

Luftkvalitetsutredning för Masmotunnelns västra mynning

SPRIDNINGSBERÄKNINGAR FÖR HALTER AV
PARTIKLAR (PM10) OCH KVÄVEDIOXID (NO₂) ÅR
2035

Anders Engström Nylén

FÖRORD

Denna utredning är gjord av SLB-analys vid Miljöförvaltningen i Stockholm. SLB-analys är operatör för Östra Sveriges Luftvårdsförbunds system för övervakning och utvärdering av luftkvalitet i regionen. Uppdragsgivare för utredningen är Tyréns AB.

Rapporten har granskats internt av: Sanna Silvergren

Uppdragsnummer:	2018114
Daterad:	2018-04-20
Handläggare:	Anders Engström Nylén, 08-508 28 797
Status:	Granskad



Miljöförvaltningen i Stockholm
Box 8136
104 20 Stockholm
www.slb.nu

Innehållsförteckning

Sammanfattning	4
Inledning.....	5
Beräkningsunderlag	5
Utredningsområde och trafikmängder	5
Spridningsmodell	8
Beräkningsdomän och upplösning.....	8
Strömnings- och spridningsberäkningar	9
Meteorologi	9
Emissioner	10
Tunnelutsläpp	11
Miljö kvalitetsnormer och miljö kvalitetsmål	12
Partiklar, PM10	12
Kvävedioxid, NO ₂	13
Hälsoeffekter av luftföroreningar	14
Resultat	15
Kvävedioxid, NO ₂	15
Partiklar, PM10	15
Exponering för luftföroreningar	23
Osäkerheter i beräkningarna	24
Flödesrelaterade osäkerheter	24
Referenser	25

Bilaga

Sammanfattning

Tvärförbindelse Södertörn innehåller tre tunnlar längs sträckan mellan E4/E20 och Jordbro: Flemingsbergstunneln som är ca 3,5 km lång, Glömstatunneln som är ca 1,2 km lång och Masmotunneln (längst västerut) som är ca 1 km lång. Trafikverket vill, genom Tyréns AB, utföra spridningsberäkningar för kvävedioxid (NO₂) och partiklar (PM10) för att erhålla underlag till projekteringen i syfte att undersöka behovet av frånluftsventilation i tunnelarna samt för att se inom vilket område utanför mynningarna som höga halter av luftföroreningar påträffas.

Masmotunnelns västra mynning har bedömts vara belägen i komplicerad terräng, med vägbroar, starkt varierande topografi, och är omgiven av andra stora vägar. Den har därför behandlats enskilt i denna utredning med hjälp av CFD-beräkningar som tar hänsyn till dessa aspekter.

För kvävedioxid, NO₂ finns tre olika normvärden definierade i lagstiftningen om miljökvalitetsnormer (SFS 2010:477). Det som normalt sett är svårast att klara gäller för dygnsmedelvärden. Dygnsmedelvärdet av NO₂ får inte överstiga halten 60 µg/m³ (mikrogram per kubikmeter) mer än 7 gånger under ett kalenderår.

För partiklar, PM10 finns två olika normvärden definierade i lagstiftningen om miljökvalitetsnormer (SFS 2010:477). Det som normalt sett är svårast att klara gäller för dygnsmedelvärden. Dygnsmedelvärdet av PM10 får inte överstiga halten 50 µg/m³ (mikrogram per kubikmeter) mer än 35 gånger under ett kalenderår.

Sammanfattat visar beräkningarna att miljökvalitetsnormen för NO₂ klaras inom hela området. Detta beror främst på att prognoser för den framtida fordonsflottans utveckling och sammansättning anger väldigt låga utsläpp av NO_x år 2035.

För PM10 överskrids miljökvalitetsnormen i området längs E4/E20 och längs större delen av de ramper och vägbroar som tillhör Tvärförbindelse Södertörn. Även miljökvalitetsmålet för PM10 överskrids för ett omfattande område längs vägbanorna. För närvarande återfinns bebyggelse inom det område där både miljökvalitetsnormen och miljökvalitetsmålet överskrids.

Halter som uppkommer på grund av mynningsutsläppet från Masmotunneln är främst begränsande geografiskt till Tvärförbindelsens vägramper i direkt anslutning till mynningen. En viss spridning sker öster om mynningen på grund av att den klimatologiskt förhärskande vindriktningen är sydvästlig i området.

Inledning

Tvärförbindelse Södertörn innehåller tre tunnlar längs sträckan mellan E4/E20 och Jordbro: Flemingsbergstunneln som är ca 3,5 km lång, Glömstatunneln som är ca 1,2 km lång och Masmotunneln (längst västerut) som är ca 1 km lång. Trafikverket vill, genom Tyréns AB, utföra spridningsberäkningar för kvävedioxid (NO₂) och partiklar (PM10) för att erhålla underlag till projekteringen i syfte att undersöka behovet av frånluftstventilation i tunnelarna, samt för att se inom vilket område utanför mynningarna som höga halter av luftföroreningar påträffas.

Masmotunnelns västra mynning har bedömts vara belägen i komplicerad terräng, med vägbroar, starkt varierande topografi, och är omgiven av andra stora vägar. Den har därför behandlats enskilt i denna utredning med hjälp av CFD-beräkningar som tar hänsyn till dessa aspekter.

Övriga mynningar längs Tvärförbindelse Södertörn är planerade i skogsområden och på relativt stort avstånd från befintlig bebyggelse. Omkringliggande terräng har också bedömts vara relativt okomplicerad varpå en förenklad beräkningsmetodik har använts för att utreda inom vilket område eventuella överskridanden av gällande miljökvalitetsnormer och miljökvalitetsmål riskerar att påträffas. Dessa resultat redovisas i tidigare rapport med nummer LVF 2018:5.

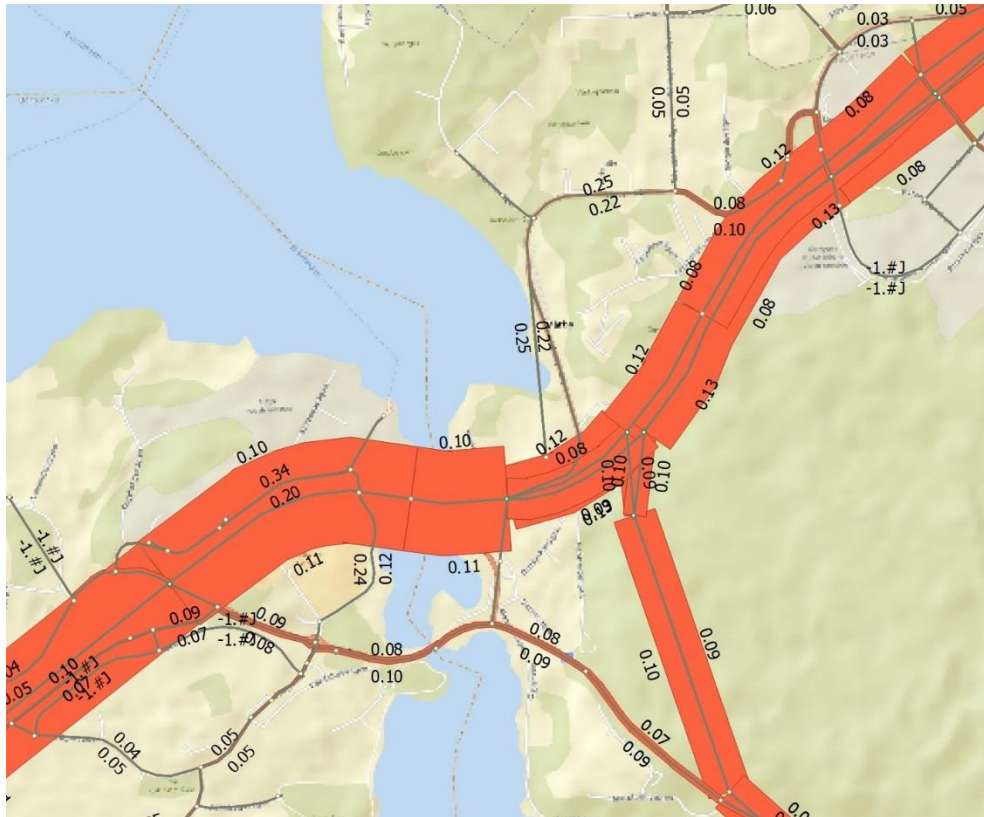
Beräkningsunderlag

Utredningsområde och trafikmängder

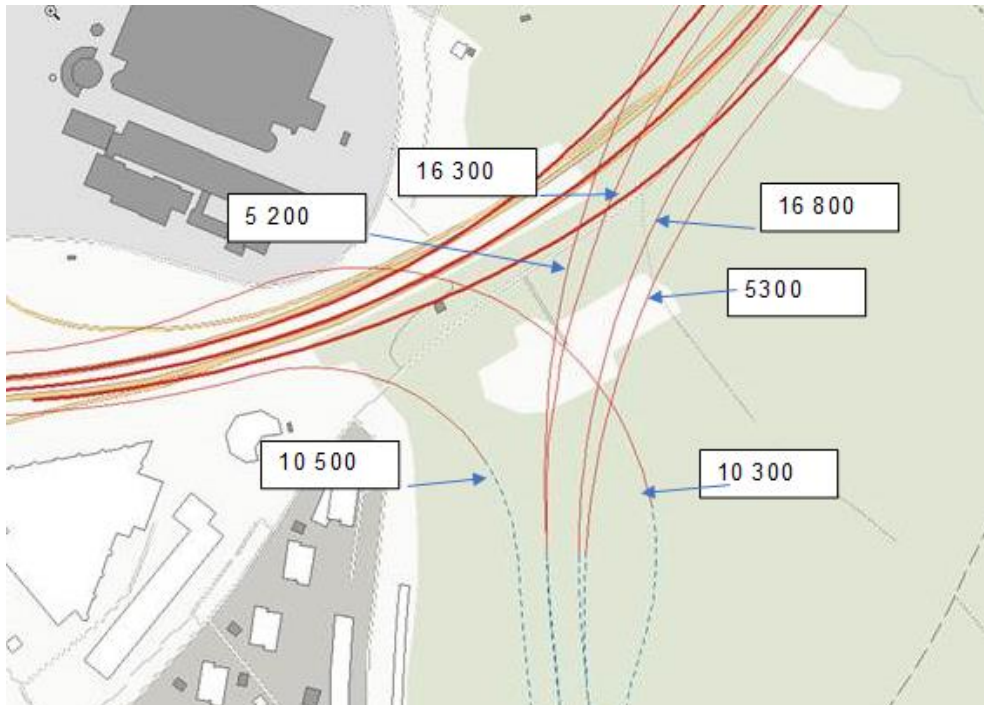
Utredningsområdet omfattar 1700 x 1700 meter och är centrerat över Masmotunnelns västra mynning. Fordonsflöde längs vägar inom området och ur respektive mynning visas i *Figur 1*. Endast trafiken som går ut ur tunneln antas bidra till mynningsutsläppen. Andelen tung trafik längs denna del av Tvärförbindelsen visas i *Figur 2*. Trafiksiffror och andel tung trafik gäller för år 2045. Även trafiken på omkringliggande vägnät har uppdaterats för att ge en så korrekt bild av halterna kring tunnelmynningarna som möjligt. I *Figur 3* visas även fordonsflödet på respektive ramp som leder in och ut från Masmotunneln. Trafiksiffror, andel tung trafik och skyltad hastighet har tillhandahållits av Tyréns AB.



Figur 1. Trafikmängder längs Tvärförbindelse Södertörn (TS), E4/ E20 och andra vägar i området kring. Trafiken anges som tusentals fordon per årsmedeldygn. Källa: Tyréns AB.



Figur 2. Andel tung trafik längs Tvärförbindelse Södertörn, E4/ E20 och andra vägar i området kring. Källa: Tyréns AB.



Figur 3. Fordonsflöde per årsmedeldygn på respektive ramp vid Masmotunnelns västra mynning. Källa: Tyréns AB.

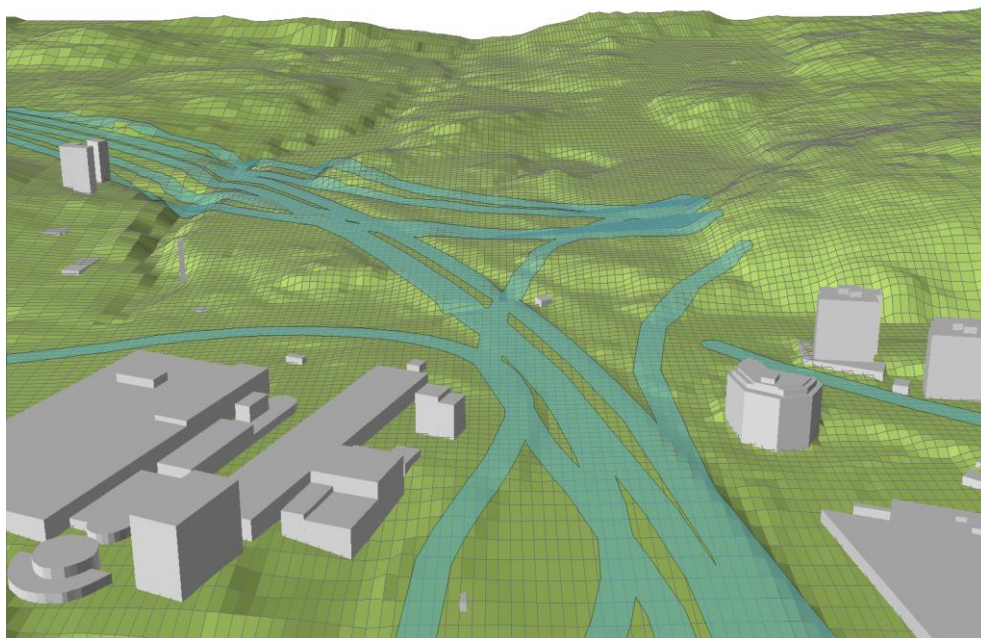
Spridningsmodell

För att kunna uppskatta effekten av terrängen och bebyggelsen på spridningen av luftföroreningar i området kring Masmotunnelns mynning har beräkningar utförts med hjälp av modellen MISKAM (Mikroskaliges Strömnings- und Aubreitungsmodell) [2]. Modellen är en så kallad CFD-modell (Computational Fluid Dynamics) och är ett avancerat modellverktyg som används för att beräkna luftföroreningshalter i miljöer med komplicerad geometri som t.ex. stadsbebyggelse, vägbroar eller tunnelmynningar.

Beräkningsdomän och upplösning

Beräkningsdomän är det område för vilket beräkningarna utförts. Domänen i denna utredning har en horisontell utbredning på 1700 x 1700 meter. Beräkningsdomänen är centrerad över Masmotunnelns mynning i området. Upplösning på modellen varierar beroende på läge i domänen och är som högst (2 meter mellan varje beräkningsruta) inom området kring tunnelmynningen för att sedan avta gradvis för omkringliggande områden. Domänens vertikala utsträckning sträcker sig mellan marknivå upp till 600 meter. Beräkningscellernas vertikala upplösning är 1 meter mellan marken och 40 meters höjd. Från 40 meters höjd och uppåt avtar upplösningen succesivt från $\Delta_z = 1$ meter till $\Delta_z = 35$ meter. I konstruerande av beräkningsdomän och val av upplösning och utsträckning har arbetet följt så kallade ”best practice guidelines” för högupplösta flödesberäkningar i urban miljö [3]. Ett utdrag av beräkningsdomänen visas i *Figur 4*.

Beräkningarna tar inte hänsyn till mindre utskjutande geometrier hos bebyggelsen, som t.ex. balkonger, portik, eller liknande, vars geometriska omfattning är på samma skala som modellens upplösning. Dessa objekt representeras istället med hjälp av en skrovlighetsparameter som tillskrivs ytor i modellen. Sådana objekt bedöms heller inte påverka beräkningsresultaten nämnvärt.



Figur 4. Översiktlig vy över beräkningsdomänens utbredning sett från väster. Gråa byggnader är inkluderade i CFD-modellen (MISKAM). Det gröna rutnätet motsvarar beräkningsdomänens storlek och upplösning. Vägar, vägbroar och ramper inom området visas som halvt genomskinlig blå yta.

Strömnings- och spridningsberäkningar

Strömningsberäkningar genomfördes för 36 olika vindriktningar, 0°, 10°, 20° o.s.v. Vindhastigheten sattes till 10 m/s på 100 meters höjd över marken. Detta resulterade i 36 olika tredimensionella strömningsfält. För var och ett av dessa strömningsfält beräknades spridningen av luftföroreningar från vägtrafiken inom beräkningsområdet.

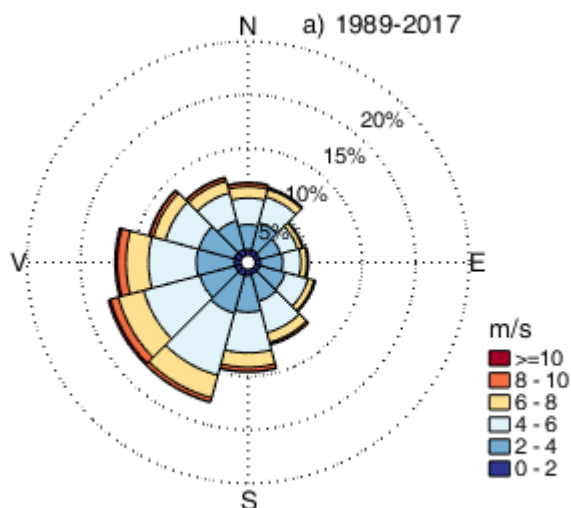
Emissionerna från vägnätet representeras i beräkningarna av så kallade volymkällor. Inom volymerna, som sträcker sig tre meter över vägbanan, antas utsläppen från fordonen vara homogent fördelade och momentant omblandade.

Meteorologi

Utifrån meteorologiska mätdata görs en statistisk skalning av de beräknade spridningsfallen för att få fram en beräknad årsmedelhalt. De meteorologiska mätningarna har hämtats från en 50 meter hög mast i Högdalen i södra Stockholm. När luftföroreningshalter jämförs med miljökvalitetsnormer ska halterna vara representativa för ett normalår. Som indata till den statistiska omskalningen i modellen har därför meteorologiska mätdata från en tioårsperiod (1998-2008) använts.

Den statistiska skalningen baseras på uppmätt vindriktning, vindhastighet och luftens temperaturskiktning. Luftens skiktning är viktig eftersom den har stor inverkan på hur den vertikala omblandningen och luftföroreningar sprids i höjdlid. Vid neutral skiktning är den höjdmässiga temperaturförändringen sådan att vertikala luftrörelser är opåverkade, det vill säga de varken dämpas eller förstärks. Stabil skiktning innebär att den vertikala omblandningen motverkas. Vid instabil skiktning gynnas vertikal omblandning, och luftföroreningarna i luften spås snabbt ut.

I Stockholmsområdet är vindar från syd till väst de vanligaste, vilket innebär att i den statistiska skalningen ges spridningsfall för dessa vindriktningar en hög viktning. *Figur 5* visar flerårsmedelvärdet för vindhastighet och vindriktning år 1989-2017 vid Högdalen i Stockholm.



Figur 5. Vindros för perioden mellan år 1989-2017 vid Högdalen i Stockholm.

Emissioner

Emissionsdata, dvs. utsläppsdata, utgör indata för spridningsmodellerna vid framräkning av halter av luftföroreningar. För beräkningarna med MISKAM har Östra Sveriges Luftvårdsförbunds länstäckande emissionsdatabas för år 2015 använts [4]. Där finns detaljerade beskrivningar av utsläpp från bl.a. vägtrafiken, energisektorn, industrin och sjöfarten. I Stockholmsregionen är vägtrafiken den största källan till luftföroreningar. Utsläppen innehåller bl.a. kväveoxider, kolväten samt avgas- och slitagepartiklar.

Vägtrafikens utsläpp av kväveoxider och avgaspartiklar är beskrivna med emissionsfaktorer år 2035 för olika fordons- och vägtyper enligt HBEFA-modellen (ver. 3.3). Det är en europeisk emissionsmodell för vägtrafik som har anpassats till svenska förhållanden [5]. Trafiksammansättningen avseende fordonsparkens avgasreningsgrad (olika euroklasser) gäller för år 2035 (utbyggnadsalternativ). Sammansättning av olika fordonstyper och bränslen, t ex andel dieselpersonbilar år 2035, gäller enligt Trafikverkets prognoser för scenario BAU ("Business as usual"). Fordonens utsläpp av avgaspartiklar och kväveoxider kommer att minska i framtiden beroende på kommande skärpta avgaskrav som beslutats inom EU.

Slitagepartiklar i trafikmiljö orsakas främst av dubbdäckens slitage på vägbanan men bildas också vid slitage av bromsar och däck. Längs starkt trafikerade vägar utgör slitagepartiklarna huvuddelen av PM10-halterna. Under perioder med torra vägbanor vintertid kan haltbidraget från dubbdäckslitaget vara 80-90 % av totalhalten PM10. Emissionsfaktorer för slitagepartiklar utifrån olika dubbdäcksandelar baseras på Nortrip-modellen [23, 24]. Korrektion har gjorts för att slitaget och uppvirvlingen ökar med vägtrafikens hastighet [6, 23, 24].

SLB-analys gör kontinuerliga mätningar av dubbdäcksandelar i Stockholm [7]. Trenden visar att dubbdäcksanvändningen minskat i Stockholmsområdet sedan år 2010. För beräkningarna används emissionsfaktorer motsvarande dubbdäcksandelar på 50-60 % för personbilar och lätta lastbilar. Större infartsleder

har något högre dubbdäcksandelar än lokalgator, vilket stöds av Trafikverket Region Stockholms mätningar [8].

Det bör noteras att en trafikprognos för år 2045 används i denna utredning. Om miljökvalitetsnormen för NO₂ inte överskrids för år 2035 kommer den heller inte överskridas för ett senare år baserat på de prognoser för framtida fordonsflottans teknikutveckling som används inom HBEFA. Detsamma gäller för PM10 om inte andelen dubbdäck ändras.

I rapporten SLB 11:2017 [28] presenteras en mer noggrann genomgång av emissionsfaktorerna som används av SLB-analys vid konsekvensberäkningar i samband med planer och tillståndsärenden.

Tunnelutsläpp

Att beräkna utsläpp från tunnelmynningar är förknippat med stora osäkerheter. Hur mycket av utsläppen inne i tunneln som transporteras till mynningen beror på hur övrig ventilation av tunnelröret är dimensionerad. Förhållandet mellan PM10 och NO_x skiljer sig mellan tunnelluft och utomhusluft för dagsläget och har beräknats vara 0.5 för utomhusluft, och 0.2 för tunnelluft, baserat på SLB-analys mätningar i länet, och Trafikverkets mätningar inne i Södra Länken i Stockholm. Det betyder att det finns risk att utsläppen av PM10 från mynningen överskattas med ungefär en faktor 2 till 2.5. Det saknas dock tillräckligt med mätningar för att avgöra om detta gäller för tunnelluft i allmänhet, eller enbart för Södra Länken. Faktorerna motsvarar ett genomsnitt för ett år och varierar kraftigt från en dag till en annan beroende på körbanans fuktighet med mera.

Miljö kvalitetsnormer och miljö kvalitetsmål

Miljö kvalitetsnormer syftar till att skydda människors hälsa och naturmiljön. Normerna är juridiskt bindande föreskrifter som har utarbetats nationellt i anslutning till miljöbalken. De baseras på EU:s regelverk om gränsvärden och vägledande värden.

Det nationella miljö kvalitetsmålet Frisk luft är definierat av Sveriges riksdag. Halterna av luftföroreningar ska senast till år 2020 inte överskrida lågrisknivåer för cancer eller riktvärden för skydd mot sjukdomar eller påverkan på växter, djur, material och kulturföremål. Miljö kvalitetsnormerna fungerar som rättsliga styrmedel för att uppnå de strängare miljö kvalitetsmålen. Miljö kvalitetsmålen med preciseringar anger en långsiktig målbild för miljöarbetet och ska vara vägledande för myndigheter, kommuner och andra aktörer.

Vid planering och planläggning ska kommuner och myndigheter ta hänsyn till miljö kvalitetsnormer och miljö kvalitetsmål. I plan- och bygglagen anges bl.a. att planläggning inte får medverka till att en miljö kvalitetsnorm överträds. För närvarande finns miljö kvalitetsnormer för kvävedioxid, partiklar (PM10 och PM2.5), bensen, kolmonoxid, svaveldioxid, ozon, bens(a)pyren, arsenik, kadmium, nickel och bly [9]. Halterna av svaveldioxid, kolmonoxid, bensen, bens(a)pyren, partiklar (PM2,5), arsenik, kadmium, nickel och bly är så låga att miljö kvalitetsnormer för dessa ämnen klaras i hela regionen [10, 11, 12, 13, 14].

Miljö kvalitetsnormer och miljö kvalitetsmål innehåller värden för halter av luftföroreningar både för lång och kort tid. Från hälsoskyddssynpunkt är det viktigt att människor både har en låg genomsnittlig exponering av luftföroreningar under längre tid (motsvarar årsmedelvärde) och att minimera antalet tillfällen då de exponeras för höga halter under kortare tid (dygns- och timmedelvärden). För att en miljö kvalitetsnorm ska klaras får inget av normvärdena överskridas.

I Luftkvalitetsförordningen [9] framgår att miljö kvalitetsnormer gäller för utomhusluften med undantag av arbetsplatser samt väg- och tunnelbanetunnlar.

Partiklar, PM10

Tabell 1 visar gällande miljö kvalitetsnorm och miljö kvalitetsmål för partiklar, PM10 till skydd för hälsa. Värdena anges i enheten $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (mikrogram per kubikmeter) och omfattar ett årsmedelvärde och ett dygnsmedelvärde. Årsmedelvärdet får inte överskridas medan dygnsmedelvärdet får överskridas högst 35 gånger under ett kalenderår. I alla mätningar i Stockholms- och Uppsala län har dygnsmedelvärdet av PM10 varit svårare att klara än årsmedelvärdet. Även 2015 års kartläggning av PM10-halter i Stockholms- och Uppsala län visade detta [15].

I resultatet som följer redovisas det 36:e högsta dygnsmedelvärdet av PM10 under beräkningsåret, vilket alltså inte får vara högre än $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ för att miljö kvalitetsnormen ska klaras och inte högre än $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ för att miljö kvalitetsmålet ska klaras.

Tabell 1. Miljö kvalitetsnorm och miljö kvalitetsmål för partiklar, PM10 avseende skydd av hälsa [9, 16].

Tid för medelvärde	Normvärde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Målvärde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Anmärkning
Kalenderår	40	15	Värdet får inte överskridas
1 dygn	50	30	Värdet får inte överskridas mer än 35 dygn per kalenderår

Kvävedioxid, NO₂

Tabell 2 visar gällande miljö kvalitetsnorm och miljö kvalitetsmål för kvävedioxid, NO₂ till skydd för hälsa. Normvärden finns för årsmedelvärde, dygnsmedelvärde och timmedelvärde. Målvärden finns för årsmedelvärde och timmedelvärde. Årsmedelvärdet får inte överskridas medan dygnsmedelvärdet får överskridas högst 7 gånger under ett kalenderår. Timmedelvärdet får överskridas högst 175 gånger under ett kalenderår. I alla mätningar i Stockholms- och Uppsala län har dygnsmedelvärdet av NO₂ varit svårare att klara än årsmedelvärdet och timmedelvärdet. Detta bekräftades även i kartläggningen av NO₂-halter i Stockholms och Uppsala län [15].

I resultatet som följer redovisas det 8:e högsta dygnsmedelvärdet av NO₂ under beräkningsåret, vilket alltså inte får vara högre än 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ för att miljö kvalitetsnormen ska klaras.

Tabell 2. Miljö kvalitetsnorm och miljö kvalitetsmål för kvävedioxid, NO₂ avseende skydd av hälsa [9, 16].

Tid för medelvärde	Normvärde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Målvärde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Anmärkning
Kalenderår	40	20	Värdet får inte överskridas
1 dygn	60	-	Värdet får inte överskridas mer än 7 dygn per kalenderår
1 timme	90	60	Värdet får inte överskridas mer än 175 timmar per kalenderår

Hälsoeffekter av luftföroreningar

Det finns tydliga samband mellan luftföroreningar och effekter på människors hälsa [17, 18]. Effekter har konstaterats även om luftföroreningshalterna underskrider gränsvärdena enligt miljöbalken [19, 20]. Att bo vid en väg eller gata med mycket trafik ökar risken för att drabbas av luftvägssjukdomar, t.ex. lungcancer och hjärtinfarkt. Hur man påverkas är individuellt och beror främst på ärftliga förutsättningar och i vilken grad man exponeras.

Barn är mer känsliga än vuxna eftersom deras lungor inte är färdigutvecklade. Studier i USA har visat att barn som bor nära starkt trafikerade vägar riskerar bestående skador på lungorna som kan innebära sämre lungfunktion resten av livet. Över en fjärdedel av barnen i Stockholms län upplever obehag av luftföroreningar från trafiken [18]. Människor som redan har sjukdomar i hjärta, kärl och lungor riskerar att bli sjukare av luftföroreningar. Luftföroreningar kan utlösa astmaanfall hos både barn och vuxna. Äldre människor löper större risk än yngre att få en hjärt- och kärlsjukdom och risken att dö i förtid av sjukdomen ökar om de utsätts för luftföroreningar.

Resultat

Följande avsnitt visar resultat för beräkningar av utsläpp av NO₂ och PM10 vid Masmotunnelns västra mynning. För NO₂ redovisas halterna för det 8:e högsta dygnsmedelvärdet under beräkningsåret 2035, vilket inte får vara högre än 60 µg/m³ för att miljö kvalitetsnormen ska klaras. För PM10 redovisas det 36:e högsta dygnsmedelvärdet under beräkningsåret 2035, vilket inte får vara högre än 50 µg/m³ för att miljö kvalitetsnormen ska klaras, och inte högre än 30 µg/m³ för att miljö kvalitetsmålet ska klaras. Halterna gäller 2 m ovan mark för ett meteorologiskt normalt år. Resultaten visas och utvärderas mot miljö kvalitetsnormen för dygnsmedel eftersom den är normalt sett svårast att klara och därmed blir dimensionerande.

Kvävedioxid, NO₂

Sammanfattat visar beräkningarna att miljö kvalitetsnormen för NO₂ klaras inom hela området (se *Figur 6*). Detta beror främst på att prognoser för den framtida fordonsflottans utveckling och sammansättning anger väldigt låga utsläpp av NO_x år 2035.

Partiklar, PM10

För PM10 överskrids miljö kvalitetsnormen i området längs E4/E20 och längs större delen av de ramper och vägbroar som tillhör Tvärförbindelse Södertörn (se *Figur 7*). Även miljö kvalitetsmålet för PM10 överskrids för ett omfattande område längs vägbanorna (se *Figur 7*). För närvarande återfinns bebyggelse inom det där både miljö kvalitetsnormen och miljö kvalitetsmålet överskrids.

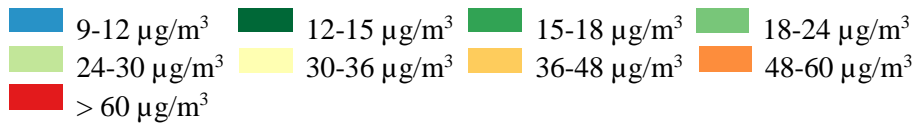
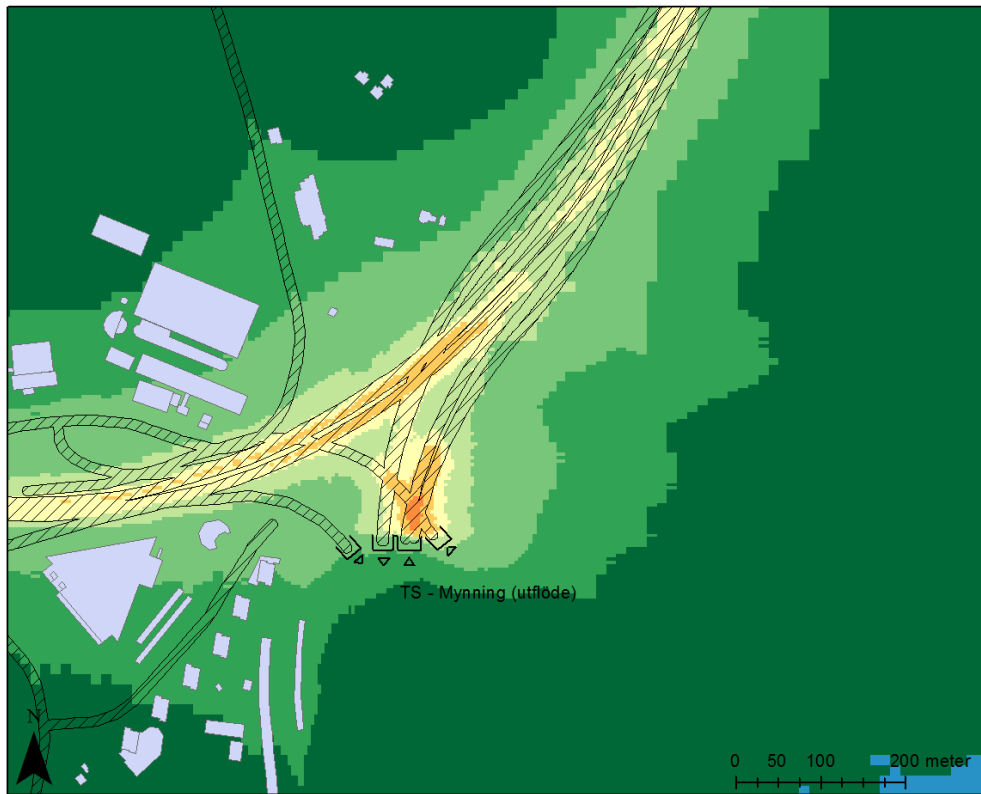
I *Figur 8* visas halten av PM10 för det 36:e värsta dygnet enbart med utsläpp från ytvägnätet (E4/E20 och Tvärförbindelse Södertörns ramper och broar) och i *Figur 9* återfinns motsvarande information med halter som uppkommer endast från de två tunnelmynningar som för med sig de utsläpp som sker inne i Masmotunneln. Eftersom ca 130 000 – 150 000 fordon per årsmedeldygn trafikerar E4/E20 norr om Masmotunnelns mynning styrs halterna i området främst av utsläpp som genereras av denna trafik. Halter som uppkommer på grund av mynningsutsläppet från Masmotunneln är främst begränsande geografisk till Tvärförbindelsens väggramper i direkt anslutning till mynningen. En viss spridning sker öster om mynningen på grund av att den klimatologiskt förhärskande vindriktningen är sydvästlig i området. Mynningens höga läge i förhållande till omgivande terräng bidrar också till att utspädning av luftföroreningar från mynningen blir förhållandevis effektiv.

För att ytterligare förtydliga inom vilket område mynningsutsläppet påverkar halterna visas även det procentuella bidraget från mynningen till årsmedelvärdet av PM10 räknat endast för lokala källor (det vill säga utan bakgrundshalter) i *Figur 10*.

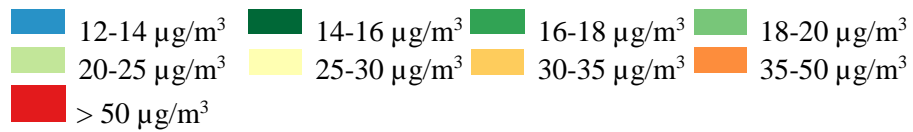
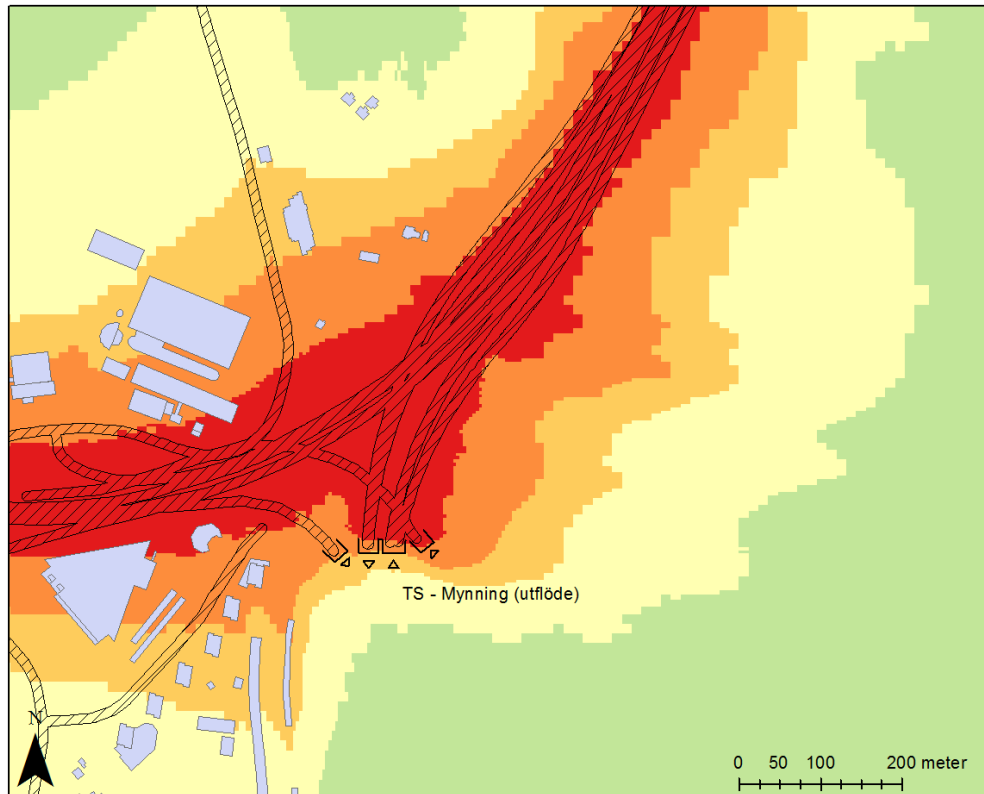
Det är framförallt vid nordöstliga till östliga vindriktningar som utsläppen från mynningen riskerar att spridas över befintlig bebyggelse till väster. Klimatologiskt är dock dessa vindriktningar förhållandevis sällsynt återkommande (se *Figur 5*),

och även i dessa fall kommer utsläpp från vägtrafiken på E4/E20 utgöra det dominerande haltbidraget.

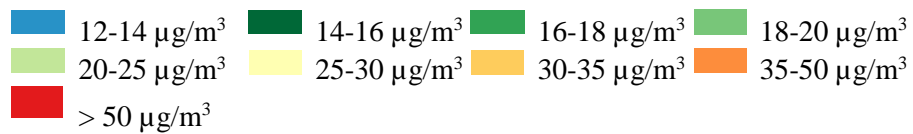
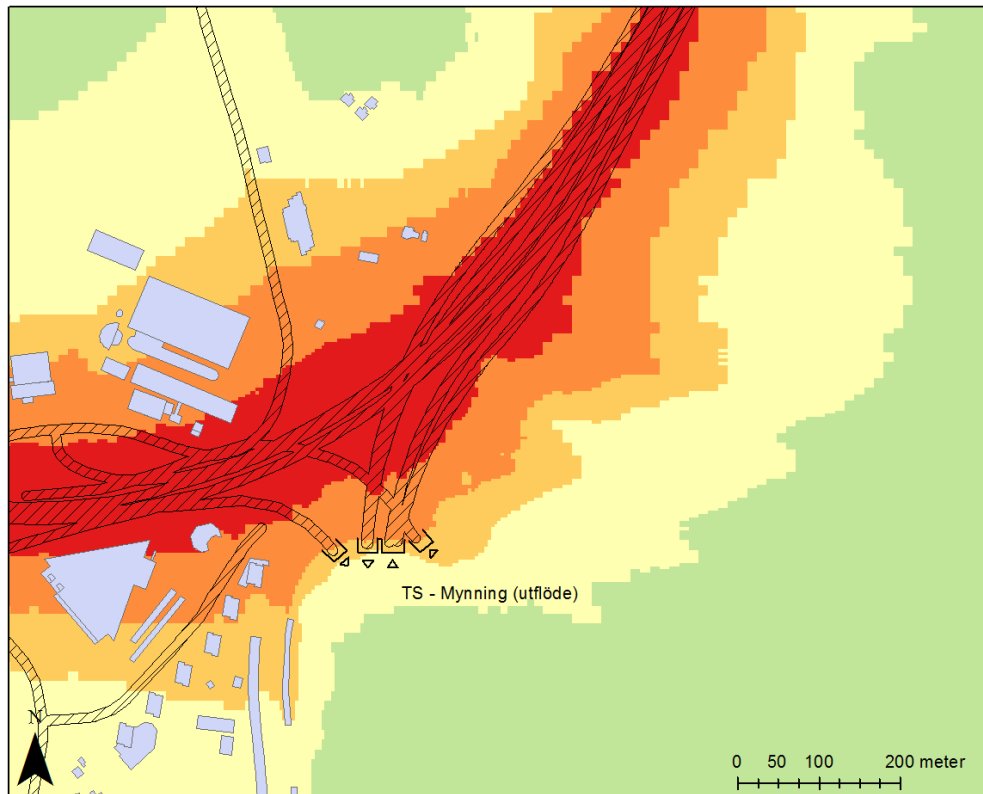
I *Figur 11* visas slutligen de områden där miljö kvalitetsnormen och miljö kvalitetsmålet överskrids till följd av mynningsutsläppet (beräknad skillnad jämfört med endast yttrafik). Som nämnts ovan rör det sig framförallt om området närmast mynningen och till öster om mynningsutsläppet.



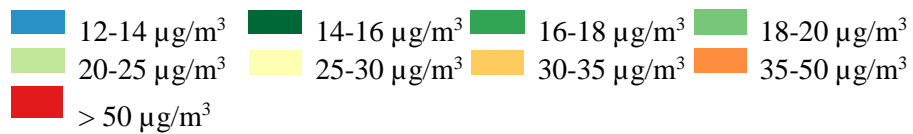
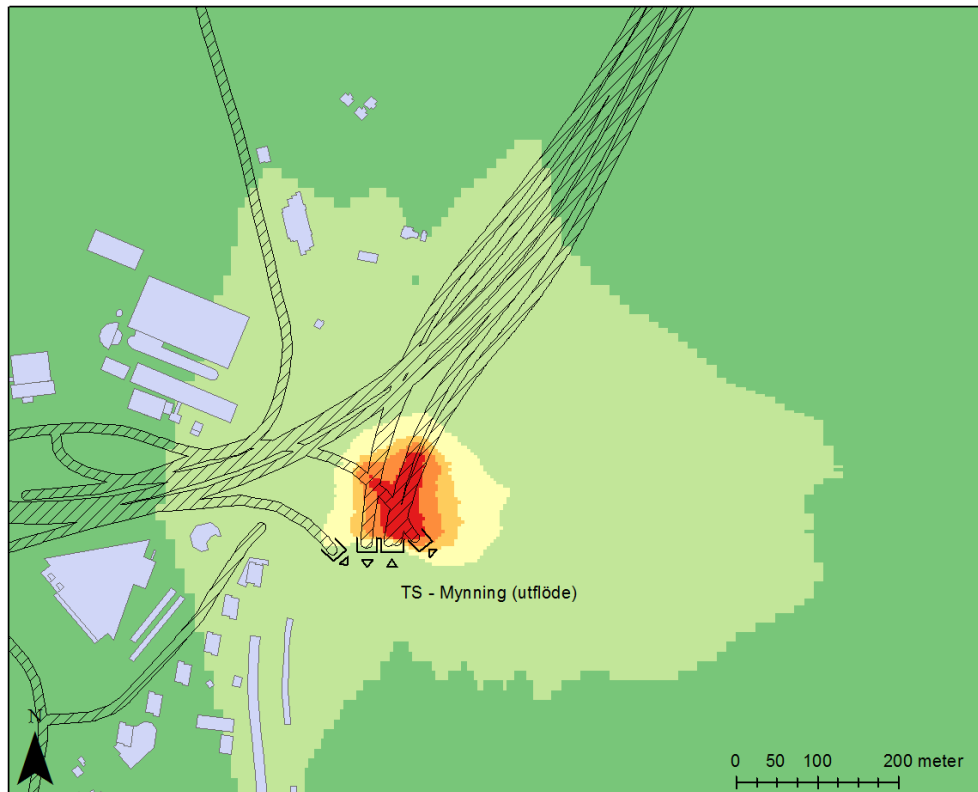
Figur 6. Beräknad total dygnsmedelhalt av kvävedioxid, NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) under det 8:e värsta dygnet för utbyggnadsalternativet år 2035. Normvärdet som ska klaras är $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Befintlig bebyggelse visas som grå byggnader. Vägbanan visas som streckade fält.



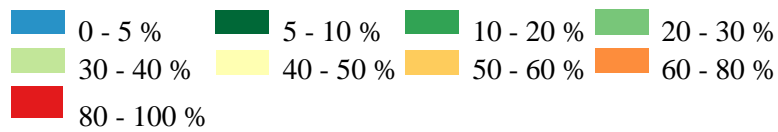
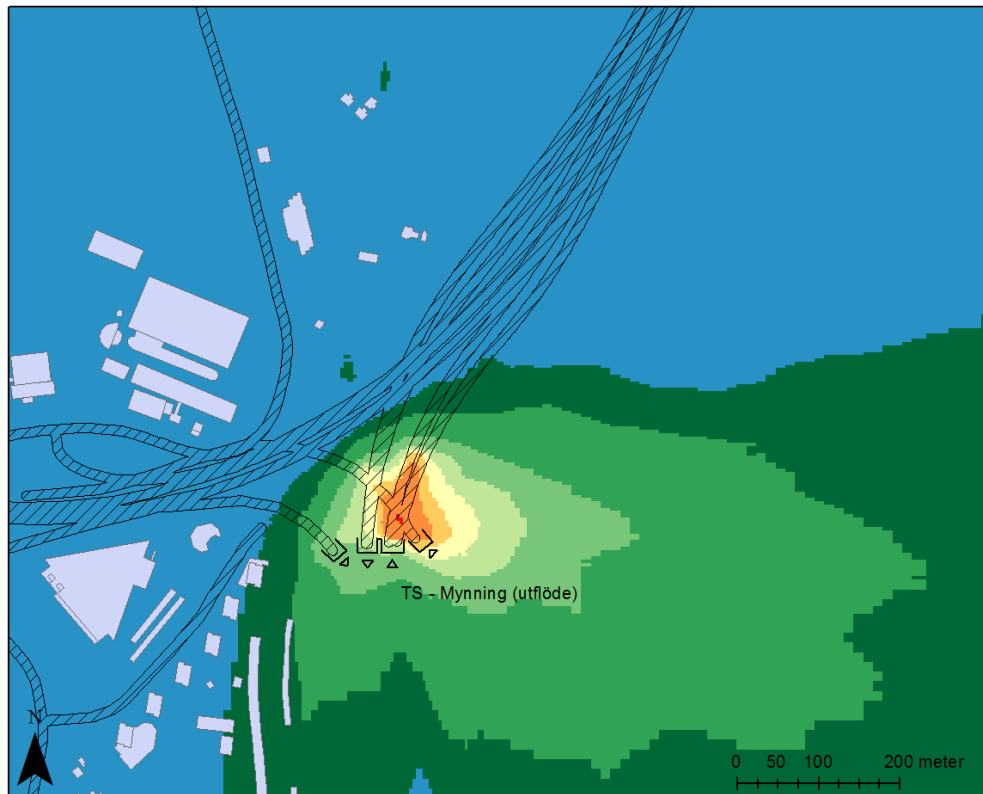
Figur 7. Beräknad total dygnsmedelhalt av partiklar, PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) under det 36:e värsta dygnet för utbyggnadsalternativet år 2035. Normvärdet som ska klaras är 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. För att miljömålet ska klaras får halten inte överskrida 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Befintlig bebyggelse visas som grå byggnader. Vägbanan visas som streckade fält.



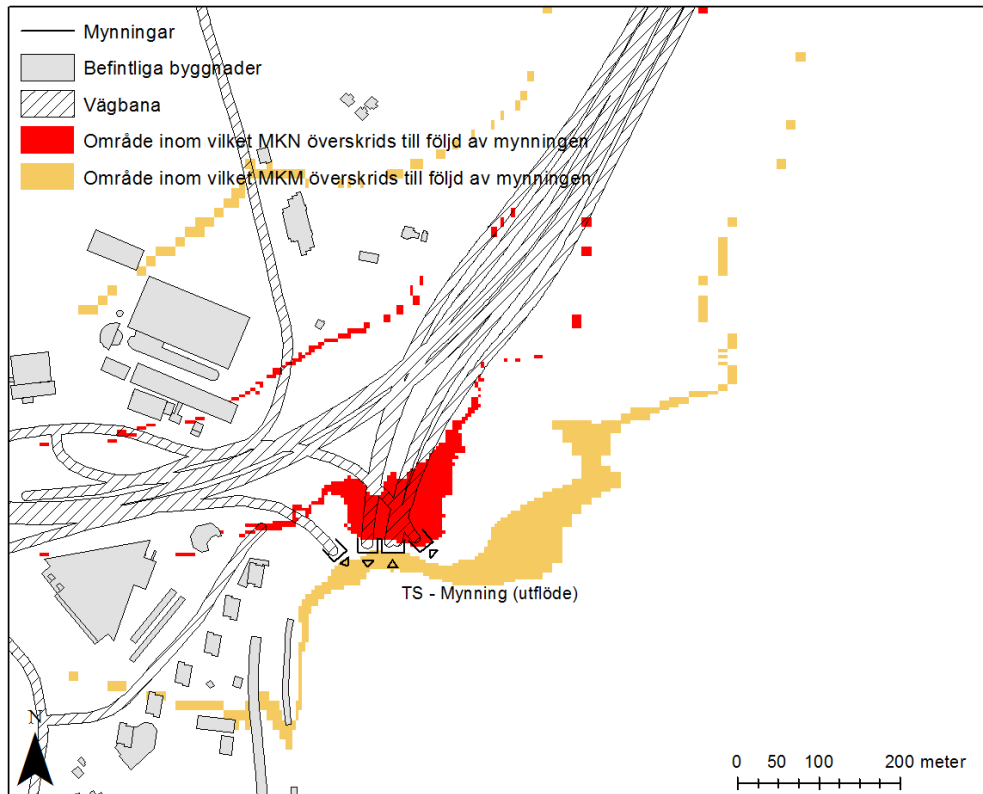
Figur 8. Beräknad total dygnsmedelhalt av partiklar, PM10 (µg/m³) från ytvägnätet (exklusive mynningsutsläpp) under det 36:e värsta dygnet för utbyggnadsalternativet år 2035. Normvärdet som ska klaras är 50 µg/m³. För att miljömålet ska klaras får halten inte överskrida 30 µg/m³. Befintlig bebyggelse visas som grå byggnader. Vägbana visas som streckade fält.



Figur 9. Beräknad total dygnsmedelhalt av partiklar, PM10 (µg/m³) från endast mynningsutsläppet under det 36:e värsta dygnet för utbyggnadsalternativet år 2035. Normvärdet som ska klaras är 50 µg/m³. För att miljömålet ska klaras får halten inte överskrida 30 µg/m³. Befintlig bebyggelse visas som grå byggnader. Vägbanan visas som streckade fält.



Figur 10. Beräknat haltbidrag i procent av årsmedelvärdet från lokala källor i området (ej bakgrundshalter) av partiklar, PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) från endast mynningsutsläppet för utbyggnadsalternativet år 2035. Befintlig bebyggelse visas som grå byggnader. Vägbanor visas som streckade fält.



Figur 11. Områden inom vilka miljö kvalitetsnormen (MKN, röd) och miljö kvalitetsmålet (MKM, orange) överskrids som direkt följd av mynningsutsläppet från Masmotunneln. Befintlig bebyggelse visas som grå byggnader. Vägbanor visas som streckade fält.

Exponering för luftföroreningar

Även om miljökvalitetsnormer och miljökvalitetsmål klaras i ett område är det viktigt med så låg exponering av luftföroreningar som möjligt för människor som bor och vistas i området. Det beror på att det inte finns någon tröskelnivå under vilken inga negativa hälsoeffekter uppkommer. Särskilt känsliga för luftföroreningar är barn, gamla och människor som redan har sjukdomar i luftvägar, hjärta eller kärl.

Överlag beräknas luftföroreningssituationen med avseende på PM10 i området längs E4/E20 vara dålig. Detta beror till stor del på den trafikmängd som beräknas för år 2045 på vägsträckan. Bidraget från Tvärförbindelse Södertörns mynning är främst begränsat till området närmast mynningen och inte där människor bor och vistas.

Osäkerheter i beräkningarna

Modellberäkningar av luftföroreningshalter innehåller osäkerheter. För att säkerställa kvaliteten i beräkningarna jämförs beräknade halter med mätningar på en rad platser. Baserat på dessa jämförelser justeras de beräknade halterna så att bästa möjliga överensstämmelse kan erhållas. Det finns dock inga krav fastställda vad gäller kvaliteten på beräkningar av framtida halter vid olika planer och tillståndsärenden. Däremot finns krav på beräkningar för kontroll av miljö kvalitetsnormer och enligt Naturvårdsverkets föreskrifter för kontroll av luftkvalitet (NFS 2016:9) ska avvikelser i beräknade årsmedelvärden för NO₂ vara mindre än 30 % och för dygnsmedelvärden ska den vara mindre än 50 %. För PM₁₀ ska avvikelser vara mindre än 50 % för årsmedelvärden (krav för dygnsmedelvärden saknas).

I rapporten SLB 11:2017 [25] presenteras beräkningsmetoderna som används av SLB-analys vid konsekvensberäkningar i samband med planer och tillståndsärenden. Rapporten redovisar också vilka osäkerheter som finns i beräkningarna samt jämförelser mellan uppmätta halter och beräknade halter efter att korrektion genomförts. Sammanfattningsvis konstateras att de genomsnittliga avvikelserna efter justeringar både för PM₁₀ och NO₂ är mindre än 10 % från uppmätta halter, vilket betyder att kvalitetskraven på beräkningar för kontroll av miljö kvalitetsnormer uppfylls med god marginal.

För beräkningar av halterna i framtida scenarier (planer och tillståndsärenden) appliceras samma korrigeringar av de beräknade halterna som erhållits från jämförelserna med mätdata. Därför blir osäkerheterna i framtidsscenerierna i hög grad beroende av förutsättningarna som scenariot baseras på, t ex förväntade framtida trafikflöden och prognosticerad användning av bränslen, motorer och däck. För de totala halterna i framtidsscenerier bidrar också bakgrundshalternas utveckling till osäkerheterna; SLB-analys antar oförändrade bakgrundshalter.

Flödesrelaterade osäkerheter

Modellberäkningar av luftens flöde innehåller osäkerheter och eftersom det inte går att ta hänsyn till alla faktorer som kan påverka luftens strömning. Beräkningarna tar inte hänsyn till mindre utskjutande geometrier hos bebyggelsen, som t.ex. balkonger, portik, eller liknande, vars geometriska omfattning är på samma skala som modellens upplösning. Kvaliteten på indata, och val av numerisk metod, är två andra parameter som påverkar hur väl resultatet speglar verkligheten. CFD-beräkningar anses dock tillförlitliga och används inom en rad olika vetenskapliga områden.

Referenser

1. Miljökvalitetsnormer för luft, En vägledning för detaljplaneläggning med hänsyn till luftkvalitet. Länsstyrelsen i Stockholms län 2005.
2. MISKAM-modellen, <http://www.lohmeyer.de/en/node/195>
3. The COST 732 Best Practice Guideline for CFD simulation of flows in the urban environment: a summary. Franke et al., . Int. J. Environment and Pollution, Vol 44, 2011.
4. Luftföroreningar i Östra Sveriges Luftvårdsförbund. Utsläppsdata för år 2013. Östra Sveriges Luftvårdsförbund, LVF-rapport 2016:22.
5. HBEFA-modellen, <http://www.hbefa.net/e/index.html>
6. Bringfeldt, B, Backström, H, Kindell, S., Omstedt, G., Persson, C., och Ullerstig, A., Calculations of PM-10 concentrations in Swedish cities – Modelling of inhalable particles. SMHI RMK No. 76, 1997.
7. Användning av dubbdäck i Stockholms innerstad år 2016/2017 – Dubbdäcksandelar räknade på rullande trafik, SLB-rapport 4:2017.
8. Undersökning av däcktyp i Sverige – vintern 2017 (januari–mars). Trafikverket, publikation 2017:184.
9. Förordning om miljökvalitetsnormer för utomhusluft, Luftkvalitetsförordning (2010:477). Miljödepartementet 2010, SFS 2010:477.
10. Luften i Stockholm. Årsrapport 2016, SLB-analys, SLB-rapport 1:2017.
11. Kartläggning av bensenhalter i Stockholm- och Uppsala län. Jämförelse med miljökvalitetsnormer. Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund. LVF-rapport 2004:14.
12. Kartläggning av bens(a)pyren-halter i Stockholms- och Uppsala län samt Gävle kommun. Jämförelse med miljökvalitetsnormer. Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund. LVF-rapport 2009:5.
13. Kartläggning av arsenik-, kadmium- och nickelhalter i Stockholm och Uppsala län samt Gävle och Sandvikens kommun. Jämförelse med miljökvalitetsnormer, Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund. LVF-rapport 2008:25.
14. Kartläggning av PM_{2,5}-halter i Stockholms- och Uppsala län samt Gävle kommun och Sandvikens tätort. Jämförelser med miljökvalitetsnorm. Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund. LVF-rapport 2010:23..
15. Kartläggning av luftföroreningshalter i Stockholms och Uppsala län samt Gävle och Sandvikens kommun. Spridningsberäkningar för halten av partiklar (PM₁₀) och kvävedioxid (NO₂) år 2015 LVF-rapport 2016:32.
16. Miljökvalitetmål: <http://www.miljomal.se/>
17. Hälsoeffekter av partiklar. Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund. LVF-rapport 2007:14.
18. Miljöhälsorapport 2013, Institutet för Miljömedicin, Karolinska Institutet, ISBN 978-91-637-3031-3, Elanders, Mölnlycke, Sverige, april 2013.
19. World Health Organization (WHO), Air quality and Health, Fact sheet no 313, September 2011, <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/>
20. World Health Organization (WHO), Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide, Global update 2005 - Summary of risk assessment, WHO Press, World Health Organization, Geneva, Switzerland, 2006.

21. Exposure - Comparison between measurements and calculations based on dispersion modelling (EXPOSE), Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund, 2006. LVF rapport 2006:12.
22. Åtgärdsprogram för kvävedioxid och partiklar i Stockholms län, Rapport 2012:34, Länsstyrelsen i Stockholms län.
23. Denby, B.R., Sundvor, I., Johansson, C., Pirjola, L., Ketzel, K., Norman, M., Kupiainen, K., Gustafsson, M., Blomqvist, G., och Omstedt, G. A coupled road dust and surface moisture model to predict non-exhaust road traffic induced particle emissions (NORTRIP). Part 1: Road dust loading and suspension modelling. *Atmospheric Environment* 77:283-300, 2013.
24. Denby, B.R., Sundvor, I., Johansson, C., Pirjola, L., Ketzel, K., Norman, M., Kupiainen, K., Gustafsson, M., Blomqvist, G., Kauhaniemi, M., och Omstedt, G. A coupled road dust and surface moisture model to predict non-exhaust road traffic induced particle emissions (NORTRIP). Part 2: Surface moisture and salt impact modelling. *Atmospheric Environment* 81:485-503, 2013.
25. Luftkvalitetsberäkningar för kontroll av miljökvalitetsnormer – Modeller, emissionsdata, osäkerheter och jämförelser med mätningar. SLB-rapport 11:2017.

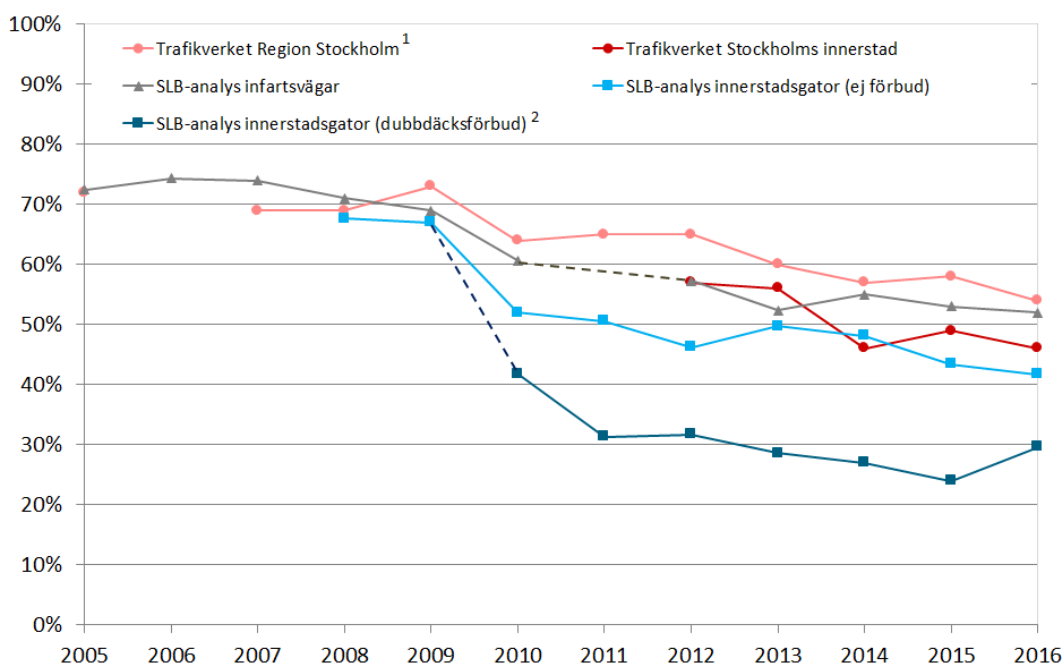
SLB- och LVF-rapporter finns att hämta på: www.slb.nu

Bilaga

Beslut som syftar till att minska dubbdäcksupprivningen av partiklar

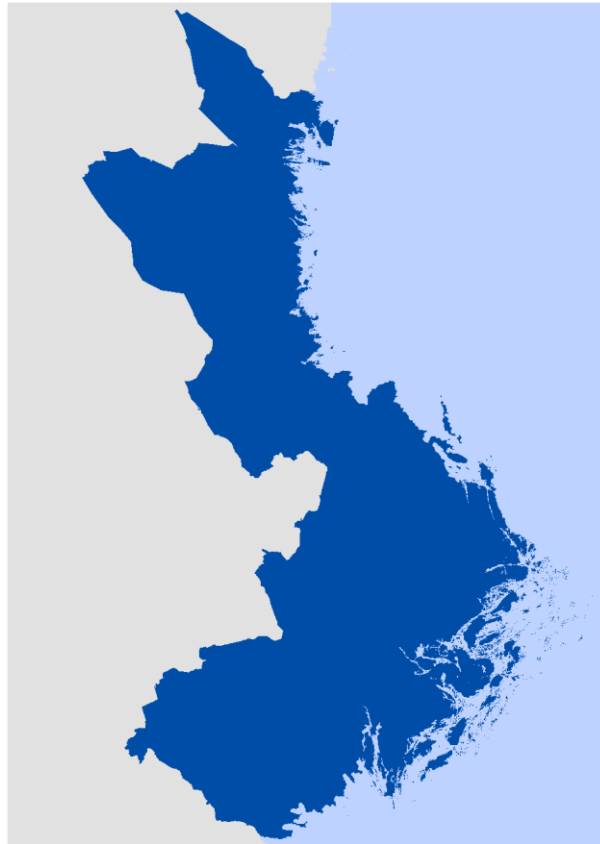
- Regeringen beslutade 2009 att ge kommunerna rätt att i lokala trafikföreskrifter förbjuda fordon med dubbdäck för färd på gata eller del av gata.
- Trafik- och renhållningsnämnden i Stockholms stad beslöt att införa dubbdäcksförbud på Hornsgatan från den 1 januari 2010. Från den 1 januari 2016 infördes dubbdäcksförbud även på Fleminggatan och delar av Kungsgatan.
- Transportstyrelsen beslutade 2009 om tidigarelagd tid då det är förbjudet att färdas med dubbdäck i Sverige. Förbud gäller mellan 16 april och 30 september.
- Transportstyrelsen beslutade i samråd med Finland och Norge om en begränsning av antalet tillåtna dubbar i dubbdäck till 50 stycken per meter rullomkrets. Kravet gäller däck som är tillverkade fr.o.m. den 1 juli 2013.
- Regeringen beslutade 2011 att ge kommunerna ytterligare möjligheter att reglera dubbdäcksanvändningen genom att tillåta zonförbud för dubbdäcksanvändning.
- Trafik- och renhållningsnämnden i Stockholms Stad har i augusti 2011 gett trafikkontoret i uppdrag att utreda miljözon som utestänger fordon med dubbdäck.
- Regeringen fastställde 2012 ett åtgärdsprogram för Stockholms län för att minska halterna av partiklar (PM10) och kvävedioxid (NO₂) [22].

Resultat från kontroller av dubbdäcksandelar i Stockholmsregionen [7, 7]



¹ Region Stockholm omfattar Stockholm, Södertälje samt Nacka kommun. Notera att Trafikverket kontrollerar parkerade fordon.

² Gator med dubbdäcksförbud i Stockholms innerstad omfattar Hornsgatan fr.o.m. 2010 samt även Fleminggatan och Kungsgatan fr.o.m. 2016. SLB-analys kontrollerar rullande fordon.



Östra Sveriges Luftvårdsförbund är en ideell förening. Medlemmar är 50 kommuner, två landsting samt institutioner, företag och statliga verk. Samarbete sker även med länsstyrelserna i länen. Målet med verksamheten är att samordna övervakning av luftkvaliteten inom samverkansområdet. Systemet för luftövervakning består bl. a. av mätningar, utsläppsdata-baser och spridningsmodeller. SLB-analys driver systemet på uppdrag av Luftvårdsförbundet.