

*Beräkningar av kvävedioxid i
Stockholms- och Uppsala län
inför ansökan om tidsfrist för
att klara EU:s gränsvärde*

Lars Burman
Boel Lövenheim
Christer Johansson
Magnus Brydolf

Förord

Denna utredning är genomförd av SLB-analys vid Miljöförvaltningen i Stockholm. SLB-analys är operatör för Stockholms och Uppsala läns luftvårdsförbunds system för övervakning och utvärdering av luftkvalitet i regionen. Rapporten är framtagen för att ge underlag för Stockholms- och Uppsala län inför en eventuell ansökan från Sverige om förlängd tidsfrist för att klara gränsvärdet för kvävedioxid enligt EU:s direktiv 2008/50/EG.

Analyserna har utförts av Lars Burman, Boel Lövenheim, Christer Johansson och Magnus Brydolf. Rapporten är sammanställd av Lars Burman.

Synpunkter på rapporten har lämnats av Per Andersson och Matthew Ross-Jones på Naturvårdsverket.

Rapporten har granskats av:
Malin Ekman

Uppdragsnummer:	201263
Daterad:	2012-11-09
Handläggare:	Lars Burman 08-508 28 922 Boel Lövenheim 08-508 28 955 Magnus Brydolf 08-508 28 925
Status:	Granskad



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

Innehållsförteckning

Förord	2
Sammanfattning.....	4
1. Inledning.....	8
2. Utsläpp av kväveoxider i Stockholms- och Uppsala län.....	8
3. EU:s gränsvärden och svenska miljö kvalitetsnormer	10
4. Mätningar av kväveoxider och kvävedioxid	11
Trender.....	12
Uppmätt lokalt haltbidrag jämfört med bidrag från urban- och regional bakgrund	14
5. Beräkningsförutsättningar	15
Beräkningsår	15
Spridningsmodeller	15
Samband mellan NO _x och NO ₂ i olika miljöer	17
Osäkerheter i beräkningar	17
6. Resultat år 2010 – kritiska gator och vägar.....	18
Gator och vägar där EU:s gränsvärde och övre utvärderingströskel överskrids.....	19
Hornsgatan	21
Långholmsgatan	21
Scheelegatan.....	22
Herkulesgatan.....	22
Vattugatan	23
Norrlandsgatan	23
7. Prognos för kritiska gator år 2013, 2015 och 2020	25
Emissionsfaktorer för NO _x	25
Utveckling av Stockholms urbana bakgrundshalt, NO _x	26
Utsläpp av NO ₂ och NO _x	27
Resultat haltberäkningar.....	28
8. Kvävedioxidhalter högre än EU-norm 2010 vid tunnelmyningar.....	33
9. Befolkningsexponering i Stockholms län 2010	36
Osäkerhet i resultatet.....	36
10. Osäkerheter angående framtida utsläpp och halter av kvävedioxid.....	39
Fordonsparkens sammansättning	39
Emissioner och verkliga utsläpp i stadsmiljön	40
Referenser.....	42
Bilaga 1.....	43
Bilaga 2.....	45
Kungsgatan, Uppsala.....	45
Bilaga 3.....	47

Sammanfattning

EU:s medlemsländer har inom ramen för direktivet (2008/50/EG) om luftkvalitet och renare luft i Europa möjlighet att söka tidsfrist för att klara gränsvärdet för kvävedioxid fram till år 2015. Inför en eventuell ansökan om tidsfrist från Sverige utreds förutsättningarna att uppfylla gränsvärdet till år 2015. SLB-analys har tagit fram underlaget som behövs för Stockholms- och Uppsala län.

EU:s gränsvärden enligt direktiv (2008/50/EG) medger högre halter och skulle ha klarats vid en senare tidpunkt (år 2010) än den svenska miljökvalitetsnormen för kvävedioxid (år 2006). Den svenska miljökvalitetsnormen innehåller utöver EU:s nivåer även ett värde för dygn och ett något strängare värde för timme. Den svenska normens värde för dygn är den nivå som har visat sig vara allra svårast att följa och har därför beräknats vid Stockholms och Uppsala läns luftvårdsförbunds tidigare kartläggningar av kvävedioxidhalter i regionen. Mätningarna har också visat att EU-gränsvärdet för årsmedelvärde är svårare att klara än det för timmedelvärden.

Den viktigaste utsläppskällan av kväveoxider i regionen är vägtrafiken, men även sjöfart, energiproduktion och arbetsmaskiner bidrar till uppmätta och beräknade halter. Totala halter av kvävedioxid som årsmedelvärde har beräknats med hjälp av Luftvårdsförbundets emissionsdatabaser, spridningsmodeller och meteorologiska databaser för Stockholms- och Uppsala län. Beräkningarna för vägtrafiken har utförts med trafikarbete, fordonsammansättning och emissionsfaktorer för 2010 års fordonspark. Utsläpp från övriga källor avser situationen år 2009. De beräknade halterna avspeglar ett "normalår" från meteorologisk synpunkt och inte de speciella förhållandena som rådde år 2010.

Resultat för år 2010

EU-gränsvärdet för kvävedioxid ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som årsmedelvärde) klaras i större delen av Stockholms- och Uppsala län år 2010. Överskridande sker enligt beräkningarna på ett fåtal gator i centrala delarna av Stockholm. De gator som omfattas av överskridande enligt beräkningarna är delar av Hornsgatan, Norrlandsgatan, Scheelegatan, Långholmsgatan, Herkulesgatan och Vattugatan. Dessa platser omfattar relativt smala gaturum (8-24 m) med mycket trafik och dålig utvädring av avgaser. Den sammanlagda sträckan av överskridande har beräknats till ca 1,1 km och antal boende som exponeras för dessa nivåer till ca 1000 personer. Ungefär hälften av den totala sträckan och totalt antal exponerade över gränsvärdet gäller för Hornsgatan.

Även för områden vid vissa vägtunnelmynningar i regionen är framräknad årsmedelhalt av kvävedioxid högre än EU-normen år 2010. Halter högre än EU-gränsvärdet har beräknats vid Södra länkens tunnelmynningar vid Hammarby sjöstad, Årsta och Enskede, vid Söderledens tunnelmynningar vid Hornsgatan, Centralbron och Johanneshovsbron, samt vid Norrortsledens tunnelmynningar i Sollentuna. Antal boende som exponeras för halter högre än EU:s gränsvärde vid dessa tunnelmynningar har beräknats till ca 20 personer inom Stockholms kommun och till ca 15 personer i Sollentuna kommun.

Områden med kvävedioxidhalter som överskrider EU:s övre utvärderingströskel (årsmedelvärde $32-40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) återfinns i både Stockholms- och Uppsala län och omfattar ca 10 000 boende längs ca 42 km väg. Det är främst Stockholms infartsleder som t.ex. väg E4 som omfattas, men även ett antal innerstadsgator. Vid t.ex. Sveavägen i Stockholm och Kungsgatan i Uppsala har kvävdioxidhalten som årsmedelvärde beräknats ligga strax under $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Beräkningsresultatet styrks av mätningar 2006-2011, där t.ex. årsmedelvärdet på Kungsgatan inte har överträtt $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ förutom under det kalla och meteorologiskt onormala året 2010.

Utvecklingen av årsmedelvärde för NO₂

Mätningarna i gatunivå inom Stockholms och Uppsala läns luftvårdsförbund visar att årsmedelhalterna av kvävedioxid har minskat sedan början av 1990-talet men också att minskningarna har planat ut. Beslutade åtgärdsprogram enligt miljöbalken och andra beslutade åtgärder för att förbättra luftkvaliteten har inte medfört att gränsvärdena kunde klaras till år 2010 i hela Stockholms- och Uppsala län. Fordonsparkens utsläpp av kväveoxider, NO_x, har inte minskat i den takt som prognostiserats. På senare år har antalet dieseldrivna personbilar, som har förhållandevis höga utsläpp, ökat markant. Eftersom andelen av kväveoxiderna som är kvävedioxid är hög i dieselfordon har den totala andelen kvävedioxid i utsläppen av kväveoxider från trafiken ökat. Detta har bidragit till att bromsa minskningen av halterna av kvävedioxid, speciellt i hårt trafikerade gaturum. Dessutom varierar halterna av kvävedioxid kraftigt mellan olika år beroende på vädret och 2010 blev ett förhållandevis kallt år. Tidigare prognoser över haltutvecklingen till år 2010 kunde således inte infrias.

Prognoser för kritiska gator år 2013, 2015 och 2020

Prognoser för år 2013, 2015 och 2020 har gjorts med avseende på EU-gränsvärdet 40 µg/m³. Beräkningarna har gjorts för de ”kritiska gatorna”, dvs. de gatuavsnitt som i nuläget (år 2010) beräknas ha nivåer över EU-gränsvärdet (40 µg/m³), men även för Kungsgatan i Uppsala som i nuläget beräknas ha årsmedelhalter högre än EU:s övre utvärderingströskel (32-40 µg/m³).

Beräkningarna har gjorts med hjälp av emissionsmodellerna Artemis och HBEFA 3.1 [1,2] och gäller för ett från luftföroreningssynpunkt normalt meteorologiskt år. För samtliga gatuavsnitt är den totala trafikmängden densamma som år 2010. För emissionsdatabasens nio olika fordonskategorier har resulterande emissionsfaktorer för respektive kategori beräknats utifrån åldersfördelning och fördelning av euroklasser. För fordonsammansställningen har även antagits att nuvarande tydliga utveckling med fler dieseldrivna personbilar fortsätter, vilket innebär att andelen dieseldrivna bilar ökar till ca 60 % av personbilarna år 2020. Dessa antaganden om framtida dieselandelar följer Trafikverkets nationella prognoser.

Enligt beräkningarna kommer framtida emissioner av kväveoxider, NO_x från fordonsparken att minska. Emissionerna av kvävedioxid, NO₂ kommer däremot att öka fram till 2015 och därefter minska. Ökningen av NO₂-utsläppen beror på att andelen NO₂ av NO_x i utsläppen från nya dieselfordon (både lätta och tunga fordon av klass Euro 5 och Euro 6) är högre än för äldre fordon. Beräknade resulterande framtida årsmedelhalter av kvävedioxid längs innerstadsgatorna kommer att minska med ca 5 % mellan år 2010 och 2013, ca 10 % mellan år 2010 och 2015 samt med ca 20 % mellan år 2010 och 2020.

I nuläget (år 2010) överskrider årsmedelvärde för NO₂ längs en ca 600 meter lång sträcka längs Hornsgatan. Haltnivåerna som idag är ca 45 µg/m³ beräknas minska (se tabell nedan), men år 2015 beräknas dock att årsmedelvärdet fortfarande ligger högre än tillåtna 40 µg/m³. Detta beror till stor del på att dieseltrafiken kommer att öka, vilket gör att de totala utsläppen av NO_x och NO₂ inte kommer att minska lika snabbt. I själva verket ökar NO₂-utsläppen mellan år 2010 och 2015 med ca 10 %, samtidigt som NO_x-utsläppen sjunker med ca 20 %.

År 2020 domineras de dieseldrivna personbilarna av Euro 6 med partikelfilter, ca 60 % av trafikarbetet. Detta innebär minskade NO_x-utsläpp mellan 2015 och 2020 (ca 25 %) och ett minskat haltbidrag från dieseldrivna personbilarna trots att de blir fler. Även NO₂-utsläppen minskar mellan 2015 och 2020 (ca 20 %) och för år 2020 blir den beräknade NO₂-halten 35-40 µg/m³, vilket betyder att EU-gränsvärdet klaras.

Övriga kritiska gator har en framräknad halt på ca 40-45 µg/m³ för år 2010, dvs. något över EU-gränsvärdet. Enligt beräkningarna kommer det bli problem att klara EU-direktivet även på

Långholmsgatan till år 2015, men infasningen av Euro 6 till år 2020 gör att halten sjunker till ca 35-40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Enligt beräkningarna kommer Scheelegatan, Herkulesgatan, Vattugatan och Norrlandsgatan ha en NO_2 -halt på ca 35-40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ år 2015 och 30-35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ år 2020. För Herkulesgatan och Vattugatan tillkommer dock ytterligare osäkerheter vad gäller haltbidraget från Klaratunnels mynning.

NO_2 , årsmedelvärde, enhet $\mu\text{g}/\text{m}^3$. EU-gränsvärdet är 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

	År 2010	År 2013	År 2015	År 2020
Hornsgatan, Stockholm	45-50	40-45	40-45	35-40
Långholmsgatan, Stockholm	40-45	40-45	40-45	35-40
Scheelegatan Stockholm,	40-45	35-40	35-40	30-35
Herkulesgatan, Stockholm,	40-45	35-40	35-40	30-35
Vattugatan, Stockholm	40-45	35-40	35-40	30-35
Norrlandsgatan, Stockholm	40-45	35-40	35-40	30-35
Kungsgatan, Uppsala	35-40	30-35	30-35	25-30

Framtida halter av kvävedioxid och osäkerheter i beräkningarna

Halterna av kvävedioxid väntas generellt sett fortsätta att minska i Stockholms och Uppsala län beroende på minskade utsläpp från vägtrafiken, som ger det största bidraget till halterna i innerstaden och till befolkningens exponering. Utsläppen förväntas minska även från annan förbränning (t.ex. energisektorn, industri, sjöfart och arbetsmaskiner), men de bidrar i mindre utsträckning till överskridandena av normerna. De beräknade halterna ligger nära normen (inom 20 %) i många hårt trafikerade och trånga gaturum i Stockholms innerstad. I många fall är skillnaden mellan normnivån och de beräknade halterna inom osäkerheterna i beräkningarna och variationerna som uppkommer i halterna på grund av meteorologiska faktorer kan ha stor betydelse.

Nuvarande kravnivåer för nya bilar medger högre utsläpp av kväveoxider från dieslbilar än från bensindrivna bilar. Förutom högre utsläpp av NO_x har dieselmotorer en högre andel av kvävedioxid (NO_2 av NO_x) i utsläppen. Huvudskälet till den ökande andelen dieslbilar har varit den låga bränsleförbrukningen och miljöklassningen som syftat till att minska personbilarnas utsläpp av växthusgaser. Andelen kommer att öka ytterligare i och med den kraftiga ökningen av nyregistreringar av dieslbilar. Därmed kommer även utsläppsandelen NO_2/NO_x från fordonsparken att öka. Direktmissionerna av kvävedioxid bidrar till halterna av kvävedioxid speciellt i trånga gatuutrymmen och speciellt under omständigheter med låg luftomblandning, t.ex. under vintern vid försämrad omblandning av luften på grund av stabil skiktning (inversion). Den ökande andelen kvävedioxid i utsläppen från fordonsparken på grund av fler dieselfordon har bidragit till att halterna av kvävedioxid knappt har minskat längs med hårt trafikerade vägar under de senaste åren, trots att utsläppen av kväveoxider har minskat (och då främst kvävemoxid). Ett

annat skäl till att NO₂-halterna inte minskar lika snabbt som NO_x- halterna, är att betydelsen av den fotokemiska oxidationen av kvävemonoxid till kvävedioxid ökar när NO_x-halterna sjunker på grund av att mer ozon finns tillgängligt för att oxidera kvävemonoxid. Mätningar av ozon på Hornsgatan visar att ozonet bidrar mer till NO₂-halten än vad direktutsläppet av NO₂ gör, och att dess betydelse har ökat under senare år i takt med att NO_x utsläppen har minskat. Andelen NO₂ av NO_x kommer att fortsätta öka längs gatorna både på grund av ökande andel NO₂ i utsläppen och på grund av effektivare oxidation av kvävemonoxid genom reaktionen med ozon. I denna utredning använder vi en förenklad beräkningsmetod som inte fullt ut tar hänsyn till dessa processer, vilket gör att de beräknade framtida halterna är behäftade med osäkerheter.

I denna studie har NO_x-emissionerna från fordonstrafiken beräknats med emissionsmodellerna Artemis/HBEFA 3.1, som i sin tur bygger på emissionsfaktorer framtagna under olika körförhållanden i avgaslaboratorier. Mätningar i verkliga trafikmiljöer har visat att laborietesterna ibland underskattar utsläppen för dieseldrivna fordon. Det gäller t.ex. för personbilar och lätta lastbilar samt tunga lastbilar (Euro 4) och bussar (Euro 5). För den tunga trafiken tycks skillnaden i utsläpp vara störst i stadstrafik där dieslarna inte kan köras effektivt. Skillnaden mellan emissionerna som mäts upp i avgaslaboratorier och de som erhålls under körning i verklig trafik, verkar vara större för nyare fordon med strängare avgaskrav.

1. Inledning

Enligt luftkvalitetsdirektivet 2008/50/EG skulle gränsvärdet för kvävedioxid ha klarats före år 2010, men direktivet innehåller även en möjlighet för medlemsstater att ansöka om tidsfrist, som längst till år 2015. Sverige utreder nu möjligheten att uppfylla gränsvärdet till år 2015 och SLB-analys har därför tagit fram underlag för Stockholms- och Uppsala län inför en eventuell ansökan om tidsfrist. Bland annat behövs uppgifter om längs vilka gator och vägar EU-gränsvärdet överskrids, prognoser framåt i tiden samt vad som bidrar till de totala halterna.

EU:s gränsvärde för kvävedioxid medger maximalt $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (mikrogram per kubikmeter) som årsmedelvärde under ett kalenderår. I tidigare haltberäkningar och kartläggningar för kvävedioxid inom Luftvårdsförbundet har normvärdet avseende dygnsmedelvärden redovisats [3]. Detta eftersom dygnsmedelvärdet ($60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som 98-percentil) är den miljökvalitetsnorm som är svårast att klara enligt de kontinuerliga mätningar som utförts i olika miljöer i Stockholms och Uppsala län. EG-direktivet (2008/50/EG) omfattar dock inte det svenska dygnsmedelvärdet. Förutom årsmedelvärdet som är svårast att klara finns ett gränsvärde som säger att timmedelvärden inte får överstiga $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mer än 18 timmar per år.

Enligt EU:s ramdirektiv för luftkvalitet (2008/50/EG) har medlemsländerna, för att skydda invånarnas hälsa, skyldighet att övervaka och säkerställa kvaliteten på utomhusluften i det egna landet. Huvudprincipen är att ju högre halten är, desto noggrannare utvärderingsverktyg krävs. Enligt Luftkvalitetsförordningen (2010:477) ska kommunerna kontrollera att miljökvalitetsnormer för bl.a. kvävedioxid (NO_2) uppfylls. Kommunernas kontrollansvar sker i samverkan inom Stockholms och Uppsala läns luftvårdsförbund.

Åtgärdsprogram enligt miljöbalken för att följa den strängare svenska miljökvalitetsnormen fastställdes under 2004 av regeringen för Stockholms län och håller nu på och revideras av länsstyrelsen i Stockholms län. Åtgärdsprogram för Uppsala kommun fastställdes 2006 av Länsstyrelsen i Uppsala län.

Totala halter av kvävedioxid som årsmedelvärde har beräknats med hjälp av Stockholms och Uppsala läns luftvårdsförbunds emissionsdatabaser, meteorologiska databaser samt avancerade spridningsmodeller. Beräknade halter har validerats mot pågående mätningar i regionen. Prognoser har gjorts med hjälp av emissionsmodellerna Artemis och HBEFA 3.1[1,2].

2. Utsläpp av kväveoxider i Stockholms- och Uppsala län

Utsläppen av kväveoxider (NO_x) har beräknats utifrån Stockholms och Uppsala läns luftvårdsförbunds utsläppsdata för år 2010 [4]. Där finns beskrivning av utsläpp från bl.a. vägtrafiken, energisektorn, industrin och sjöfarten. Utsläppen redovisas översiktligt i tabell 1 och tabell 2 nedan.

Vägtrafikens är den största enskilda utsläppskällan av kväveoxider i Stockholms- och Uppsala län och bidrar med ungefär hälften av de totala utsläppen. Övriga utsläpp härrör främst från energisektorn, industrin, sjöfarten och från arbetsmaskiner.

Tabell 1. *Utsläpp av kväveoxider (NO_x, summan av NO och NO₂) i Stockholms län år 2010 [4].*

Kommun	Kväveoxider, NO _x (ton NO ₂ /år)		
	Vägtrafik	Övriga källor *	Totalt
Botkyrka	470	190	660
Danderyd	210	20	230
Ekerö	180	120	300
Haninge	470	450	920
Huddinge	640	120	760
Järfälla	290	100	390
Lidingö	140	300	440
Nacka	380	260	640
Norrtälje	570	1330	1 900
Nykvarn	200	20	220
Nynäshamn	150	300	450
Salem	140	10	150
Sigtuna	550	650	1 200
Sollentuna	640	50	690
Solna	640	200	840
Stockholm	2 900	1 900	4 800
Sundbyberg	150	70	220
Södertälje	810	1 190	2 000
Tyresö	100	60	160
Täby	340	70	410
Upplands Bro	290	110	400
Upplands Väsby	350	90	440
Vallentuna	230	60	290
Vaxholm	60	320	380
Värmdö	260	940	1 200
Österåker	250	570	820
Summa	11 400	9 500	20 900

*energisektorn, industri, sjöfart, arbetsmaskiner

Tabell 2. Utsläpp av kväveoxider (NO_x) i Uppsala län år 2010.

Kommun	Kväveoxider, NO _x ton/år		
	Vägtrafik	Övriga källor *	Totalt
Enköping	570	260	830
Heby	<i>Inga uppgifter (ej med i Luftvårdsförbundet)</i>		
Håbo	180	170	350
Knivsta	200	20	220
Tierp	380	250	630
Uppsala	1 100	500	1 600
Älvkarleby	90	750	840
Östhammar	160	130	290
Summa	2 700	2100	4 800

*energisektorn, industri, sjöfart, arbetsmaskiner

3. EU:s gränsvärden och svenska miljö kvalitetsnormer

I EU:s luftkvalitetsdirektiv (2008/50/EG) anges gränsvärden som är miniminivåer för luftkvaliteten vilket innebär att medlemsländer kan ha strängare krav. Sveriges krav angivna som miljö kvalitetsnormer (normvärden) i luftkvalitetsförordningen (2010: 477) är strängare än EU:s vad gäller kvävedioxid då även ett normvärde för dygn har definierats. Det svenska dygnsmedelvärdet har visat sig vara svårare att klara än EU:s gränsvärden enligt de mätningar som utförts i olika miljöer i Stockholms och Uppsala län. Mätningarna har också visat att årsmedelvärdet är svårare att klara än timmedelvärdet.

Tabell 3. EU:s gränsvärden till skydd för människors hälsa för kvävedioxid enligt direktiv (2008/50/EG)[11]. Årsmedelvärdet är svårast att klara i Stockholms- och Uppsala län.

Tid för medelvärde	Normvärde (µg/m ³)	Värdet får inte överskridas mer än:
1 timme	200	18 timmar per kalenderår
Kalenderår	40	Får inte överskridas

Tabell 4. Sveriges normvärden till skydd för människors hälsa för kvävedioxid enligt förordning (2010: 477) [12]. Dygnsmedelvärdet är svårast att klara i Stockholms- och Uppsala län. Normvärde för kalenderår överensstämmer med EU:s gränsvärde enligt direktiv (2008/50/EG.)

Tid för medelvärde	Normvärde (µg/m ³)	Värdet får inte överskridas mer än:
1 timme	90	175 timmar per kalenderår *
1 dygn	60	7 dygn per kalenderår
Kalenderår	40	Får inte överskridas

* Förutsatt att halten inte överskrider 200 µg/m³ under en timme mer än 18 gånger per kalenderår.

Tabell 5. EU:s utvärderingströsklar till skydd för människors hälsa för kvävedioxid, enligt direktiv (2008/50/EG)

Tid för medelvärde	Övre utvärderingströskel ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nedre utvärderingströskel ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Värdet får inte överskridas mer än:
1 timme	140	100	18 timmar per kalenderår
Kalenderår	32	26	Får inte överskridas

EU-direktivets gränsvärden gäller inte:

- inom områden dit allmänheten inte har tillträde och det inte finns någon fast befolkning
- fabriker eller industrianläggningar där samtliga relevanta bestämmelser om hälsa och säkerhet på arbetsplatser tillämpas
- på vägars körbana och mittremsa, utom om fotgängare har normalt tillträde till mittremsan.

4. Mätningar av kväveoxider och kvävedioxid

I Stockholms- och Uppsala län utförs kontinuerliga mätningar av kväveoxider och kvävedioxid i regional- och urban bakgrundsmiljö samt i trafikmiljöer med olika gaturumsutformning och fordonssammansättning.

Mätningar av kväveoxider (summan av kvävemonoxid, NO och kvävedioxid, NO₂) i regional bakgrundsmiljö utförs sedan 1993 vid Norr Malma, nordväst om Norrtälje. Urban bakgrundshalt mäts i taknivå vid Torkel Knutssonsgatan i Stockholms innerstad sedan början av 1980-talet samt vid Kanaans friluftsområde i nordvästra Stockholm. Kontinuerliga mätningar i trafikmiljö finns på flera platser i Stockholms innerstad bl.a. vid Hornsgatan, Sveavägen, Norrlandsgatan, Folkungagatan och intill E4E/20 vid Lilla Essingen. I Alby (Botkyrka kommun) mäts kvävedioxid ca 400 m från E4:an.

Mätresultaten visar att svensk miljö kvalitetsnorm för kvävedioxid klaras i regional- och urban bakgrundsmiljö men överskrids i flera gaturum och längs hårt trafikerade vägar [5,6]. Eftersom dessa beräkningar är gjorda för det svenska dygnsmedelvärdet $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$, vilket är ”dimensionerande”, klaras även EU-gränsvärdet ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som årsmedelvärde) i regional- och urban bakgrundsmiljö. I trafikmiljö är omfattningen av överskridande av EU-gränsvärdet mindre än för den svenska miljö kvalitetsnormen.

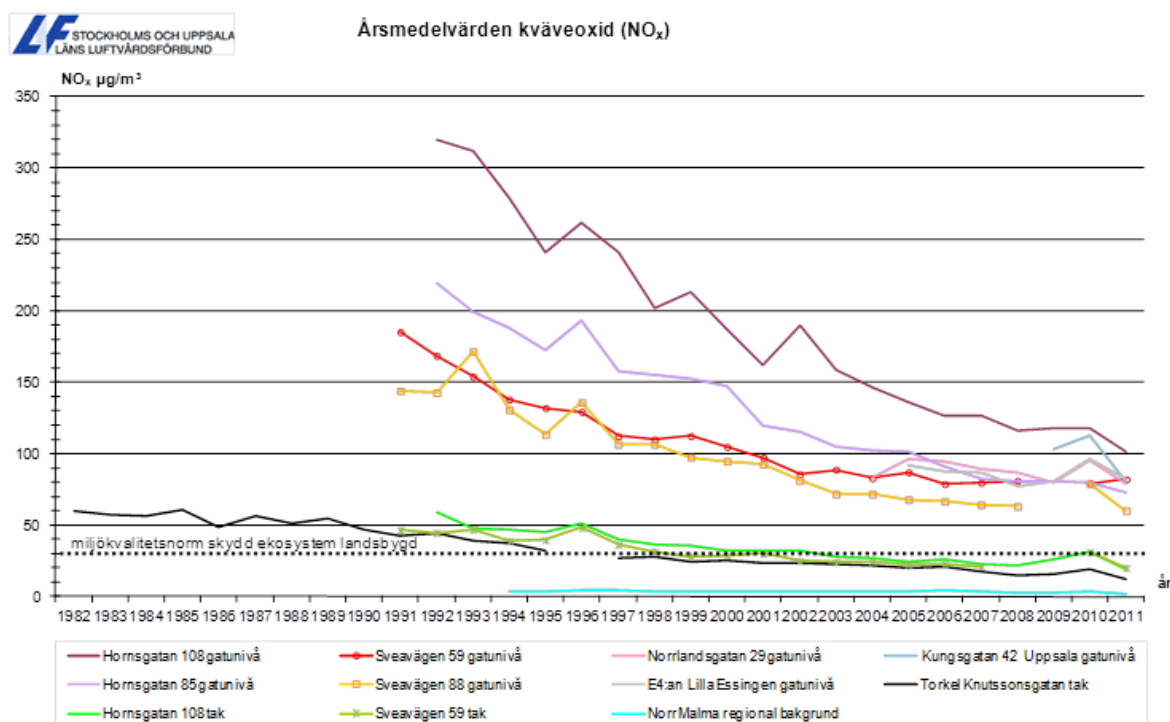
Uppsala kommun utför kontinuerliga mätningar av kväveoxider och kvävedioxid vid Kungsgatan i centrala Uppsala sedan 2009. Mätningarna utförs i ett dubbelsidigt gaturum där dygnsnormen för kvävedioxid överskreds år 2010 [5]. EU-gränsvärdet $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ klarades på Kungsgatan i Uppsala år 2009 och år 2011. Liksom på många andra mätplatser bidrog den kalla vintern till överskridande av gränsvärdet år 2010.

I Uppsala har kvävedioxidhalter mätts i urban bakgrundsluft under vinterhalvåret. Under hösten 2012 har en kontinuerlig mätstation tagits i drift.

Trender

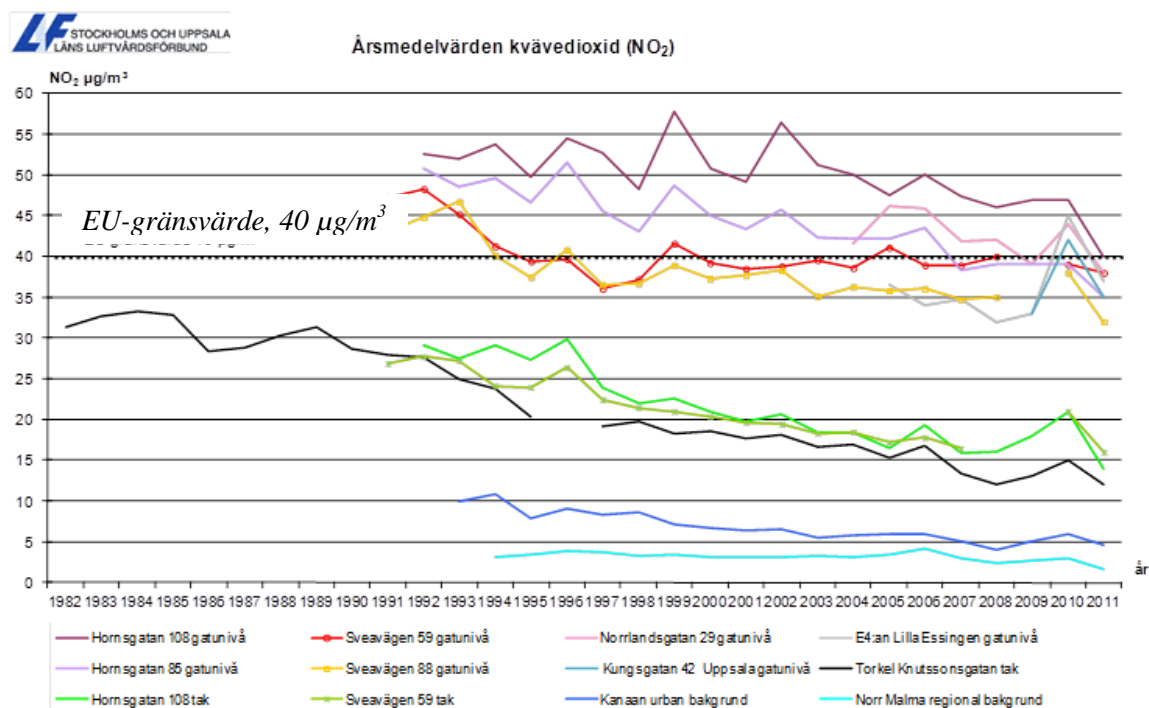
Halterna i den urbana bakgrundsluften av kväveoxider och kvävedioxid har minskat sedan början av 1980-talet. I figur 1 och figur 2 visas årsmedelvärden av kväveoxider (NO_x) respektive kvävedioxid (NO₂).

Trenden av minskande kväveoxidhalter är tydligast i trafikmiljö under 1990-talet, främst beroende på minskade utsläpp från vägtrafiken på grund av kraven på katalytisk avgasrening för nya personbilar (fr.o.m. 1989 års modeller). Förbättringen av luftkvaliteten under 2000-talet beror bl.a. på fortsatt skärpta avgaskrav för nya fordon och att andelen miljöbilar har ökat. I Stockholm har även trängselskattens införande haft en positiv effekt. En del av förbättringen i städerna beror på haltminskningar i den regionala bakgrundsluften uppmätt i Norr Malma.



Figur 1. Uppmätta årsmedelvärden vid kontinuerliga mätningar av kväveoxider, NO_x, inom Stockholms- och Uppsala län 1982-2011.

Mätningar i gatunivå visar att halterna av kväveoxider och kvävedioxid har minskat sedan början av 1990-talet men minskningen för kvävedioxid är betydligt mindre i gatunivå än i den urbana bakgrundsluften, se figur 2.



Figur 2. Uppmätta årsmedelvärden vid kontinuerliga mätningar av kvävedioxid, NO_2 , inom Stockholms- och Uppsala län 1982-2011.

En orsak till att kvävedioxidhalterna inte har minskat i gatunivå är att andelen dieslbilar har ökat (se avsnittet "Fordonsparkens sammansättning", s.41). En annan orsak är att en större del av totala kväveoxidhalten utgörs av kvävedioxid på grund av att överskottet av ozon ökar då kväveoxidutsläppen minskar.

Tabell 6. Kontinuerliga mätningar av kvävedioxid i trafikmiljö (gaturum eller öppen väg) i Stockholms- och Uppsala län. Årsmedelvärden som överskrider EU-gränsvärdet $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ markeras i fet stil. Mätplatsbeskrivningar finns i ref.[5] och [6].

	2006	2007	2008	2009	2010 ¹⁾	2011	2011 (t.o.m. oktober)	2012 (t.o.m. oktober)
Hornsgatan 108, Stockholm	50	47	46	47	47	40	41	43
Hornsgatan 85, Stockholm	44	38	39	39	39	35	36	37
Sveavägen 59, Stockholm	39	39	40	-	39	38	38	38
Sveavägen 88, Stockholm	36	35	35	-	38	32	33	34
Norrlandsgatan 29, Stockholm	46	42	42	39	44	38	38	39
Folkungagatan 53, Stockholm	-	-	-	-	36	27	28	29
E4/E20 Lilla Essingen, Stockholm	34	35	32	33	45	37	38	31
Kungsgatan 42, Uppsala	-	-	-	33	42	35	35	28

1) År 2010 var kallt med låga temperaturer och låga vindhastigheter under vinterperioderna vilket innebär sämre utvädring av luftföroreningar och därmed högre halter än normalt.

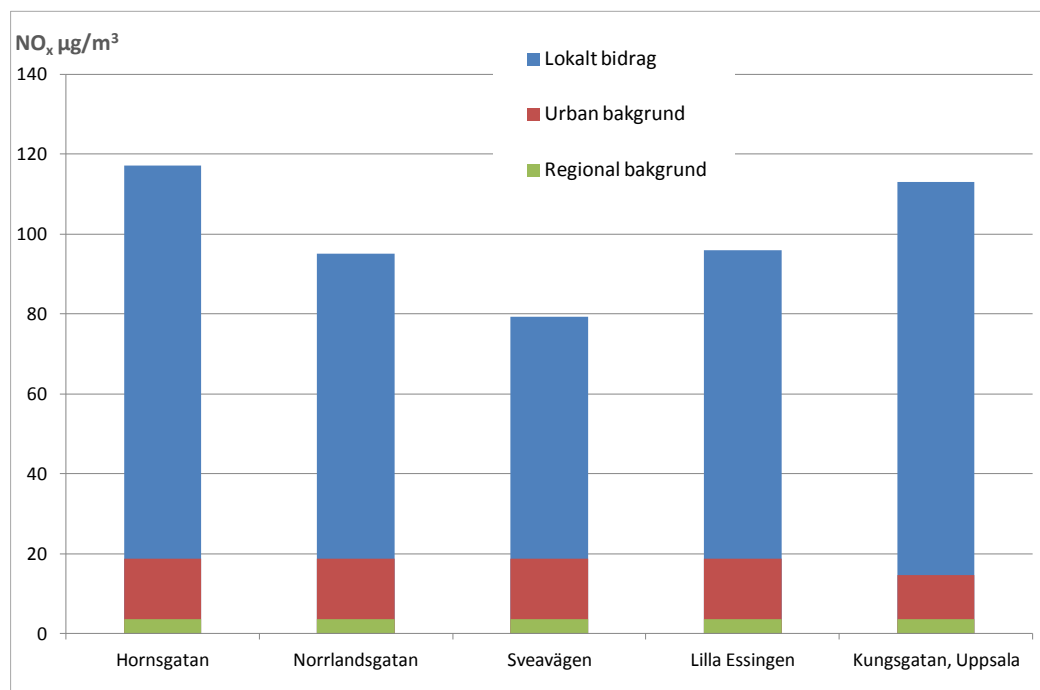
De högsta halterna av kvävedioxid i regionen mäts upp vid mätplatsen Hornsgatan 108 i centrala Stockholm. EU-gränsvärdet överskrids och årsmedelvärdet har legat högre än $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sedan mätningarna startade år 1992, med undantag för 2011 då halterna tangerade gränsvärdets nivå. De relativt låga halterna under 2011 förklaras av de meteorologiska förhållandena under året. Trots en kall inledning av året var 2011 sammantaget varmare och blåsigare än normalt, vilket var gynnsamt för lägre utsläpp och bättre utvädring. Det bedöms dock att 2011 inte var ett normalt år utifrån ett luftkvalitetsperspektiv, och att gränsvärdet överskrids fortfarande på Hornsgatan under ett normalt år. Att högre halter mäts upp på den norra sidan (västgående trafik) av Hornsgatan beror på att utsläppen är högre p.g.a. accelererande trafik i backen upp till krönet på Hornsgatan (ca 2-3 % lutning). Detta motverkas dock till viss del på grund av att förhärskande sydvästliga vindriktningar oftare transporterar utsläppen från trafiken på Hornsgatan till den södra sidans mätpunkt, medan den på norra sidan oftare utsätts för relativt ren luft ovanifrån (nertransporterat från taket).

Den mätplats som uppvisar de näst högsta årsmedelhalterna av kvävedioxid är Norrlandsgatan 29 i centrala Stockholm. Trafiken är här mindre än på Hornsgatan men samtidigt är gaturummet mycket smalt och den renare takluften har svårt att tränga ned till gatunivå. EU-gränsvärdet klaras dock under senare år med undantag för 2010 som var ett kallt och meteorologiskt ogynnsamt år. Detta medförde även överskridande vid mätplatserna i Uppsala (Kungsgatan) och längs E4/E20, Lilla Essingen i Stockholm.

Uppmätt lokalt haltbidrag jämfört med bidrag från urban- och regional bakgrund

För att kunna vidta relevanta åtgärder för att sänka halten av kvävedioxid vid kritiska gator och vägar är det viktigt att känna till hur stort det lokala haltbidraget från en gatas lokala trafik är jämfört med bidraget från urban- och regional bakgrundshalt. Eftersom kväveoxid omvandlas kemiskt i luften till kvävedioxid är det mer representativt att göra jämförelsen för total mängd kväveoxider (NO_x) än för kvävedioxid (NO_2).

I figur 3 visas andelen lokalt-, urbant- och regionalt bidrag till uppmätta årsmedelvärden av kväveoxider år 2010 på fyra mätplatser i Stockholm samt Kungsgatan i Uppsala. Figuren visar att det lokala bidraget från vägtrafiken är dominerande vid alla fem mätplatserna.



Figur 3. Uppmätt fördelning av lokalt, urbant och regionalt bidrag till total halt av kväveoxider år 2010. I Uppsala saknades kontinuerliga mätningar i urban bakgrundshalt 2010 varför beräknat värde redovisas.

5. Beräkningsförutsättningar

Beräkningsår

Beräkningarna av kvävedioxidhalter har för vägtrafiken utförts med trafikarbete och utsläppsfaktorer för 2010 års fordonspark. Utsläpp från övriga källor avser år 2009. De beräknade halterna speglar ett "normalår" från vädersynpunkt och inte vid de speciella förhållandena som rådde år 2010.

Spridningsmodeller

Beräkningar av kvävedioxidhalter har utförts med hjälp av olika typer av spridningsmodeller: SMHI-Airviro gaussmodell och gaturumsmodell [7] och SMHI-Simair gaturumsmodell [8]. Utöver dessa modeller har också SMHI-Airvio vindmodell använts för att generera ett representativt vindfält över gaussmodellens beräkningsområde.

SMHI-Airviro vindmodell

Halten av luftföroreningar kan variera mellan olika år beroende på variationer i meteorologiska faktorer och intransport av långväga luftföroreningar. När luftföroreningshalter jämförs med miljö kvalitetsnormer bör halterna enligt Naturvårdsverket vara representativa för ett normalår. Som indata till SMHI-Airviro vindmodell används därför en klimatologi baserad på meteorologiska mätdata under en flerårsperiod. Vindmodellen tar även hänsyn till variationerna i lokala topografiska förhållanden.

Stockholms län: Meteorologiska data från år 1993-2010. De meteorologiska mätningarna har hämtats från en 50 meter hög mast i Högdalen i Stockholm och inkluderar horisontell och vertikal vindhastighet, vindriktning, temperatur, temperaturdifferensen mellan tre olika nivåer samt solinstrålning.

Uppsala län: Meteorologiska data från år 1993-2010. De meteorologiska mätningarna har hämtats från en 24 meter hög mast i Marsta norr om Uppsala och inkluderar horisontell och vertikal vindhastighet, vindriktning, temperatur, temperaturdifferens samt solinstrålning.

SMHI-Airviro gaussmodell

SMHI-Airviro gaussiska spridningsmodell har använts för att beräkna den geografiska fördelningen av luftföroreningshalter två meter ovan öppen mark. I områden med tätbebyggelse representerar beräkningarna halter två meter ovan taknivå. En gridstorlek, dvs. storleken på beräkningsrutorna, på 25 m gånger 25 m. Haltbidragen från källor utanför området har erhållits genom mätningar.

SMHI-Simair och SMHI-Airviro gaturumsmodell

I tätbebyggda områden beskriver gaussmodellen halter av luftföroreningar i taknivå. För att beräkna halten nere i gaturum kompletteras därför gaussberäkningarna med beräkningar med gaturumsmodeller. Förutsättningarna för ventilation och utspädning av luftföroreningar varierar mellan olika gaturum. Breda gator tål betydligt större avgasutsläpp, 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. SMHI-Airviro gaturumsmodell används för att beräkna halterna vid dubbelsidig bebyggelse och SMHI-Simair vid enkel- och dubbelsidig bebyggelse.

Artemis/HBEFA emissionsfaktorer

Tidigare har emissionsfaktorer för fordonens utsläpp av kväveoxider hämtats från Trafikverkets EVA-modell, vilken inte längre uppdateras. Emissionsfaktorer enligt EVA-modellen har ersatts med Artemis/HBEFA [1,2]. Användningen av Artemis/HBEFA innebär ett viktigt steg för att t.ex. kunna beräkna utsläppen från olika miljöbilar med alternativa bränslen och dieslbilar. De nya emissionsfaktorerna innebär sammanlagt högre utsläpp av kväveoxider från vägtrafiken och stämmer därmed bättre med utvecklingen av uppmätta halter i urban bakgrundsluft och i gatumiljö. Den största skillnaden mot EVA-modellen finns för dieseldrivna och då främst tunga fordon. I versionen HBEFA 3.1 som har använts i gaturumsberäkningarna, ingår även mätningar på den senaste avgasreningstekniken (Euro 5 och Euro 6 med partikelfilter).

Fordonssammansättning enligt portaler för trängselskatt och vägtrafikregistret

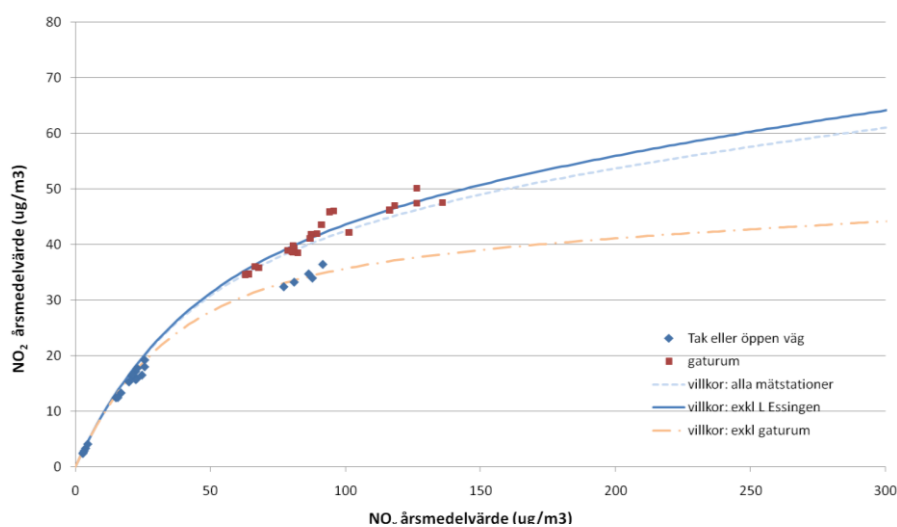
Trängselskatt för fordonspassager till och från Stockholms innerstad under vardagar infördes permanent i Stockholm 2007 och har därefter påverkat trafiken både vad gäller trafikflöden och fordonssammansättningar. Genom tillgång till Transportstyrelsens databaser för trängselskatteportalerna kombinerat med kompletterande data från vägtrafikregistret har vägtrafikens sammansättning i Stockholmsregionen tagits fram. Bl.a. ses där den kraftigt ökande dieseltrafiken för personbilar och lätta lastbilar, men även miljöfordon med alternativa drivmedel som etanol.

Tabell 7. Utvecklingen av fordonssammansättningen i Stockholmsregionen år 2006-2011 enligt portaldata för trängselskatt och vägtrafikregistret.

	2006	2007	2008	2009	2010
Personbil bensin	72,0 %	65,2 %	58,7 %	55,7 %	51,8 %
Personbil diesel	5,9 %	9,3 %	11,6 %	13,6 %	17,4 %
Personbil etanol	3,0 %	4,9 %	8,9 %	9,9 %	9,5 %
Personbil gas	0,7 %	0,7 %	0,8 %	0,9 %	1,3 %
Lätt lastbil bensin	4,5 %	4,4 %	3,9 %	3,5 %	3,0 %
Lätt lastbil diesel	6,4 %	8,0 %	8,7 %	9,1 %	9,6 %
Tung lastbil diesel	5,3 %	5,4 %	5,5 %	5,3 %	5,5 %
Buss diesel	1,5 %	1,4 %	1,3 %	1,4 %	1,3 %
Buss etanol	0,7 %	0,7 %	0,6 %	0,6 %	0,6 %

Samband mellan NO_x och NO₂ i olika miljöer

Sambandet mellan genomsnittshalterna av NO_x och NO₂ i Stockholm har förändrats med tiden. För beräkningarna för år 2010 samt för prognoserna till år 2013, 2015 och 2020 har mätsamband för olika miljöer under åren 2005-2009 använts, se figur 4.



Figur 4. Årsmedelvärde av NO₂ som funktion av årsmedelvärde NO_x. Blå punkter är mätdata från stationer ovan tak eller vid öppen väg. Röda punkter är mätdata från stationer i gaturum. Empiriskt samband enligt streckad blå linje har använts för prognoserna i rapporten.

Osäkerheter i beräkningar

Modellberäkningar av luftföroreningshalter innehåller osäkerheter. Systematiska fel uppkommer när modellen inte på ett korrekt sätt förmår ta hänsyn till alla faktorer som kan påverka halterna. Kvaliteten på indata är en annan parameter som påverkar hur väl resultatet speglar verkligheten. För att få en uppfattning om den totala noggrannheten i hela beräkningsgången dvs. emissionsberäkningar, vind- och stabilitetsberäkningar samt spridningsberäkningar har modellberäkningarna jämförts med mätningar av både luftföroreningar och meteorologiska parametrar i länet. Hänsyn har också tagits till intransporten av luftföroreningar baserat på mätningar vid bakgrundsstationen Norr Malma, 15 km nordväst om Norrtälje.

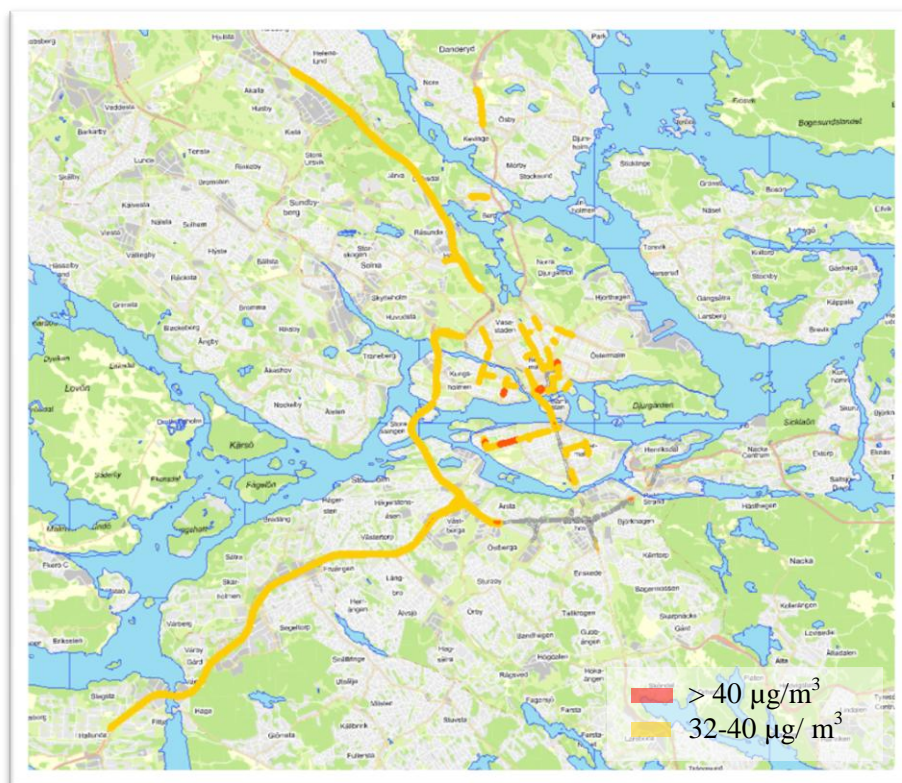
Spridningsberäkningar jämförs fortlöpande med kontinuerliga mätningar i olika utsläppsbelastade miljöer i Stockholms och Uppsala län [9]. Jämförelserna visar att osäkerheten i beräknade halter av NO₂ är mindre än 20 %, dvs. de uppfyller med god marginal kraven på överensstämmelse mellan uppmätta och beräknade halter enligt Naturvårdsverkets föreskrift om kontroll av miljökvalitetsnormer för utomhusluft [10], se tabell 8.

Tabell 8. Kvalitetsmål för modellberäkningar [10].

Modellberäkningar	Kvävedioxid, NO ₂ Osäkerhet
Timmedelvärde	50 %
Dygnsmedelvärde	50 %
Årsmedelvärde	30 %

6. Resultat år 2010 – kritiska gator och vägar

EU-gränsvärdet enligt direktiv (2008/50/EG) för kvävedioxid (årsmedelvärdet 40 µg/m³) klaras i större delen av Stockholms- och Uppsala län år 2010. Enligt beräkningarna sker överskridande för ett antal gator i de centrala delarna av Stockholms stad. Områden med halter högre än EU:s övre utvärderingströskel (årsmedelvärdet 32-40 µg/m³) återfinns i ett antal kommuner längs Stockholms infartsleder och kringfartsleder samt i centrala Uppsala. Även vid bostäder i närheten av vissa tunnelmynningar i Stockholms och Sollentuna kommun är beräknade årsmedelhalter högre än EU-gränsvärdet.



Figur 5. Beräknade årsmedelhalter av kvävedioxid, NO₂ år 2010 i centrala delarna av Stockholms län. EU-gränsvärdet som ska klaras år 2010 är 40 µg/m³. EU:s övre utvärderingströskel för årsmedelvärdet är 32 µg/m³.



Figur 6. Områden där beräknat årsmedelvärde för kvävedioxid år 2010 är högre än EU:s gränsvärde (rött) eller EU:s övre utvärderingströskel (orange).

Gator och vägar där EU:s gränsvärde och övre utvärderingströskel överskrids

EU:s gränsvärde för kvävedioxid (årsmedelvärdet) överskrids på sammanlagt **ca 1,1 km** på det kommunala vägnätet i Stockholms innerstad. På det statliga vägnätet är framräknade halter högre än EU-normen vid tunnelmynningar vid Södra länken, Söderledstunneln och Norrortsleden. I tabell 10 och figur 7-12 redovisas de gator där beräknad årsmedelhalt för kvävedioxid för EU-gränsvärdet, $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ för NO_2 , överskrids år 2010.

Områden med halter högre än den övre utvärderingströskeln (årsmedelvärde $32-40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) återfinns på sammanlagt **ca 42 km** vägsträcka i 7 olika kommuner. I tabell 9 redovisas fördelningen per kommun och statligt/kommunalt vägnät.

I figur 13 redovisas vägar i Uppsala tätort och Solna kommun där beräknad NO_2 -halt som årsmedelvärde ligger högre än EU:s övre utvärderingströskel, $32-40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabell 9. Beräknat antal kilometer gata/väg för olika haltintervall fördelat på kommun och statligt/kommunalt vägnät. Årsmedelvärde av NO₂ år 2010.

Kommun	Statliga vägar år 2010, antal km		Kommunala vägar/gator år 2010, antal km		Alla vägar/gator år 2010 antal km	
	NO ₂ 32-40 µg/m ³	NO ₂ >40 µg/m ³	NO ₂ 32-40 µg/m ³	NO ₂ >40 µg/m ³	NO ₂ 32-40 µg/m ³	NO ₂ >40 µg/m ³
Botkyrka	1,8	0	0	0	1,8	0
Danderyd	1,0	0	0	0	1,0	0
Huddinge	4,4	0	0	0	4,4	0
Solna	6,9	0	0,3	0	7,2	0
Sollentuna	2,9	0 ¹⁾	0	0	2,9	0
Stockholm	14	0 ¹⁾	11	1,1	25	1,1
Södertälje	0	0	0	0	0	0
Uppsala	0	0	0,2	0	0,2	0
Totalt:	31 km	0 km ¹⁾	11 km	1,1 km	42 km	1,1 km ¹⁾

1) Områden vid tunnelmynningar har inte tagits med

Tabell 10. Överskridande av EU-gränsvärdet 40 µg/m³ enligt beräkningar för år 2010 i Stockholms kommun. Områden vid tunnelmynningar är inte med i sammanställningen

Gata/väg	Beräknad halt		Trafikmängd	Gaturummets dimensioner			
	NO ₂ årsmedel- värde, µg/m ³	Sträcka (m)		Bredd	Höjd	Väg- bredd	
		ca 1,1 km	Fordon per årsmedeldygn				
Hornsgatan, gaturum	45-50	575	23 000	Dubbelsidigt	23 m	25 m	14 m
Långholmsgatan, gaturum	40-45	100	40 900	Dubbelsidigt	24 m	23 m	13 m
Scheelegatan, gaturum	40-45	102	19 000	Dubbelsidigt	16 m	25 m	10 m
Herkulesgatan, gaturum	40-45	110	27 000	Dubbelsidigt	21 m	25 m	15 m
Vattugatan, gaturum	40-45	100	26 000	Dubbelsidigt	19 m	25 m	15 m
Norrlandsgatan, gaturum	40-45	140	7 400/9 600	Dubbelsidigt	8/15 m	20/25 m	3/7 m

Hornsgatan

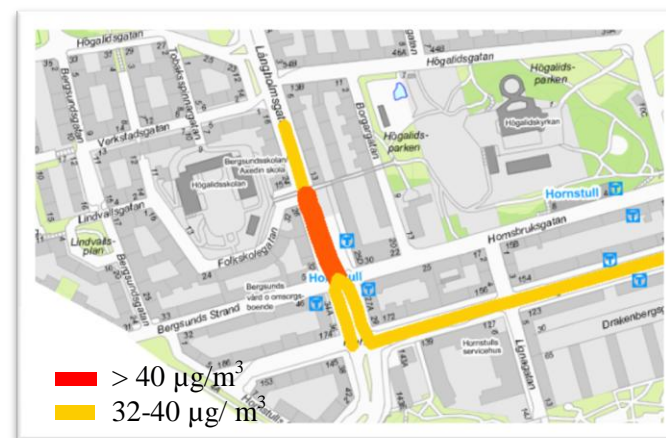
Trafikmängd: 23 000 (årsmedeldygn)
Tung trafik: 4 %
Dubbelsidigt gaturum: bredd 23 m, höjd 25 m, vägbana 14 m
Sträckans längd: ca 570 m
Antal boende med halt över EU-gränsvärdet 2010: ca 600
(se avsnitt 9)
Övrigt: vägbanan lutar ca 2-3 %.



Figur 7. Hornsgatans gaturum och område med beräknade halter över EU-gränsvärdet 2010.

Långholmsgatan

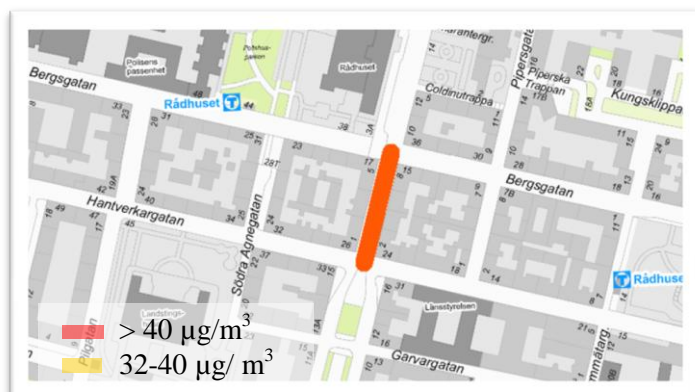
Trafikmängd: 40 900 (årsmedeldygn)
Tung trafik: 4 %
Dubbelsidigt gaturum: bredd 24 m, höjd 23 m, vägbana 13 m
Sträckans längd: ca 100 m
Antal boende med halt över EU-gränsvärdet 2010: ca 150
(se avsnitt 9)



Figur 8. Långholmsgatans gaturum och område med beräknade halter över EU-gränsvärdet 2010.

Scheelegatan

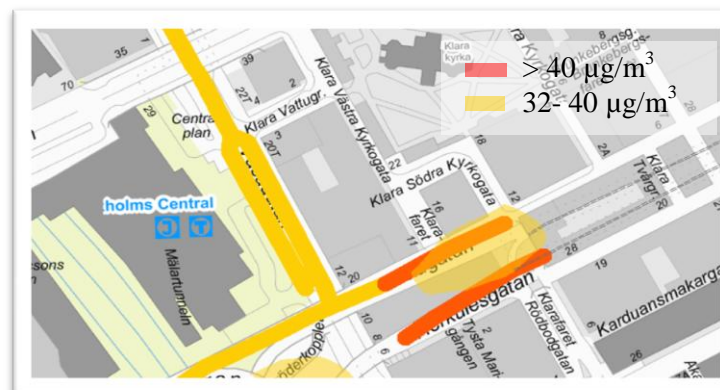
Trafikmängd: 19 000 (årsmedeldygn)
Tung trafik: 4 %
Dubbelsidigt gaturum: bredd 16 m, höjd 25 m, vägbana 10 m
Sträckans längd: ca 100 m
Antal boende med halt över EU-gränsvärdet 2010: ca 150
(se avsnitt 9)



Figur 9. Scheelegatans gaturum och område med beräknade halter över EU-gränsvärdet 2010.

Herkulesgatan

Trafikmängd: 27 000 (årsmedeldygn)
Tung trafik: 4 %
Dubbelsidigt gaturum: bredd 21 m, höjd 25 m, vägbana 15 m
Sträckans längd: ca 110 m
Antal boende med halt över EU-gränsvärdet 2010: ca 50
(se avsnitt 9)
Övrigt: Klaratunnelns mynning ligger i närheten



Figur 10. Herkulesgatans gaturum och område med beräknade halter över EU-gränsvärdet 2010.

Vattugatan

Trafikmängd: 26 000 (årsmedeldygn)

Tung trafik: 4 %

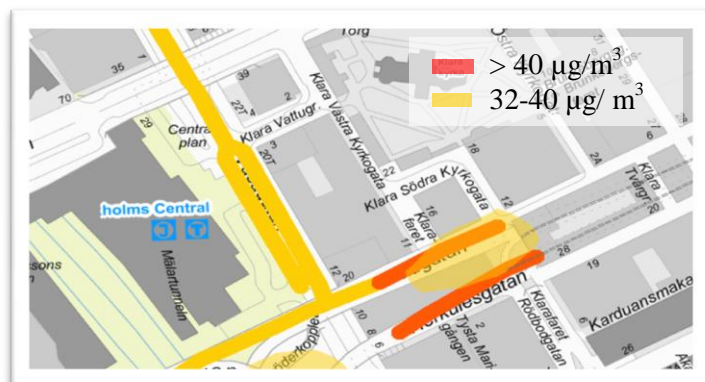
Dubbelsidigt gaturum: bredd 19 m, höjd 25 m, vägbana 15 m

Sträckans längd: ca 100 m

Antal boende med halt över EU-gränsvärdet 2010: ca 25

(se avsnitt 9)

Övrigt: Klaratunnelns mynning ligger i närheten



Figur 11. Vattugatans gaturum och område med beräknade halter över EU-gränsvärdet 2010.

Norrandsgatan

Norr om Kungsgatan:

Trafikmängd: 9 700

(årsmedeldygn)

Tung trafik: 4 %

Dubbelsidigt gaturum: bredd 15 m,

höjd 25 m, vägbana 7 m

Sträckans längd: ca 70 m

Söder om Kungsgatan:

Trafikmängd: 7 300

(årsmedeldygn)

Tung trafik: 4 %

Dubbelsidigt gaturum: bredd 8

m, höjd 20 m, vägbana 3 m

Sträckans längd: ca 70 m

Antal boende med halt över EU-gränsvärdet 2010: ca 15 (se avsnitt 9)



Figur 12. Norrandgatans gaturum och område med beräknade halter över EU-gränsvärdet 2010.

Årsmedelvärde av kvävedioxid, NO₂ år 2010

Uppsala kommun

Ca 200 m väg där EU:s övre utvärderingströskel överskrids (32-40 µg/m³)

Solna kommun

Ca 7.2 km väg där EU:s övre utvärderingströskel överskrids (32-40 µg/m³)



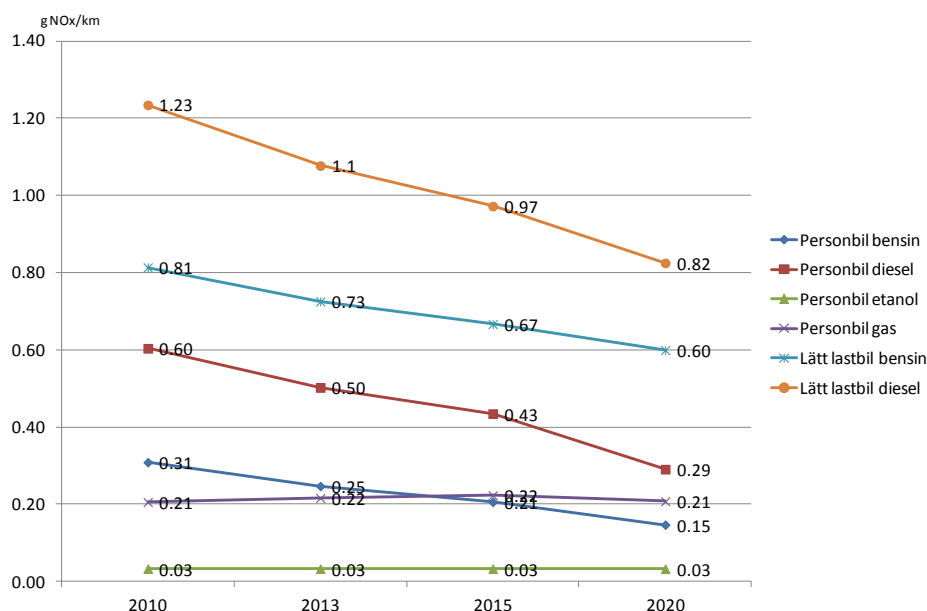
Figur 13. Uppsala tätort och Solna kommun. Vägar där EU:s övre utvärderingströskel för NO₂ överskrids. Beräknad halt är 32-40 µg/m³.

7. Prognos för kritiska gator år 2013, 2015 och 2020

Framräknade halter för år 2013, 2015 och 2020 gäller för ett från luftförorenings synpunkt normalt meteorologiskt år. Framtida emissioner av NO_x från fordonsparken ges av emissionsmodellerna Artemis och HBEFA 3.1 [1,2]. För prognoserna vad gäller framtida halter av kvävedioxid har ingen förändring av totala trafikmängden eller gaturummet antagits. Enligt emissionsmodellerna kommer däremot fler fordon av renare euroklasser (Euro 5 och 6 med partikelfilter) inom respektive fordonskategori (9 st i emissionsdatabaserna) fasas in. För fordonssammansättningen har antagits att nuvarande tydliga utveckling med fler dieseldrivna personbilar fortsätter. Antaganden om dieselandelar följer Trafikverkets nationella prognoser ("Business As Usual") där man för år 2020 redovisar att 59 % av personbilarna drivs med diesel (24 % år 2010).

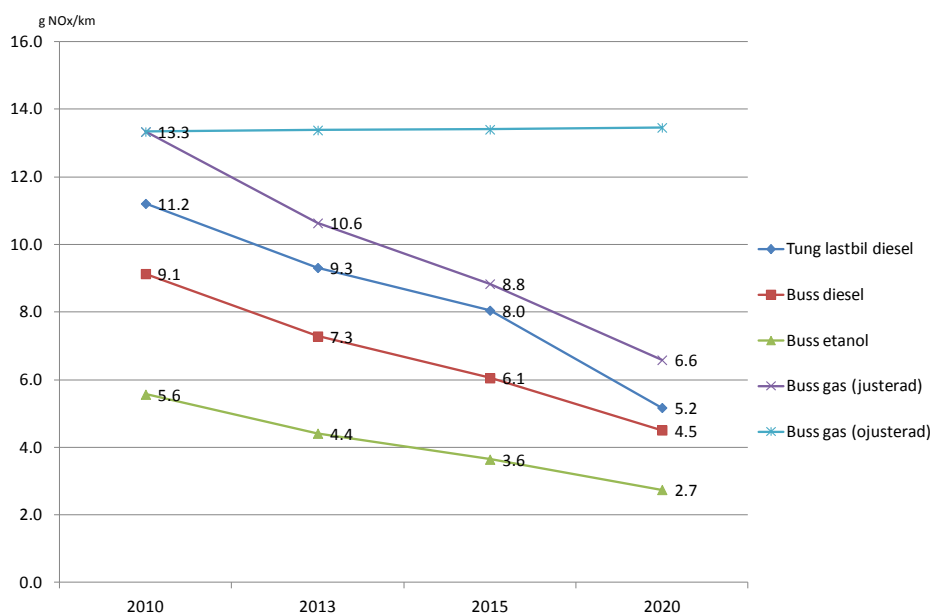
Emissionsfaktorer för NO_x

Figur 14 visar använda emissionsfaktorer för personbilar och lätta lastbilar med olika bränslen, från 2010 till 2020, enligt Artemis/HBEFA och dess sammansättning av olika euroklasser (bilaga 1). För samtliga fordon utom etanol- och gasbilar kommer emissionsfaktorerna att minska.



Figur 14. Använda emissionsfaktorer för NO_x för lätta fordon, g/km. Sammanviktade trafikflödesklasser enligt Artemis/HBEFA 3.1. Diagrammet beskriver också hur utsläppen av kväveoxider förändras vid oförändrad trafikmängd.

Figur 15 visar att emissionsfaktorerna för tunga lastbilar och bussar kommer att minska kraftigt under samma period, men är fortsatt betydligt högre än motsvarande värden för personbilar och lätta lastbilar. Enligt HBEFA 3.1 är emissionsfaktorerna för biogasbussar relativt höga och minskar inte fram till år 2020. För beräkningarna har dock antagits samma relativa minskning som för dieselbussar.



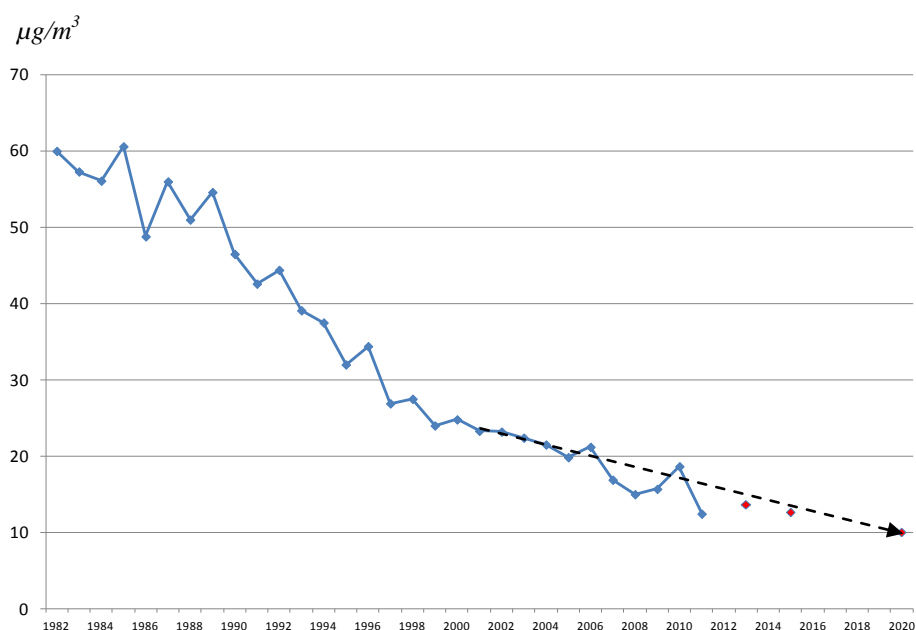
Figur 15. Använda emissionsfaktorer för NO_x för tunga fordon, g/km. Sammanviktade trafikflödesklasser enligt Artemis/HBEFA 3.1. Diagrammet beskriver också hur utsläppen av kväveoxider förändras vid oförändrad trafikmängd.

Utveckling av Stockholms urbana bakgrundshalt, NO_x

Stockholms urbana bakgrundshalt (mäts i taknivå på Södermalm i innerstaden) av kväveoxider har minskat kraftigt sedan början av 1980-talet. Av den urbana bakgrundshalten idag utgör det regionala bidraget ca 3 µg/m³, uppmätt vid Norr Malma i norra Uppland. Enskilda år kan meteorologin ha en avgörande betydelse för vilken bakgrundshalt som mäts upp, vilket avspeglas tydligt i figur 16; t.ex. var år 2010 ovanligt kallt och från luftföroreningssynpunkt ogynnsamt medan år 2011 var varmare o blåsigare. Detta resulterade i att NO_x-halterna i urban bakgrund var ca 50 % högre år 2010 än 2011.

Vid kallt väder under vinterperioden ökar statistiskt sett antalet tillfällen med inversion eller stabil skiktning av luftlagren. Detta medför att luftföroreningarna som släpps ut i tätorterna och längs med vägar i mindre grad sprids och späds ut med kringliggande och ovanliggande luftmassor.

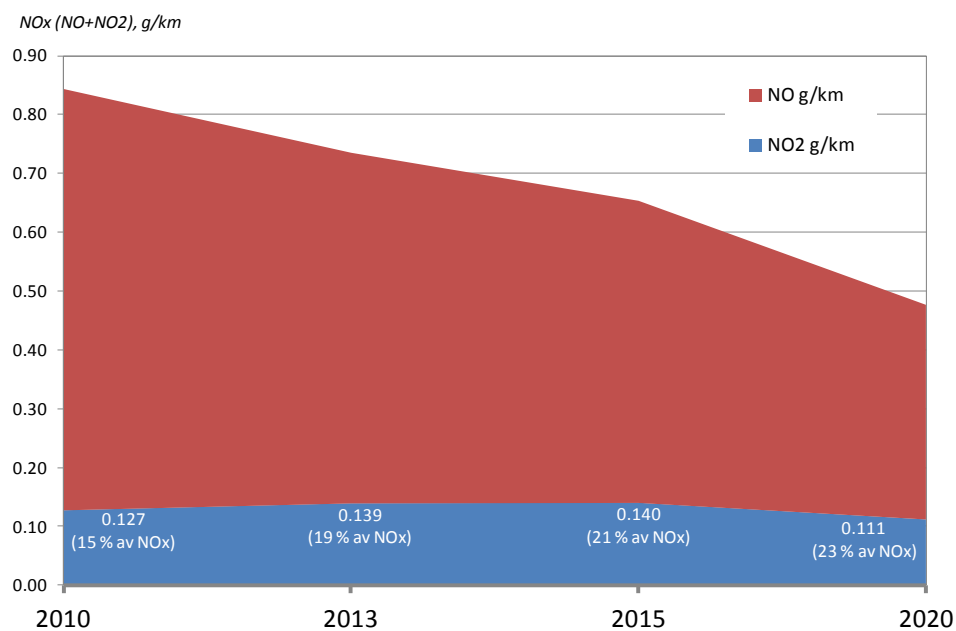
För gaturumsberäkningarna av totala kvävedioxidhalter år 2013, år 2015 och år 2020 har trenden under 2000-talet extraherats, vilket innebär en urban bakgrundshalt av kväveoxider på ca 10 µg/m³ i Stockholm år 2020 (för ett meteorologiskt normalt år).



Figur 16. Uppmätt urban bakgrundshalt av kväveoxider i Stockholmsregionen. Prognoser för år 2013, år 2015 och år 2020 är en extrahering av trenden under 2000-talet och avser meteorologiskt normala år.

Utsläpp av NO₂ och NO_x

Utsläppen av kväveoxider, NO_x, längs de kritiska gatorna kommer enligt beräkningarna att minska med ca 20 % mellan år 2010 och 2015, trots att dieseltrafiken kommer att öka från ungefär en tredjedel till drygt hälften av totala trafikarbetet (bensindrivna fordons trafikarbete minskar i motsvarande grad). Utsläppen av kvävedioxid kommer däremot att öka med ca 10 % mellan år 2010 och 2015, för att sedan minska med ca 20 % till år 2020. Andelen NO₂ av totala NO_x-utsläppen kommer att öka från ca 15 % år 2010 till ca 21 % år 2015 och ca 23 % år 2020 (figur 17).

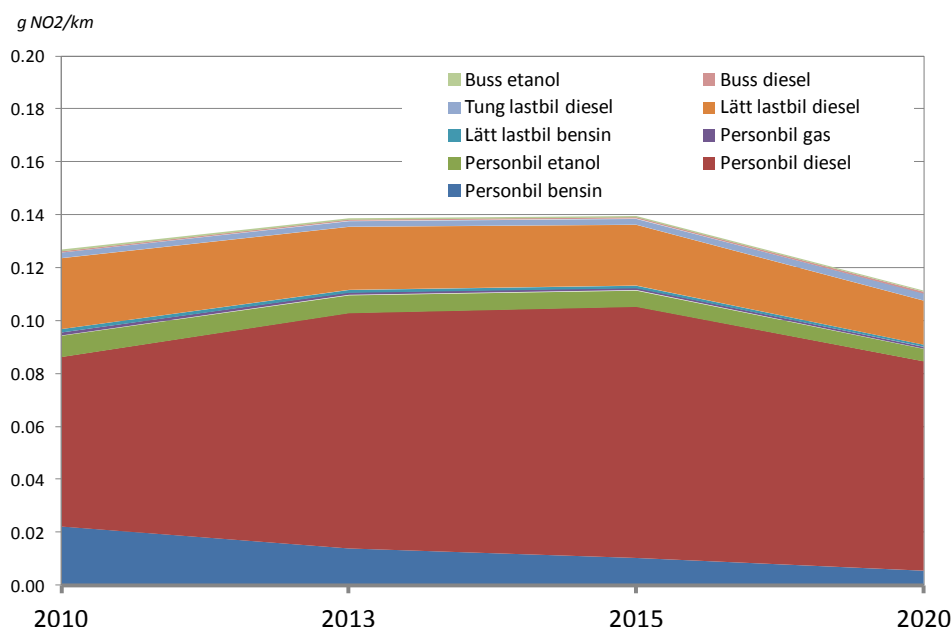


Figur 17. Utsläpp av kväveoxider, NO_x och kvävedioxid, NO₂ (g/km) vid kritiska gator där EU-gränsvärdet överskrids år 2010. Se även beräkningsresultat i bilaga 1.

I figur 18 redovisas hur olika fordonskategorier bidrar till NO₂-utsläppen åren 2010-2020. Mellan år 2010 och 2015 kommer dieseldrivna personbilar att öka sina utsläpp av NO₂ med ca 50 % samtidigt som bensinfordon halverar sina utsläpp. De dieseldrivna personbilarna står för den största delen av NO₂ utsläppen under hela perioden (2010-2020).

År 2020 domineras de dieseldrivna personbilarna av Euro 6 med partikelfilter; ca 60 % av trafikarbetet (se bilaga 1). Detta innebär att minskade NO_x-utsläpp mellan 2015 och 2020 (ca 25 %) och ett minskat haltbidrag från dieseldrivna personbilarna trots att de blir fler. Även NO₂-utsläppen minskar mellan 2015 och 2020 (ca 20 %).

Mätningar av ozon på Hornsgatan visar att ozonet (som oxiderar NO till NO₂) bidrar mer till uppmätt NO₂-halt än vad direktutsläppet av NO₂ gör, och att dess betydelse har ökat under senare år i takt med att NO_x utsläppen har minskat. Andelen NO₂ av NO_x kommer att fortsätta öka längs gatorna både på grund av ökande andel NO₂ i utsläppen och på grund av effektivare oxidation av kvävemonoxid genom reaktionen med ozon. I denna utredning använder vi en förenklad beräkningsmetod som inte fullt ut tar hänsyn till dessa processer, vilket gör att de beräknade halterna är behäftade med osäkerheter. Mellan år 2015 och 2020 och infasningen av Euro 6 minskar dock dieseltrafikens utsläpp av NO₂.



Figur 18. Olika fordonskategoriers utsläpp av kvävedioxid, NO₂ (g/km) vid kritiska gator där EU-gränsvärdet överskrids år 2010. Se även beräkningsresultat i bilaga 1.

Resultat haltberäkningar

I figur 19 redovisas framräknade haltintervall avseende årsmedelvärde för NO₂ för de kritiska gatuavsnitten år 2010, 2013, 2015 och 2020. Motsvarande beräkningar för Kungsgatan i Uppsala redovisas i bilaga 2.

I tabell 11-17 redovisas bidrag till total halt av kväveoxider, motsvarande total NO₂-halt och prognoser för åren 2013, 2015 och 2020 för Hornsgatan, Norrlandsgatan, Scheelegatan, Långholmsgatan, Herkulesgatan och Vattugatan.

Hornsgatan omfattas av ca 600 m med överskridande i nuläget (2010). Haltnivåerna runt 45 µg/m³ beräknas minska med givna beräkningsförutsättningar. För år 2015 beräknas dock att årsmedelvärdet fortfarande ligger högre än 40 µg/m³. Detta beror till stor del på att dieseltrafiken ökar sitt bidrag till NO_x. Dieseltrafiken på Hornsgatan beräknas öka från ca en tredjedel av totala trafikarbetet år 2010

till ungefär hälften år 2015. Dess andel av NO_x-utsläppen kommer därmed att öka från ca 70 % till ca 85 %. Bensindrivna trafikens andel beräknas samtidigt minska från ca 55 % av totala trafikarbetet år 2010 till ca 35 % år 2015. Eftersom nya dieslbilar har högre utsläpp av kväveoxider än motsvarande nya bensinbilar kommer personbilarnas haltbidrag att minska långsamt till år 2015. År 2015 väntas enligt HBEFA 3.1 kravnivån Euro 5 med partikelfilter dominera `personbil diesel` med ca 60 % av trafikarbetet. För år 2020 visar prognoserna att Euro 6 med partikelfilter dominerar i motsvarande grad. Detta innebär mindre NO_x-utsläpp och att bidraget från `personbil diesel` minskar mellan år 2015 och 2020 trots att de blir fler. För år 2020 innebär det en framräknad halt på ca 36 µg/m³ och EU-gränsvärdet skulle således klaras (med givna förutsättningar).

För att klara EU-gränsvärdet 40 µg/m³ år 2015 på Hornsgatan får inte totala trafikmängden enligt beräkningarna överstiga ca 21 000 fordon per årsmedeldygn (oförändrade fordonsandelar).

Övriga ”kritiska gator” i figur 19 har en framräknad halt på ca 40-45 µg/m³ för år 2010, dvs. något över motsvarande EU-gränsvärde. Enligt beräkningarna kommer även Långholmsgatan att få problem att klara 40 µg/m³ till år 2015, men med infasningen av Euro 6 till år 2020 kan halten minska till ca 35 µg/m³.

Enligt beräkningarna kommer Scheelegatan, Herkulesgatan, Vattugatan och Norrlandsgatan ha en NO₂-halt på ca 35-40 µg/m³ år 2015 och 30-35 µg/m³ år 2020.

För Herkulesgatan och Vattugatan tillkommer dock ytterligare osäkerheter vad gäller haltbidraget från Klaratunnels mynning.

	År 2010	År 2013	År 2015	År 2020
Hornsgatan, Stockholm	45-50	40-45	40-45	35-40
Långholmsgatan, Stockholm	40-45	40-45	40-45	35-40
Scheelegatan Stockholm,	40-45	35-40	35-40	30-35
Herkulesgatan, Stockholm,	40-45	35-40	35-40	30-35
Vattugatan, Stockholm	40-45	35-40	35-40	30-35
Norrlandsgatan, Stockholm	40-45	35-40	35-40	30-35
Kungsgatan, Uppsala	35-40	30-35	30-35	25-30

Figur 19. Beräknade haltintervall för olika gator avseende årsmedelvärde för NO₂, enhet µg/m³. EU:s gränsvärde och övre utvärderingströskel är 40 µg/m³ respektive 32 µg/m³.

I tabell 11-17 följer detaljerade beräkningar för respektive gatuavsnitt. Beräkningsförutsättningar finns även i bilaga 1.

Tabell 11. Beräknat bidrag till totala halter av kväveoxider och prognos för årsmedelhalter av kvävedioxid på Hornsgatan.

NO_x (enhet: µg/m³)	År 2010	År 2013	År 2015	År 2020
Urban bakgrundshalt:	16	14	13	10
Lokalt bidrag:	100	87	77	56
Personbil bensin	20	12	8,0	4,0
Personbil diesel	13	19	20	17
Personbil etanol	0,4	0,4	0,4	0,4
Personbil gas	0,3	0,4	0,4	0,3
Lätt lastbil bensin	3,0	2,7	2,5	2,2
Lätt lastbil diesel	15	12,7	11,5	9,8
Tung lastbil diesel	39	33	28	18
Buss diesel	7,8	6,2	5,1	3,8
Buss etanol	2,2	1,8	1,5	1,1
Summa NO_x:	116,0	101,2	90,5	66,5
NO₂ årsmedelvärde¹	45,1	42,8	41,0	35,8
<i>Minskning av NO₂ årsmedelvärde¹</i>	<i>(EU:s gränsv,=40)</i>	<i>-5 %</i>	<i>-9 %</i>	<i>-21 %</i>

¹ Omräknat efter empiriska samband enligt mätdata NO_x-NO₂, se figur 4.

Tabell 12. Beräknat bidrag till totala halter av kväveoxider och prognos för årsmedelhalter av kvävedioxid på Långholmsgatan.

NO_x (enhet: µg/m³)	År 2010	År 2013	År 2015	År 2020
Urban bakgrundshalt:	16	14	13	10
Lokalt bidrag:	96	84	74	54
Personbil bensin	19	11	7,7	3,8
Personbil diesel	12	18	19	16
Personbil etanol	0,4	0,4	0,4	0,4
Personbil gas	0,3	0,3	0,3	0,3
Lätt lastbil bensin	2,9	2,6	2,4	2,1
Lätt lastbil diesel	14	12,2	11,0	9,4
Tung lastbil diesel	38	31	27	17
Buss diesel	7,4	5,9	4,9	3,7
Buss etanol	2,1	1,7	1,4	1,1
Summa NO_x:	112,0	97,7	87,4	64,2
NO₂ årsmedelvärde¹	44,5	42,3	40,4	35,2
<i>Minskning av NO₂ årsmedelvärde¹</i>	<i>(EU:s gränsv,=40)</i>	<i>-5 %</i>	<i>-9 %</i>	<i>-21 %</i>

¹ Omräknat efter empiriska samband enligt mätdata NO_x-NO₂, se figur 4.

Tabell 13. Beräknat bidrag till totala halter av kväveoxider och prognos för årsmedelhalter av kvävedioxid på Scheelegatan.

NO_x (enhet: µg/m³)	År 2010	År 2013	År 2015	År 2020
Urban bakgrundshalt:	16	14	13	10
Lokalt bidrag:	75	65	58	42
Personbil bensin	15	8,8	6,0	3,0
Personbil diesel	10	14	15	13
Personbil etanol	0,3	0,3	0,3	0,3
Personbil gas	0,3	0,3	0,3	0,3
Lätt lastbil bensin	2,3	2,0	1,8	1,7
Lätt lastbil diesel	11	9,5	8,6	7,3
Tung lastbil diesel	29	24	21	14
Buss diesel	5,8	4,6	3,9	2,9
Buss etanol	1,7	1,3	1,1	0,8
Summa NO_x:	91,0	79,4	71,1	52,4
NO₂ årsmedelvärde¹	41,1	38,8	36,9	31,7
<i>Minskning av NO₂ årsmedelvärde¹</i>	(EU:s gränsv,=40)	-6 %	-10 %	-23 %

¹ Omräknat efter empiriska samband enligt mätdata NO_x-NO₂, se figur 4.

Tabell 14. Beräknat bidrag till totala halter av kväveoxider och prognos för årsmedelhalter av kvävedioxid på Herkulesgatan.

NO_x (enhet: µg/m³)	År 2010	År 2013	År 2015	År 2020
Urban bakgrundshalt:	16	14	13	10
Lokalt bidrag:	71	62	55	40
Personbil bensin	14	8,4	5,7	2,8
Personbil diesel	9,2	13	14	12
Personbil etanol	0,3	0,3	0,3	0,3
Personbil gas	0,2	0,2	0,3	0,2
Lätt lastbil bensin	2,1	1,9	1,8	1,6
Lätt lastbil diesel	10	9,0	8,2	6,9
Tung lastbil diesel	28	23	20	13
Buss diesel	5,5	4,4	3,6	2,7
Buss etanol	1,6	1,3	1,0	0,8
Summa NO_x:	87,0	75,9	68,0	50,1
NO₂ årsmedelvärde¹	40,3	38,0	36,1	30,9
<i>Minskning av NO₂ årsmedelvärde¹</i>	(EU:s gränsv,=40)	-6 %	-10 %	-23 %

¹ Omräknat efter empiriska samband enligt mätdata NO_x-NO₂, se figur 4.

Tabell 15. Beräknat bidrag till totala halter av kväveoxider och prognos för årsmedelhalter av kvävedioxid på Vattugatan.

NO_x (enhet: µg/m³)	År 2010	År 2013	År 2015	År 2020
Urban bakgrundshalt:	16	14	13	10
Lokalt bidrag:	77	67	60	44
Personbil bensin	15	9,1	6,2	3,1
Personbil diesel	9,9	14	15	13
Personbil etanol	0,3	0,3	0,3	0,3
Personbil gas	0,3	0,3	0,3	0,3
Lätt lastbil bensin	2,3	2,1	1,9	1,7
Lätt lastbil diesel	11	9,8	8,8	7,5
Tung lastbil diesel	30	25	22	14
Buss diesel	6,0	4,8	4,0	2,9
Buss etanol	1,7	1,4	1,1	0,8
Summa NO_x:	93,0	81,1	72,7	53,5
NO₂ årsmedelvärde¹	41,4	39,1	37,3	32,0
<i>Minskning av NO₂ årsmedelvärde¹</i>	<i>(EU:s gränsv,=40)</i>	<i>-6 %</i>	<i>-10 %</i>	<i>-23 %</i>

¹ Omräknat efter empiriska samband enligt mätdata NO_x-NO₂, se figur 4.

Tabell 16. Beräknat bidrag till totala halter av kväveoxider och prognos för årsmedelhalter av kvävedioxid på Norrlandsgatan norr om Kungsgatan.

NO_x (enhet: µg/m³)	År 2010	År 2013	År 2015	År 2020
Urban bakgrundshalt:	16	14	13	10
Lokalt bidrag:	72	63	56	41
Personbil bensin	14	8,5	5,8	2,9
Personbil diesel	9	14	14	12
Personbil etanol	0,3	0,3	0,3	0,3
Personbil gas	0,2	0,3	0,3	0,2
Lätt lastbil bensin	2,2	1,9	1,8	1,6
Lätt lastbil diesel	11	9,2	8,3	7,0
Tung lastbil diesel	28	23	20	13
Buss diesel	5,6	4,5	3,7	2,8
Buss etanol	1,6	1,3	1,1	0,8
Summa NO_x:	88,0	76,8	68,8	50,7
NO₂ årsmedelvärde¹	40,5	38,2	36,3	31,1
<i>Minskning av NO₂ årsmedelvärde¹</i>	<i>(EU:s gränsv,=40)</i>	<i>-6 %</i>	<i>-10 %</i>	<i>-23 %</i>

¹ Omräknat efter empiriska samband enligt mätdata NO_x-NO₂, se figur 4.

Tabell 17. Beräknat bidrag till totala halter av kväveoxider och prognos för årsmedelhalter av kvävedioxid på Norrlandsgatan söder om Kungsgatan.

NO _x (enhet: µg/m ³)	År 2010	År 2013	År 2015	År 2020
Urban bakgrundshalt:	16	14	13	10
Lokalt bidrag:	81	71	63	46
Personbil bensin	16	9,5	6,5	3,2
Personbil diesel	10	15	16	14
Personbil etanol	0,3	0,3	0,3	0,3
Personbil gas	0,3	0,3	0,3	0,3
Lätt lastbil bensin	2,4	2,2	2,0	1,8
Lätt lastbil diesel	12	10	9,3	7,9
Tung lastbil diesel	32	26	23	15
Buss diesel	6,3	5,0	4,2	3,1
Buss etanol	1,8	1,4	1,2	0,9
Summa NO_x:	97,0	84,6	75,8	55,8
NO₂ årsmedelvärde¹	42,2	39,9	38,0	32,7
<i>Minskning av NO₂ årsmedelvärde¹</i>	<i>(EU:s gränsv.=40)</i>	<i>-5 %</i>	<i>-10 %</i>	<i>-22 %</i>

¹ Omräknat efter empiriska samband enligt mätdata NO_x-NO₂, se figur 4.

8. Kvävedioxidhalter högre än EU-norm 2010 vid tunnelmynningar

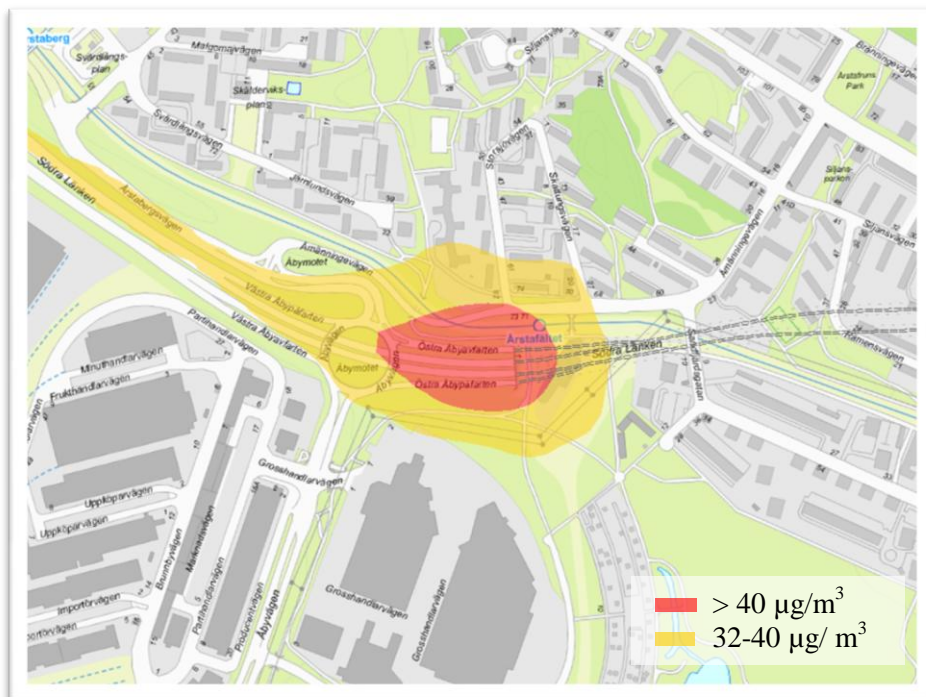
I figur 20- 25 redovisas områden vid olika vägtunnelmynningar där framräknad årsmedelhalt av kvävedioxid är högre än EU-gränsvärdet 40 µg/m³.

Antalet boende med halter över EU-gränsvärdet inom Stockholms kommun har beräknats till ca 20 och för Sollentuna kommun till ca 15 (se beräkningar för befolkningsexponering i avsnitt 9).

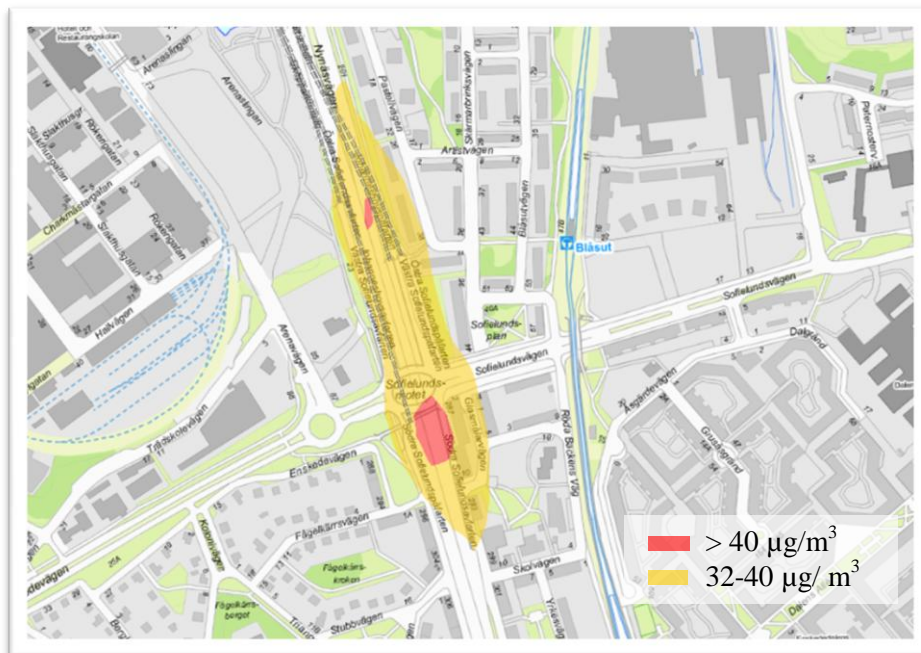
Observera att beräkningar runt tunnelmynningar innehåller osäkerheter bl.a. beroende på komplex spädning p.g.a. höjdskillnader.



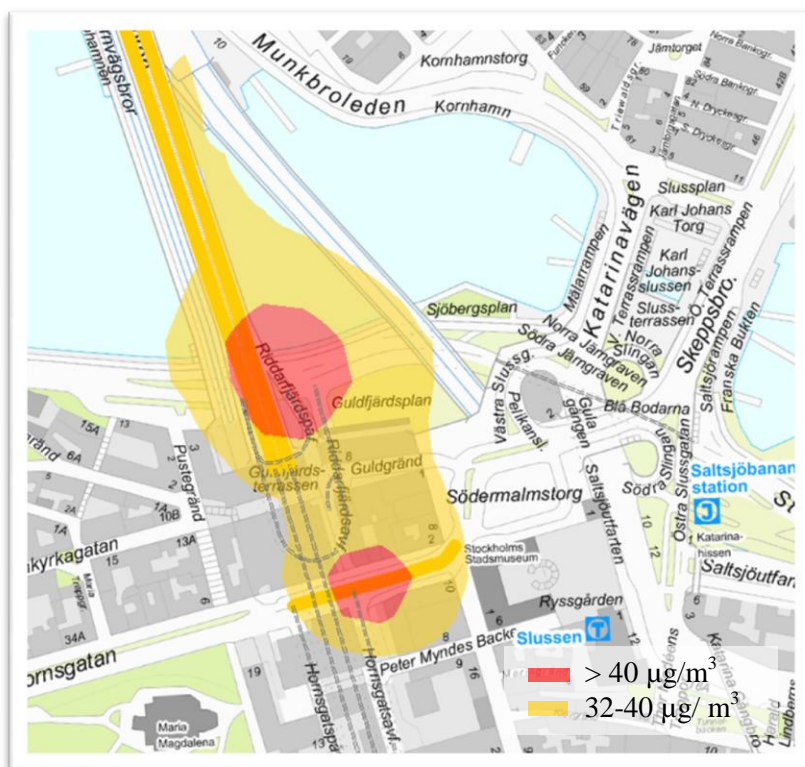
Figur 20. Södra länkens tunnelmynningar vid Hammarby sjöstad och beräknade årsmedelhalter av kvävedioxid i jämförelse med EU-gränsvärdet 40 µg/m³. Inga bostäder finns i områden med halter högre än EU-gränsvärdet (se avsnitt 9).



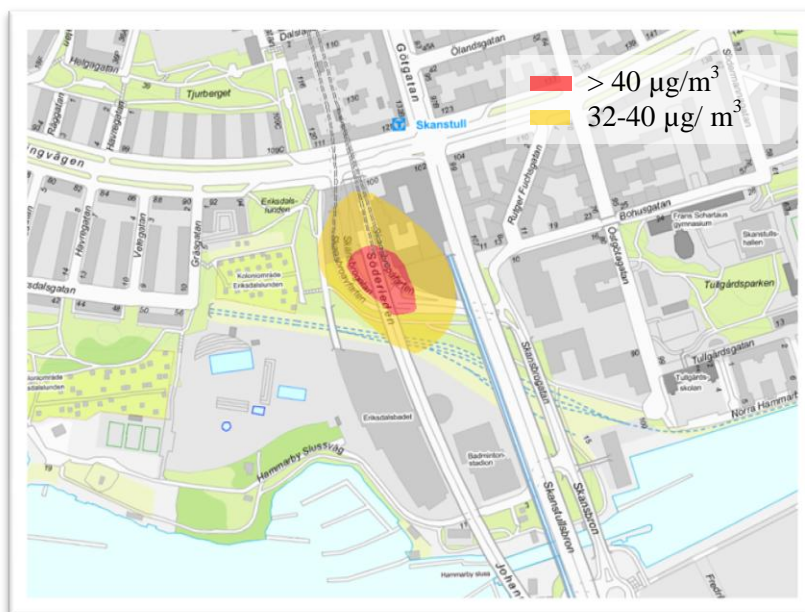
Figur 21. Södra länkens tunnelmynning i Årsta och beräknade årsmedelhalter av kvävedioxid i jämförelse med EU-gränsvärdet $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Inga bostäder finns i områden med halter högre än EU-gränsvärdet (se avsnitt 9).



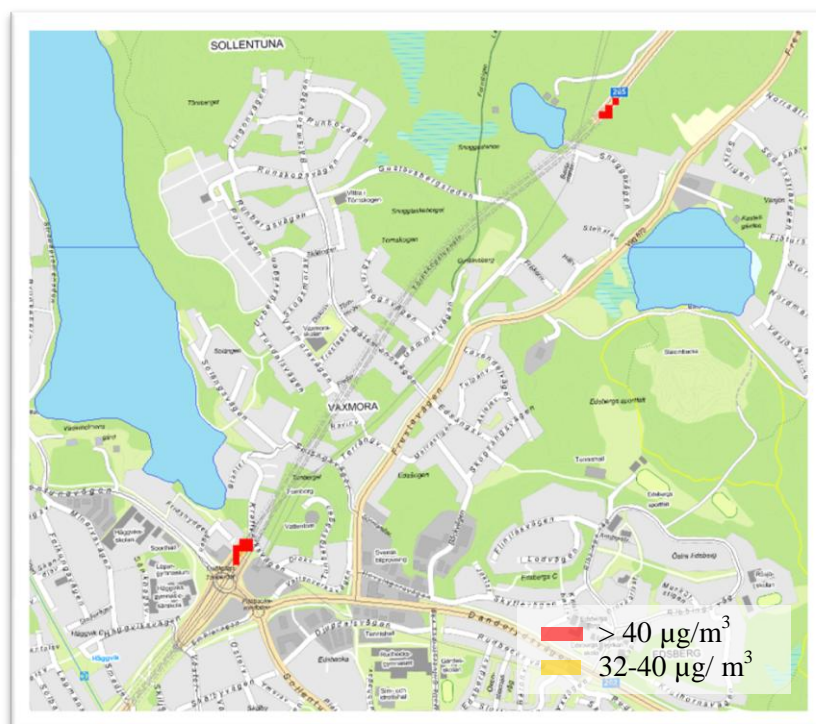
Figur 22. Södra länkens tunnelmynning i Enskede (Nynäsvägen) och beräknade årsmedelhalter av kvävedioxid i jämförelse med EU-gränsvärdet $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Bostäder finns i områden med halter högre än EU-gränsvärdet (se avsnitt 9).



Figur 23. Söderledens tunnelmyrningar vid **Hornsgatan** och **Centralbron** och beräknade årsmedelhalter av kvävedioxid i jämförelse med EU-gränsvärdet $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Bostäder finns i områden med halter högre än EU-gränsvärdet (se avsnitt 9).



Figur 24. Söderledens tunnelmyrning vid **Johannehovsbron** och beräknade årsmedelhalter av kvävedioxid i jämförelse med EU-gränsvärdet $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Bostäder finns i områden med halter högre än EU-gränsvärdet (se avsnitt 9).



Figur 25. Norrortsledens tunnelmyrningar i Sollentuna kommun och beräknade årsmedelhalter av kvävedioxid i jämförelse med EU-gränsvärdet $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Bostäder finns i områden med halter högre än EU-gränsvärdet vid södra tunnelmyrningen (se avsnitt 9).

9. Befolkningsexponering i Stockholms län 2010

Utifrån beräkningarna för 2010 av kvävedioxidhalter har antalet boende i Stockholms län (SCB 2011-12-31) sökts ut i områden där EU-direktivets årsmedelvärde överskrids eller där årsmedelhalten ligger högre än EU:s övre utvärderingströskel. Med antal boende avses här nattbefolkningen vilket innefattar de personer som har sin mantalsskrivning i området. De som arbetar, går i skolan eller vistas i området utan att vara skrivna på adressen ingår således inte i analysen. Analyserna är utförda utifrån två metoder beroende på detaljeringsgraden i befolkningsunderlaget och beskrivs i bilaga 2.

I tabell 18 visas en översikt av beräkningarna för antal exponerade människor per kommun och figur 23 visar områden med överskridanden där folk bor. Exponeringen gäller bara för halter i utomhusluften. Hur de boende exponeras i sin bostad är beroende av bostadens ventilation och på vilket våningsplan den finns.

Osäkerhet i resultatet

I beräkningarna för befolkningsexponering finns osäkerheter. Dels beroende på detaljeringsgraden i befolkningsunderlaget och dels på grund av osäkerheter i haltberäkningarna.

För länets kommuner, förutom Stockholms kommun, har befolkningsunderlag i 100 m-rutor utnyttjats och matchats mot haltberäkningar i 25 m x 25 m upplösning samt mot väglinjer där normen överskrids enligt gaturumsberäkningar eller i mätningar. För Stockholms kommun har ett noggrannare befolkningsunderlag använts.

Tabell 18. Antal boende i områden med en beräknad årsmedelhalt över EU-gränsvärdet $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respektive högre än EU:s övre utvärderingströskel, $32\text{-}40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kommuner som saknas i tabellen berörs inte.

	Antal boende i områden med NO_2 -halt över EU-gränsvärdet $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Antal boende i områden med NO_2 -halt högre än EU:s övre utvärderingströskel, $32\text{-}40 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Stockholms- och Uppsala län	ca 1 000	ca 10 100
Huddinge	0	< 5 (E4)
Sollentuna	ca 15 ¹⁾	ca 115 (E4)
Solna	0	< 5 (E4)
Stockholm	ca 1 000 ²⁾	ca 10 000
Uppsala	0	- ³⁾

1) Vid Norrortsledens södra tunnelmynning

2) Innerstadsgator och tunnelmynningar, se tabell 19

3) Befolkningsdata saknas för Kungsgatan i Uppsala

Tabell 19. Antal boende per gata/område i Stockholms kommun med årsmedelhalter över EU-gränsvärdet $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vid bostad (inom 25 m från vägmitt, se bilaga 3).

Stockholms kommun	ca 1000
Herkulesgatan	ca 50
Hornsgatan	ca 600
Långholmsgatan	ca 150
Norrländsgatan	ca 15
Scheelegatan	ca 150
Vattugatan	ca 25
Tunnelmynningar vid Södra länken och Söderleden	ca 20



Figur 26. Områden med bostäder/boende i Stockholms län där årsmedelvärdet för kvävedioxid år 2010 beräknas vara högre än EU:s gränsvärde (rött) eller EU:s övre utvärderingströskel (orange).

10. Osäkerheter angående framtida utsläpp och halter av kvävedioxid

Halterna av kvävedioxid väntas generellt sett fortsätta att minska i Stockholms och Uppsala län beroende på minskade utsläpp framförallt från vägtrafiken men även från annan förbränning. En del osäkerheter finns dock för utvecklingen, framförallt längs de många hårt trafikerade och trånga gaturummen som främst återfinns i Stockholms innerstad.

De osäkerheter som föreligger vad gäller utvecklingen av framtida halter av kvävedioxid är bl.a.:

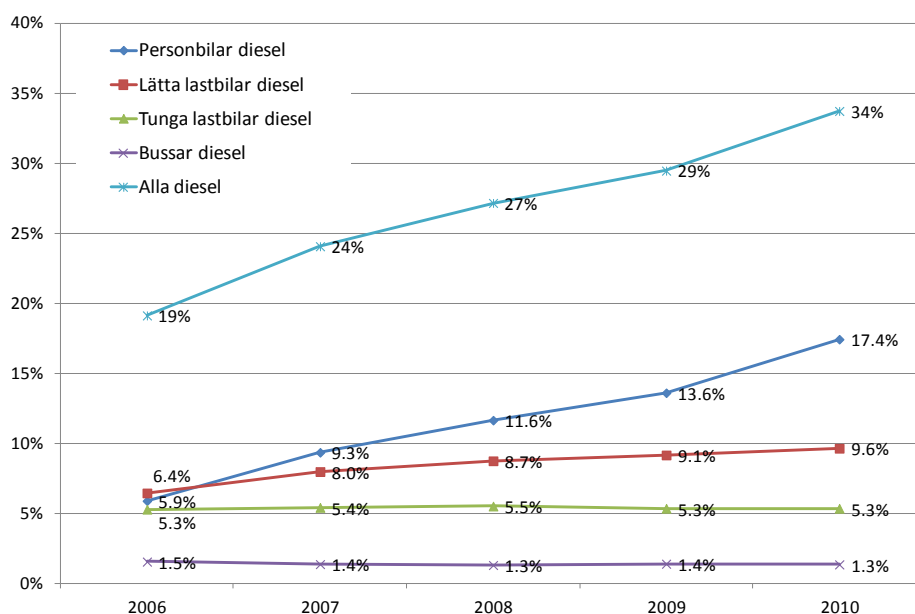
- Fordonsparkens sammansättning. Nuvarande utveckling innebär t.ex. att de dieseldrivna fordonen med relativt höga utsläpp av NO_x och NO₂ ökar kraftigt. Utvecklingen och användningen vad gäller alternativa motorer och bränslen till bensen och diesel är också osäker.
- Fordonens emissioner under verkliga körförhållanden i stadsmiljö kan skilja jämfört med de som framräknats utifrån HBEFA, som baseras på mätningar i avgaslaboratorier. De hårdare avgaskraven med bl.a. partikelfilter har inneburit en ökad andel NO₂ av NO_x vid avgasröret. Mätningar har dessutom visat att utsläppsnivåerna av kväveoxider vid verklig körning är högre, speciellt för dieslbilar.
- Med minskade utsläpp av NO_x följer att en större del av kväve-monoxiden i NO_x oxideras till NO₂ av ozon. Den generella minskningen av NO₂ motverkas därmed.
- Gaturum sluts. Att Stockholm växer kraftigt innebär ny bebyggelse och ofta förtätningar längs kritiska gator vilket gör att ventilationen försämras och att kvävedioxidhalterna ökar påtagligt. Några exempel på (planerade) förtätningar under senare år är Långholmsgatan och Nynäsvägen i Stockholm samt Frösundaleden i Solna. Även längs Kungsgatan i Uppsala planeras förtätningar.
- Bilinnehav, transporter och vägtrafik ökar. Den stora inflyttningen till Stockholm medför ökat transportbehov på vägar och gator. Även den ekonomiska utvecklingen påverkar transportbehovet.
- Trängselskattens utformning och omfattning. Det är redan beslutat att trängselskatten ska indexhöjas och diskussion pågår om mer flexibla avgifter och införande av avgifter även på Essingeleden. Eventuellt kan trängselskatten komma att användas för att reglera fordonsflödena så att normer för luftkvalitet kan klaras.
- Åtgärdsprogrammets utformning och effekt på halter i Stockholms- och Uppsala län.

Fordonsparkens sammansättning

Under det senaste decenniet har fordonsparkens sammansättning i Stockholmsregionen förändrats påtagligt. Fordon som drivs med alternativa bränslen som etanol och gas har introducerats och antalet dieslbilar har ökat kraftigt. Fordon som drivs med bensen har minskat i motsvarande grad.

Under mitten av 1990 talet utgjorde de dieseldrivna personbilarna i Stockholmsregionen några procent av totala trafikarbetet. Under senare delen av 1990-talet började andelen dieselpersonbilar att öka. Därefter har andelen ökat kontinuerligt och då särskilt under de allra senaste åren. År 2006 utgjorde de 6 %, år 2008 12 % och år 2010 17 % av fordonsparken, se figur 27. Huvudsäket till deras ökande andel är att skatteomläggningar har gjort det betydligt förmånligare att äga en diesebil, bl.a. genom ”miljöbilspremierna” (SFS 2007:380). Den huvudsakliga orsaken till skatteomläggningarna har varit målsättningen att minska personbilarnas bränsleförbrukning och utsläppen av växthusgaser. För perioden januari-augusti 2012 utgjorde nya dieslbilar med max 120 gram CO₂ per liter diesel ca 70 % av alla nybilsregistrerade miljöbilar i Stockholms län eller motsvarande 30 % av alla nyregistrerade bilar i länet under samma period (<http://www.bilsweden.se>).

Även de dieseldrivna lätta lastbilarna har ökat kraftigt och tillsammans med den tunga trafiken står dieselfordon för ungefär en tredjedel av trafikarbetet i Stockholm (år 2010). Andelen kommer successivt att öka ytterligare i och med den kraftiga ökningen av nyregistreringar av dieselmotorer.



Figur 27. Utvecklingen av dieseldrivna fordon (del av totala trafikarbetet) i Stockholmsregionen åren 2006-2010.

Emissioner och verkliga utsläpp i stadsmiljön

Nuvarande kravnivåer för nya bilar medger högre utsläpp av kväveoxider från dieselmotorer än från bensindrivna bilar. Nya dieselmotorer har vanligtvis vid testning enligt reglerad metod utsläppsnivåer strax under kravnivån medan bensindrivna har utsläppsnivåer betydligt under fastställda kravnivåer vid bestämd testkörning. Mätningar visar dessutom att utsläppsnivåerna av kväveoxider vid verklig körning är högre, speciellt för dieselmotorer. Detta medför att utsläppen av kväveoxider från en ny bil med dieselmotor generellt är fem till tio gånger högre än från en motsvarande bil med bensinmotor.

Förutom högre utsläpp av kväveoxider (NO_x) har dieselmotorer generellt en högre andel av kvävedioxid (NO₂ av NO_x) i utsläppen. Utsläppen av NO₂/NO_x från fordonsparken var under 1990-talet ca 5-10 % vilket har ökat till ca 20 % med fler dieselmotorer i trafik och strängare avgaskrav för dieselmotorer. Andelen kommer öka ytterligare i och med de nya kravnivåerna, se tabell 19.

Tabell 19. Andelen kvävedioxid, NO₂ av NO_x-utsläppen för olika fordon, bränslen och euroklasser. PF = partikelfilter. HBEFA 3.1 [1].

Bränsle/ rening:	Lätta fordon			Tunga fordon		
	Bensin	Diesel	Gas/etanol	Bensin	Diesel	Gas/etanol
Pre-Euro	5 %	8 %	10 %	5 %	7 %	25 %
Euro 1	5 %	8 %	10 %	5 %	7 % (25 % PF)	25 %
Euro 2	5 %	11 % (30 % PF)	10 %	5 %	7 % (25 % PF)	25 %
Euro 3	5 %	35 % (30 % PF)	10 %	5 %	7 % (30 % PF)	25 %
Euro 4	5 %	40 % (50 % PF)	10 %	5 %	7 % (25 % PF)	25 %
Euro 5	5 %	35 % PF	10 %	5 %	7 % (25 % PF)	25 %
Euro 6	5 %	30 % PF	10 %	5 %	28 % PF	25 %

Kravnivån Euro 5 blev obligatorisk för personbilar från och med år 2011. Olika tekniker används för att minska utsläppen av förbränningspartiklar och för att möta avgaskraven, bland annat katalysatorer och partikelfilter. NO₂ används även som oxidant för att förbränna sot i partikelfilter. Detta ger en förskjutning mot en högre andel direktmitterad NO₂. Dessa reningstekniker medför att andelen NO₂/NO_x ökar ytterligare och kvoten kan då bli upp till 50 %. Detta kan leda till mer frekventa överskridanden av normvärden för kvävedioxid vid hårt trafikerade vägar.

Direktemissionerna av kvävedioxid är betydelsefull för vilka halter av kvävedioxid som mäts upp i trånga gatuutrymmen, speciellt under omständigheter med låg luftomblandning och vid låga ozonhalter, t.ex. under vintern vid låg omblandning av luften (stabil skiktning och inversion). Detta har bidragit till att halterna av kvävedioxid knappt minskat längs med hårt trafikerade vägar under de senaste åren i trots att utsläppen av kväveoxider minskat (och då främst kvävemonoxid).

I denna studie har NO_x-emissionerna från fordonstrafiken beräknats med Artemis/HBEFA [1,2]. Dessa emissionsmodeller och andra liknande har jämförts med mätningar via fjärranalys i verkliga trafikmiljöer såväl i England [14] som i Sverige [15]. En viktig slutsats från dessa studier är att modellernas emissionsfaktorer ibland underskattar uppmätta utsläpp i verklig trafik. Det gäller bl.a. för dieseldrivna personbilar och lätta lastbilar samt tunga dieseldrivna lastbilar (Euro 4) och bussar (Euro 5). För den tunga trafiken tycks skillnaden i utsläpp vara störst i stadstrafik där dieslarna inte kan köras effektivt. Skillnaden verkar också öka för nyare fordon med kraftigare emissionsreduktionskrav. Genom att kalibrera beräkningsresultat mot mätdata förbättras beräkningsresultatet för nuläget. Framåt i tiden beskrivs utvecklingen enligt emissionsmodellen HBEFA. Med beaktande av osäkerheter för emissioner av kväveoxider i verklig stadsmiljö betyder detta att NO₂-halterna för år 2015-2020 kan vara underskattade. Betydelsen av detta är svår att kvantifiera, men eftersom NO₂-halterna inte är proportionella mot NO_x-emissionerna kommer felet i NO₂-halterna troligtvis vara mindre än felet i NO_x-emissionerna.

Referenser

1. SVARTEMIS - Implementering av ARTEMIS Road Model i Sverige. EMFO Emissionsforskningsprogrammet, IVL rapport B1831, februari 2009.
2. HBEFA
<http://www.hbefa.net/e/index.html>
3. Kartläggning av kvävedioxid- och partikelhalter (PM10) i Stockholms och Uppsala län samt Gävle och Sandvikens kommun. JÄMFÖRELSER MED MILJÖKVALITETSNORMER. LVF 2011:19.
4. Luftföroreningar i Stockholms och Uppsala län samt Gävle och Sandvikens kommun. Utsläppsdata för år 2010. LVF 2012:5.
5. Luftkvalitet i Stockholms och Uppsala län samt Gävle och Sandvikens kommuner. Kontroll och jämförelse med miljökvalitetsnormer för år 2010. LVF 2011:2
6. Luften i Stockholm. Årsrapport 2011, SLB-analys, SLB 1:2012.
7. SMHI Airviro Dispersion:
<http://www.smhi.se/airviro/modules/dispersion/dispersion-1.6846>
8. SIMAIR: Modell för beräkning av luftkvalitet i vägars närområde. SMHI rapport 2005-37.
9. Exposure - Comparison between measurements and calculations based on dispersion modelling (EXPOSE), Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund, 2006. LVF rapport 2006:12.
10. Naturvårdsverkets föreskrifter om kontroll av miljökvalitetsnormer för utomhusluft, Naturvårdverket, NFS 2010:8.
11. Direktiv (2008/50/EG) om luftkvalitet och renare luft i Europa. Europaparlamentets och Rådets direktiv av den 21 maj 2008. <http://eur-lex.europa.eu>
12. Förordning om miljökvalitetsnormer för utomhusluft, Luftkvalitetsförordning (2010:477). Miljödepartementet 2010, SFS 2010:477.
13. Hagman, R., Gjerstad, K. I., Amundsen, A. H.: NO₂-utslipp fra kjøretøyparken i norske storbyer. Utfordringer og muligheter frem mot 2025 TØI rapport 1168/2011
14. Carslaw, D., Beevers, S., Westmoreland, E. and Williams, M., 2011: Trends in NO_x and NO₂ emissions and ambient measurements in the UK.
http://ukair.defra.gov.uk/reports/cat05/1103041401_110303_Draft_NOx_NO2_trends_report.pdf
15. Sjödin, Å. and Jerksjö, M., 2008: Evaluation of European road transport emission models against onroad emission data as measured by optical remote sensing. 17th International Conference 'Transport and Air Pollution', Graz.

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

Bilaga 1

Beräkningsförutsättningar och resultat, kritiska gator

Trafikandelar	2010	2013	2015	2020
Personbil bensin	54 %	40 % ¹⁾	33 % ¹⁾	23 % ¹⁾
Personbil diesel	18 %	32 % ¹⁾	39 % ¹⁾	49 % ¹⁾
Personbil etanol	9,8 %	9,8 %	9,8 %	9,8 %
Personbil gas	1,4 %	1,4 %	1,4 %	1,4 %
Lätt lastbil bensin	3,1 %	3,1 %	3,1 %	3,1 %
Lätt lastbil diesel	10 %	10 %	10 %	10 %
Tung lastbil diesel	2,9 %	2,9 %	2,9 %	2,9 %
Buss diesel	0,7 %	0,7 %	0,7 %	0,7 %
Buss etanol	0,3 %	0,3 %	0,3 %	0,3 %
Summa:	100 %	100 %	100 %	100 %

1) Justerat efter Trafikverkets prognoser

	2010	2013	2015	2020
Dieselandel trafik	32 %	45 %	53 %	63 %
Dieselandel utsläpp NO _x	74 %	82 %	86 %	87 %
Dieselandel utsläpp NO ₂	74 %	83 %	86 %	89 %
Bensinandel trafik	57 %	43 %	36 %	26 %
Bensinandel utsläpp NO _x	23 %	14 %	11 %	8,4 %
Bensinandel utsläpp NO ₂	18 %	11 %	8,1 %	5,6 %
Alt, drivmedel trafik	12 %	12 %	12 %	12 %
Alt, drivmedel utsläpp NO _x	3,6 %	3,3 %	3,2 %	4,2 %
Alt, drivmedel utsläpp NO ₂	7,8 %	6,0 %	5,4 %	5,2 %

Personbil diesel	Trafikandelar				NO ₂ /NO _x HBEFA3,1
	2010	2013	2015	2020	
Pre Euro	0,2 %	0,09 %	0,08 %	0,05 %	8 %
Euro 1	1,0 %	0,33 %	0,16 %	0,05 %	8 %
Euro 2	4,8 %	1,5 %	0,7 %	0,09 %	11 %
Euro 2 DPF ²⁾	0,4 %	0,39 %	0,3 %	0,07 %	30 %
Euro 3	8,0 %	3,2 %	1,6 %	0,29 %	35 %
Euro 3 DPF ²⁾	2,5 %	1,8 %	1,3 %	0,43 %	30 %
Euro 4	28 %	13 %	7,9 %	2,1 %	40 %
Euro 4 DPF ²⁾	55 %	37 %	25 %	8,4 %	50 %
Euro 5 DPF ²⁾		43 %	61 %	29 %	35 %
Euro 6 DPF ²⁾			2,6 %	59 %	30 %
Sammanviktad NO₂/NO_x	43 %	41 %	39 %	33 %	

2) DPF= Dieselpartikelfilter

Lätt lastbil diesel	Trafikandelar				NO ₂ /NO _x HBEFA3,1
	2010	2013	2015	2020	
Pre Euro	1,0 %	0,47 %	0,30 %	0,15 %	8 %
Euro 1	4,6 %	2,2 %	1,3 %	0,36 %	8 %
Euro 2	16 %	8,0 %	4,7 %	0,86 %	11 %
Euro 3	32 %	21 %	15 %	4,2 %	35 %
Euro 3 DPF	0,7 %	2,0 %	2,3 %	1,2 %	30 %
Euro 4	38 %	34 %	27 %	12 %	40 %
Euro 4 DPF	7,5 %	15 %	14 %	9,4 %	50 %
Euro 5 DPF		17 %	36 %	34 %	35 %
Euro 6 DPF				38 %	30 %
Sammanviktad NO₂/NO_x	33 %	36 %	37 %	35 %	

Tung lastbil diesel	Trafikandelar				NO ₂ /NO _x HBEFA3,1
	2010	2013	2015	2020	
Pre Euro	3,1 %	1,9 %	1,4 %	0,8 %	7 %
Euro 1	1,9 %	1,2 %	1,0 %	0,4 %	7 %
Euro 2	14 %	8,3 %	5,8 %	2,8 %	7 %
Euro 3	33 %	21 %	15 %	6,8 %	7 %
Euro 4 EGR	11 %	7,7 %	5,9 %	2,7 %	21 %
Euro 4 SCR	15 %	11 %	8,1 %	3,8 %	7 %
Euro 5 EGR	0,6 %	1,5 %	1,4 %	0,7 %	21 %
Euro 5 SCR	20 %	48 %	44 %	23 %	7 %
Euro 6 DPF			18 %	59 %	28 %
Sammanviktad NO₂/NO_x	8,6 %	8,3 %	12 %	20 %	

Tung buss diesel	Trafikandelar				NO ₂ /NO _x HBEFA3,1
	2010	2013	2015	2020	
Pre Euro	0,5 %	0,2%	0,2 %	0,2 %	7 %
Euro 1	2,2 %	0,5%	0,3 %	0,1 %	7 %
Euro 2	25 %	10 %	4,3 %	0,6 %	7 %
Euro 3	36 %	28 %	19 %	3,1 %	7 %
Euro 4 EGR	12 %	10 %	8,7 %	3,3 %	21 %
Euro 4 SCR	10 %	8,9 %	7,7 %	2,9 %	7 %
Euro 5 EGR	2,2 %	6,4 %	6,6 %	4,4 %	21 %
Euro 5 SCR	13 %	36 %	37 %	25 %	7 %
Euro 6 DPF			16 %	61 %	28 %
Sammanviktad NO₂/NO_x	8,9%	9,3%	13 %	21 %	

Bilaga 2

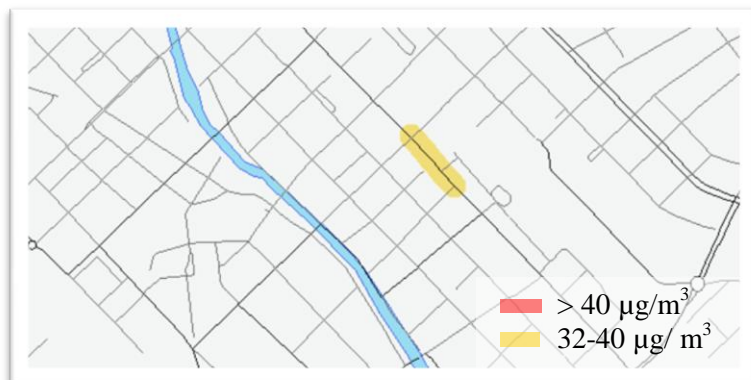
Kungsgatan, Uppsala

Trafikmängd: 12 500 (årsmedeldygn)

Tung trafik: 15 %

Dubbelsidigt gaturum: bredd 26 m, höjd 13-17 m, vägbana 19 m

Sträckans längd: ca 160 m



Trafikandelar

	2010 ¹⁾	2013	2015	2020
Personbil bensin	64 %	58 % ²⁾	55 % ²⁾	50 % ²⁾
Personbil diesel	10 %	17 % ²⁾	20 % ²⁾	25 % ²⁾
Personbil etanol	3.5 %	3.5 %	3.5 %	3.5 %
Personbil gas	0.3 %	0.3 %	0.3 %	0.3 %
Lätt lastbil bensin	1.5 %	1.5 %	1.5 %	1.5 %
Lätt lastbil diesel	4.8 %	4.8 %	4.8 %	4.8 %
Tung lastbil diesel	7.0 %	7.0 %	7.0 %	7.0 %
Buss diesel	2.0 %	2.0 %	2.0 %	2.0 %
Buss biogas	6.0 %	6.0 %	6.0 %	6.0 %

1) Data enligt Sveriges officiella statistik, Trafikanalys: Fordon i län och kommuner 2010, samt Uppsala kommun Rolf Sundbom

2) Justerat efter Trafikverkets prognoser

	2010	2013	2015	2020
Dieselandel trafik	24 %	30 %	34 %	39 %
Dieselandel utsläpp NOx	66 %	70 %	71 %	67 %
Dieselandel utsläpp NO2	57 %	66 %	69 %	73 %
Bensinandel trafik	66 %	60 %	57 %	51 %
Bensinandel utsläpp NOx	12 %	10 %	9.4 %	9.0 %
Bensinandel utsläpp NO2	27 %	21 %	19 %	16 %
Alt drivmedel trafik	10 %	10 %	10 %	10 %
Alt drivmedel utsläpp NOx	21 %	19 %	19 %	24 %
Alt drivmedel utsläpp NO2	16 %	13 %	12 %	11 %

NO _x (enhet: µg/m ³)	År 2010	År 2013	År 2015	År 2020
Urban bakgrundshalt:	12	11	10	8
Lokalt bidrag:	87	71	60	45
Personbil bensin	5.7	3.4	2.3	1.1
Personbil diesel	3.7	5.4	5.8	4.9
Personbil etanol	0.1	0.1	0.1	0.1
Personbil gas	0.1	0.1	0.1	0.1
Lätt lastbil bensin	0.9	0.8	0.7	0.6
Lätt lastbil diesel	4.2	3.7	3.3	2.8
Tung lastbil diesel	5.5	4.6	4.0	2.5
Buss diesel	9.5	7.6	6.3	4.7
Buss biogas	57 ¹⁾	46	38	28
Summa NOx:	99	82	71	53
NO₂ årsmedelvärde¹	36.4	34.5	32.8	29.2
<i>Minskning av NO₂ årsmedelvärde¹⁾</i>	<i>(EU:s gränsv.=40)</i>	<i>-5 %</i>	<i>-10 %</i>	<i>-20 %</i>

1) Emissionsfaktorer enl. HBEFA 3.1. Utvecklingen fram till 2020 är justerad efter emissionsfaktorer för dieselbussar.

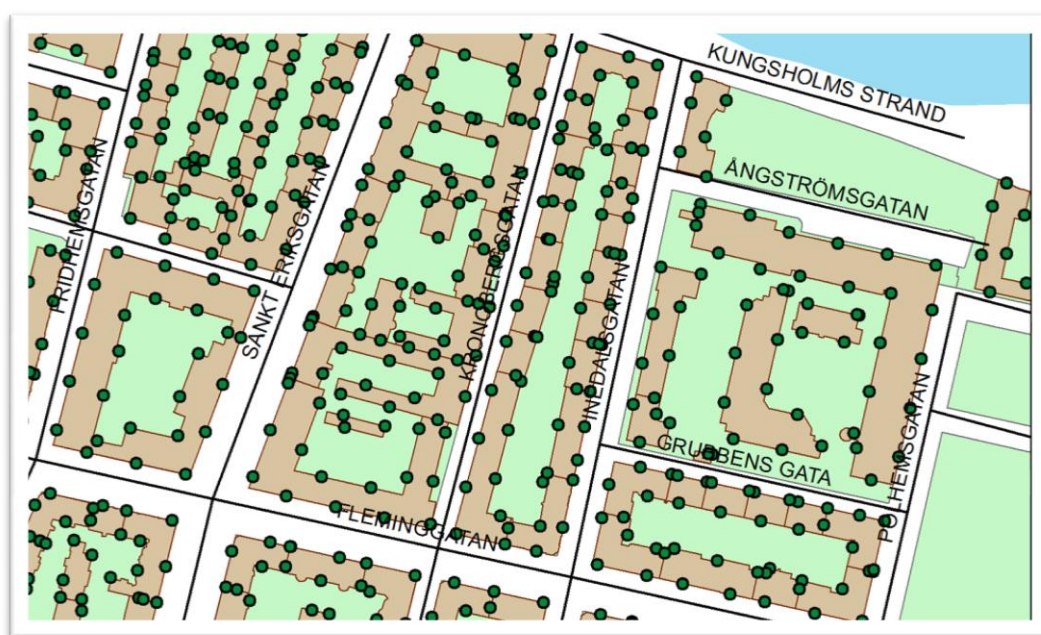
Bilaga 3

Befolkningsexponering - underlag och metod för Stockholms kommun

Analysen har utgått från uppgifter om befolkning per kvarter. Befolkningsdata år 2008 för 6256 kvarter har erhållits av Utrednings och Statistikkontoret (USK), och omfattar totalt 810 190 personer.

Byggnadspolygonerna i varje kvarter har omvandlats till punktlager längs med byggpolygonens linje. Detta gjordes för att få punkter på både gatu- och gårdssida på en byggnad, se bild nedan. Befolkningen per kvarter har sedan jämt fördelats på dessa punkter.

Byggpolygoner (bruna) omvandlade till punktskikt. Kvarter visas med grön färg.

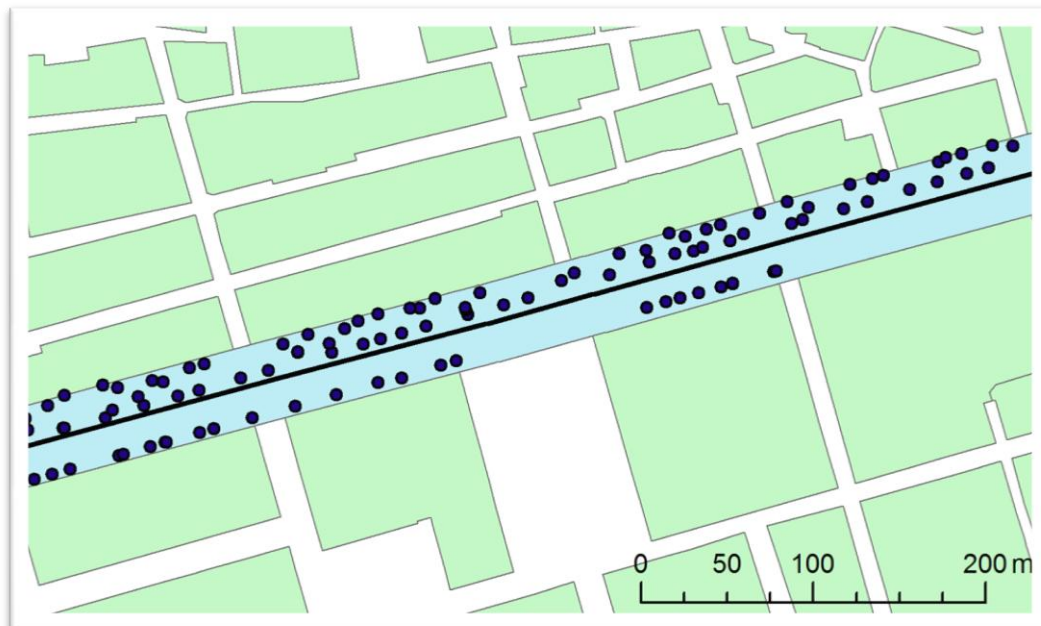


I analysen finns felkällor, bl.a. saknas ca 2,4 % av stadens befolkning då de inte har kunnat placeras i någon befolkningspunkt. Orsaken till detta är att efter koppling av befolkningsdata till gisskiktet kvarterspolygoner saknade 199 kvarter koppling till GIS-skiktet. I 58 av dessa 199 kvarter finns ingen geografisk koppling då dessa är definierade som "utan känd hemvist" eller "på församling skrivna" (4019 personer). Befolkningen i resterande 141 kvarter finns i 116 basområden relativt jämt fördelat över staden.

För att få fram antalet exponerade beräknades avståndet för varje befolkningspunkt till närmsta väg med halt över miljö kvalitetsnorm eller inom övre utvärderingströskeln.

För enkel och dubbelsidiga gaturum bedömdes alla befolkningspunkter inom 25 m från vägmitt vara utsatta för exponering inom dessa intervaller. För öppna vägar antogs avståndet 50 meter från vägmitt.

Exponerade inom sektorn 25 m från vägmitt. De svarta punkterna är de befolkningspunkter som ligger inom "bufferten" och räknas som exponerade.

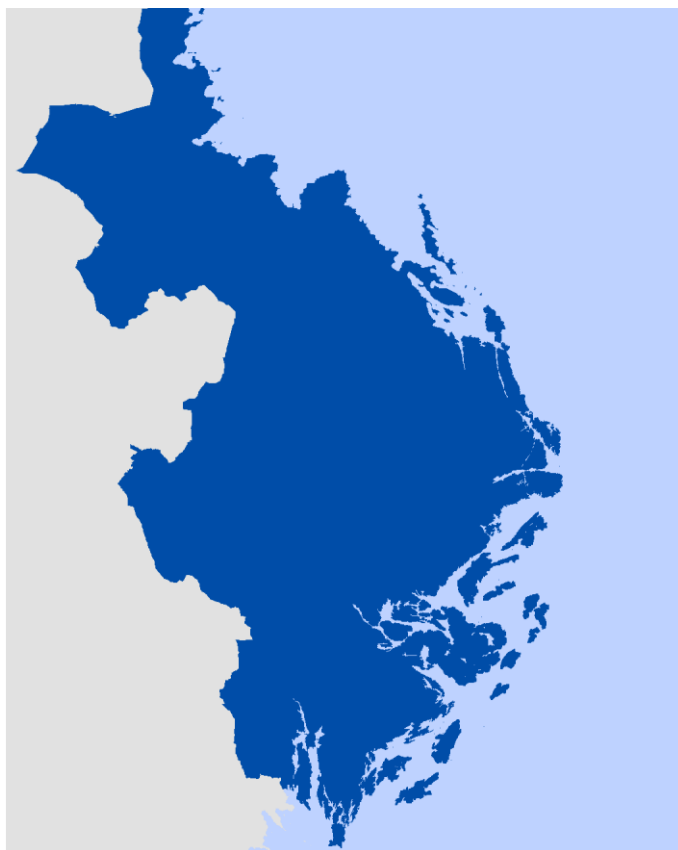


Befolkningsexponering -underlag och metod för Stockholms län (ej Stockholms kommun)

Befolkningsdata utgjordes av statistik från Statistiska centralbyrån (SCB) per 2011-12-31.

Statistiken utgjordes av nattbefolkningen fördelat i 100*100 m-rutor för länet.

Befolkningsrutorna samkördes med beräknade halter kvävedioxid.



Stockholms- och Uppsala Läns Luftvårdsförbund är en ideell förening. Medlemmar är 35 kommuner, länens två landsting samt institutioner, företag och statliga verk. Samarbetet sker med länsstyrelserna i länen. Även Gävle och Sandvikens kommuner är medlemmar. Målet med verksamheten är att samordna arbetet vad gäller luftmiljö i länen med hjälp av ett system för luftmiljöövervakning, bestående av bl.a. mätningar, emissionsdatabaser och spridningsmodeller. SLB-analys driver systemet på uppdrag av Luftvårdsförbundet.



POSTADRESS:
Box 38145, 100 64 Stockholm
BESÖKSADRESS:
Västgötagatan 2
TEL. 08 – 615 94 00
FAX 08 – 615 94 94
www.slb.nu/lvf