

# SJÖSTADSHÖJDEN

PM Ventilation

2017-11-15

# SJÖSTADSHÖJDEN

## PM Ventilation

### KUND

Exploateringskontoret

### KONSULT

#### WSP Samhällsbyggnad

121 88 Stockholm-Globen

Besök: Arenavägen 7

Tel: +46 10 7225000

WSP Sverige AB

Org nr: 556057-4880

Styrelsens säte: Stockholm

<http://www.wspgroup.se>

### KONTAKTPERSONER

Mattias Henryson

[mattias.henryson@wspgroup.se](mailto:mattias.henryson@wspgroup.se)

#### WSP VVS-teknik

0702-406 203

#### PROJEKT

Sjöstadshöjden

#### UPPDRAGSNAMN

Överdäckning Hammarbyvägen

#### UPPDRAGSNUMMER

10218411

#### FÖRFATTARE

Mattias Henryson

#### DATUM

2017-11-15

#### ÄNDRINGSDATUM

#### GRANSKAD AV

Ulf Lilliengren

#### GODKÄND AV

# INNEHÅLL

1	BAKGRUND	4
2	INLEDNING	5
3	TUNNELVENTILATION	5
3.1	VENTILATIONSPRINCIPER	5
3.2	TUNNELALTERNATIV	6
3.2.1	2D, Tunnel intunnad i bebyggelse	6
3.2.2	2E, Tunnel i berg	7
3.3	DIMENSIONERING	7
3.3.1	Trafik, emissioner och klimat	7
3.3.2	Geometri	8
3.3.3	Brand	8
3.3.4	Installationer	8
3.4	MILJÖVENTILATION	8
3.5	BRANDGASVENTILATION	9
3.6	LUFTKVALITET VID MYNNINGAR	12
3.7	KONSEKVENSBESKRIVNING	13
3.8	VIDARE UTREDNING	14

# 1 BAKGRUND

Stockholms stad har gett WSP i uppdrag att konsekvensbeskriva olika alternativa gatulösningar som ger möjligheter att exploatera Sjöstadshöjden.

Gatulösningar består av både ytväg- och tunnelalternativ. Detta PM behandlar tekniska lösningar för tunnelventilation och berör då endast dessa alternativ.

WSP har under början av 2016 levererat en rapport där ett tunnelalternativ och nollalternativet har studerats. En vidareutveckling av detta tunnelalternativ återkommer i detta PM.

Ur planprogrammet för området vid Björkhagen och Hammarbyhöjden finns ett antal mål beskrivna.

Dessa mål kan i huvudsak beskrivas som:

- Koppla samman Hammarby Sjöstad och Hammarbyhöjden genom att utveckla nya bostäder, verksamheter, rekreation och service i det område i Hammarbyskogen som angränsar till befintlig bebyggelse.
- Omvandla Hammarbyvägen till en mer stadsmässig miljö som är anpassad till gång- och cykeltrafikanter.
- Skapa fler identitetsstarka platser och stråk genom ny kompletterande bebyggelse.
- Ett stadsstråk utvecklas mellan Gullmarsplan och Kärrtorp via Hammarbyhöjdens och Björkhagens centrum.
- Koppla samman viktiga målpunkter genom ett sammanhängande gång- och cykelvägnät.

WSP har tagit fram preliminära projektmål och utvärderingsmetod dels för den sammanställda rapporten dels för de teknikområde där specifika mål är tillämpliga.

## 2 INLEDNING

För området vid Björkhagen och Hammarbyhöjden finns för närvarande fem alternativ där området överdäckas och trafik leds i tunnel under.

Detta PM skall beskriva de olika tunnelalternativens konsekvenser utifrån olika ventilationslösningar, krav etc. och om tekniska lösningar kan komma att påverka närområdet. För en fullständig redogörelse för väg- och tunnelalternativ hänvisas till gemensam rapport, *Sjöstadshöjden – Utredning av gatualternativ*.

Hammarbyvägen fungerar som omledningsväg för Södra länken och kommer därför i perioder att ha hög trafikbelastning. Om vägen förläggs till tunnel kommer tunnelklassning ställa krav på tunnelventilation.

Följande skall hanteras med ett system för tunnelventilation och utgör underlag för dimensionering av systemet:

- Tunneln skall ventileras ur luftkvalitetsynpunkt, här kallat *miljöventilation*. Systemet skall hantera klara att hantera kösituationer.
- Tunneln skall hantera brandgaser i samband med fordons haverier och olyckor, så att trafikanter i tunnel kan utrymma säkert, samt att underlätta för räddningstjänstens insats. Här kallat *brandgasventilation*.
- I förkommande fall kan system för att föra tunnelluft till högre höjd i syfte att sänka halter av föroreningar i mynningarnas närområde krävas. Här kallat *frånluftstation*.

## 3 TUNNELVENTILATION

### 3.1 VENTILATIONSPRINCIPER

Beroende på tunnelns utformning kan olika ventilationsprinciper vara aktuella. Två huvudprinciper för ventilation av tunnlar är tvär- respektive längsventilation.

*Tvärventilation (transversell ventilation):*

Tunneln förses med längsgående kanaler ovan eller vid sidan av tunneln för att åstadkomma ett kontinuerligt luftombyte för tunnelsträckningen. Systemet består av en kanal för tilluft och en kanal för avluft. Systemet kräver beroende på dimensioneringskriterier, relativt stora byggvolym i form kanaler, men även fläktrum för att driva anläggningen.

I händelse av brand har systemet fördelen att man med hjälp av spjäll kan rikta brandgasventilationen mot brandhärjat område.

*Längsventilation (longitudinell ventilation):*

Ett enkelt och kostnadseffektivt sätt att ventilera en biltunnel, är att med hjälp av fordonsrörelse och impulsfläktar föra förorenad luft och brandgaser i trafikens riktning, mot utfarter och avfarter. Principen kallas längsventilation eller longitudinell ventilation.

Utifrån trafik- och risktekniska aspekter utförs överdäckningen av Hammarbyvägen med två separata tunnelrör. Att utföra tunneln med två separata tunnelrör gör det enklare ur ett ventilationstekniskt perspektiv. Av utrymmestekniska och kostnadmässiga skäl förordas här längsventilation enligt principen beskriven ovan och att konsekvent föra tunneln och brandgaser i trafikriktningen, då trafik nedströms antas köra ur tunneln.

För tunnlar med mötande trafik kan tvärgående ventilation vara att föredra då möjligheten att evakuera rökgaser lokalt kan vara fördelaktigt om utrymning skall ske åt två håll i tunneln.

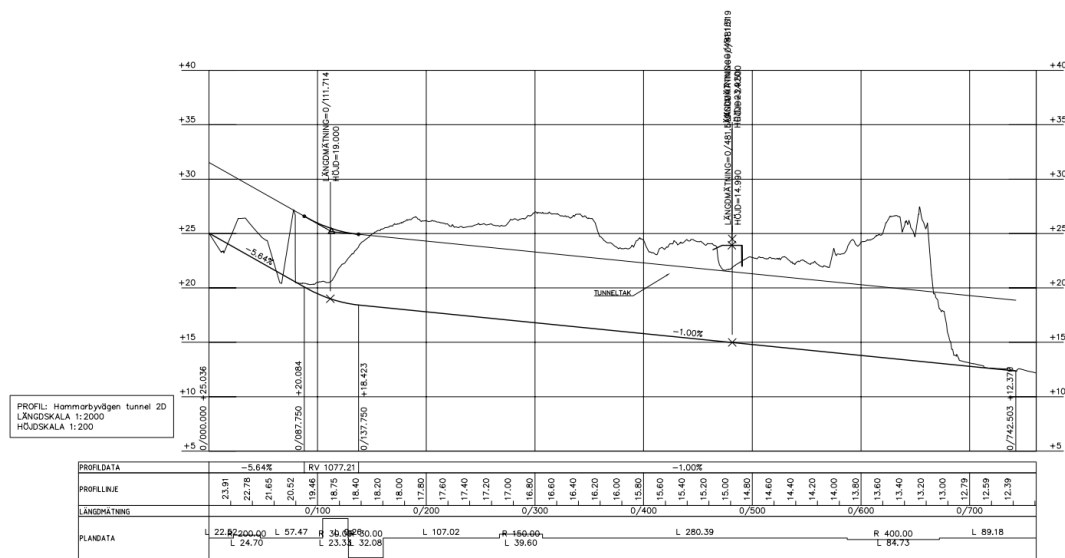
**För tunnelalternativen rekommenderas längsventilation med impulsfläktar i tunneltak.**

### 3.2 TUNNELALTERNATIV

Följande tunnelalternativ behandlas i detta PM. För att förstå motiv till stadsutformning ur ett större perspektiv hänvisas till avsnitt för trafik- och gatuplanering i PM Sjöstadshöjden. Förslag på nya gator som ingår i alternativen kallas i denna handling, Hammarby skogsväg samt Hammarbyvägen/ Hammarby Fabriksväg. Gatualternativ beskrivs inte i detta PM. Gällande tunnelalternativ beskrivs kort nedan.

#### 3.2.1 2D, Tunnel intunnlad i bebyggelse

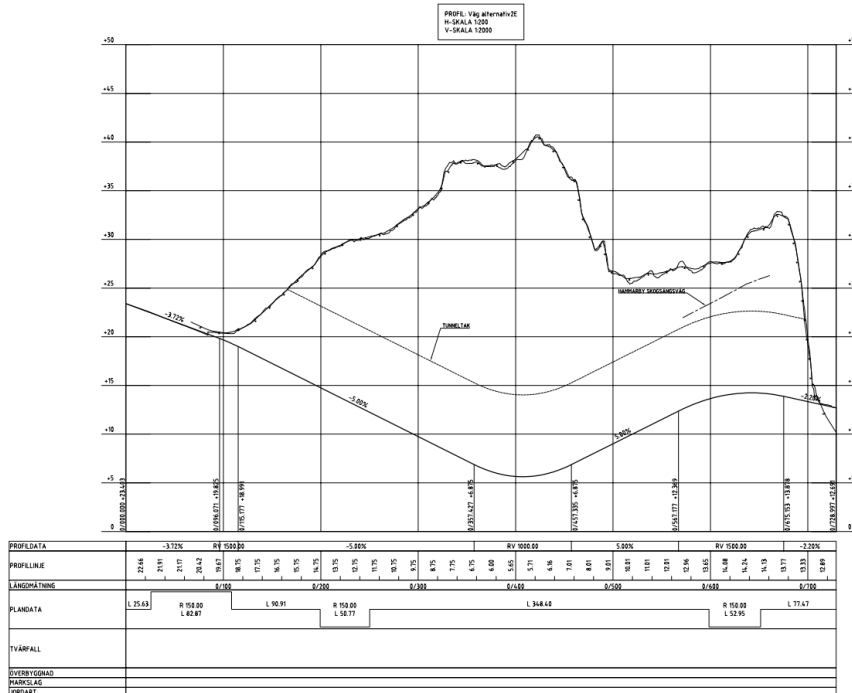
Hammarbyvägen i konstruktionstunnel, med ett tunnelrör per riktning. Byggnader planeras ovanför samt på norra sidan. Tunnelkonstruktion delvis en bergssida.



Figur 1 – Tunnelprofil, alternativ 2D

### 3.2.2 2E, Tunnel i berg

Hammarbyvägen i bergtunnel, med ett tunnelrör per riktning. Bergtunneln dras i berg söder om befintlig Hammarbyväg. Hammarbyfabriksväg omvandlads till stadsgata med ny bebyggelse på södra sidan.



Figur 2 - Tunnelprofil, alternativ 2E

## 3.3 DIMENSIONERING

Följande indata och antaganden ligger till grund för översiktlig dimensionering av tunnelventilationssystemet.

För preliminära beräkningar används simuleringsprogrammet IDA Road Tunnel Ventilation från Equa Simulation AB.

### 3.3.1 Trafik, emissioner och klimat

Tunneln dimensioneras med utgångspunkt från flytande trafik samt kösituationer.

Hastighetsgränsen är 40 km/h. Uppgifter saknas om andelen tung trafik, WSP Trafikanalys bedömer att andelen lastbilar bör uppgå till ca 11%.

Emissionsstandard *PIARC 2012 Euro 5* antas representera fordonsparken. Av personbilsfordonen är ca 1/3 dieseldrivna.

För emissionsfaktorer (år 2020), partiklar (PM10) från fordon/ vägslitage har framtagna av SLB Analys (ARTEMIS) använts. Andel dubbdäck för personbilar antas vara 70%

Utetemperatur är 10°C vid simuleringar av miljöventilation. (stagnation)

Utetemperatur är -18°C vid simuleringar av brandventilation. (ogynnsam skorstenseffekt)

### 3.3.2 Geometri

Tunnlarnas respektive tunnelrör har följande geometri:

- Tunneltvärsnitt, 50 m<sup>2</sup>
- Tunnelhöjd, 6,5 m
- Tunnelbredd, 7,9 m

### 3.3.3 Brand

Dimensionerande brandeffekt är 100 MW. Brandeffekten motsvarar en brinnande lastbil.

Vid dimensionerande brand antas ett mottryck om 25 Pa, motsvarande ca 8-10 m/s vind mot mynning.

För simuleringar antas fläktredundansen motsvara att 1 st fläkt är ur drift för service, samt att fläktarna närmast branden är förstörda.

### 3.3.4 Installationer

För dimensionering används en impulsfläkt med Ø 1000 mm och en dragkraft om 1 000 N och 30 kW installerad eleffekt.

Total bygghöjd, fläkt+upphängning är 1600 mm. För detaljprojektering kan fläktar optimeras med avseende på effektivitet och utförande. Som exempel kan fläktar förses med ledskenor, alternativt utföras med vinklade utloppskonor. Grundregel för fläktplacering är få fläkten så långt som möjligt från tak och vägg.

## 3.4 MILJÖVENTILATION

Halten av kväveoxider, NO<sub>x</sub> i tunnelluft är en markör för den totala luftkvaliteten i tunneln och lämpar sig väl för att styra ventilationen. Nivån av kväveoxider säger också en del om övriga komponenter i tunnelluften direkt kopplade till bilavgaser. Utvecklingen av fordonsparken med exempelvis katalytisk avgasrening har i princip helt tagit bort problematiken med kolmonoxid, CO, som i äldre bilparker kunde utgöra en påtaglig hälsorisk.

I längsventilerade tunnlar med fläktdrift ökar föroreningshalter från infart till utfart vid flytande trafik. Vid stillastående trafik utan ventilation eller vindtryck, kommer halterna att stiga och vara lika i hela tunneln.

#### *Luftkvalitet*

Traditionellt har man i Stockholm använt sig av 400 µg/m<sup>3</sup> som tillåtet maxvärde. Detta baserar sig på att andelen NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> är 8 %. Kvoten kan avvika beroende rådande förhållanden i tunneln. I avgaser från dagens fordonspark kan andelen NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> vara så hög som 25%, varför NO<sub>2</sub> som markör inte är lämplig. För att inte låsa kvoten, som kan ändras beroende på drivmedelstrender (andel dieselfordon ökande idag) kan det vara bättre att istället formulera den totala kväveoxidhalten som  $400/0,08 = 5000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_x$  som timmedelvärde.

På nationell nivå råder även osäkerheter för gränsvärden för partiklar, PM10 i tunnelluft. Som timmedelvärde, baserat på forskning om partiklars hälsoeffekter, antas en gängse nivå om 400 µg/m<sup>3</sup> vara rimlig.

## RESULTAT



Simuleringar visar att vid stillastående trafik blir högsta halten **NO<sub>x</sub>**, som timmedelvärde **1 000 µg/m<sup>3</sup>** med 1 st impulsfläkt i drift utan mottryck. Ventilationsbehovet är alltså litet om halten i tunneln sätts i relation till tillåtna värde.

Halterna av partiklar, **PM10** blir ca **110 µg/m<sup>3</sup>** under högtrafik utan ventilation. (jmf bakgrundshalt ca 30 µg/m<sup>3</sup> och tillåten nivå om ca 400 µg/m<sup>3</sup>)

Vid hastigheter över ca 40 km/h är tunneln självventilerande genom fordonens rörelse s k kolvverkan.

**Systemet hanterar samtliga trafiksituationer i tunnelalternativen.**

### 3.5 BRANDGASVENTILATION

Enligt uppgift från WSP Brand och Risk, skall tunneln dimensioneras för en brand om 100 MW.

En sådan brand genererar hög värme och stora brandgasvolym, vilket i sin tur ställer stora krav på ventilationssystemet. Brandgaserna som bildas förs framåt i trafikriktningen för att säkerställa att de trafikanter som står i kö bakom branden inte drabbas av röken. För att åstadkomma detta bör man vid en 100 MW brand uppnå en lufthastighet (kallad *kritisk hastighet*) uppströms branden om ca 3-3,5 m/s.

Fläktar som installeras bör vara klassade att motstå 300°C under 2 tim.

För att säkerställa att utrymning kan ske till rökfri miljö utförs fläktar med möjlighet till reversering, så att man vid brand driver tunneln åt samma håll i det motriktade tunnelröret.

Tunnelns lutning (skorstenseffekt) har stor inverkan på erforderlig flätkapacitet för tunneln. Mest ogynnsam är brand i tunnelrör där den längsta sträckan med utförsbacke återfinns. Effekten är den omvända för tunnel åt motsatt riktning.

Nedan redovisas resultat från simuleringar vid brand:

## RESULTAT

Givet principen att konsekvent föra brandgaser i trafikriktningen, visar simuleringar följande resultat för respektive tunnelrör och tunnelalternativ:

### *Tunnelalternativ, 2D*

För tunnelrör från **öst till väst** kommer **5 st impulsfläktar** krävas för att uppnå min 3 m/s. Av de 5 fläktarna är 3 st redundanta; 1 ur drift och 2 st förstörda i branden.

Tunnelposition (m)	Fläktantal per position
145	1
215	1
285	1
355	1
430	1
<b>Summa</b>	<b>5</b>

För tunnelrör från **väst till öst** kommer **16 st impulsfläktar** krävas för att uppnå min 3 m/s. Av de 16 fläktarna är 3 st redundanta; 1 ur drift och 2 st förstörda i branden.

Tunnelposition (m)	Fläktantal per position
5	2
145	2
215	3
285	3
355	3
430	3
<b>Summa</b>	<b>16</b>

### Tunnelalternativ, 2E

För tunnelrör från **öst till väst** kommer **13 st impulsfläktar** krävas för att uppnå min 3 m/s. Av de 13 fläktarna är 3 st redundanta; 1 ur drift och 2 st förstörda i branden.

Tunnelposition (m)	Fläktantal per position
5	1
75	2
145	2
215	2
285	3
355	3
Summa	13

För tunnelrör från **väst till öst** kommer **19 st impulsfläktar** krävas för att uppnå min 3 m/s. Av de 19 fläktarna är 3 st redundanta; 1 ur drift och 2 st förstörda i branden.

Tunnelposition (m)	Fläktantal per position
5	2
75	3
145	3
215	3
285	3
355	3
430	2
Summa	19

Dimensioneringen i denna rapport är konservativ. Särskilda strategier vid brand etc kan innebära att fläktantal och utförande kan optimeras.

### 3.6 LUFTKVALITET VID MYNNINGAR

Föroreningar som lämnar tunnelsystemet påverkar närområdet genom att öka halterna. Beroende på mängderna kan det krävas en frånluftstation där föroreningarna leds upp i schakt till högre höjd för att spridas.

För att bedöma om en sådan frånluftstation behövs kan spridningsberäkningar påvisa effekterna av utsläppsmängder från mynningarna. En komplett spridningsberäkningar omfattar vinddata baserad på statistik, mätningar, topografiska modeller där planerad bebyggelse, landskap mm inverkar på spridningsbilden inom ett område.

Kopplat till de huvudspår, stadsgata eller överdäckning, beskrivna i programmet för Sjöstadshöjden har SLB-Analys utfört översiktliga spridningsberäkningar. Rapporten redovisar att för överdäckningsalternativet kommer halterna vid området för utfarterna från Sågtunneln (Södra länken) och Hammarby kunna överskrida miljökvalitetsnormer. Beräkningarna baseras på prognoser för fordonspark, emissionsfaktorer, dubbdäcksanvändning etc. Prognoser kan anses vara osäkra beroende på trender, skattesubventioner och teknikutveckling. För spridningsberäkningarna kopplade till tunnelalternativen har ingen hänsyn tagits till bebyggelse eller topografi.

Ny frånluftstation i någon av utfarterna från Hammarbytunnelns västra eller östra mynning t ex integrerad i byggnad innehåller följande komponenter:

- Fläkt för frånluft
- Fläktrum
- Torn för luft, integrerat eller fristående i närheten av mynning

En grov uppskattning av utrymmesbehovet för en frånluftstation är av storleksordningen, ca 20 x 5 x 5 (exkl. torn/ skorsten) totalt eller uppdelad i block beroende på teknisk lösning, byggnader och planlösning. En grov kostnadsuppskattning av ventilationsutrustningen (fläktar, ljuddämpare, spjäll mm) för 1 st frånluftstation kan spänna mellan 5-10 MSEK. Kostnad för övriga byggnadsdelar såsom integrerat/ fristående torn, teknikutrymmen, elinstallationer etc. bedöms grovt till ca 20 MSEK.

I ett senare projekteringskede bör mer ingående utredningar göras, där anläggningen och omgivning miljökonsekvensbeskrivs ur ett helhetsperspektiv.

### 3.7 KONSEKVENSBESKRIVNING

Konsekvenserna av tunnelalternativen kan bedömas ur perspektivet att maximera möjligheten till att bygga bostäder. Intunnling av vägar är i sig ett sätt att möjliggöra exploatering på ett annars låst vägområde. Teknikområde tunnelventilation har primärt till uppgift att uppfylla krav knutna till luftkvalitet i tunnelmiljö. Beroende på hur bostäder är placerade i förhållande till exempelvis tunnelmynningar kan miljö kvalitetsnormer kräva att exempelvis frånluftstationer behöver integreras i byggnader för att bortföra förorenad tunnelluft till högre höjd. Tunneln skall klassas för transport av farligt gods vilket medför ett säkerhetsavstånd om ca 25 m mellan tunnelmynning och bostäder på överdäckningen.

Omfattningen av installerad teknik (impulsfläktar) skiljer mellan tunnelalternativen 2D och 2E. Den konstanta tunnellutningen för alternativ 2D är gynnsam för brandventilation i uppförslutning och kräver här färre fläktar. Preliminära beräkningar visar på att per tunnelrör för båda alternativen krävs som mest 2 st fläktar för att upprätthålla luftkvalitet och ca 15 -20 fläktar för fullgod brandgasventilation under utrymning och insats.

Om det i vidare utredningar visar sig att miljönormer överskrids behöver anläggningen projekteras med frånluftstationer vid mynningar. Om detta visar sig vara aktuellt kommer en sådan station kräva byggvolym i anslutning till mynningar.

De aktuella tunnelalternativen bedöms med utgångspunkt från teknikområde tunnelventilation och utifrån följande skala:

Olämplig	Uppfyller ej gällande krav och riktlinjer. Motverkar kraftigt programmets intentioner.
Mindre lämplig	Avsteg från gällande krav och riktlinjer. Riskerar att motverka programmets intentioner. Krävs större samordning med exempelvis Länsstyrelsen eller anläggningsägare i området då viktiga aspekter ligger utanför stadens rådighet. Omfattande åtgärder under byggtid.
Acceptabel	Mindre avsteg från gällande krav och riktlinjer. Smärre avsteg från programmets intentioner. Mindre ingrepp, byggbart.
Önskvärd	Uppfyller gällande krav och riktlinjer. Går i linje med programmet. Mindre ingrepp, byggbart.

*Bedömning utifrån teknikområde tunnelventilation.*

2D	Uppfyller gällande krav och riktlinjer. Går i linje med programmet. Mindre ingrepp, byggbart.
----	---

För alternativ 2D, bedöms att gällande krav kan innehållas givet kända förutsättningar och med den tekniska lösningen som beskrivs i detta PM. Kraven syftar till de för miljö och säkerhet inom tunnel.

Vidare utredningar bör ge svar på om frånluftstation krävs.

2E	Uppfyller gällande krav och riktlinjer. Går i linje med programmet. Mindre ingrepp, byggbart.
----	---

För alternativ 2E, bedöms att gällande krav kan innehållas givet kända förutsättningar och med den tekniska lösningen som beskrivs i detta PM. Kraven syftar till de för miljö och säkerhet inom tunnel.

Vidare utredningar bör ge svar på om frånluftstation krävs.

### 3.8 VIDARE UTREDNING

Vidare utredningar bör göras för att säkerställa nivåer av föroreningar i och omkring tunnelmynningar. Om det beslutas att gå vidare med projektet bör exempelvis standarder för beräkningar av emissioner från trafik fastslås, samt att mätningar av luftföroreningar i kombination med spridningsberäkningar utförda med föreslagen exploatering utföras.

Parallellt med detta arbete krävs en miljökonsekvensbeskrivning (MKB) för att bedöma projektets avtryck och påverkan på omgivning.