårbarhet vid en olycka ökar.
Tunnelventilation	0	— —	Luftkvaliteten inne i tunneln försämrats med en längre tunnel, även om ytterligare en luftutbytesstation anläggs. Den längre körtiden i tunneln i kombination med sämre luftkvalitet bedöms medföra större negativ hälsopåverkan på trafikanterna. Med tunnel vid Hjulsta och fyra luftutbytesstationer i drift under högtrafik är det i princip ingen skillnad på medelhalten av PM10-halterna i tunneln. De högsta partikelhalterna som förekommer i tunneln (maxhalten) blir dock något högre än i broalternativet. Stora delar av dygnet kommer dock inte ventilationen att användas och utan ventilation igång blir halterna högre vid tunnelmynningen i tunnelalternativet.

Elinstallationer	0	0	Samma systemtekniska lösningar kan tillämpas
VA	0	0	En pumpstation utgår i tunnelalternativet men längre pumpsträcka till VA-station, kräver större pumpeffekt
Natur och kulturmiljö	0	+	Ingrepp i natur- och kulturmiljön är mindre i tunnelalternativet
Buller	0	0/+	Med skyddsåtgärder på bron i broalternativet är alternativen likvärdiga för boende i Hjulsta och Vålberga. I intilliggande rekreationsplatser och framtida begravningsplats ger tunnelalternativet lägre bullernivåer.
Luftkvalitet (Omgivning)	0	0	De två alternativen innebär ingen större skillnad när det gäller att klara miljökvalitetsnormen för PM10. Antalet frånluftstorn är samma i båda alternativen eftersom frånluftstationen i Hjulsta utgår men samtidigt behövs det en station i Akalla. Luftkvaliteten försämrats vid tunnelmynningarna i Akalla och Vinsta med en sammanhängande tunnel mellan Kungens kurva och Akalla. .
Energi och klimat	0	—	Energiförbrukningen och koldioxidutsläppen ökar i tunnelalternativet.
Vägarkitektur	0	+/-	Det finns både för- och nackdelar med ett tunnelalternativ. Det är positivt för landskapsbilden att bron över trafikplatsen försvinner men negativt att ytterligare luftutbytesstation tillkommer.
Barn	0	0	Konsekvenserna för barns fria rörlighet, trafiksäkerhet och tillgänglighet bedöms vara i stort lika i båda alternativen. De ytdelar som blir kvar i tunnelalternativet kommer att utgöra barriärer i ungefär samma omfattning som i broalternativet.
Genomförande		+ / 0	Tunnelalternativet har produktionstekniska fördelar eftersom flera komplicerade ovanjordanläggningar försvinner. Totala tidplanen påverkas mycket lite av en tillkommande tunnel under Hjulsta. Eftersom tidplanen för ovanjordsarbetena kortas kan dessa startas upp senare eller färdigställas tidigare jämfört med tidigare tidplan
Kalkyl	0	— —	Entreprenadkostnaden bedöms ligga drygt 200 Mkr högre för tunnelalternativet. Därtill kommer projekteringskostnad och byggherrens övriga kostnader. Totala skillnaden ligger därför mellan 250 och 300 miljoner kronor.

			En förlängning av tunneln medför ökade kostnader för framför allt tunnelventilation. Även driftkostnaderna i övrigt är högre för en tunnel än en väg i ytläge.
Projektrisk	0	0	Riskenivå bedöms vara lika båda alternativen. Känd beprövad teknik används. Risknivån för tunnelarbetena bedöms ligga i paritet med övriga tunnelsträckor.



Bild 1.1 Trafikplats Hjulsta med Förbifart Stockholm på bro.



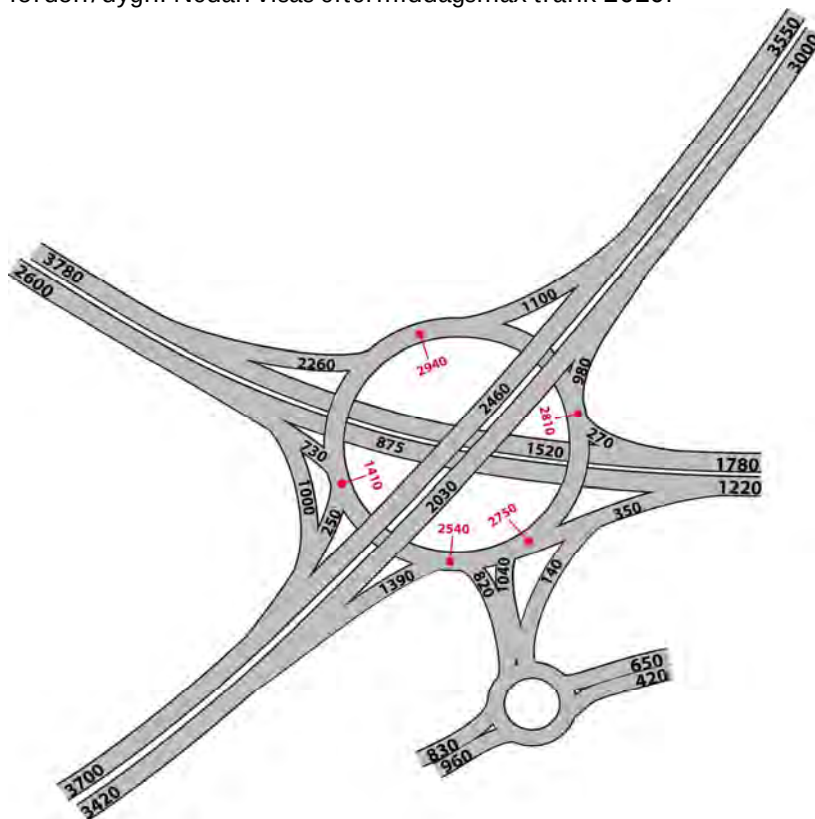
Bild 1.2 Trafikplats Hjulsta med Förbifart Stockholm utan bro över trafikplatsen men med ramperna i samma läge som broalternativet.

2 Inledning

I vägutredningen föreslås att trafikplats Hjulsta utförs med bro över E18 och cirkulationsplatsen. Detta har varit en förutsättning i pågående arbete med systemhandling och arbetsplan. Vid de samråd med allmänheten som genomfördes under hösten 2009 framfördes oro för att Förbifart Stockholm och bron över trafikplatsen kommer att innebära ökade bullerstörningar för boende och intrång i natur och kulturmiljön. I denna utredning studeras möjligheten att förlägga huvudvägen för Förbifart Stockholm i tunnelläge under trafikplats Hjulsta. I föreliggande PM redovisas resultatet av denna utredning och vilka konsekvenser det skulle medföra.

3 Förutsättningar

Trafikplats Hjulsta blir i sin nuvarande föreslagna utformning ett motorvägskors mellan E18 och E4 med direktkoppling till Tensta/Rinkeby och ett planerat område i Barkarby. I trafikprognoserna för 2035 bedöms Förbifart Stockholm (E4) ha ett trafikflöde på 120 000 fordon/dygn och E18 ca 80 000 fordon/dygn. Nedan visas eftermiddagsmax trafik 2020.



Figur 2.1 Eftermiddags maxtrafik år 2020, fordon per timme Källa PM trafikplats Hjulsta Konsortiet Förbifart Stockholm.

För att studera hur lokaltrafiken i området Akalla/Barkarby/Hjulsta kopplas till den regionala trafiken på och mellan E18 och E4 har en utredningsgrupp, med Vägverket, Banverket, SL och berörda kommuner tillsatts. Den lösning som gäller för arbetsplanen och systemhandlingen för Förbifart Stockholm ligger till grund för denna utredning.

4 Beskrivning alternativa lösningar

4.1 Vägutformning

Bro över trafikplats Hjulsta

Trafikplatsen är i nuvarande förslag utformad som en treplanslösning där Förbifarten går på en överliggande vägbro i nord-sydlig riktning med ramper ner till en mellanliggande cirkulationsplats belägen i markplanet. Trafikplatsen byggs i E18-projektet, som beräknas vara färdigt 2015. I det undre planet passerar E18 i öst-västlig riktning med ramper upp till den mellanliggande cirkulationsplatsen. Lokaltrafik från Bergslagsvägen kopplas till den stora cirkulationsplatsen via en mindre cirkulationsplats. Anslutningen av Akallälänken till Hjulsta cirkulationsplats utgår, se illustration bild 1.1.

Tunnel under trafikplats Hjulsta

Förslag till väglinje om Förbifart Stockholm förläggs i tunnel redovisas i bilaga 1. I detta förslag ligger huvudsträckningen kvar i samma planläge som i broalternativet. Ramperna har ändrats något för att minimera betongtunnellängderna. Huvudtunnlarna blir 19,3 km, vilket är drygt 3 km längre än alternativet med bro, dvs. den sammanhängande tunnellängden ökar med 18 %. Bild 1.2 illustrerar ett tunnelalternativ.

4.2 Konstruktioner

Eftersom ramperna även i tunnelalternativet ansluts till cirkulationen kvarstår broar, tråg och betongtunnlar för dessa, även om väglinjen är något ändrad. Alla betongkonstruktioner i broalternativet för huvudlinjen utgår i tunnelalternativet.

4.3 Berg- och geoteknik

De byggnadstekniska förutsättningarna för grundläggning av ovanjordsanläggningarna ändras eftersom huvudvägen förläggs i tunnel. De kvarvarande ytförlagda ramperna kommer att ansluta till cirkulationsplatsen men kräver inte grundläggningsarbete inom Hjulsta cirkulationsplats. Grundläggningen av de kvarvarande ytförlagda ramperna hamnar utanför cirkulationsplatsen.

I Spångaån/Bällstaåns dalgång söder om Hjulsta trafikplats har tidigare konstaterats en sänka i bergtopografin. Kompletterande borrhningar visar dock att acceptabel bergtäckning för ett tunnelläge erhålls med en profilmivå kring -30m. I denna passage kan dock förstärkningsarbeten vara nödvändiga.

Ramperna åt söder kan stiga brantare än projekterad huvudtunnel och behöver mindre bergtäckning än huvudtunnlarna varför bergtunnelpåslaget eventuellt kan flyttas något åt norr vilket reducerar behovet av betongtunnel före bron över Spångadalen. Grundläggning av rampbroarna över dalgången förändras inte i förslaget.

Ramperna åt norr ges en helt ny profil och kan utformas med maximal lutning efter cirkulationen. Denna profillösning medför dock en relativt komplicerad schakt för rampernas betongtunneldel över Åkerbydalen innan berg för tunnelpåslag nås norr om dalen. Ett alternativ med enklare byggnadsteknisk lösning kan utgöras av längre ramper som sänker sig svagt genom Hjulsta gravfält, alternativt dras längre norrut för att minimera ingrepp i topografin, för att sedan dyka med maximal lutning i Åkerbydalen med bergpåslag under Hästa klack. Byggtekniken blir densamma som i föreliggande förslag med E4 i ytläge men mindre i omfattning. Möjligheten till brantare profil för

ramperna medför att betongtunnlarnas längd kan göras kortare än för den ytförlagda delen. Tunnelalternativet medför att spont för schakter, tråg och betongtunnel på en sträcka av ca 450 meter utgår för huvudtunnlarna.

4.4 Tunnelventilation

Med bro över trafikplats Hjulsta krävs en frånluftstation vid mynningen för det norrgående tunnelröret söder om trafikplatsen. Denna kan utgå i tunnelalternativet men en ny frånluftstation behövs vid tunnelmynningen i Akalla.

En kompletterande luftutbytesstation erfordras (med avseende på partikelhalten) vid en tunnelförlängning. Luftutbytesstationen bör placeras i anslutning till trafikplats Hjulsta. Eftersom avståndet mellan luftutbytesstationerna vid Vinsta och den norra tunnelmynningen blir ca 6,5 km, behövs ett rökgaschakt på sträckan. Rökgasstationen kombineras med luftutbytesstationen.

4.5 Elinstallationer

I huvudtunnlarna tillkommer ett eldriftutrymme (ELDU). För ramptunnlarna tillkommer två ELDU, ett söder om Hjulsta och ett norr om Hjulsta. Antalet ELDU för frånluftstationer blir lika i båda alternativen men för tunnelalternativet tillkommer ELDU för luftutbytesstationerna.

4.6 VA

Den utredda profilen för tunnel under trafikplats Hjulsta, innebär att en pumpstation flyttas till en ny lågpunkt. Pumpningen av tunnelavloppsvattnet sker då söderut, som systemet i övrigt, i stället för till Järva dagvattentunnel såsom i broalternativet. Pumpstationen kan göras mindre eftersom denna i förslaget med tunnel inte behöver utföras som ett sedimenteringsmagasin. Vägytor som avvattnas mot tunnelmynningar minskar dessutom. Då det tillkommer en pumpstation i den kedja som pumpar söderut mot den tänkta VA-stationen vid Sättra behöver kapaciteten för de olika pumpstationerna ökas, så att efterföljande pumpstation har något större kapacitet än den tidigare. Om dränvattnet bedöms behövas för infiltration vid Vinsta, pumpas det också lämpligen söderut och upp i en ramp. Möjligen kan även dränvatten pumpas till Bällstaån. Totalt blir antalet pumpstationer en mindre i tunnelförslaget än i broalternativet.

Förslaget med tunnel under trafikplats Hjulsta innebär en sammanhängande tunnel till Akalla vilket medför att släckvattensystemet kommer att kopplas ihop till ett sammanhängande system. Detta innebär troligtvis att en anslutningspunkt vid Hjulsta kan slopas. Huvudförslag med bro har två anslutningspunkter vid Hjulsta.

5 Jämförelse och konsekvenser

5.1 Trafik

Trafikplatsen har samma trafikkapacitet i alternativet med tunnel som i arbetsplanen och i systemhandlingens lösning. Tunnelalternativet ger dock något bättre möjlighet att optimera anslutningen till cirkulationen, eftersom ingen hänsyn behöver tas till broar och andra anläggningar för huvudsträckningen.

Med Förbifart Stockholm i en tunnel under trafikplats Hjulsta ges fler möjligheter att lösa kopplingen till lokalvägnätet. Detta illustreras i bilaga 2 med två förslag där det ena visar möjliga lägen för direktramper och det andra en lösning med cirkulation i två plan.

5.2 Berg och geoteknik

Med E4 i tunnel under trafikplats Hjulsta reduceras grundläggningsarbetena. Brogrundläggning inringad av cirkulationen i trafikplats Hjulsta utgår och betongtunnlarna norr och söder om trafikplatsen reduceras till relativt korta tunnlar för ramperna. Trågkonstruktionen i Åkerbydalen minskar i omfattning då rampen kan luta brantare än huvudvägen. Detta gäller oavsett om ramperna dras genom kullen i Hjulsta gravfält eller förläggs norr om kullen. Förstärkningsarbeten av undergrunden reduceras och bron vid Åkerbydalen kan utgå eller minska och endast omfatta norrgående ramper. Från geoteknisk synpunkt är en tunnelförläggning genomförbar. Flexibiliteten ökar genom att ramperna kan sidoförflyttas och utformas med större lutning än huvudvägen.

5.3 Hydrogeologi

Sträckan Kälvesta till nuvarande brofäste

Oberoende på vilken nivå bergtäckning hittas under Spångaåns dalgång kommer bergtunneln att gå djupare i tunnelalternativet. Det kommer att innebära ett större inläckage och ett större påverkansområde. Vattenbalansen för delavrinningsområdena är här relativt ansträngd och hög täthetsklass på tunneln har ansatts för delsträckan. Inom Järfälla (Björkeby) finns ett antal energibrunnar och en del villor med grundvattenberoende grundläggning (sättningskänslig lera).

Konsekvensen av ett tunnelalternativ är alltså:

1. Ett större påverkansområde som förmodligen når in i Björkebys villaområde med trolig sättningskänslig lera, grundvattenberoende grundläggning och ett större antal energibrunnar.
2. En ytterligare mer ansträngd vattenbalans inom vissa delavrinningsområden ökar risken/behovet av skyddsåtgärder/mer omfattande undersökningar.

Tillsammans kan detta innebära behov av ytterligare tätningsinsatser alternativt skyddsinfiltration och skadeersättning för t ex energibrunnar och byggnader med sättningskänslig grundläggning.

Sträckan förbi Spångaåns dalgång

Här bedöms inte en tunnel under dalgången påverka natur eller Spångaån på något negativt sätt. Det är inte känt om något sättningskänsligt objekt finns (t.ex. om ledning finns inom området). Järnvägen är fast grundlagd.

Sträckan förbi trafikplats Hjulsta

Området är idag påverkat av dränerande objekt och den nya trafikplatsen kommer ytterligare att påverka grundvattennivån. Inga skadeobjekt har utpekats i miljödomen för E18 och ytterligare dränering till en bergtunnel bedöms därför inte påverka området negativt.

Sträckan trafikplats Hjulsta till Igelbäcken

Nuvarande utformning med en längre betongtunnel med tätad bergbotten förbi Hästa klack innebär en påverkan under byggskedet. Genom dränering och dämning av grundvattenflöde på grund av omfattande spont som avskärmar grundvattenbildningsområde (Hästa klack) med jordbruksmarken öster om Akallavägen ned mot Igelbäcken. Återfyllning av schakt med genomsläppligare material (än

ursprunglig lerjord) kan innebära transportväg för en eventuellt ytlig markförorening ned till det undre grundvattenmagasinet och till berggrundvattenmagasinet.

I tunnelalternativet försvinner sponten med eventuell dämningseffekt. För en bergtunnel är det lättare att beräkna inläckage och påverkan i jämförelse med en betongtunnel med tätad botten. Detta förenklar alltså beskrivningen av den grundvattenpåverkande verksamheten och konsekvenserna i kommande miljöprövning. Negativt är att inläckaget ökar i driftskedet jämfört med betongtunnelalternativet men det bedöms kunna hanteras inom det förslag till injekteringsklasser som tagits fram.

5.4 Tunnelsäkerhet

Jämförelse mellan broalternativet och tunnelalternativet berör i första hand följande.

- Konsekvenserna av en brand eller olycka med farligt gods-olycka blir större än på en ytförlagd väg. Detta beror dels på att olyckscenariot i tunnel är allvarligare än i det fria vid t.ex. en brand då brandgas sprids olika i en tunnel mot på ytförlagd väg, dels på att den ytförlagda vägsträckan utgör en naturlig begränsning av olyckans utbredning. Tunnelmynningar utgör naturliga öppningar för brandgasventilation och tryckavlastning vid explosion.
- Tunnel under trafikplats Hjulsta innebär en 18 %-ig ökning av den sammanlagda tunnellängden av Förbifart Stockholm. Denna ökning av tunnellängd bedöms inte väsentligen påverka den totala risken och påverkar inte säkerhetskonceptet men ökar tunnelns sårbarhet vid en olycka.
- Tunnelalternativet medför att ytterligare utrymnings- och insatsvägar erfordras. Dessa vägar utgörs av tvärförbindelser mellan huvudtunnlar och ramper med motstående körriktning.
- Tunnellösning kan medföra en högre sannolikhet för omfattande driftavbrott och egendomsskada än vid ytförlagd väg, eftersom konsekvensen av en olycka i det fria förväntas vara lindrigare än motsvarande olycka i tunnel och därmed gå fortare att åtgärda.

Slutsats

Säkerhetskonceptet förväntas vara detsamma oavsett tunnel- eller ytförläggning av vägsträckan. Någon väsentlig skillnad i risk bedöms inte finnas mellan de två alternativen. Tunnel under trafikplats Hjulsta utgör ett 18 %-igt tillskott i den sammanlagda tunnellängden.

5.5 Trafiksäkerhet

Sannolikheten att en olycka sker i en tunnel är störst vid tunnelns mynningar. Flest olyckor inträffar just utanför tunneln. Detta kan bero på de ibland stora skillnaderna i väglag och på skillnader i ljusintensitet. Vintertid kan väglaget på bro vara extra besvärligt och en tunnelmynning i anslutning till bro ökar därför risken ytterligare för att en olycka inträffar.

I Norge finns lång erfarenhet av tunnlar och landet har bra statistik över olyckor i och intill tunnlar. I Trafikksikkerhetshåndboken – ett dokument framtaget av TÖI – Transportökonomisk institutt – finns statistik över olyckor som skett i tunnlar. Det är mycket tydligt att det är fler olyckor som sker intill tunnelmynningarna än längre in i tunnelarna. Därför har man valt att titta på olika segment. Nedan visas en tabell över antal olyckor per miljon körda kilometer (I Sverige har vi definitionen olyckor per

miljon axelparkilometer). Det är viktigt att komma ihåg att det inte är dessa olyckstal som gäller i Förbifart Stockholm. Förutsättningarna är inte desamma men relationen mellan de olika segmenten är intressant.

Vegelement	Utformingsvarianter av elementet	Delstrekning/ulykketype	Ulykker pr mill kjøretøykm
Tunneler	Stigning <6%	50-100m før	0,33
		Første 50-100m	0,33
		Midtsone	0,10
		Hele strekningen	0,12
	Stigning >6%	50-100m før	0,42
		Første 50-100m	0,36
		Midtsone	0,12
		Hele strekningen	0,15
	Alle	Alle	0,13

Tabell 5.1: Normal olycksrisk för tunnlar. Olyckor med personskada per millioner körkilometer

Källa: Trafikksikkerhetshåndboken

I Trafikksikkerhetshåndboken står "Ulykkesrisikoen på bruene og i tunneler er høyest i overgangssonene til bruene eller tunnelene. Overgangssonene defineres vanligvis som de siste 50-100 meter før brua eller tunnelen og de første 50-100 meter inne på brua eller i tunnelen. Midtsonen er resten av brua eller tunnelen."

Det finns liknande statistik för broar i Trafikksikkerhetshåndboken. Där är det också en tydlig skillnad mellan början och slutet på bron och delen mitt på bron. Se tabellen nedan.

Vegelement	Utformingsvarianter av elementet	Delstrekning/ulykketype	Ulykker pr mill kjøretøykm
Bruer	Stigning <6%	50-100m før	0,28
		Første 50-100m	0,18
		Midtsone	0,11
		Hele strekningen	0,16
	Stigning >6%	50-100m før	0,42
		Første 50-100m	0,34
		Midtsone	0,22
		Hele strekningen	0,26
	Alle	Alle	0,20

Tabell 5.2 Normal olycksrisk för broar. Olyckor med personskada per millioner körkilometer

Båda dessa tabeller med statistik från norska tunnlar och broar, visar tydligt att olycksrisken är högre med en bro över trafikplats Hjulsta än en tunnel under densamma.

Körfältsbyten är alltid en trafiksäkerhetsrisk. För att minska risken för olyckor ska vägen i anslutning till tunnelmynningarna utformas på ett sätt som i möjligaste mån undviker körfältsbyten. I anslutning till bron över trafikplats Hjulsta finns både av- och påfarter och därmed stor anledning till körfältsbyten. I en tunnel under trafikplatsen finns inte av- och påfarter i kombination med tunnelmynningar. Risken för att en olycka ska inträffa i anslutning till tunnelmynningarna är därför större med broalternativet än med tunnelalternativet.

Det finns inte tillräckligt med studier som kan påvisa om och hur en riktigt lång tunnel påverkar trafiksäkerheten eller inte. Ett möjligt scenario är att man vill komma ut ur tunneln när man kört en längre tidsperiod/sträcka och därmed ökar farten och därmed olycksrisken.

5.6 Tunnelventilation

Här beskrivs luftkvaliteten i tunneln. Hur utomhusluften påverkas beskrivs i kapitlet 5.11.

Beräkningar har gjorts för att visa vilka värden på kväveoxider (NO_x) och partiklar (PM_{10}) som fås vid en tunnelförlängning. Beräkningar har gjorts med de i dag tänkta tre luftutbytesstationerna i vardera riktningen, samt med ytterligare en i vardera riktningen, placerad i höjd med Hjulsta trafikplats i tunnelalternativet.

Emissions- och trafikdata som har använts är den samma som har använts vid övriga beräkningar. Trafik mellan tunneln och till- och från trafikplats Hjulsta har uppskattats till 10 % av tunneltrafiken. Detta är dock inte någon känslig parameter. Beräkningar har gjorts för vintersäsongen och med 50 % dubbdäcksanvändning vid fordonshastigheten 90 km/h samt med asfalt och betong.

Kväveoxidhalter i tunneln

Ingen ny luftutbytesstation krävs med hänsyn till kväveoxidhalten, NO_x -halten, om Förbifart Stockholm förläggs i tunnel. Kraven på maximalt 5000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ kan innehållas ändå. Med de planerade luftutbytesstationerna vid Vinsta och på norra Lovö kommer detta värde att underskridas även med en förlängd tunnel fram till Akalla. Beräkningarna visar att den förlängda tunneln är självventilerande (med avseende på NO_x -halten) vid fritt flytande trafik, samt att de tre luftutbytesstationerna räcker även vid s.k. "stop and go trafik (definieras med fordonshastighet för bilar på 23 km/h och lastbilar på 8 km/h). Det är till och med så att NO_x -kravet kan uppfyllas utan luftutbytesstationer i södergående tunnelrör vid Vinsta och på norra Lovö om fler impulsfläktar sätts i drift. Se även bild 5.3 och 5.4.

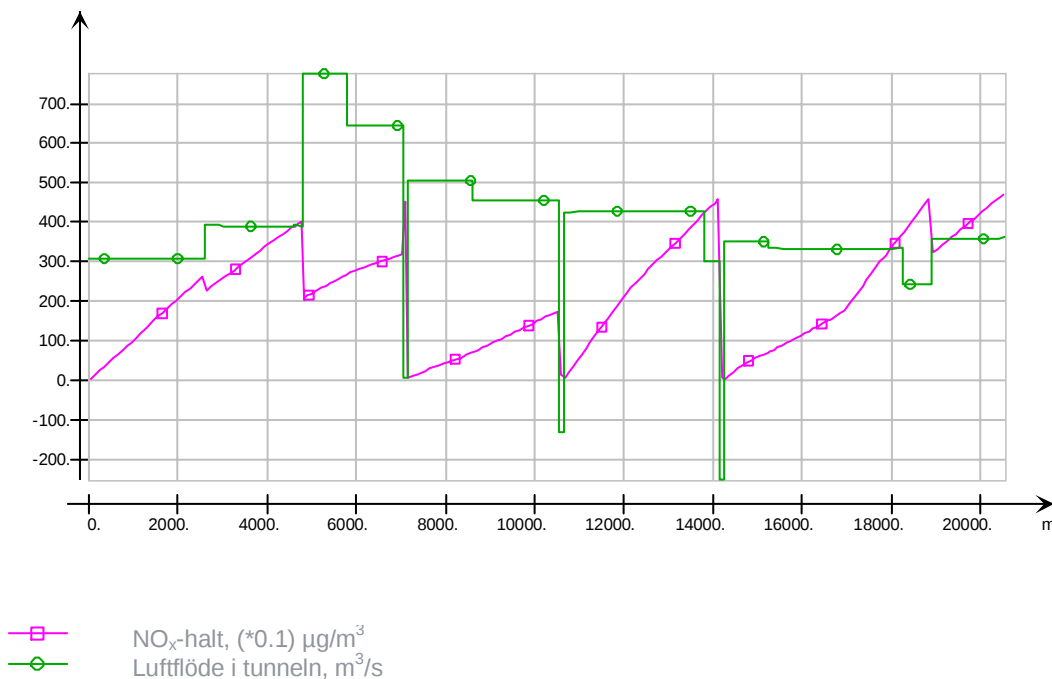


Bild 5.3. NO_x-halter och luftflöden i södergående huvudtunnel vid "stop and go-trafik" med medelhastigheten ca 20 km/h.

Bild 5.3 visar att NO_x-halten i södergående tunnelrör understiger 5000 µg/m³ med de tre ursprungliga luftutbytesstationerna samt totalt 64 impulsfläktar i drift, vilket är betydligt färre än det antal som installeras för brandgasventilation. Bilden visar även att luftflödet i tunneln vid två av luftutbytesstationerna är under 0 m³/s. Det vill säga luftflödet i tunneln är lägre än luftutbytesstationernas kapacitet, 600 m³/s. Om ventilationssystemet drivs på detta sätt fås en kortslutning mellan luftutbytesstationens till- och frånluftsdelar, dvs en del av luftflödet från tilluftsstationen gå bakåt och sugas ut via frånluftsstationen. Genom att använda fler impulsfläktar kan luftflödet i tunneln ökas. Därmed kan kortslutningen undvikas och på detta sätt förbättras tunnelmiljön genom att föroreningarna späds ut ytterligare.

I beräkningsresultatet för norrgående tunnelrör som redovisas i bild 5.4 är totalt 76 impulsfläktar i drift. I denna beräkning understiger luftflödet i tunneln 600 m³/s vid alla tre luftutbytesstationerna, vilket möjliggör ytterligare förbättring av luftkvaliteten.

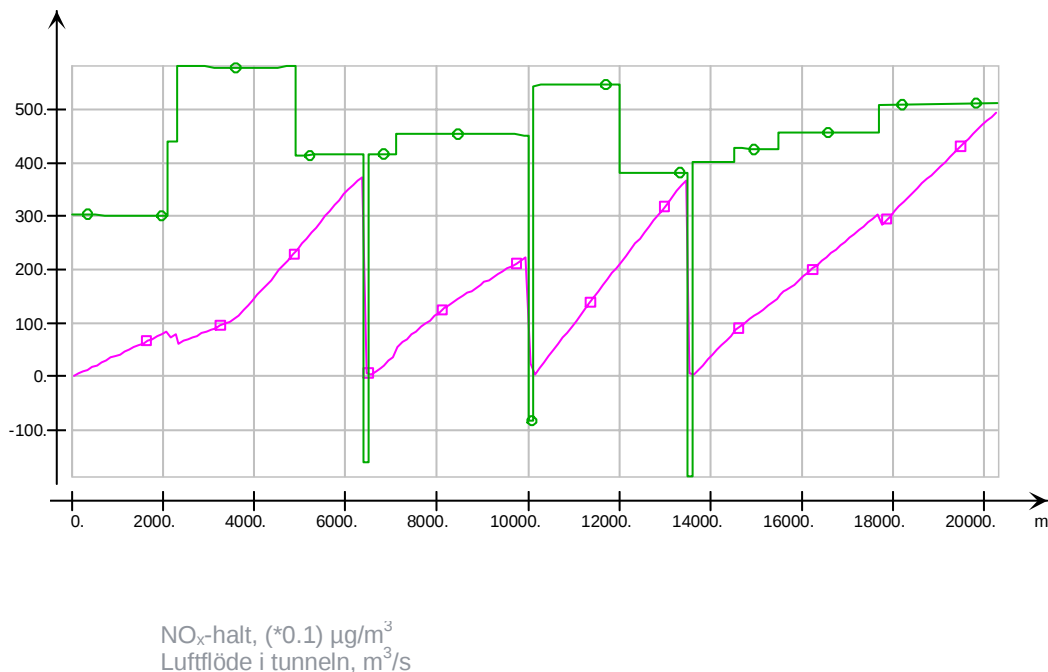


Bild 5.4. NO_x-halter och luftflöden i norrgående huvudtunnel vid "stop and go-traffic" med medelhastigheten ca 20 km/h.

Partikelhalter i tunneln

Om tunneln förlängs utan att bygga ytterligare en luftutbytesstation kommer partikelinnehållet i tunnelluften att öka. Tunneln är självventilerande med avseende på NO_x-halten även vid en förlängning men vid hög dubbdäcksanvändning ökar partikelhalten relativt kraftigt med tunnelförlängningen. Nedanstående redovisning baseras på 50 % dubbdäcksanvändning både för bro- och för tunnelalternativet.

Diskussionen om de farliga partikelhalterna har till stor del handlat om de extremt höga halter som kan uppkomma vid högtrafik under vintertid. Med endast tre luftutbytesstationer som i broalternativet kommer medelhalten vid högtrafik i tunnlar av PM₁₀ under vintersäsongen ligga på 2900 och 3250 µg/m³ vid en tunnelförlängning. Se tabell 5.5. Detta kan jämföras med medelhalterna i högtrafik med bro vid Hjulsta som ligger på 2500 och 2800 µg/m³. En skillnad på 400 µg/m³ är att betrakta som stor när hälsobedömningen anger att för att undvika korttidseffekter som astmaanfall och hjärtinfarkt bör PM₁₀-halten inte överskrida 400-800 µg/m³ som medelhalt för tunneln enligt förslag från Bertil Forsberg på Umeå Universitet. Bedömningen är därför att det kommer att krävas ytterligare en luftutbytesstation om Förbifart Stockholm förläggs i tunnel under trafikplats Hjulsta. I beräkningarna har denna placerats vid Hjulsta. En ny luftutbytesstation vid Hjulsta kan även användas för rökgevakuering.

Med tunnel vid Hjulsta och fyra luftutbytesstationer i drift under högtrafik är det i princip ingen skillnad på medelhalten av PM₁₀-halterna i tunneln, se tabell 5.5. De högsta partikelhalterna som förekommer i tunneln (maxhalten) blir dock något högre än i broalternativet. I arbetet med tunnelluften har beräkningar för olika åtgärder gjorts, bland annat för 25 % dubbdäcksanvändning, 70 km/h och betongbeläggning. För tunnelalternativet har endast åtgärdsscenarioet med betongbeläggning beräknats. För lägre hastighet görs en bedömning av effekten.

	Medelhalt av PM10 för hela tunneln, $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	Bro vid Hjulsta	Tunnel vid Hjulsta Fyra luftutbytesstationer	Tunnel vid Hjulsta Tre luftutbytesstationer
90 km/h, asfalt	2500-2800	2500-2800	2900-3250
90 km/h, betong	2200-2450	2200-2500	2550-2850
70 km/h, asfalt	1250-1400	<i>1250-1400</i>	Ej beräknat eller bedömt
70 km/h, betong	1100-1200	<i>1100-1250</i>	Ej beräknat eller bedömt

Tabell 5.5. Medelhalter av PM10 i tunnlar under förmiddagens maxtimme, med bro eller tunnel vid Hjulsta. 50 % dubbdäcksanvändning. Siffror i kursivt indikerar bedömning, övriga uppgifter baseras på beräkningar.

Åtgärden att vid risk för höga partikelhalter sänka hastigheten till 70 km/h är mycket effektiv och medför en halvering av partikelhalterna. Med denna åtgärd når man både i bro- och tunnelscenariot halter på 1100-1400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, det vill säga fortfarande högre än vad som är lämpligt ur hälsosynpunkt men det är ingen skillnad mellan alternativen och ytterligare åtgärder kommer därför att krävas i båda scenarierna. Åtgärderna kan exempelvis vara ytterligare minskning av dubbdäcksandelen, dammbindning eller partikelrening.

Stora delar av dygnet kommer dock inte ventilationen att användas och utan ventilation blir halterna högre i tunnelalternativet. Den största skillnaden för tunnelluften uppkommer självklart i den tillkommande tunnelsträckan mellan Hjulsta och Akalla. I södergående tunnelrör, i tunneldelen mellan Akalla och luftutbytesstationen vid Vinsta, kommer partikelhalterna att öka till det dubbla i jämförelse med den ursprungliga tunneldelen mellan Hjulsta och luftutbytesstationen vid Vinsta när inte ventilationen är igång. Övriga tunneldelar, det vill säga tunnelsträckor söder om Vinsta får en ökning av partikelhalterna med cirka 15-20 %.

Eftersom den sammanhängande längre tunneln medför högre halter innebär detta sannolikt att behovet av att använda tunnelventilationen ökar. Det går inte med befintligt underlag att kvantifiera ökningen i drifttid för ventilationen.

Nedan visas beräkningar för tunnelluften under högtrafik, med bro och tunnel vid Hjulsta.

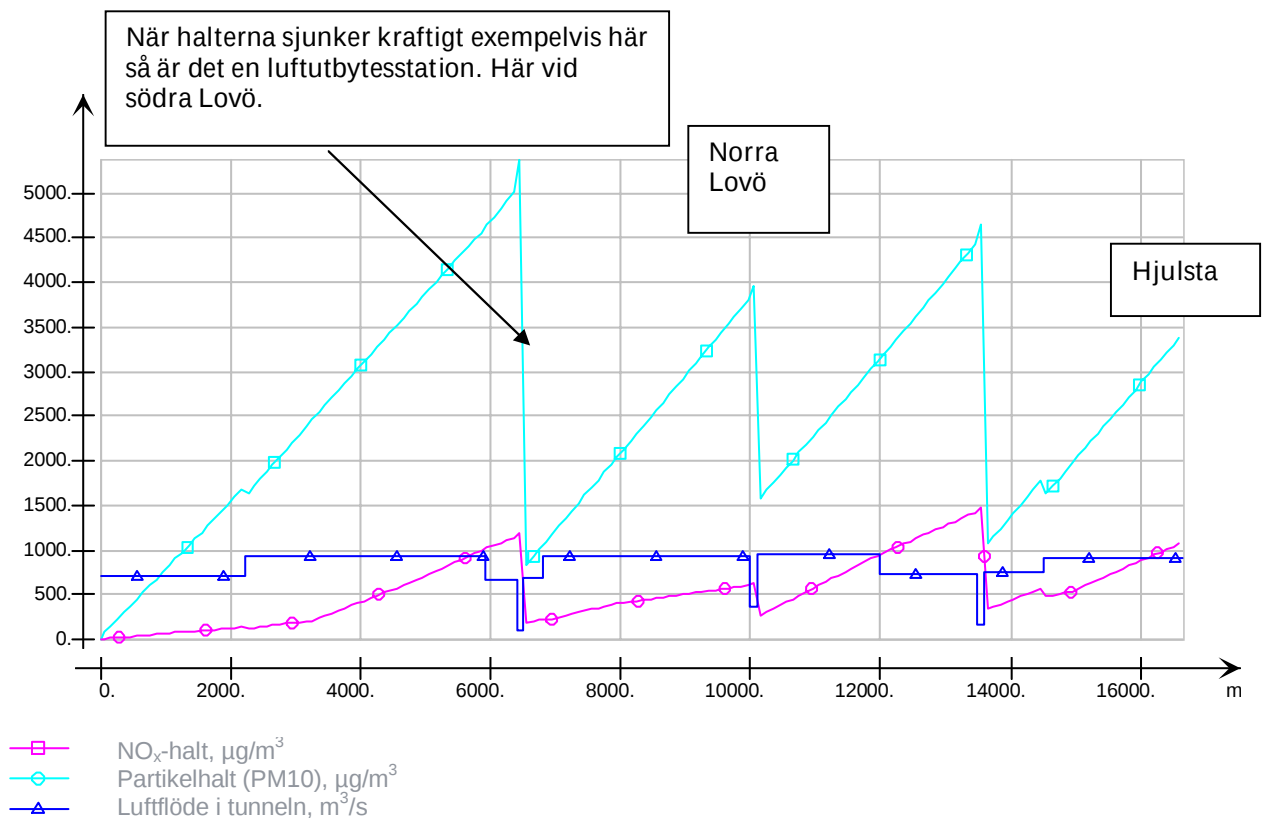


Bild 5.6 Partikel-, NO_x-halter samt luftflöden i norrgående huvudtunnelrör med bro vid Hjulsta och tre luftutbytesstationer i drift. Fordonshastigheten är 90 km/h. Maxtimme förmiddag.

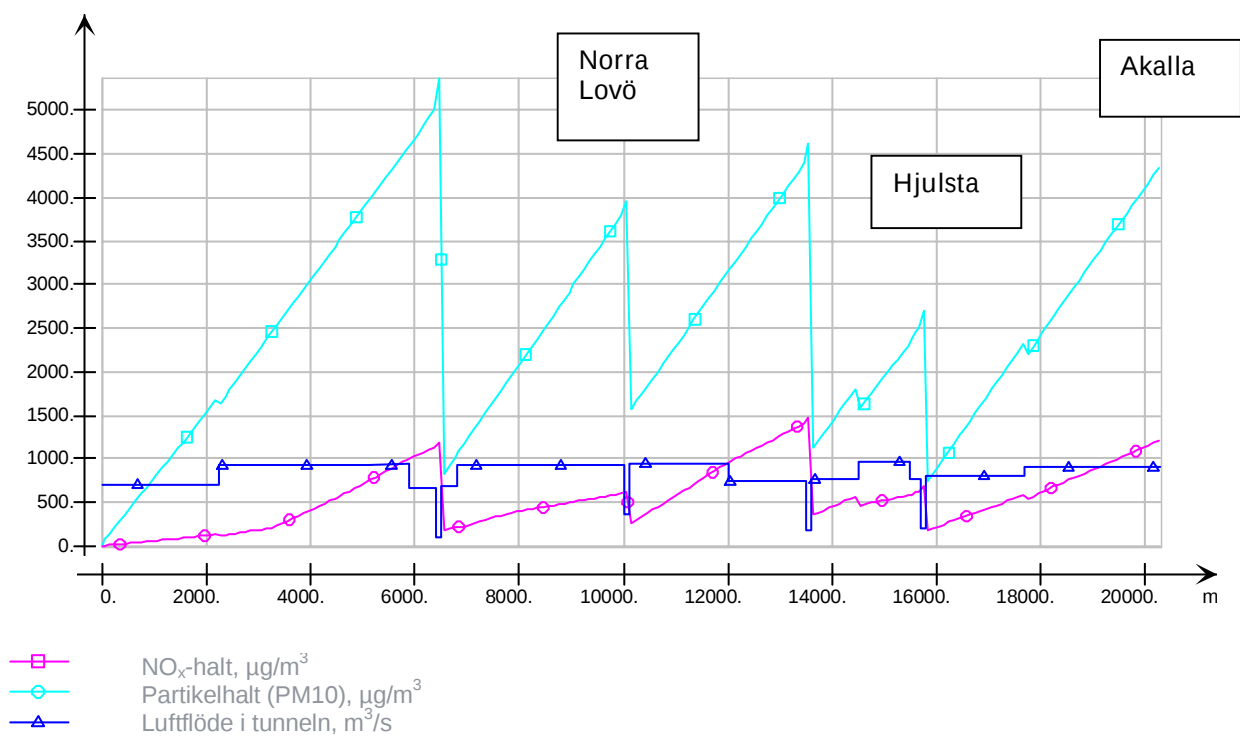


Bild 5.7. Partikel-, NO_x-halter samt luftflöden i norrgående huvudtunnelrör med tunnel vid Hjulsta och fyra luftutbytesstationer i drift. Fordonshastigheten är 90 km/h. Maxtimme förmiddag.

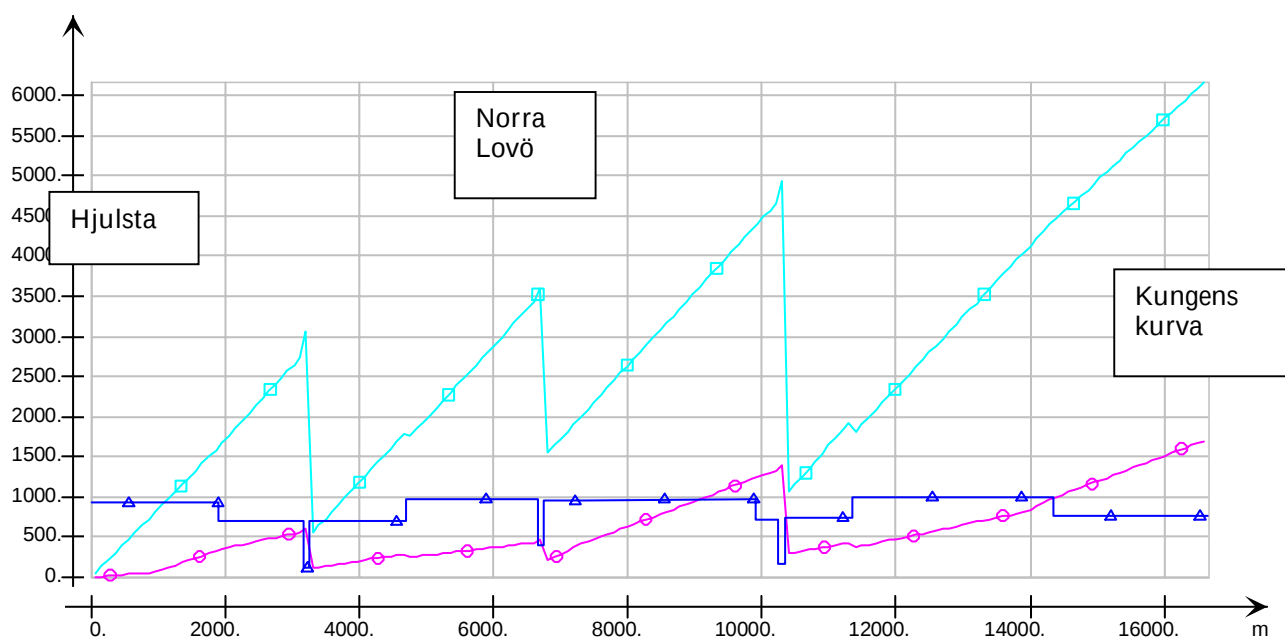


Bild 5.8. Partikel-, NO_x-halter samt luftflöden i södergående huvudtunnelrör med bro vid Hjulsta och tre luftutbytesstationer i drift. Fordonshastigheten är 90 km/h. Maxtimme förmiddag.

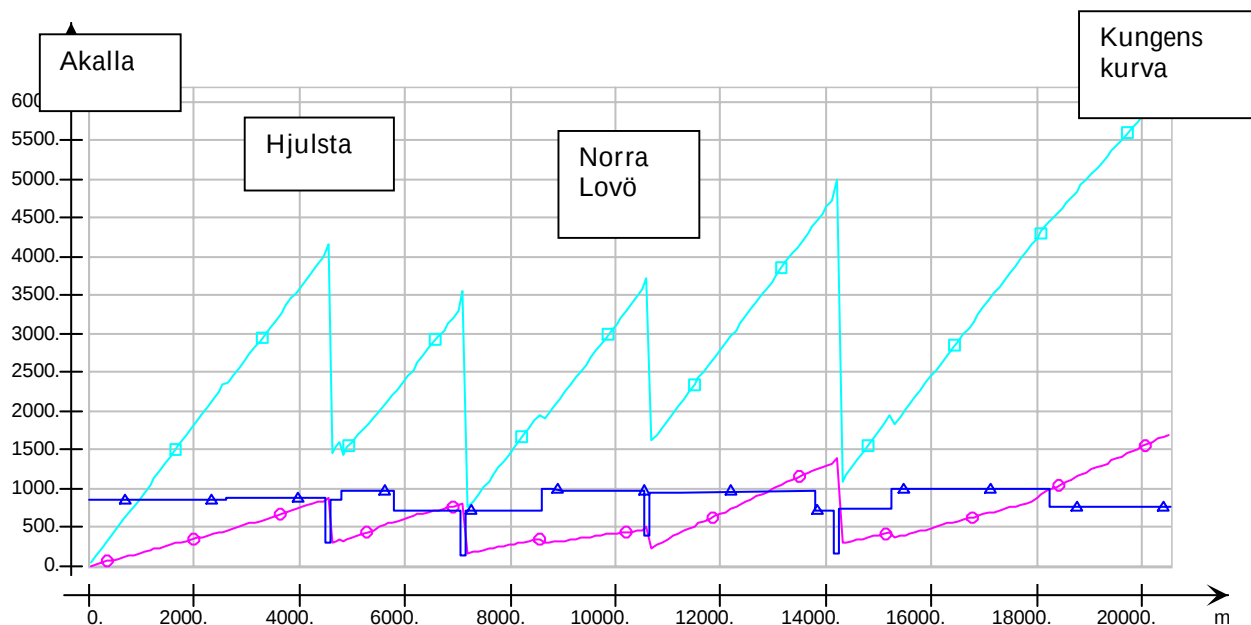


Bild 5.9. Partikel-, NO_x-halter samt luftflöden i södergående huvudtunnelrör med tunnel vid Hjulsta och fyra luftutbytesstationer i drift. Fordonshastigheten är 90 km/h. Maxtimme förmiddag.

5.7 Elinstallationer

En förläggning av Förbifart Stockholm i tunnel under trafikplats Hjulsta medför inga systemtekniska nackdelar. ELDU i Akallatunneln kan anslutas till högspänningsslingan i stället för separata 10 kV-serviser.

Fyra ELDU, kabelväg mellan ramptunnlarna och el/tele/styrinstallationerna i huvud- och ramptunnlarna tillkommer.

5.8 VA

Sammantaget finns inga nackdelar för VA-systemet med förslaget tunnel under trafikplats Hjulsta. Systemet blir mer enhetligt men det tillkommer tunneldelar och kostnader för VA-systemet.

5.9 Natur och kulturmiljö

Naturmiljö

Det mindre vägområdet med tunnel under trafikplats Hjulsta medför mindre ingrepp i naturmark vid tunnelmynningarna, särskilt norr om trafikplatsen. Ingreppet i Järvafältet blir mindre vilket innebär att en större del av den igenväxta hagmarken med äldre tallar, med naturvärde av kommunalt intresse (klass 3) kan bevaras. Med Förbifart Stockholm i ytläge medför betongtunneln att en mindre del av en gammal barrskog av naturklass 2 i Hästa klack försvinner. Med tunnelförläggning påverkas inte Hästa klack alls.

Sannolikt kommer inte Akallavägen att behöva läggas om norr om trafikplatsen i tunnelalternativet vilket minskar den negativa påverkan på naturmiljön.

Kulturmiljö

Med endast ramper i ytläge blir ingreppet i fornlämningsområdet i "Fornkullen" väsentligt mindre. Fornlämningen i Hästa klack, som helt försvinner i huvudalternativet, skulle inte påverkas alls. Även kulturlandskapet öster om Akallavägen skonas om man inte behöver flytta Akallavägen under byggtiden.

Barriäreffekter

Barriäreffekter orsakade av Förbifart Stockholm kommer att finnas både i det ytförlagda alternativet som i tunnelalternativet eftersom ramperna till Hjulsta trafikplats kvarstår. Den sammanlagda barriäreffekten kan antas bli något mindre vid alternativet med huvudsträckningen förlagd i tunnel.

5.10 Buller

Bullersituationen i Hjulsta kommer i framtiden att vara mycket komplex med trafikbuller från tre källor; Förbifart Stockholm, E18 och Bergslagsvägen. Utan åtgärder medför Förbifart Stockholm på bro att ett område på cirka 250-500 meter från vägarna har bullernivåer över 60 dB(A), se figur 5.10.

Med E4 Förbifart Stockholm i tunnel blir beräknade bullernivåerna 5-10 dB(A) lägre än om E4 Förbifart Stockholm byggs på bro utan skyddsåtgärder över trafikplats Hjulsta.

I rekreatiomsområden

Bullernivåerna i rekreatiomsområdet norr om Vålbergs samt på Järvafältet norr om trafikplatsen blir

lägre i tunnelalternativet, Rekreativmiljöerna blir mindre utsatta för buller i tunnelalternativet än i huvudalternativet.

Framförallt på Järvafältet kommer tunnelalternativet att medföra väsentligt lägre bullernivåer. Med bro och 4 meter höga bullerskärmar påverkas ett område 250-300 meter in i reservatet (ev. framtida begravningsplats) av buller nivåer över 55 dB(A). De närmsta 100 metrarna har bullernivåer över 60 dB(A). Med tunnelalternativet, och utan ytterligare åtgärder går gränsen för 55 dB(A) 150 meter från vägen, se figur 5.11. Kompletteras vägen med exempelvis 2 meter höga bullerskärmar bedöms större delen av Järvafältet få under 55 dB(A) och delar som ligger längre bort från E18 kan få under 50 dB(A).

Vid bostäder

Bullernivåerna vid bostäderna i Vålberga, Hjulsta och framtida Barkarbystaden kan bli lägre i tunnelalternativet än i broalternativet. Med bro planeras 2-4 meter höga skärmar längs Förbifart Stockholm. Med denna åtgärd blir bullernivåerna i Hjulsta ungefär samma som i tunnelalternativet utan åtgärder, se figur 5.11 och 5.12a. Olika bullerskyddsåtgärder har studerats i broalternativet. Bullerberäkningarna visade på samma bullerdämpning med 4 meter höga skärmar på utsidan av Förbifart Stockholm som med 2 meter höga skärmar på in och utsidan av vägbanorna. Den kombination av åtgärder som bedöms som mest effektiv för bostäderna i Hjulsta visas i figur 5.12b. Bedömningen är att det inte finns fler fysiska bullerskyddsåtgärder att tillgå såsom skärmar för att sänka bullret ytterligare i broalternativet. Redovisade åtgärder kan dock kompletteras med bullerdämpande asfalt.

Tunnelalternativet kan kombineras med fysiska bullerskyddsåtgärder, exempelvis 2 meter höga skärmar på Förbifart Stockholms ramper och/eller skärmar på Bergslagsvägen samt lokala skärmar. Med dessa åtgärder kan trafikbullret vid bostäderna minskas ytterligare. Hur mycket lägre buller är svårt att specificera i varje separat bostad utan detaljberäkningar. Grovt kan skillnaden uppskattas till 3 dB(A), eventuellt skulle 5 dB(A) lägre trafikbullernivåer kunna uppnås. Med en kombination av skärmar och bullerdämpande asfalt kan, liksom i broalternativet, ännu lägre bullernivåer uppnås.

Byggtiden

Om hela Förbifart Stockholm förbi Hjulsta byggs i ytläge kommer byggskedet att pågå i 6 år. Byggs enbart ramper kommer arbeten i ytläge kortas men i stället kommer bostäderna i östra delen av Hjulsta att få stomljuds nivåer över 35 dB(A) under ett antal månader. Troligtvis blir den totala tiden med störningar från byggskedet något mindre i bostadsområdena kring trafikplatsen om Förbifart Stockholm byggs som tunnel under Hjulsta trafikplats.

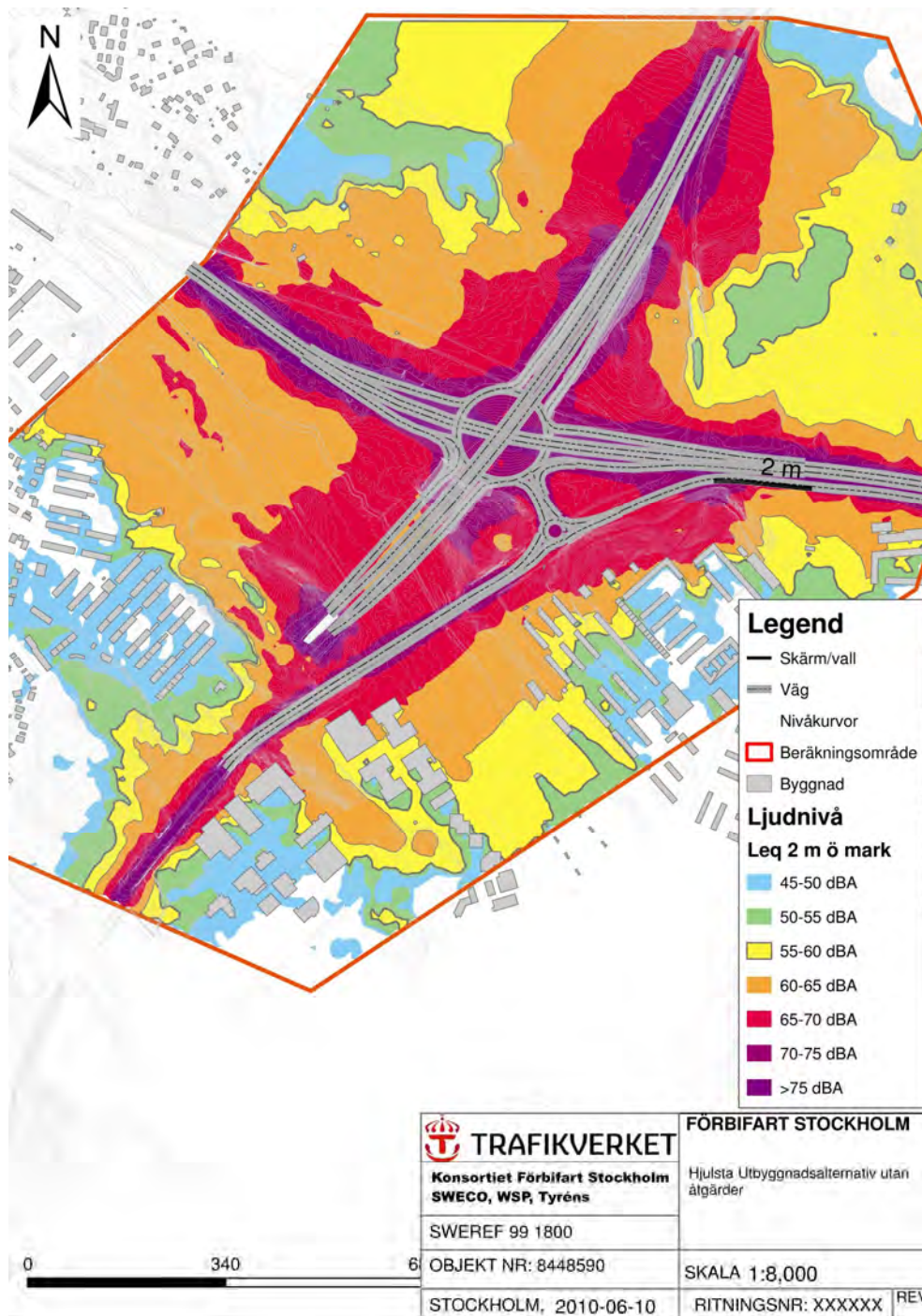
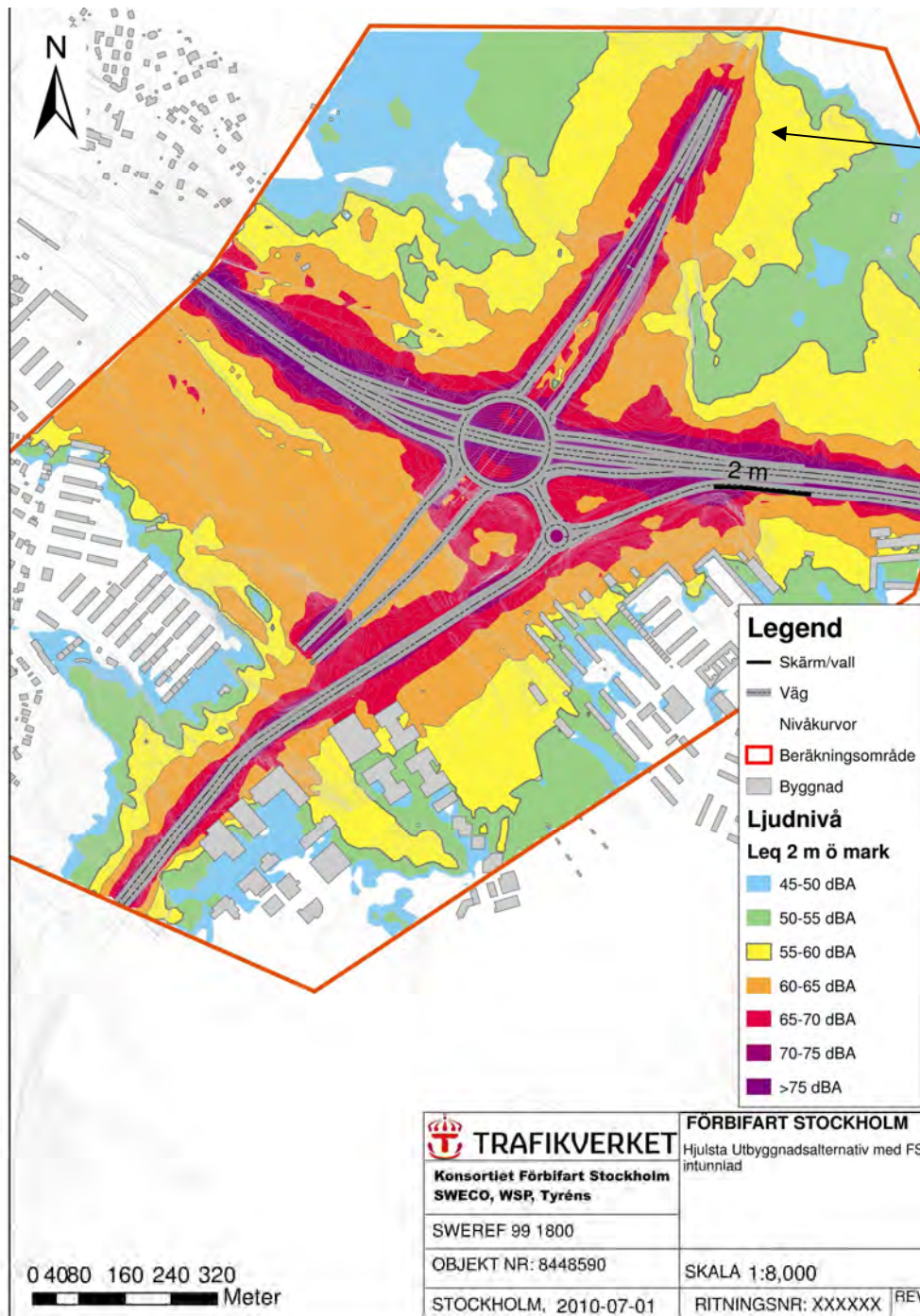


Bild 5.10. Trafikbullernivåer med Förbifart Stockholm på bro och utan bullerskyddsåtgärder.



Bullret i denna del kommer att vara mindre än vad bilden visar eftersom Förbifart Stockholm kan gå ned i tunneln längre söderut.

Bild 5.11. Trafikbuller med Förbifart Stockholm i tunnel och utan bullerskyddsåtgärder.

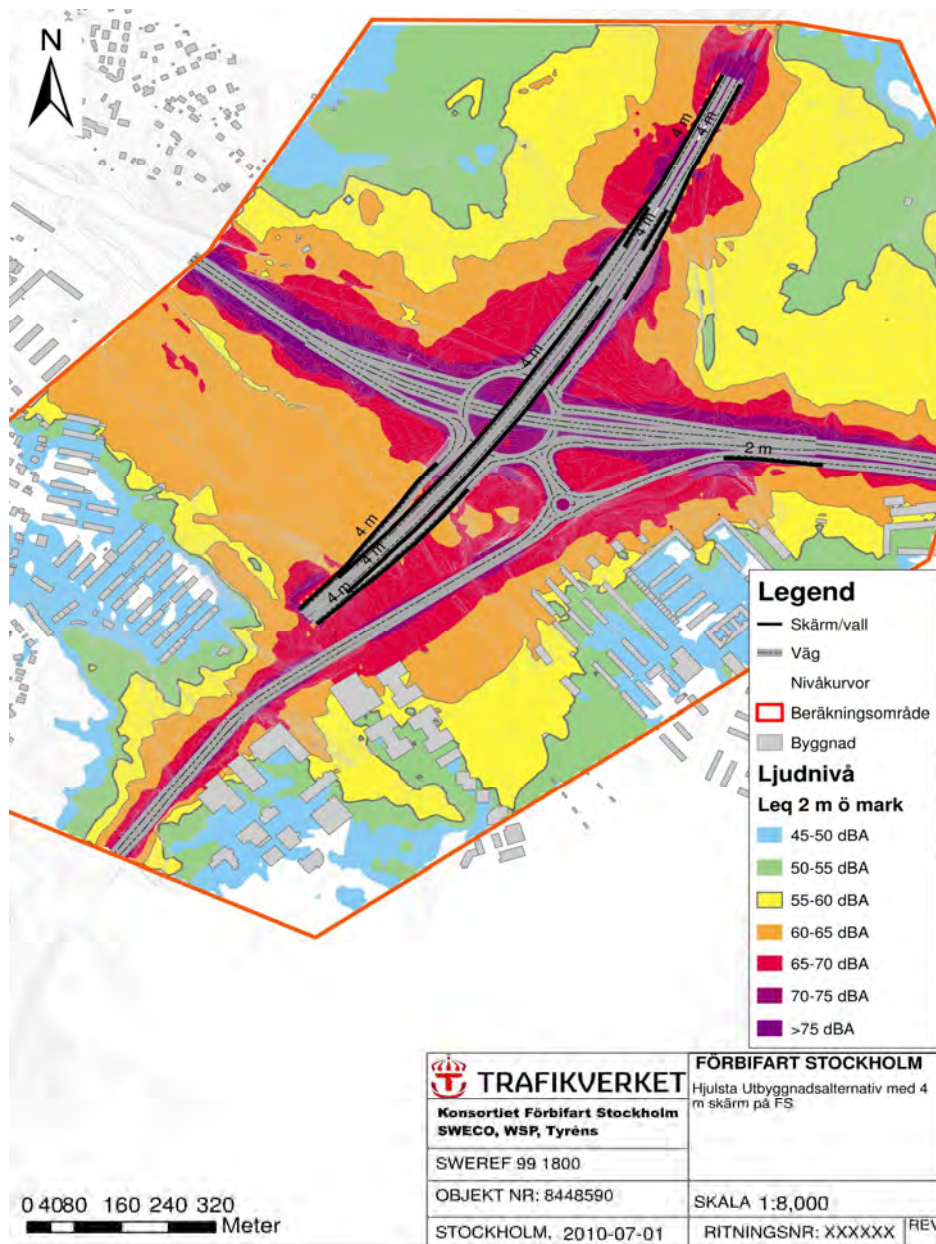
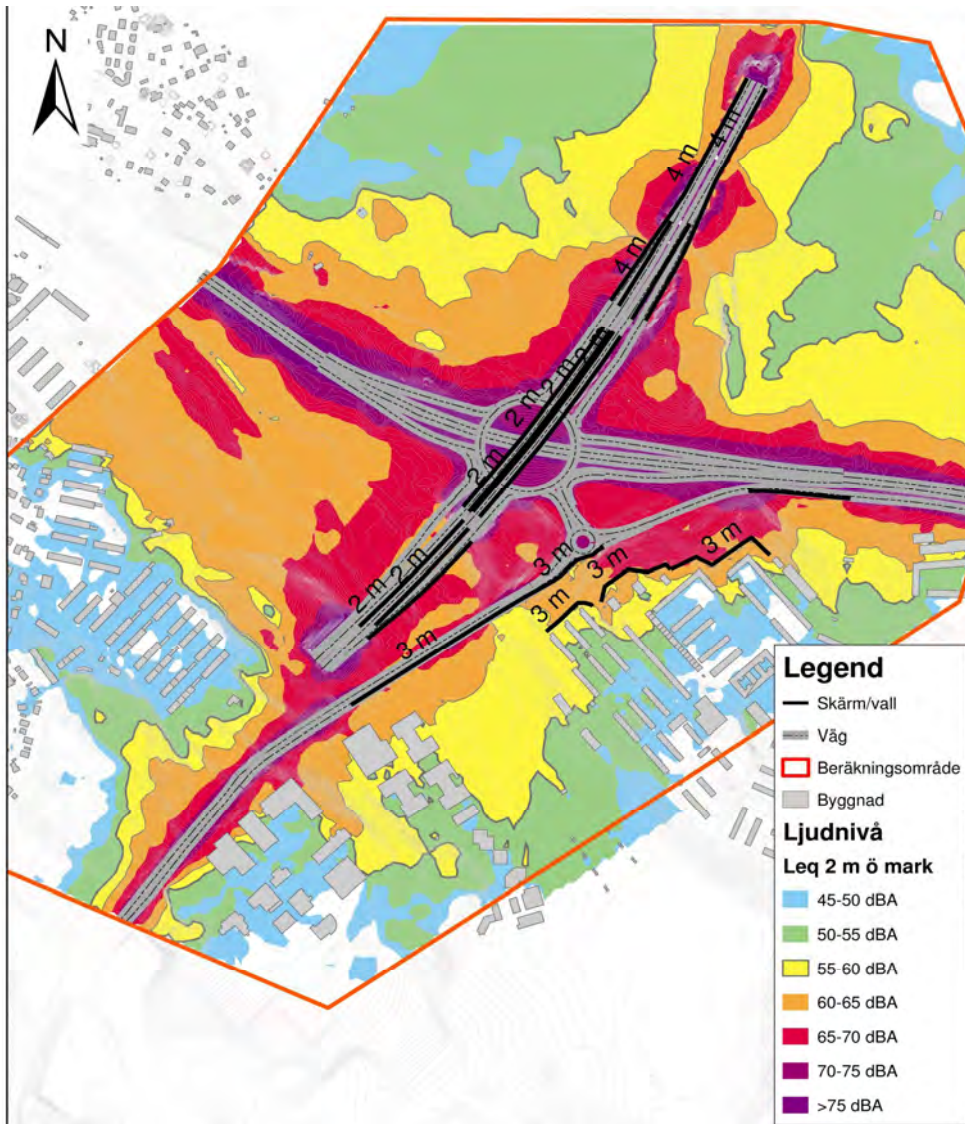


Bild 5.12a Trafikbullernivåer med Förbifart Stockholm på bro med 4 m höga bullerskrämar på Förbifart Stockholm

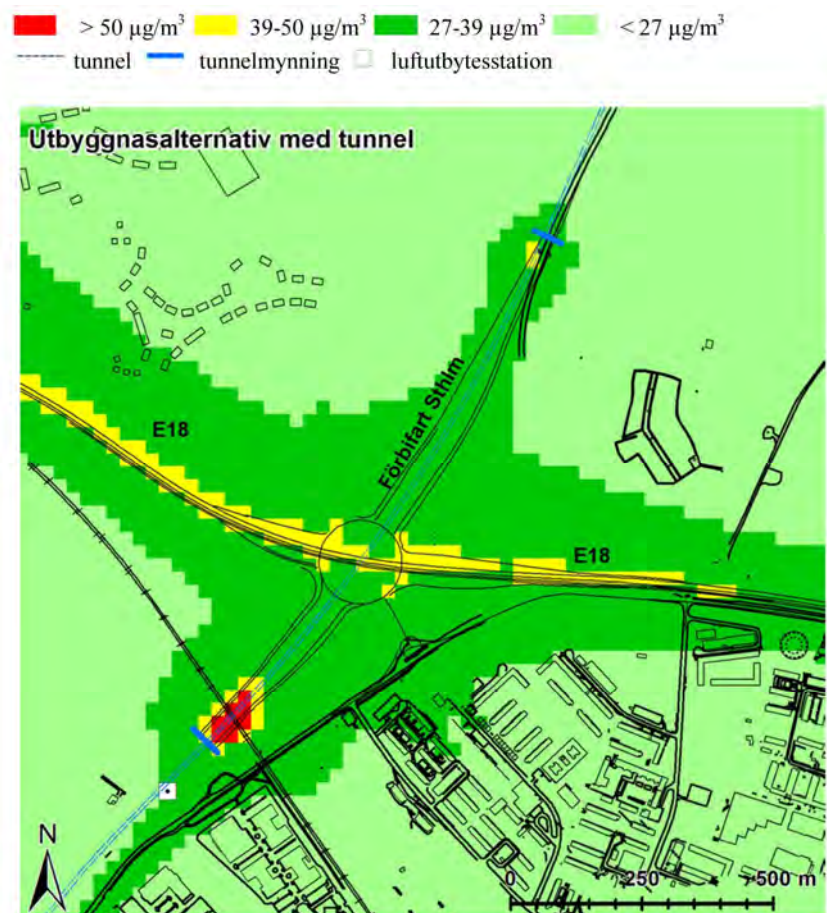


Figur 5.12 b. Trafikbullernivåer med Förbifart Stockholm på bro och med 2 meter höga bullerskrämmor på Förbifart Stockholm kompletterat med skärmar längs Bergslagsvägen och lokala skärmar vid bostäderna i Hjulsta.

5.11 Luftkvalitet

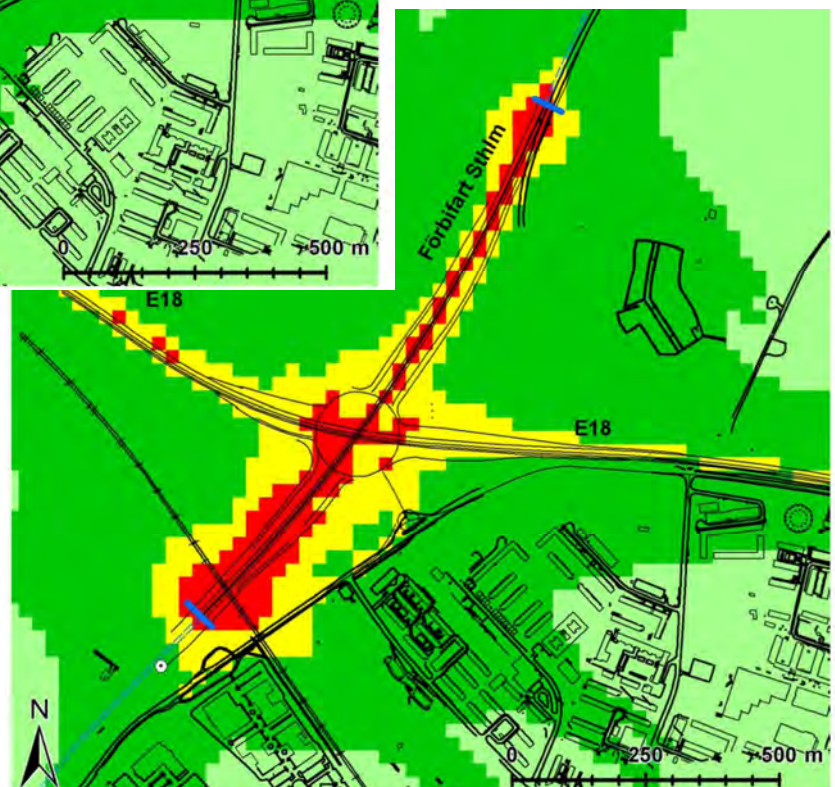
Luftkvaliteten vid Vålberg och Hjulsta blir bättre med tunnel än med bro, se figur 5.13 och 5.14 som visar luftkvaliteten med ett antaget grundscenario där ventilationen används 8 timmar om dagen vintertid.

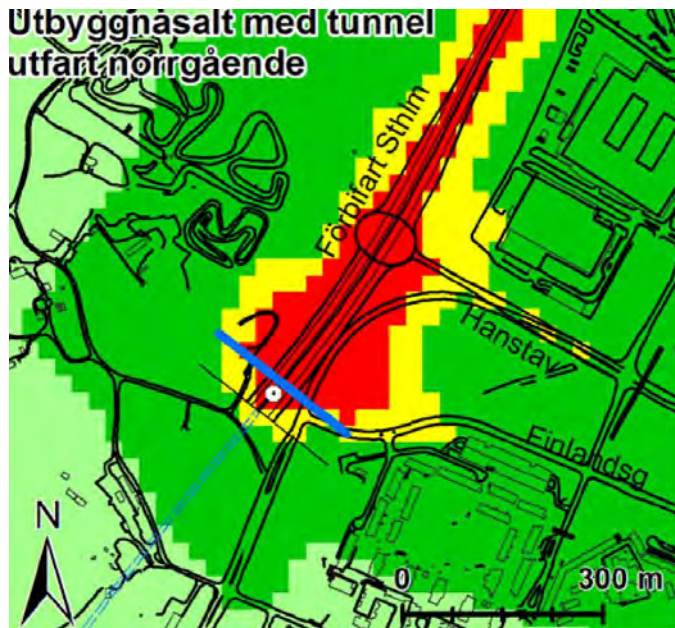
Med Förbifart Stockholm i ytläge blir partikelhalterna i Hjulsta bostadsområde $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Med tunnel blir halterna $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Boende i Vålberga väster om tunnelmynningen vid Hjulsta får $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ med bro över dalen och $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ med tunnel. För mynningen vid Akalla, se figur 5.15 och 5.16.



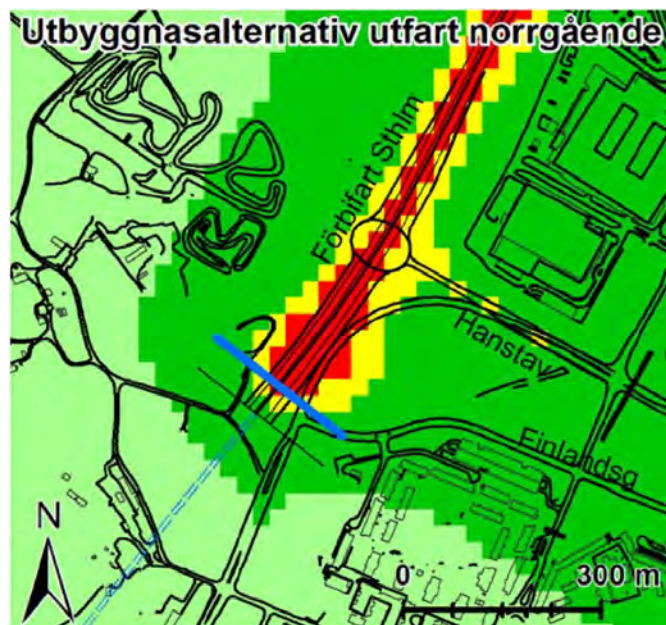
Figur 5.13. Partikelhalter med tunnel förbi Hjulsta. Röd färg visar överskridande av miljökvalitetsnormen för PM10.

Figur 5.14. Partikelhalter med bro förbi Hjulsta. Röd färg visar överskridande av miljökvalitetsnormen för PM10.





Figur 5.15. Partikelhalter med tunnel förbi Hjulsta. Röd färg visar överskridande av miljö kvalitetsnormen för PM10.



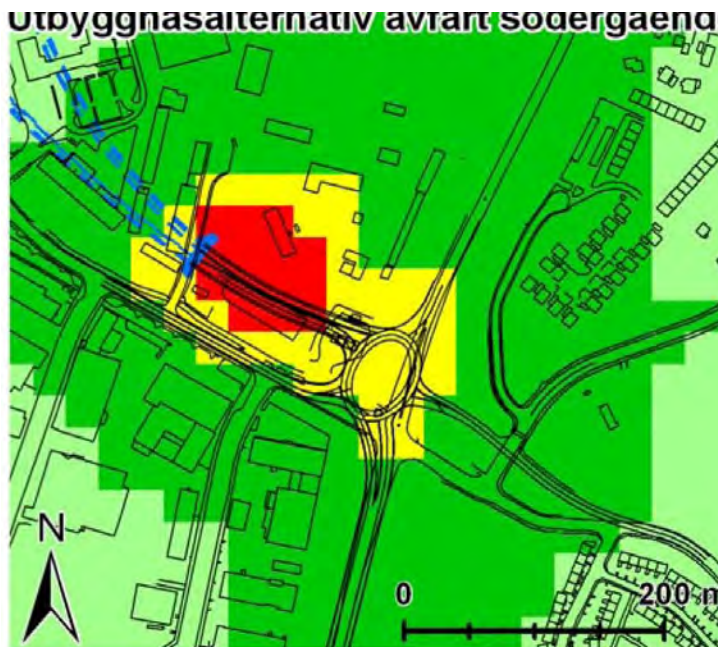
Figur 5.16. Partikelhalter med bro förbi Hjulsta. Röd färg visar överskridande av miljö kvalitetsnormen för PM10.

Under högtrafik och med luftutbytesstationerna igång kommer halterna som kommer ut från tunnelmynningen var mycket högre i tunnelalternativet än med bro och det kommer att finnas behov av ett frånluftstorn vid Akalla, förutom den luftutbytesstation som behövs i Hjulsta, för att klara miljö kvalitetsnormen för PM10.

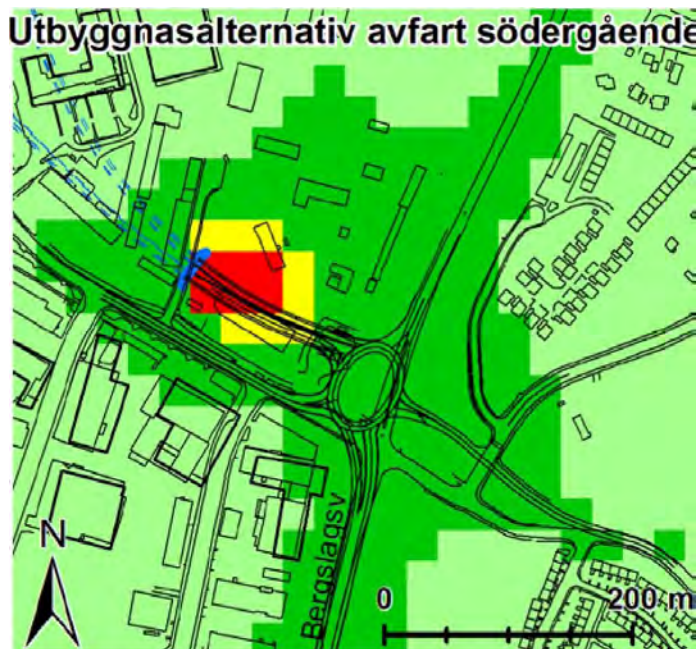
Med bro förbi Hjulsta når överskridandet av miljö kvalitetsnormen för PM10 endast lite utanför vägområdet. Med tunnel blir överskridandet vid Akalla väsentligt större och omfattar ett område på

cirka 100 meter från Förbifart Stockholm. Beräkningen som visas i figur 5.15 baseras på ett scenario där ventilationen används 8 timmar om dygnet under vintertid. Överskridandet kan minska genom att använda ventilationen fler timmar om dygnet. Med Förbifart Stockholm i ytläge blir partikelhalterna i Akalla bostadsområde, med antaget ventilationsscenario, $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Med tunnel blir halterna $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Beräkningar för partikelhalterna inne i tunneln visar emellertid att det finns risk för mycket höga halter även under lågtrafik. Med 50 % dubbdäcksanvändning finns det en risk att ventilationen måste användas upp till 20 timmar om dygnet. Boende i Akalla får sämre luftkvalitet i tunnelalternativet än i broalternativet. Hur mycket sämre beror på i vilken utsträckning ventilationen används. Ju mer den används desto lägre partikelhalter i Akalla.

Utanför mynningen vid Skattegårdsvägen i Vinsta visar beräkningarna för broalternativet och tunnelalternativet på ett överskridande av miljökvalitetsnormen för partiklar, se figur 5.17 och 5.18. Området som får överskridande är något större i tunnelalternativet.



Figur 5.17. Partikelhalter med tunnel förbi Hjulsta. Röd färg visar överskridande av miljökvalitetsnormen för PM10.



Figur 5.18. Partikelhalter med bro förbi Hjulsta. Röd färg visar överskridande av miljö kvalitetsnormen för PM10.

Med en tunnel förbi Hjulsta blir partikelhalterna i tunnelmynningen vid Skattegårdsvägen något högre och behov av ventilationsåtgärder är större än i broalternativet. Det bedöms inte finnas något behov av ett frånluftstorn på denna plats eftersom överskridandet är begränsat i omfattning. Mindre åtgärder som motriktad luftström eller intag av luft som späder ut tunnelluften bör räcka för att klara normen.

Med ett tunnelalternativ försämras luftkvaliteten något vid de närmast belägna bostäderna på östra sidan av Bergslagsvägen. Utanför tunnelmynningen för södergående tunnel på Lovö blir överskridandet av miljö kvalitetsnormen marginellt större. Detta område nyttjas ej för stadigvarande vistelse. Vid utfarten i Kungens kurva är partikelhalterna samma i båda alternativen när ventilationen är igång.

De två alternativen innebär ingen större skillnad när det gäller att klara miljö kvalitetsnormen för PM10 längs sträckan. Det blir högre halter utanför några tunnelmynningar i tunnelalternativet men överskridanden kan undvikas genom att ventilationssystemet utökas med ytterligare en luftutbytesstation i Hjulsta och genom att öka drifttiden. Antalet frånluftstorn är samma i båda alternativen eftersom frånluftstationen i Hjulsta utgår men det samtidigt behövs en i Akalla. Det är således en fråga om energiförbrukning och driftkostnad.

5.12 Energi och klimat

Med tunnel förbi Hjulsta ökar energiförbrukningen i driftskedet eftersom det finns behov av ytterligare en luftutbytesstation.

En luftutbytesstation som används 8 timmar om dagen under vintersäsongen medför att energiförbrukningen ökar med 1080 MWh/år. I denna bedömning ingår inte ett eventuellt ökat behov av att använda ventilation för att klara miljö kvalitetsnormen för PM10.

Tillkommande årlig energiförbrukning för drift av alternativet med den längre tunneln medför, med dagens svenska elmix, ett utsläpp av 22,5 ton koldioxid. Detta kan jämföras med beräkningen för driftskedet, med bro och tre luftutbytesstationer, som visat på ett årligt koldioxidutsläpp om 2 400 ton.

5.13 Vägarkitektur

En tunnelförläggning av Förbifart Stockholm förbi Hjulsta innebär både för och nackdelar för landskapsanpassning av vägen. Den stora bron över E18 försvinner vilket innebär att dalgången förblir öppen.

Fördelar

Ramperna kan samlas ihop och intrången i knallarna söder och norr om trafikplatsen blir mindre än i alternativet med Förbifart Stockholm i ytläge. Ramp för norrgående trafik läggs tillsammans med sydgående ramp vilket innebär att tunnelmynningen ligger på ett fördelaktigt ställe och möter berget bättre. Bron över Spångaån och Mälarbanan blir smalare vilket är fördelaktigt sett från dalgången. Skärningen i knallen söder om trafikplatsen blir mindre och ligger i den västra delen vilket innebär att vägen ligger längre från bebyggelsen och knallens topp. Ramperna norrut från cirkulationen följer en liten dalgång och rundar Fornkullen. Gång- och cykelförbindelse över ramperna är möjlig att ordna för gc-stråket över Fornkullen. Tråget tvärs Åkerbydalen bedöms kunna döljas med vegetation och mindre terrängmodelleringar. Det blir ingen tydlig mynning på tunneln vid Hästa klack utan vägen bara försvinner ned i marken. Intrånget i Åkerbydalen är mindre i tunnelalternativet än med vägen i ytläge.

Nackdelar

Om frånluftstornet vid Hjulsta ersätts av en luftutbytesstation, som är en betydligt större anläggning, kommer denna att dominera omgivningen på ett helt annat sätt än ett frånluftstorn. Ett frånluftstorn tillkommer i Akalla i ett exponerat läge. Frågan är om frånluftsanläggningen i Akalla kan ligga under jord eller om den måste ligga över jord. En anläggning ovan jord är känslig från stadsbildssynpunkt. Om ett frånluftstorn vid Skattegårdsvägen i Vinsta blir aktuellt, tillkommer ytterligare en visuell belastning i ett område som redan har både luftutbytesstation och frånluftstorn vid t-banan.

Om Förbifart Stockholm läggs i tunnel finns möjlighet att bygga en särskild fly-overramp för trafik söderifrån som ska västerut. Rampen innebär ytterligare en bro över Mälarbanan och Spångaån samt intrång i knallen söder om E18.

Slutsats

Det finns vissa landskapsmässiga vinster vid korsningen med E18 om Förbifart Stockholm kan läggas i tunnel. Lösningen blir nättare och möjligheterna till god landskapsanpassning ökar. Vinsterna minskar om en ny ramp för trafik söderifrån som ska västerut tillkommer. Nackdelarna med förslaget är eventuellt tillkommande luftutbytesstation i Hjulsta och frånluftstorn i Vinsta och Akalla.

5.14 Barnkonsekvens

Konsekvenserna för barns fria rörlighet, trafiksäkerhet och tillgänglighet av förslaget med tunnel under trafikplats Hjulsta bedöms vara jämförbara med konsekvenserna av huvudalternativet med bro. Även den minskade tillgången till grönytor bedöms vara jämförbar med konsekvenserna av huvudalternativet. Konsekvenserna för barns hälsa och närmiljö av minskade luftföroreningar och kortare byggtid mildras dock med tunnelalternativet jämfört med huvudalternativet

6 Genomförande

6.1 Förändringar i ovanjordsarbetena

Sträckan förbi Spånga åns dalgång

Förslaget med tunnel under trafikplats Hjulsta innebär en enklare produktion av broar för ramperna över järnvägen. Övergången mellan berg och betong tunnel blir mindre vilket gör att mark- och bergarbeten för landfästen inte blir så stora. Grundläggningen blir enklare, lättare last från brons egenvikt och stämpvolymen blir mindre. Ingreppet i kullen blir väsentligt mindre eftersom ingångsvinkeln till cirkulationen ändras.

Sträckan förbi Hjulsta trafikplats

Inga arbeten inne i cirkulationen behöver utföras i tunnelalternativet. Inga trafikavstängningar och omläggningar inne i och runt cirkulationsplatsen krävs. Mindre ingrepp i naturmark eftersom etableringsytor kan minskas och utrymmen för kranar och fundament inte behövs. Problemet med en tillfällig lösning för Akallälänken elimineras. Anslutning till och från cirkulationen norr ut är i stort sett jämförbar med tidigare men omfattningarna minskar, t.ex. vägbanken för högbron. Broar över gc-vägen för högbron försvinner.

Betongtunnlar, tråg och stödmurar minskar i omfattning. Grundläggningsförhållanden för den kortare tunneln förmodas bli likartad som tidigare. Omläggning av befintliga ledningar, fjärrvärme, elkraft, bedöms bli enklare med tunnelalternativet.

Tidplan

Byggtiden för ytförlagda delarna i en tunnelloösning är ca 4,5 år att jämföra med tidigare ca 6 år. Ur produktionsmässig synvinkel är tunnel under trafikplats Hjulsta ett enklare genomförande. Fördelar är också att en del problemställningar förenklas, t.ex. omläggning Akallavägen i tillfälligt och permanent läge.

6.2 Tillkommande undermarksarbeten

En tunnel under Hjulsta innebär att bergtunneldelen ökar med 1800 meter huvudtunnel samt ramptunnlar för anslutning söderut och norrut från E18. Ramptunnlarnas längd är ca 3000 meter. En separat tunnelentreprenad för Hjulstatunneln och dess ramper blir nödvändig. För detta behövs en arbetstunnel som lämpligtvis placeras vid Hästa gård på samma sektion 27 720 som bergtunnelpåslaget till Akallatunneln var planerat. Arbetstunnelns längd blir ca 350 meter lång och tar ca 1 år att bygga. Från denna arbetstunnel drivs tunneln söderut och möter arbetstunnel Lunda med den alternativa placeringen vid 25 100. Sträckan söderut blir ca 1 300 meter som med 12 meter per vecka tar knappt 2,5 år att driva. Norrut drivs tunnlar fram till trafikplats Akalla, ca 1300 med 9 meter per vecka och en byggtid av ca 3 år.

Ramptunnlarna norrut är vardera ca 600 meter långa och drivs från Hästa arbetstunnel. Ramptunnlarna söderut 516 och 517 är vardera ca 850 – 900 meter långa och drivs i Lundaentreprenaden.

Tillkommande volym fast tunnelberg blir ca 760 000 m³. De potentiella faror som innefattas i tunneldrivningen under Hjulsta och som skulle kunna utgöra en risk är inte större än på andra tunnelsträckor. En fara kan vara passagen under Spångaåns dalgång men sannolikheten för att detta skulle utgöra en stor risk är inte större än för övriga så kallade kritiska passager i projektet. Kompletterande undersökningar i Spångaåns dalgång måste utföras.

Konsekvensen av en arbetstunnel vid Lunda, är att en ny entreprenad utgående från ramperna vid Skattegårdsvägen blir nödvändig. I denna entreprenad drivs de bägge ramperna norrut och möter den nya Lundaentreprenaden. Därefter drivs huvudtunnlarna söderut och möter Johannelunds entreprenaden.

Total byggtid bergtunnlar fram till installation framgår av tabell nedan:

Från	Huvudtunnel Längd ca m	Ramptunnel Längd ca m	Framdrift m/v huvudtunnel	Tid år
Förskärning Arbetstunnel	Ca 350			1
Lunda norrut	1300	1650	12	2.5
Hästa söderut	1300	1200	12	2.5
Hästa norrut	1300		9	3
Efterarbeten, betong				1
Inklädnad, väg mm				1
Totalt				5.5 - 6

Tabell 6.1 Total byggtid bergtunnlar fram till installation

6.3 Sammanfattning genomförande

Konsekvenser om Förbifart Stockholm utförs i tunnel under trafikplats Hjulsta är

- Antalet ovanjordskonstruktioner minskar, framförallt de större och mer komplicerade exempelvis huvudbron samt den långa betongtunneln vid nerfarten till Akallatunneln.
- Omläggningar t.ex. Akallalänken med tillhörande grundläggningsarbeten behöver inte byggas.
- Tiden för ovanjordsarbetena minskar med ca 1,5 år
- Risknivån för de ytförlagda arbetena blir lägre eftersom de mer komplicerade konstruktionerna faller bort.
- Risknivån i tunnarna ligger i paritet med övriga tunnelsträckor men innehåller få kritiska passager. Passagen under Spångaåns dalgång måste undersökas mera men bedöms möjlig att passera med normala byggmetoder.
- Totala tidplanen påverkas mycket lite av en tillkommande tunnel under Hjulsta. Samtliga tunnelentreprenader drivs i stort sett parallellt. Den beräknade byggtiden på ca 6 år ligger inom det tidsfönster som övriga entreprenader har. Eftersom tidplanen för ovanjordsarbetena kortas kan dessa startas upp senare eller färdigställas tidigare jämfört med tidigare tidplan.
- Tidplanen för sträckan Hjulsta – Häggvik påverkas inte av en Hjulstatunnel utan skall denna tidplan kortas måste det ske med hjälp av ytterligare en arbetstunnel någonstans i norra delen av Akallatunneln.

7 Kalkyl

En jämförande kalkyl på avgående och tillkommande kostnader mellan alternativen tunnel och bro, har utförts. Kalkylen är gjord som en jämförelse mellan de olika alternativen. Den avser inte hela kostnaden för den aktuella sträckan. Anläggningsdelar, som inte påverkas av vilket alternativ som väljs, har inte tagits med.

Kalkylen baseras på de förutsättningar som beskrivs i denna PM och utgår från genomförda ingenjörstekniska undersökningar med avseende på bergkvalitet, tätnings- och förstärkningsbehov.

Kalkylen utgår från mängder i form av längdmetrar för anläggningsdelarna och à-priser har beräknats utifrån ovanstående ingenjörstekniska krav och Byggsanalys AB kalkyldatabas. Kalkylen avser "generalentreprenadkostnaden" Projektering, finansiering och övriga byggherrekostnader ingår inte.

Osäkerheten i kalkylen för tunnelalternativet är stor, eftersom den baseras på mycket preliminära bedömningar och lösningar.

Alternativ	Generalentreprenadkostnad exkl. moms
Bro	3 383 miljoner kr
Tunnel	3 611 miljoner kr

Tunnelalternativet bedöms vara drygt 200 miljoner kronor dyrare än broalternativet. Därtill kommer projekteringskostnad och byggherrens övriga kostnader. Totala skillnaden ligger därför mellan 250 och 300 miljoner kronor. Osäkerheten i kalkylen för tunnelalternativet är dock stor, eftersom den baseras på mycket preliminära bedömningar och lösningar. Detaljerad kalkylsammanställning redovisas i bilaga 3.

För driftskostnaderna har ingen kalkyl utförts. Driftskostnaden för väg i en lång tunnel är dock större för än för en väg på markytan. En förlängning av tunneln medför ökade kostnader för framför allt tunnelventilation. Även driftkostnaderna i övrigt är högre för en tunnel än en väg i ytläge.

8 Referenser

E4 Förbifart Stockholm, FS, Gemensamt, Beslutsunderlag, Tunnel under trafikplats Hjulstanovember 2010
OU140019.doc

I Trafikksikkerhetshåndboken, TÖI – Transportökonomisk institutt

PM trafikplats Hjulsta Konsortiet Förbifart Stockholm

9 Bilagor

1. Förbifart Stockholm i tunnel under trafikplats Hjulsta med samma trafikkapacitet som huvudalternativet med bro
2. Förbifart Stockholm i tunnel under trafikplats Hjulsta. Två förslag som illustrerar möjlighet att öka trafikkapaciteten
3. Kalkyl. 2009-11-10

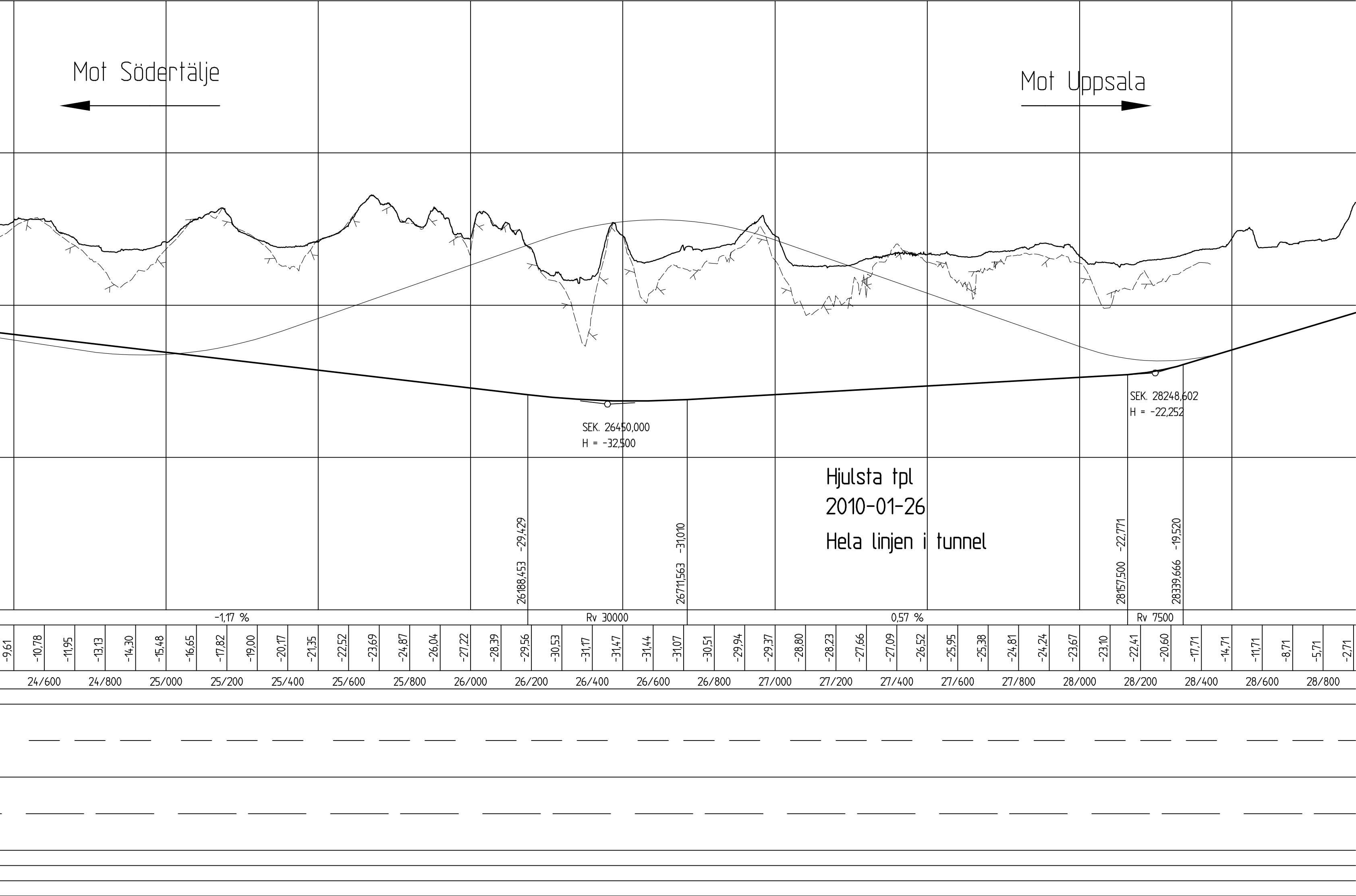


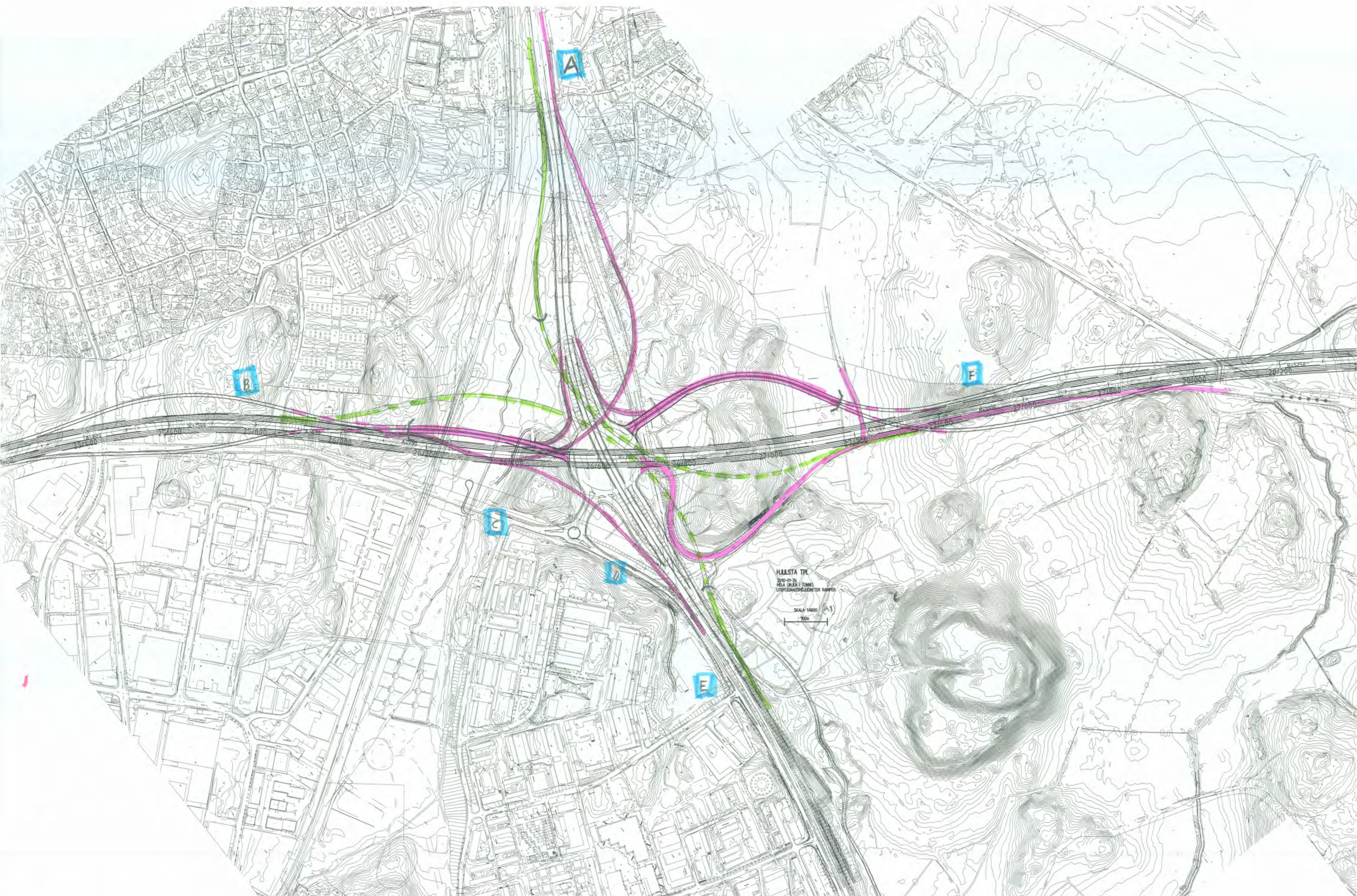
HJULSTA TPL
2010-01-26
HELA LINJEN TUNNEL, RAMPER ANSLUTER
TILL CIRCULATIONPLATS HJULSTA

SKALA 1:2000
100m

Mot Södertälje

Mot Uppsala





HUUSTA TPL
2010-09-26
KELA, INKILÄ, TILNEN
LUTTERANMÄKKELENTER RAMPEN

SKALA 1:6000 (A1)
100m



E4S ←

E4E ↑

E4N →

Bergslager

Akallavägen

HJULSTA TPL
2010-01-26
HEJA LINJEN I TUNNEL
CIRCULATION PLATS 1/2 PLAN

1:10000
SKALA 1:10000
100m

	Alternativ 1 / Tunnel 3kf under Hjulsta trafikplats / Kalkylmaterial 100126	Mängd	Enhet	Å-pris	Summa	Totalt		Alternativ 2 / Bro 3kf över Hjulsta trafikplats / Kalkylmaterial 091110	Mängd	Enhet	Å-pris	Summa	Totalt
	Möte_Väg, Hjulsta trafikplats,							Möte_Tunnel eller Bro, Hjulsta trafikplats,					
	kalkyl Mats Petersson på Tyrens 08.30-10.30, 100212					3 611 197 306		kalkyl Patric Marcusson och Peter Ek på SWECO 08.30-10.30, 091110					3 382 854 809
	Anläggningsdelar huvudsträckning							Anläggningsdelar huvudsträckning					
LS N	N_Sträckning 25200 / 25250=50m_BERG_Bergtunnel_med 3 körfält	50	m	371 605	18 580 272		LS N	N_Sträckning 25200 / 25820=700m_BERG_Bergtunnel_med 3 körfält	620	m	371 605	230 395 371	
	N_Sträckning 25250 / 25500=250m_BERG_Bergtunnel_med 4 körfält	250	m	500 755	125 188 713			N_Sträckning 25820 / 25920=100m_BERG_Bergtunnel_med 4 körfält	100	m	500 755	50 075 485	
	N_Sträckning 25500 / 27700=2200m_BERG_Bergtunnel_med 3 körfält	2 200	m	371 605	817 531 962			N_Sträckning 25920 / 26110=190m_BTG_Betongtunnel_med 4 körfält	190	m	1 267 177	240 763 535	
	N_Sträckning 27700 / 27950=250m_BERG_Bergtunnel_med 4 körfält	250	m	500 755	125 188 713			N_Sträckning 26110 / 26216=106m_VÄG_Ytväg_med 4 körfält	106	m	79 593	8 436 864	
	N_Sträckning 27950 / 28140=190m_BERG_Bergtunnel_med 3 körfält	190	m	371 605	70 605 033			N_Sträckning 26216 / 26446=230m_BRO_med 3 körfält	230	m	464 294	106 787 620	
								N_Sträckning 26446 / 26484=38m_VÄG_Ytväg_med 3 körfält	38	m	59 695	2 268 402	
								N_Sträckning 26484 / 26843=359m_BRO_med 3 körfält	359	m	386 912	138 901 408	
								N_Sträckning 26843 / 27030=187m_VÄG_Ytväg_med 3 körfält	187	m	59 695	11 162 927	
								N_Sträckning 27030 / 27100=70m_BRO_med 3 körfält	70	m	386 912	27 083 840	
								N_Sträckning 27100 / 27200=100m_VÄG_Ytväg_med 4 körfält	100	m	79 593	7 959 306	
								N_Sträckning 27200 / 27345=145m_BTG_Betongtråg_med 4 körfält	145	m	1 081 884	156 873 144	
								N_Sträckning 27345 / 27720=375m_BTG_Betongtunnel_med 4 körfält	375	m	1 267 177	475 191 188	
								N_Sträckning 27720 / 27800=80m_BERG_Bergtunnel_med 4 körfält	80	m	500 755	40 060 388	
								N_Sträckning 27800 / 28140=340m_BERG_Bergtunnel_med 3 körfält	340	m	371 605	126 345 849	
	Summa längd huvudsträckning, norrgående	2 940	m		1 157 094 691	1 157 094 691		Summa längd huvudsträckning, norrgående	2 940	m		1 622 305 326	1 622 305 326
LS S	N_Sträckning 28140 / 27950=190m_BERG_Bergtunnel_med 3 körfält	190	m	371 605	70 605 033		LS S	S_Sträckning 28140 / 27720=420m_BERG_Bergtunnel_med 3 körfält	420	m	371 605	156 074 284	
	N_Sträckning 27950 / 27700=250m_BERG_Bergtunnel_med 4 körfält	250	m	500 755	125 188 713			S_Sträckning 27720 / 27345=375m_BTG_Betongtunnel_med 3 körfält	375	m	1 097 320	411 495 113	
	N_Sträckning 27700 / 25500=2200m_BERG_Bergtunnel_med 3 körfält	2 200	m	371 605	817 531 962			S_Sträckning 27345 / 27275=70m_BTG_Betongtråg_med 3 körfält	70	m	933 150	65 320 490	
	N_Sträckning 25500 / 25250=250m_BERG_Bergtunnel_med 4 körfält	250	m	500 755	125 188 713			S_Sträckning 27275 / 27200=75m_BTG_Betongtråg_med 4 körfält	75	m	1 081 884	81 141 281	
	N_Sträckning 25250 / 25200=50m_BERG_Bergtunnel_med 3 körfält	50	m	371 605	18 580 272			S_Sträckning 27200 / 27100=100m_VÄG_Ytväg_med 4 körfält	100	m	79 593	7 959 306	
								S_Sträckning 27100 / 27030=70m_BRO_med 4 körfält	70	m	479 506	33 565 420	
								S_Sträckning 27030 / 26843=187m_VÄG_Ytväg_med 3 körfält	187	m	59 695	11 162 927	
								S_Sträckning 26843 / 26484=359m_BRO_med 3 körfält	359	m	386 912	138 901 408	
								S_Sträckning 26484 / 26446=38m_VÄG_Ytväg_med 3 körfält	38	m	59 695	2 268 402	
								S_Sträckning 26446 / 26216=230m_BRO_med 3 körfält	230	m	464 294	106 787 620	
								S_Sträckning 26216 / 26110=106m_VÄG_Ytväg_med 4 körfält	106	m	79 593	8 436 864	
								S_Sträckning 26110 / 25920=190m_BTG_Betongtunnel_med 4 körfält	190	m	1 267 177	240 763 535	
								S_Sträckning 25920 / 25650=270m_BERG_Bergtunnel_med 4 körfält	270	m	500 755	135 203 810	
								S_Sträckning 25650 / 25200=450m_BERG_Bergtunnel_med 3 körfält	450	m	371 605	167 222 447	
	Summa längd huvudsträckning, södergående	2 940	m		1 157 094 691	1 157 094 691		Summa längd huvudsträckning, södergående	2 940	m		1 566 302 905	1 566 302 905
	Anläggningsdelar ramper							Anläggningsdelar ramper					
LS S							LS N	Ingår i huvudlinjen					
516	S_Sträckning 85m_VÄG_Ytväg_med 2 körfält	85	m	46 812	3 978 990			Ingår i huvudlinjen					
516	S_Sträckning 15m_BRO_med 2 körfält	15	m	277 694	4 165 410			Ingår i huvudlinjen					
516	S_Sträckning 230m_BRO_med 1 körfält	230	m	179 101	41 193 230			Ingår i huvudlinjen					
516	S_Sträckning 20m_VÄG_Ytväg_med 1 körfält	20	m	23 406	468 117			N_Sträckning 170m_BRO_med 1 körfält	170	m	179 101	30 447 170	
516	S_Sträckning 80m_BTG_Betongtunnel_med 1 körfält	80	m	739 135	59 130 812			N_Sträckning 40m_BRO_med 2 körfält	40	m	277 694	11 107 760	
516	S_Sträckning 780m_BERG_Bergtunnel_med 1 körfält	780	m	133 060	103 786 488			N_Sträckning 110m_VÄG_Ytväg_med 2 körfält	110	m	46 812	5 149 282	
	Summa längd ramper, södergående	1 210	m		212 723 047	212 723 047		N_Sträckning 140m_VÄG_Ytväg_med 2 körfält	140	m	46 812	6 553 631	
								N_Sträckning 200m_VÄG_Ytväg_med 1 körfält	200	m	23 406	4 681 165	
LS S								N_Sträckning 80m_BRO_med 1 körfält	80	m	179 101	14 328 080	
517	N_Sträckning 770m_BERG_Bergtunnel_med 1 körfält	770	m	133 060	102 455 892			Ingår i huvudlinjen					
517	N_Sträckning 80m_BTG_Betongtunnel_med 1 körfält	80	m	739 135	59 130 812			Ingår i huvudlinjen					
517	N_Sträckning 20m_VÄG_Ytväg_med 1 körfält	20	m	23 406	468 117			Ingår i huvudlinjen					
517	N_Sträckning 230m_BRO_med 1 körfält	230	m	179 101	41 193 230			Ingår i huvudlinjen					
517	N_Sträckning 15m_BRO_med 2 körfält	15	m	277 694	4 165 410								
517	N_Sträckning 85m_VÄG_Ytväg_med 2 körfält	85	m	46 812	3 978 990			Summa längd ramper, norrgående	740	m		72 267 088	72 267 088
	Summa längd ramper, norrgående	1 200	m		211 392 451	211 392 451	LS S	Ingår i huvudlinjen					
LS N								Ingår i huvudlinjen					
518	N_Sträckning 100m_VÄG_Ytväg_med 2 körfält	100	m	46 812	4 681 165			Ingår i huvudlinjen					
518	N_Sträckning 290m_VÄG_Ytväg_med 1 körfält	290	m	23 406	6 787 690			S_Sträckning 210m_VÄG_Ytväg_med 1 körfält	210	m	23 406	4 915 223	
518	N_Sträckning 160m_BTG_Betongtråg_med 1 körfält	160	m	739 135	118 261 624			S_Sträckning 130m_VÄG_Ytväg_med 2 körfält	130	m	46 812	6 085 515	
518	N_Sträckning 130m_BTG_Betongtunnel_med 1 körfält	130	m	739 135	96 087 570								
518	N_Sträckning 550m_BERG_Bergtunnel_med 1 körfält	550	m	133 060	73 182 780			S_Sträckning 80m_VÄG_Ytväg_med 1 körfält	80	m	23 406	1 872 466	
								S_Sträckning 40m_VÄG_Ytväg_med 1 körfält	40	m	23 406	936 233	
	Summa längd ramper, norrgående	1 230	m		299 000 828	299 000 828		S_Sträckning 50m_VÄG_Ytväg_med 2 körfält	50	m	46 812	2 340 583	
LS N								S_Sträckning 110m_BRO_med 2 körfält	110	m	277 694	30 546 340	
515	S_Sträckning 590m_BERG_Bergtunnel_med 1 körfält	590	m	133 060	78 505 164			S_Sträckning 130m_BRO_med 1 körfält	130	m	179 101	23 283 130	
515	S_Sträckning 110m_BTG_Betongtunnel_med 1 körfält	110	m	739 135	81 304 867			Ingår i huvudlinjen					
515	S_Sträckning 160m_BTG_Betongtråg_med 1 körfält	160	m	739 135	118 261 624			Ingår i huvudlinjen					
515	S_Sträckning 305m_VÄG_Ytväg_med 1 körfält	305	m	23 406	7 138 777								
515	S_Sträckning 100m_VÄG_Ytväg_med 2 körfält	100	m	46 812	4 681 165			Summa längd ramper, södergående	750	m		69 979 490	69 979 490
	Summa längd ramper, södergående	1 265	m		289 891 597	289 891 597							
	Luftutbytesstation	2	st	100 000 000	200 000 000								
	Frånluftstationstation	1	st	52 000 000	52 000 000			Frånluftstation	1	st	52 000 000	52 000 000	
	Driftutrymmen, El, enligt PM	3	st	14 000 000	42 000 000								
	Pumpstation, enligt PM	1	st	-20 000 000	-20 000 000								
	Arbetstunnel, samma som tidigare tunnelalternativ	1	st	10 000 000	10 000 000								
	Summa övrigt				284 000 000	284 000 000		Summa övrigt				52 000 000	52 000 000