

Östra Hagastaden

Luftutredning

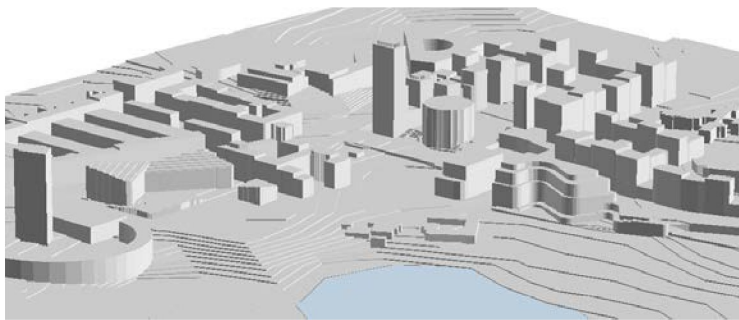
SLB-analys
Kristina Eneroth



Luftkvalitet i östra Hagastaden

Haltberäkningar av kvävedioxid och partiklar, PM10 år 2025

Kristina Eneroth



Utfört på uppdrag av Exploateringskontoret

SLB-analys, oktober 2019

SLB 35:2019





Uppdragsnummer	2019145
Daterad	2019-10-29
Handläggare	Kristina Eneroth 08-508 28 178
Status	Granskad av Jenny Lindvall

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 Exploateringskontoret i Stockholm [1].

Innehåll

Sammanfattning	1
Inledning	4
Beräkningsunderlag	5
Planområde och trafikmängder	5
Mynningsutsläpp från Norra Länken	6
Spridningsmodellering med MISKAM	9
Vägtrafikens emissioner	9
Beräkningsdomän och upplösning	10
Strömnings- och spridningsberäkningar	10
Meteorologi	10
Miljö kvalitetsnormer	12
Partiklar, PM10	12
Kvävedioxid, NO ₂	13
Miljö kvalitetsmål	14
Partiklar, PM10	14
Kvävedioxid, NO ₂	14
Hälsoeffekter av luftföroreningar	15
Resultat av haltberäkningarna med MISKAM	16
Totala dygnsmedelhalter av PM10 år 2025	16
Haltbidrag från yttrafik och mynningsutsläpp till PM10	19
Totala dygnsmedelhalter av NO ₂ år 2025	20
Haltbidrag från yttrafik och mynningsutsläpp till kväveoxider	23
Exponering för luftföroreningar	23
Osäkerheter i beräkningarna	25
Flödesrelaterade osäkerheter	25
Diskussion och slutsatser	26
Referenser	27
Bilaga 1: Andel fordon med dubbade vinterdäck 2005-2019	29

Sammanfattning

Exploateringskontoret i Stockholm har gett SLB-analys i uppdrag att beräkna halter av luftföroreningar i östra delen av Hagastaden, detaljplaneområde 2 Norrtull (dp2). Den nya detaljplanen innebär en förtätning av området, vilket kan medföra en försämrad utvädring av luftföroreningar från vägtrafiken. Spridningsberäkningar har utförts med en CFD-modell (MISKAM) för luftföroreningshalter av partiklar, PM10 och kvävedioxid, NO₂ för ett utbyggnadsalternativ år 2025. Beräknade halter har jämförts med gällande miljö kvalitetsnormer för PM10 och NO₂ enligt förordningen SFS 2010:477. Utifrån beräknade halter har även en bedömning gjorts för hur människor som vistas i området kommer att exponeras för luftföroreningar.

Lokala utsläpp från vägtrafiken

De lokala utsläppen av PM10 och kväveoxider (NO_x) i planområdet kommer från vägtrafiken, dels från vägnätet dels i form av mynningsutsläpp från Norra Länkens tunnlar. Trafiken i området baseras på scenario 2030 BAU dvs. beslutade investeringar och trängselskatter utan Östlig förbindelse år 2030. För beräkningarna har använts emissionsfaktorer motsvarande en dubbdäcksandel på 50 % vintertid för personbilar och lätta lastbilar i Norra Länken och på E4:an, och 40 % på övriga gator.

Miljö kvalitetsnormer och miljö kvalitetsmål

För partiklar, PM10 finns två olika normvärden definierade i lagstiftningen om miljö kvalitetsnormer (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. För kvävedioxid, NO₂ finns tre olika normvärden definierade. Det som normalt sett är svårast att klara gäller för dygnsmedelvärden. Dygnsmedelvärdet av NO₂ får inte överstiga halten 60 µg/m³ mer än 7 gånger under ett kalenderår.

Utöver att de lagreglerade miljö kvalitetsnormerna klaras är det viktigt att se till att människor utsätts för så låga luftföroreningshalter som möjligt med tanke på negativa hälsoeffekter. Miljö kvalitetsmålet Frisk luft har därför beslutats av Sveriges riksdag och definierar lågrisknivåer av luftföroreningshalter för skydd mot sjukdomar eller påverkan på växter, djur, material och kulturföremål. Målvärdena för PM10 och NO₂ är strängare än motsvarande miljö kvalitetsnorm, och anger en långsiktig målbild och ska fungera som vägledning för miljöarbetet för myndigheter, kommuner och andra aktörer.

Miljö kvalitetsnormen för PM10 klaras intill bebyggelse på Uppsalavägens västra sida samt båda sidor av Sveavägen

Bortsett från området kring Hagatunnelns- och Stallmästartunnelns mynningar beräknas de högsta halterna av PM10 på Uppsalavägens norra del samt Sveavägen mellan Norrtull och Sveaplan. Planförslaget innebär dubbelsidig bebyggelse längs med båda dessa gaturum.

Uppsalavägens dubbelsidiga gaturum: Miljö kvalitetsnormen för PM10 klaras intill byggnadsfasad på västra sidan, men överskrids utmed östra sidans bebyggelse samt stora delar av vägbanan. I det dubbelsidiga gaturummet söder om Hagabron ligger de högsta halterna strax över 40 µg/m³ intill fasad på västra sidan av gaturummet. De maximala halterna vid östra sidans bebyggelse ligger upp mot 70 µg/m³.

Norr om Hagabron ökar haltbidraget från mynningsutsläpp från Haga- och Stallmästartunneln, vilket leder till ökade PM10-halter. De högsta halterna på Uppsalavägen intill bebyggelse (norra delen av kvarter 15) uppgår till över 90 µg/m³. Den skyltade hastigheten ökar från 40 km/h till 60 km/h norr om Hagabron, vilket innebär ökade utsläpp av PM10. Detta beroende på att dubbdäckens slitage på asfalten ökar proportionellt med ökad hastighet. De beräknade halterna på Hagabron över Uppsalavägen ligger i intervallet 30 – 35 µg/m³.

Sveavägens dubbelsidiga gaturum: Längs med Sveavägen mellan Norrtull och Sveaplan innebär planförslaget dubbelsidig bebyggelse. Miljökvalitetsnormen för PM10 klaras intill gaturummets byggnadsfasader. Intill södra sidans bebyggelse ligger de beräknade halterna som högst strax under 45 µg/m³. De maximala halterna vid norra sidans bebyggelse ligger strax över 40 µg/m³. De beräknade halterna av PM10 överskrider miljökvalitetsnormen på delar av vägbanan.

Miljökvalitetsnormen för NO₂ klaras intill bebyggelse på Uppsalavägen västra sidan samt båda sidor av Sveavägen

Liksom för PM10 beräknas de högsta halterna av NO₂ kring Hagatunnelns- och Stallmästartunnelns mynningar samt på Uppsalavägens norra del samt Sveavägen dvs. vägsträckor med dubbelsidig bebyggelse.

Uppsalavägens dubbelsidiga gaturum: Miljökvalitetsnormen för NO₂ klaras intill byggnadsfasad på västra sidan, men överskrids utmed östra sidans bebyggelse samt delar av vägbanan. I det dubbelsidiga gaturummet söder om Hagabron ligger de högsta halterna strax över 50 µg/m³ intill fasad på västra sidan av gaturummet. De maximala halterna vid östra sidans bebyggelse ligger ett par mikrogram under 70 µg/m³. Norr om Hagabron ökar haltbidraget från mynningsutsläpp från Hagatunneln och Stallmästartunneln, vilket leder till ökade NO₂-halter. De högsta halterna på Uppsalavägen intill bebyggelse (norra delen av kvarter 15) uppgår till strax över 70 µg/m³. De beräknade halterna på Hagabron över Uppsalavägen ligger i intervallet 40 – 50 µg/m³.

Sveavägens dubbelsidiga gaturum: Miljökvalitetsnormen för NO₂ klaras intill gaturummets byggnadsfasader. Intill södra sidans bebyggelse ligger de beräknade halterna som högst strax under 60 µg/m³, medan de maximala halterna vid norra sidans bebyggelse ligger ett par mikrogram under 60 µg/m³. På delar av vägbanan överskrider miljökvalitetsnormen.

Exponering för luftföroreningar

Varken miljökvalitetsnormer eller det nationella miljömålet Frisk luft utgör någon nedre gräns för när luftföroreningar ger hälsoeffekter. Även föroreningshalter som är lägre än miljömålnivån kan påverka människors hälsa. Sambandet mellan luftföroreningar och hälsopåverkan är såvitt forskning hittills visat linjärt, vilket innebär att ju mer föroreningar man utsätts för desto större hälsopåverkan. Barn är speciellt känsliga för luftföroreningar, vilket innebär att det är särskilt viktigt med en bra luftmiljö där barn vistas som t.ex. förskolor, skolor och lekplatser.

Den förtätning som sker av bebyggelsen i utbyggnadsalternativet medför att människor som vistas i planområdet kan få en ökad exponering av luftföroreningar i vissa gaturum i jämförelse med ett nollalternativ. Detta gäller både Uppsalavägen och Sveavägen. Längs

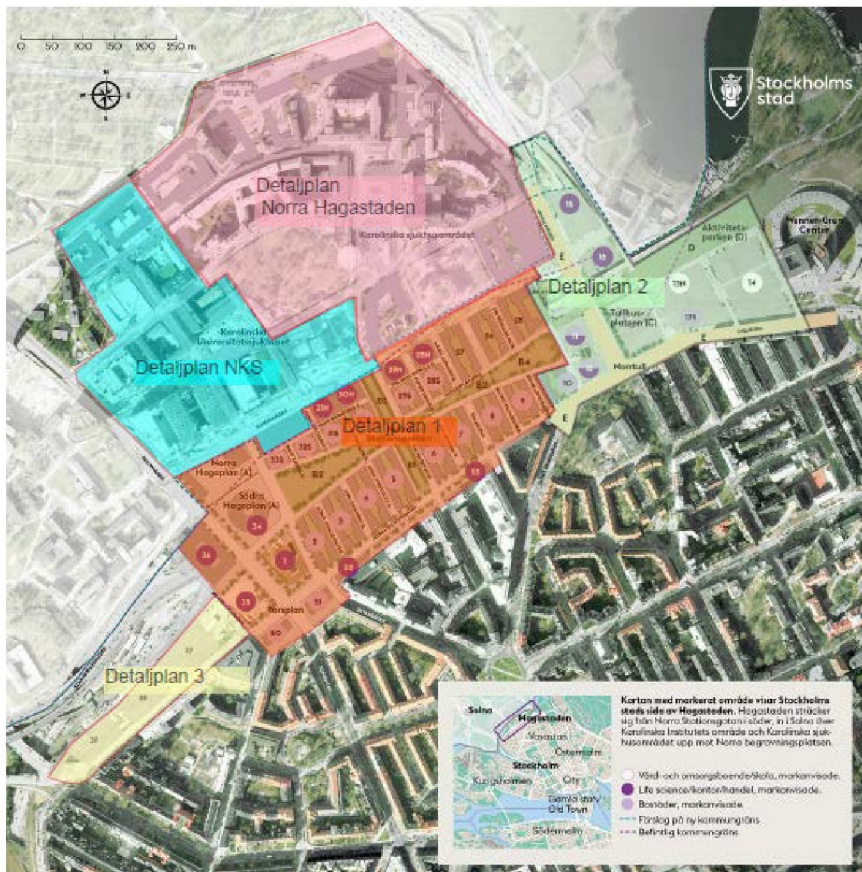
med Uppsalavägen finns i nuläget inte någon bebyggelse. Planprogrammet innebär att ett enkelsidigt gaturum bildas längs dess södra del medan ett dubbelsidigt gaturum bildas längre norrut. Sveavägen har i dagsläget endast bebyggelse längs södra sidan. Planerad bebyggelse på dess norra sida innebär att ventilationen och utvädring av vägtrafikens utsläpp försämras.

För att skapa en så bra miljö som möjligt inom detaljplaneområdet bör man sträva efter att sänka halten av luftföroreningar på gator med ökad exponering. Exempel på åtgärder för att förbättra luftkvalitén är minskad trafik, lägre andel fordon med dubbdäck (utökat dubbdäcksförbud), renare fordon (införande av miljözon för lätta fordon) eller förändrad skyltad hastighet.

Inledning

Exploateringskontoret i Stockholm har gett SLB-analys i uppdrag att beräkna halter av luftföroreningar i östra delen av Hagastaden, detaljplaneområde 2 Norrtull (dp2), se Figur 1. Den nya detaljplanen innebär en förtätning av området med dubbelsidiga och enkelsidiga gaturum, vilket kan medföra en försämrad utvädring av luftföroreningar från vägtrafiken.

Spridningsberäkningar har utförts för luftföroreningshalter av partiklar, PM10 och kvävedioxid, NO₂ för ett utbyggnadsalternativ år 2025 med planerad bebyggelse. Trafiken i området baseras på scenario 2030 BAU dvs. beslutade investeringar och trängselskatter utan Östlig förbindelse år 2030. Beräknade halter har jämförts med gällande miljökvalitetsnormer för PM10 och NO₂ enligt förordningen SFS 2010:477 [2]. Utifrån beräknade halter har även en bedömning gjorts för hur människor som vistas i området kommer att exponeras för luftföroreningar, enligt Länsstyrelsens vägledning för detaljplaneläggning med tanke på luftkvalitet [3].



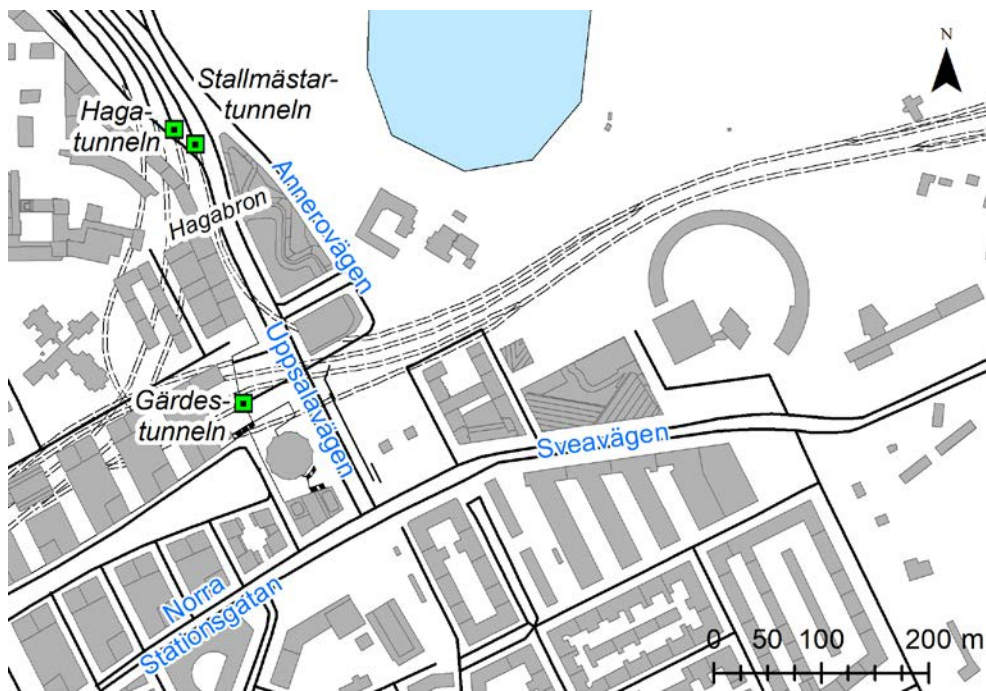
Figur 1. Karta över Hagastadens detaljplaneområden. Detaljplan 2 = grön färg.

Beräkningsunderlag

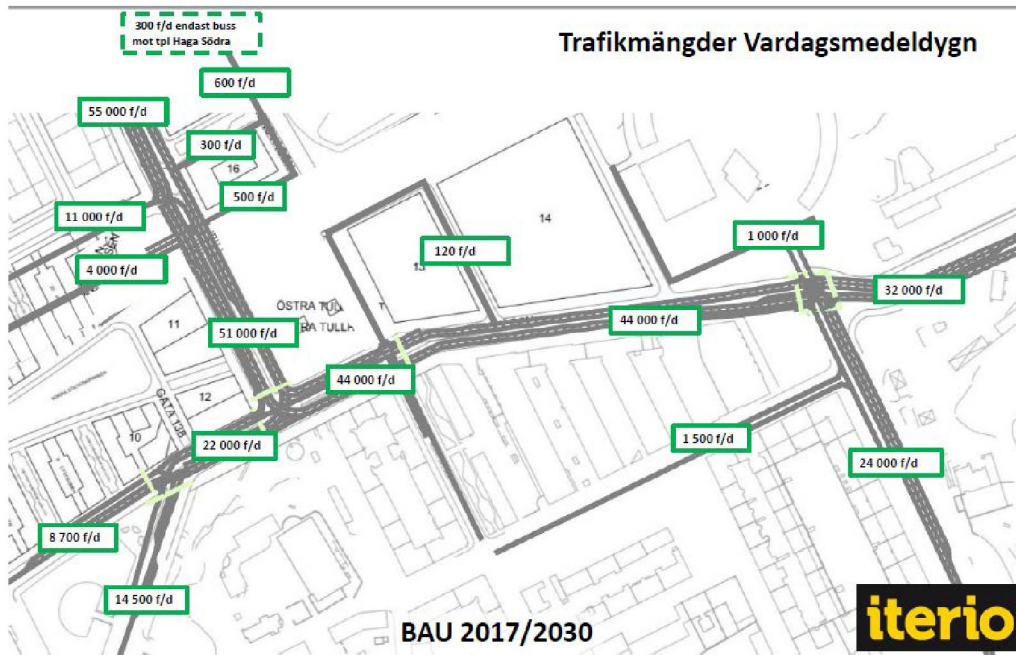
Planområde och trafikmängder

Figur 2 visar planerad bebyggelse inom detaljplaneområde 2, östra Hagastaden. Planförslaget innebär att dubbelsidiga gaturum uppkommer längs med Uppsalavägen och Sveavägen, båda gator med hög trafikbelastning. Prognoser för trafikflöden för omgivande gator och vägar i området enligt scenario 2030 BAU dvs. beslutade investeringar och trängselskatter utan Östlig förbindelse framgår av Figur 3. Enligt trafikprognos 2030 BAU kommer Uppsalavägen trafikeras av ca 51 000 – 55 000 fordon/vardagsmedeldygn och Sveavägen av ca 44 000 fordon/vardagsmedeldygn. Breda gator tål betydligt större avgasutsläpp, utan att halterna behöver bli oacceptabelt höga, än trånga gator med dubbelsidig bebyggelse.

För huvudgator (Sveavägen, Uppsalavägen, Norra Stationsgatan och Sankt Eriksgatan) har antagits 7 % tung trafik, medan för mindre lokalgator har antagits 4 % tung trafik. Detta med undantag av Annerovägen där hälften av trafiken utgörs av busstrafik till tpl Haga Södra. På Sveavägen, södra Uppsalavägen (upp till Hagabron), Norra Stationsgatan och Sankt Eriksgatan är den skyltade hastigheten 40 km/h, på norra Uppsalavägen (norr om Hagabron) 60 km/h. På övriga vägar är den skyltade hastigheten 30 km/h. För trafiken i Norra Länken och på E4:an har antagits 7 % tung trafik och skyltad hastighet 70 km/h. Trafikflöden samt uppgifter om skyltad hastighet har lämnats av beställaren.



Figur 2. Planerad bebyggelse. Mynningar från Norra Länken tunnlar är inritade som gröna fyrkanter.

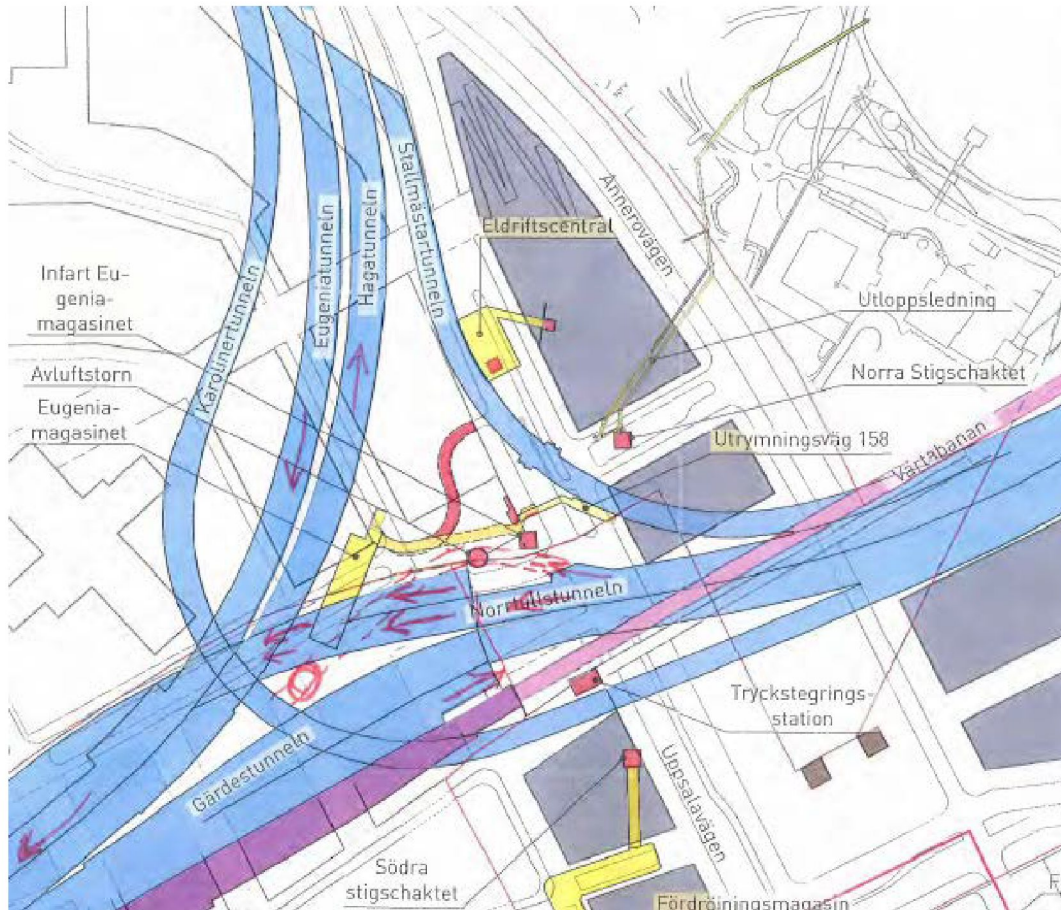


Figur 3. Prognoser för totala trafikflöden som vardagsmedeldygn för utbyggnadsalternativet då planen är genomförd.

Mynningsutsläpp från Norra Länken

Utöver utsläpp från yttrafiken belastas området av utsläpp från Gärdestunnelns avfart. Längre norrut mynnar Stallmästartunneln och Hagatunneln. Mynningsutsläppen från Stallmästartunneln och Hagatunneln påverkar främst halterna i det planerade dubbelsidiga gaturummet på norra delen av Uppsalavägen. Prognosticerade trafikflöden för Norra Länkens tunnlar år 2030 har erhållits från beställaren. Figur 4 visar en översiktskarta över Norra Länkens tunnlar inom dp2.

- Eugenia- och Hagatunneln: 23 000 fordon/dygn per tunnelrör
- Norrtulls- och Gärdestunneln: 30 000 fordon/dygn per tunnelrör
- Karoliner- och Stallmästartunneln: 13 250 fordon/dygn per tunnelrör



Figur 4. Översiktsskarta över Norra Länkens tunnlar inom dp2.

I utredningsområdet mynnar en avfart från Gärdestunneln, Norra Länken. Enligt trafikprognos för år 2030 åker ca 4 000 fordon/dygn ut från Gärdestunneln vid Norrtull, medan merparten av trafiken fortsätter österut. Fördelningen av utsläpp mellan de två tunnelrören, avfart respektive huvudtunnel, har antagits vara proportionellt mot antalet fordon i respektive tunnelrör, vilket innebär att drygt 10 % av de trafikutsläpp som sker i Gärdestunneln mellan Solna och Norrtull placerades vid avfartmynningen i dp2 Norrtull. Anledningen till detta antagande är att luften i tunneln ventileras med hjälp av fordonsrörelser, ju mer trafik desto större är trafikens kolvverkan i tunnelrören. Mynningsutsläppet från Gärdestunneln beräknades utifrån fordonsflöde, längd på tunneln, fordonssammansättning och vägtrafikens emissionsfaktorer för år 2025.

Norr om dp2 mynnar ytterligare två av Norra Länkens tunnlar, Stallmästartunneln och Hagatunneln. Mynningsutsläppen från Stallmästartunneln och Hagatunneln sker i ett nedsänkt tråg, vilket innebär att spridningen i huvudsak följer strömmen av fordon norrut [4]. Liksom för Gärdestunneln beräknades mynningsutsläppen från Hagatunneln utifrån fordonsflöde, längd på tunneln, fordonssammansättning och vägtrafikens emissionsfaktorer för år 2025 dvs. alla utsläpp från trafiken i tunneln från infarten vid Solnabron antogs ventileras ut vid utfarten på E4 norrut.

För att beräkna utsläppen från Stallmästartunneln användes en annan metodik. Detta eftersom det inte är rimligt att anta att alla emissioner i Norrtullstunneln från infarten Hjorthagen till Norrtull ventileras ut via Stallmästartunneln. Istället beräknade bidraget från trafiken från Norrtullstunneln genom att multiplicera uppmätt NO_x -halt ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) med

tunnelrörets area (m²), samt uppmätt flödes hastighet (m/s). Mätdata från mätpunkt i Norrtullstunneln som använts som indata till beräkningarna visas i Tabell 1. Mätpunkten är placerad i Norrtullstunneln innan avluftstorn, se Figur 3. För att få utsläpp år 2025 har de beräknade utsläppen skalats om utifrån förväntade utsläppsminskningar p.g.a. renare fordonsflotta samt prognosticerade framtida trafikflöden för Norra Länkens tunnlar. För att uppskatta tillskottet av NO_x från trafiken i Stallmästartunneln, dvs. sträckan mellan delningen från Norrtullstunneln och mynningen, användes uppgifter om fordonsflöde, längd på tunnelsträckan, fordonsammansställning och vägtrafikens emissionsfaktorer för år 2025.

Tabell 1. Medelvärden av erhållna mätdata för Norrtullstunneln oktober 2017 (innan avluftstorn) samt beräknat utsläpp av NO_x.

Tunnelarea, m ²	Trafik, ÅMD	NO _x -halt, µg/m ³	Luftflöde, m ³ /s	NO _x -utsläpp, g/s
57.6	26 338	1128	148	0.17

Tabell 2 visar beräknade mynningsutsläpp från Stallmästartunneln, Hagatunneln och Gärdestunneln som använts som indata till modellberäkningarna. Inga mätningar av PM10 görs inne i Norra Länkens tunnlar. Mynningsutsläppen av PM10 har istället uppskattats utifrån skalning av NO_x-halter. Skalningsfaktorn har tagits fram utifrån uppmätta PM10- och NO_x-halter vid tunnelmynningen Norra Länken i Hjorthagen [27] samt Trafikverkets mätningar i Södra Länken.

För Hagatunneln gjordes även alternativa beräkningar där utnyttjade uppmätta NO_x-halter och flödes hastigheter i Eugeniattunneln. Antagande gjordes att dessa mätdata även är representativa för Hagatunneln. Enligt Nationella VägDataBasen (NVDB) är trafikflödet i Eugeniattunneln 31 940 ÅMD (år 2017), medan det för Hagatunneln är inlagt 44 010 ÅMD. Detta justerades för i beräkningarna. Detta alternativa beräkningssätt gav ett mynningsutsläpp av NO_x från Hagatunneln på 0.045 g/s år 2025 dvs. lägre än det som användes som indata till modellberäkningarna, se Tabell 2. Detta belyser den osäkerhet som finns i de uppskattade mynningsutsläppen. För att minska denna osäkerhet jämfördes de beräknade halterna från MISKAM-modellen vid tunnelmynningarna med uppmätta halter i tunnelrören (omskalning gjordes för att ta hänsyn till olika fordonsflotta och trafikflöden). PM10 halterna jämfördes med uppmätta halter i Årstattunneln och Hammarbytunneln i Södra Länken.

Tabell 2. Trafikprognos samt beräknade mynningsutsläpp år 2025.

	Trafik, ÅMD	NO _x -utsläpp, g/s
Stallmästartunneln	11 925	0.039
Hagatunneln	20 700	0.068
Gärdestunneln	3 600	0.009

Spridningsmodellering med MISKAM

För att kunna uppskatta effekten av detaljplaneområdets topografi och byggnader på spridningen av utsläppen från ytvägar och tunnelmynning har beräkningar utförts med hjälp av modellen MISKAM (Mikroskaliges Strömungs- und Aubreitungsmodell) [5]. Modellen är en så kallad CFD-modell (CFD=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. Tekniken har länge använts vid aerodynamisk utformning av bilar och flygplan, samt inom en rad andra industritillämpningar.

Vägtrafikens emissioner

Emissionsdata, dvs. utsläppsdata, utgör indata för spridningsmodellerna vid framräkning av halter av luftföroreningar. För beräkningarna har Östra Sveriges Luftvårdsförbunds länstäckande emissionsdatabas för år 2015 använts [6]. 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.

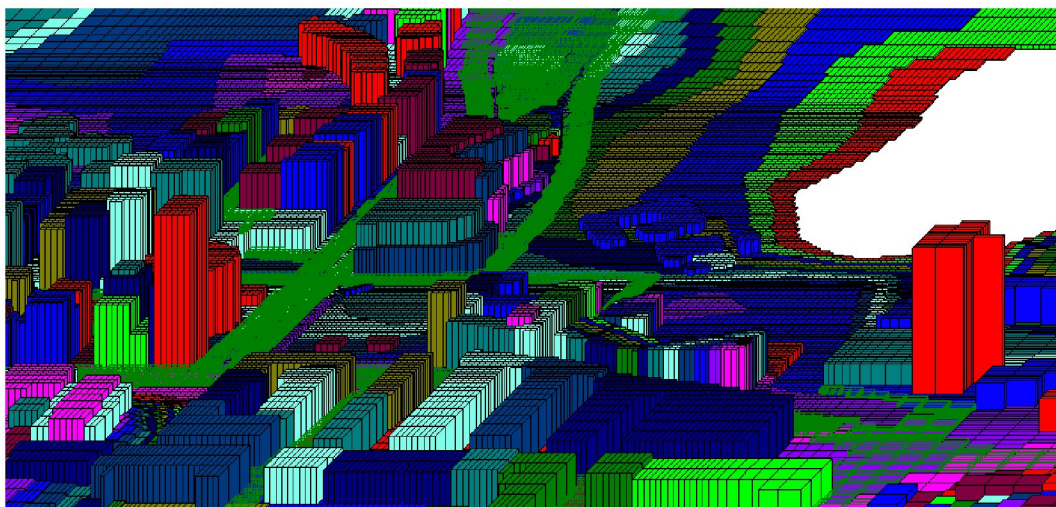
Vägtrafikens utsläpp av kväveoxider och avgaspartiklar är beskrivna med emissionsfaktorer år 2025 för olika fordons- och vägtyper enligt HBEFA-modellen (ver. 3.3). Det är en europeisk emissionsmodell för vägtrafik som har anpassats till svenska förhållanden [7]. Trafiksammansättningen avseende fordonsparkens avgasreningsgrad (olika euroklasser) gäller för år 2025. Sammansättning av olika fordonstyper och bränslen, t.ex. andel dieselpersonbilar år 2025, 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. Den förväntade ökade dieselandelen kommer dock att dämpa minskningen.

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 dubbdäcks-andelar baseras på Nortrip-modellen [8, 9]. Korrektion har gjorts för att slitaget och uppvirvlingen ökar med vägtrafikens hastighet [8, 9, 10].

För beräkningarna har använts emissionsfaktorer motsvarande en dubbdäcksandel på 50 % vintertid för personbilar och lätta lastbilar i Norra Länken och på E4:an, och 40 % på övriga gator. Detta kan jämföras med SLB-analys' mätningar av fordon med dubbdäck i Stockholms innerstad senaste vintersäsongen som visade en dubbdäckandel mellan 35 - 45 % (exkluderat gator med dubbdäcksförbud) [11]. Större infartsleder har något högre dubbdäcksandel än innerstadsgator. Trafikverkets mätningar på parkerade fordon vintern 2016 visade på en dubbdäckandel på ca 46 % på Stockholms innerstadsgator och ca 54 % på övriga gator i Region Stockholm (Stockholm, Södertälje och Nacka) [12]. På samtliga gator visar andelen fordon med dubbdäck en nedåtgående trend, se Bilaga 1.

Beräkningsdomän och upplösning

Beräkningsdomän är det område för vilket beräkningarna utförts. Domänen i denna utredning har en horisontell utbredning på 900 x 780 meter. Upplösningen på modellen varierar mellan 2 – 20 meter beroende på läge i domänen. Den vertikala utsträckningen sträcker sig mellan marknivå upp till 400 meter. Beräkningscellernas vertikala upplösning är 1 meter mellan marken och 40 meters höjd. Från 40 meters höjd och uppåt avtar upplösningen successivt från $\Delta z = 1$ meter till $\Delta z = 30$ meter. Spridningen i Uppsalavägen- och Sveavägens gaturum beräknas med modellens högsta upplösning. Del av uppbyggd topografi i modellen visas i Figur 4. Vid konstruerandet av beräkningsdomänen, val av upplösning och utsträckning, har arbetet följt så kallade ”best practice guidelines” för högupplösta flödesberäkningar i urban miljö [13].



Figur 4. Uppbyggd topografi i MISKAM.

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 3 meter över vägbanan, antas utsläppen från fordonen vara homogent fördelade och momentant omblandade.

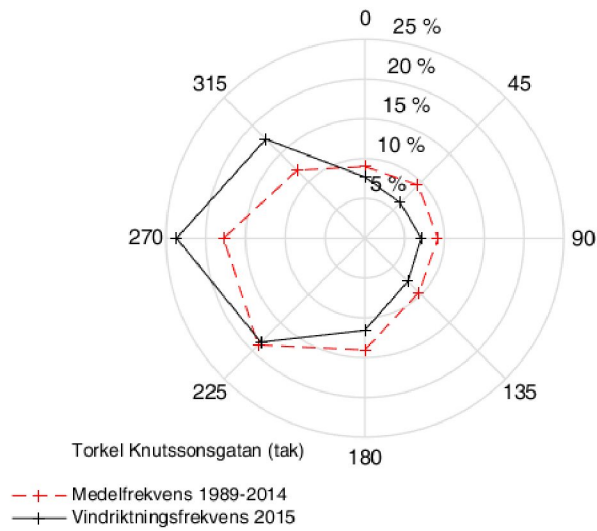
Meteorologi

MISKAM har en funktion som gör det möjligt att utifrån meteorologiska mätdata göra en statistisk skalning av de beräknade spridningsfallen, och 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 miljö kvalitetsnormer ska halterna vara representativa för ett normalår. Som indata till den statistiska omskalningen i MISKAM 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 höjddled. Vid neutral skiktning är

den höjdmässiga temperaturförändringen sådan att vertikala lufrörelser 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 späds 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 uppmätt vindriktning år 2015 samt flerårsmedelvärde år 1989-2014 på Södermalm i Stockholm [14].



Figur 5. Uppmätt vindriktning år 2015 samt flerårsmedelvärde år 1989-2014 på Torkel Knutssonsgatan, Stockholm [6].

Miljökvalitetsnormer

Miljökvalitetsnormer 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.

Vid planering och planläggning ska kommuner och myndigheter ta hänsyn till miljökvalitetsnormen. I plan- och bygglagen anges bl.a. att planläggning inte får medverka till att en miljökvalitetsnorm överträds. För närvarande finns miljökvalitetsnormer för kvävedioxid, partiklar (PM10 och PM2.5), bensen, kolmonoxid, svaveldioxid, ozon, bens(a)pyren, arsenik, kadmium, nickel och bly [2]. Halterna av svaveldioxid, kolmonoxid, bensen, bens(a)pyren, partiklar (PM2,5), arsenik, kadmium, nickel och bly är så låga att miljökvalitetsnormer för dessa ämnen klaras i hela regionen [15, 16, 17, 18, 19]. I Luftkvalitetsförordningen [2] framgår att miljökvalitetsnormer gäller för utomhusluften med undantag av arbetsplatser samt väg- och tunnelbanetunnlar.

Miljökvalitetsnormer 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 miljökvalitetsnorm ska klaras får inget av normvärdena överskridas.

Partiklar, PM10

Tabell 2 visar gällande miljökvalitetsnorm 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 [20].

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 miljökvalitetsnormen ska klaras.

Tabell 2. Miljökvalitetsnorm för partiklar, PM10 avseende skydd av hälsa [2].

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

Kvävedioxid, NO₂

Tabell 3 visar gällande miljökvalitetsnorm för kvävedioxid, NO₂ till skydd för hälsa. Normvärden finns för årsmedelvärde, dygnsmedelvärde och timmedelvärde. Miljökvalitetsnormens årsmedelvärde får inte överskridas och dygns- och timmedelvärdet inte får överskridas mer än 7 respektive 175 gånger under ett kalenderår för att normen ska klaras. 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 [20].

I resultatet som följer redovisas det 8:e högsta dygnsmedelvärdet av NO₂ under beräkningsåret, vilket alltså inte får vara högre än 60 µg/m³ för att miljökvalitetsnormen ska klaras.

Tabell 3. Miljökvalitetsnorm för kvävedioxid, NO₂ avseende skydd av hälsa [2].

Tid för medelvärde	Normvärde (µg/m ³)	Anmärkning
Kalenderår	40	Värdet får inte överskridas
Dygn	60	Värdet får inte överskridas mer än 7 dygn per kalenderår förutsatt att föroreningsnivån aldrig överstiger 200 µg/m ³ under en timme mer än 18 gånger under ett kalenderår
Timme	90	Värdet får inte överskridas mer än 175 timmar per kalenderår

Miljökvalitetsmål

Det nationella miljökvalitetsmålet 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. Miljökvalitetsmålen med preciseringar anger en långsiktig målbild för miljöarbetet och ska vara vägledande för myndigheter, kommuner och andra aktörer.

Miljökvalitetsmålet Frisk luft omfattar preciseringar för kvävedioxid, partiklar (PM10 och PM2.5), bensen, bens(a)pyren, butadien, formaldehyd marknära ozon, ozonindex och korrosion [21].

Partiklar, PM10

Tabell 4 visar miljökvalitetsmål 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. För att målet ska uppnås ska årsmedelvärdet inte överskridas och dygnsmedelvärdet inte överskridas mer än 35 gånger under ett kalenderår. I alla mätningar i Stockholms- och Uppsala län har årsmedelvärdet av PM10 varit svårare att klara än dygnsmedelvärdet. Även 2015 års kartläggning av PM10-halter i Stockholms- och Uppsala län visade detta [20].

Tabell 4. Miljökvalitetsmål för partiklar, PM10 [21].

Tid för medelvärde	Målvärde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Anmärkning
Kalenderår	15	
Dygn	30	För att målet ska nås ska antal dygn med halt $>30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ inte vara fler än 35 per kalenderår

Kvävedioxid, NO₂

Tabell 5 visar gällande nationella miljökvalitetsmål för kvävedioxid, NO₂ till skydd för hälsa. Miljömål finns preciserade för årsmedelvärde och timmedelvärde. För att målet ska uppnås ska årsmedelvärdet inte överskridas och timmedelvärdet inte överskridas mer än 175 timmar under ett kalenderår. I alla mätningar i Stockholms- och Uppsala län har målet för timmedelvärdet av NO₂ varit svårare att klara än årsmedelvärdet. Även 2015 års kartläggning av NO₂-halter i Stockholms- och Uppsala län visade detta [20].

Tabell 5. Miljökvalitetsmål för kvävedioxid, NO₂ [21].

Tid för medelvärde	Målvärde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Anmärkning
Kalenderår	20	
Timme	60	För att målet ska nås ska antal dygn med halt $>60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ inte vara fler än 175 per kalenderår

Hälsoeffekter av luftföroreningar

Det finns tydliga samband mellan luftföroreningar och effekter på människors hälsa [22, 23]. Effekter har konstaterats även om luftföroreningshalterna underskrider gränsvärdena enligt miljöbalken [24, 25]. 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 [23]. 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 av haltberäkningarna med MISKAM

Totala dygnsmedelhalter av PM10 år 2025

Figur 6 visar beräknade totala dygnsmedelhalter av PM10 i marknivå det 36:e värsta dygnet år 2025. I totala halter ingår lokala bidrag från vägtrafik i form av ytvägar och tunnelmyningar, samt haltbidrag från regionen och intransport av luftföroreningar från andra länder. Halterna gäller 2 meter ovan mark för ett meteorologiskt normalt år och en dubbdäcksandel på 40-50 % vintertid.

För att miljö kvalitetsnormen till skydd för människors hälsa ska klaras får PM10-halten inte överstiga $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. För att miljö kvalitetsmålet ska klaras får inte halten överstiga $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Bortsett från området kring Hagatunnelns- och Stallmästartunnelns mynningar beräknas de högsta halterna av PM10 på Uppsalavägens norra del samt Sveavägen. Båda dessa vägsträckor har dubbelsidig bebyggelse.

Uppsalavägens dubbelsidiga gaturum: Miljö kvalitetsnormen för PM10 klaras intill byggnadsfasad på västra sidan, men överskrids utmed östra sidans bebyggelse samt stora delar av vägbanan. I det dubbelsidiga gaturummet söder om Hagabron ligger de högsta halterna strax över $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ intill fasad på västra sidan av gaturummet. De maximala halterna vid östra sidans bebyggelse ligger upp mot $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Norr om Hagabron ökar haltbidraget från mynningsutsläpp från Hagatunneln och Stallmästartunneln, vilket leder till ökade PM10-halter. De högsta halterna på Uppsalavägen intill bebyggelse (norra delen av kvarter 15) uppgår till över $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Den skyltade hastigheten ökar från 40 km/h till 60 km/h norr om Hagabron, vilket innebär ökade utsläpp av PM10. Detta beroende på att dubbdäckens slitage på asfalten ökar proportionellt med ökad hastighet.

Figur 7 visar en vertikal haltprofil för Uppsalavägens dubbelsidiga gaturum i höjd med Hagabron. Figuren visar att beräknade halterna på Hagabron över Uppsalavägen ligger i intervallet $30 - 35 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

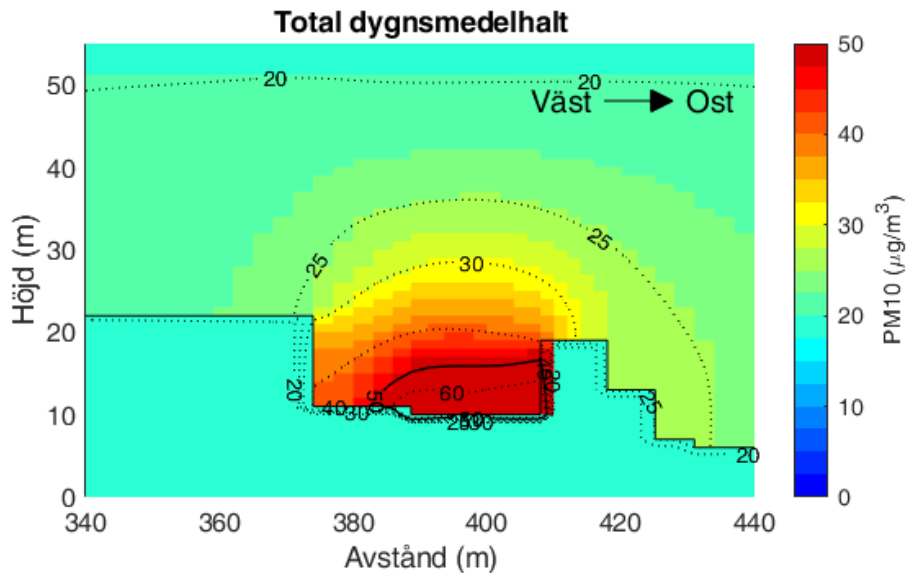
Sveavägens dubbelsidiga gaturum: Längs med Sveavägen mellan Norrtull och Sveaplan innebär planförslaget dubbelsidig bebyggelse. Miljö kvalitetsnormen för PM10 klaras intill gaturummets byggnadsfasader. Intill södra sidans bebyggelse ligger de beräknade halterna som högst strax under $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De maximala halterna vid norra sidans bebyggelse ligger strax över $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De beräknade halterna av PM10 överskrider miljö kvalitetsnormen på delar av vägbanan.

Figur 8 visar en vertikal haltprofil för Sveavägen dubbelsidiga gaturum, för den delen av gatan med de högsta beräknade halterna. Figuren visar att halterna av PM10 avtar snabbt med höjden.

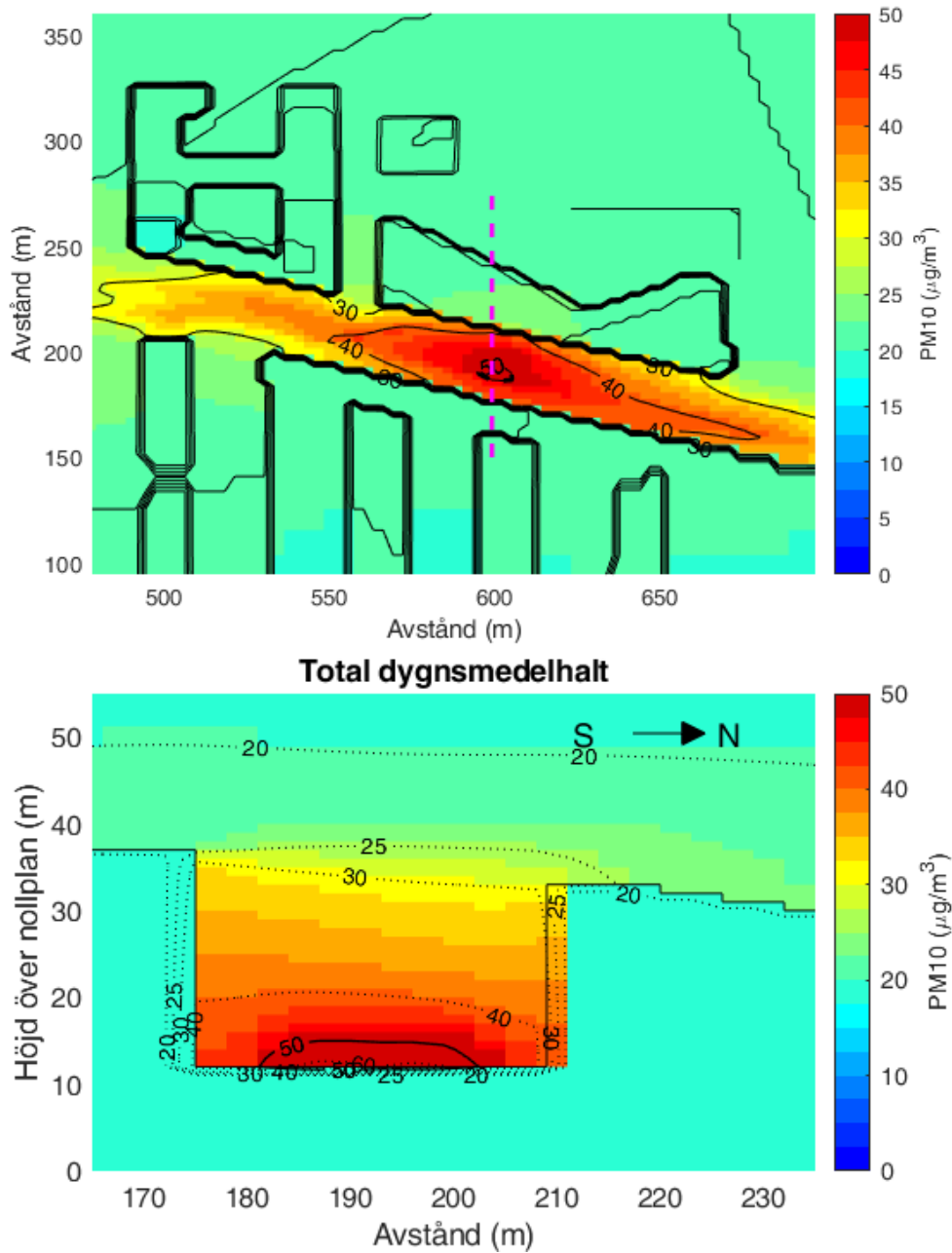
Haga- och Stallmästartunnelns mynningar: De beräknade halterna av PM10 överskrider miljö kvalitetsnormen vid Hagatunnelns och Stallmästartunnelns mynningar i norra delen av beräkningsområdet.



Figur 6. Beräknad dygnsmedelhalt av partiklar, PM10 under det 36:e värsta dygnet för utbyggnadsalternativet år 2025.



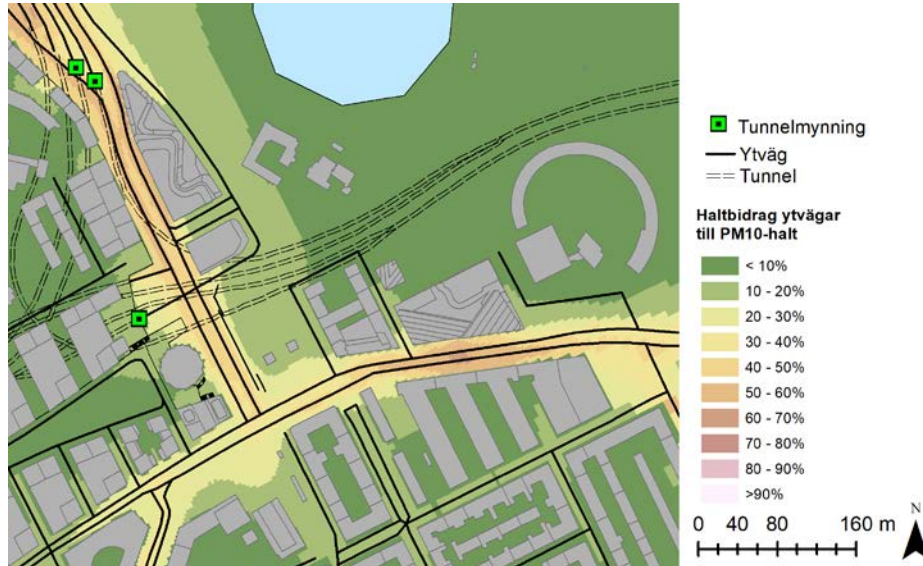
Figur 7. Beräknad dygnsmedelhalt av PM10 under det 36:e värsta dygnet för utbyggnadsalternativet år 2025. Vertikal haltprofil för Uppsalavägens dubbelsidiga gaturum i nivå med Hagabron.



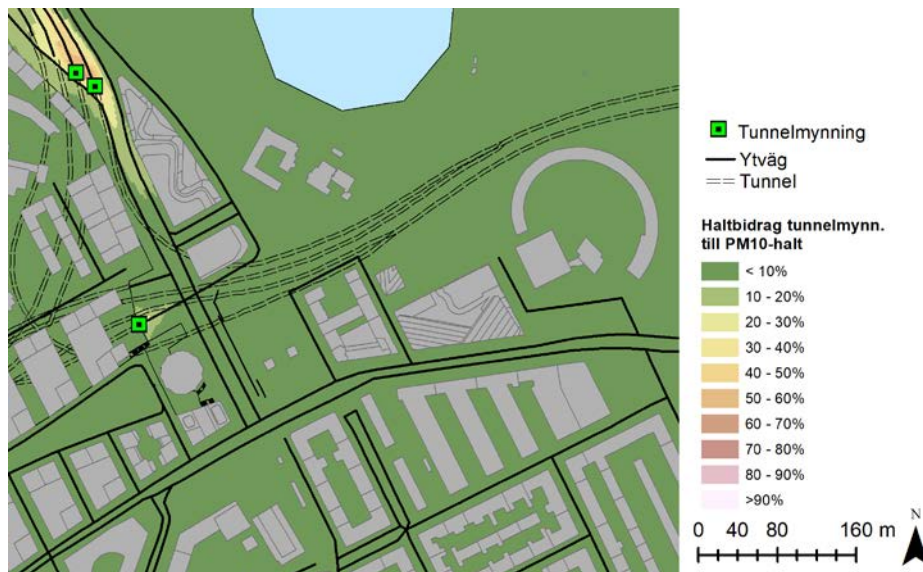
Figur 8. Beräknad dygnsmedelhalt av PM10 under det 36:e värsta dygnet för utbyggnadsalternativet år 2025. Övre bilden: Horisontell haltkarta 2 meter ovan mark. Rosa streckad linje visar position för tvärsnittet för vertikala profilen. Nedre bilden: Vertikal haltprofil för Sveavägens dubbelsidiga gaturum.

Haltbidrag från yttrafik och mynningsutsläpp till PM10

Figur 9-10 visar beräknade haltbidrag från yttrafiken respektive Norra Länkens tunnelmyningar till totala årsmedelhalterna av PM10. Beräkningarna visar att haltbidraget från yttrafiken är den dominerade källan till PM10-halterna på Uppsalavägen och Sveavägen. På norra delen av Uppsalavägen är även haltbidraget från Hagatunneln och Stallmästartunneln relativt stort.



Figur 9. Ytvägnätets procentuella haltbidrag till totala årsmedelhalten av partiklar, PM10, 2 meter ovan mark.



Figur 10. Gärdestunnelns-, Hagatunnelns-, och Stallmästartunnelns procentuella haltbidrag till totala årsmedelhalten av partiklar, PM10, 2 meter ovan mark.

Totala dygnsmedelhalter av NO₂ år 2025

Figur 11 visar beräknade totala dygnsmedelhalter av NO₂ det 8:e värsta dygnet för år 2025. I totala halter ingår lokala bidrag från vägtrafik i form av ytvägar och tunnelmyningar, samt haltbidrag från regionen och intransport av luftföroreningar från andra länder. Halterna gäller 2 meter ovan mark för ett meteorologiskt normalt år och en dubbdäcksandel på 40-50 % vintertid. För att miljö kvalitetsnormen till skydd för människors hälsa ska klaras får NO₂-halten inte överstiga 60 µg/m³.

Bortsett från området kring Hagatunnelns- och Stallmästartunnelns mynningar beräknas de högsta halterna av NO₂ på Uppsalavägens norra del samt Sveavägen. Båda dessa vägsträckor har dubbelsidig bebyggelse.

Uppsalavägens dubbelsidiga gaturum: Miljö kvalitetsnormen för NO₂ klaras intill byggnadsfasad på västra sidan, men överskrider utmed östra sidans bebyggelse samt delar av vägbanan. I det dubbelsidiga gaturummet söder om Hagabron ligger de högsta halterna strax över 50 µg/m³ intill fasad på västra sidan av gaturummet. De maximala halterna vid östra sidans bebyggelse ligger ett par mikrogram under 70 µg/m³.

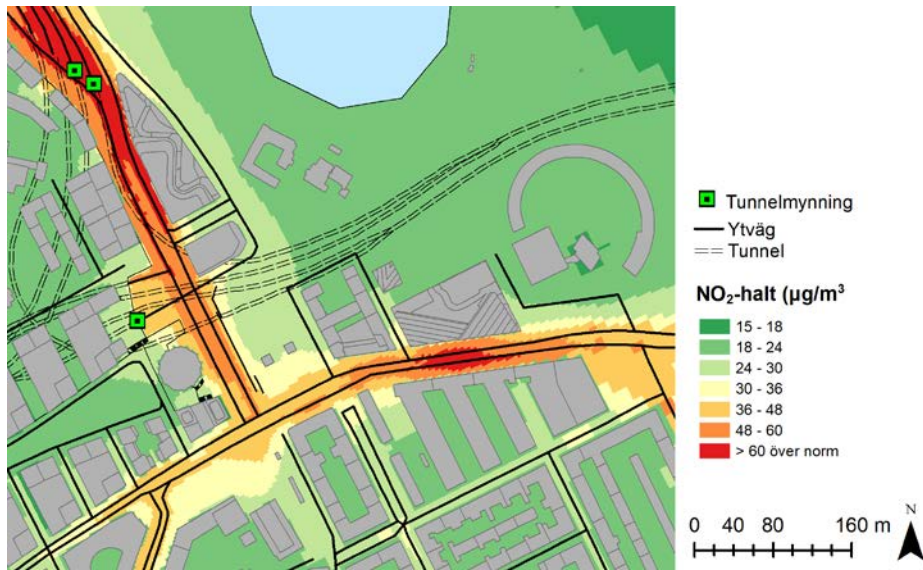
Norr om Hagabron ökar haltbidraget från mynningsutsläpp från Hagatunneln och Stallmästartunneln, vilket leder ökade NO₂-halter. De högsta halterna vid norra änden av östra sidans bebyggelse (kvarter 15) uppgår till strax över 70 µg/m³.

Figur 12 visar en vertikal haltprofil för Uppsalavägens dubbelsidiga gaturum i höjd med Hagabron. Figuren visar att beräknade halterna på Hagabron över Uppsalavägen ligger i intervallet 40 – 50 µg/m³.

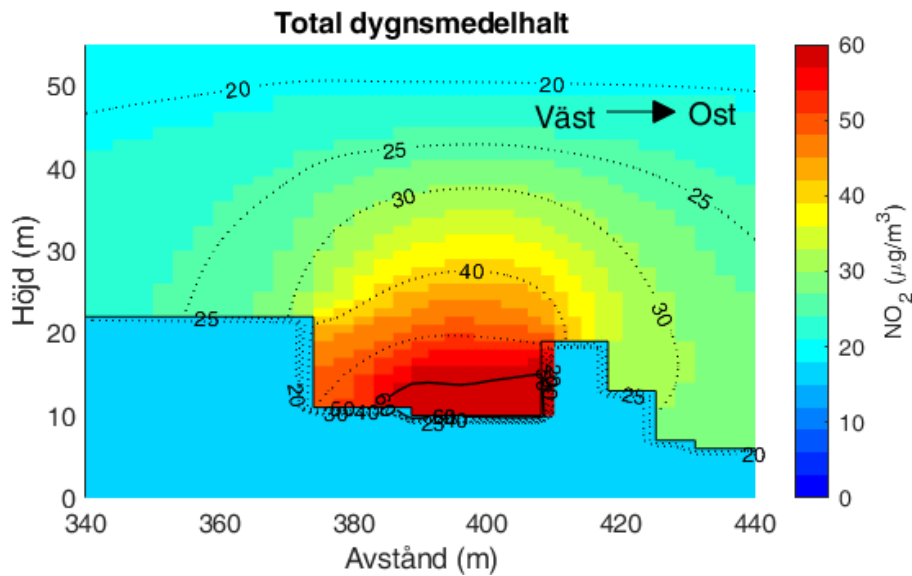
Sveavägens dubbelsidiga gaturum: Miljö kvalitetsnormen för NO₂ klaras intill gaturummets byggnadsfasader. Intill södra sidans bebyggelse ligger de beräknade halterna som högst strax under 60 µg/m³, medan de maximala halterna vid norra sidans bebyggelse ligger ett par mikrogram under 60 µg/m³. På delar av vägbanan överskrider miljö kvalitetsnormen.

Figur 13 visar en vertikal haltprofil för Sveavägen dubbelsidiga gaturum, för den delen av gatan med de högsta beräknade halterna. Figuren visar att halterna av NO₂ avtar snabbt med höjden.

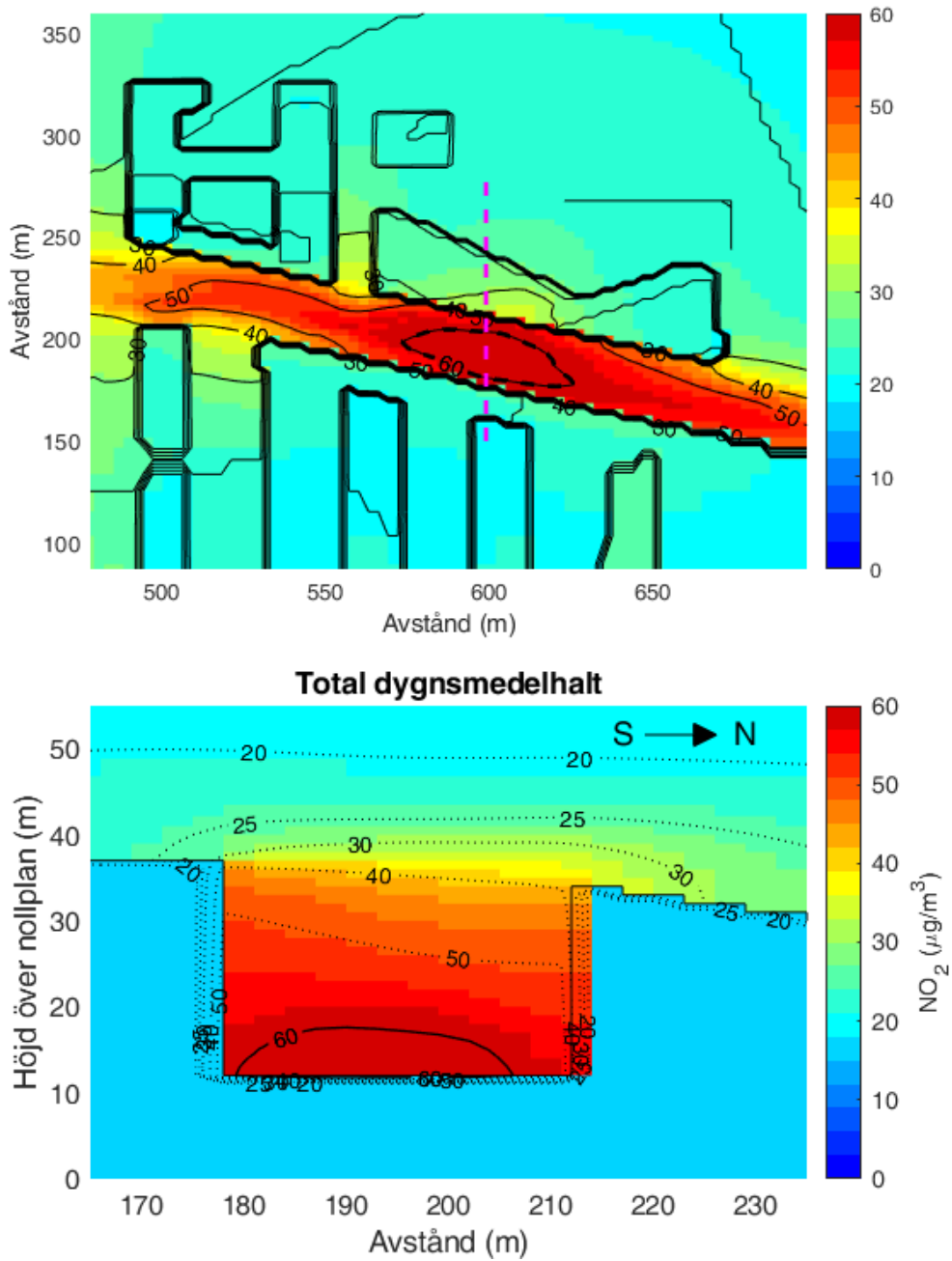
Hagatunnelns och Stallmästartunnelns mynningar: De beräknade halterna av NO₂ överskrider miljö kvalitetsnormen vid Hagatunnelns och Stallmästartunnelns mynningar i norra delen av beräkningsområdet.



Figur 11. Beräknad dygnsmedelhalt av kvävedioxid, NO₂ under det 8:e värsta dygnet för utbyggnadsalternativet år 2025.



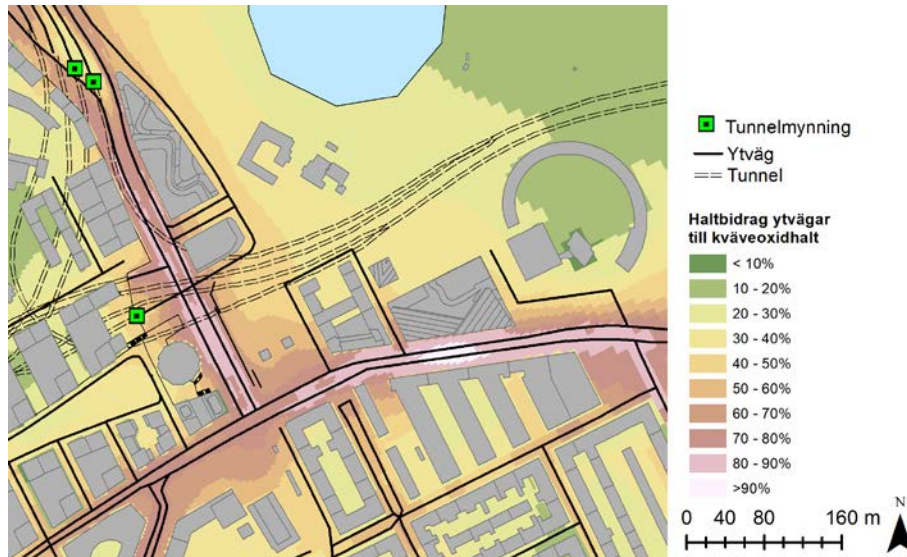
Figur 12. Beräknad dygnsmedelhalt av NO₂ under det 8:e värsta dygnet för utbyggnadsalternativet år 2025. Vertikal haltprofil för Uppsalavägens dubbelsidiga gaturum i nivå med Hagabron.



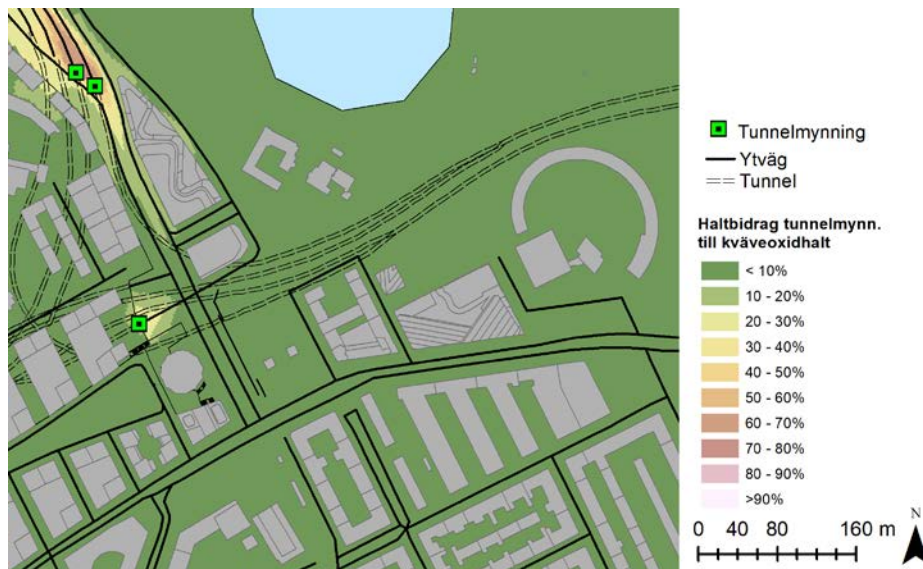
Figur 13. Beräknad dygnsmedelhalt av NO₂ under det 8:e värsta dygnet för utbyggnadsalternativet år 2025. Övre bilden: Horisontell haltkarta 2 meter ovan mark. Rosa streckad linje visar position för tvärsnittet för vertikala profilen. Nedre bilden: Vertikal haltprofil för Sveavägens dubbelsidiga gaturum.

Haltbidrag från ytraffik och mynningsutsläpp till kväveoxider

Figur 14-15 visar beräknade haltbidrag från ytraffiken respektive Norra Länkens tunnelmynningar till totala årsmedelhalterna av kväveoxider, NO_x år 2025. Liksom för PM10, visar beräkningarna att haltbidraget från ytraffiken är den dominerade källan till NO_x-halterna på Uppsalavägen och Sveavägen. På norra delen av Uppsalavägen utgör även haltbidraget från Hagatunneln och Stallmästartunneln en betydande del.



Figur 14. Ytvägnätets procentuella haltbidrag till totala årsmedelhalten av kväveoxider, 2 meter ovan mark.



Figur 15. Gärdestunnelns-, Hagatunnelns-, och Stallmästartunnelns procentuella haltbidrag till totala årsmedelhalten av kväveoxider, 2 meter ovan mark.

Exponering för luftföroreningar

Miljö kvalitetsnormer eller det nationella miljömålet Frisk luft utgör inte någon nedre gräns för när luftföroreningar ger hälsoeffekter. Sambandet mellan luftföroreningar och hälsopåverkan är såvitt forskning hittills visat linjärt, vilket innebär att ju mer föroreningar

man utsätts för desto större hälsopåverkan. Det är därmed viktigt med så låga luftföroreningshalter som möjligt där folk bor och vistas. Barn är speciellt känsliga för luftföroreningar, vilket innebär att det är särskilt viktigt med en bra luftmiljö där barn vistas som t.ex. förskolor, skolor och lekplatser.

Den förtätning som sker av bebyggelsen i utbyggnadsalternativet medför att människor som vistas i planområdet kan få en ökad exponering av luftföroreningar i vissa gaturum i jämförelse med ett nollalternativ. Detta gäller både Uppsalavägen och Sveavägen. Längs med Uppsalavägen finns i nuläget inte någon bebyggelse. Planprogrammet innebär att ett enkelsidigt gaturum bildas längs dess södra del medan ett dubbelsidigt gaturum bildas längre norrut. Sveavägen har i dagsläget endast bebyggelse längs södra sidan. Planerad bebyggelse på dess norra sida innebär att ventilationen och utvädring av vägtrafikens utsläpp försämras.

Förutsättningarna för ventilation och utspädning av luftföroreningar varierar mellan olika gaturum. Breda gator tål betydligt större trafikutsläpp, utan att halterna behöver bli oacceptabelt höga, än trånga gator med dubbelsidig bebyggelse. Just bebyggelsefaktorn, dvs. om gaturummet är slutet samt dess dimensioner, spelar stor roll för gatuventilationen och därmed för haltnivåerna. De dubbelsidiga gaturummen som uppkommer enligt planprogrammet längs både Uppsalavägen och Sveavägen är relativt breda, vid smalare gaturum skulle halterna av PM10 och NO₂ vara högre.

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 miljökvalitetsnormer och enligt Naturvårdsverkets föreskrifter om luftkvalitet (NFS 2016:9) ska avvikelserna i beräknade årsmedelvärden för NO₂ vara mindre än 30 % och för dygnsmedelvärden ska den vara mindre än 50 %. För PM₁₀ ska avvikelserna vara mindre än 50 % för årsmedelvärden (krav för dygnsmedelvärden saknas).

I rapporten SLB 11:2017 [26] 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 miljökvalitetsnormer 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 framtidsscenierna 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 framtidsscenarioer bidrar också bakgrundshalternas utveckling till osäkerheterna.

I denna beräkning finns även osäkerheten i utsläppen och spridningen av luftföroreningar vid Norra Länkens tunnelmynningar. För att minska osäkerheten har jämförelser gjorts med mätningar och spridningsberäkningar utförda vid Södra Länkens och Norra Länkens tunnelmynningar [4, 27].

Flödesrelaterade osäkerheter

Modellberäkningar av luftens flöde innehåller osäkerheter 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 eller liknande, vars geometriska omfattning är på samma skala som modellens upplösning. Kvaliteten på indata, och val av numerisk metod, är två andra parametrar som påverkar hur väl resultatet speglar verkligheten. CFD-beräkningar anses dock tillförlitliga och används inom en rad olika vetenskapliga områden.

Diskussion och slutsatser

Bortsett från området kring Norra Länkens tunnelmynningar beräknas de högsta halterna av PM10 och NO₂ på Uppsalavägens norra del samt Sveavägen. Båda dessa vägsträckor har dubbelsidig bebyggelse. Både miljö kvalitetsnormen för PM10 och NO₂ överskrids på delar av vägbanan på Sveavägen, på vägbanan på norra delen av Uppsalavägen samt intill byggnadsfasad på Uppsalavägens östra sida. Normen klaras intill byggnadsfasad på både norra och södra sidan av Sveavägens dubbelsidiga gaturum samt intill fasad på västra sidan av Uppsalavägens dubbelsidiga gaturum. I båda gaturummen kommer det största haltbidraget från den lokala trafiken på ytvägnätet. Vad gäller norra delen av Uppsalavägen bidrar även mynningsutsläppen från Stallmästartunneln och Hagatunneln till de totala halterna.

I de dubbelsidiga gaturummen på Uppsalavägen (söder om Hagabron) och på Sveavägen är den skyltade hastigheten 40 km/h. På Uppsalavägen norr om Hagabron är den skyltade hastigheten 60 km/h. Låga hastigheter innebär lägre produktion och uppvirvling av slitagepartiklar, medan avgasemissionerna ökar när hastigheten minskar från 60 km/h till 40 km/h. Detta medför att en 40-väg får högre halter av NO₂ jämfört med t.ex. en 60-väg, medan det omvända gäller för PM10. Sambandet mellan hastighet och avgasemissioner är dock väldigt komplex, eftersom körrytm och körmönster spelar en stor roll för utsläppens storlek. Olika studier visar på olika resultat huruvida utsläppen av trafiken i stadsmiljö ökar eller minskar med omskytning till lägre alternativt högre hastigheter. Detta innebär att de högre emissionerna av NO_x och avgaspartiklar vid skyltad hastighet 40 km/h är överskattade, ifall den låga hastighetsgränsen samtidigt medför mindre ryckig körning jämfört med en hastighetsgräns på 50 km/h eller 60 km/h.

Den förtätning av bebyggelsen som sker i utbyggnadsalternativet medför att människor som vistas i planområdet kan få en ökad exponering p.g.a. sämre utvädring av luftföroreningar. För att skapa en så bra miljö som möjligt inom detaljplaneområdet bör man sträva efter att sänka halten av luftföroreningar på gator med ökad exponering. Ett sätt är att minska emissionerna från vägtrafiken. Detta kan t.ex. göras genom trafikminskning, lägre dubbdäckandel (utökat dubbdäcksförbud), renare fordon (införande av miljözon för lätta fordon) eller förändrad skyltad hastighet.

Referenser

1. Göran Backman, Exploateringskontoret, Stockholms stad.
2. Förordning om miljö kvalitetsnormer för utomhusluft, Luftkvalitetsförordning (2010:477). Miljödepartementet 2010, SFS 2010:477.
3. Miljö kvalitetsnormer för luft, En vägledning för detaljplaneläggning med hänsyn till luftkvalitet. Länsstyrelsen i Stockholms län 2005.
4. Avståndets betydelse för luftföroreningshalter vid vägar och tunnelmynningar. Jämförelse mellan uppmätta och beräknade halter av kväveoxider. Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund, 2010. LVF rapport 2010:22.
5. MISKAM-modellen, <http://www.lohmeyer.de/en/node/195>
6. Luftföroreningar i Östra Sveriges Luftvårdsförbund. Utsläppsdata för år 2015. Östra Sveriges Luftvårdsförbund, LVF-rapport 2018:23.
7. HBEFA-modellen, <http://www.hbefa.net/e/index.html>
8. Denby, B.R., Sundvor, I., Johansson, C., Pirjola, L., Ketzal, 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.
9. Denby, B.R., Sundvor, I., Johansson, C., Pirjola, L., Ketzal, 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.
10. 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.
11. Användning av dubbdäck i Stockholms innerstad år 2017/2018 – Dubbdäcksandelar räknade på rullande trafik, SLB-rapport 8:2018.
12. Undersökning av däcktyp i Sverige – vintern 2018 (januari–mars). Trafikverket, publikation 2018:201.
13. 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.
14. Luften i Stockholm. Årsrapport 2015, SLB-analys, SLB-rapport 2:2016.
15. Luften i Stockholm. Årsrapport 2018, SLB-analys, SLB-rapport 17:2019.
16. Kartläggning av bensenhalter i Stockholm- och Uppsala län. Jämförelse med miljö kvalitetsnormer. Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund. LVF-rapport 2004:14.

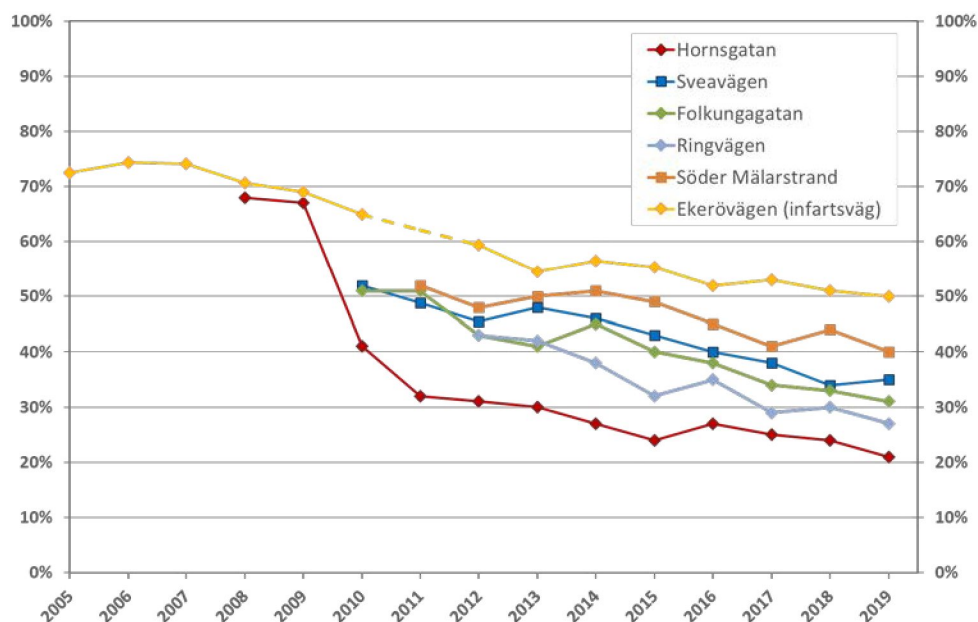
17. Kartläggning av bens(a)pyren-halter i Stockholms- och Uppsala län samt Gävle kommun. Jämförelse med miljökvalitetsnormer. Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund. LVF-rapport 2009:5.
18. Kartläggning av arsenik-, kadmium- och nickelhalter i Stockholm och Uppsala län samt Gävle och Sandvikens kommun. Jämförelse med miljökvalitetsnormer, Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund. LVF-rapport 2008:25.
19. 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..
20. 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.
21. Miljökvalitetsmål: <http://www.miljomal.se/>
22. Hälsoeffekter av partiklar. Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund. LVF- rapport 2007:14.
23. Miljöhälsorapport 2013, Institutet för Miljömedicin, Karolinska Institutet, ISBN 978-91-637-3031-3, Elanders, Mölnlycke, Sverige, april 2013.
24. World Health Organization (WHO), Air quality and Health, Fact sheet no 313, September 2011, <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/>
25. 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.
26. Luftkvalitetsberäkningar för kontroll av miljökvalitetsnormer – Modeller, emissionsdata, osäkerheter och jämförelser med mätningar. SLB-rapport 11:2017.
27. Partiklar och kväveoxider i anslutning till Norra Länken vid Hjorthagen. Utsläpp från torn och mynning samt påverkan på halter invid mynning och näraliggande bostäder, 2015. SLB rapport 3:2015.

Rapporter från SLB-analys finns att hämta på: www.slb.nu

Bilaga 1: Andel fordon med dubbade vinterdäck 2005-2019

Figur B1 visar uppmätt andel lätta fordon med dubbdäck (januari till mitten av mars) på Hornsgatan, Sveavägen, Folkungagatan, Ringvägen, Söder Mälarderstrand samt Ekerövägen (infartsväg) åren 2005-2019 [11, 15].

Mätningar från vintersäsongen 2018/2019 [11] visar att trenden med en minskande dubbdäcksanvändning i innerstan fortsätter även år 2019. Medelvärdet för de nio gatorna minskade från vintersäsongen år 2018 till vintersäsongen år 2019 med 2 procentenheter till 30 %. Vid förbudsgatorna Hornsgatan och Fleminggatan minskade andelen med 3 % respektive 2 % medan andelen var oförändrad vid Kungsgatan. Vid gatuavsnitten utan förbud minskade dubbdäcksandelen vid Södermälarderstrand 4 %, Ringvägen 3 % och Folkungagatan 2 %. Vid Sveavägen, Valhallavägen och Hantverkargatan var andelen i stort sett oförändrad under vintersäsongen år 2019 jämfört med föregående år.



Figur B1. Uppmätt andel lätta fordon med dubbdäck (januari till mitten av mars) på Hornsgatan, Sveavägen, Folkungagatan, Ringvägen, Söder Mälarderstrand samt Ekerövägen (infartsväg) åren 2005-2019 [11, 15].

SLB-analys, Miljöförvaltningen i Stockholm.
Tekniska nämndhuset, Fleminggatan 4.
Box 8136, 104 20 Stockholm.
www.slb.nu

