

RAPPORT

STADSBYGGNADSKONTORET GÖTEBORGS STAD

Luftutredning Gårda/Ullevimotet

UPPDRAGSNUMMER 7002316000

SPRIDNINGSBERÄKNINGAR



[KONCEPT]

2017-01-13

GBG LUFT- OCH MILJÖANALYS

LEIF AXENHAMN OCH CARL THORDSTEIN

Sammanfattning

Göteborgs stad arbetar med att upprätta en detaljplan för kontor vid Ullevigatan med syfte att möjliggöra byggnation kontors- och verksamhetslokaler inom tre nya fastigheter i området samt en torgyta direkt söder byggnaden närmast Ullevigatan. Planområdet är beläget cirka söder om Ullevimotet i Gårda, cirka 1 km öster om Göteborgs centrum. Sweco har på uppdrag utfört spridningsberäkningar med fokus på halter av kvävedioxid och partiklar (PM₁₀) vid föreslagna byggnader samt halter i omkringliggande gaturum. Syftet med spridningsberäkningarna var att visa på fördelningen av luftföroreningarna inom det aktuella området samt att jämföra uppmätta och beräknade halter mot föreskrivna miljö kvalitetsnormer och det nationella miljö kvalitetsmålet, "Frisk luft". Beräkningar utfördes för den nuvarande situationen och 2020 med beräknade framtida trafikmängder. Ett "worst case" scenario togs fram för 2020 då det finns vissa osäkerheter i emissionsfaktorerna för kvävedioxid. Dagens emissionsfaktorer användes därför för 2020, vilket innebär att de beräknade halterna troligtvis är överskattade än tvärtom.

I Göteborg har vägtrafiken identifierats som den huvudsakliga källan till kvävedioxid och partiklar (PM₁₀), och högst haltnivåer uppmäts i närhet med de stora trafiklederna. Övriga källor är industriella verksamheter, småskalig vedeldning och arbetsmaskiner, men också långväga transporter från mer avlägsna källor, både inom Sverige och utanför landets gränser. Partiklar (PM₁₀) och kvävedioxid är de luftföroreningar som idag uppvisar höga halter i Göteborg och riskerar att överskrida de miljö kvalitetsnormer som finns definierade.

Resultatet från spridningsberäkningarna visade att detaljplanen inte försvårar möjligheten att uppfylla miljö kvalitetsnormerna för utomhusluft vid de föreslagna byggnaderna. Planområdets östra del som utgörs av parkeringsplatser i dagsläget uppvisar dock höga halter och miljö kvalitetsnormerna för kvävedioxid som dygns- och timmedelvärde överskrids i nuläggsscenario. I framtidsscenario 2020 är års- och timmedelvärdet nära att tangerar miljö kvalitetsnormen vid den östra gränsen till planområdet, medan dygnsmedelvärdet överskrids en bit in i planområdet. Miljö kvalitetsmålet för årsmedelvärde klaras inte i nuläges- eller 2020 scenariot. Miljö kvalitetsmålet som timmedelvärde klaras inte i nuläges-scenariot, men klaras inom vissa delar av planområdet år 2020; däribland den föreslagna torgytan söder om den norra byggnaden mot Ullevigatan. Halterna av kvävedioxid beräknades minska fram till 2020 i jämförelse med nuvarande situation. Anledningen till minskningen är att bakgrundshalterna förväntas minska med cirka 10 % till år 2020.

Partikelhalterna hålls mer eller mindre konstanta mellan nuläges- och 2020 scenariot. Anledningen till att partikelhalterna inte minskar i samma utsträckning som kvävedioxidhalterna mellan scenarierna är att i andelen fordon med dubbdäck antogs vara densamma för samtliga scenarion. Framtidsprognoserna av partiklarnas bakgrundshalter är inte heller lika positiv som för kvävedioxid. Miljö kvalitetsnormerna klaras dock för samtliga scenarion och antas inte vara begränsande i framtiden. Planområdets östra gräns är dock nära att tangera miljö kvalitetsnormen för dygnsmedelvärde i scenariot 2020. Miljö kvalitetsmålet årsmedelvärde för partiklar, PM₁₀ klaras inte i nuläges eller 2020

scenariot. Miljökvalitetsmålet för dygnmedelvärde klaras dock vid föreslagna byggnader i båda scenariona.

Gaturumsberäkningarna visade att halterna blir något högre efter genomförandet av detaljplanen i gaturummen vid Ullevigatan och Fabriksgatan, men miljökvalitetsnormerna bedöms klaras för både kvävedioxid och partiklar (PM₁₀). Detaljplanen bedöms inte påverka halterna på Kungsbackaleden.

Sammanställning av högst beräknade halter (µg/m³) vid föreslagna byggnader

Luftförorening	Medelvärdesperiod	2016	2020	MKN*	MKM**
Kvävedioxid (NO₂)	År	26	24	40	20
	Dygn (98%-il)	55	51	60	-
	Timme (98%-il)	75	69	90	60
Partiklar (PM₁₀)	År	18	19	40	15
	Dygn (90%-il)	27	31	50	30

*Miljökvalitetsnorm för utomhusluft av föroreningsnivåer som inte får överskridas

*Miljökvalitetsmålet, Frisk luft, riktvärden som upprättats med hänsyn till känsliga grupper

Den föreslagna torgytan direkt söder om byggnaden närmast Ullevigatan (Gårda 74:555) klarar miljökvalitetsnormerna för samtliga scenarion. Beräkningarna tar inte hänsyn till enskilda byggnader, som antas ha en viss minskande effekt på kvävedioxid- och partikelhalten, genom att bilda en effektiv barriär mot inträngning av höga halter på innergårdarna.

Genom att plantera träd i närhet och i anslutning av byggnaderna, skulle en ytterligare minskning av luftföroreningarna kunna ske. Ur luftsynpunkt vore det fördelaktigt att bevara trädlinjen mot Kungsbackaleden och Ullevigatan. Detta då studier har kunnat påvisa att störst reducerande effekt uppnås vid kombination av ett fysiskt hinder, så som byggnader/bullerskärmar, och vegetation. Gaturummen inom planområdet kommer dock att bli något mer slutet genom byggnationen av bostadshusen. Detta skulle kunna föranleda situationer med högre haltnivåer. Vegetation kan försämra omblandningen och spridningen av luftföroreningar genom minskad turbulensen i slutna gaturum och det är därav viktigt att inte plantera träden för tätt så gaturummet ytterligare sluts.

Miljökvalitetsnormerna kommer att med största sannolikhet klaras vid de föreslagna byggnaderna. Dock riskerar planområdets östra gräns mot Kungsbackaleden att tangera miljökvalitetsnormen för kvävedioxid som dygnsmedelvärde även i ett framtida scenario. Det finns det inte någon nivå under vilken inga negativa hälsoeffekter uppkommer, i synnerhet för partiklar. Därför är fördelaktigt med så låga luftföroreningshalter som möjligt där folk vistas. För att minimera risken för att människor exponeras för höga föroreningshalter kan entréer placeras bort från de sidor av byggnaderna som vetter mot Kungsbackaleden. Det är även att föredra om tilluften för ventilation inte tas från fasader mot Kungsbackaleden, utan från taknivå eller från andra sidan av byggnaderna.

Innehållsförteckning

1	Bakgrund och syfte	1
2	Lagar, förordningar och miljömål	1
2.1	Miljökvalitetsnormerna	1
2.1.1	Bedömning av Miljökvalitetsnormen för omgivningsluft	2
2.2	Miljökvalitetsmålet "Frisk Luft"	3
3	Beräkningsförutsättningar	3
3.1	Utredningsområdet	4
3.2	Spridningsmodeller	5
3.2.1	AERMOD	5
3.2.2	SIMAIR	6
3.2.3	Gatugeometridata och dess inverkan på luftföroreningshalter	6
3.3	Emissionsdata använda i spridningsberäkningarna	7
3.4	Validering av mätdata, bakgrundshalter och meteorologi	8
3.4.1	Meteorologi	9
3.5	Trafikförutsättningar	10
3.5.1	Vägtrafik	10
3.6	Osäkerheter i modellberäkningar	11
4	Resultat från spridningsberäkningarna	11
4.1	Kvävedioxid	11
4.1.1	Genomförda mätningar av kvävedioxid	12
4.1.2	NO ₂ Årsmedelvärden	13
4.1.3	NO ₂ Dygnsmedelvärden	15
4.1.4	NO ₂ Timmedelvärden	17
4.1.5	Gaturumsberäkning	19
4.1.6	Bedömning av kvävedioxid	19
4.2	Partiklar som PM ₁₀	20
4.2.1	Genomförda mätningar av partiklar (PM ₁₀)	21
4.2.2	PM ₁₀ Årsmedelvärden	22
4.2.3	PM ₁₀ Dygnsmedelvärden	24
4.2.4	Gaturumsberäkning	26
4.2.5	Bedömning av partiklar (PM ₁₀)	26
5	Luftföroreningsreducerade åtgärder	27
5.1	Bullerskärmar	27
5.2	Vegetation	28
6	Sammanfattande bedömning	29

7	Referenser	32
	Bilaga A Luftförorenings reducerade åtgärder	34
	Dubbdäcksförbud	34
	Partikelbindande medel	34
	Lokala trafikreglerande åtgärder	34
	Bilförbud	34
	Hastighetssänkningar	35
	Ekonomiska styrmedel	36
	Tekniska krav och utveckling	37
	Bilaga B Gaturumsberäkningar med SIMAIR	39
	Kvävedioxid	39
	Årsmedelvärde	39
	Dygnsmedelvärde (98-percentil)	41
	Timmedelvärde (98-percentil)	43
	Partiklar (PM ₁₀)	45
	Årsmedelvärde	45
	Dygnsmedelvärde	47

1 Bakgrund och syfte

Göteborgs stad arbetar med att upprätta kontor- och verksamhetslokaler i området kring Fabriksgatan söder om Ullevimotet. Föreslagna byggnader är belägna cirka 100 meter från Kungsbackaleden och planområdet är således i stor grad påverkat av luftföroreningar till följd av närheten till trafiken. Sweco har på uppdrag utfört spridningsberäkningar för byggnaderna. Syftet med spridningsberäkningarna var att visa på fördelningen av luftföroreningarna inom det aktuella området samt att jämföra uppmätta och beräknade halter mot föreskrivna miljö kvalitetsnormer och det nationella miljö kvalitetsmålet, Frisk luft. Beräkningar utfördes dels för den nuvarande situationen, dels 2020. Då det finns osäkerheter kring att emissionsfaktorerna för kväveoxider faktiskt kommer att minska i samma utsträckning som HBEFA räknat med, genomfördes även ett "worst case" scenario där dagens emissionsfaktorer användes för år 2020.

Luftföroreningarna som ingår i denna utredning är kvävedioxid (NO₂) och partiklar (PM₁₀). Partiklar (PM₁₀) och kvävedioxid är de luftföroreningar som idag uppvisar höga halter i Göteborg och riskerar att överskrida de miljö kvalitetsnormer som finns definierade. Luftföroreningar i stadsmiljö kommer främst från lokala källor. I Göteborg har vägtrafiken identifierats som den huvudsakliga källan till kvävedioxid och partiklar (PM₁₀) för det aktuella området och högst haltnivåer uppmäts i närheten med de stora trafiklederna. Övriga källor är bland annat industriella verksamheter och vedeldning men också långväga transporter från mer avlägsna källor, både inom Sverige och utanför landets gränser.

2 Lagar, förordningar och miljö mål

2.1 Miljö kvalitetsnormerna

För att skydda människors hälsa och miljön har regeringen utfärdat en förordning om miljö kvalitetsnormer (MKN) för utomhusluft, i överensstämmelse med EU-direktivet 2008/50/EG.

I förordningen (2010:477) om miljö kvalitetsnormer (MKN) för utomhusluft beskrivs dels föroreningsnivåer som inte får överskridas eller som får överskridas endast i viss angiven utsträckning och dels föroreningsnivåer som "ska eftersträvas". I tabell 1 till 2 nedan redovisas miljö kvalitetsnormerna för kvävedioxid (NO₂) och partiklar som PM₁₀. Dessutom förekommer miljö kvalitetsnormer för partiklar som PM_{2,5}, svaveldioxid, koloxid, bly, bensen, arsenik, kadmium, nickel, PAH (BaP) och ozon. Miljö kvalitetsnormerna för arsenik, kadmium, nickel, PAH och ozon definierar nivåer som "ska eftersträvas".

Tabell 1. Miljökvalitetsnormer för kvävedioxid

Miljökvalitetsnormer för Kvävedioxid i utomhusluft		
Normvärde	Skydd för människors hälsa	Maximalt antal överskridanden
Årsmedelvärde ¹⁾	40 µg/m ³	Aritmetiskt medelvärde
Dygnsmedelvärde ²⁾	60 µg/m ³	7 ggr per kalenderår
Timmedelvärden ³⁾	90 µg/m ³	175 ggr per kalenderår om föroreningsnivån aldrig överstiger 200 µg/m ³ under 1 timme mer än 18 ggr per kalenderår

¹⁾ Årsmedelvärde definieras som aritmetiskt medelvärde där summan av alla värden divideras med antalet värden.

²⁾ För dygnsmedelvärde gäller 98-percentilvärde, vilket innebär att halten av kvävedioxid som dygnsmedelvärde får överskridas maximalt 7 dygn på ett kalenderår (2 % av 365 dagar).

³⁾ För timmedelvärde gäller 98-percentilvärde, vilket innebär att halten av kvävedioxid som timmedelvärde får överskridas maximalt 175 timmar på ett kalenderår (2 % av 8760 timmar) om halten 200 µg/m³ inte överskrids mer än 18 timmar (99,8 percentilvärden).

Tabell 2. Miljökvalitetsnormer för partiklar som PM₁₀

Miljökvalitetsnormer för Partiklar (PM₁₀) i utomhusluft		
Normvärde	Skydd för människors hälsa	Maximalt antal överskridanden
Årsmedelvärde ¹⁾	40 µg/m ³	Aritmetiskt medelvärde
Dygnsmedelvärde ²⁾	50 µg/m ³	35 ggr per kalenderår

¹⁾ Årsmedelvärde definieras som aritmetiskt medelvärde där summan av alla värden dividerats med antalet värden.

²⁾ För dygnsmedelvärde gäller 90-percentilvärde, vilket innebär att halten av partiklar (PM₁₀) som dygnsmedelvärde får överskridas maximalt 35 dygn på ett kalenderår.

2.1.1 Bedömning av Miljökvalitetsnormen för omgivningsluft

Miljökvalitetsnormerna gäller generellt för luften utomhus, dock förekommer undantag/riktlinjer enligt följande:

I luftkvalitetsförordningen (2010:477) anges att miljökvalitetsnormerna inte ska tillämpas för luften på arbetsplatser samt vägtunnlar och tunnlar för spårbunden trafik.

Enligt Naturvårdsverket handbok om miljökvalitetsnormer för utomhusluft (Naturvårdsverket, 2014) bör Miljökvalitetsnormerna för luftkvalitet inte tillämpas för följande fall:

- luften på vägbanan som enbart fordonsresenärer exponeras för (normerna ska dock tillämpas för luften som cyklister och gående exponeras för på trottoarer och cykelvägar längs med vägar och i vägars mittremsa)

- där människor normalt inte vistas (t.ex. inom vägområdet längs med större vägar förutsatt att gång- och cykelbanor ej är lokaliserade där)
- i belastade mikromiljöer, t.ex. i direkt anslutning till korsning eller vid stationär förorenad frånluft. I gatumiljö bör därför luften där normer tillämpas vara representativ för en gatusträcka på >100 m och ha ett avstånd till närmaste korsning på >25 m.

När det gäller att bedöma huruvida en Miljökvalitetsnorm överskrider eller ej och om det finns behov av ett åtgärdsprogram har Naturvårdsverket beaktat de förutsättningar som kan betraktas för ett normalår. För att bedöma nivåerna på halterna under ett normalår använder Naturvårdsverket i första hand, "Årstäckande mätdata från aktuell plats under helst den senaste femårsperioden med beaktande av rådande trend för utvecklingen av halterna" (Naturvårdsverkets, 2014).

2.2 Miljökvalitetsmålet "Frisk Luft"

Den 26 april 2012 beslutade regeringen om preciseringar och etappmål i miljömålssystemet, Svenska miljömål – preciseringar av miljökvalitetsmålen och en första uppsättning etappmål, Ds 2012:23.

Miljökvalitetsmålet Frisk luft preciseras så att med målet avses att halterna av luftföroreningar inte överskrider lågrisknivåer för cancer eller riktvärden för skydd mot sjukdomar eller påverkan på växter, djur, material och kulturföremål.

Riktvärden sätts med hänsyn till känsliga grupper och innebär att:

- halten av partiklar PM₁₀ inte överstiger 15 µg/m³ luft beräknat som ett årsmedelvärde och 30 µg/m³ luft beräknat som ett dygnsmedelvärde (90-percentil),
- halten av kvävedioxid ett årsmedelvärde underskrider 20 µg/m³ och som 98-percentil för timmedelvärde underskrider halten på 60 µg/m³.

Dessutom finns delmål för partiklar som PM_{2,5}, bensen, bens(a)pyren, butadien, formaldehyd, ozon och korrosion.

3 Beräkningsförutsättningar

I Göteborg är det främst kvävedioxid och partiklar (PM₁₀), som periodvis förekommer i halter som överskrider eller riskerar att överskrida föreliggande gränsvärden (MKN). För bedömning av hälsoeffekterna hos människor som kommer att vistas i planområdet har beräknade halter i första hand jämförts mot miljökvalitetsnormerna för kvävedioxid och partiklar (PM₁₀). Övriga luftföroreningar så som kolmonoxid, fina partiklar (PM_{2,5}), svaveldioxid, bensen och bly regleras också av miljökvalitetsnormerna. Dessa luftföroreningar förekommer dock långt under miljökvalitetsnormerna och brukar inte utgöra något problem i Göteborg.

Spridning av luftföroreningar vid vägbanan är beroende av bland annat trafikflöden, meteorologiska förhållanden, topografi och förekomst av intilliggande byggnation och hinder. I följande avsnitt redogörs förutsättningarna för några dessa parametrar.

3.1 Utredningsområdet

Planområdet är beläget söder om Ullevimotet i Gårda, cirka 1 km från Göteborgs centrum. I dagsläget utgörs planområdet huvudsakligen av bebyggelse för kontorsändamål, medan områdets norra del används för drivmedelförsörjning. Planförslaget föreslår att tre nya och högre kontorshus kompletteras till de befintliga byggnaderna. Detaljplansområdet avgränsas av Kungsbackaleden i öster och Ullevimotet i norr. En stor del av de befintliga kontorshusen och parkeringsanläggningarna, längs planområdets västra sida, kommer ur luftsynpunkt att verka som barriär mot Kungsbackaleden.

Fordonstrafiken utgör den största och mest betydande utsläppskällan av luftföroreningar, som har en negativ inverkan på luftkvaliteten i området. Området är främst påverkat av kväveoxider från vägtrafiken (lokala bidraget) och bakgrundshalterna från stadens övriga utsläpp (urbana bidraget) samt den regionala intransporten av föroreningar. Den långväga och regionala intransporten av kväveoxider är i sammanhanget att betrakta som liten. I figur 1 och 2 återfinns planområdets avgränsning och en illustrationskarta över det aktuella planområdet.



Figur 1. Karta över planområdets avgränsning. ©Karta från Stadsbyggnadskontoret i Göteborg Stad



Figur 2. Illustrationskarta över föreslagen bebyggelse (gulmarkerad). ©Karta från Stadsbyggnadskontoret, Göteborgs stad.

3.2 Spridningsmodeller

3.2.1 AERMOD

Spridnings- och depositionsberäkningarna är utförda enligt de amerikanska miljömyndigheternas (US-EPA) godkända modellkoncept Aermom. Inom EU saknas motsvarande system när det gäller krav på spridningsmodeller. I EU finns organisationen Eionet (European Topic Centre on Air and Climate Change) som har tagit fram en förteckning över spridningsmodeller som används inom EU. Modellen finns beskriven på Referenslaboratoriet för tätortslufts internetsida (SMHI):

<http://www.smhi.se/reflab/luftkvalitetsmodeller/mer-om-modellerna/aermod>.

Tre olika applikationer ingår i detta arbete, dessa är:

- **AERMET** är en specialanpassad beräkningsapplikation för att beräkna de meteorologiska parametrarna för bl.a. vertikala profiler i luftrummet.
- **AERMOD** är en spridningsmodell, speciellt utvecklad för att beskriva halter i närområdet av utsläppskällan
- **AERMAP** är en beräkningsmodell för definiering av de topografiska förhållandena

Resultatet redovisas som en geografisk spridning med kontinuerliga haltnivåer 1,5 meter ovan marknivå i enheten $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Beräkningsmodellen tar inte hänsyn till enskilda byggnader, men innehåller information gällande platsspecifik topografi och råhetsfaktor; beskriver ytans skrovlighet och därmed motståndet av spridningen i luften, vilket motsvarar "stadsmiljö".

3.2.2 SIMAIR

För bedömning av luftkvalitet i gaturum med planerad utformningen runt detaljplansområdet Ullevigatan har spridningsberäkningar genomförts för kvävedioxid och partiklar som PM_{10} . Beräkningar har gjorts för år 2020 med planerad vägsträckning, gaturumsutformning och prognoser för trafikflöden.

Spridningsberäkningarna har utförts med SIMAIR-väg, ett modellverktyg utvecklat av SMHI och Vägverket. Systemet innehåller bl.a. uppgifter om bakgrundshalter, meteorologi, trafikvolym och fordonssammansättning.

SIMAIR-väg omfattar dels en utsläppsmodell, dels en spridningsmodell som i sin tur är indelad i olika submodeller anpassade för miljöer som exempelvis gaturum och öppna välventilerade trafikmiljöer. Gaturummets utformning har stor betydelse för hur utsläppen fördelar sig i omgivningsluften. Därför används vid beräkning OSPM-modellen som tar hänsyn till gaturummets utformning exempelvis: gatubredd, hushöjd och gatans riktning.

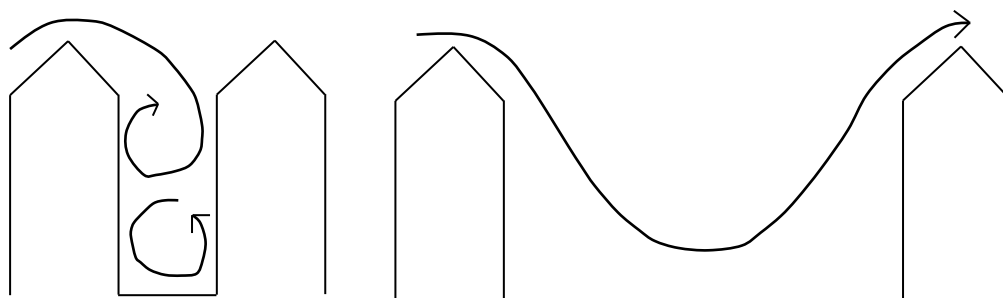
Utsläppsberäkningarna är baserade på den europeiska HBEFA-modellen, anpassad för svenska förhållanden. Utsläpp av partiklar avser både avgaser och uppvirvlade partiklar. Eftersom det regionala och urbana bidraget (bakgrundshalter) är väsentligt, speciellt vad gäller partiklar, ingår även dessa halter i beräkningarna. SIMAIR är validerad mot mätningar i svenska tätorter och trafikmiljöer.

Som grund för spridningsberäkningarna i SIMAIR ligger den förvalda utsläppsdaten och bakgrundsdata för år 2020. Ingående data är anpassade för de gator som omsluter det aktuella planområdet. I SIMAIR-väg ingår generellt Vägverkets vägar med trafikmängder och utsläppsfaktorer. Uppgifter för mindre kommunala gator har lagts till i modellen. Skyltad hastighet används som ingångsdata på respektive vägsträcka. Den maximala dubbdäcksanvändningen är antagen till 50 %. Beräkningarna gäller för den nya bebyggelsens fasader närmast planområdet. Beräkningsresultatet gäller 2 m från fasad och 2 m ovan mark/gata.

3.2.3 Gatugeometridata och dess inverkan på luftföroreningshalter

Gaturummets form och slutenhet i kombination med trafikmängder ger olika ventilationsförhållanden och har mycket stor betydelse för mängden luftföroreningshalter som ansamlas i gaturummet. Ur haltsynpunkt är en hög luftomsättning mycket viktig, eftersom det ökar spridningen och omblandningen av luftföroreningar. Smala och slutna gaturum ger upphov till högre luftföroreningshalter i jämförelse med bredare och öppnare vid samma trafikmängd och tål därmed mycket mindre trafikmängder. Mycket smala gaturum, där bredden är hälften av hushöjden, leder till dåliga ventilationsförhållanden i gatunivå. På breda gator, där bredden är mer än dubbla hushöjden, skapas ett

annorlunda vindfält, som ger bättre ventilationsförhållanden och dessa gaturum tål således en högre trafikmängd (Länsstyrelsen, 2005).



Figur 3. Illustrationsbild av hur gaturummet bredd i relation med hushöjden påverkar det lokala ventilationsförhållandet

Det är generellt svårt att förutsäga hur haltbilden runt detaljplansområdet kommer förändras då det är ett samspel mellan byggnaderna och fördelningen av utsläppen samt meteorologiska förhållanden. Gaturummen längs planområdet kommer bli mer slutet vid byggnation av kontors- och verksamhetslokalerna. Gaturummet vid Fabriksgatan och Ullevigatan är relativt öppet gaturum i dagsläget. För scenariot 2020 antas vägbredden vara densamma i gaturummen men bebyggelsen kommer att öka markant genom byggnation av den norra byggnaden (Gårda 744:555), som föreslås en höjd om 163 meter (över grundkartans nollpunkt).

Som figur 4 visar kan vindfältet därigenom komma att ändras, vilket kan ge upphov till sämre ventilationsförhållanden. I dagsläget anses gaturummet som ett brett gaturum där bredden är mer än dubbla hushöjden och vindfältet som skapas antas inte vara lika föroreningsackumulerande i jämförelse med ett smalt gaturum. Gaturummet kommer att innehålla öppningar mot Fabriksgatan i form av en torgyta, vilket möjliggör utluftning av gaturummet. Det ger bättre förutsättningar för lägre luftföroreningshalterna än om gaturummet hade varit helt slutet.

3.3 Emissionsdata använda i spridningsberäkningarna

Emissionsfaktorn är den mängd kvävedioxid och partiklar (PM₁₀) som ett genomsnittligt fordon skapar per körd sträcka. Emissionsfaktorn påverkas av många olika förhållanden, exempelvis fordonens typ och hastighet samt vägbanans beläggning, dammighet och fuktighet

Avgasemissioner för kvävedioxid och partiklar (PM₁₀) beräknades med hjälp av emissionsmodellen HBEFA. Trafiksammansättningen avseende fordonsparkens avgasreningsgrad (olika euroklasser) beräknas utifrån prognoser för år 2014 och 2020 (sammansättningen för 2016 saknas). För år 2020 genomfördes scenariot med HBEFAs prognostiserade emissionsfaktorer för 2014. Detta eftersom det finns osäkerheter kring att emissionsfaktorerna för kväveoxider faktiskt kommer att minska i samma utsträckning som HBEFA räknat med. Genom att beräkna år 2020 med dagens emissionsfaktorer

erhålls ett "worst case" scenario, vilket belyser vilka halter som kan förekomma om inga förbättringar sker av utsläppen från vägtrafiken.

För emissionerna av partiklar har även dubbdäcksandel påvisats ha en avgörande inverkan på partikelhalterna. I dagsläget uppgår dubbdäcksandelen i Göteborg till cirka 50%. Då normen för PM₁₀ avser ett högsta tillåtna medelvärde för ett helt kalenderår, behövs information gällande dubbdäcksandelens påverkan på halterna under ett år. För beräkningarna av PM₁₀ användes därav genomsnittliga emissionsfaktorer under ett helt år. För scenariot 2020 användes samma dubbdäcksandel som i nulägeslägesscenariot, vilket får ses som ett konservativt antagande.

3.4 Validering av mätdata, bakgrundshalter och meteorologi

För att få en uppfattning om den totala noggrannheten i hela beräkningsgången har beräkningsmodellen, Aermot, validerats/kalibrerats mot 2015 års mätdata av luftföroreningar (mätstationen vid Gårda) och meteorologiska parametrar (mätstationen Lejonet). Validering av modellen görs även med syftet att utvärdera dess förmåga att reproducera representativa halter för det undersökta området. Naturvårdsverkets har tagit fram kvalitetsmål, som luftkvalitetsmodeller ska uppfylla. Kvalitetsmålen är i enlighet med kraven på modellberäkningar som finns definierade i EUs Luftdirektiv och baseras på jämförelse mellan beräknade halter och uppmätta halter. I tabell 3 framgår vilka krav som ställs på de luftföroreningar, som ingår i denna utredning.

Tabell 3. Kvalitetsmål för modellberäkningar enligt Naturvårdsverkets författningssamling (2010:8)

Kvalitetsmål	Partiklar (PM ₁₀)	Kvävedioxid (NO ₂)
Årsmedel	50 %	30 %
Dygnsmedel	Ännu ej fastställt	50 %
Timmedel	-	50 %

För att avgöra om modellberäkningarna uppfyllde kvalitetsmålen, nyttjades ett verktyg rekommenderat av referenslaboratoriet för tätortsluft (SMHI). I verktyget infogas modelldata respektive mätdata från mätplatsen vid Gårda och från dessa beräknar verktyget kvalitetsmåten för både års-, dygns- och timmedelvärde. Kvalitetsmålen anges som osäkerhet med måtten RPE eller RDE. För årsmedelvärden rekommenderas att RDE används vid halter som väl underskrider gränsvärdena. För dygns- och timmedelvärden bör RPE användas om halterna väl underskrider gränsvärdena (Naturvårdsverket, 2014). Vad som kan vara bra att ha i åtanke är att ett perfekt uppnått modellresultat inte nödvändigtvis behöver innebära 100 % överensstämmelse med mätdata. Detta då varken mätningar eller modeller återger en perfekt beskrivning av atmosfärens kemiska tillstånd. Atmosfären påverkas av flertalet icke-linjära och till viss del stokastiska parametrar, varför en viss spridning är att vänta mellan uppmätta och beräknade halter.

Valideringen genomfördes mot mätstationen vid Gårda, som är placerad cirka 500 meter norr om planområdet. Resultatet visade på låg modellosäkerhet och kvalitetsmålen innehölls med god marginal, se tabell 4. Då många parametrar är likartade mellan mätstationen och planområdet, så som avståndet till lokala emissionskällor, trafikmängder och meteorologiska förhållande, antas beräkningsparametrarna vid valideringen vara applicerbara för beräkningarna vid planområdet.

Tabell 4. Resultat av modellosäkerheten

Resultat	Partiklar (PM ₁₀)	Kvävedioxid (NO ₂)
Årsmedel*	<5%	<5%
Dygnsmedel**	-	<5%
Timmedel**	-	<5%

* Beräknad med det statistiska måttet RDE (Relativt Directive Erros), utgår från gränsvärdena i EUs Luftdirektiv

** Beräknad med det statistiska måttet RPE (Relativt Percentile Erros), utgår från percentiler

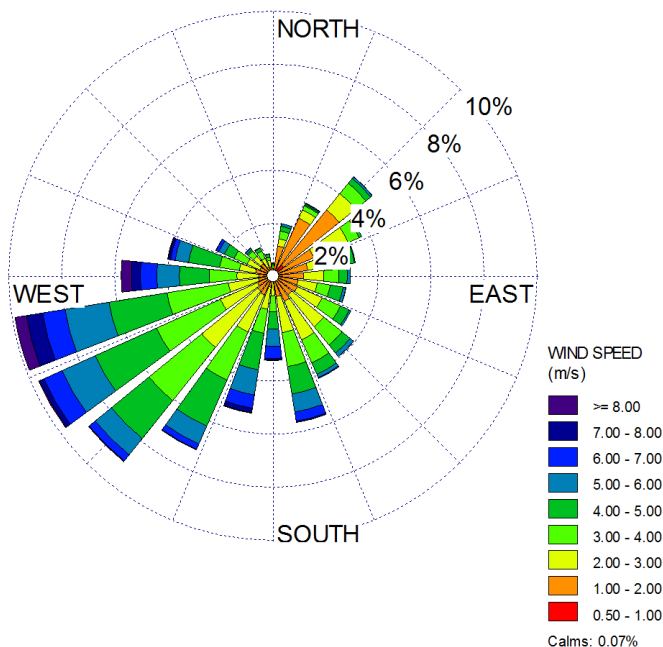
Modellberäkningarna återger inte, som tidigare nämnt, en exakt överensstämmer med mätdata, vilket innebär att det finns vissa felkällor. Det är dock viktigt att framhålla att bättre beräkningsresultat erhålls genom att kalibrera mot mätdata. Framtagna kalibreringsfaktorer har därefter antagits vara tillämpliga för år 2020. Detta antagande görs under förutsättningarna att kalibreringen främst beror på plats- och modellspecifika faktorer, som inte ändras med tiden och att emissionsmodellen HBEFA återger korrekta emissionstrender.

Förutom lokala emissioner sker även intransport av luftföroreningar från andra regioner i Sverige, men även långdistanstransport från områden utomlands. I programvaran Aermid som används vid spridningsberäkningarna adderas bakgrundshalter för kvävedioxid och partiklar (PM₁₀). Bakgrundhalterna som nyttjats i rapporten har hämtats från mätstationen Femman i Göteborg. Bakgrundhalterna av kvävedioxid har justerats efter SMHIs antagande gällande en cirka 10 % reduktion fram till 2020 (SMHI, 2013). För att beräkna halten av kvävedioxid (NO₂) har beräkningarna tagit ozonets oxidation av kväveoxid (NO) till kvävedioxid (NO₂) i beaktande. Den regionala bakgrundshalten av ozon har också hämtats från bakgrundsstationen Femman.

3.4.1 Meteorologi

Beräkningarna har gjorts med meteorologiska data från 2015, inhämtad från mätstationen Lejonet. En beskrivning av vädret år 2015 kan hittas på Göteborgs stads hemsida (Göteborgs Stad, 2016). Skillnaden i beräkningsresultat för åren 2016 och 2020 inkluderar alltså inte meteorologiska skillnader utan enbart skillnader i emissioner. Variabiliteten av föroreningshalter som inträffar p.g.a. meteorologiska skillnader mellan olika år har det inte tagits hänsyn till.

I figur 4, beskrivs meteorologin i form av ett vindrosdiagram. Medelvindhastigheten för året 2015 var 3,24 meter per sekund.



Figur 4. Vindros för meteorologiska data året 2015, Göteborg

3.5 Trafikförutsättningar

3.5.1 Vägtrafik

Fordonstrafiken utgör den största och mest betydande utsläppskällan av luftföroreningar, som har en negativ inverkan på luftkvaliteten i planområdet. I nuläget passerar Kungsbackaleden öster om planområdet och har högst trafikflöde av de intilliggande vägarna. I tabell 5 listas de trafikmängder för de vägar och scenarier, som ingick i beräkningarna.

Trafikökningens storlek antas vara av stor betydelse för framtida lufthalter i tätorter. Trafikökningen i en region antas dock i de flesta fall vara större än motsvarande trafikökning i regionens tätorter, detta beroende dels på platsbrist, dels på åtgärder för en bättre luftkvalitet i tätorter. Trafikmängderna har räknats upp efter trafikverkets trafikuppräkningsstal för EVA (Trafikverket, 2015).

Trafikuppgifterna som nyttjats i rapporten har tagits fram genom Göteborgs stads mätningar av Trafikverket. I modellberäkningen har trafikens dygnsfördelning under vardagar och helger tagits i beaktande.

Tabell 5. Trafikuppgifter för omkringliggande vägar

Väg	ÅDT		Andel tung trafik (%)
	2015	2020	
Kungsbackaleden	114750	121846	10
- Påfart söder vid Ullevimotet	5650	5907	5
- Avfart söder vid Ullevimotet	5510	5761	5
- Påfart norr vid Ullevimotet	12430	12996	5
- Avfart norr vid Ullevimotet	10140	10602	6
Gårdamotet	8510	8898	5
Ullevigatan	12780	13362	7
Anders Personsgatan	3600	3764	10
Fabriksgatan	4950	5176	5

3.6 Osäkerheter i modellberäkningar

Modeller är aldrig fullständiga beskrivningar av verkligheten och resultaten som erhålls från en modellberäkning innehåller osäkerheter och måste därför alltid kvalitetsgranskas och resonemangsbeskrivas. Det föreligger alltid en risk att vissa felkällor uppkommer när modellen inte på ett korrekt sätt förmår ta hänsyn till alla faktorer som kan påverka halterna av luftföroreningar. Sådana felkällor beror på flera faktorer och återfinns bland annat i beräkningarna (förenklings i modellerna), i mätdata (icke representativa mätdata) och i emissionsdata.

Beräknade halter i ett framtidsscenario innehåller större osäkerheter i jämförsele med beräknade nulägeshalter. Detta beror på att det i dessa beräkningsscenarier tillkommer osäkerheter. De största osäkerheterna i denna studie antas finnas i emissionsdata, prognostiserade trafikflöden, fordonssammansättningen (t.ex. andelen dieslbilar) och andelen bilar med dubbdäck. Utsläppsförändringen hos fordon är även den osäker och påverkas till stor del av utvecklingen och användningen av bränslen, motorer och däck. De beräkningar som legat till grund för denna rapport ligger inom de av Naturvårdsverket tillåtna felmarginalerna.

4 Resultat från spridningsberäkningarna

4.1 Kvävedioxid

Kväveoxider (NO_x) utgörs av kväveoxid (NO) och kvävedioxid (NO_2). Halten kvävedioxid i omgivningsluften härrör dels från direkta utsläpp av kvävedioxid från bland annat fordon och förbränningsanläggningar, dels från atmosfäriska reaktioner genom oxidation av kväveoxid till kvävedioxid under inverkan av ozon och solljus. Vid nybildning av kväveoxider från vägtrafik består den största delen av kväveoxid men även till viss del av

kvävedioxid. All kväveoxid oxideras förr eller senare till kvävedioxid. Kvävedioxid kan under soliga dagar med hjälp av UV-strålning bidra till bildandet av marknära ozon.

Kväveoxid är en färglös, luktfri gas, medan kvävedioxid är gulbrun och har en irriterande lukt. Kvävedioxid är inte klassat som carcinogent, men kan påverka människors hälsa genom att verka irriterande på andningsorgan. Personer med exempelvis astma har påvisats extra känsliga vid exponering av omgivningskoncentrationer på 200-500 µg/m³ (Staxler et al., 2001). För friska personer har liknande effekt rapporterats, dock vid betydligt högre halter på uppemot 2000 µg/m³ (Barck et al, 2005). Nyligen har hälsoundersökningar i Norge indikerat på korttidseffekter vid kvävedioxidhalter (i omgivningsluften) på omkring 100 µg/m³ och långtidseffekter vid halter på omkring 40 µg/m³ (Folkehelseinstituttet, 2011). Den urbana bakgrunds-nivån för kvävedioxid i Göteborg ligger på cirka 20 µg/m³, dock kan korttidsvärdena över en timma uppgå till >150 µg/m³. Vid rangordning av luftföroreningars påverkan på hälsan, placeras kvävedioxid på fjärde plats efter PM_{2,5}, PM₁₀ och ozon (EEA, 2013).

Kvävedioxiden vid planområdet härrör från fordonsavgaser från vägtrafiken samt intransport. Trots att det går flertalet mindre vägar inom området som påverkar luftmiljön, så är det Kungsbackaleden som dominerar föroreningsskilderna runtomkring planområdet på grund av dess väsentligt högre trafikflöden.

4.1.1 Genomförda mätningar av kvävedioxid

Göteborgs kommun bedriver kontinuerligt mätningar av luftföroreningar vid ett antal platser i staden. Vid mätstationen i Gårda, som ligger längs med Kungsbackaleden cirka 500 meter från planområdet genomförs mätningar i gatunivå av bland annat kvävedioxid. I nedanstående tabell sammanfattas mätningar från de senaste fem åren.

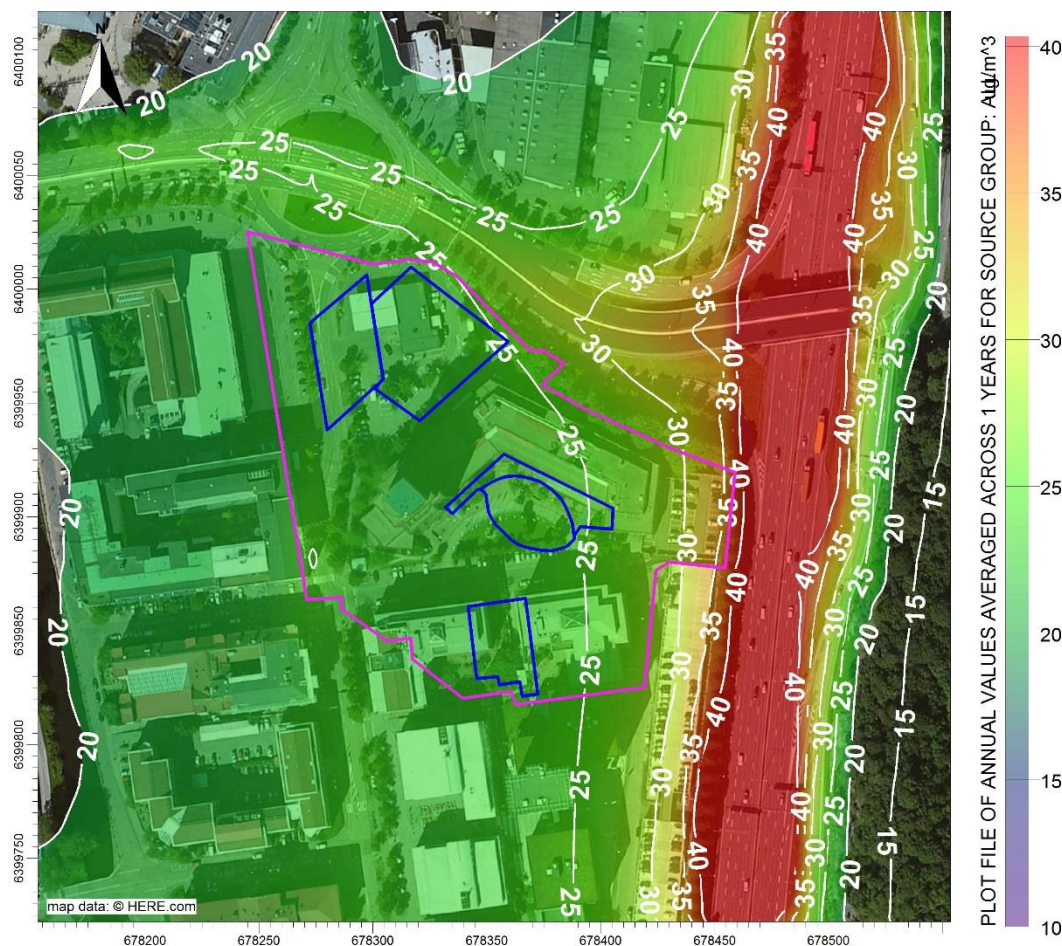
Tabell 6. Halter av kvävedioxid vid mätstationen i Gårda, 2011-2015

Kvävedioxid NO ₂ (µg/m ³)	MKN	Gårda				
		2011	2012	2013	2014	2015
Medelvärde	40	44,6	49,1	45,1	40,7	31
98 %-il dygn	60	105,5	105,8	93,3	79,2	71,9
98 %-il tim	90	127,2	143	133,4	119,5	96,1

Röda siffror indikerar överskridande av miljö kvalitetsnormen

Mätstationen i Gårda är placerad invid ett av de mest belastade trafikavsnitten inom Göteborg och uppvisar därför höga kvävedioxidhalterna. Miljö kvalitetsnormerna överskrids för samtliga år. Dock har halterna minskat sedan 2012 och senaste årets mätning visade på att årsmedelvärdet klarades för första gången sedan mätningarna påbörjades. Det är dock i nuläget för tidigt att avgöra om det är en långsiktigt nedåtgående trend. De minskade halterna kan delvis förklaras av miljöförvaltningens bytte mätmetod från DOAS till referensmetoden kemiluminiscens.

4.1.2 NO₂ Årsmedelvärden

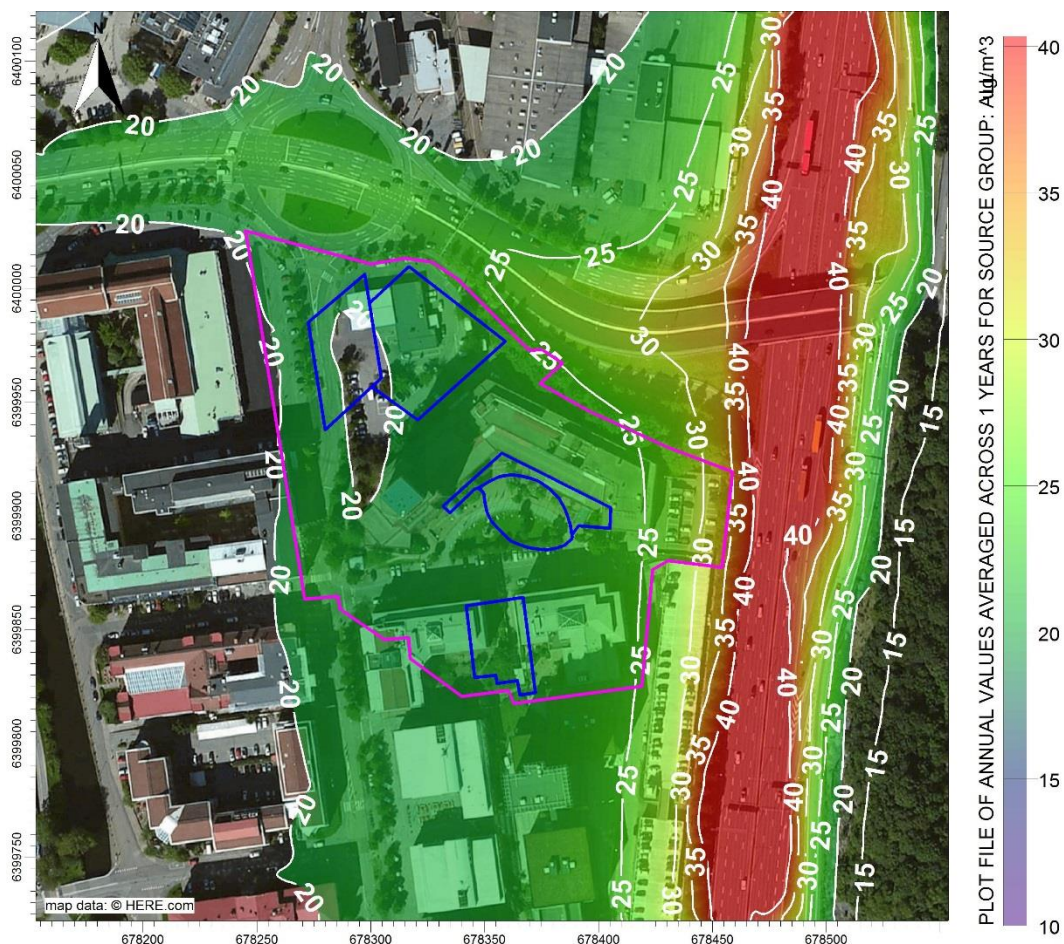


Figur 5. Nuvarande situation 2016, beräknade halter av kvävedioxid som årsmedelvärden. Föreslagna byggnader är markerade med blå linje och planområdet med lila linje.

De högst beräknade halterna som årsmedelvärde vid de föreslagna byggnaderna ligger på omkring 26 µg/m³.

Värdena ska jämföras mot miljö kvalitetsnormens gränsvärde på 40 µg/m³.

Miljö kvalitetsmålet Frisk Luft för kvävedioxid ligger på 20 µg/m³.

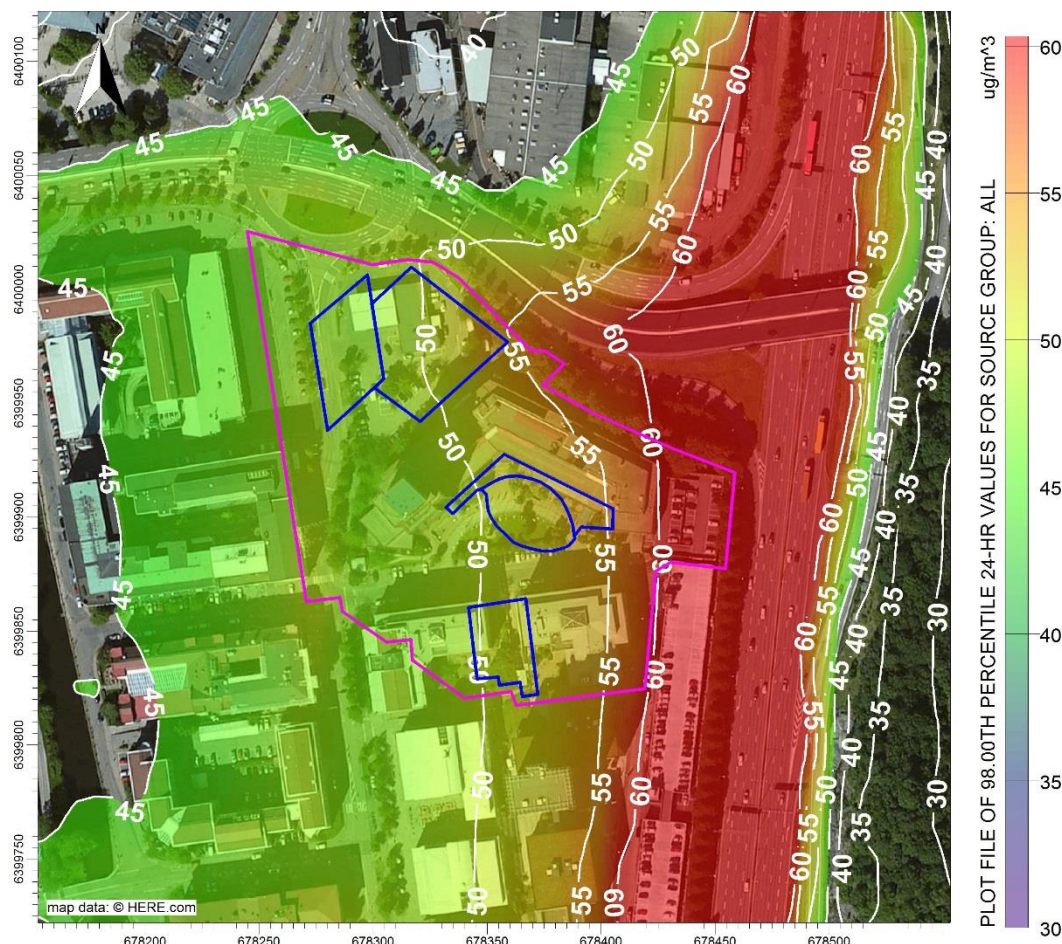


Figur 6. Framtida scenario 2020, beräknade halter av kvävedioxid som årsmedelvärden. Föreslagna byggnader är markerade med blå linje och planområdet med lila linje.

De högst beräknade halterna som årsmedelvärde vid de föreslagna byggnaderna ligger på omkring $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Värdena ska jämföras mot miljö kvalitetsnormens gränsvärde på $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Miljö kvalitetsmålet Frisk Luft för kvävedioxid ligger på $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

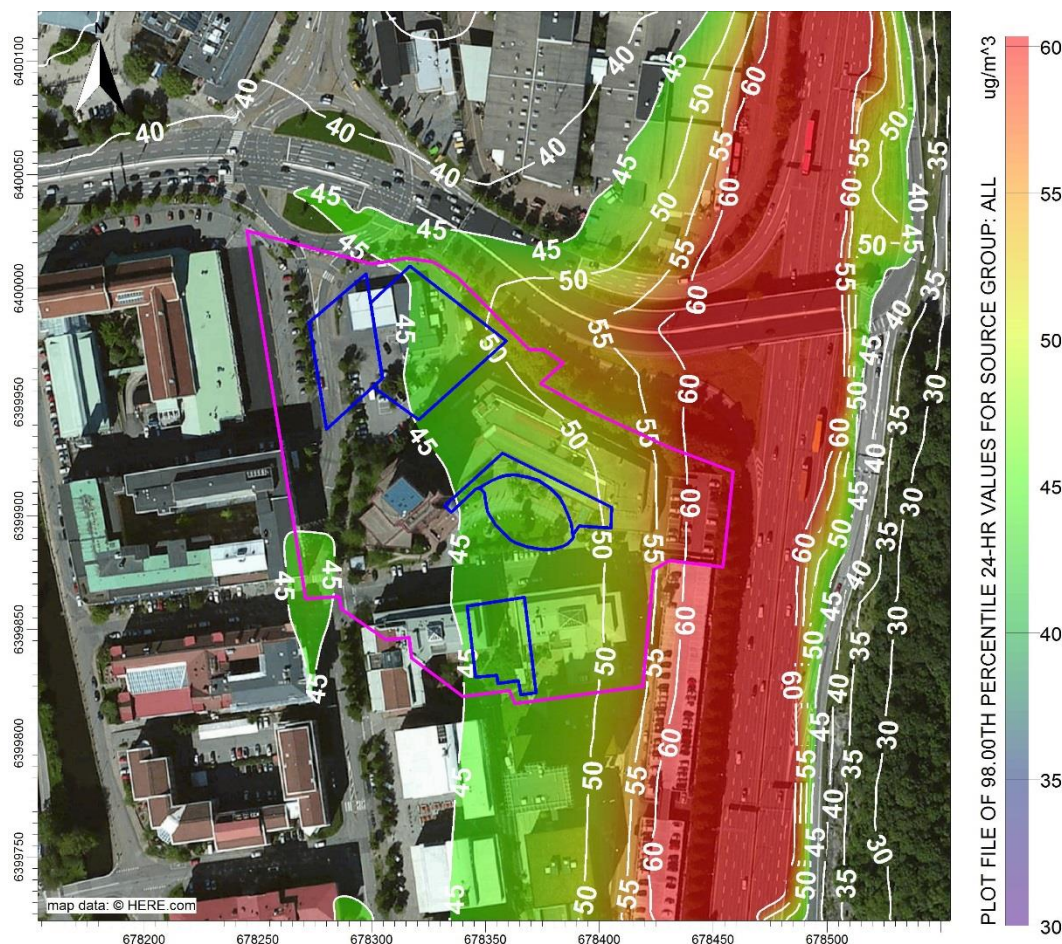
4.1.3 NO₂ Dygnsmedelvärden



Figur 7. Nuvarande situation 2016, beräknade halter av kvävedioxid som dygnsmedelvärden (98-percentil). Föreslagna byggnader är markerade med blå linje och planområdet med lila linje.

De högst beräknade halterna som dygnsmedelvärde (98-percentil) vid de föreslagna byggnaderna ligger på omkring 55 µg/m³.

Värdena ska jämföras mot miljö kvalitetsnormens dygnsmedelvärde på 60 µg/m³ för dygnsmedelvärdet som 98-percentil och år. Det finns inget upprättat miljö kvalitetsmål för kvävedioxid som dygnsmedelvärde.

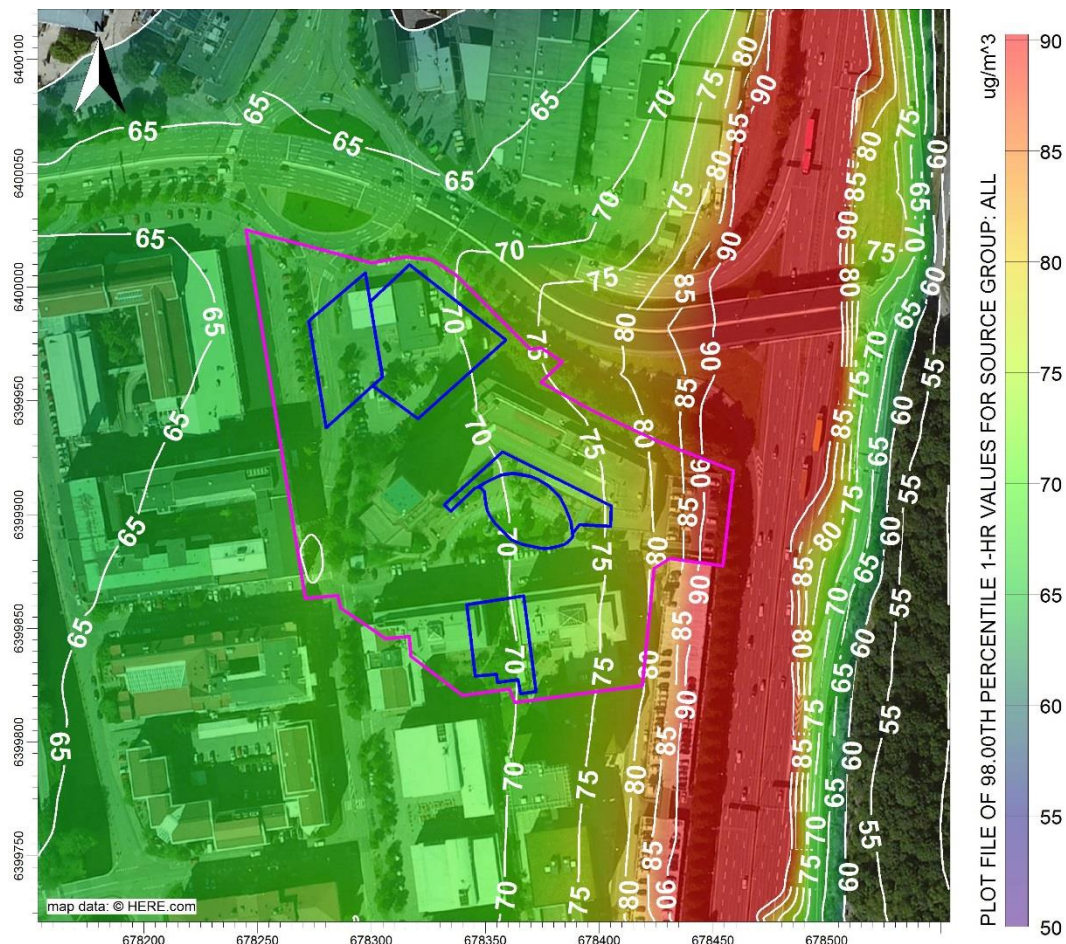


Figur 8. Framtida scenario **2020**, beräknade halter av kvävedioxid som dygnsmedelvärden (98-percentil). Föreslagna byggnader är markerade med blå linje och planområdet med lila linje.

De högst beräknade halterna som dygnsmedelvärde (98-percentil) vid de föreslagna byggnaderna ligger på omkring 51 µg/m³.

Värdena ska jämföras mot miljö kvalitetsnormens dygnsmedelvärde på 60 µg/m³ för dygnsmedelvärdet som 98-percentil och år. Det finns inget upprättat miljö kvalitetsmål för kvävedioxid som dygnsmedelvärde.

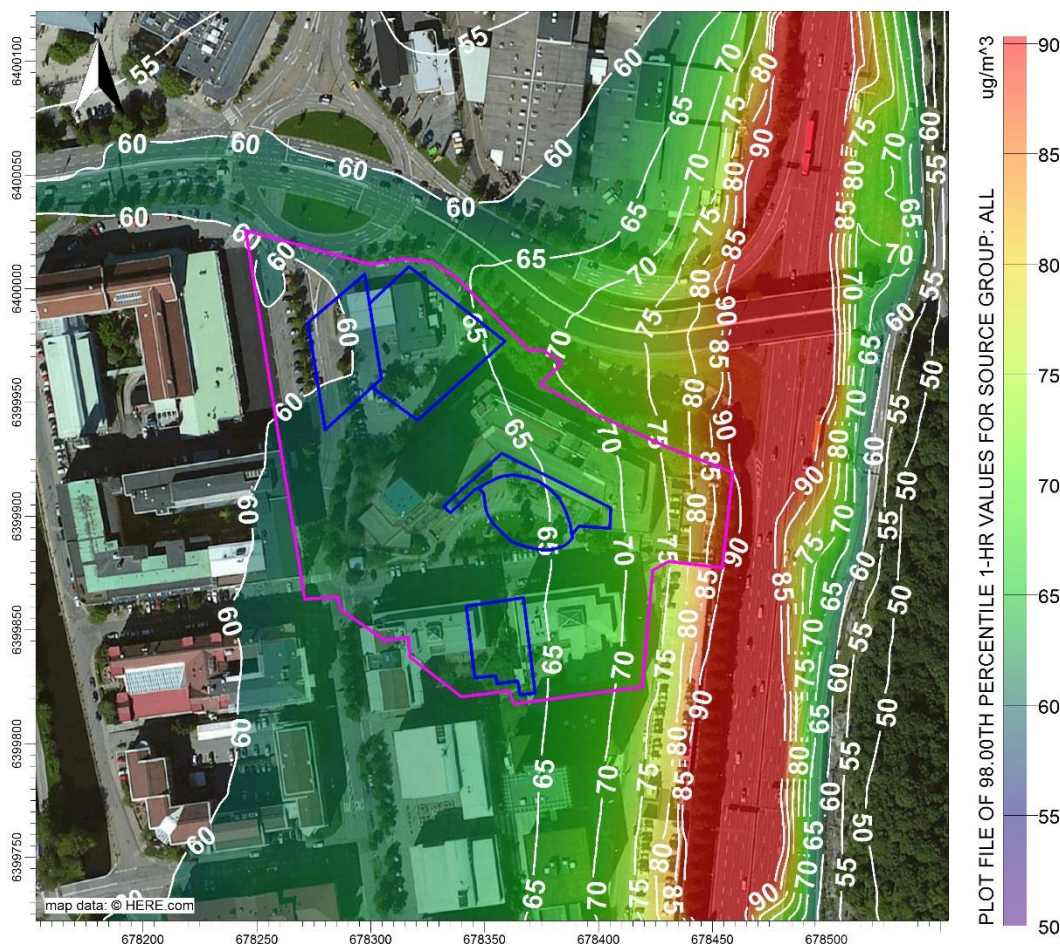
4.1.4 NO₂ Timmedelvärden



Figur 9. Nuvarande situation 2016, beräknade halter av kvävedioxid som timmedelvärden (98-percentil). Föreslagna byggnader är markerade med blå linje och planområdet med lila linje.

De högst beräknade halterna som timmedelvärde (98-percentil) vid de föreslagna byggnaderna ligger på omkring 75 µg/m³.

Värdena ska jämföras mot miljö kvalitetsnormens timmedelvärde på 90 µg/m³ som 98-percentil för timmedelvärde och år. Miljö kvalitetsmål Frisk Luft för kvävedioxid ligger på 60 µg/m³ för timmedelvärde som 98-percentil och år.



Figur 10. Framtida scenario 2020, beräknade halter av kvävedioxid som timmedelvärden (98-percentil). Föreslagna byggnader är markerade med blå linje och planområdet med lila linje.

De högst beräknade halterna som timmedelvärde (98-percentil) vid de föreslagna byggnaderna ligger på omkring $69 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Värdena ska jämföras mot miljö kvalitetsnormens timmedelvärde på $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som 98-percentil för timmedelvärde och år. Miljö kvalitetsmål Frisk Luft för kvävedioxid ligger på $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ för timmedelvärde som 98-percentil och år.

4.1.5 Gaturumsberäkning

Beräkningar med SIMAIR-väg utfördes runt detaljplansområdet och inkluderade de närliggande gatorna Kungsbackaleden, Ullevigatan och Fabriksgatan. Gaturummen längs Ullevigatan och Fabriksgatan får ökade byggnadshöjder och sluts därav något i scenariot efter utbyggnaden. För att utreda hur genomförandet av detaljplanen påverkar luftföroreningsituationen i gaturummen, utfördes ett nuläges-scenario med befintlig bebyggelse och ett scenario efter utbyggnaden.

Tabell 7. Högst beräknade halter av kvävedioxid år 2020, 2 m från fasad och 2 m ovan mark

	Årsmedelvärde [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		Dygsmedelvärde (98-percentil) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		Timmedelvärde (98-percentil) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	
	Innan utbyggnad	Efter utbyggnad	Innan utbyggnad	Efter utbyggnad	Innan utbyggnad	Efter utbyggnad
Kungsbackaleden	31,3	31,3	55,8	55,8	68,1	68,1
Ullevigatan	20,2	21,9	45	46,9	60,8	63
Fabriksgatan	17,1	21	39,8	45,2	57,3	62
MKN*	40		60		90	
MKN**	20		-		60	

*Miljökvalitetsnorm för utomhusluft av föroreningsnivåer som inte får överskridas

**Miljökvalitetsmålet, Frisk luft, riktvärden som upprättats med hänsyn till känsliga grupper

Resultatet visar att halterna blir något högre i gaturummen Ullevigatan och Fabriksgatan efter genomförandet av detaljplanen och utbyggnaden. Detaljplanen bedöms inte påverka halterna på Kungsbackaleden. Halterna bedöms som höga i längs Kungsbackaleden och måttliga i gaturummet Ullevigatan och Fabriksgatan efter utbyggnaden.

Miljökvalitetsnormerna överskrids dock inte för något av scenarierna vid närmaste fasad till planområdet.

4.1.6 Bedömning av kvävedioxid

Resultatet från spridningsberäkningarna visar på god överensstämmelse med uppmätta halter vid Gårda. De beräknade haltnivåerna av kvävedioxid minskade för år 2020 i jämförelse med nulägeshalterna. Halterna beräknas vara som högst på den östra sidan av planområdet, som vetter Kungsbackaleden, men avtar snabbt med avståndet från leden. Halterna bedömdes utanför vägområdet där människor exponeras för luftföroreningar och där miljökvalitetsnormerna ska tillämpas.

Årsmedelvärdet för miljökvalitetsnormen ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) innehölls vid de föreslagna byggnaderna för samtliga scenarion. Planområdets östra gräns mot Kungsbackaleden uppvisar dock höga halter och miljökvalitetsnormen är nära att tangeras i dagsläget och i 2020-scenariot. Miljökvalitetsmålet på $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ klaras inte för vid byggnaderna under varken nuläges- eller 2020 scenariot.

Miljökvalitetsnormen för dygnsmedelvärde (60 µg/m³) bedöms vara den miljökvalitetsnorm där det föreligger stor risk för överskridande. Enligt beräkningarna överskrider miljökvalitetsnormen i de östra delarna av planområdet i dagsläget och i framtidsscenariot 2020. Miljökvalitetsnormen klaras dock vid de föreslagna byggnaderna och för samtliga scenarion.

Miljökvalitetsnormen för timmedelvärde (90 µg/m³) klaras för samtliga scenarion vid de föreslagna byggnaderna. Planområdets östra delar uppvisar dock höga halter och överskrider miljökvalitetsnormen i dagsläget. I framtidsscenariot 2020 är den östra gränsen nära att tangerar miljökvalitetsnormen. Miljökvalitetsmålet på 60 µg/m³ klaras inte i nuläget- eller 2020 scenariot i planområdet.

Gaturumsberäkningarna visade att halterna blir något högre efter genomförandet av detaljplanen i gaturummen vid Ullevigatan och Fabriksgatan, men miljökvalitetsnormerna bedöms klaras. Detaljplanen bedöms inte påverka halterna på Kungsbackaleden.

Förklaringen till de reducerade kvävedioxidhalterna för scenariot 2020 är att bakgrundhalterna, enligt SMHIs beräkningar, förväntas minska med cirka 10 %. I detta antagande är de framtida trafikökningarna medräknade.

4.2 Partiklar som PM₁₀

Partiklar utgörs av mikroskopiska delar av fast materia eller flytande ämnen som är suspenderade i atmosfären. Partiklar tillförs atmosfären genom både naturliga och mänskliga aktiviteter. Naturliga aktiviteter innefattar skogsbränder samt uppvirvling av jorddam, sand och havssalt. Mänskliga aktiviteter har generellt sett större inverkan på partikelhalten i urbana miljöer. Sådana aktiviteter som bidrar till partikelhalten är väg-, båt- och spårtrafik samt industriella processer och vedeldning.

PM₁₀ är ett storleksintervall för inandningsbara partiklar med en diameter mindre än 10 µm. Partiklar med en diameter större än 10 µm fastnar i de övre andningsvägarna. Partiklar har negativ inverkan på människors hälsa och det har genom epidemiologiska studier kunnat påvisas negativa hälsoeffekter redan vid låga partikelhalter.

I Göteborg utgör bakgrundhalten, som tillförs genom långdistanstransporter, ett betydande bidrag till partikelhalten. För partiklar utgör bakgrundhalten i dagsläget den största delen av partikelhalten, allteftersom det lokala bidraget fortsätter att minska. För det lokala bidraget står i huvudsakligen vägtrafiken, genom slitage av vägbanan och uppvirvling av vägdamm. Vid planområdet dominerar vägtrafikleden Kungsbackaleden även för partiklar.

4.2.1 Genomförda mätningar av partiklar (PM₁₀)

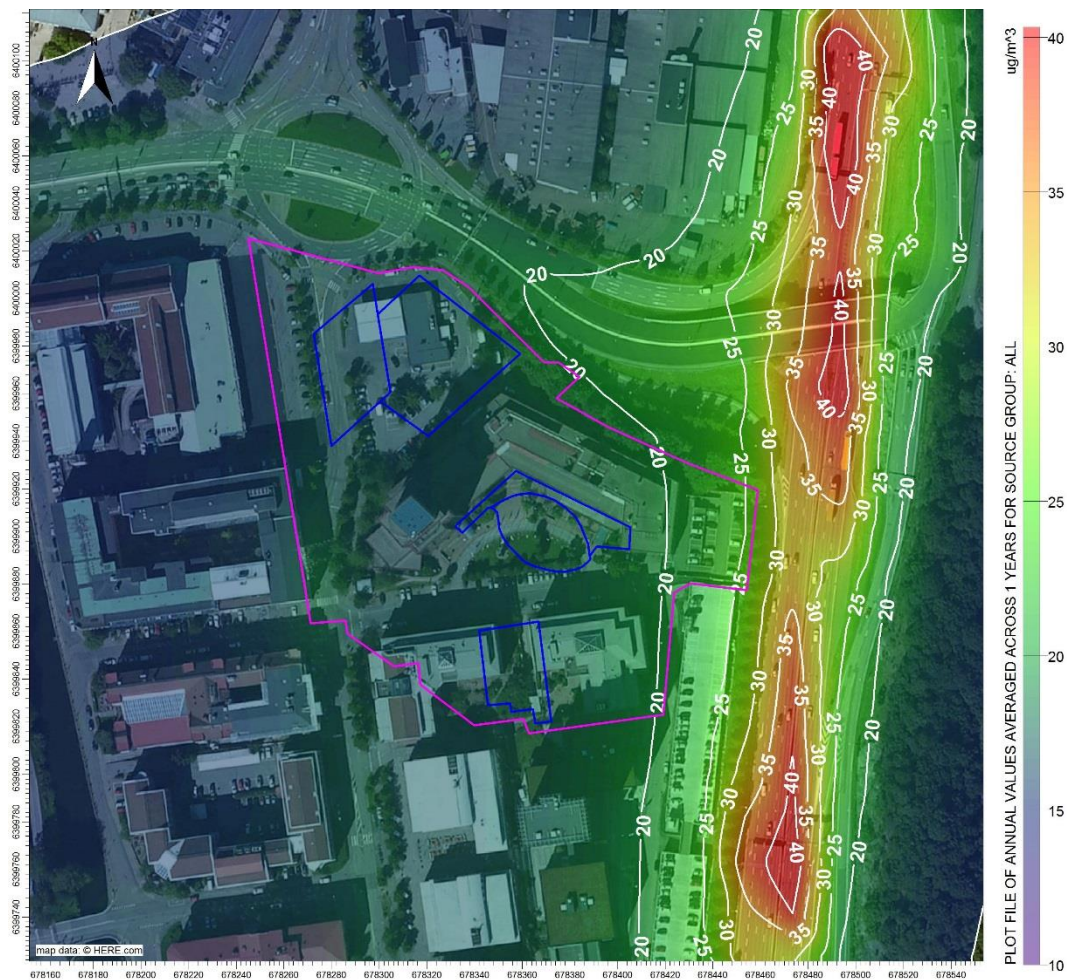
Genomförda mätningar av PM₁₀ har under de senaste åren visat på generellt minskade partikelhalter i Göteborg och i dagsläget innehålls miljö kvalitetsnormerna vid samtliga mätstationer.

Tabell 8. Halter av partiklar (PM₁₀) vid mätstationen i Gårda, 2011-2015

Partiklar PM ₁₀ (µg/m ³)	MKN	Gårda				
		2011	2012	2013	2014	2015
Medelvärde	40	23,2	22,3	21,6	21,1	21,4
90 %-il dygn	50	41	38,2	36,6	34,8	36

Det har inte skett något överskridande av miljö kvalitetsnormen för partiklar som PM₁₀ under de år som mätningarna genomförts.

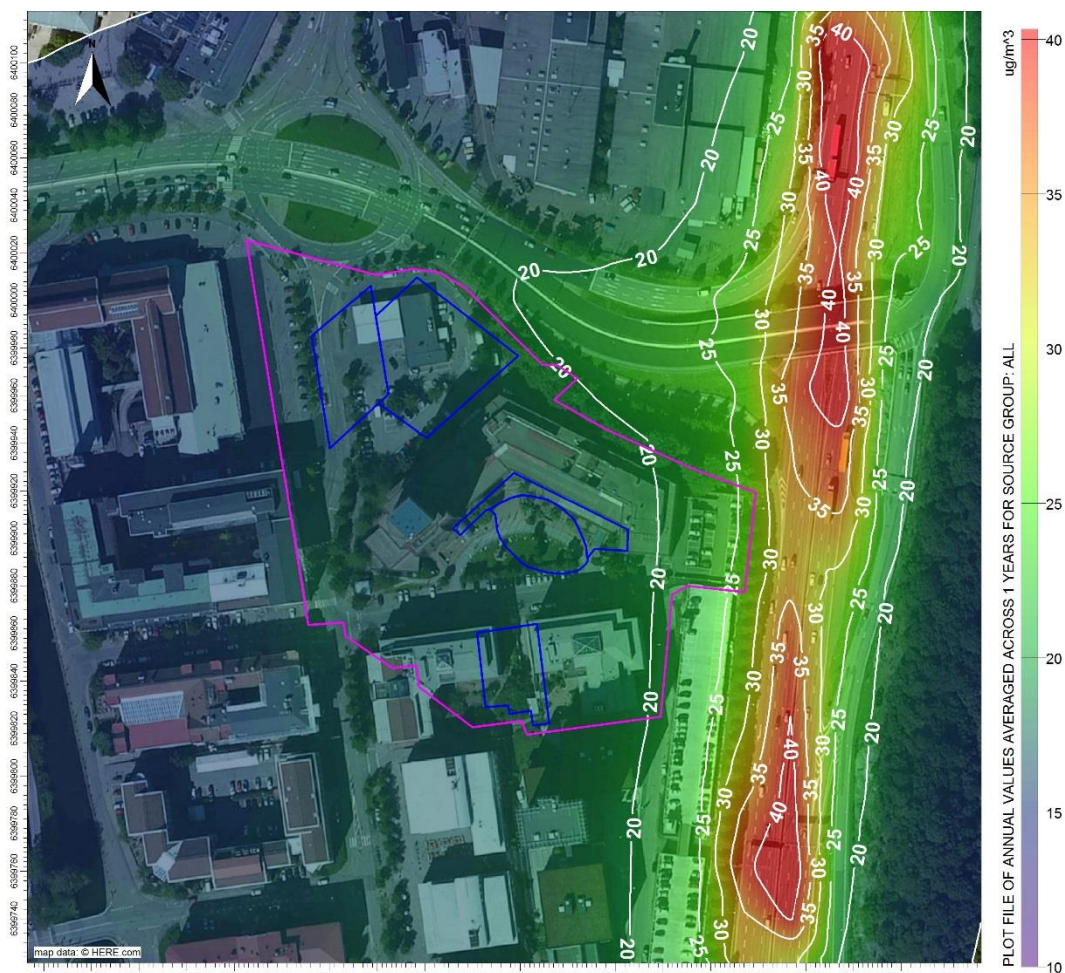
4.2.2 PM₁₀ Årsmedelvärden



Figur 11. Nuvarande situation 2016, beräknade halter av partiklar (PM₁₀) som årsmedelvärden. Föreslagna byggnader är markerade med blå linje och planområdet med lila linje.

De högst beräknade halterna som årsmedelvärde vid de föreslagna byggnaderna ligger på omkring 18 µg/m³.

Värdena ska jämföras mot miljökvalitetsnormens gränsvärde för PM₁₀ på 40 µg/m³. Miljökvalitetsmålet Frisk Luft för partiklar som PM₁₀ ligger på 15 µg/m³.

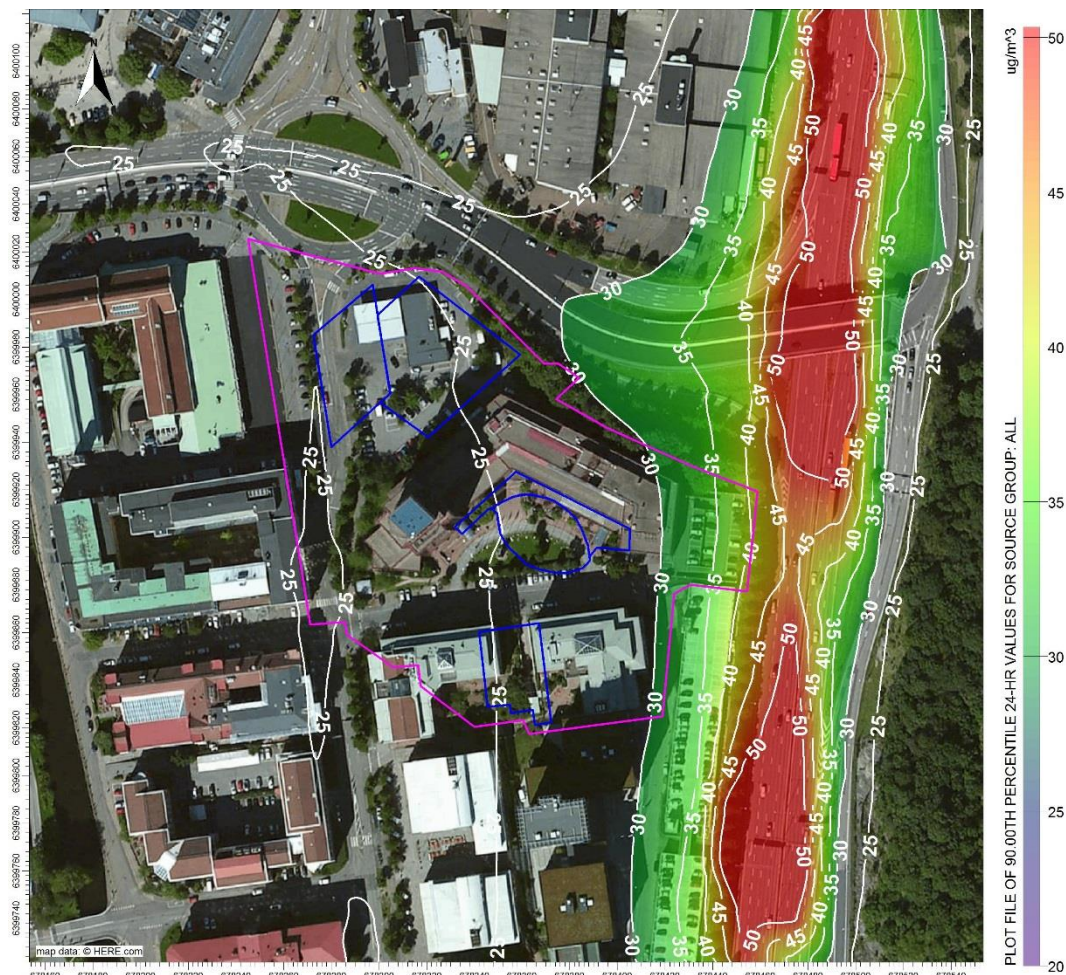


Figur 12. Framtida scenario 2020, beräknade halter av partiklar (PM_{10}) som årsmedelvärden. Föreslagna byggnader är markerade med blå linje och planområdet med lila linje.

De högst beräknade halterna som årsmedelvärde vid de föreslagna byggnaderna ligger på omkring $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Värdena ska jämföras mot miljö kvalitetsnormens gränsvärde för PM_{10} på $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Miljö kvalitetsmålet Frisk Luft för partiklar som PM_{10} ligger på $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

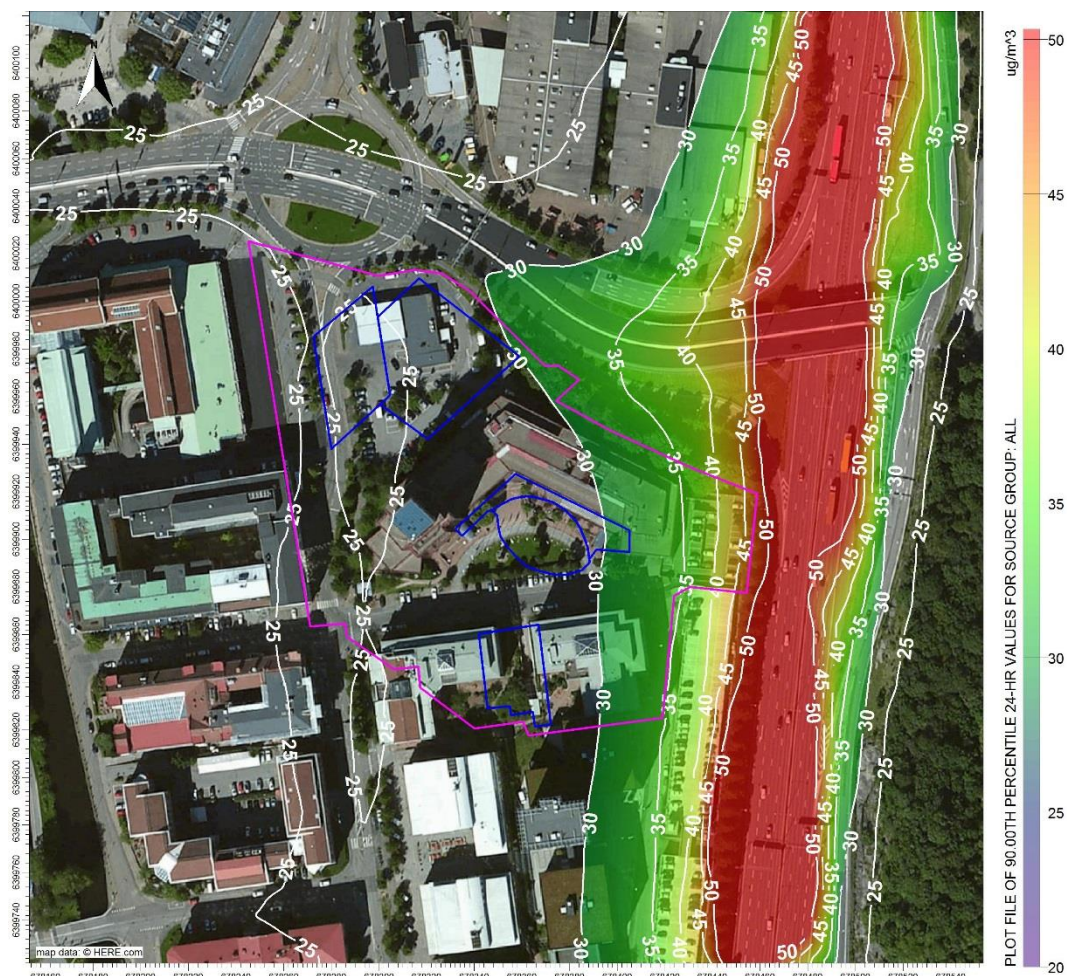
4.2.3 PM₁₀ Dygnsmedelvärden



Figur 13. Nuvarande situation 2016, beräknade halter av partiklar (PM₁₀) som dygnsmedelvärden (90-percentil). Föreslagna byggnader är markerade med blå linje och planområdet med lila linje.

De högst beräknade halterna som dygnsmedelvärde (90-percentil) vid de föreslagna byggnaderna ligger båda på omkring 27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Värdena ska jämföras mot miljö kvalitetsnormens dygnsmedelvärde på 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ för dygnsmedelvärde som 90-percentil och år. Miljö kvalitetsmål Frisk Luft för partiklar som PM₁₀ avseende dygnsmedelvärde som 90-percentil ligger på 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figur 14. Framtida scenario 2020, beräknade halter av partiklar (PM_{10}) som dygnsmedelvärden (98-percentil). Föreslagna byggnader är markerade med blå linje och planområdet med lila linje.

De högst beräknade halterna som dygnsmedelvärde (90-percentil) vid de föreslagna byggnaderna ligger båda på omkring $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Värdena ska jämföras mot miljökvalitetsnormens dygnsmedelvärde på $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ för dygnsmedelvärdet som 90-percentil och år. Miljökvalitetsmål Frisk Luft för partiklar som PM_{10} avseende dygnsmedelvärdet som 90-percentil ligger på $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

4.2.4 Gaturumsberäkning

Beräkningar med SIMAIR-väg utfördes runt detaljplansområdet och inkluderade de närliggande gatorna Kungsbackaleden, Ullevigatan och Fabriksgatan. Gaturummen längs Ullevigatan och Fabriksgatan får ökade byggnadshöjder och sluts därav något i scenariot i scenariot efter utbyggnaden. För att utreda hur genomförandet av detaljplanen påverkar luftföroreningsituationen i gaturummen, utfördes ett nuläges-scenario med befintlig bebyggelse och ett scenario efter utbyggnaden.

Tabell 9. Högst beräknade halter av partiklar (PM_{10}) år 2020, 2 m från fasad och 2 m ovan mark

	Årsmedelvärde [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		Dygsmedelvärde (90-percentil) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	
	Innan utbyggnad	Efter utbyggnad	Innan utbyggnad	Efter utbyggnad
Kungsbackaleden	22,4	22,4	40,2	40,2
Ullevigatan	17,7	20,4	28,8	33,5
Fabriksgatan	16	17,3	25,8	28,1
MKN*	40		50	
MKM**	15		30	

*Miljökvalitetsnorm för utomhusluft av föroreningsnivåer som inte får överskridas

**Miljökvalitetsmålet, Frisk luft, riktvärden som upprättats med hänsyn till känsliga grupper

Resultatet visar att halterna blir något högre i gaturummen Ullevigatan och Fabriksgatan efter genomförandet av detaljplanen och utbyggnaden. Detaljplanen bedöms inte påverka halterna på Kungsbackaleden. Halterna bedöms som måttliga i gaturummet längs Kungsbackaleden, Ullevigatan och Fabriksgatan efter utbyggnaden.

Miljökvalitetsnormerna överskrids inte för något av scenarierna vid närmaste fasad till planområdet.

4.2.5 Bedömning av partiklar (PM_{10})

Resultatet visade på god överensstämmelse med uppmätta mätvärden vid Gårda. Partikelhalterna uppvisade en mycket lägre variation mellan scenarierna i jämförelse med kvävedioxidhalterna.

Beräknade partikelhalter klarar miljökvalitetsnormerna för års- och dygsmedelvärde med god marginal för samtliga scenarion vid de föreslagna byggnaderna. Planområdets östra gräns är dock nära att tangera miljökvalitetsnormen för dygsmedelvärde i scenariot 2020.

Miljökvalitetsmålet "Frisk Lufts" årsmedelvärde för partiklar som PM_{10} ligger på $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och klarar inte vid de föreslagna byggnaderna. Miljökvalitetsmål för årsmedelvärde kan dock i framtiden vara svårt att nå. Detta eftersom bakgrundhalterna, som utgör en stor del av den totala partikelhalten, beräknas ligga runt årsmedelvärdet, som innebär att det

kommer vara svårt att uppnå även om vägtrafiken reduceras. Miljökvalitetsmålet för dygnmedelvärde, som ligger på 30 µg/m³ klaras dock vid byggnaderna för båda scenariona.

Gaturumsberäkningarna visade att halterna blir något högre efter genomförandet av detaljplanen i gaturummen vid Ullevigatan och Fabriksgatan, men miljökvalitetsnormerna bedöms klaras. Detaljplanen bedöms inte påverka halterna på Kungsbackaleden.

Anledningen till att partikelhalterna inte minskar i samma utsträckning som kvävedioxidhalterna mellan scenariona är att andelen fordon med dubbdäck antogs vara densamma för samtliga scenarion. Den prognostiserade trenden när det gäller partiklar och särskilt bakgrundshalter inte är lika positiv som för kvävedioxid.

5 Luftföroreningsreducerade åtgärder

Det finns många sätt att minska emissioner av luftföroreningar. I många fall är det av betydelse att vidta åtgärder för att reducera luftföroreningarna till nivåer som naturen och vi människor tål; utan ekonomiska och materiella upppoffringar. Generellt kan tre tillvägagångssätt övervägas för att förbättra luftkvaliteten i urbana miljöer: kontrollera mängden av luftföroreningen, kontrollera intensiteten av föroreningen, och kontrollera spridningsvägarna mellan källan och mottagarna.

Göteborg har haft svårt med att klara miljökvalitetsnormerna av framförallt kvävedioxid, men även tidvis partiklar (PM₁₀) och har upprättat ett åtgärdsprogram för kvävedioxid. Trots vidtagna åtgärder kvarstår problemet med att klara normen för kvävedioxid. Följande åtgärder antas ha en positiv inverkan på utsläppen av luftföroreningar vid planområdet. Åtgärderna är mer lokalinriktade och anses för projektet möjliga att påverka. I Bilaga A listas mer generella och stadsövergripande åtgärder.

5.1 Bullerskärmar

Bullerskärmars primära syfte är att minska bullernivåerna från trafiken genom att blockera och att avböja ljudvågor. Det har dock visat sig att bullerskärmar även kan ha en positiv effekt på luftkvaliteten. Genomförda mätningar och modellberäkningar har påvisat både en begränsande och reducerande effekt på luftföroreningar omedelbart bakom bullerskärmen (SLB-analys, 2013:1; Bowker et al., 2007). Detta då skärmen håller kvar luftföroreningarna på vägsidan och därmed minskar inblandningen av trafikavgaser i luften på andra sidan av bullerskärmen (Janhäll, 2015). Skärmarna kan öka den lokala turbulens (blandning och utspädning) och inducera den vertikala rörelse hos plymen, vilket i sin tur leder till reducerade koncentrationer. Studier tyder på att denna vertikala rörelse eller uppåtböjning av luft skapar en cirkulär hållighet i vindriktning från barriären, som innehåller en välblandad, och potentiellt lägre koncentration av luftföroreningar (Brechler et al. 2014; Baldauf et al. 2009). Bullerskärmens höjd har stor inverkan på spridningen och effekten minskar med minskad skärmshöjd. Mätningar bakom en 4 meter hög skärm har påvisats ge signifikant lägre halter i jämförsele med mätningar utan skärmar (Danish road institute, 2011). En skärm kan påverka vindfältet på ett avstånd mer än 10 meter skärmens höjd (Tiwarý et al., 2005).

Bullerskärmarnas effekt på ämnen som genomgår mer komplexa processer efter att de emitterats, som exempelvis partiklar är dock till viss del begränsad. Partiklar kan genomgå olika koagulerings och kondensations processer efter att de emitterats samt att de kan deponeras på bullerskärmarnas yta. Detta innebär att det är många osäkerhetsparametrar som försvårar noggranna antaganden och beräkningar.

Det finns i nuläget inga bullerskärmar mot planområdet. Både de befintliga och planerade byggnaderna i planområdet bildar dock en barriär mot de omkringliggande vägarna. Stora, fasta strukturer så som byggnader påverkar också luftflödet på ett liknande sätt som de som beskrivits för bullerskydd (Baldauf et al. 2009). Byggnaderna antas därför ha en avskärmade effekt på luftföroreningarna, som genereras från vägtrafiken. Den förändring som sker av bebyggelsen i utbyggnadsalternativet medför därför att människor som vistas i planområdet inte utsätts för en ökad risk för exponering av hälsofarliga luftföroreningar jämfört med nuläget. I områden där byggnader upphör har högre halter påträffats. Detta då luftföroreningar kan ackumuleras längs väggen för att sedan frigörs vid slutet av byggnaden.

5.2 Vegetation

Vegetation som placerats i närheten av vägtrafik har påvisats ha en inverkan på föroreningskoncentrationen. Trädens grenar och löv bildar en komplex och porös struktur, som kan öka turbulensen och därigenom underlätta spridningen och blandningen av luftföroreningar. Träd och annan vegetation kan även verka luftföroreningsreducerande genom att öka upptaget (depositionen) av luftföroreningar, i synnerhet för partiklar (Baldauf et al. 2009). Studier har visat på betydelsen av att placera vegetationen nära källan för att uppnå största möjliga deposition (Pugh, 2012).

Det finns flera faktorer som påverkar depositionen av partiklarna på träden. Skillnader i partiklarnas egenskaper, så som storleken, geometrin och kemiska sammansättningen anses som de viktigaste. Det är de allra minsta (<0.1 mikrometer, μm) och de allra största partiklarna (1 – 10 μm), som har högst chans att deponeras på träden. Den lokala vägtrafiken ger upphov till just dessa två partikelfraktioner, varav den största partikelfractionen utgör det största lokala bidraget till PM_{10} halterna. Detta innebär att trädplantering skulle utgöra ett bra sätt att reducera halterna vid planområdet. Val av trädart har visat sig vara av betydelse, då studier påvisat relativt stora skillnader i partikelupptag mellan olika trädarter. Trädplanterings utformning och omfattning påverkar också hur mycket partiklar som kommer att deponera.

Trädplanteringar kan minska ozonhalterna genom att ozonet, som är en reaktiv gas, deponeras på träden eller absorberas (passerar in) via t ex bladens/barrens klyvöppningar. Kvävedioxidhalterna i gatumiljö påverkas och begränsas av mängden ozon som finns tillgänglig för oxidation av kväveoxid till kvävedioxid. Träden kan därmed ha en indirekt påverkan på kvävedioxidhalterna, genom att träden tar upp ozonet, vilket innebär att även kvävedioxidhalterna kan minska. Kvävedioxid kan även deponeras direkt på träden, dock är upptagseffektiviteten relativt låg, i synnerhet för barrträd (Johansson, 2009).

Det föreligger vissa osäkerheter gällande vegetationens exakta effekter på luftföroreningar. Variabler som exempelvis typ av träd, planthöjd, växtlighet tjocklek och trädartens blad- eller barryta samt kronutbredning kommer sannolikt att påverka blandningen och depositionen. Kunskapsläget om de specifika förhållandena mellan dessa faktorer är i dagsläget begränsad (Baldauf et al. 2009).

Ur luftsynpunkt är det fördelaktigt att bevara trädlinjen mot Kungsbackaleden och Ullevigatan, för att uppnå bästa möjliga deposition. Utformningen av vegetationen kommer att påverka möjligheten till spridningen och filtrering av luften och deponering av luftföroreningarna på vegetationsytorna. Vegetationen inom planområdet kan antas ha en luftföroreningsreducerande effekt. Detta då en del av luftföroreningarna skulle kunna deponeras på träden och därigenom minska den totala föroreningshalten inom planområdet. Vegetationen kan dock även leda till minskad turbulens och därigenom omblandningen och spridningen av luftföroreningarna. Detta kan framför allt ske i tätastadsmiljöer där utspädningen redan utan vegetation är begränsad (Janhäll, 2015). Vissa delar inom området kommer bli något slutna genom byggnation av de föreslagna kontor- och verksamhetslokaler. Därför att det viktigt att inte plantera träden tätt så gaturummen ytterligare sluts. Vid för tätt planterade träd finns risken att luftföroreningarna stängs in under trädkronorna, vilket kan öka människors exponering av luftföroreningar. Förslagsvis skulle låga häckar eller buskar kunna placeras i den direkta närheten av gatan.

6 Sammanfattande bedömning

För att skydda människors hälsa och miljön har regeringen utfärdat en förordning om miljö kvalitetsnormer (MKN) för utomhusluft. Miljö kvalitetsnormerna bör inte tillämpas för luften på vägbanan som enbart fordonsresenärer exponeras för. Dock ska luften utanför vägområdet där människorna vistas och exponeras för luftföroreningar, bedömas mot upprättade miljö kvalitetsnormer.

I Göteborg har vägtrafiken identifierats som den huvudsakliga källan till kvävedioxid och partiklar (PM_{10}), och högst haltnivåer uppmäts i närheten med de stora trafiklederna och i slutna gaturum. Övriga källor är industriella verksamheter och vedeldning men också långväga transporter från mer avlägsna källor, både inom Sverige och utanför landets gränser. Partiklar (PM_{10}) och kvävedioxid är de luftföroreningar som idag uppvisar höga halter i Göteborg och riskerar att överskrida de miljö kvalitetsnormer som finns definierade.

I denna utredning har spridningsberäkningar utförts för detaljplansområdet kontor vid Ullevigatan, som är beläget söder om Ullevimotet i Gårda, cirka 1 km från Göteborgs centrum. Syftet med spridningsberäkningarna var att visa på fördelningen av kvävedioxid (NO_2) och partiklar (PM_{10}) vid de föreslagna byggnaderna och i omkringsliggande gaturum samt att jämföra uppmätta och beräknade halter mot föreskrivna miljö kvalitetsnormer och det nationella miljö kvalitetsmålet, Frisk luft. Beräkningar utfördes för den nuvarande situationen och 2020 med beräknade framtida trafikmängder. Då det finns osäkerheter kring att utsläppen och emissionsfaktorerna för kväveoxider faktiskt kommer att minska i

samma utsträckning som HBEFA räknat med, genomfördes även ett "worst case" scenario där dagens emissionsfaktorer användes för 2020.

Resultatet från spridningsberäkningarna stämde väl överens med tidigare genomförda mätningar vid Gårda och visade att miljö kvalitetsnormerna för kvävedioxid klaras för samtliga scenarion vid de föreslagna byggnaderna. Enligt beräkningarna bedöms dygnsmedelvärdet för kvävedioxid vara den miljö kvalitetsnormen, som idag uppvisar högst halter. Vid den östra delen av planområdet överskrider miljö kvalitetsnormerna för kvävedioxid som dygns- och timmedelvärdet i dagsläget I framtidsscenariot 2020 är års- och timmedelvärdet nära att tangerar miljö kvalitetsnormen vid den östra gränsen till planområdet, medan dygnsmedelvärdet överskrider en bit in i planområdet. Miljö kvalitetsmålet för årsmedelvärde klaras inte varken för nuläges- eller 2020 scenariot. Miljö kvalitetsmålet som timmedelvärde klaras inte i nuläges-scenariot, men klaras inom vissa delar av planområdet år 2020; däribland den föreslagna torgytan söder om den norra byggnaden mot Ullevigatan.

Halterna av kvävedioxid beräknades minska till 2020 i jämförelse med nuvarande situation. Förklaringen till de reducerade kvävedioxidhalterna för scenariot 2020 är att bakgrundhalterna, enligt SMHIs beräkningar, förväntas minska med cirka 10 %.

Partikelhaltens års- och dygnsmedelvärde förändras inte nämnvärt mellan de olika scenariona. Miljö kvalitetsnormerna klaras dock för samtliga scenarion inom planområdet och antas inte utgöra en begränsande faktor i framtiden. Planområdets östra gräns är dock nära att tangera miljö kvalitetsnormen för dygnsmedelvärde i scenariot 2020. Miljö kvalitetsmålet "Frisk Lufts" årsmedelvärde för partiklar, PM₁₀ (15 µg/m³) klaras inte vid de föreslagna byggnaderna. Miljö kvalitetsmålet för dygnsmedelvärde, som ligger på 30 µg/m³ klaras dock vid byggnaderna för båda scenariona.

Anledningen till att partikelhalterna mer eller mindre hålls konstanta, är att den antagna minskningen i andelen fordon med dubbdäck till viss del motverkas av den prognostiserade trafikökningen. Framtidsprognoserna av partiklarnas bakgrundshalter är inte heller lika positiv som för kvävedioxid.

Gaturumsberäkningarna visade att halterna blir något högre efter genomförandet av detaljplanen i gaturummen vid Ullevigatan och Fabriksgatan, men miljö kvalitetsnormerna bedöms klaras för både kvävedioxid och partiklar (PM₁₀). Detaljplanen bedöms inte påverka halterna på Kungsbackaleden.

De föreslagna kontor- och verksamhetslokaler i planområdet kommer byggas i närhet till Kungsbackaleden. Detaljplanen medför att fler människor utsätts för exponering av luftföroreningar jämfört med nuläget inom planområdet. Vid de föreslagna byggnaderna bedöms miljö kvalitetsnormerna klaras för samtliga scenarion. Att bygga ihop bostadskropparna anses fördelaktigt eftersom det bildar en effektiv barriär mot inträngning av höga halter i området, vilket kan leda till lägre föroreningshalter på innergårdarna. Att bygga ihop huskroppar minskar även risken för uppkomsten av vertikala virvlar mellan byggnaderna, som kan leda till sämre ventilation och högre föroreningshalter på innergårdarna. Då halterna avtar med höjden kan de föreslagna

byggnaderna även leda ner renare luft från högre nivåer (SLB, 2013:2). Viktigt att tillägga är att spridningsmodellen varken tagit enskilda byggnaderna eller vegetationen i beaktning. Byggnaderna antas ha en viss reducerande effekt på kvävedioxid- och partikelhalten, genom att verka som en avskärmande barriär.

Ur luftsynpunkt vore det fördelaktigt att bevara trädlinjen mot Kungsbackaleden och Ullevigatan. Detta då studier har kunnat påvisa att störst reducerande effekt uppnås vid kombination av ett fysiskt hinder, så som byggnader/bullerskärmar, och vegetation. Gaturummen inom planområdet kan dock bli något mer slutet vid genomförandet av detaljplanen. Detta skulle kunna föranleda situationer med högre haltnivåer. Vegetation kan försämra omblandningen och spridningen av luftföroreningar genom minskad turbulensen i slutna gaturum och det är därav viktigt att inte plantera träden för tätt så gaturummet ytterligare sluts.

Miljökvalitetsnormerna kommer att med största sannolikhet klaras vid de föreslagna byggnaderna. Dock riskerar planområdets östra gräns mot Kungsbackaleden att tangera miljökvalitetsnormen för kvävedioxid som dygnsmedelvärde även i ett framtida scenario. Det finns det inte någon nivå under vilken inga negativa hälsoeffekter uppkommer, i synnerhet för partiklar. Därför är fördelaktigt med så låga luftföroreningshalter som möjligt där folk vistas. De högsta halterna beräknas ske i de östra delarna av planområdet och det är bra om planen utformas så att människor inte uppmuntras till vistelse i dessa områden. Förslagsvis kan entréer placeras bort från den utsatta sidan av huset som vetter mot Kungsbackaleden. Det är även att föredra om tilluften för ventilation inte tas från fasader som vetter mot Kungsbackaleden, utan från taknivå eller från andra sidan av byggnaden.

7 Referenser

Baldauf, R., Watkins, N., Heist, D., Bailey, C., Rowley, P., & Shores, R. (2009). Near-road air quality monitoring: Factors affecting network design and interpretation of data. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 2(1), 1-9.

Barnverket. (2007). Järnvägens bidrag till samhällsutvecklingen – inriktningsunderlag 2010–2019. Underlagsrapport – Miljöbedömning

Barck C., Lundahl J., Halldén G. et al. Brief exposures to NO₂ augment the allergic inflammation in asthmatics. *Environ Res.* 2005; 97(1):58-66

Bowker, G. E., Baldauf, R., Isakov, V., Khlystov, A., & Petersen, W. (2007). The effects of roadside structures on the transport and dispersion of ultrafine particles from highways. *Atmospheric Environment*, 41(37), 8128-8139.

Brechler, J. & Fuka, V. (2014). Impact of Noise Barriers on Air-Pollution Dispersion. *Natural Science*, 6, 377-386 <http://dx.doi.org/10.4236/ns.2014.66038>

Danish road institute. (2011). Optimized noise barriers. Report 194

EEA. (2013). Air quality in Europe 2013. Report No 9/2013. ISSN 1725-9177

FAIRMODE. (2011). Guide on modelling Nitrogen Dioxide (NO₂) for air quality assessment and planning relevant to the European Air Quality Directive. ETC/ACM Technical Paper 2011/15

Folkehelseinstituttet, Attramadal, T. 2011: Luftforurensning i byer og tettsteder - helsekonsekvenser av dagens situasjon (<http://www.luftvard.se/se/nedladdningsbara-filer/vårseminariet-2012-12850225>)

Gehrig, R., Hill, M., Lienemann, P., Zwicky, C. N., Bukowiecki, N., Weingartner, E., Baltensperger U., & Buchmann, B. (2007). Contribution of railway traffic to local PM₁₀ concentrations in Switzerland. *Atmospheric Environment*, 41(5), 923-933

Gustavsson M., Blomquist G., Franzén L. & Rudell B. (2003). Föroreningsnedfall från järnvägstrafik. VTI 947

Janhäll, S. (2015). Review on urban vegetation and particle air pollution—Deposition and dispersion. *Atmospheric Environment*, 105, 130-137.

Johansson, C. (2009). Påverkan på partikelhalterna av trädplantering längs gator i Stockholm. SLB 2:2009

Johansson, J., Norman, M. & Gustafsson, M. (2008). Genomsnittliga emissionsfaktorer för PM₁₀ i Stockholmsregionen som funktion av dubbdäcksandel och fordonshastighet. SLB 2:2008

Naturvårdsverket. (2010). Naturvårdsverkets föreskrifter om kontroll av luftkvalitet. NFS 2010:8

Naturvårdsverket. (2014). Luftguiden – Handbok om miljö kvalitetsnormer för utomhusluft. Handbok 2014:1

Pugh, T. A., MacKenzie, A. R., Whyatt, J. D., & Hewitt, C. N. (2012). Effectiveness of green infrastructure for improvement of air quality in urban street canyons. *Environmental science & technology*, 46(14), 7692-7699

SLB-analys. (2013:1). Luftutredning vid kv Månstenen i Solberga. LVF 2013:5

SLB-analys. (2013:2). Vertikal variation av luftföroreningshalter i ett dubbelsidigt gaturum. SLB 11:2013

SMHI. (2012). Luftkvaliteten i Sverige år 2020. Meteorologi Nr 150. ISSN: 0283-7730

SMHI. (2013). Luftkvaliteten i Sverige år 2030. Meteorologi Nr 155. ISSN: 0283-7730

Staxler L., Järup L. & Bellander T. (2001). Hälsoeffekter av luftföroreningar - En kunskapssammanställning inriktad på vägtrafiken i tätorter. Rapport från Miljömedicinska enheten 2001:2

Svensson, T. & Hedström, R. 2003. Hastighetsdämpande åtgärder och integrerad stadsplanering – En litteraturstudie. VTI meddelande 946. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.

Tiway, A., Morvan, H. P., & Colls, J. J. (2006). Modelling the size-dependent collection efficiency of hedgerows for ambient aerosols. *Journal of aerosol science*, 37(8), 990-1015.

Trafikanalys. (2016). Fordon i län och kommuner.

Trafikverket. (2015). Trafikuppräkningsstal för EVA 2010-2030-2050.

Trivector. (2012). Effekter av generell hastighetssänkning i Göteborg. PM 2012:22

Trivector. (2014). Trängselskattens principer och effekter i staden – en beskrivning av trängselskattens effekter jämfört med andra styrmedel. PM 2014:57

Bilaga A Luftförorenings reducerade åtgärder

Dubbdäcksförbud

Dubbdäck ökar slitaget av asfalten avsevärt mer än dubbfria alternativ och är en betydande källa av grova partiklar under torra barmarksförhållanden. Högsta emissionerna av partiklar uppkommer på senvintern/våren. Under denna period är dubbdäcksanvändningen fortfarande hög, vägbanorna är ofta torra och ackumulerat material från sand och saltning på vägbanan efter vintern, virvlas upp och hålls suspenderande. Under vintern förekommer generellt något lägre partikelhalter, tack vare att vägbanorna är frusna och/eller våta vilket gör att partiklarna till stor del binds i vägbanan (Johansson et al. 2008).

Göteborgs Stad har infört dubbdäcksförbud på Friggagatan och Odinsgatan, och Miljöförvaltningen har utvärderat effekten av dubbdäcksförbudet på luftkvaliteten och kommit fram till förbudet dels har en direkt effekt på dubbdäcksanvändningen på gatan, dels en indirekt effekt i Göteborg som helhet. För att fastställa effekten av dubbdäckförbudet på den generella luftkvaliteten i Göteborg, krävs detaljerad mätdata över den totala fordonsmängden samt trafikarbetsfördelningen mellan olika fordonsslag (Göteborgs Stad, 2013:8).

Vid uppskattningar baserat på mätningarna har man försökt visa hur många procent av personbilarna skulle få använda dubbdäck för att miljökvalitetsnormerna ska klaras vid olika gaturum. Dessa uppskattningar är dock befästa med viss osäkerhet, då toleransen vad gäller dubbandel, eller hur stor dubbdäcksandel en väg "tål", varierar mellan olika år, beroende på meteorologiska förhållanden och bakgrundshalterna (Johansson et al. 2008). Det kan dock fastställas att minskad dubbdäcksandel leder till minskade partikelhalter.

Partikelbindande medel

Partikelbindande medel är en saltlösning, som sprids på vägbanan för att hålla vägbanan fuktig. Därigenom minskar uppvirvling av vägdamm och minskar halterna av partiklar (PM₁₀) i luften. Högst effekt erhålls ett par dagar efter det att medlet spridits och avtar därefter gradvis. Efterföljande mätningar på platser där det partikelbindande medlet spridits har kunnat visa på en 20-30 procentig reduktion av halten partiklar i luften.

Miljöförvaltningen sprider partikelbindande medel på Kungsbackaleden och Ullevigatan. Detta antas reducera antalet tillfällen med förhöjda partikelhalter i området.

Lokala trafikreglerande åtgärder

Bilförbud

Enligt lagen (1990:1079) om tillfälliga bilförbud får Regeringen, eller efter dess bemyndigande en kommun, fatta beslut om tillfälligt förbud mot trafik med person- och lastbilar inom vissa områden av kommunen. För att fatta ett sådant beslut måste

luftföroreningarna uppnå nivåer som innebär akuta hälsorisker för dem som vistas i kommunen.

Göteborgs stad har rätt att fatta beslut om tillfälligt bilförbud inom vissa delar av kommunen (så kallade förbudsområden) i enlighet med regeringens utfärdade förordning (SFS 1990:1080). För att förordningen ska kunna tillämpas måste vissa kriterier uppfyllas. Halten av bland annat kvävedioxid måste uppgå till minst 240 µg/m³ luft under minst fyra timmar i följd samt att halterna väntas bestå under minst ett dygn. Föroreningarna ska mätas på lägst 15 meters höjd, och i lägen som inte är direkt exponerade mot föroreningskällan. Kommunen ska ha antagit en särskild beredskapsplan, där förbudsområdena utformas så att genomgående trafik inte hindras i onödan.

Göteborgs stad har gjort bedömningen att det är mycket osannolikt att den beskrivna luftföroreningssituationen uppkommer och har därför inte upprättat en beredskapsplan, som lagen föreskriver. Detta innebär för närvarande att Göteborgs stad inte på rättslig grund kan utfärda ett bilförbud, även om en situation med ovannämnda luftföroreningar trots allt skulle uppstå.

Enligt förordningen (SFS 1990:1080) skulle Göteborgs stad, om förordningens bestämmelser vore uppfyllda, kunna stänga av Kungsbackaleden och därigenom minska luftföroreningarna vid Ullevimotet. Detta anses dock som osannolikt dels med tanke på förordningens bestämmelser om att genomgående trafik inte får hindras i onödan och dels att Kungsbackaleden är en statlig allmän väg och ett riksintresse för kommunikationer. Att vidta trafikregleringar som en åtgärd för att reducera luftföroreningar är till viss del tveksamt när det kommer till att mäta effekten av den vidtagna åtgärden. En avstängning av ett antal gator antas ha en reducerande effekt på dessa gator, men det kommer sannolikt inte att minska den totala trafiken, utan endast omfördela den. Det föreligger därför en risk att man endast förflyttar problemet med överskridanden.

Hastighetssänkningar

Fler och fler kommuner i Sverige använder sig av olika former av hastighetsdämpande åtgärder i sina tätorter, i första hand för att åstadkomma säkrare trafikmiljöer och förbättra transportsystemets funktionssätt. Det är idag allmänt accepterat att det finns en stark koppling mellan körförlopp (dvs. hur fordonet framförs) och avgasutsläpp, liksom mellan avgasutsläpp och fordonets frekvens och storlek på såväl acceleration som retardation. Därför kan hastighetsdämpande åtgärder vara viktiga utifrån ett luftkvalitetsperspektiv.

Det kan konstateras att körförloppet med accelerationer, retardationer och hastighetsnivåer är avgörande för åtgärdernas effekt på bränsleförbrukning och utsläpp av kolväten (HC), kväveoxider (NO_x) och kolmonoxid (CO). Vid införande av hastighetsdämpande åtgärder, t.ex. lägre hastighetsgränser, är det mycket viktigt att se till att åtgärderna inte ger upphov till ökade variationer i körförloppet eller köbildning. Väl utformade hastighetsdämpande åtgärder skulle kunna medföra lägre utsläppsnivåer än fysiska konstruktioner, som kan ge upphov till inbromsningar och accelerationer. Införda åtgärder har påvisats medföra minskade avgasutsläpp av NO_x, HC och CO, framför allt

på 30-gatorna, men även på det totala gatunätet (Svensson & Hedström, 2003). För partiklar är effekten av minskade hastigheter lite mer oviss. Med ökad hastighet, ökar fordonens emissioner av partiklar och uppvirvling av partiklar från vägbanan. Samtidigt med ökad hastighet ökar också den trafikgenererade turbulensen vilket ökar utspädningen av partikelemissionerna. Fordonsturbulensen har påvisats vara mycket viktig för utspädningen i smala gaturum, där luftkvalitetsproblemen oftast är störst. Då partikelhalterna är så beroende av platsspecifika variabler, saknas det därför verifierade samband mellan hastighet och partikelhalter (Trivector, 2012).

För att åstadkomma bästa möjliga hastighetsändring måste gatumiljön stödja de önskade hastighetsnivåerna. Att enbart minska hastighetsbegränsningen från 50-40 km/h och 40-30 km/h, har visat sig minska medelhastigheten med ca 2-3 km/h. Om trafikanterna verkligen ska förändra hastigheterna med 10 km/h, bör begränsningen kännas både naturlig och acceptabel. Oavsett hastighetsgräns är de verkliga medelhastigheterna betydligt högre på breda gator med god sikt än på smalare gator med begränsad sikt.

Ekonomiska styrmedel

Ekonomiska styrmedel, i form av bidrag, skatter eller avgifter, används i många sammanhang för att påverka människors beteende, och har också visat sig fungera förhållandevis effektivt. Detta innebär att ekonomiska instrument kan vara verksamma även när det gäller att påverka transportbeteende.

Trängselskatt har som syfte att minska trängseln i hårt trafikbelastade områden och under tider med kapacitetsproblem, genom att införa en högre kostnad för resor vid dessa platser och tider. Resultatet blir att en viss andel av resenärerna, från innan trängselskattens införande, nu väljer att avstå från just dessa bilresor eller att i viss mån samordna sig med andra. Resenärer kan även alternativt välja andra färdmedel, som kollektivtrafik, cykel, resa vid andra tidpunkter, byta målpunkt eller resväg för ärendet.

På så sätt fungerar trängselskatt som ett incitament, vilket inte är att förväxla med en reglering, som istället styr vad som är tillåtet och inte. Reglerande åtgärder är exempelvis att förbjuda biltrafik på utvalda gator eller endast tillåta varutransporter under vissa tider. Åtgärder med incitament (trängselskatt) ger resenärer möjligheten att själv välja hur de ska anpassa sig, men som även innebär att de kan behålla sitt ursprungliga beteende. De resenärer för vilka det skulle varit en särskilt stor uppoffring att avstå från bilresan blir kvar i sitt gamla beteende (och betalar trängselskatten) (Trivector, 2014).

Trängselskatt infördes den 1 januari 2013 i Göteborg med syftet att bland annat förbättra luftkvaliteten och bidra till finansiering av Västsvenska Paketet. Trafikleden Kungsbackaleden förseddes med portaler för trängselskatt. Biltrafiken minskade under 2013 jämfört med 2012, vilket generellt ledde till mindre miljöpåverkan i Göteborgsområdet. Antalet resande med andra transportmedel så som cykel- och kollektivtrafik ökade under samma tidsperiod. Detta mycket tack vare satsningar på utbyggnad och upprustning av cykelbanor, och utökning av busskörfält, vilket gav bättre framkomligheten och därigenom ökad punktlighet och i viss mån minskade restider. Störst minskning i både trafikmängd och därav luftföroreningar erhålls på gator i direkt

anslutning till portalerna, där uppoffringen att köra är som störst. Effekten antas avta med avståndet till gatorna med portalerna.

Miljöförvaltningen i Göteborg har utrett effekten av trängselskattens införande på luftkvaliteten i Göteborgsområdet. Utredningen framhåller att halter av både partiklar (PM₁₀) och kvävedioxid har minskat sedan införandet av trängselskatten. Partiklar uppvisar en större minskning än kvävedioxid. En förklaring till varför minskningen av kvävedioxid var så låg och varför trängselskatten inte haft större effekt antas vara den ökade andelen dieslbilar i fordonsflottan. Dieslbilar har en högre andel direktemitterad kvävedioxid än bensinbilar och utgör ett ökande problem för varför det är svårt att klara miljökvalitetsnormerna, framförallt i gaturummen i större städer.

Det är många faktorer som påverkar halterna av kvävedioxid och partiklar, och det är därav svårt att dra slutsatser om vilket effekt trängselskatten har haft på minskningarna av luftföroreningarna. Kvävedioxid- och framförallt partikelhalterna avgöras till stor del av rådande meteorologiska förhållanden. Vid jämförelser mellan olika halter och år är det därför viktigt att bedöma om året föregicks av meteorologiska förhållanden som gynnade uppkomsten av låga eller höga halter (Göteborgs stad, 2015).

Tekniska krav och utveckling

Upprättande av en miljözon anses som en viktig åtgärd för att klara miljökvalitetsnormerna, som föreskriver att staden ska kunna garantera invånarna en godtagbar luftkvalitetsnivå. Miljözonen ställer utsläppskrav på tunga lastbilar och bussar (totalvikt över 3,5 ton) som trafikerar stadens inre delar. På så sätt uppnås en emissionsminskning där nyttan är som störst eller med andra ord där flest människor bor, arbetar och därigenom exponeras för luftföroreningar. Miljözonen utgör ett viktigt och behövligt komplement till de utsläppskrav som ställs på nya fordon, då den kan reglera att gamla och högemitterande fordon inte nyttjas i staden.

Miljözonens regleringar är även tänkt att stimulera fordonsägare att investera i fordon med högre miljöklasser, för att på så sätt kunna öka utnyttjandetiden i miljözonen. Alla svenska städer med miljözon följer samma lokala bestämmelser och baseras på de föreskrivna reglerna i Trafikförordningen (SFS 1998:1276, kapitel 10). Detta medför att EU:s miljöklassning av fordon avgör vilka fordon som är tillåtna inom miljözon. Planområdet ligger i dagsläget inom Göteborgs stads miljözon och de anslutande vägarna innefattas därför av de utsläppskrav som ställs på fordonen inom miljözonen.

Krav på utsläpp av en rad olika luftföroreningar från fordon regleras i gemensamma bestämmelser inom EU. Detta innebär att Sverige måste implementera eventuella ändringar och tillägg, vilket ger små möjligheter att agera på egen hand. Sedan 1982 finns fastställda regler för tillåtna avgasutsläpp från tunga fordon i Europa. Bestämmelserna avser utsläppen av kväveoxider, kolmonoxid, kolväten och partiklar. Fokus har lagts på att minska utsläpp av partiklar och kväveoxider (NO_x), från i synnerhet dieselfordon. Då kväveoxider och kolväten är ozonbildande ämnen bör en utsläppsreduktion av dessa ämnen leda till märkbara förbättringar av hälsoförhållandena. Beteckningen Euroklass infördes 1990 (Euro 0). Därefter har kraven stegvis skärpts

genom åren 1993 (Euro 1), 1996 (Euro 2), 2000 (Euro 3), 2005 (Euro 4) och 2008 (Euro 5). År 2014 införs Euro 6 och då sänks kraven på högsta tillåtna utsläpp av kväveoxider till 0,06 g/km (bensin) och 0,08 g/km (diesel) för personbilar och 0,40 g/km (2 g/km för Euro 5) för tunga fordon.

Hårdare krav på utsläppsmängder kommer driva på teknikutvecklingen, vilket förväntas leda till lägre halter av framförallt kvävedioxider. Denna slutsats görs även med den förväntade trafikökningen i åtanke. Personbilsflottan antas i framtiden förändras och andelen dieselfordon förväntas att öka markant. Den ökade användningen av diesel som bränsle i personbilar och ökade flöden av bussar skulle leda till högre direktemissioner av kvävedioxid från vägtrafiken (FAIRMODE, 2011).

Bilaga B Gaturumsberäkningar med SIMAIR

Kvävedioxid

Årsmedelvärde



Figur 18. Framtidsscenario 2020 beräknade halter av kvävedioxid som årsmedelvärden, **innan** genomförande av detaljplanen, 2 m från fasad och 2 m ovan mark.

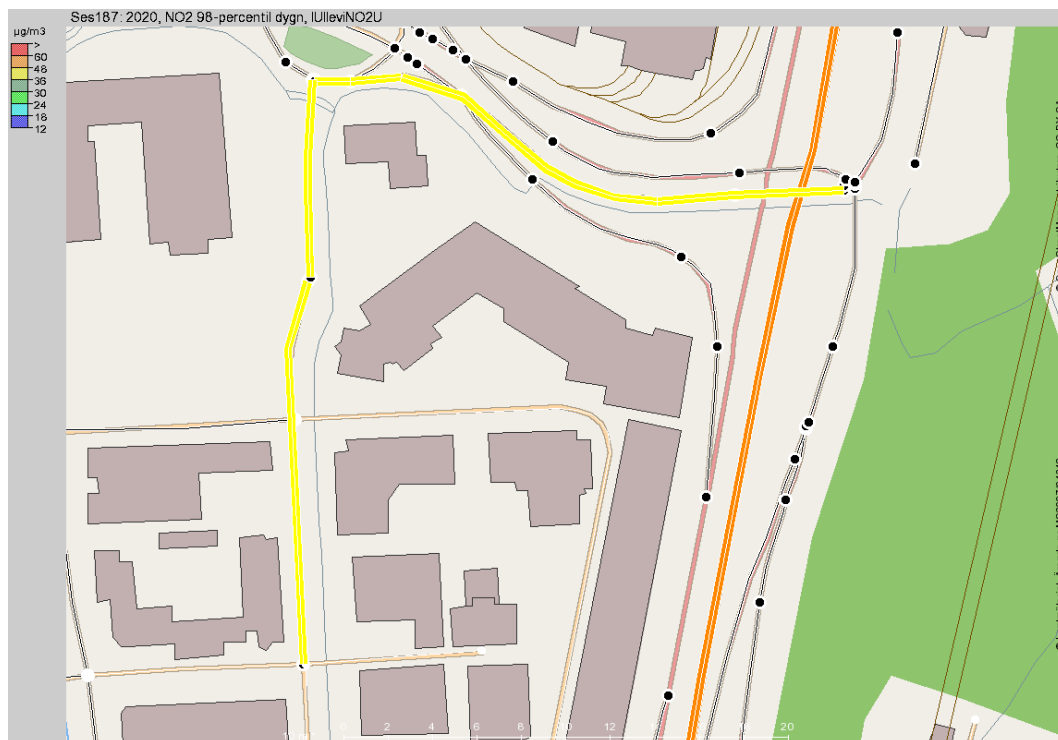
Halterna som årsmedelvärden innan genomförande av detaljplanen ligger på omkring 31,3 µg/m³ vid Kungsbackaleden, 20,2 µg/m³ vid Ullevigatan och 17,1 µg/m³ Fabriksgatan.



Figur 19. Framtidsscenario 2020 beräknade halter av kvävedioxid som årsmedelvärden, **efter** genomförande av detaljplanen, 2 m från fasad och 2 m ovan mark.

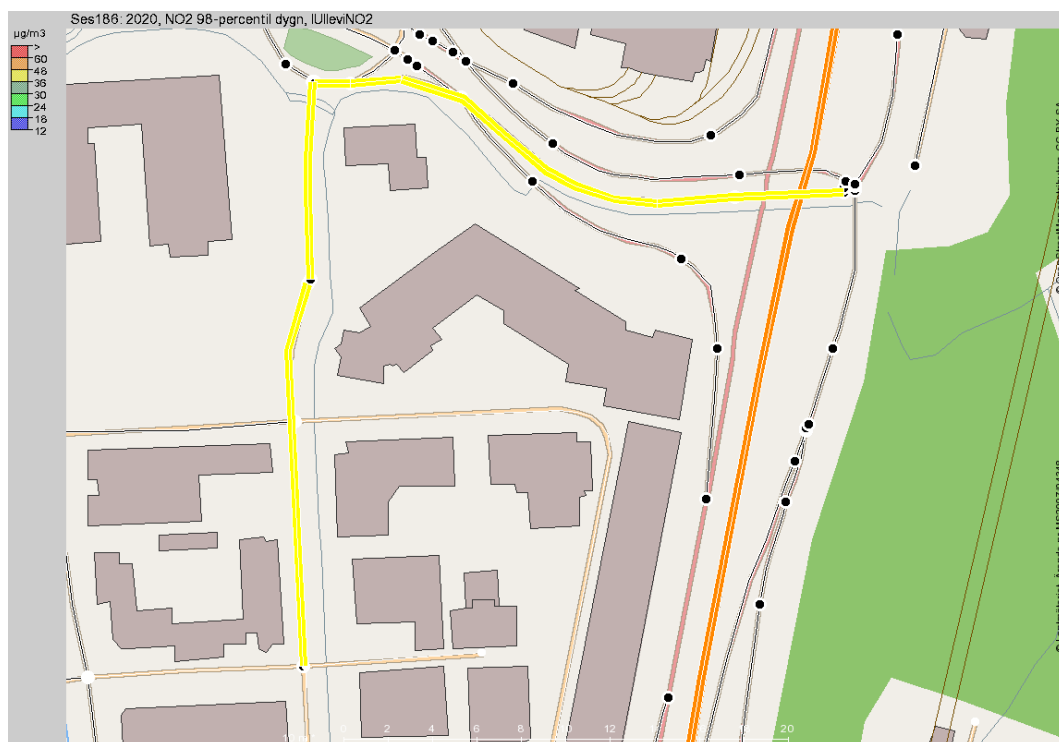
Halterna som årsmedelvärden efter genomförande av detaljplanen ligger på omkring 31,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vid Kungsbackaleden, 21,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vid Ullevigatan och 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Fabriksgatan.

Dygnsmedelvärde (98-percentil)



Figur 20. Framtidsscenario 2020 beräknade halter av kvävedioxid som dygnsmedelvärde (98-percentil), **innan** genomförande av detaljplanen, 2 m från fasad och 2 m ovan mark.

Halterna som dygnsmedelvärden (98-percentil) innan genomförande av detaljplanen ligger på omkring 55,8 µg/m³ vid Kungsbackaleden, 45 µg/m³ vid Ullevigatan och 39,8 µg/m³ Fabriksgratan.



Figur 21. Framtidsscenario 2020 beräknade halter av kvävedioxid som dygnsmedelvärde (98-percentil), **efter** genomförande av detaljplanen, 2 m från fasad och 2 m ovan mark.

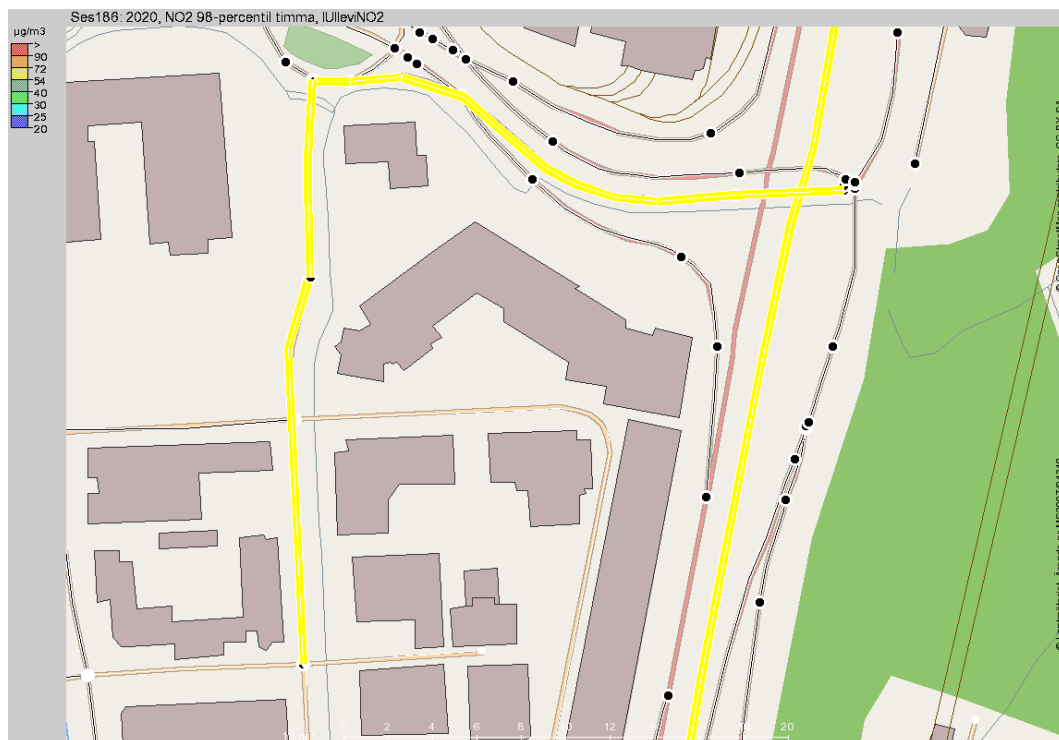
Halterna som dygnsmedelvärden (98-percentil) efter genomförande av detaljplanen ligger på omkring 55,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vid Kungsbackaleden, 46,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vid Ullevigatan och 45,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Fabriksgatan.

Timmedelvärde (98-percentil)



Figur 22. Framtidsscenario 2020 beräknade halter av kvävedioxid som timmedelvärde (98-percentil), **innan** genomförande av detaljplanen, 2 m från fasad och 2 m ovan mark.

Halterna som timmedelvärden (98-percentil) innan genomförande av detaljplanen ligger på omkring 68,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vid Kungsbackaleden, 60,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vid Ullevigatan och 57,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Fabriksgratan.



Figur 23. Framtidsscenario 2020 beräknade halter av kvävedioxid som timmedelvärde (98-percentil), **efter** genomförande av detaljplanen, 2 m från fasad och 2 m ovan mark.

Halterna som timmedelvärden (98-percentil) efter genomförande av detaljplanen ligger på omkring 68,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vid Kungsbackaleden, 63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vid Ullevigatan och 62 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Fabriksgatan.

Partiklar (PM₁₀)

Årsmedelvärde



Figur 24. Framtidsscenario 2020 beräknade halter av partiklar som årsmedelvärde, **innan** genomförande av detaljplanen, 2 m från fasad och 2 m ovan mark.

Halterna som årsmedelvärden innan genomförande av detaljplanen ligger på omkring 22,4 µg/m³ vid Kungsbackaleden, 17,7 µg/m³ vid Ullevigatan och 16 µg/m³ Fabriksgratan.



Figur 25. Framtidsscenario 2020 beräknade halter av partiklar som årsmedelvärde, **efter** genomförande av detaljplanen, 2 m från fasad och 2 m ovan mark.

Halterna som årsmedelvärden efter genomförande av detaljplanen ligger på omkring 22,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vid Kungsbackaleden, 20,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vid Ullevigatan och 17,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Fabriksgatan.

Dygnsmedelvärde



Figur 25. Framtidsscenario 2020 beräknade halter av partiklar som dygnsmedelvärde (90-percentil), **innan** genomförande av detaljplanen, 2 m från fasad och 2 m ovan mark.

Halterna som dygnsmedelvärden (90-percentil) innan genomförande av detaljplanen ligger på omkring 40,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vid Kungsbackaleden, 28,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vid Ullevigatan och 25,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Fabriksgratan.



Figur 26. Framtidsscenario 2020 beräknade halter av partiklar som dygnsmedelvärde (90-percentil), **efter** genomförande av detaljplanen, 2 m från fasad och 2 m ovan mark.

Halterna som dygnsmedelvärden (90-percentil) efter genomförande av detaljplanen ligger på omkring 40,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vid Kungsbackaleden, 33,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vid Ullevigatan och 27,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Fabriksgatan.