

Luftkvaliteten i Göteborgsområdet med och utan trängselskatt

September 2014



Västsvenska paketet

Dokumenttitel: Luftkvaliteten i Göteborgsområdet med och utan trängselskatt
Västsvenska paketet rapport, september 2014
Utförande part: Miljöförvaltningen, Göteborgs Stad
Kontaktperson: Erik Bäck

Förord

Denna utredning är genomförd av miljöförvaltningen, Göteborgs Stad. Utredningen och rapporten är framtagna för att beskriva halterna och befolkningens exponering av kvävedioxid och halter av partiklar på ett antal vägar och gaturum i Göteborgs, Partille och Mölndalsområdet för år 2013. Dessa beräkningar kommer att ligga till grund för en jämförelse med halterna under 2012, då trängselskatten ännu inte införts. Resultaten från de beräkningarna och jämförelsen presenteras i rapporten.

Utredningen är utförd som ett uppdrag och finansierad av samverkansparterna inom Västsvenska paketet. Kontaktpersoner hos samverkansparterna har varit Karin Björklind på trafikkontoret.

Utredningen är genomförd av Hung Nguyen och Björn Wåhlstedt. Rapporten har granskats av Erik Bäck.

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 september 2014

Trafikverket Region Väst

Västra Götalandsregionen

Region Halland

Göteborgs Stad

Göteborgsregionens kommunalförbund

Västtrafik

Innehåll

Sammanfattning	7
1 Inledning	8
1.1 Syfte	8
1.2 Strategi	8
2 Utredningens avgränsningar	10
2.1 Geografisk avgränsning	10
2.2 Avgränsning i tid	10
2.3 Tidsupplösning på beräkningar	10
2.4 Luftföroreningar	10
3 Miljökvalitetsnormer och miljömål	11
3.1 Normer och gränsvärden	11
3.2 Göteborgs lokala miljömål för halter av kvävedioxid och PM ₁₀	12
4 Mätningar och beräkningar	13
4.1 Kvävedioxidhalter	13
4.2. PM ₁₀ -halter	18
5 Resultat	25
5.1 Kvävedioxidhalter	25
5.2 PM ₁₀ -halter	30
6 Diskussion	35
7 Slutsatser	36
8 Bilagor	37
9 Referenser	45

Sammanfattning

Miljöförvaltningen i Göteborg har på uppdrag av samverkansparterna inom Västsvenska paketet gjort uppskattningar av luftkvaliteten i Göteborgs Stad, Partille kommun och delar av Mölndals Stad för 2013. Även exponeringsberäkningar har gjorts för kommunernas invånare. Resultat av dessa beräkningar och uppskattningar ligger sedan till grund för jämförelsen med resultat från tidigare beräkningar för att uppskatta effekten av trängselskattens införande på luftkvaliteten i kommunerna.

Av utredningen framgår att halterna av partiklar mindre än $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (PM10) i genomsnitt minskade med 16 procent som årsmedelvärde och att 90-percentilen för dygnsmedelvärdet minskade med 21 procent mellan 2013 och 2010. Det är dock oklart i hur stor utsträckning trängselskatten har påverkat minskningarna. De beräknade halterna av PM10-partiklar på samtliga av de utvalda vägarna och gaturummen ligger under miljökvalitetsnormer. Halterna ligger även under Göteborgs lokala miljömål för PM10 i utomhusluft, med undantag av vid Gårda.

Utredningen visar också att årsmedelhalterna av kvävedioxid överskrider miljökvalitetsnormen enbart i närheten av större trafikleder och hamnar (Älvsborgs-, Skandia- och Skarvikshamnen) medan dygns- och timmedelvärdena överskrids på större ytor framför allt i centrala Göteborg 2013. Situationen var ungefär densamma som 2012.

Den genomsnittliga exponeringen av kvävedioxidhalten under 2013 var mindre än den från 2012 i Göteborgs Stad och Partille kommun och delar av Mölndals Stad.

1 Inledning

Trängselskatten i Göteborg infördes 1 januari 2013. Efter ett år kunde man konstatera att trafikflödet genom betalstationerna minskade med 10 procent mellan 2012 och 2013 (ref 1). Samverkansparterna inom Västsvenska paketet har identifierat ett behov av att följa upp vilka effekter det har haft på luftkvaliteten. Miljöförvaltningen i Göteborgs Stad har fått i uppdrag av Västsvenska paketets samverkansparter att beräkna hur halter av kvävedioxid (NO₂) och partiklar (PM10) påverkas av trafikförändringarna.

1.1 Syfte

Syftet med denna utredning är att uppskatta om luftkvaliteten i Göteborgsområdet har förändrats efter trängselskattens införande. Med denna uppskattning kan befolkningens exponering av luftföroreningar beräknas. Resultat och data kan sedan ligga till grund för en jämförelse av luftkvaliteten innan trängselskatten infördes.

1.2 Strategi

1.2.1 Kvävedioxidhalter

Halterna av kvävedioxid i Göteborg, Partille och delar av Mölndals kommun har beräknats och används sedan som underlag för beräkning av befolknings exponering för luftföroreningar i kommunerna.

1.2.1.1 Kvävedioxidberäkningar

Grunden för beräkningarna är en uppdatering av vår emissionsdatabas med ny information för 2013. Informationen innefattar t.ex. emissioner från vägtrafik, sjöfartstrafik och andra källor. Med hjälp av emissionsdatabasen beräknas därefter halterna av kväveoxider (NO_x) i ett spridningsberäkningsprogram. Beräkningsresultat presenteras i form av NO_x-halter över ett geografiskt område. NO_x-halterna omvandlas sedan till NO₂ baserade på mätdata från ett antal mätplatser runt om i Göteborg och grannkommunerna. På så sätt valideras de beräknade kvävedioxidhalter av mätvärdena.

1.2.1.2 Exponeringsberäkningar

Kvävedioxidhalterna i ett geografiskt område matchas därefter ihop med adresspunkter i området. Årsmedelhalten används för att beräkna den genomsnittliga exponeringen, genom att vikta summan av kvävedioxidhalter med antalet personer som är skrivna på respektive adress. På så sätt får vi en genomsnittsexponering för den genomsnittliga befolkningen i Göteborg, Partille och i Mölndals tätort.

För att uppskatta hur många som exponeras av årsmedelhalter som ligger över Göteborgs lokala miljömål och miljökvalitetsnormer, har även en GIS-analys utförts. (Miljömål och miljökvalitetsnormer finns beskrivna mer detaljerat i avsnitt 3 i rapporten.)

Exponeringsberäkningarna efter trängselskattens införande år 2013 har utförts på ett liknande sätt som för år 2012. Resultatet av beräkningarna används sedan för att jämföra dem med år 2012 för att kunna se hur stor effekt trängselskatten har på den genomsnittliga kvävedioxidexponeringen på en genomsnittlig invånare mellan åren.

Resultat för beräkningarna som gjorts för 2012 finns i rapporten *Beräkningar av kvävedioxidhalter och befolkningens exponering 2012* (ref 2).

1.2.2 PM₁₀-halter

Beräkningsresultat för halterna av PM₁₀ för 2013 kommer att jämföras med beräkningsresultat för 2010. Jämförelsen visar hur PM₁₀-halterna ligger till 2013 i förhållande till 2010. Vi använder beräkningsprogrammet SIMAIR för båda beräkningstillfällena. SIMAIR väg har använts för gaturumsberäkningarna och SIMAIR korsning har använts för receptorpunktsberäkningarna.

Resultat för beräkningarna som gjorts för 2010 finns i rapporten *Trängselskattens effekt på luftkvaliteten i Göteborgsområdet* (ref 3).

2 Utredningens avgränsningar

2.1 Geografisk avgränsning

Denna utredning omfattar det geografiska området som utgör hela Göteborgs Stad, hela Partille kommun och Mölndals tätort. Mölndals tätort har här avgränsats genom att en linje dragits strax söder om Åbromotet.

2.2 Avgränsning i tid

Beräkningarna av kvävedioxidhalterna och exponeringssiffrorna bygger på faktiska uppgifter om emissioner och trafikflöden under år 2012 och 2013.

Beräkningarna av PM10-halter bygger på faktiska uppgifter under år 2013. Även beräkningarna för 2010 bygger på faktiska uppgifter om trafikflödet.

2.3 Tidsupplösning på beräkningar

För att kunna utvärdera beräknade kvävedioxidhalter mot miljökvalitetsnormerna (MKN) måste tidsupplösningen vara en timme och spänna över ett kalenderår. Detta har uppfyllts i denna utredning då miljöförvaltningens emissionsdatabas har data på timnivå.

2.4 Luftföroreningar

I denna utredning har spridningsberäkningar enbart utförts på kvävedioxid. Det beror på att kvävedioxid är den förorening där Göteborg Stad har störst problem med att klara MKN och stadens lokala miljökvalitetsmål (se mer under avsnittet "Miljökvalitetsnormer och miljömål"). Kvävedioxid kan också betraktas som en indikator på andra luftföroreningar från vägtrafik (avgaser) eller på förbränningsprocesser överhuvudtaget. För att beräkna kvävedioxid måste man även beräkna kväveoxider (NO_x) som är summan av kväveoxid (NO) och kvävedioxid (NO₂).

Gaturumsberäkningar och spridningsberäkningar har utförts på partiklar enbart uttryckt som PM10-halter.

3 Miljökvalitetsnormer och miljömål

3.1 Normer och gränsvärden

Miljökvalitetsnormer är rättsligt bindande nationella föreskrifter vars främsta syfte är att skydda människor mot höga luftföroreningshalter. Miljökvalitetsnormer för årsmedelvärden avser skydda befolkningen mot långsiktiga hälsoeffekter, medan extremvärden (dygnsmedelvärden och timmedelvärden) avser skydd mot akuta hälsoeffekter (ref 4, 5 och 6). Se tabell 1 nedan för normerna för kvävedioxid och partiklar. 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 krav för dygnsmedelvärde och timmedelvärde, vilket inte EU-lagstiftning har, se tabell 1 (ref 5)

Tabell 1

Sammanställning av gränsvärden och normer för kvävedioxid och PM₁₀ i utomhusluft

Tid	Kvävedioxid, NO ₂		Partiklar, PM ₁₀	
	MKN, Sverige µg/m ³	Gränsvärde, EU µg/m ³	MKN, Sverige µg/m ³	Gränsvärde, EU µg/m ³
År	40	40	40	40
Dygn	60*	-	50****	50****
Timme	90**	200***	-	-

* Får överskridas 7 dygn per år. ** Får överskridas 175 timmar per år. *** Får överskridas 18 timmar per år. **** Får överskridas 35 dygn per år.

Miljökvalitetsnormerna gäller på allmän plats utomhus (inklusive 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, till exempel < 25 m från korsning eller vid förorenad frånluftspunkt som till exempel en tunnelmynning (normen kan ändå gälla här om det finns bostäder, skolor och förskolor i närheten eftersom det kan uppstå olägenheter för människors hälsa)

I trafikmiljöer bör utvärdering endast ske på platser där luften är representativ för luftkvaliteten för en gatsträcka som är minst 100 meter lång. Årsmedelvärdet tillämpas på platser där befolkningen utsätts för halter under lång tid till exempel bostäder, skolor, förskolor. Tim- och dygnsmedelvärdena tillämpas på platser där det förekommer både lång- och korttidsexponering till exempel vid gång- och cykelbanor (ref 4).

3.2 Göteborgs lokala miljömål för halter av kvävedioxid och PM₁₀

2009 beslutade kommunfullmäktige i Göteborgs Stad om ett lokalt mål för frisk luft. Målet är att "luften i Göteborg ska vara så ren att den inte skadar människors hälsa eller ger upphov till återkommande besvär".

Lokalt i Göteborg är målet att årsmedelvärdet för kvävedioxid ska underskrida 20 µg/m³ vid 95 % av alla förskolor och skolor samt vid bostaden hos 95 % av göteborgarna senast år 2020.

När det gäller PM₁₀-halter är det lokala målet att 90-percentilen för dygnsmedelvärden för partiklar (PM₁₀) ska underskrida 35 µg/m³ år 2013. Värdet får överskridas högst 37 dygn per år i marknivå.

4 Mätningar och beräkningar

4.1 Kvävedioxidhalter

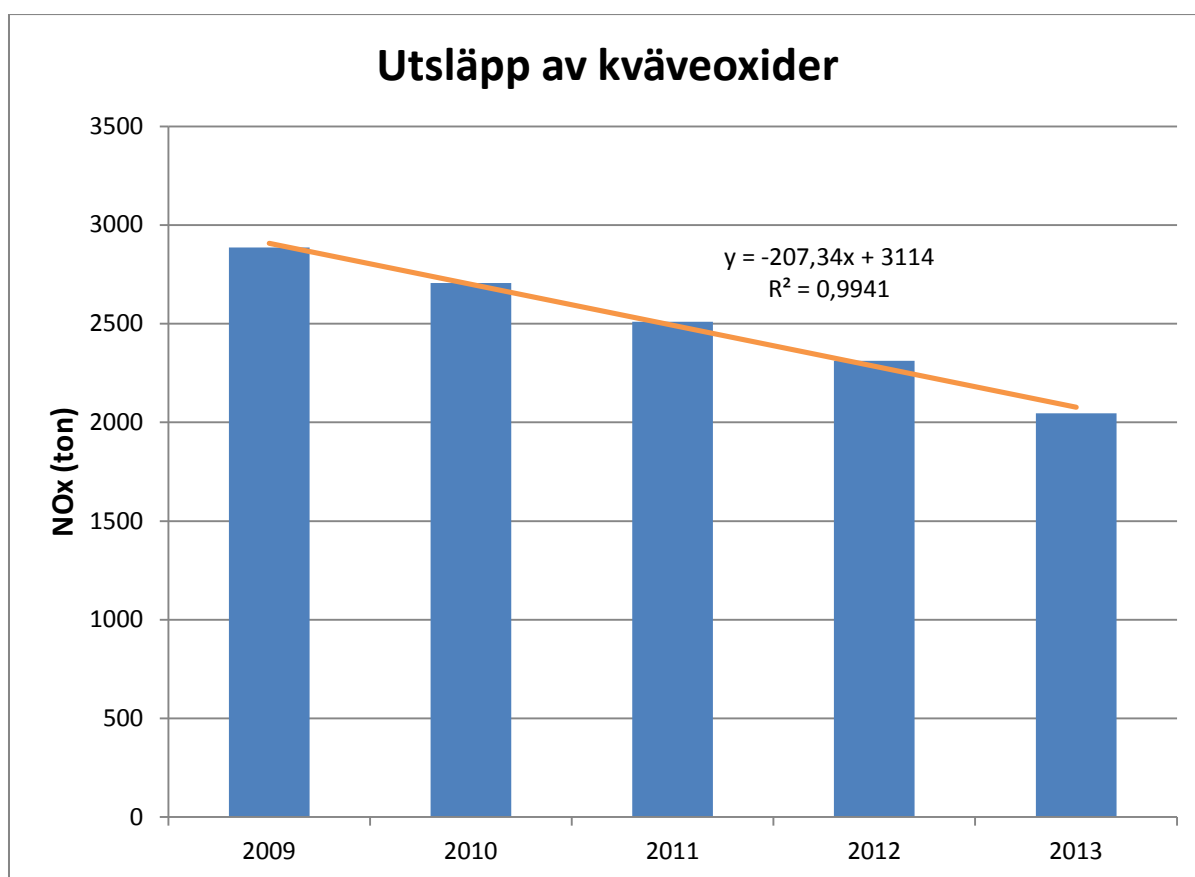
Detta avsnitt handlar om mätning och kartläggning av kvävedioxid i och kring Göteborg. En stor del av arbetet med kartläggningen handlar om kartläggning av emissioner från vägtrafik. Därför diskuteras även trenden av de totala utsläppen av kväveoxider här. Vidare kommer kvävedioxidhaltens utveckling i Göteborgsområdet att diskuteras i det här avsnittet.

4.1.1 Totalutsläpp av kväveoxider för vägtrafik

Utsläppen (emissionerna) av kväveoxider (NO_x) i Göteborg har beräknats av trafikkontoret sedan år 2009, där en tydlig linjär minskning kan ses (se figur 1).

Figur 1.

Utsläpp av kväveoxider för vägtrafik under senaste fem åren. (Källa: trafikkontoret.)



Utsläppen kommer att sprida sig över hela Göteborgsområdet. Hur föroreningarna sprider sig och vilka halter de kommer ge upphov till i olika delar av Göteborgsområdet beror på vädret och lokala förhållanden. Den verkliga kvävedioxidhalten kommer alltså att vara olika från plats till plats. För att veta den halten behöver vi mäta med hjälp av olika instrument.

4.1.2 Mätningar av kväveoxider i Göteborg och grannkommuner

I Göteborg och Mölndal utförs kontinuerliga mätningar av kväveoxider i urban bakgrundsmiljö samt i centrala stadsmiljöer. Mätningar av kväveoxider i urban bakgrundsmiljö utförs sedan 1987 på Nordstans tak mitt i Göteborg. Kontinuerliga mätningar i centrala stadsmiljöer utförs i Haga (lokal stadsgata), i Gårda (huvudled i stadsmiljö) och i Mölndal (lokal stadsgata). Dessutom har Miljöförvaltningen i Göteborg tre mobila mätstationer som flyttas runt i Göteborgsområdet i olika miljöer.

Mätresultaten visar att de svenska miljökvalitetsnormerna för kvävedioxid klaras i urban bakgrundsmiljö men överskrids i flera gaturum och längs hårt trafikerade vägar. Det gäller både för års-, dygns- och timmedelvärden. Därmed överskrids även EU:s gränsvärde för år. Däremot klaras EU:s timmedelvärde i Göteborg. I tabellen på nästa sida visas en sammanställning av mätvärden för kvävedioxid under åren 2009-2013. Röd text visar överskridanden av normer eller gränsvärden (ref 7).

Tabell 2.

Mätvärden för kvävedioxid åren 2009-2013 på fem fasta mätplatser i Göteborgs- och Mölndalsområdet.

Kvävedioxid i taknivå NO ₂ µg/m ³	MKN	FEMMAN					MÖLNDAL				
		2009	2010	2011	2012	2013	2009	2010	2011	2012	2013
Medelvärde	40	23,7	27,8	21,9	21,9	20,4	15,4	21,1	16,2	16,6 ¹	17,6
Max-timme		115,8	167,6	203	135,7	190,6	126	260	195	174,5	255,1
98 %-il tim	90	70,5	79,9	68,5	66,4	70,7	62,3	90,5	65,5	78,4	74,3
Antal timmar >90	175	39	83	44	28	53,0	24	177	43	106	93
Antal timmar >200	18	0	0	1	0	0,0	0	3	0	0	5
Max-dygn		60,8	91,3	93,5	67,3	70,6	62,5	95,6	84,1	80,5	136,9
98 %-il dygn	60	49,2	63,9	51,6	52,9	51,4	44,1	65,2	47,1	50,5	50,5
Antal dygn >60	7	2	12	3	2	3,0	1	12	3	3	3
Max-månad		31,8	49,6	39,3	32,5	28,9	22,5	42,3	27,2	32,6	27,4
Procent mättimmar		100,0	99,5	96,3	93,4	97,9	94,7	97,3	97,9	89,4	98,8

Kvävedioxid i gaturum NO ₂ µg/m ³	MKN	GÅRDA					HAGA				
		2009	2010	2011	2012	2013	2009	2010	2011	2012	2013
Medelvärde	40	41,4	48,9	44,6	49,1	45,1	37,1	34,6	35,6	25,5	30,0
Max-timme		194	262	254	242	289,2	165,4	213,9	259,0	200,4	235,1
98 %-il tim	90	106	136	127	143	133,4	101,0	98,3	100,9	85,1	94,7
Antal timmar >90	175	387	956	659	921	797	326	282	279	136	216
Antal timmar >200	18	0	15	8	20	17	0	1	8	1	2
Max-dygn		88	128	132	145	158,9	93,6	98,8	129,8	84,7	96,9
98 %-il dygn	60	75,8	110,3	105,5	105,8	93,3	75,4	80,6	80,9	64,0	71,2
Antal dygn >60	7	44	94	65	96	80	33	25	23	8	15
Max-månad		57,2	94,3	71,0	72,8	57,7	49,3	62,6	60,0	38,2	37,0
Procent mättimmar		92,6	98,4	95,8	93,0	99,9	93,8	96,7	95,1	97,9	98,5

Kvävedioxid i gaturum NO ₂ µg/m ³	MKN	MÖLNDAL				
		2009	2010	2011	2012	2013
Medelvärde	40		25,3	18,6	19,2 ¹	21,3
Max-timme			307,2	193,6	202,1	236,6
98 %-il tim	90		104,4	77,2	89,2	88,6
Antal timmar >90	175		310	91	140	161
Antal timmar >200	18		3	0	1	5
Max-dygn			118,6	108,4	87,4	131,2
98 %-il dygn	60		84,8	55,8	59,3	58,1
Antal dygn >60	7		21	6	6	5
Max-månad			53,1	36,9	35,2	32,1
Procent mättimmar			97,5	91,3	81,4	98,3

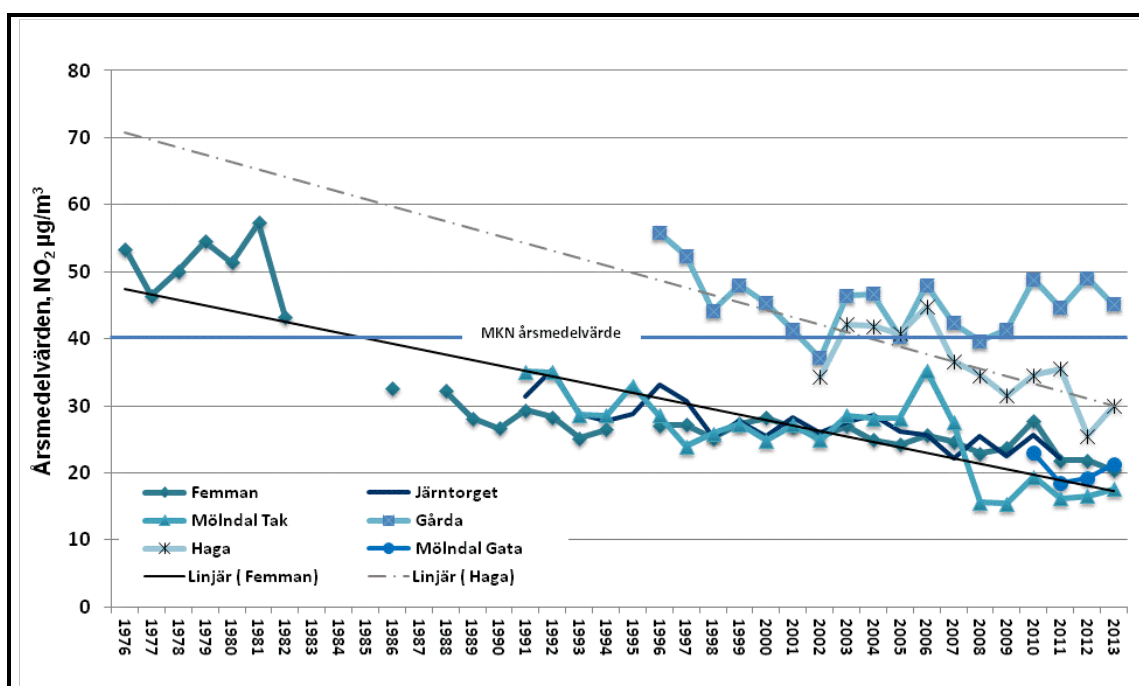
¹ Datafångsten är under kravet på 90 procent vilket innebär att värdena är osäkra.

4.1.3 Kvävedioxidhaltens utveckling i Göteborg

Halterna i den urbana bakgrundsluften av kväveoxider och kvävedioxid har minskat sedan slutet av 1970-talet (ref 7). I figur 4 visas årsmedelvärden av kvävedioxid (NO_2). 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 och Haga), men fortsatt sjunkande halter i urbana bakgrundhalter (på taknivå på Femman och i Mölndal).

Figur 2.

Årsmedelvärden av kvävedioxidhalter vid de fasta stationerna i Göteborgsområdet.



Mätningar i gatunivå visar att halterna av kväveoxider har minskat sedan början av 1990-talet, men minskningen för kvävedioxid är något 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 kvävedioxid (NO_2) av de totala kväveoxidemissionerna (NO_x -emissionerna).

Genom mätning kan vi bilda oss en uppfattning om vilken nivå luftkvalitet är på vissa mätplatser. Men för att ha en överblick om luftkvaliteten över ett större område så som över hela Göteborgsområdet och grannkommuner behöver vi beräkna fram kvävedioxid NO_2 halterna. Beräkningsresultatet valideras sedan med mätresultaten.

4.1.4 Beräkningar av kvävedioxider i Göteborg och grannkommuner

För att kunna beräkna luftföroreningshalter över ett område behöver vi en emissionsdatabas över luftföroreningar som vi ska räkna på, en meteorologisk databas och en spridningsmodell. Nedan är en snabb överblick av dessa parametrar.

4.1.4.1 Emissionsfaktorer

För vägfordonens emissioner används HBEFA-modellen (före detta Artemis) som är en europeisk emissionsmodell. Modellen som använts i denna utredning avser ett utsnitt av hela modellen för att beskriva den svenska fordonsflottan. Vägtrafiken i Göteborgsområdet har i enlighet med denna modell delats in i ca 35 olika vägtyper och två olika trafiksituationer (fritt flöde och trängsel). Fem olika fordonsslag ur modellen har använts. De är: 1) lätta fordon som personbilar och skåpbilar; 2) tunga lastbilar utan släp 3) tunga lastbilar med släp 4) stadsbussar och 5) landsvägsbussar. Ur modellen beräknas specifika emissionsfaktorer för varje kombination av fordonsslag, vägtyp och trafiksituation (ref 9).

4.1.4.2 Förutsättningar i spridningsberäkning

I utredningen har dagens (2013) kvävedioxidhalter beräknats för Göteborgsområdet. Som underlagsdata används miljöförvaltningens emissionsdatabas (EDB), som innehåller alla betydande emissionskällor av kväveoxider inom Göteborgsområdet, som vägtrafik, sjöfart, industrier, energianläggningar, luftfart, arbetsmaskiner, hushåll, jordbruk, skogsbruk och småbåtshamnar.

För att kunna genomföra spridningsberäkningar behövs utöver emissionsdata en meteorologisk databas med vindriktning, vindhastighet, temperatur, och solinstrålning som ingående parametrar även här. Samma meteorologiska data har använts för samtliga år för att få jämförbarhet i resultatet. I utredningen har vi använt en sammanvägning av åren 2007-2011.

4.1.4.3 Spridningsmodell

De beräknade luftföroreningshalterna beskriver situationen under 2013. Spridningsberäkningar har utförts med en avancerad spridningsmodell (gaussisk) i programvaran Enviman. Beräkningen genererar ett kontinuerligt koncentrationsfält över markytan. Spridningsmodellen tar inte hänsyn till byggnader och topografi och lämpar sig därför bäst för beräkningar i större geografisk skala, och kan anses beskriva den generella urbana halten i ett visst område utan beaktande av lokala ventilationsförhållanden.

Spridningsberäkningen avser kväveoxider (NO_x) som därefter räknas om till kvävedioxid (NO₂). Denna omräkning baserar sig på algoritmer som kommer från regressionsanalys av mätdata från miljöförvaltningens mätstationer. Algoritmerna är olika beroende på haltnivåer, och olika för årsmedelvärde respektive extremvärden (för dygn och timme). Beräkningen valideras således mot mätningar. Denna metod kräver därmed att mätningen och beräkningen avser samma år. I detta fall 2013.

4.1.5. Exponeringsberäkning

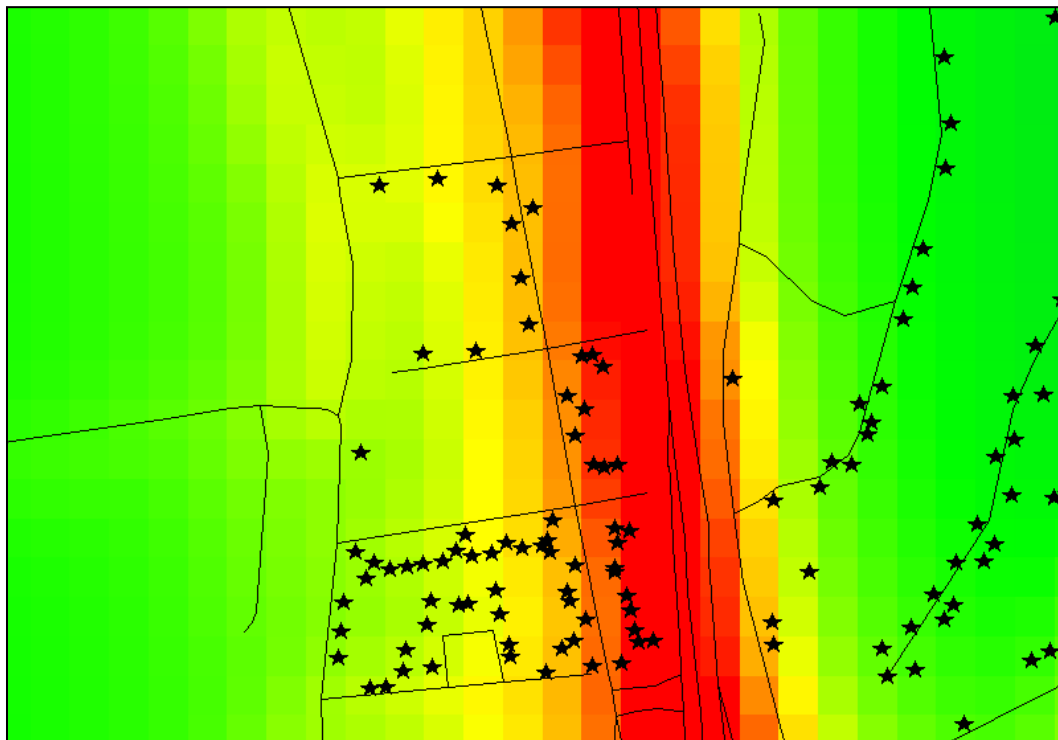
Syftet med utredningen är bland annat att uppskatta hur luftkvaliteten i Göteborgsområdet är år 2013. Med hjälp av uppskattning kan befolkningens exponering av kvävedioxid beräknas.

Detta innebär att de beräknade halterna måste omsättas till exponering av befolkningen. Den metod vi använt här är att beskriva exponeringen vid människors bostad, och därefter

matcha ihop halt (årsmedel exponering) och adresspunkten. Exponeringen beräknas genom att vikta beräkningen för antal personer som är skrivna på den aktuella adressen. Figur 3 illustrerar detta förfarande.

Figur 3.

Exponeringsberäkning av befolkningen i Göteborg, Mölndal och Partille. Adresspunkterna syns som svarta stjärnor i bilden, dessa matchas med den beräknade årsmedelhalten (färggrastret).



4.2. PM₁₀-halter

I detta avsnitt kommer det att handla om PM₁₀-halternas trend i Göteborg under de senaste fem åren. Det handlar också mer detaljer om hur det går till när vi valde ut vissa vägar och gaturum för att beräkna PM₁₀-halter på. Även en kort beskrivning av beräkningsprogrammet SIMAIR och dess indata kan hittas i det här avsnittet.

4.2.1 PM₁₀-trend i Göteborg

I tabell 3 visas medelvärdet av PM₁₀-halten från tre fasta mätstationer i Göteborg under de senaste fem åren. På både urban bakgrund (Femman) och gatunivå (Gårda och Haga) ligger halterna under 2013 under medelhalten under de senaste fem åren.

Tabell 3.

Halter av PM₁₀ på fasta mätstationer i Göteborg

Partiklar PM ₁₀ µg/m ³	MKN	FEMMAN				
		2009	2010	2011	2012	2013
Medelvärde	40	16,4	15,0	17,7	15,6 ¹	15,0 ¹
Max-timme		120,7	139,1	156,7	155,9	129,9
98-percentil tim		45,5	45,7	53,4	44,5	44,8
Max-dygn		43,7	48,9	56,8	48,4	45,1
90-percentil dygn	50	25,1	23,4	28,3	24,2	24,9
Antal dygn>50	35	0	0	4	0	0
Maxmånad		25,3	21,5	25,8	23,0	21,9
Procent mättimmar		100	99,9	92,4	86,8	80,1

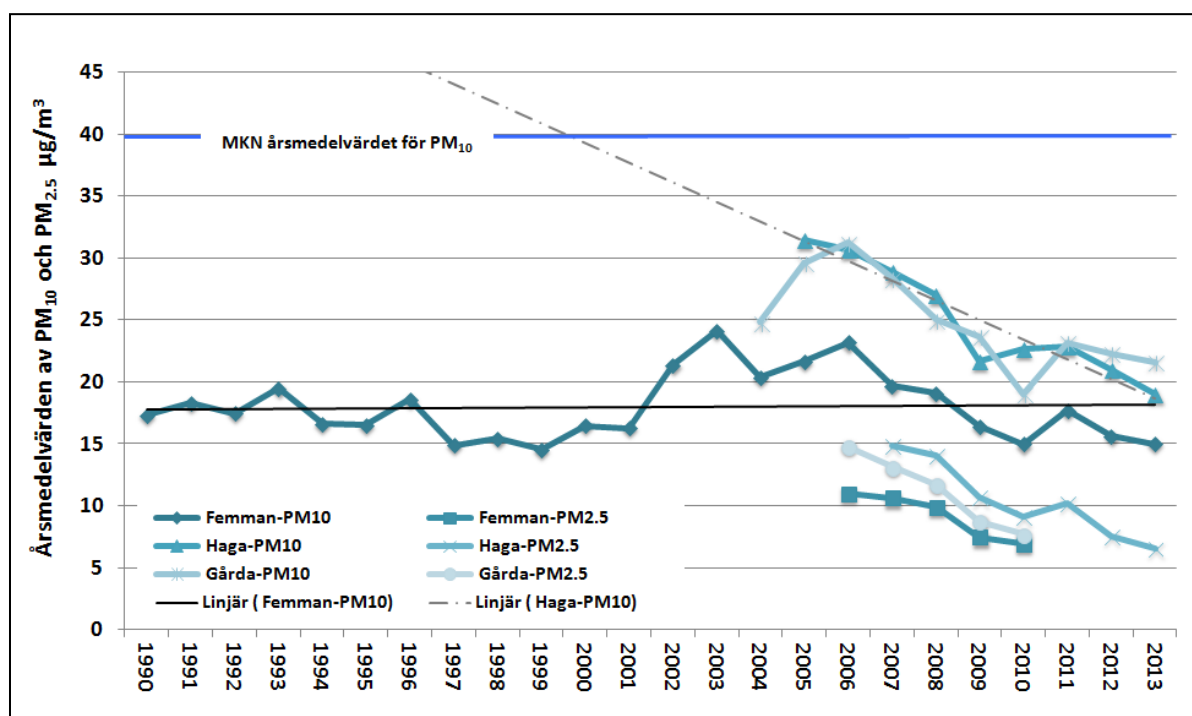
Partiklar PM ₁₀ µg/m ³	MKN	GÅRDA					HAGA				
		2009	2010	2011	2012	2013	2009	2010	2011	2012	2013
Medelvärde	40	23,7	19,0	23,2	22,3	21,6	21,7	22,7	22,9	21,0	19,0 ¹
Max-timme		291,7	275,2	277,6	324,3	2048	243,2	431,8	231,7	801,7	1562
98-percentil tim		91,0	70,4	79,9	93,9	81,5	62,2	97,2	78,3	74,3	62,2
Max-dygn		114,1	92,4	93,8	139,3	228,0	74,0	91,8	80,3	97,4	106,3
90-percentil dygn	50	39,6	30,0	41,0	38,2	36,6	34,4	39,7	39,4	36,5	30,8
Antal dygn>50	35	15	10	17	17	17	5	21	21	11	7
Maxmånad		42,3	32,2	36,5	43,4	34,5	32,6	39,2	42,2	30,9	24,3
Procent mättimmar		92,6	98,7	100	95,0	99,5	100	98,3	98,8	91,9	88,3

¹ Datafångsten är under kravet på 90 procent vilket innebär att värdena är osäkra.

Tydliga nedåtgående trender syns på alla stationer och tydligast syns det på Hagastationen, se figur 4 nedan.

Figur 4.

Trend av PM₁₀-halter på fasta mätstationer i Göteborg



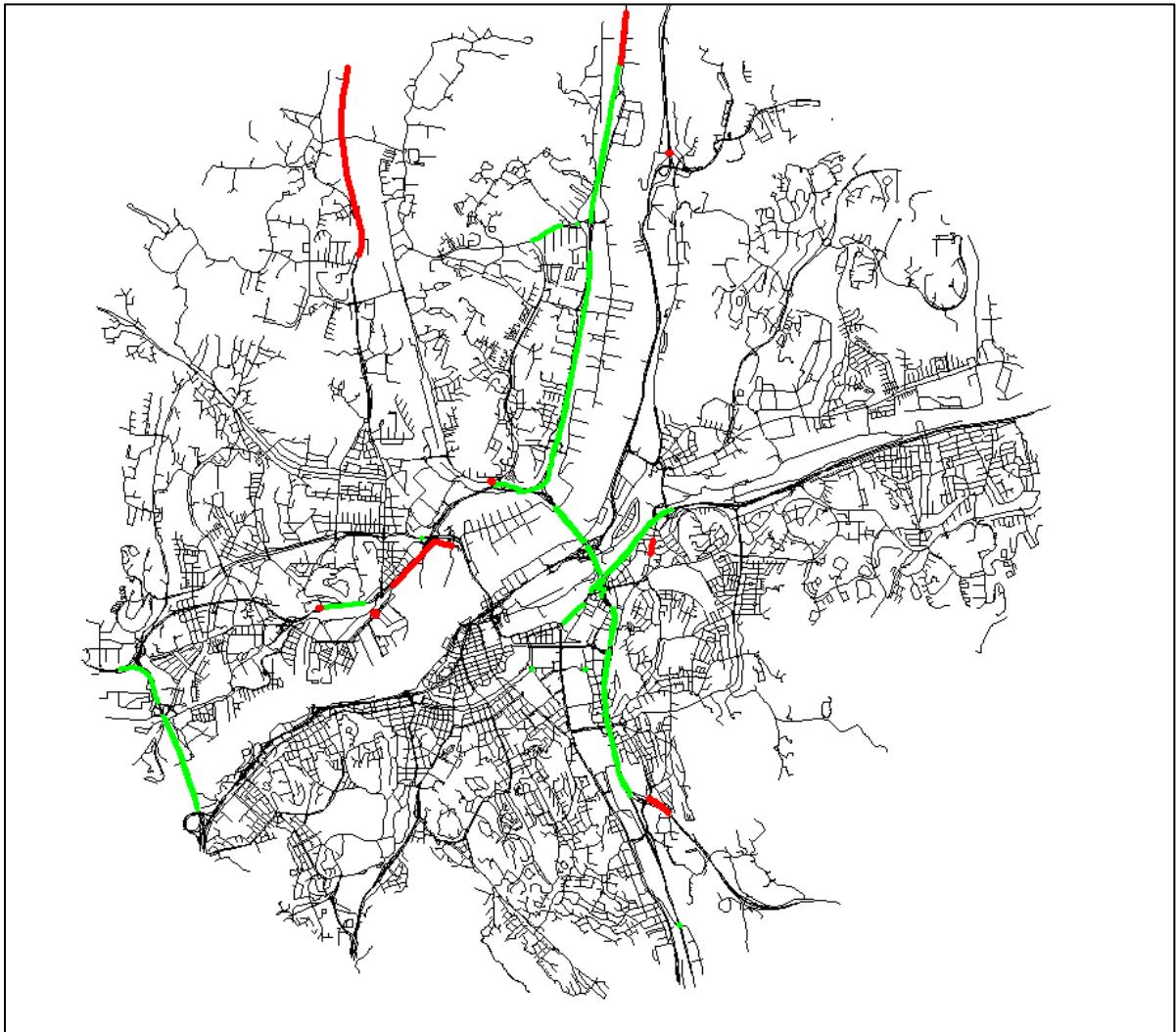
4.2.2 Urval av gaturum i Göteborg

När vi vet hur det ligger till med halter av PM₁₀ på vissa platser i staden vill vi veta hur det ligger till på andra platser där det skett stora förändringar av trafikflödena under ett år med trängselskatt. Därmed kan vi skaffa oss en generell uppfattning om hur PM₁₀-halter ligger till i hela staden. Med detta i åtanke väljs ett antal vägar och gaturum ut där PM₁₀-halterna beräknas.

I utredningen som gjordes 2011 valdes ett antal vägar och gaturum ut. Urvalet omfattar vägar där trafiken prognostiserades att minska (minst 4 000 fordon/dygn), öka (minst 2 000 fordon/dygn) samt generellt belastade vägar (se figur 5). I denna utredning kommer vi att välja ut ett färre antal vägar och gaturum bland de tidigare utvalda vägarna och gaturummen (se figur 6). Detta är på grund av att tillgången till trafikdata för 2013 är begränsad.

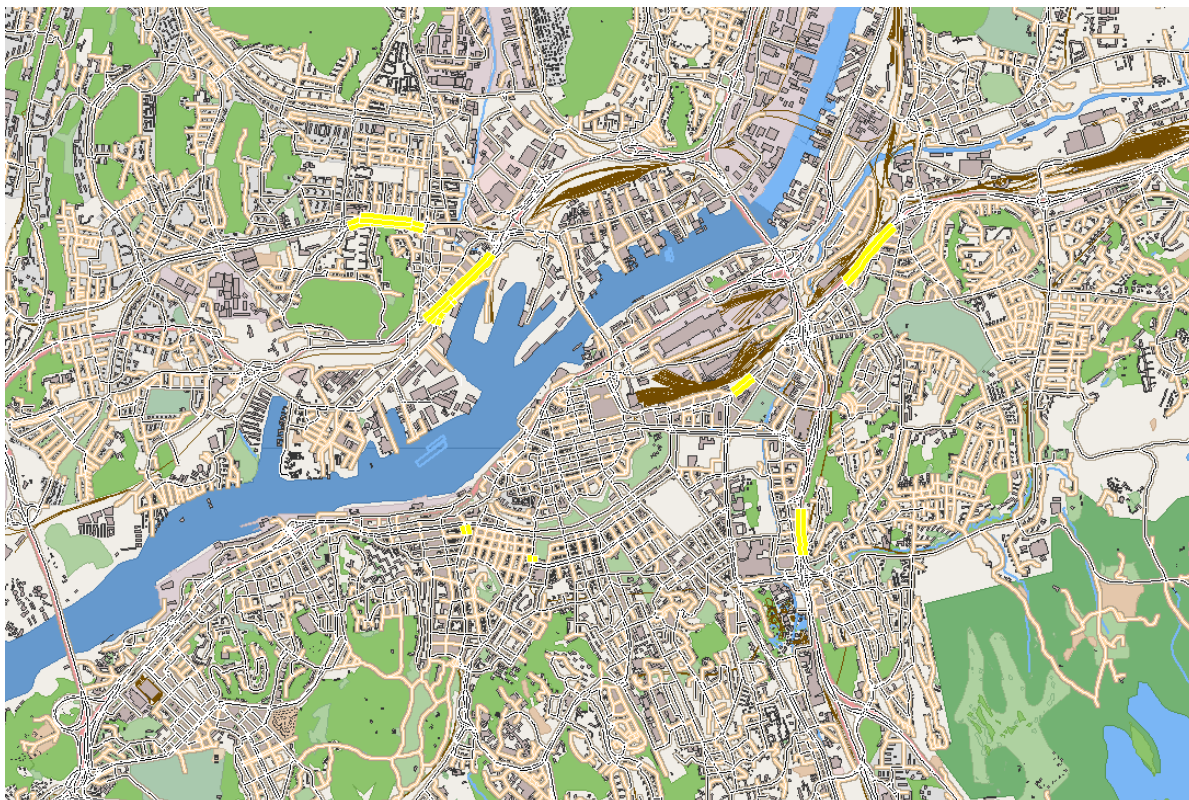
Figur 5.

Urval av vägar för beräkning av partiklar i gaturum. På gröna vägar sjunker trafikflödet med mer än 4 000 fordon/dygn, på röda vägar ökar det med mer än 2 000 fordon/dygn.



Figur 6.

Utvalda (gulmarkerade) vägsträckor för beräkningar av PM₁₀-halter 2013.



4.2.3 Beräkningsmodellen SIMAIR

Modellberäkningssystemet SIMAIR väg och SIMAIR korsning har använts för att beräkna PM₁₀-halter på de utvalda vägarna och gaturummen. SIMAIR är ett väl utvecklat och utvärderat program som utvecklats av SMHI. I SIMAIR används både en modell för beräkningen av gaturum (OSPM) och en för vägar som är mer öppna (Open Road). Med SIMAIR väg beräknar man partikelhalter i gaturummen och med SIMAIR korsning beräknar man partikelhalter i de omgivande miljöerna.

4.2.4 Indata till beräkningsmodellerna

Indata i form av emissioner för beräkning av urban bakgrund och regional halter av PM₁₀ finns redan inlagda i SIMAIR-modellen. Emissionerna kommer i sin tur från Svenska MiljöEmissionsData (SMED) och EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme).

Meteorologiska data som är från SMHI:s analyssystem för väderobservationsdata är också redan inlagd i SIMAIR.

Trafikmängden och andelen tung trafik är från samma emissionsdatabas som används för beräkningen av kvävedioxid (se tabell 4). Andelen tung trafik påverkar bland annat det lokala bidraget av PM₁₀.

Indata som gäller hushöjd, vägbredd och gatubredd tas fram med hjälp av satellitbilder och gatubilder (se tabell 4).

Beräkningarna i denna rapport bygger på urbana och regionala bakgrundshalter från 2013 samt trafiksiffror efter trängselskatten för år 2013. I de fall trafikuppgifter fattas för år 2013 (de är markerade med * i tabell 4) använder vi samma uppgifter som för 2010.

Tabell 4.

Utvalda gaturum och vägar med antal fordon och andel tung trafik före och efter trängselskatten (TS), vägbredd, gaturumsbredd och hushöjder. I tabellen innebär ”-” att bebyggelse saknas och ”x” att data saknas.

Gatunamn	Avsnitt i beräkningarna	Total trafik		Andel tung trafik		Vägbredd (m)	Gaturumsbredd (m)	Hushöjd (m)	
		Före TS	Efter TS	Före TS (%)	Efter TS (%)			Sida åt S/V	Sida åt N/Ö
Artillerigatan	Hornsgatan – Treriksgatan	14400	x	5	x	11	30	16	16
Friggagatan	Odinsplatsen – Alströmergatan	11160	7650	8	5	15	23	21	21
Gårda	E6/E20, Tomtegatan – Tritongatan	85700	85700*	10	10*	26	-	-	-
Haga	Sprängkullsgatan	11610	9900	9	9*	15	19	18	-
Hjalmar Brantingsgatan (norra)	Trädesgatan – Godemansgatan	8190	10260	10	8	10	-	-	-
Hjalmar Brantingsgatan (södra)	Trädesgatan – Godemansgatan	8190	10260	10	8	16	17	9	-
Linnégatan	Plantagegatan – Järntorget	10530	9990	8,5	8,5*	18	28	12	18
Lundby Hamngata	Pallasgatan – Madängsgatan	2880	3510	15	15*	8	-	-	-
Lundbyleden	Pallasgatan – Kvillegatan	38837	35280	12	11	23	-	-	-
Neptunusgatan	Pallasgatan – Jägaregatan	0	0	0	0	0	-	-	-
Riddaregatan	Prästgatan - Storkgatan	67310	52110	8	8*	24	-	-	-
Södra Vägen	Korsvägen – Berzeliigatan	7470	x	15	x	22	30	21	21
Tuvevägen	Utängarna – Tuve Kyrkväg	9000	x	6	x	10	-	-	-
Ånäsvägen	Svangatan – Kungälvsgatan	8625	x	13	x	16	26	9	9

* Data från 2010 användes

5 Resultat

5.1 Kvävedioxidhalter

5.1.1 Spridningskartor

Spridningsberäkningarna ger så kallade spridningskartor som färgläggs i förhållande till hur höga halterna är i jämförelse med miljökvalitetsnormer och utvärderingströsklar.

Teckenförklaringen visas nedan.

Figur 7.

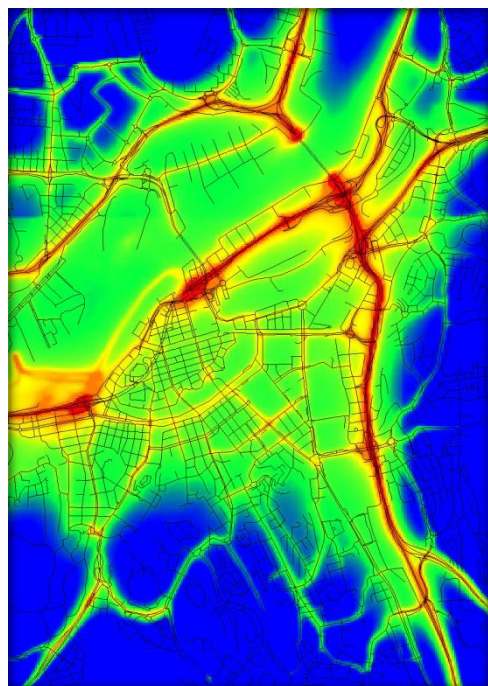
Teckenförklaring till beräkningsbilderna.

	Överskrider MKN
	Över Övre utvärderingströskel
	Över Undre utvärderingströskel
	Under utvärderingströsklar
	Under 20 µg/m ³

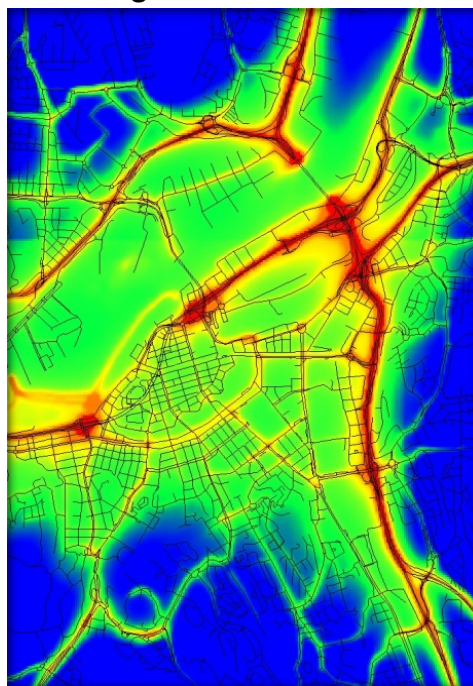
I de följande figurerna presenteras resultatet av spridningsberäkningarna. Den vänstra bilden visar ett utsnitt av centrala Göteborg och värden är för kalenderåret 2013 och den högra bilden för 2012. I en bilaga finns bilder som visar hela beräkningsområdet. Figurerna visar, i tur och ordning årsmedelvärdet, dygnsmedelvärdet som 98-percentil och timmedelvärdet som 98-percentil.

Figur 8.

Beräknade halter av kvävedioxid i Göteborg 2013 och 2012. Årsmedelvärde.



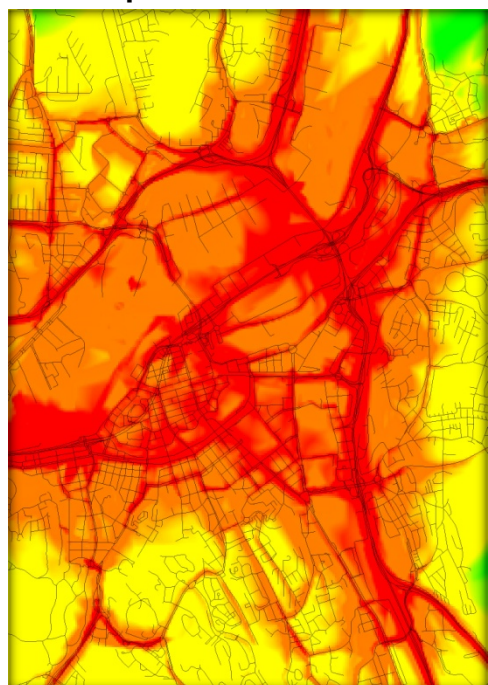
2013



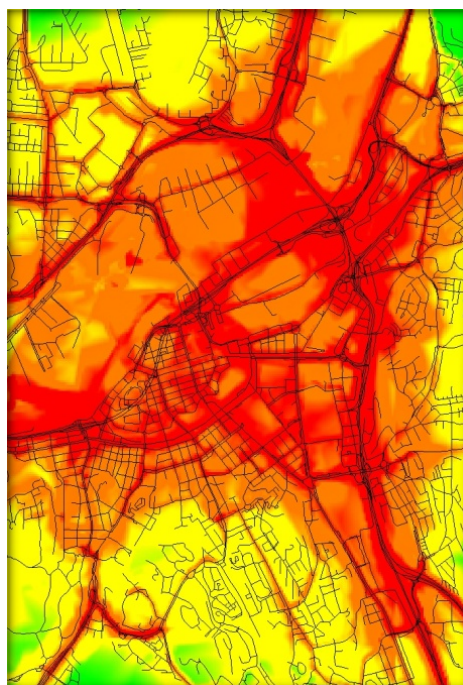
2012

Figur 9.

Beräknade halter av kvävedioxid i Göteborg 2013 och 2012. Dygnsmedelvärdet som 98-percentil.



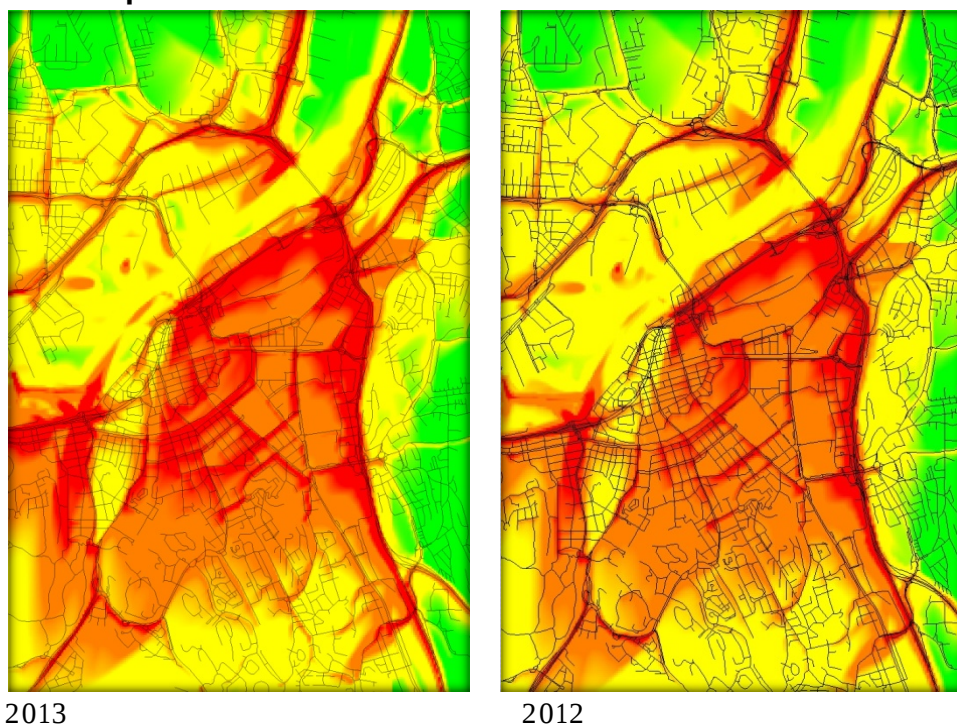
2013



2012

Figur 10.

Beräknade halter av kvävedioxid i Göteborg 2013 och 2012. Timmedelvärdet som 98-percentil.



Årsmedelhalterna överskrids enbart i närheten av större trafikleder och hamnar (Älvsborgs-, Skandia- och Skarvikshamnen). Hamnarna ligger utanför bilderna i figur 8, men kan ses i kartbilderna i bilagorna. Dygns- och timmedelvärdena överskrids över större ytor i centrala Göteborg. Det bör noteras att beräkningarna av extremvärdena är osäkra på grund av vissa osäkerheter i trafikdata. Extremvärdena är också svårare att beräkna och mäta då de naturligt bygger på mindre underlag.

Sammanfattningsvis ser vi inte så stor skillnad i kvävedioxidhalterna på kartbilderna mellan 2013 och 2012.

5.1.2 Befolkningens exponering

De beräknade halterna av kvävedioxid har matchats med uppgifter om var invånarna i de tre kommunerna bor. I tabell 5 redovisas den genomsnittliga halten för de boende inom beräkningsområdet i respektive kommun för 2012 respektive 2013. Beräkningsområdet täcker hela Göteborg och hela Partille kommun, men bara Mölndals tätort.

Tabell 5.

Befolkningens exponering för kvävedioxid och antal personer i varje kommun

Befolkningens exponering för kvävedioxid			
Kommun	Genomsnittlig halt ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Antal personer
	2012	2013	2012/2013
Göteborgs Stad	15,5	15,2	525 416
Mölndals Stad	13,2	12,6	37 224
Partille kommun	10,3	9,3	36 058

En jämförelse har gjorts med Göteborgs lokala miljömål som innebär att 95 procent av göteborgarna ska ha en årsmedelhalt under 20 µg/m³ vid sin bostad (se avsnitt ”Miljökvalitetsnormer och miljömål”). För att underlätta jämförelsen har samma befolkningsdata använts för 2012 och 2013. Cirka 525 000 människor bor i Göteborgs kommun. Enligt miljömålet ska högst 5 procent, alltså 26 300, av dem bo på platser som har en årsmedelhalt av kvävedioxid som ligger över 20 µg/m³.

Beräkningarna år 2013 visar att ungefär 21 procent av hela befolkningen i Göteborg exponerades för kvävedioxidhalter som ligger över 20 µg/m³. Det är något högre än resultatet för år 2012 (se tabell 6).

I Mölndal och Partille är det betydligt färre som exponeras för halter över miljömålet jämfört med Göteborg. I dessa kommuner är också skillnaderna mellan de två åren små. Det handlar om ett fåtal adresser och antalet boende på dessa adresser redovisas i tabell 6.

Tabell 6.

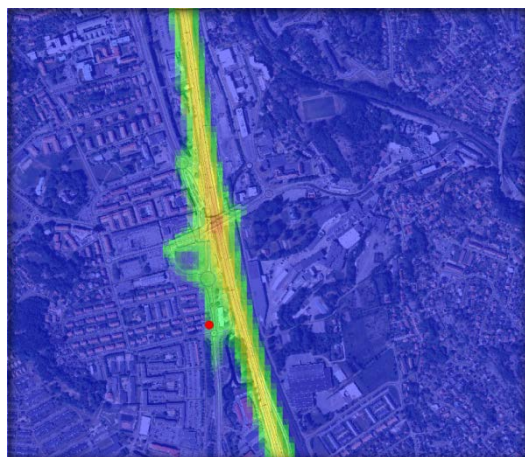
Befolkningens exponering för kvävedioxidhalter högre än 20 µg/m³ vid sin bostad

Kommun	Antal personer		Andel av befolkningen (%)	
	2012	2013	2012	2013
Göteborgs Stad	108 006	110 624	20,5	21,1
Mölndals Stad	19	2	0,1	0,01
Partille kommun	80	101	0,2	0,3

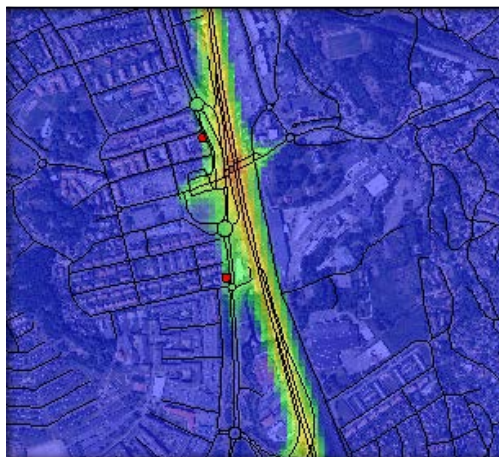
Kartbilderna nedan visualiserar de adresspunkter (de röda cirklarna) där kvävedioxidhalten är högre än 20 µg/m³ i Mölndals Stad respektive Partille kommun för både 2013 (den vänstra kartbilden) och 2012 (den högra kartbilden). Den blå färgen i kartbilderna markerar halter som klarar miljömålet. I bilderna ser vi att adresspunkterna ligger mycket nära stora motorvägar som E6 och E20.

Figur 11.

De röda cirklarna markerar bostäder där de beräknade kvävedioxidhalterna är över 20 µg/m³ i centrala Mölndal. Cirklarna ligger nära E6 strax norr respektive söder om Mölndals bro. Bilden till vänster avser halterna för år 2013 och bilden till höger halterna för år 2012.



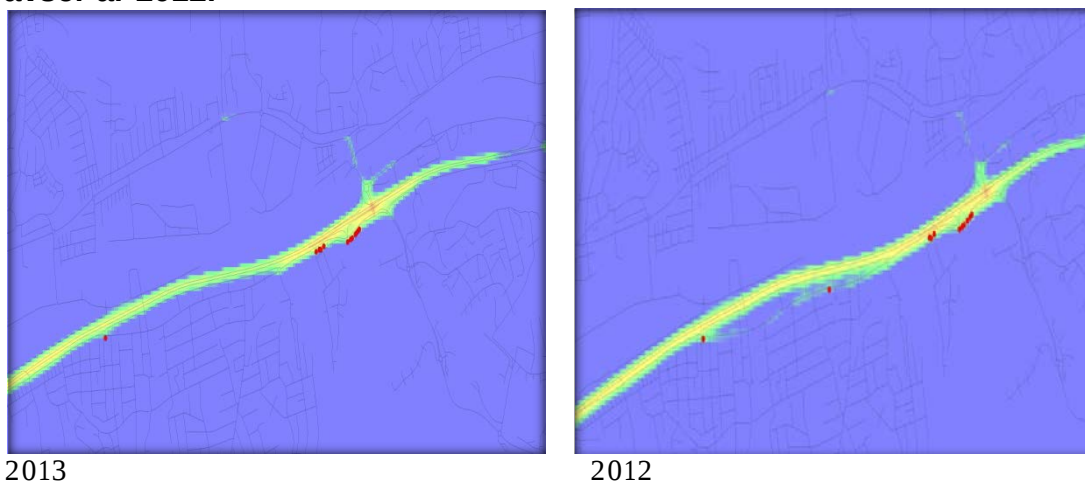
2013



2012

Figur 12.

De röda cirkarna markerar bostäder där de beräknade kvävedioxidhalterna är över $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i Partille. Alla cirklar finns utefter E20 i Sävedalen och centrala Partille. Bilden till vänster avser beräkningar för år 2013 och bilden till höger avser år 2012.



De beräknade halterna har även jämförts med miljö kvalitetsnormens gränsvärde för år på $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Jämförelsen visar att medan det fanns många adresser där miljömålet inte klaras i Göteborgs Stad, är det betydligt färre platser där halterna är över miljö kvalitetsnormen. I tabell 7 kan utläsas att det i Göteborg år 2012 var 14 personer som bodde i sådana områden. För 2013 är siffran 14 personer. I Mölndal och Partille var antalet exponerade personer däremot noll.

Tabell 7.

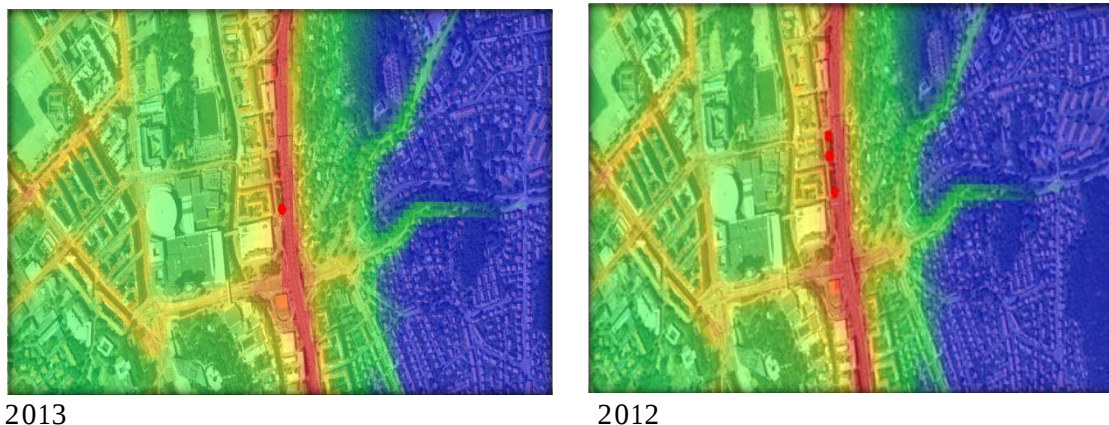
Befolkningens exponering för kvävedioxidhalter högre än $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vid sin bostad

Kommun	Antal personer		Andel av befolkningen (%)	
	2012	2013	2012	2013
Göteborgs Stad	14	6	0,003	0,001
Mölndals Stad	0	0	0	0
Partille kommun	0	0	0	0

De adresser där miljö kvalitetsnormen för årsmedelvärdet överskrids och det samtidigt bor människor är begränsade till ett område alldeles intill E6 Kungsbackaleden i Gårda. Dessa adresser finns rödmarkerade i kartbilderna i figur 13 nedan.

Figur 13.

De röda cirkarna markerar bostäder där de beräknade kvävedioxidhalterna är över $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i Göteborg. Alla cirklar ligger utefter E6 i Gårda.



5.2 PM₁₀-halter

I detta avsnitt redovisas de korrektionsfaktorer som använts för att justera våra beräkningar så att de överensstämmer med uppmätta värden. Här finns också jämförelsen av PM₁₀-halter före och efter trängselskattens införande.

5.2.1 Korrektionsfaktor

I regel finns det alltid osäkerheter i modellberäkningar. Man brukar därför korrigera beräkningsresultat med en faktor eller faktorer som baseras på mätresultat. I de här beräkningarna används mätningar från 2013 både i Haga och i Gårda för att ta fram korrektionsfaktorer för beräkningarna 2013 med avseende på årsmedelvärden och 90-percentilen för dygnsmedelvärden. Beräkningsresultat som togs fram med hjälp av OSPM-modell såsom på Friggagatan korrigeras med en faktor på 0,73 för årsmedelvärden och 0,71 för 90-percentiler. För beräkningar som togs fram med hjälp av Open Road-modellen såsom sträckan vid Riddaregatan/E 20 används en faktor på 0,69 för årsmedelvärden och 0,59 för 90-percentiler.

5.2.2 Jämförelser mellan före och efter trängselskatt

I tabell 8 och 9 presenterar vi resultat för beräkningarna 2010 och 2013 och skillnaden i procent av PM₁₀-halter mellan åren.

I figur 14 och 15 presenteras resultat för beräkningarna i diagram så att de blir mer överskådliga.

Tabell 8.

Beräkningsresultat av PM₁₀-halter (µg/m³) på utvalda vägar och gaturum före och efter trängselskatt; "x" innebär att data saknas.

Gatunamn	Avsnitt i beräkningarna	Årsmedelvärde		90-percentil dygn	
		Före TS	Efter TS	Före TS	Efter TS
Artillerigatan	Hornsgatan – Treriksgatan	21,6	x	36,5	x
Friggagatan	Odinsplatsen – Alströmergatan	22,2	18,9	40,3	31,4
Gårda	E6/E20, Tomtegatan – Tritongatan	25,5	21,6	42,4	36,6
Haga	Sprängkullsgatan	22,7	19,0	39,7	30,0
Hjalmar Brantingsgatan (norra)	Trädesgatan – Godemansgatan	22,2	17,4	37,6	27,6
Hjalmar Brantingsgatan (södra)	Trädesgatan – Godemansgatan	19,4	15,3	31,4	23,0
Linnégatan	Plantagegatan – Järntorget	22,8	19,8	39,4	33,2
Lundby Hamngata	Pallasgatan – Madängsgatan	15,0	15,1	19,2	20,2
Lundbyleden	Pallasgatan – Kvillegatan	18,9	16,0	27,9	21,3
Neptunusgatan	Pallasgatan – Jägaregatan	20,7	17,8	31,8	27,7
Riddaregatan	Prästgatan – Storkgatan	23,2	17,6	36,2	24,5
Södra Vägen	Korsvägen – Berzeliigatan	21,5	x	39,4	x
Tuvevägen	Utängarna – Tuve Kyrkväg	12,6	x	16,0	x
Ånäsvägen	Svangatan – Kungälvsgatan	20,4	x	34,5	x

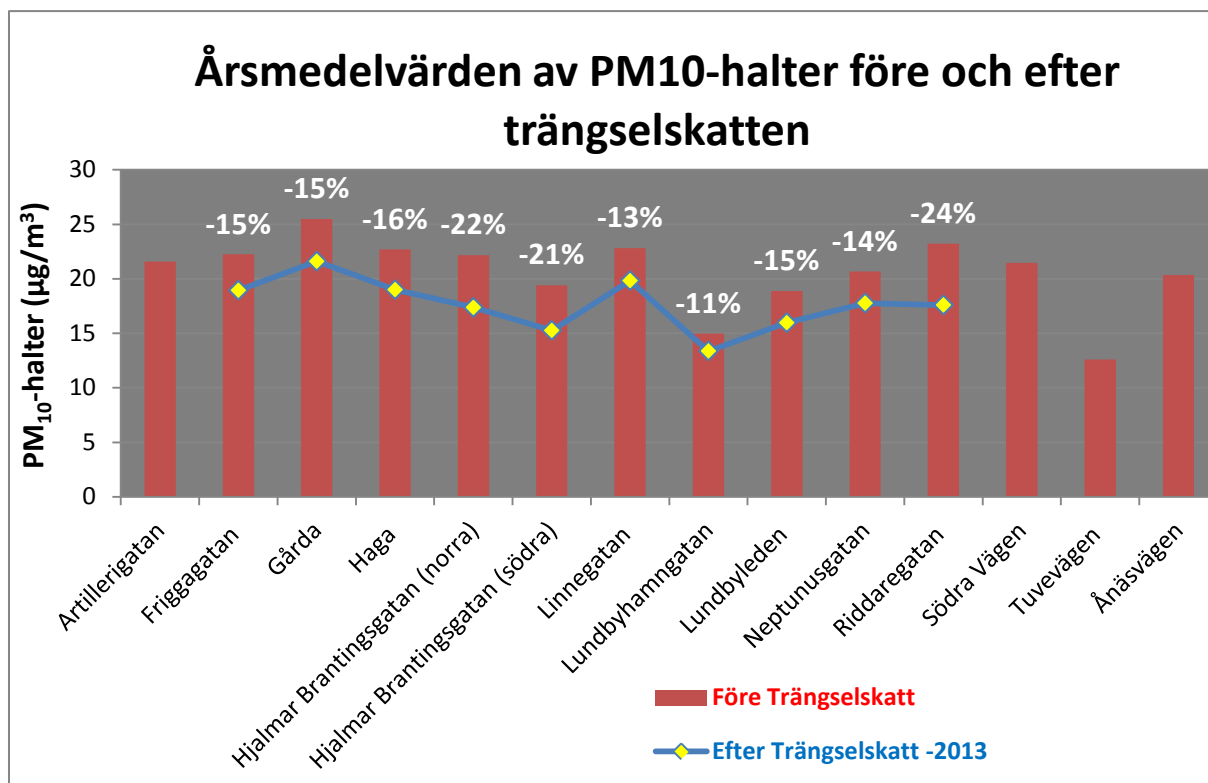
Tabell 9.

Skillnaden i procent (%) av PM₁₀-halter på utvalda vägar och gaturum efter trängselskatt; "x" innebär att data saknas.

Gatunamn	Avsnitt i beräkningarna	Årsmedelvärde	90-percentil dygn
Artillerigatan	Hornsgatan – Treriksgatan	x	x
Friggagatan	Odinsplatsen – Alströmergatan	-15 %	-22 %
Gårda	E6/E20, Tomtegatan – Tritongatan	-15 %	-14 %
Haga	Sprängkullsgatan	-16 %	-24 %
Hjalmar Brantingsgatan (norra)	Trädesgatan – Godemansgatan	-22 %	-26 %
Hjalmar Brantingsgatan (södra)	Trädesgatan – Godemansgatan	-21 %	-27 %
Linnégatan	Plantagegatan – Järntorget	-13 %	-16 %
Lundby Hamngata	Pallasgatan – Madängsgatan	-11 %	-9 %
Lundbyleden	Pallasgatan – Kvillegatan	-15 %	-24 %
Neptunusgatan	Pallasgatan – Jägaregatan	-14 %	-13 %
Riddaregatan	Prästgatan – Storkgatan	-24 %	-32 %
Södra Vägen	Korsvägen – Berzeliigatan	x	x
Tuvevägen	Utängarna – Tuve Kyrkväg	x	x
Änäsvägen	Svangatan – Kungälvsgatan	x	x
Genomsnittlig skillnad		-16 %	-21 %

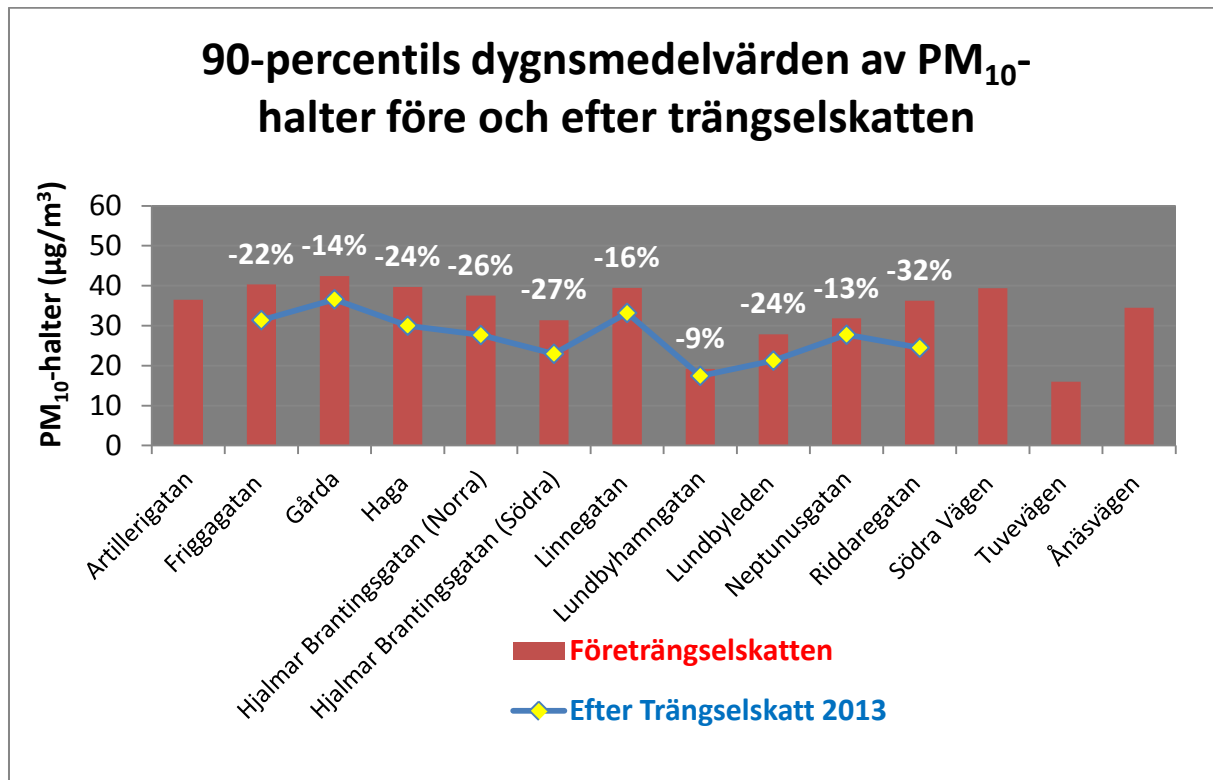
Figur 14.

Årsmedelvärden av PM₁₀-halten på ett antal gator före och efter införandet av trängselskatten. De röda staplarna visar PM₁₀-halter före trängselskatten, den blå linjen PM₁₀-halter efter trängselskatten och siffrorna visar skillnaden i procent.



Figur 15.

Dygnshalter av PM₁₀ som 90-percentiler på ett antal gator före och efter införandet av trängselskatten. De röda staplarna visar PM₁₀-halter före trängselskatten, den blå linjen PM₁₀-halter efter trängselskatten och siffrorna visar skillnaden i procent.



Generellt syns stora minskningar av PM₁₀-halten på de flesta utvalda vägarna och gaturummen 2013 jämfört med 2010. Minskningen syns till och med se i de gaturum där trafikmängden ökar så som på Hjalmar Brantingsgatan (se trafiksiffror i tabell 4 och figur 14 och 15).

6 Diskussion

Enligt trafikkontorets beräkning av kväveoxidutsläppen från vägtrafiken har utsläppen minskat successivt mellan åren 2009 och 2013 (se figur 1). Ett år efter trängselskattens införande kan det dessutom konstateras att trafikmängden genom betalstationerna minskade med cirka 10 procent år 2013 jämfört med 2012 (se ref 1). Även mätningar av luftföroreningar på fasta mätstationer visar att trenden av kvävedioxidhalter under de senaste fem åren i stort sett är nedåtgående (se figur 2 och tabell 2). Någon avvikelse kan man dock hitta i mätningarna 2013. Kvävedioxidhalten ökade nämligen något i Haga och i Mölndal (på gaturumsnivå) jämfört med 2012 (se tabell 2). Men den minskade något i Gårda och på Femman (se tabell 2).

Kvävedioxidhalterna i Göteborg, Partille och Mölndal ökade förmodligen på vissa ställen och minskade på andra ställen. Summan av alla ökningar och minskningar resulterar i en liten skillnad i den totala kvävedioxidhalten mellan 2012 och 2013, vilket våra spridnings- och exponeringsberäkningar visar. (se avsnitt 5.1). Fler studier behövs dock för att bättre förstå varför kväveoxidhalter i hela Göteborg och några av grannkommunerna inte minskade mer trots minskning av trafikmängden och därmed de totala utsläppen av kväveoxider från vägtrafiken.

Resultatet av beräkningarna och jämförelserna av PM10-halterna på de utvalda vägarna och gaturummen mellan 2010 och 2013 stämde bra överens med mätningarna under de två åren (ref 7). Resultaten visade att PM10-halterna minskade på alla av våra utvalda gator – även på de vägar och gaturum där trafikmängden ökade. Detta tyder på att minskningen av PM10-halterna inte berodde enbart på trängselskattens införande. Andra faktorer så som vädret kan också ha påverkat minskningen av PM10-halterna. Vi hade en mildare vinter 2013 än vintern 2010. När vintern är mildare får vi en mindre snömängd. Då behöver vi använda mindre halkbekämpningsmaterial så som salt, sand och flis. Mindre halkbekämpningsmaterial och mindre snömängd innebär högre PM10-halter. Med andra ord är det svårt att i denna utredning fastställa hur stor effekten av trängselskattens införande på PM10-halterna är. Inom ramen för miljöuppföljningen av det Västsvenska paketet pågår en mätning av kvävedioxid- och partikelhalterna utmed Lundbyleden som kommer att ge viktig information i denna fråga.

7 Slutsatser

Halterna av PM10-partiklar minskade med i genomsnitt 16 procent som årsmedelvärde och 21 procent som 90-percentilen för dygnsmedelvärde i Göteborg mellan år 2010 och 2013. Hur stor del av minskningen som är en effekt av trängselskatten går dock inte att fastställa i utredningen.

De beräknade halterna av PM10-partiklar på de utvalda vägarna och gaturummen ligger under miljökvalitetsnormerna. Dessutom klarades det lokala miljömålet i Göteborg för 90-percentilen för dygnsmedelvärde under 2013 med undantag av Gårda, halterna låg något högre än miljömålet.

När det gäller kvävedioxidhalter i Göteborgsområdet är den fortfarande sämst kring de större vägarna. Miljökvalitetsnormerna med avseende på dygns- och timmedelvärden för kvävedioxid överskrids i centrala Göteborg.

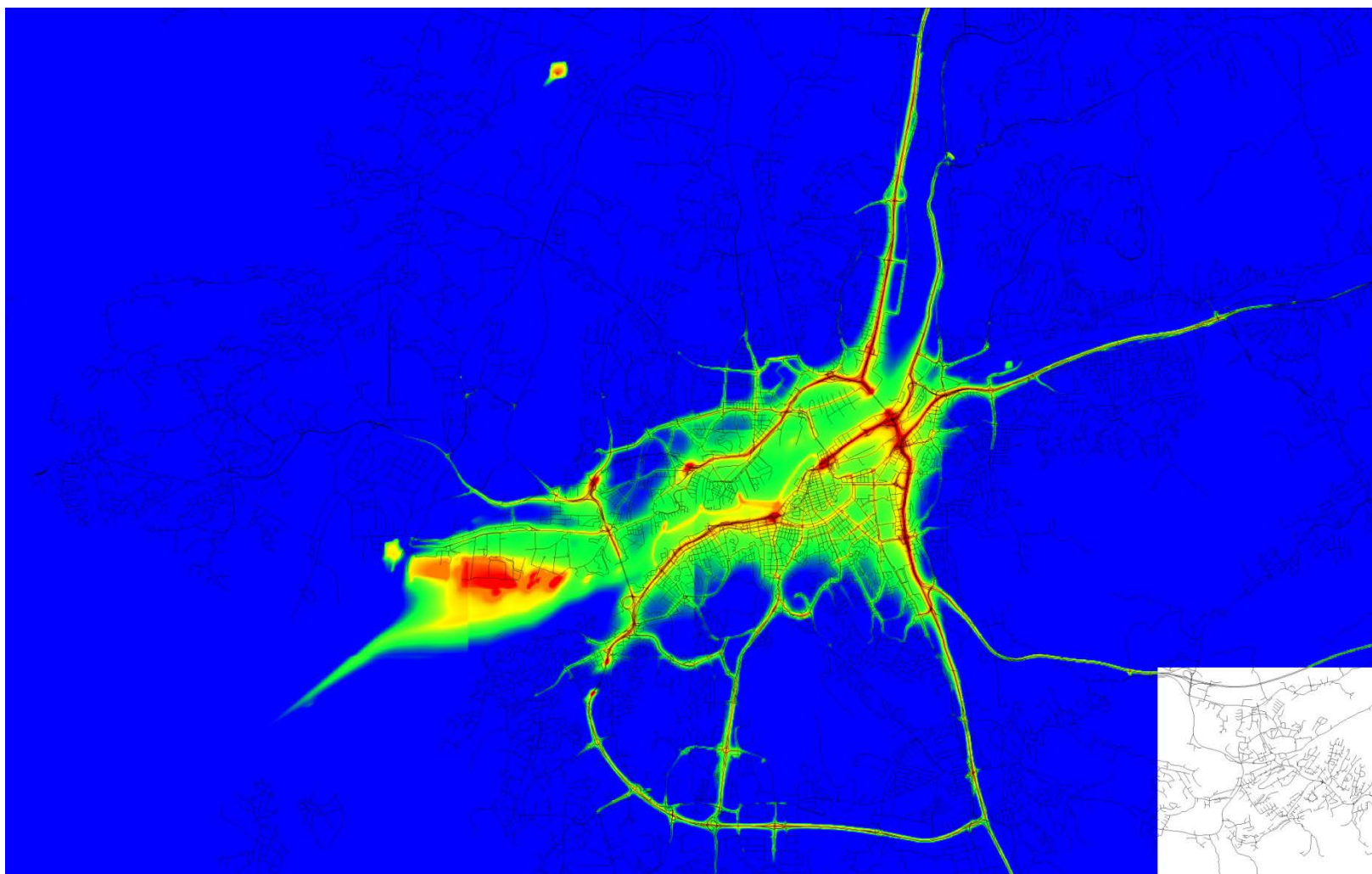
Det är ingen stor skillnad i den genomsnittliga befolkningsexponeringshalten mellan 2013 och 2012. Den låg på 15,2 µg/m³ i Göteborg, 12,6 µg/m³ i Partille och 9,3 µg/m³ i de centrala delarna av Mölndals Stad under 2013. Det innebär en minskning på 2, 5 och 10 procent på respektive plats jämfört med 2012.

Under 2013 exponeras endast ett fåtal av invånarna i Mölndals tätort och i Partille kommun för halter av kvävedioxid som ligger över Göteborgs lokala miljömål, ett årsmedelvärde på 20 µg/m³. I Göteborgs kommun exponeras däremot drygt 21 procent av befolkningen för halter över miljömålet.

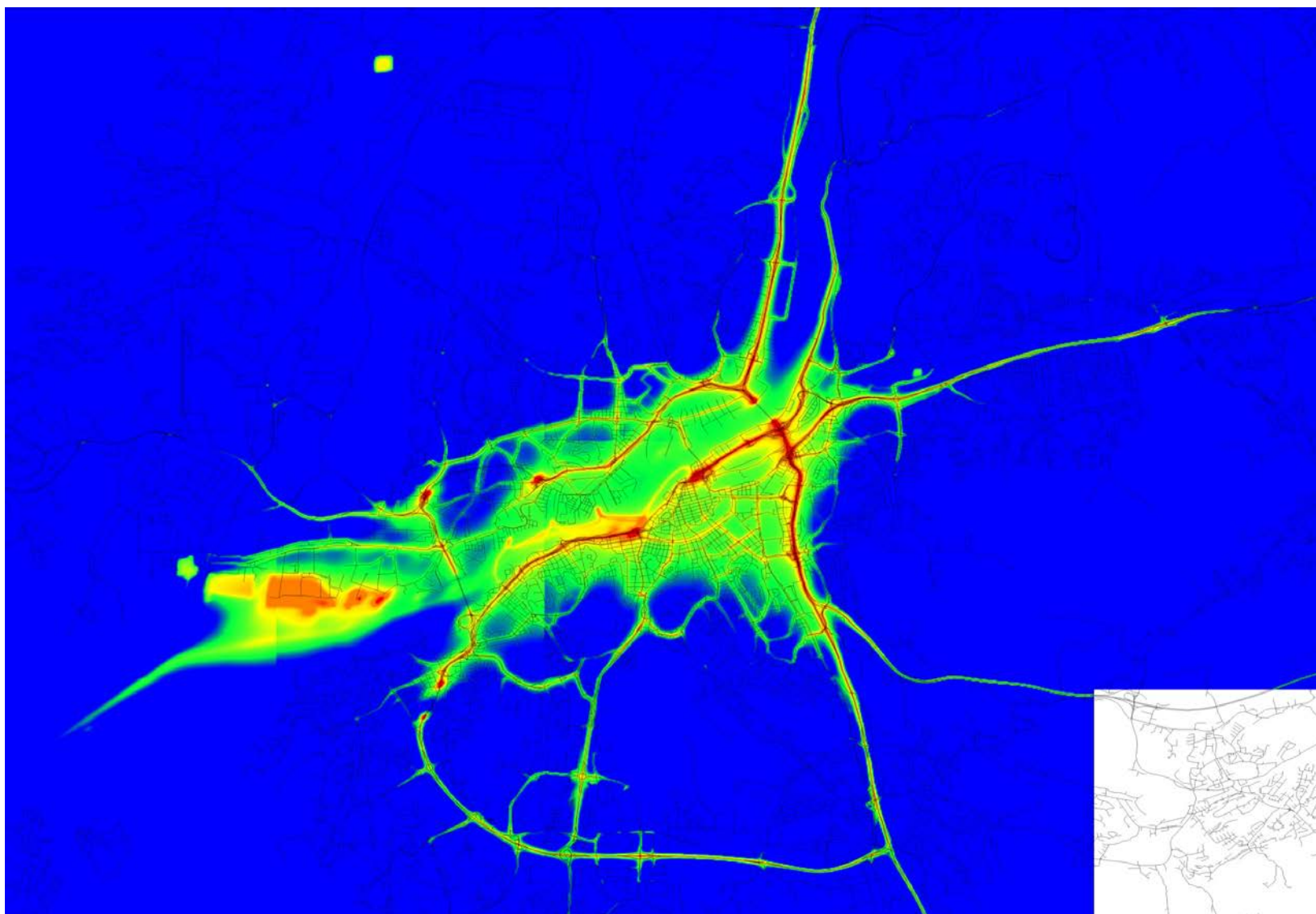
Endast ett fåtal personer i Göteborg exponeras för halter som ligger över miljökvalitetsnormen för år, det vill säga 40 µg/m³.

8 Bilagor

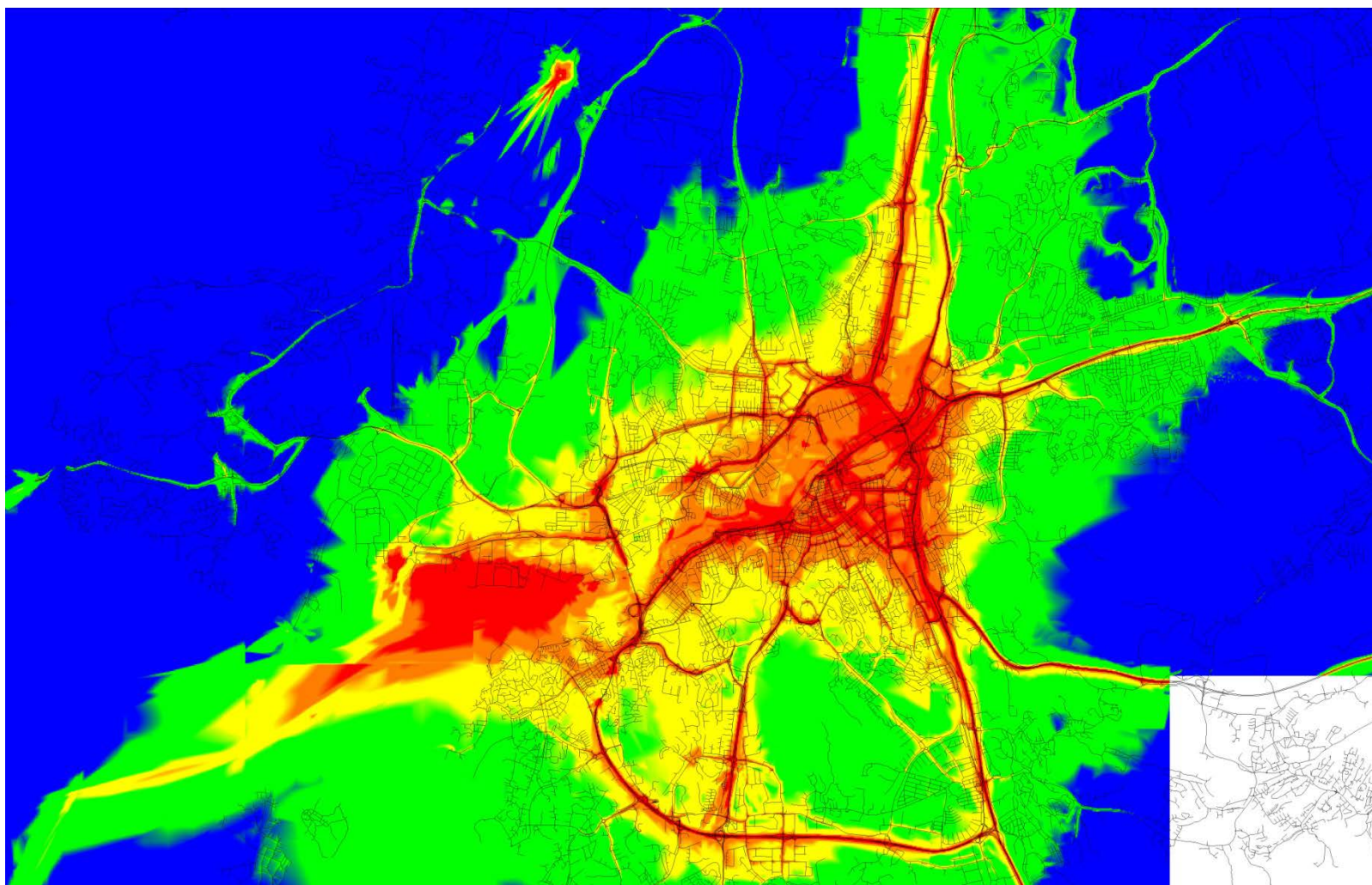
Bilagorna visar kvävedioxidhalterna som, i tur och ordning, årsmedelvärdet, dygnsmedelvärdet som 98-percentil och timmedelvärdet som 98-percentil. Alla värden avser kalenderåret 2012 respektive 2013. Färgskalan är den som finns i figur 7.



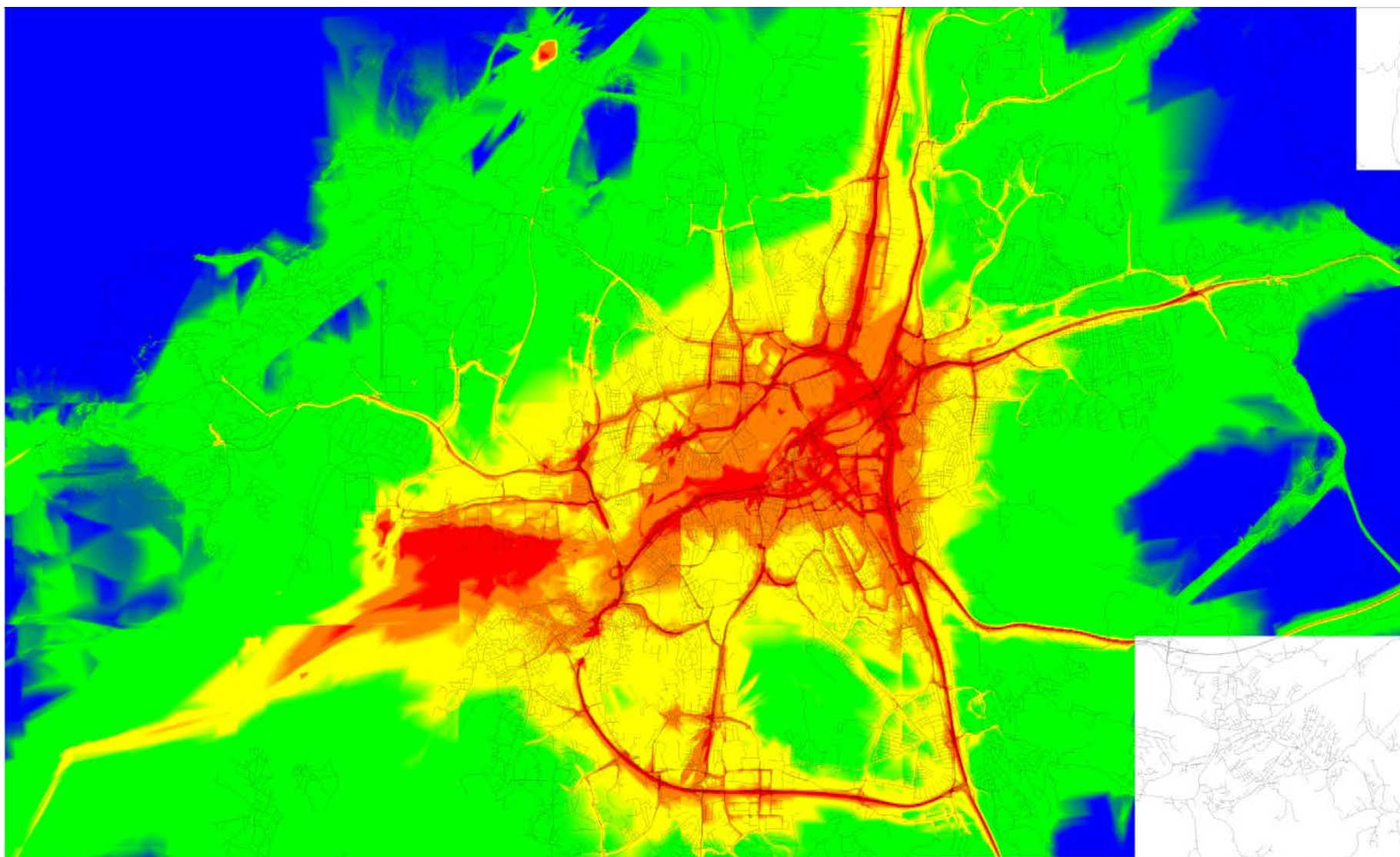
2012, årsmedelvärde



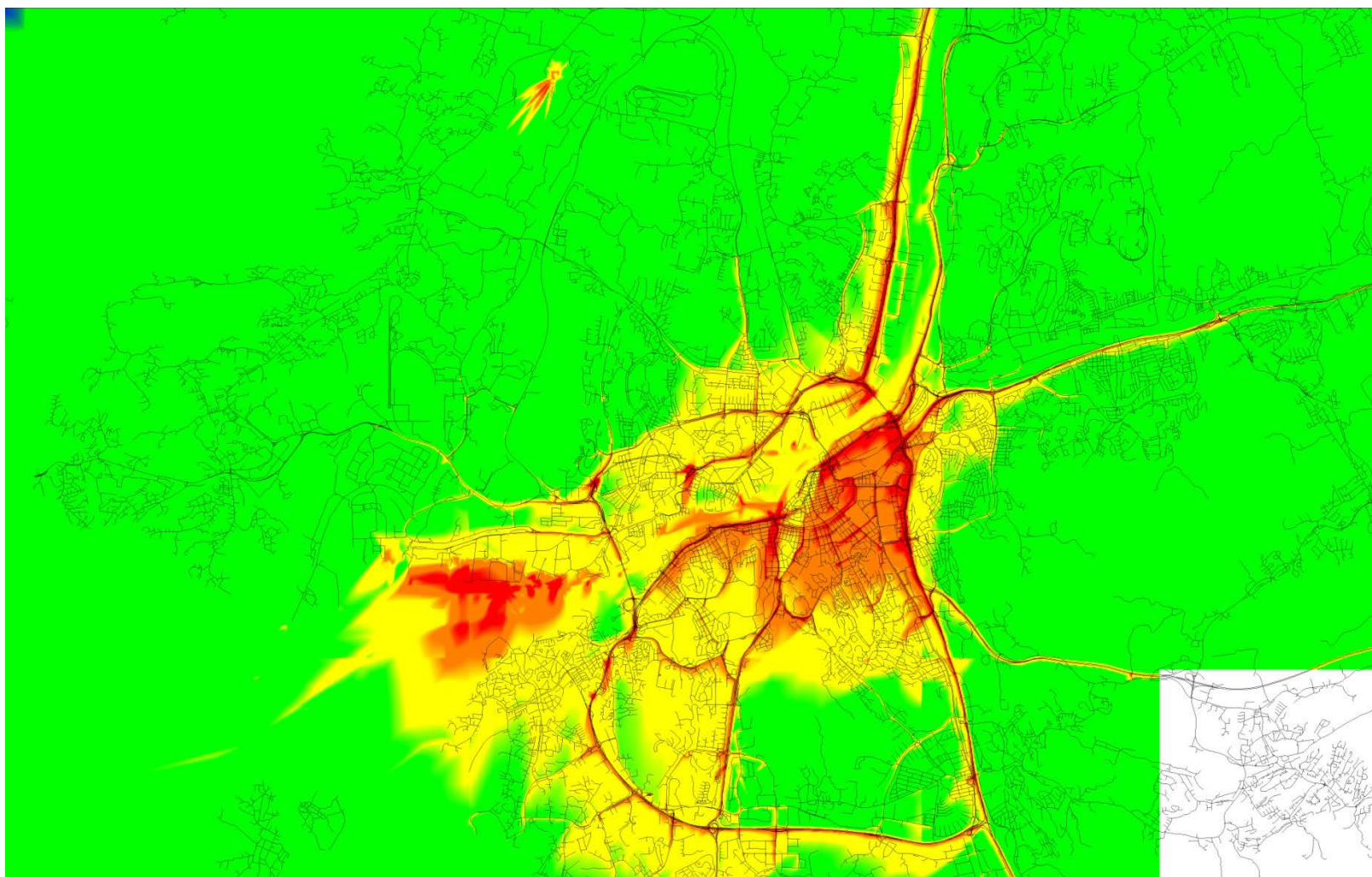
2013, årsmedelvärde



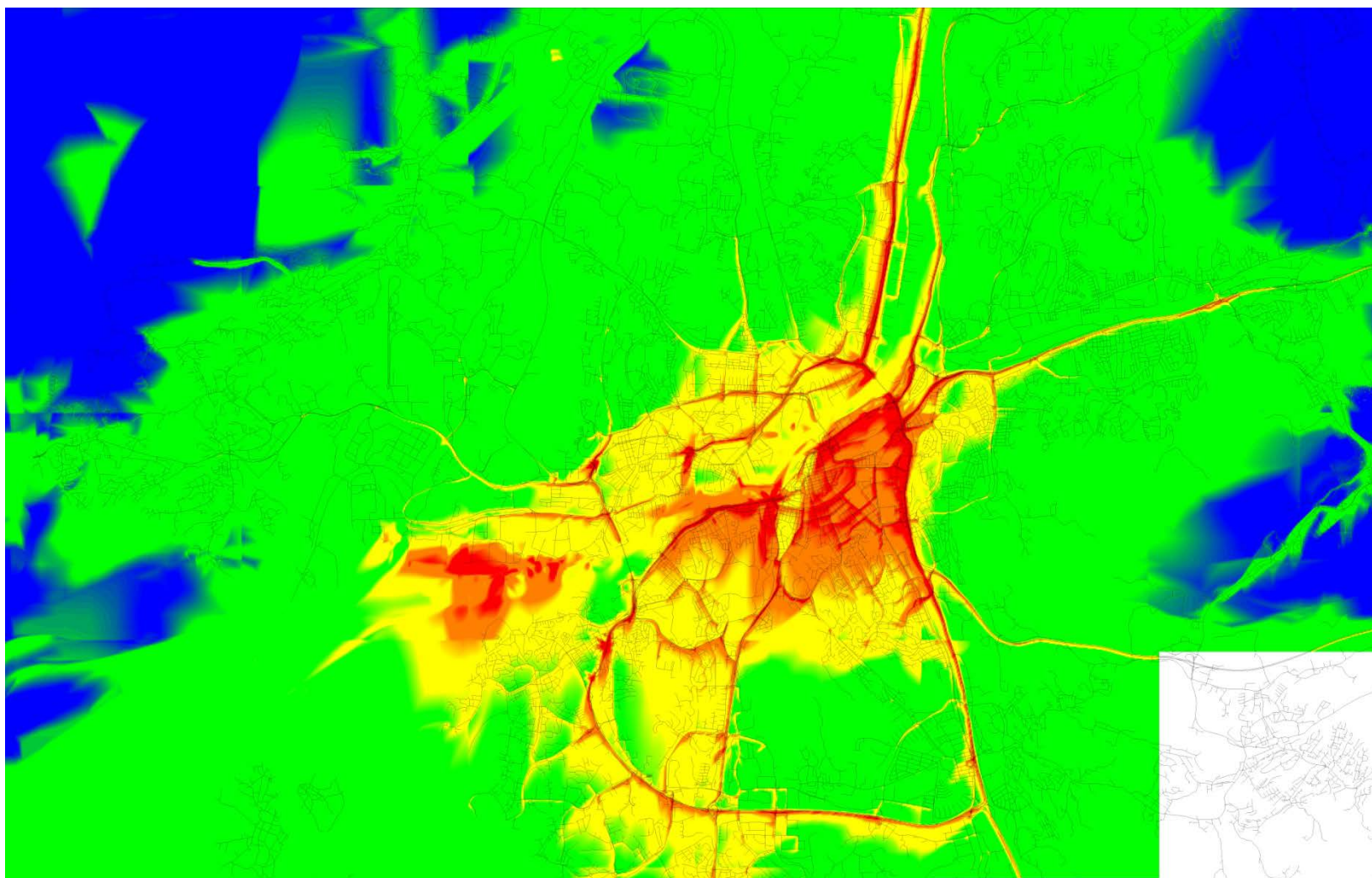
2012, dygnsmedelvärde som 98-percentil



2013, dygnsmedelvärde som 98-percentil



2012, timmedelvärde som 98-percentil



2013, timmedelvärde som 98-percentil

9 Referenser

1. Första året med Västsvenska paketet, en sammanfattning av mätbara effekter, rapport 2014:3, Västsvenska paketet, http://www.trafikverket.se/PageFiles/96362/rapport_forsta_aret_med_vastsvenska_paketet.pdf
2. Beräkningar av kvävedioxidhalter och befolkningens exponering 2012, Miljöförvaltningen, april 2014, http://www.trafikverket.se/PageFiles/96359/Berakningar_av_kvavedioxidhalter_oc_h_befolkningens_exponering_2012.pdf
3. Trängselskattens effekt på luftkvaliteten i Göteborgsområdet, Miljöförvaltningen, 2013, http://www.trafikverket.se/PageFiles/96359/trangselskattens_effekt_pa_luftkvalitet_en_i_goteborgsomradet.pdf
4. Naturvårdsverkets föreskrifter om kontroll av miljökvalitetsnormer för utomhusluft, Naturvårdverket, NFS 2013:11
5. Direktiv (2008/50/EG) om luftkvalitet och renare luft i Europa. Europaparlamentets och Rådets direktiv av den 21 maj 2008
6. Förordning om miljökvalitetsnormer för utomhusluft, Luftkvalitetsförordning (2010:477). Miljödepartementet 2010, SFS 2010:477
7. Rapport 2014:10 Årsrapport Luft – Luftkvaliteten i Göteborgsområdet 2013, Miljöförvaltningen
8. HBEFA, <http://www.hbefa.net/e/index.html>
9. Handbook Emission Factors For Road Transport 3.1, Quick Reference, INFRAS January 2010

www.vastsvenskapaketet.se

