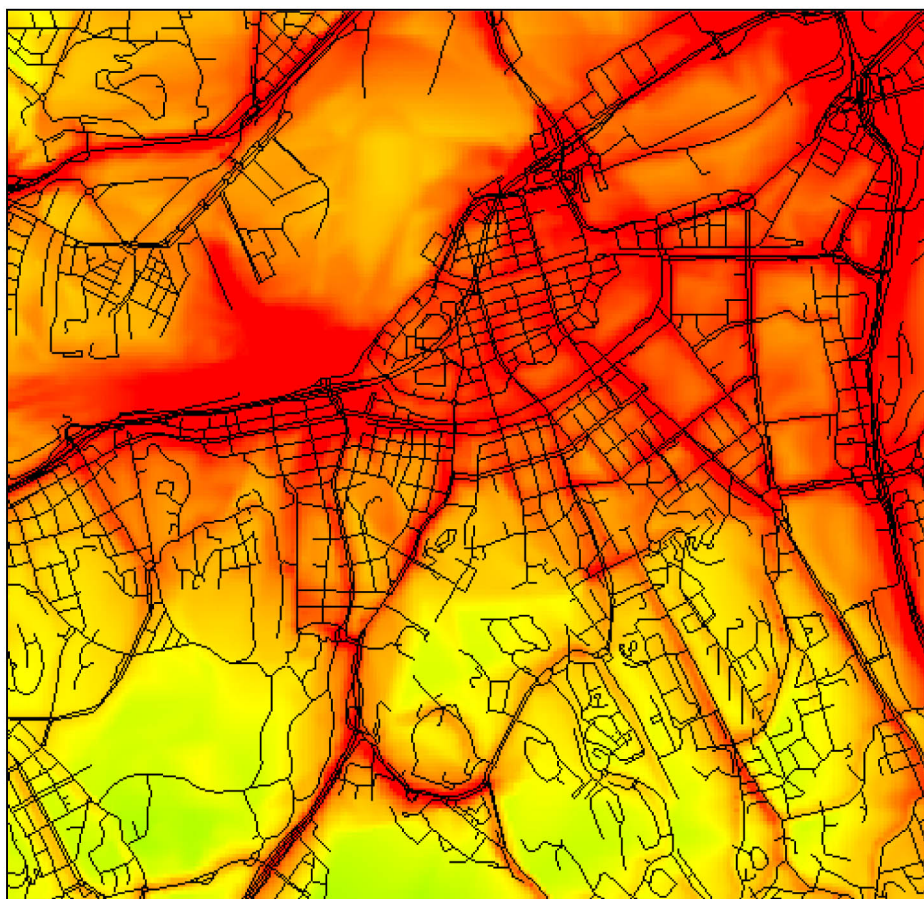




**Göteborgs Stad**  
Miljö

# **NULÄGESBESKRIVNING (ÅR 2011) AV LUFTKVALITETEN I GÖTEBORGS- OMRÅDET INFÖR BYGGANDE AV VÄSTLÄNKEN**



**Tomas Wisell**  
**Hung Nguyen**

2013-09-02  
rev. 2013-12-20

## Förord

Denna utredning är genomförd av miljöförvaltningen i Göteborg (MF). Utredningen och rapporten är framtagna för att beskriva nuläget i Göteborgsområdet gällande kväveoxider och partiklar (PM10). Syftet är att resultatet ska ligga till grund för jämförelse med hur luftkvaliteten utvecklas i framtiden under och efter att Västlänken och byggts.

Utredningen är utförd som ett uppdrag och finansieras av dels samverkanspartnerna inom Västsvenska paketet, i detta fall Göteborgs Stadsbyggnadskontor (SBK) och Trafikverket Region Väst (TV), dels av Arbets- och Miljömedicin (AMM) och dels av Miljöförvaltningen i Göteborg. Uppdragsgivare har varit Peter Elofsson (SBK), Mira Andersson- Ovuka (TV) och Gerd Sällsten (AMM).

Utredningen är genomförd av Tomas Wisell (MF) och Hung Nguyen (MF) i samarbete med Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI). Rapporten är sammanställd av Tomas Wisell (utredare) samt granskad av Erik Bäck (enhetschef på miljöövervakningsenheten).

I och med att denna rapport är klar och publicerad är utredningens resultat och slutsatser offentliga. Vid intresse att ta del av underlag, data och resultat kan miljöförvaltningen kontaktas.

Göteborg 2013-06-28

# Innehållsförteckning

<b>FÖRORD</b> .....	<b>2</b>
<b>INNEHÅLLSFÖRTECKNING</b> .....	<b>3</b>
<b>SAMMANFATTNING</b> .....	<b>4</b>
<b>INLEDNING</b> .....	<b>5</b>
<b>SYFTE</b> .....	<b>5</b>
<b>UPPDRAGETS OMFATTNING</b> .....	<b>5</b>
GEOGRAFISK OMFATTNING .....	5
DEFINITIONER .....	5
<b>MILJÖKVALITETS NORMER OCH MILJÖMÅL</b> .....	<b>5</b>
MILJÖKVALITETS NORMER .....	5
MILJÖMÅL.....	6
<i>Nationellt miljömål</i> .....	6
<i>Göteborg lokala miljömål</i> .....	6
MKN OCH MILJÖMÅL FÖR NO <sub>2</sub> OCH PM <sub>10</sub> .....	7
UTVÄRDERINGSTRÖSKLAR.....	7
<b>MÄTNINGAR</b> .....	<b>8</b>
MÄTNINGAR I GÖTEBORG .....	8
KVÄVEDIOXIDHALTENS UTVECKLING I GÖTEBORG .....	8
KVÄVEDIOXIDHALTER I FÖRHÅLLANDE TILL MKN .....	9
PARTIKELHALTERNAS UTVECKLING I GÖTEBORG.....	9
PM <sub>10</sub> -HALTER I FÖRHÅLLANDE TILL MKN.....	10
<b>METOD BERÄKNINGAR</b> .....	<b>11</b>
VAL AV BERÄKNINGSMETODER.....	11
KVÄVEOXIDER .....	11
<i>Stadsbyggnadsstruktur</i> .....	11
<i>Emissioner</i> .....	11
<i>Spridningsberäkningar kväveoxider</i> .....	12
PARTIKLAR (PM <sub>10</sub> ) .....	13
<i>Stadsbyggnadsstruktur</i> .....	13
<i>Emissioner</i> .....	14
<i>Spridningsberäkningar partiklar</i> .....	14
<b>RESULTAT</b> .....	<b>16</b>
RESULTAT BERÄKNINGS DATA.....	16
RESULTAT KVÄVEDIOXID (NO <sub>2</sub> ).....	16
RESULTAT PARTIKLAR (PM <sub>10</sub> ) .....	18
<b>SLUTSATSER</b> .....	<b>20</b>
<b>OSÄKERHETER</b> .....	<b>20</b>
<b>REFERENSER</b> .....	<b>21</b>

## Sammanfattning

Västlänken blir en cirka åtta km lång dubbelspårig järnväg, varav sex km i tunnel, genom centrala Göteborg. Under byggskedet av Västlänken och när den är i drift kommer den att påverka luftkvaliteten i Göteborg. För att kunna uppskatta förändringarna av luftkvaliteten till följd av byggandet av Västlänken vill man först beskriva ett nuläge av luftkvaliteten "idag" (år 2011) med avseende på partikel- och kväveoxidhalter.

Årshalterna av kvävedioxid överskrider normen enbart i närheten av större trafikleder, medan extremvärdena (dygn och timme) överskrider normer över större ytor i centrala Göteborg.

Enligt beräkningarna överskrids dygnsnormen för PM10 enbart mycket nära eller på större trafikleder. Enligt mätningar överskrids inte års- eller dygnsnormen av PM10 på någon mätplats. Nedre utvärderingströskeln för PM10 överskrids i stora delar av centrala Göteborg.

Av resultatet kan vi dra följande slutsatser:

- Kvävedioxid är den luftförorening där Göteborg Stad har störst problem att klara MKN och miljömålen
- Halterna av kvävedioxid väntas att fortsätta sjunka i Göteborgsområdet till följd av minskade utsläpp från framförallt vägtrafik och sjöfart. Osäkerheter finns emellertid för enskilda gaturum som finns i centrala Göteborg
- För PM10 klaras MKN idag enligt mätningar men miljömålet riskerar att inte kunna klaras
- Enligt beräkningar klaras MKN för PM10 överallt i Göteborg förutom på eller mycket nära större trafikleder
- Miljömålet överskrids på vissa platser centralt i Göteborg
- Nedre utvärderingströskeln för PM10 överskrids i stora områden i centrala Göteborg

Det finns osäkerheter i beräkningarna, särskilt för partiklar. Emissionskarteringen för partiklar i Göteborg är bristfällig och det är svårt att mäta partikelemissionen från sjöfart och vägtrafik.

Det finns även betydande osäkerheter för emissionsfaktorerna för kväveoxider från fordon. Beräkningarna av extremvärdena är också osäkra på grund av osäkerheter i trafikdatan och förhållandet mellan NO<sub>2</sub> och NO<sub>x</sub>.

## Inledning

Västlänken blir en cirka åtta km lång dubbelspårig järnväg, varav sex km i tunnel, genom centrala Göteborg. Den nya underjordiska stationen vid Göteborgs central ligger i norra delen av bangården. Stationer kommer också att finnas vid Haga och vid Korsvägen. De nya stationerna ökar tillgängligheten till staden, samtidigt som kapaciteten för tågtrafiken ökar med genomgående linjer.

Västlänken kommer att påverka luftkvaliteten i Göteborg. För att kunna uppskatta förändringarna av luftkvaliteten till följd av byggandet av Västlänken vill man först beskriva ett nuläge av luftkvaliteten "idag" (år 2011) med avseende på PM10- och NO<sub>2</sub>- halter.

## Syfte

Syftet med denna utredning är att uppskatta hur **luftkvaliteten i Göteborgsområdet** kan beskrivas idag (år 2011) innan byggandet av Västlänken har startat. Denna nulägesbeskrivning kan ligga till grund för jämförelse med de förändringar som kommer att ske under bygg- och drifttiden. Ett annat syfte är att kartläggningen ska kunna användas för exponeringsberäkningar och uppskatta hälsoeffekter av luftföroreningar.

## Uppdragets omfattning

### Geografisk omfattning

Undersökningsområdet innefattar de tre kommuner som omfattar Göteborgs tätortsområde, det vill säga Göteborg, Mölndal och Partille. Dessa kommuner bedöms kan komma att påverkas av Västlänkens byggande.

### Definitioner

Uppdraget avser att beskriva kväveoxid- och partikelhalterna i Göteborgsområdet i nuläget, det vill säga år 2011.

Kväveoxider innebär i denna utredning halter av kvävedioxid (NO<sub>2</sub>) uttryckt som årsmedelvärde, 8:e högsta dygnet och 176:e högsta timmen, samt kväveoxider (NO<sub>x</sub>) uttryckt som årsmedelvärde. Partikelhalterna är beräknade som partikelmassa av partiklar i luften mindre än 10 µm (PM10), uttryckt som årsmedelvärde och 36:e högsta dygnsmedelvärdet.

## Miljökvalitetsnormer och miljömål

### Miljökvalitetsnormer

MKN är rättsligt bindande nationella föreskrifter vars främsta syfte är att skydda människor mot höga luftföroreningshalter. MKN för årsmedelvärden avser skydda befolkningen mot långsiktiga

hälsoeffekter, medan extremvärden (dygnsmedelvärden och timmedelvärden) avser skydd mot akuta hälsoeffekter.

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 miljökvalitetsnormer är strängare än EU:s vad gäller kvävedioxid då Sverige även har ett krav för dygnsmedelvärden, vilket inte EU-lagstiftning har.

MKN gäller på allmän plats utomhus (inkl. under tak med högst en vägg).

Undantag från detta är följande miljöer:

- arbetsplats där arbetsmiljöbestämmelser tillämpas och allmänheten inte har tillträde
- på vägbana
- där man normalt inte vistas (inom vägområde, mittremsa utan fotgängare samt längs med större vägar utan gång- och cykelbanor)
- belastade mikromiljöer, t.ex. mindre än 25 m från korsning eller vid förorenad frånluftspunkt som t.ex. en tunnelmynning (normen kan ändå gälla här om det finns bostäder, skolor och förskolor i närheten eftersom det kan uppstå olägenheter för människors hälsa<sup>1</sup>)

I trafikmiljöer bör utvärdering endast ske på platser där luften är representativ för luftkvaliteten för en gatsträcka som är minst 100 m lång. Årsmedelvärdet tillämpas på platser där befolkningen utsätts för halter under lång tid (bostäder, skolor, förskolor etc.), medan tim- och dygnsmedelvärdena tillämpas på platser där det förekommer både lång- och korttidsexponering (t.ex. gång- och cykelbanor).

## Miljömål

### Nationellt miljömål

Miljö kvalitetsmålen beskriver det tillstånd i den svenska miljön som miljöarbetet ska leda till. Ett av dem är miljömålet Frisk luft som formuleras på följande sätt:

*”Luften ska vara så ren att människors hälsa samt djur, växter och kulturvärden inte skadas. Inriktningen är att miljö kvalitetsmålet ska nås inom en generation.”*

Det finns även preciseringar av miljö kvalitetsmålen. Preciseringarna förtydligar målen för olika luftföroreningar och används i det löpande uppföljningsarbetet av målen. I denna utredning är det relevant och jämföra med miljömålen för NO<sub>2</sub> och PM<sub>10</sub>.

### Göteborg lokala miljömål

Göteborg har satt upp lokala miljömål för luft som kompletterar det nationella miljömålet Frisk Luft. Göteborgs stads miljömål är lokalt anpassade och mer specifika:

---

<sup>1</sup> Beräkningar av kvävedioxid i Stockholms- och Uppsala län inför ansökan om tidsfrist för att klara EU:s gränsvärde. SLB-analys, oktober 2012.

"Luften i Göteborg ska vara så ren att den inte skadar människors hälsa eller ger upphov till återkommande besvär."

## MKN och miljömål för NO2 och PM10

I tabell 1 nedan visas MKN, nationella miljömål (lila text) samt Göteborgs lokala miljömål (grön text) för NO2 och PM10. Miljömålen ska vara uppfyllda år 2020. Värdet i parentesen anger antalet tillåtna överskridanden.

Tabell 1. Miljökvalitetsnormer och miljömål för NO2 och PM10.

	Miljömål År	Miljömål Dygn	Miljömål Timme	MKN År	MKN Dygn	MKN Timme
	Göteborg/ Nationellt	Göteborg/ Nationellt	Göteborg/ Nationellt			
<b>NO2</b>	20 (95 % av bostäder, skolor och dagis) / 20	-	/ 60 (175)	40	60 (7)	90 (175)
<b>PM10</b>	/ 15	35* (37) / 30 (35)	-	40	50 (35)	-

\* År 2013

För att MKN helt ska anses vara uppfylld måste alla normvärdena (år, dygn, timme) innehållas. Att normen beskrivs på olika tidsbasis innebär att de beräknade halterna måste presenteras på olika sätt, se kartorna i avsnittet *Resultat*.

## Utvärderingströsklar

Även om MKN innehålls, kan även lägre halter innebära att luftkvaliteten måste övervakas, detta om halterna överskrider de så kallade utvärderingströsklarna. För NO2 och PM10 finns följande utvärderingströsklar:

Tabell 2. Utvärderingströsklar för NO2 och PM10 i luft.

MKN:	Övre utvärderings- tröskel (µg/m3)	Nedre utvärderings- tröskel (µg/m3)
<b>NO2, år</b>	32	26
<b>NO2, dygn</b>	48	36
<b>NO2, tim</b>	72	54
<b>PM10, år</b>	28	20
<b>PM10, dygn</b>	35	25

Överstiger halten den övre utvärderingströskeln ska kontroll ske genom mätning som kan kompletteras med beräkning eller mätning med lägre kvalitetskrav. Understiger den övre utvärderingströskeln men överstiger den nedre, får kontrollen ske genom en kombination av mätning och beräkning. Om halten understiger den nedre utvärderingströskeln, får kontrollen ske genom enbart beräkning eller objektiv bedömning eller en kombination av metoderna.



## Mätningar

### Mätningar i Göteborg

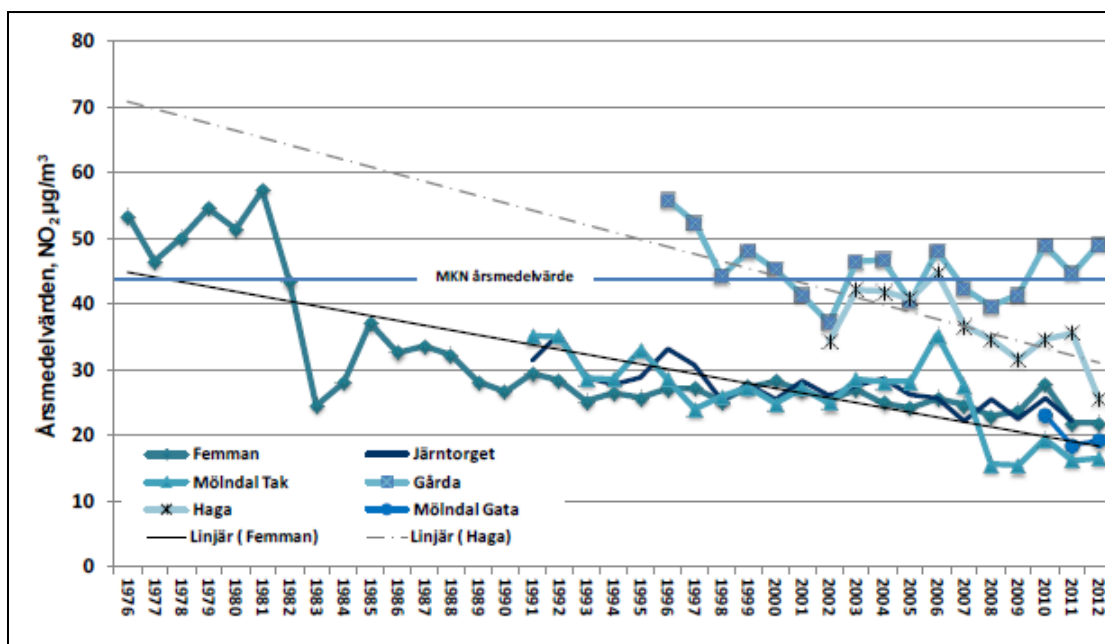
I Göteborg utförs kontinuerliga mätningar av kväveoxider i regional- och urban bakgrundsmiljö samt i centrala stadsmiljöer.

Mätningar av kväveoxider i urban bakgrundsmiljö utförs sedan 1987 på Nordstans tak mitt i Göteborg, och vid Järntorget sedan 1989 i taknivå- denna station är emellertid precis nedlagd. Kontinuerliga mätningar i centrala stadsmiljöer utförs i Haga (lokal stadsgata), i Gårda (huvudled i stadsmiljö) och i Mölndal (lokal stadsgata nära huvudled). Dessutom har Miljöförvaltningen i Göteborg tre mobila mätstationer som flyttas runt i Göteborgsområdet i olika miljöer. Under år 2011 stod dessa mobila mätstationer i Frihamnen (välventilerad urban bakgrund), Odinsgatan (lokal stadsgata), Nellickevägen (bakgård i ett centralt företagsområde) samt Gamlestan (långt trafikerad bostadsgata centralt). Under 2012 stod de på Lilla Amundön (regional bakgrund), Vasaparken (urban bakgrund), Kungsbacka (lokal stadsgata) och Gårda. Alla tre mobila stationer mäter PM10 och NOx/NO2.

### Kvävedioxidhaltens utveckling i Göteborg

Halterna i den urbana bakgrundsluften av kväveoxider och kvävedioxid har minskat sedan slutet av 1970-talet. I figur 2 visas årsmedelvärden av NO<sub>2</sub> åren 1976-2012.

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. Under 2000-talet syns emellertid ingen betydlig sänkning av halterna i hårt belastade miljöer (Gårda, Haga), men fortsatt sjunkande halter i urbana bakgrundhalter (Femman, Järntorget), samt i Mölndal.



Figur 1. Årsmedelvärden av kvävedioxidhalter vid de fasta stationerna i Göteborgsområdet åren 1976-2012.

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



till att kvävedioxidhalterna inte har minskat i gatunivå kan vara att andelen dieslbilar har ökat, vilka har en högre andel NO<sub>2</sub> av NO<sub>x</sub>- emissionen.

## Kvävedioxidhalter i förhållande till MKN

Nedan visas en sammanställning av mätvärden för NO<sub>2</sub> åren 2007-2012. Röd text visar där överskridanden av normer eller gränsvärden har skett.

Tabell 3. Mätvärden för kvävedioxid åren 2007-2012 på tre fasta mätplatser i gaturum och tre fasta i taknivå inom Göteborgsområdet.

Kvävedioxid i taknivå NO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	MKN	FEMMAN					JÄRNTORGET*					MÖLNDAL				
		2008	2009	2010	2011	2012	2008	2009	2010	2011	2012	2008	2009	2010	2011	2012
Medelvärde	40	22,9	23,7	27,8	21,9	21,9	25,2	22,8	25,5	22,2		15,6	15,4	21,1	16,2	16,6
Max-timme		223,6	115,8	167,6	203	135,7	147,0	136,0	174,3	147,2		151	126	260	195	174,5
98 %-il tim	90	77,6	70,5	79,9	68,5	66,4	90,2	79,0	89,4	80,4		66,3	62,3	90,5	65,5	78,4
Antal timmar >90	175	81	39	83	44	28	169	76	164	102		39	24	177	43	106
Antal timmar >200	18	1	0	0	1	0	0	0	0	0		0	0	3	0	0
Max-dygn		68,1	60,8	91,3	93,5	67,3	76,0	70,4	95,2	99,6		92,2	62,5	95,6	84,1	80,5
98 %-il dygn	60	51,9	49,2	63,9	51,6	52,9	64,6	53,2	69,0	59,4		61,6	44,1	65,2	47,1	50,5
Antal dygn >60	7	4	2	12	3	2	12	2	14	7		8	1	12	3	3
Max-månad		31,4	31,8	49,6	39,3	32,5	33,6	33,3	41,8	34,8		22,2	22,5	42,3	27,2	32,6
Procent mättimmar		100,0	100,0	99,5	96,3	93,4	94,6	89,3	96,2	96,4		87,1	94,7	97,3	97,9	89,4

\*Mätning på Järntorget upphörde i juni 2012.

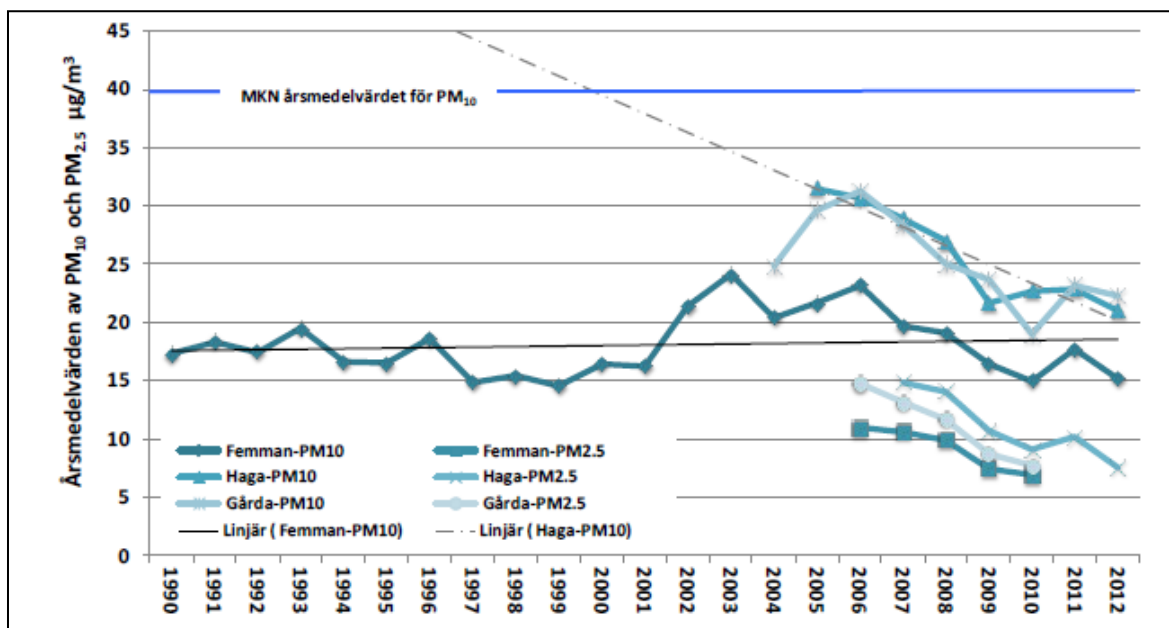
Kvävedioxid i gaturum NO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	MKN	GÅRDA					HAGA					MÖLNDAL				
		2008	2009	2010	2011	2012	2008	2009	2010	2011	2012	2008	2009	2010	2011	2012
Medelvärde	40	39,6	41,4	48,9	44,6	49,1	39,7	37,1	34,6	35,6	25,5			25,3	18,6	19,2*
Max-timme		178	194	262	254	242	213,6	165,4	213,9	259,0	200,4			307,2	193,6	202,1
98 %-il tim	90	113	106	136	127	143	112,0	101,0	98,3	100,9	85,1			104,4	77,2	89,2
Antal timmar >90	175	444	387	956	659	921	486	326	282	279	136			310	91	140
Antal timmar >200	18	0	0	15	8	20	2	0	1	8	1			3	0	1
Max-dygn		95,6	88	128	132	145	103,0	93,6	98,8	129,8	84,7			118,6	108,4	106,7
98 %-il dygn	60	79,9	75,8	110,3	105,5	105,8	85,0	75,4	80,6	80,9	64,0			84,8	55,8	62,7
Antal dygn >60	7	53	44	94	65	96	42	33	25	23	8			21	6	7
Max-månad		64,6	57,2	94,3	71,0	72,8	53,7	49,3	62,6	60,0	38,2			53,1	36,9	35,2
Procent mättimmar		99,7	92,6	98,4	95,8	93,0	99,5	93,8	96,7	95,1	97,9			97,5	91,3	81,4

Mätresultaten visar att de svenska miljö kvalitetsnormerna för kvävedioxid klaras i regional- och urban bakgrundsmiljö men överskrider längs hårt trafikerade vägar, detta gäller både års- dygns- och timmedelvärden.

## Partikelhalternas utveckling i Göteborg

Halterna i den urbana bakgrundsluften av partiklar (PM<sub>10</sub>) har legat stabilt i bakgrundsluften sedan början av 90-talet, med en mindre uppgång under åren 2001-2006, för att sedan falla tillbaka tills samma nivåer åren 2010-2012. I figur 3 visas årsmedelvärden av partiklar.

Trenden med minskande partikelhalter från år 2006 till idag gäller både urban bakgrund och gatumiljöer, men trenden är tydligast i trafikmiljö.



Figur 2. Årsmedelvärden av partikelhalter vid de fasta stationerna i Göteborgsområdet åren 1990-2012.

## PM10-halter i förhållande till MKN

Nedan visas en sammanställning av mätvärden för PM10 åren 2008-2012. Inga överskridanden har skett.

Tabell 4. Mätvärden för PM10 åren 2007-2012 på tre fasta mätplatser i Göteborgsområdet.

Partiklar PM <sub>10</sub> µg/m <sup>3</sup>	MKN	FEMMAN					GÅRDA					HAGA				
		2008	2009	2010	2011	2012	2008	2009	2010	2011	2012	2008	2009	2010	2011	2012
Medelvärde	40	19,1	16,4	15,0	17,7	15,6	25,0	23,7	19,0	23,2	22,3	27,0	21,7	22,7	22,9	21,0
Max-timme		186,0	120,7	139,1	156,7	155,9	233,1	291,7	275,2	277,6	324,3	181,8	243,2	431,8	231,7	801,7
98-percentil tim		52,0	45,5	45,7	53,4	44,5	85,6	91,0	70,4	79,9	93,9	77,0	62,2	97,2	78,3	74,3
Max-dygn		50,9	43,7	48,9	56,8	48,4	88,5	114,1	92,4	93,8	139,3	71,2	74,0	91,8	80,3	97,4
90-percentil dygn	50	28,3	25,1	23,4	28,3	24,2	39	39,6	30,0	41,0	38,2	42,0	34,4	39,7	39,4	36,5
Antal dygn>50	35	2	0	0	4	0	16	15	10	17	17	16	5	21	21	11
Maxmånad		26,4	25,3	21,5	25,8	23,0	39,0	42,3	32,2	36,5	43,4	38,5	32,6	39,2	42,2	30,9
Procent mättimmar		100	100	99,9	92,4	86,8	99,1	92,6	98,7	100	95,0	100	100	98,3	98,8	91,9

Mätresultaten visar att MKN för PM10 klaras i regional- och urban bakgrundsmiljö såväl som längs hårt trafikerade vägar, detta gäller både års- och dygnsvärden.

## Metod beräkningar

### Val av beräkningsmetoder

Vilken metod och modell som används för spridningsberäkningar av NO<sub>2</sub> och PM<sub>10</sub> beror på vad det finns för emissionsdata och program/modeller att tillgå, och vad som bedöms som det mest tillförlitliga och rimliga i beaktande av syftet med utredningen. Halter av PM<sub>10</sub> och NO<sub>2</sub> fungerar olika i fråga om källor, hur viktig bakgrunden är samt spridningen, och om det är i gaturum eller halter i stadsmiljön generellt.

Utöver dessa aspekter bör man ta hänsyn till vad/hur som gjorts tidigare för att resultat ska vara konsekventa, hur komplicerad (kostsamt) utredningen rimligtvis får vara och dessutom vilken mätdata som finns att tillgå.

MF i Göteborg har många års erfarenhet av spridningsberäkningar av NO<sub>x</sub> med programverktyget Enviman. MF har dessutom en heltäckande emissionsdatabas för NO<sub>x</sub> varför denna befintliga metod för beräkningar av NO<sub>2</sub>-halter har valts i denna utredning.

Det finns i dagsläget ingen känd geografiskt högupplöst och heltäckande emissionsdatabas för partiklar med den noggrannhet som krävs för att kunna göra en trovärdig nulägesbeskrivning av PM<sub>10</sub> över hela Göteborg. MF i Göteborg har därför i samarbete med SMHI utnyttjat programverktyget SIMAIR, som är SMHIs program för beräkning av luftföroreningar i stadsmiljö. SIMAIR har använts av MF för gaturumsberäkningar och spridningsberäkningar av partiklar och resultatet bedöms som trovärdigt. SIMAIR är också validerad mot uppmätta PM<sub>10</sub>-halter i Göteborg. SIMAIR bedöms som det bästa verktyget idag för att göra större kartläggningar av PM<sub>10</sub> i Göteborg och har av dessa skäl valts i denna utredning.

All aktivitetsdata och därmed emissionerna har en tidsupplösning på en timme.

## Kväveoxider

### Stadsbyggnadsstruktur

Spridningsmodellen för NO<sub>x</sub> tar inte hänsyn till platspecifik topografi eller byggnader, men beräknar spridningen med ett generellt motstånd som beskriver en "stadsmiljö". Den specifika stadsbyggnadsstrukturen finns således inte med i NO<sub>x</sub>-beräkningen, däremot är den slutliga presentationen av NO<sub>2</sub>-halterna anpassat efter uppmätta halter i olika miljöer, se vidare avsnittet *Spridningsberäkningar kvävedioxider*.

### Emissioner

Miljöförvaltningens emissionsdatabas (EDB) har använts som underlagsdata, och innehåller alla betydande emissionskällor av kväveoxider (NO<sub>x</sub>) inom Göteborgsområdet, bl.a. vägtrafik, sjöfart, industrier, energianläggningar, luftfart, arbetsmaskiner, hushåll, jordbruk, skogsbruk och småbåtshamnar.

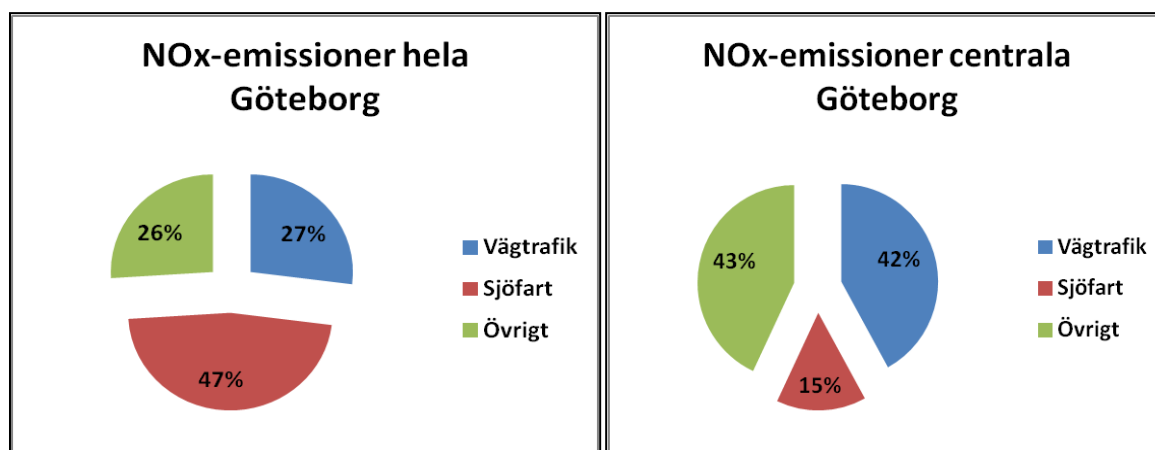
För att kunna utvärdera beräknade NO<sub>2</sub>-halter mot MKN måste den ingående datan ha en tidsupplösning på en timme och täcka ett helt kalenderår, vilket har uppfyllts i denna utredning

De totala emissionerna av NO<sub>x</sub> inom Göteborgsområdet år 2011 visas i tabellen nedan:

Tabell 5. Emissioner av kväveoxider (NO<sub>x</sub>) i Göteborgsområdet.

Kväveoxider (NO <sub>x</sub> ), (ton/år)			
Kommun:	Vägtrafik	Övrigt	Totalt
Göteborg	2265		
Mölndal	390		
Partille	140		
<b>Totalt:</b>	<b>2795</b>	<b>5625</b>	<b>8420</b>

Hur emissionerna fördelar sig mellan olika verksamheter och i hela Göteborgsområdet respektive i centrala Göteborg visas i diagrammen nedan:



Figur 3. Procentuell fördelning mellan olika verksamheters kväveoxidemissioner.

Vägtrafikens är den näst största (efter sjöfarten) enskilda utsläppskällan av kväveoxider i och bidrar med ungefär en tredjedel (beroende på geografisk avgränsning) till de totala utsläppen.

### Spridningsberäkningar kväveoxider

Spridningsberäkningen av NO<sub>x</sub> genererar ett koncentrationsfält över markytan och tar inte hänsyn till byggnader och topografi och lämpar sig således för analys i större skala. Spridningsberäkningar har utförts med en avancerad spridningsmodell (gaussisk) i programvaran Enviman (Opsis AB). Spridningsberäkningen utförs för kväveoxider (NO<sub>x</sub>) vars halter därefter räknas om till kvävedioxid (NO<sub>2</sub>). Denna omräkning baserar sig på ekvationer framtagna genom regressionsanalys av mätdata från miljöförvaltningens mätstationer. Ekvationerna blir olika beroende av haltnivån, och olika för årsmedelvärde respektive extremvärden (dygn, timme). Beräkningen "kalibreras" således mot mätningar och kräver därmed att mätningen och beräkningen avser samma år - i detta fall 2011.

Den okalibrerade spridningsberäkningen avser halten på två meters höjd, efter halterna justerats kan haltkartan sägas beskriva den generella urbana halten på en viss plats, anpassade för gaturum, stadsmiljö och öppnare miljöer. Specifika lokala ventilationsförhållanden är emellertid inte beaktade

varken i den okulibrerade eller den presenterade beräkningen. Halterna beräknas med en horisontell geografisk upplösning av 20 m.

För spridningsberäkningar behövs utöver emissionsdata en metrologisk databas med bl.a. vindriktning, vindhastighet, temperatur, och solinstrålning som ingående parametrar, även denna med tidsupplösning på en timme (datan som används är emellertid generaliserad till 360 "olika" timmar per år).

## Partiklar (PM10)

### Stadsbyggnadsstruktur

Platsspecifik information om byggnadshöjder och byggnaders lägen har skapats genom GIS-bearbetning av hushöjdsdata. Denna data har importerats till SIMAIR vilket avsevärt höjer kvaliteten på gaturumsberäkningarna och möjliggör beräkningar för hela Göteborgsområdet. Nedan ges en beskrivning av metoden;

De indata som används är:

- Höjdsatta takkonturer
- Digital höjdmodell
- Vägnät

De höjkonturer som används är 3D-linjer (z-koordinat angiven). Digital höjdmodell finns som ett raster med horisontell upplösning på 10 m. Vägnätet avser centrumlinjer för vägar som är relevanta för modellering. De mått som krävs för att parameterisera gaturummet i spridningsmodellen OSPM<sup>2</sup> är:

1. Gaturumsbredd
2. Byggnadshöjd längs gatan
3. Byggnadshöjder som avviker markant från den tidigare angivna längs gatan

En representativ byggnadshöjd bestäms för varje sida av vägen och lagras som sektorsvisa värden i SIMAIR:s databas. Riktningen på vägen ges av en rak linje från länkens startpunkt till länkens slutpunkt. Detta kräver att länkar inte kröker avsevärt och krökta länkar kan alltså kräva en uppdelning i flera kortare länkar. I det fall väglänkar ändrar riktning mer än ca 30 grader delas länken upp i mindre delar eftersom krökningen ger ett motsvarande fel i vindriktningen.

Istället för att ange beskrivningen för en specifik receptorpunkt längs gatan, anges en representativ beskrivning av gaturummet längs hela väglänken. Eftersom visualisering av resultaten oftast görs på karta, där hela väglänkar färgläggs utifrån resultatet, så bedöms detta vara mest korrekt. En representativ beskrivning bestäms genom att gaturummet för varje väglänk diskretiseras i ett antal tvärsnitt, med ett visst avstånd emellan (40 m i detta fall). Tvärsnitten placeras utifrån väglänkens mitt och aldrig i ändpunkterna av länken eftersom de då ofta hamnar vid en korsning.

---

<sup>2</sup> Operational Street Pollution Model.

För varje väglänk beräknas representativ gaturumsbredd samt representativa byggnadshöjder. Byggnadshöjderna på respektive sida av vägen lagras som vinkeln normalt vägen för respektive sida, samt en höjd för respektive sida. Två olika värden lagras för varje parameter och väglänk:

- Mest ogynnsamma tvärsektionen (högsta byggnadshöjd)
- Medelvärde över samtliga utvärderade tvärsektioner längs väglänken.

Metoden tillåter en viss maximal gaturumsbredd, om ingen byggnad påträffas inom detta avstånd sätts avståndet till det maximala.

## Emissioner

MF och SMHI har i SIMIAR byggt en kombinerad EDB där MF har bidragit med trafikdata, byggnadsinformation, sjöfartsemissioner och industriutsläpp, och SMHI har bidragit med bakgrundsemissioner, emissionsfaktorer för vägar, meteorologisk data samt beräkningsmodellen.

För Göteborg, Mölndal och Partille kommun har Göteborgs miljöförvaltning bidragit med emissionsdata. För bakgrundshalter som skapas av emissioner utanför Göteborgsområdet har (övriga Sverige och Europa) samma datakällor använts som finns i SIMAIR. Partikelemissioner från sjöfart och vägar har MF bidragit med aktivitetsdata och SMHI med emissionsfaktorer. För småskalig uppvärmning används emissionsraster med upplösningen 1x1 km från Svensk MiljöEmissionsData (SMED). Stationära förbränningsutsläpp samt industriprocesser kommer från MF. Arbetsmaskiner, övriga jordbruksrelaterade utsläpp samt övriga diffusa källor kommer från SMED.

## Spridningsberäkningar partiklar

I SIMAIR beräknas haltbidrag från olika skalor, som sedan summeras för att ge totalhalten i luft. De skalor som hanteras är:

- lokalt bidrag
- urbant bidrag
- övriga Sverige
- övriga Europa

Halter som härrör från övriga Sverige och Övriga Europa har beräknats med SMHI:s modell MATCH och bygger även på mätningar av regionala bakgrundshalter. Urbana bakgrundshalter har beräknats med modellen UBM (Urban Background Model).

Lokala halter har beräknats med de två lokalskaliga spridningsmodellerna som ingår i SIMAIR;

- *SIMAIR Korsning*, för hela modellområdet, 25x25 m upplösning
- *SIMAIR Väg*, för alla väglänkar inom området. Spridningsmodellen OSPM väljs för gaturum och SMHI:s modell OpenRoad väljs om vägen inte omgärdas av byggnader. Väglänkarna omvandlas därefter till ett raster med upplösningen 5x5 m.

För varje väg har beräkningar således gjorts med hjälp av tre olika modeller, där SIMAIR sedan kombinerar resultat från de olika modellskalorna och man får slutligen två uppsättningar av beräknade totalhalter, en för öppna områden och en för områden runt vägar. Utav dessa väljs den modell som ger högst halter. Informationen har sedan smälts samman för att skapa en yttäckande karta (25x25 m) med överlagrade halter endast längs vägar (5x5 m). Processen görs för årsmedelvärdet av PM10 och på ett förenklat sätt för dygnsvärden.

Genom jämförelse mellan uppmätta och beräknade halter för mätstationerna Femman och Gårda, har korrektionsfaktorer tagits fram och tillämpas vid kombination av resultat från SIMAIR Väg och SIMAIR Korsning. Alla kombinerade resultat som redovisas är således korrigerade.

Metrologin i SIMAIR påverkar beräkningarna olika beroende på vilket haltbidrag som avses, regional bakgrund, urban bakgrund eller lokalt bidrag. Den metrologiska datan kommer från flera olika källor men SMHIs synoptiska standardväderstationer dominerar (finns i Göteborg). Den skiljer sig något geografiskt, upplösningen är 11x11 km men med interpolerade data däremellan. Till skillnad från beräkningarna för NOx så används ett komplett år med väderdata för alla timmar under året.



## Resultat

### Resultat beräkningsdata

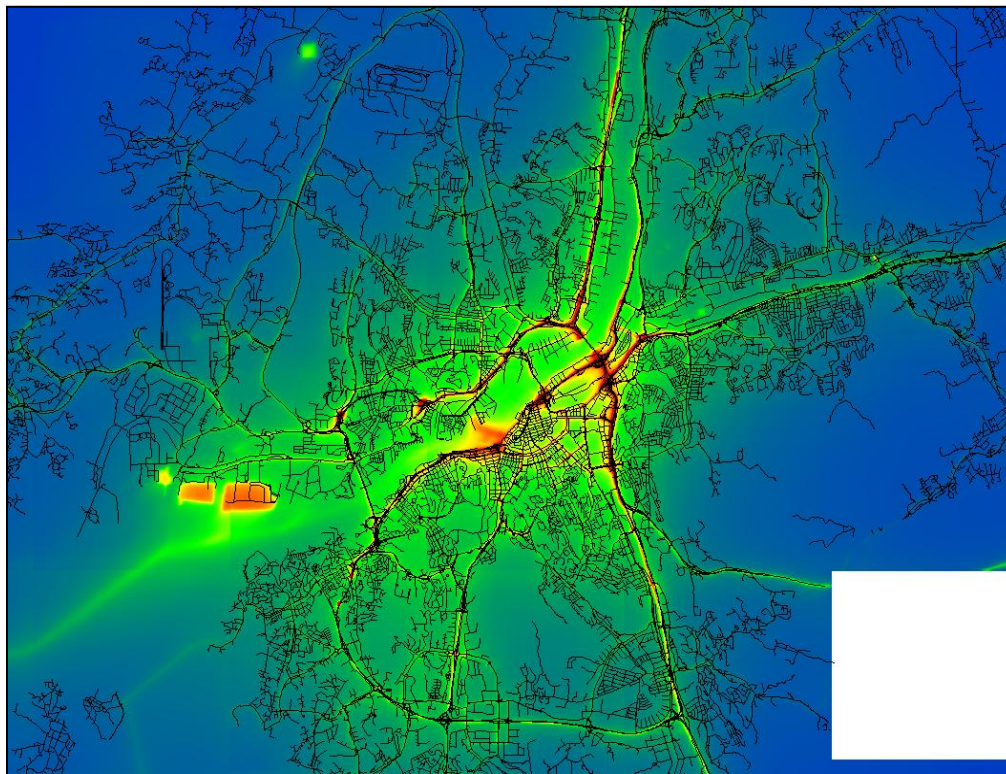
Alla beräkningspunkter av både PM10 (år, dygn), NOx (år) och NO2 (år, dygn, timme) har lyfts ur programmen till digitala format som kan användas i GIS-program. På grund av den höga geografiska upplösningen innehåller varje dataset flera miljoner beräkningspunkter och ännu fler värden. Beräkningsdatan är redigerbar och är möjlig att bearbetas och analyseras.

### Resultat kvävedioxid (NO2)

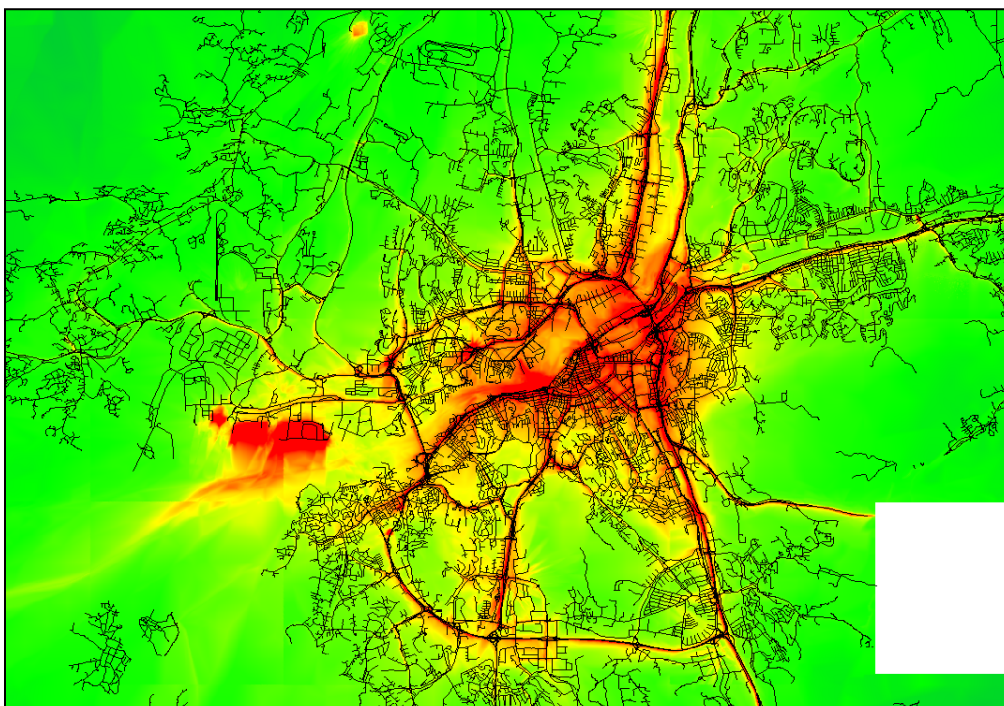
Halterna i spridningskartorna färgläggs i förhållande till hur höga de är i jämförelse med MKN och utvärderingströsklar, som teckenförklaringen nedan visar:

- Överskrider MKN
- Över Övre utvärderingströskel
- Över Undre utvärderingströskel
- Under utvärderingströsklar
- Under 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

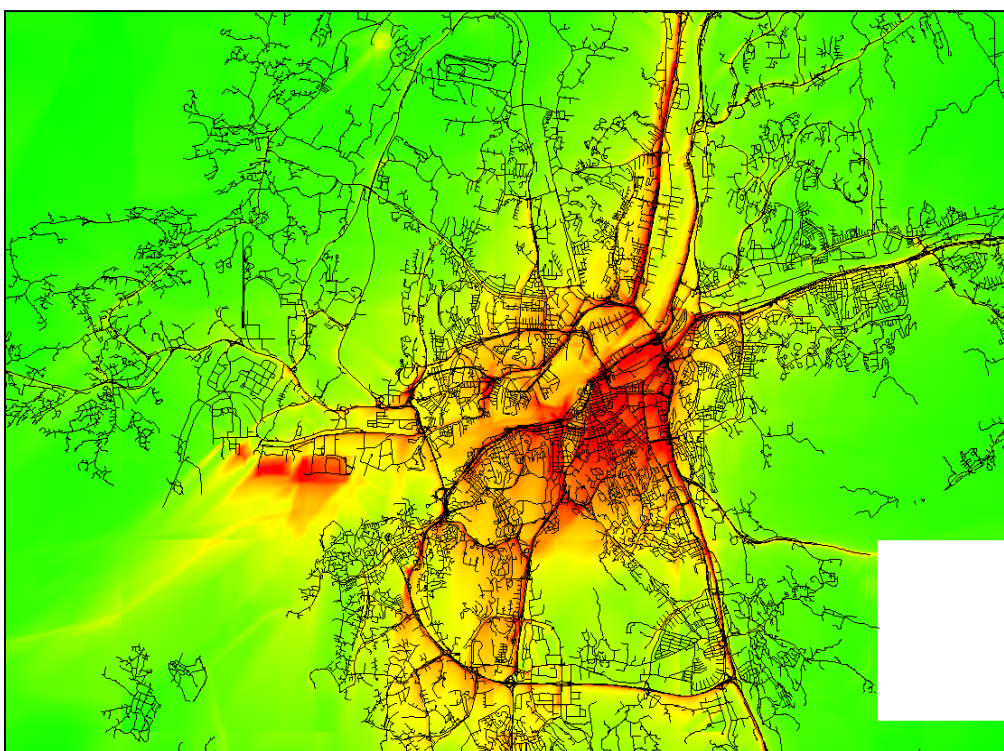
Nedan presenteras det fullständiga resultatet av spridningsberäkningarna för NO2 (Årsmedelvärdet, 8:e högsta dygnsmedelvärdet, samt det 176:e högsta timmedelvärdet). Alla värden avser kalenderåret 2011. Spridningskartorna har givits en flytande färgskala för att ge ett realistiskt intryck.



Figur 4. Spridningskarta för kvävedioxid över Göteborg. Årsmedelvärde 2011.



Figur 5. Spridningskarta för kvävedioxid över Göteborg. 8:e högsta dygnet 2011.



Figur 6. Spridningskarta för kvävedioxid över Göteborg. 176:e högsta timmen 2011.

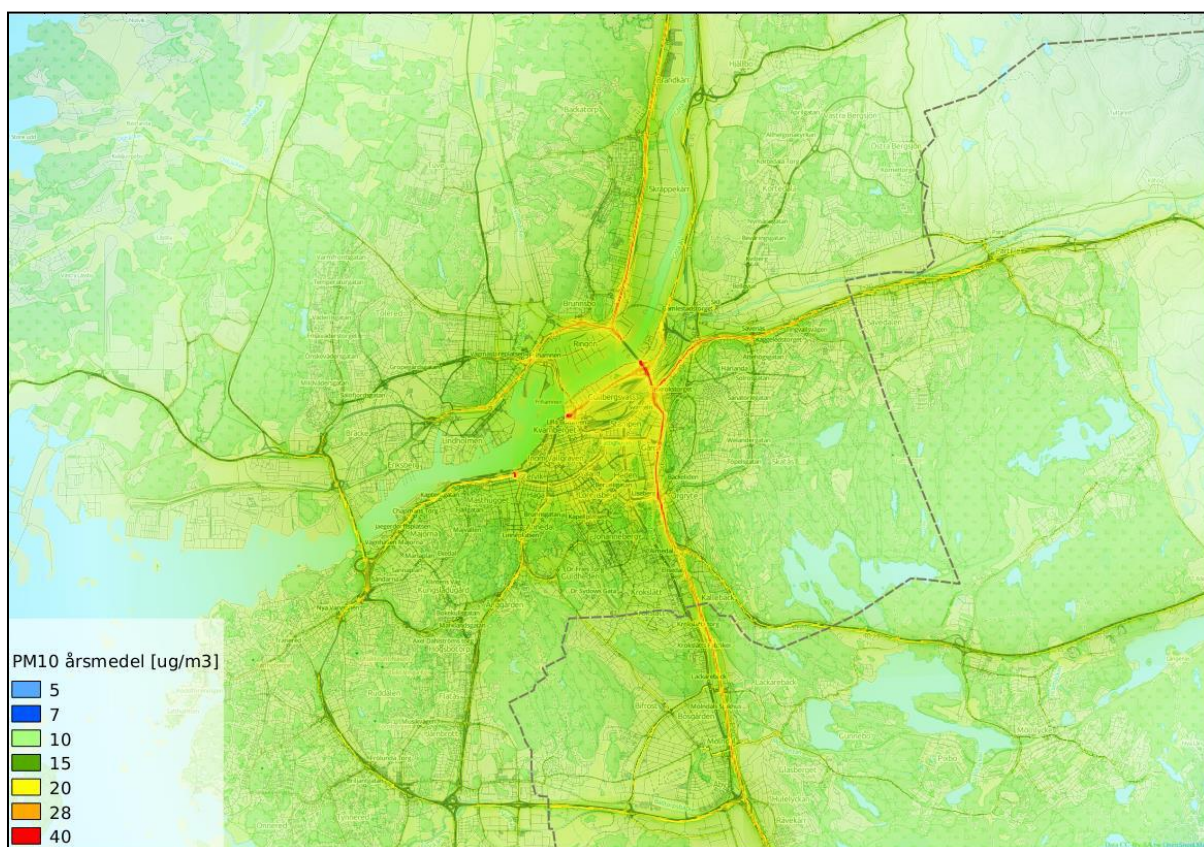
Årsmedelhalterna överskrids enbart i närheten av större trafikleder, medan extremvärdena överskrids över större ytor i centrala Göteborg. Det bör noteras att beräkningarna av extremvärdena är osäkra på grund av de osäkerheter som finns i trafikdatan, och på osäkerheter av förhållandet mellan NO<sub>2</sub> och NO<sub>x</sub>.



## Resultat partiklar (PM10)

Halterna i spridningskartorna färgläggs i förhållande till hur höga de är i jämförelse med MKN och utvärderingströsklar, som teckenförklaringen i kartorna visar. Spridningskartorna har givits en flytande färgskala för att ge ett realistiskt intryck.

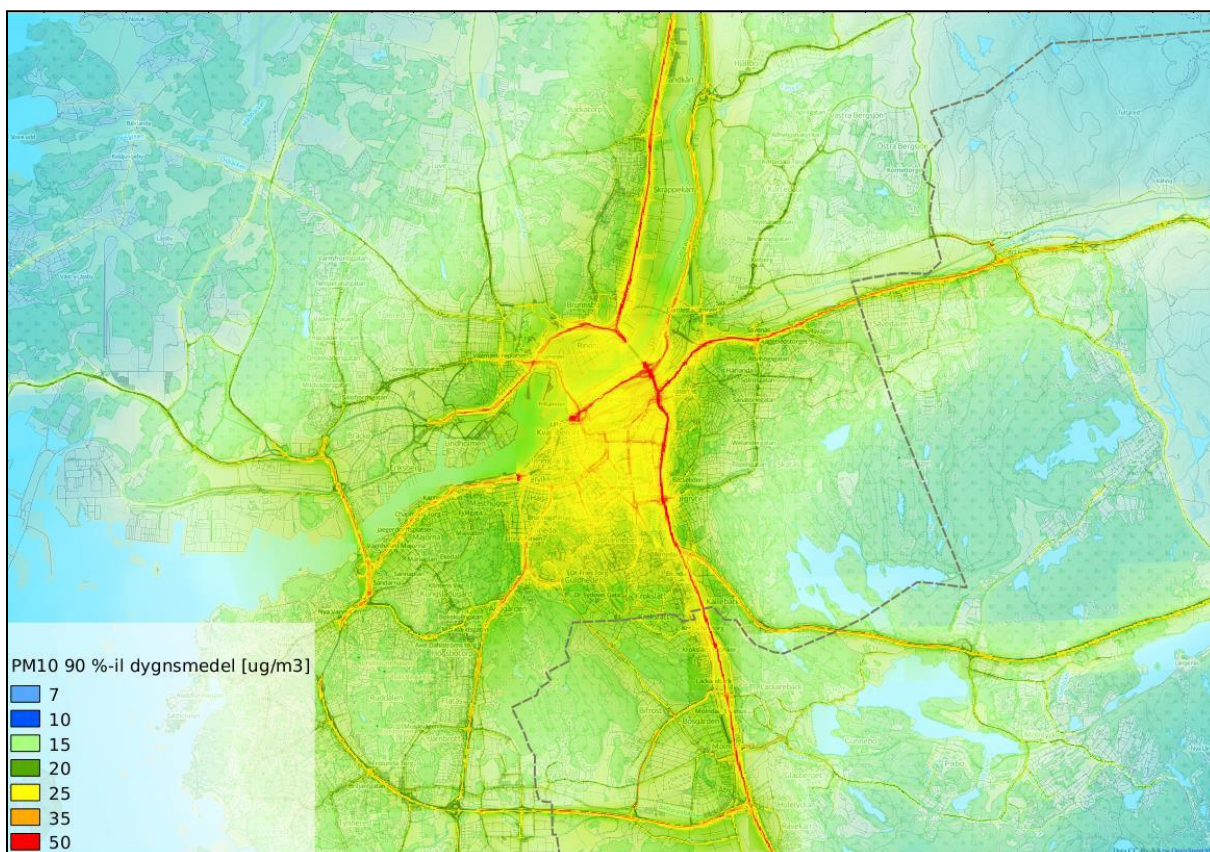
Färgskalan på årskartan visar där MKN överskrids (rött), över övre utvärderingströskeln (orange), över nedre utvärderingströskeln (gult) och över miljömålet (ljusgrönt).



Figur 7. Spridningskarta för PM10 över Göteborg. Årsmedelvärde 2011.

Enligt kartan i figur 7 ligger årsmedelvärdet ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) under MKN överallt i Göteborg förutom i områden som ligger på eller mycket nära Götatunnelns mynningar och lederna (E6, E20 och E45) på sträckorna nära Göteborg centrum. Mätning på stationen i Gårda som ligger ca 20 m från E6:ans vägmitt visar emellertid på PM10- halter under MKN. Generellt sett ligger årsmedelvärdet av PM10 över nedre utvärderingströskeln ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) i flera områden i centrala Göteborg.

Färgskalan på dygnskartan visar där MKN överskrids (rött), över övre utvärderingströskeln och Göteborgs lokala miljömål (orange) och över nedre utvärderingströskeln (gult).



Figur 8. Spridningskarta för PM10 över Göteborg. [36:e högsta dygnet 2011](#).

Dygnsnormen överskrids enbart mycket nära eller på större trafikleder. Enligt mätningar överskrids inte dygnsnormen, varken vid Gårda eller vid Haga. Nedre utvärderingströskeln för dygnsnormen överskrids i stora delar av centrala Göteborg enligt kartan i figur 8.

## Slutsatser

Av resultatet kan vi dra följande slutsatser:

- Kvävedioxid är den luftförorening där Göteborg Stad har störst problem att klara MKN och miljömålen. Kvävedioxid kan också betraktas som en indikator på andra luftföroreningar från vägtrafik (avgaser) eller på förbränningsprocesser i allmänhet
- Halterna av kvävedioxid väntas att fortsätta sjunka i Göteborgsområdet till följd av minskade utsläpp från framförallt vägtrafik och sjöfart. Osäkerheter finns emellertid för enskilda gaturum som finns i centrala Göteborg
- För PM10 klaras MKN idag enligt mätningar men miljömålet riskerar att inte kunna klaras
- Enligt beräkningar klaras MKN för PM10 överallt i Göteborg förutom mycket nära eller på större trafikleder.
- Miljömålet överskrids på vissa platser centralt i Göteborg
- Nedre utvärderingströskeln för PM10 överskrids i stora områden i centrala Göteborg

## Osäkerheter

Följande betydande osäkerheter har identifierats;

1. Svårigheter att beskriva spridningsförhållanden vid kraftigt stabil atmosfärisk skiktning
2. Osäkerheter utifrån modellantaganden samt från osäkerheter i indata
3. Enskilda gaturum för NO<sub>2</sub> har inte analyserats för sig och spridningsberäkningen tar inte hänsyn till fysiska hinder längs marken (byggnader, topografi), vilket kan ge underskattade halter
4. Emissionsfaktorerna från HBEFA (NO<sub>x</sub>) bygger på labstudier och de verkliga faktorerna vid körning har visats sig vara högre
5. Extremvärden för både PM10 och NO<sub>2</sub> är osäkrare än årsmedelvärden, eftersom de är svårare att beräkna då de naturligt bygger på mindre underlag
6. Emissionsfaktorerna för partiklar från sjöfarten är osäkra eftersom det är svårt att mäta partiklar som ombildas efter att de spridits i luften
7. Emissionsfaktorerna för PM10 för däck- och vägslitage samt uppvirvling är osäkra då det avgas mer diffust än avgaser och är svårare att mäta
8. Emissionskartering för PM10 är inte lika omfattande som för NO<sub>2</sub>
9. Byggnadshöjderna som gaturumsberäkningarna baserar sig på kan längs vissa vägar ha blivit för generaliserade under databearbetningen
10. Totalhalterna för PM10 beror till större del av regionala bakgrundshalter än kvävedioxid, som är svårare att beräkna
11. Osäker mätdata vid Haga till följd av ombyggnation (gäller PM10)



## Referenser

1. [www.goteborg.se](http://www.goteborg.se)
2. *Trängselskattens effekt på luftkvaliteten i Göteborgsområdet, Västsvenska paketet*. Tomas Wisell och Hung Nguyen, januari 2013.
3. Västsvenska paketet, Uppföljningsplan, Rapport 2011:2
4. SMHI, muntlig kommunikation
5. HBEFA, <http://www.hbefa.net/e/index.html>
6. R 2012-12, Luftkvaliteten i Göteborgsområdet, Årsrapport 2011
7. Naturvårdsverkets föreskrifter om kontroll av miljökvalitetsnormer för utomhusluft,
  - a. Naturvårdverket, NFS 2010:8.
8. 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>
9. Förordning om miljökvalitetsnormer för utomhusluft, Luftkvalitetsförordning
10. (2010:477). Miljödepartementet 2010, SFS 2010:477.
11. *Beräkningar av kvävedioxid i Stockholms- och Uppsala län inför ansökan om tidsfrist för att klara EU:s gränsvärde*. SLB-analys, oktober 2012.
12. Handbook Emission Factors For Road Transport 3.1, Quick Reference, INFRAS January 2010
13. Kindell S., Beräknade partikelhalter för år 2010 vid utvalda gatu- och vägavsnitt i Göteborgsregionen
14. Dokumentation om SIMAIR se webbplatsen [www.luftkvalitet.se](http://www.luftkvalitet.se)
15. Dokumentation om SMED se webbplatsen [www.smed.se](http://www.smed.se)
16. Dokumentation om EMEP se webbplatsen [www.emep.int](http://www.emep.int)