

---

# RAPPORT

---

STADSBYGGNADSKONTORET GBG STAD

## Luftmiljöutredning Fredriksdalsgatan

UPPDRAGSNUMMER 7001235000

### LUFTUTREDNING



[SLUTRAPPORT]

2016-02-05

GBG KOLLEKTIVTRAFIK

LEIF AXENHAMN

GBG LUFT- OCH MILJÖANALYS

LEIF AXENHAMN OCH CARL THORDSTEIN

## Sammanfattning

Stadsbyggnadskontoret arbetar med att ta fram en ny detaljplan för bostäder och verksamheter vid området söder om Fredriksdalsgatan. Planområdet ligger i stadsdelen Krokslätt, strax norr om kommungränsen mot Mölndals Stad. Sweco har på uppdrag utfört spridningsberäkningar för planområdet, med syftet 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".

I Göteborg har vägtrafiken identifierats som den huvudsakliga källan till kvävedioxid och partiklar (PM<sub>10</sub>), och högst halt nivåer uppmäts i närhet med de stora trafiklederna. Övriga källor är sjöfart, småskalig vedeldning och industriella verksamheter men också långväga transporter från mer avlägsna källor, både inom Sverige och utanför landets gränser. Partiklar (PM<sub>10</sub>) och kvävedioxid är de luftföroreningar som idag uppvisar höga halter i Göteborgsregionen och riskerar att överskrida de miljö kvalitetsnormer som finns definierade.

Resultatet från spridningsberäkningarna visade att kvävedioxid är den föroreningen, som löper störst risk att överskrida miljö kvalitetsnormerna inom det aktuella planområdet. Det är framförallt planområdets nordöstra delar mot korsningen Mölndalsvägen, Fredriksdalsgatan och St Sigfridsgatan, som riskerar att överskrida miljö kvalitetsnormerna i nuläget. Miljö kvalitetsnormerna antas dock klaras inom planområdet och för samtliga scenarion. Ett "worst case" scenario togs fram då det finns vissa osäkerheter i emissionsfaktorerna för kvävedioxid och år 2020. Detta scenario är dock inte det mest sannolika framtida scenariot och halterna kommer troligtvis ligga mellan de två framtagna scenarierna för 2020. Med något lägre nivåer än "worst case"-scenariot kommer miljö kvalitetsnormen med stor sannolikhet klaras inom planområdet. Miljö kvalitetsmålet för års- och timmedelvärde klaras inte för nuläges- eller 2020 scenariot, men klaras för 2030 scenariot. Halterna av kvävedioxid beräknades minska fram till 2030 i jämförelse med nuvarande situation. Anledningen till minskningen är en kombination av att bakgrundhalterna förväntas minska med cirka 40 % till år 2030 och att teknikutvecklingen kommer leda till renare bilar med minskade direktutsläpp av kväveoxider.

Partikelhaltens års- och dygnsmedelvärde förändras inte nämnvärt mellan de olika scenarierna. 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 framtida trafikökningen. Miljö kvalitetsnormerna klaras dock för samtliga scenarion och antas inte vara begränsande i framtiden. Miljö kvalitetsmålet för årsmedelvärde klaras endast för planområdets centrala delar 2030. Miljö kvalitetsmålet för dygnsmedelvärde klaras inom hela planområdet för scenariot 2030, medan nuläges- och 2020 scenariot tangerar riktvärdet i planområdets norra delar.

De föreslagna bostäderna, i planområdets västra del antas klara miljö kvalitetsnormerna för samtliga scenarion. Beräkningarna tar inte hänsyn till enskilda byggnaderna, vilka antas ha en viss minskande effekt på kvävedioxid- och partikelhalten (PM<sub>10</sub>) på

innegårdarna bakom byggnaderna. Bostadskropparna byggs tills stor del ihop, vilket anses fördelaktigt eftersom det bildar en effektiv barriär mot inträngning av höga halter på innergårdarna.

Genom att plantera träd i närhet och i anslutning av byggnaderna, antas en ytterligare minskning av luftföroreningarna ske. Gaturummet längs Ebbe Lieberathsgatan kommer att bli något mer slutet genom byggnationen av bostadshusen. Detta skulle kunna föranleda situationer med högre haltnivåer. Samtidigt är det föreslaget att genomföra hastighetsdämpande åtgärder för gatan. Körfältet kommer att smalnas av och trottoaren ökas från dagens 1,6 till 1,9 meters bredd, vilket antas ha en luftföroreningssreducerande effekt. 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. De föreslagna byggnaderna vid Fredriksdalsgatan antas inte försämra luftkvaliteten för närliggande områden, så att det skulle begränsa möjligheten till byggnation i framtiden.

Öster om planområdet cirka 220 meter passerar både pendeltåg och övrig tågtrafik. Tågtrafikens relativa bidrag av partiklaremissioner till planområdet bedöms som mycket små och har därför inte beaktats i beräkningarna. Även spårvagnstrafiken som passerar cirka 20 meter från planområdet antas vara av underordnad betydelse.

Avslutningsvis, miljö kvalitetsnormerna kommer att med största sannolikhet klaras och inte utgöra några problem för planområdet. För att minimera risken för att människor exponeras för höga föroreningshalter kan entréer placeras bort från de sidor av byggnaderna som vetter mot Mölndalsvägen och E6/E20. Det är även att föredra om tilluften för ventilation inte tas från fasader mot Mölndalsvägen och E6/E20, utan från taknivå eller från andra sidan av byggnaden.

## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Bakgrund och syfte</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Lagar, förordningar och miljömål</b>	<b>1</b>
2.1	Miljökvalitetsnormerna	1
2.1.1	Bedömning av Miljökvalitetsnormen för omgivningsluft	2
2.2	Miljökvalitetsmålet "Frisk Luft"	3
<b>3</b>	<b>Beräkningsförutsättningar</b>	<b>3</b>
3.1	Utredningsområdet	4
3.2	Spridningsmodeller	5
3.3	Validering av mätdata, bakgrundshalter och meteorologi	6
3.4	Trafikförutsättningar	7
3.4.1	Vägtrafik	7
3.4.2	Spårtrafik	8
3.5	Emissionsdata använda i spridningsberäkningarna	9
3.6	Osäkerheter i modellberäkningar	9
<b>4</b>	<b>Resultat från spridningsberäkningarna</b>	<b>10</b>
4.1	Kvävedioxid	10
4.1.1	Genomförda mätningar av kvävedioxid	10
4.1.2	NO <sub>2</sub> Årsmedelvärden	12
4.1.3	NO <sub>2</sub> Dygnsmedelvärden	16
4.1.4	NO <sub>2</sub> Timmedelvärden	20
4.1.5	Bedömning av kvävedioxid	23
4.2	Partiklar som PM <sub>10</sub>	24
4.2.1	Genomförda mätningar av partiklar (PM <sub>10</sub> )	25
4.2.2	PM <sub>10</sub> Årsmedelvärden	26
4.2.3	PM <sub>10</sub> Dygnsmedelvärden	29
4.2.4	Bedömning av partiklar (PM <sub>10</sub> )	31
<b>5</b>	<b>Luftföroreningsreducerade åtgärder</b>	<b>32</b>
5.1	Bullerskärmar	32
5.2	Vegetation	33
<b>6</b>	<b>Sammanfattande bedömning</b>	<b>34</b>
<b>7</b>	<b>Referenser</b>	<b>37</b>
<b>8</b>	<b>Bilaga 1 Luftförorenings reducerade åtgärder</b>	<b>39</b>
8.1	Dubbdäcksförbud	39

8.2	Partikelbindande medel	39
8.3	Lokala trafikreglerande åtgärder	39
8.3.1	Bilförbud	39
8.3.2	Hastighetssänkningar	40
8.4	Ekonomiska styrmedel (trängselskatt och avdragsrätt för kollektivresor)	41
8.5	Tekniska krav och utveckling (utsläppskrav och miljözoner)	42



## 1 Bakgrund och syfte

Stadsbyggnadskontoret arbetar med att ta fram en ny detaljplan för bostäder och verksamheter vid stadsdelen Krokslätt. Sweco har på uppdrag utfört spridningsberäkningar för området söder om Fredriksdalsgatan mellan Mölndalsvägen och Ebbe Lieberathsgatan. 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 och 2030 med tillhörande emissionsfaktorer och beräknade framtida trafikmängder. 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 2020.

Luftföroreningarna som ingår i denna utredning är kvävedioxid (NO<sub>2</sub>) och partiklar (PM<sub>10</sub>). Partiklar (PM<sub>10</sub>) och Kvävedioxid är det luftföroreningar som idag uppvisar höga halter i Göteborgsregionen 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 för det aktuella området, och högst haltnivåer uppmäts i närheten med de stora trafiklederna. Övriga källor är sjöfart, småskalig vedeldning och industriella verksamheter men också långväga transporter från mer avlägsna källor, både inom Sverige och utanför landets gränser.

## 2 Lagar, förordningar och miljömål

### 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 (NO<sub>2</sub>) och partiklar som PM<sub>10</sub>. Dessutom förekommer miljö kvalitetsnormer för partiklar som PM<sub>2,5</sub>, svaveldioxid, koloxid, bly, bensen, arsenik, kadmium, nickel, PAH (BaP) och ozon. Miljö kvalitetsnormerna för arsenik, kadmium, nickel, PAH och ozon definierar nivåer som "skall eftersträvas".

Tabell 1. Miljökvalitetsnormer för kvävedioxid

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

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

<sup>2)</sup> 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).

<sup>3)</sup> 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/m<sup>3</sup> inte överskrids mer än 18 timmar (99,8 percentilvärden).

Tabell 2. Miljökvalitetsnormer för partiklar som PM<sub>10</sub>

Miljökvalitetsnormer för Partiklar (PM <sub>10</sub> ) i utomhusluft		
Normvärde	Skydd för människors hälsa	Maximalt antal överskridanden
Årsmedelvärde <sup>1)</sup>	40 µg/m <sup>3</sup>	Aritmetiskt medelvärde
Dygnsmedelvärde <sup>2)</sup>	50 µg/m <sup>3</sup>	35 ggr per kalenderår

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

<sup>2)</sup> För dygnsmedelvärde gäller 90-percentilvärde, vilket innebär att halten av partiklar (PM<sub>10</sub>) 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 (Luftguiden 2014:1, referens nr1) 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 överskrids 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 Handbok 2014:1, referens nr1).

## 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 PM<sub>10</sub> inte överstiger 15 µg/m<sup>3</sup> luft beräknat som ett årsmedelvärde och 30 µg/m<sup>3</sup> luft beräknat som ett dygnsmedelvärde (90-percentil),
- halten av kvävedioxid ett årsmedelvärde underskrider 20 µg/m<sup>3</sup> och som 98-percentil för timmedelvärde underskrider halten på 60 µg/m<sup>3</sup>.

Dessutom finns delmål för partiklar som PM<sub>2,5</sub>, bensen, bens(a)pyren, butadien, formaldehyd, ozon och korrosion.

## 3 Beräkningsförutsättningar

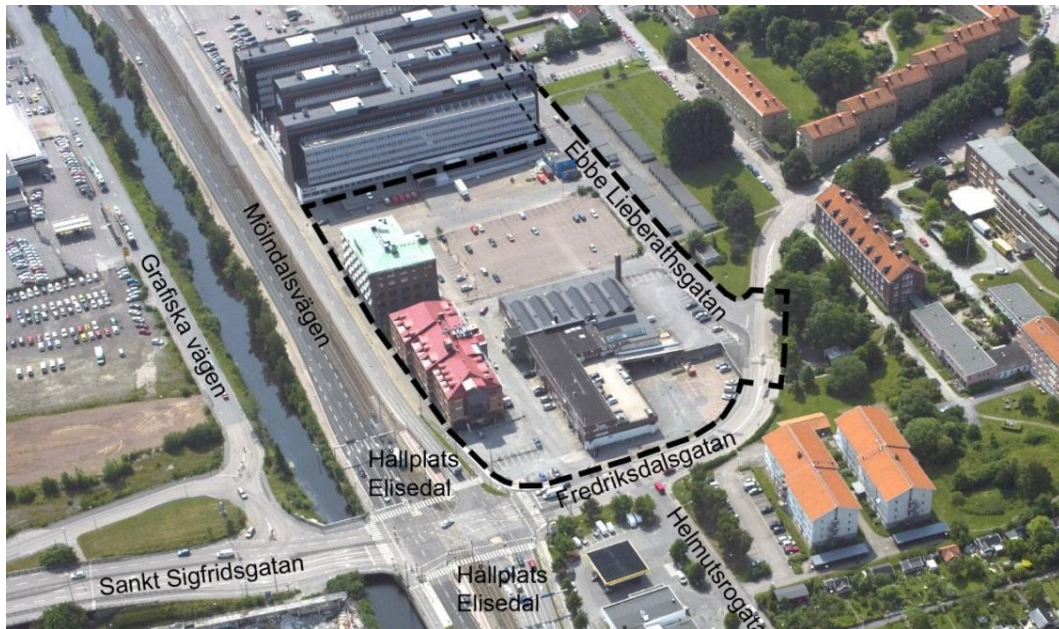
I Göteborgsområdet är det främst kvävedioxid och partiklar (PM<sub>10</sub>), som periodvis förekommer i halter som överskrider eller riskerar att överskrida föreliggande gränsvärden (MKN). För bedömning av hälsoeffekterna hos människor som kommer att vistas i planområdet har beräknade halter jämförts mot miljökvalitetsnormerna för kvävedioxid och partiklar (PM<sub>10</sub>). Övriga luftföroreningar så som kolmonoxid, fina partiklar (PM<sub>2,5</sub>), svaveldioxid, bensen och bly regleras också av miljökvalitetsnormerna. Dessa luftföroreningar förekommer dock långt under miljökvalitetsnormerna och brukar inte utgöra något problem i Göteborgsområdet.

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.

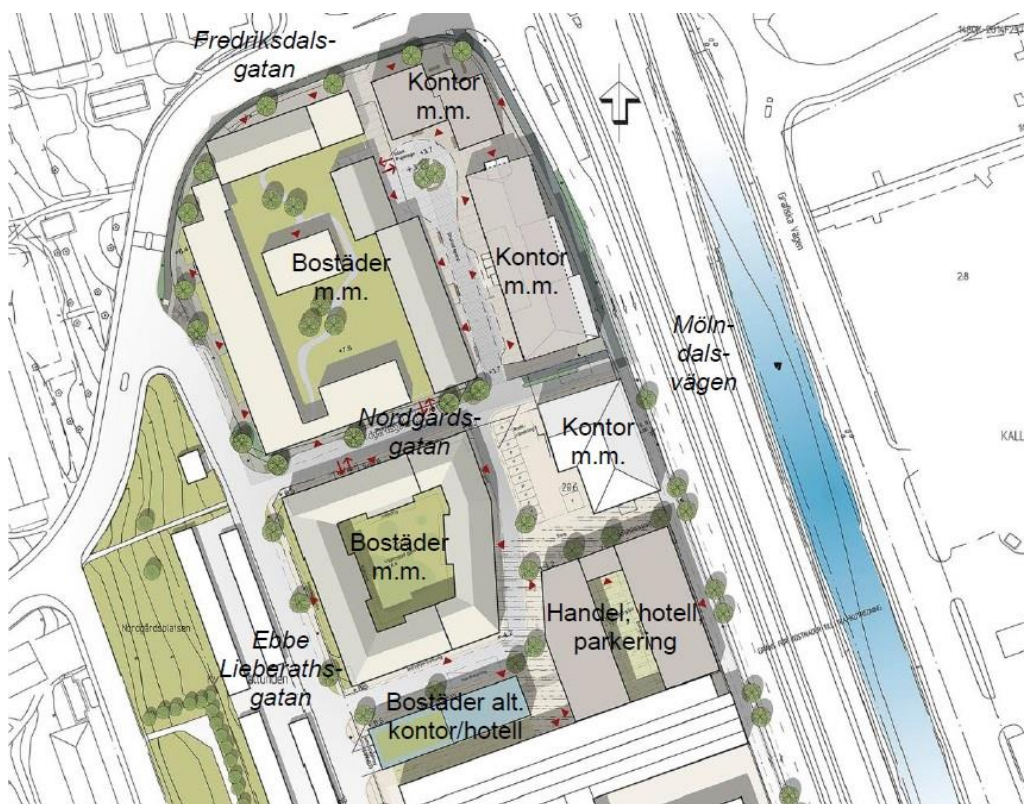
### 3.1 Utredningsområdet

Planområdet ligger söder om Fredriksdalsgatan mellan Mölndalsvägen och Ebbe Lieberathsgatan, strax norr om kommungränsen mot Mölndals Stad. I dagsläget utgörs området av kontors och verksamhetslokaler, gator och en asfalterad parkeringsyta. Planförslaget innebär att ny bebyggelse kompletteras till de befintliga kontorsbyggnaderna och omfattar uppförande av cirka 370 nya lägenheter och ca 33 000 kvm kontor och verksamheter varav ca 9 300 kvm utgör ytor inom befintliga byggnader. De befintliga kontors- och verksamhetslokalerna kan finnas kvar när området utvecklas och kommer ur luftsynpunkt att verka som barriär mot Mölndalsvägen. Den norra byggnaden av de två befintliga byggnaderna föreslås byggas på med fler våningar. Planområdets västra del, mot Ebbe Lieberathsgatan, kommer bebyggas med bostadshus. Bostadshuset kommer att byggas mer än 200 meter från E6/E20.

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 återfinns en snedbild över det aktuella planområdet.



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



Figur 2. Illustrationskarta över föreslagen bebyggelse. ©Karta från Stadsbyggnadskontoret i Göteborg Stad.

### 3.2 Spridningsmodeller

Spridningsberäkningar av kvävedioxid och partiklar (PM<sub>10</sub>) har utförts i programmet AERmod, som är de amerikanska miljömyndigheternas (US-EPA) godkända modellkoncept. Spridningsmodell är gaussisk, dvs. halten i tvärsnittet av en rök plym behandlas som normalfördelad i höjd- och sidled.

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 µg/m<sup>3</sup>. 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".

### 3.3 Validering av mätdata, bakgrundshalter och meteorologi

För att få en uppfattning om den totala noggrannheten i hela beräkningsgången har beräkningarna i rapporten validerats/kalibrerats mot 2013 års mätdata av luftföroreningar (mätstationen vid Gårda) och meteorologiska parametrar (mätstationen Lejonet). 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 <sub>10</sub> )	Kvävedioxid (NO <sub>2</sub> )
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. 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 2 km norr om planområdet vid Fredriksdalsgatan. Resultatet visade på låg modellosäkerhet och kvalitetsmålen innehölls med god marginal, se tabell 4. Då många parametrar är likartade mellan Gårda 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 <sub>10</sub> )	Kvävedioxid (NO <sub>2</sub> )
Årsmedel*	6 %	9 %
Dygnsmedel**	-	2 %
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 tillämpbara för år 2020 och 2030. 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 AERMOD som används vid spridningsberäkningarna adderas bakgrundshalter för kvävedioxid och partiklar (PM<sub>10</sub>). Bakgrundhalterna som nyttjats i rapporten har hämtats från mätstationen Femman, som mäter den urbana bakgrunden i taknivå i Göteborg. Bakgrundhalterna av kvävedioxid har justerats efter SMHIs antagande gällande en 40 % reduktion fram till 2030 (SMHI, 2013). För att beräkna halten av kvävedioxid (NO<sub>2</sub>) har beräkningarna tagit ozonets oxidation av kvävemonoxid (NO) till kvävedioxid (NO<sub>2</sub>) i beaktande. Den regionala bakgrundshalten av ozon hämtades från bakgrundsstationen Råö, som ingår i den nationella ozonövervakningen och är belägen cirka 30 km söder om Göteborg.

Beräkningarna har gjorts med meteorologiska data från 2013, inhämtad från mätstationen Lejonet. En beskrivning av vädret år 2013 kan hittas på Göteborgs stads hemsida (Göteborgs Stad, 2014). Skillnaden i beräkningsresultat för åren 2015, 2020 och 2030 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. Dock betraktas år 2013 som ett normalår ur ett meteorologiskt perspektiv.

### 3.4 Trafikförutsättningar

#### 3.4.1 Vägtrafik

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.

Trafikleden E6/E20 som passerar planområdet har i utredningar gällande framtida trafikmängder undantagits från dessa begränsningar, då vägen inte klassas som en innerstadsgata och har ett öppet gaturum. För vägarna runt omkring Mölndalsvägen, som anses som en innerstadsgata, valdes en lägre tillväxtfaktor för den framtida vägtrafiken. Detta för att inte beräkna framtida lufthalter baserat på orimliga trafikökningar. Miljöförvaltningens nämner i sin utredning "Luftmiljön i Mölndalsåns dalgång år 2020" att vägtrafiken vid Mölndalsvägen kommer i allmänhet att vara oförändrad, men att kollektivtrafiken kommer att öka (Göteborg, 2013:2).

Framtida prognoser för vägtrafik år 2030 är lämnade av Trafikkontoret i Göteborg stad, med undantag för Trafikverkets vägar som inhämtats från Trafikverkets hemsida och uppräknats till år 2020 och 2030 av Sweco. I modellberäkningen har även trafikens dygnsfördelning under vardagar och helger tagits i beaktande.

Tabell 4. Trafikuppgifter för nuvarande och prognosticerad trafikökning för omkringliggande vägar, 2030

Väg	Uppmätt (år)	ÅDT		Andel tung trafik [%]
		2020	2030	
<b>Mölnsdalsvägen</b>				
<i>Fredriksdalsg. - Varberg</i>	9990 (2012)	8935	9360	8
<i>Framnäsg. - Fredriksdalsg</i>	8730 (2013)	8730	8730	8
<b>Ebbe Lieberathsgatan</b>	3430 (2013)	2679	2682	5
<b>Fredriksdalsgatan</b>	7470 (2014)	7688	7911	5
<b>Varbergsgatan</b>	3120 (2014)	2602	2808	7
<b>St Sigfridsgatan</b>	19260 (2012)	23050	27606	7
<b>E6 (riktning norr)</b>	33400 (2014)	36260	40947	10
<b>E6 (riktning söder)</b>	34500 (2014)	37410	42295	10
<b>E6 avfart</b>	10020 (2010)	11550	12925	7
<b>E6 påfart</b>	10180 (2010)	11655	13132	7

### 3.4.2 Spårtrafik

Emissioner till luft från järnvägstrafiken består till största delen av metallpartiklar som frigörs vid slitage på hjul, räls, bromsar och kontaktledning. Dieseldrivna tåg ger upphov till emissioner av luftföroreningar som annan dieseltrafik, t.ex. koldioxid, svaveldioxid, kväveoxider, kolväten och partiklar. Partiklar förekommer i olika storlekar och kan ha olika kemiska sammansättningar (exempelvis metaller, sulfat, nitrat, organiska föreningar och sot). Höga halter av partiklar har kunnat påvisas i framförallt tunnelbanemiljöer och halterna är oftast många gånger högre jämfört med halter i gatamiljöer. Turbulensen är högre ovan jord och emissionerna ventileras effektivt bort, varför endast höga halter uppstår under mycket korta tidsperioder i omedelbar närhet av spåren (Gehrig et al., 2007). Spårtrafiken ovan jord genererar också partikelemissioner, dock är dessa långt under den norm för luftkvalitet som finns för att skydda människors hälsa (Banverket, 2007). En schweizisk studie visade att järnvägens relativa bidrag av PM<sub>10</sub> till den totala partikelhalten uppgick till mindre än 2 µg/m<sup>3</sup> efter 120 meter från spåren. Studien genomfördes nära en av den mest trafikerade järnvägsstationen i Zürich. Metallpartiklar som genereras från järnvägstrafik är jämförelsevis tunga och depositionen av metaller sker generellt inom 50–100 meter från järnvägen (Gustavsson et al., 2003). En betydande del av partikelemissionerna är direktemitterade och källstyrkan kan antas vara som störst där inbromsning och eventuell acceleration sker.

Öster om planområdet cirka 220 meter passerar både pendeltåg och övrig tågtrafik. I rapporten har det antagits att majoriteten av tågen som passerar planområdet utgörs av eldrivna tåg och därav har försumbar effekt på kvävedioxidhalterna. Tågen ger dock upphov till partikelemissioner (PM<sub>10</sub>). Men med partiklarnas korta uppehållstid i luften och det långa avståndet till planområdet, bedöms tågtrafikens relativa bidrag av partikelemissioner till planområdet som små och har därför inte beaktats i beräkningarna. Även spårvagnstrafiken som passerar cirka 20 meter från planområdet antas vara av underordnad betydelse.

### 3.5 Emissionsdata använda i spridningsberäkningarna

Emissionsfaktorn är den mängd kvävedioxid och partiklar (PM<sub>10</sub>) som ett genomsnittligt fordon skapar per körd sträcka. Emissionsfaktorn påverkas av många olika förhållanden, exempelvis fordonens typ och hastighet samt vägbansens beläggning, dammighet och fuktighet.

Avgasemissioner beräknas i huvudsak med hjälp av emissionsmodellen HBEFA för år 2012, 2020 och 2030 (emissionsuppgifter för 2015 saknas). Det är en gemensam europeisk emissionsmodell för vägtrafik som har anpassats till svenska förhållanden. Trafiksammansättningen avseende fordonsparkens avgasreningsgrad (olika euroklasser) beräknas utifrån prognoser för år 2020 och 2030. HBEFA antar för år 2030 att andelen dieselfordon kommer vara cirka 60 % av den svenska personbilsflottan. Utsläppen av kväveoxider beräknas dock minska fram till år 2030 på grund av högre krav på avgasutsläppen. Emissionerna från fordonstrafiken beräknas utifrån dessa antaganden.

För partiklar beräknas det inte ske någon större skillnad i emissionsfaktorerna mellan åren 2012, 2020 och 2030, dessutom domineras utsläppen av partiklar (PM<sub>10</sub>) som uppkommer vid slitage och ej som avgaser. För emissionerna av partiklar är andelen tung trafik, dubbdäcksandel och antal fordon de viktigaste parametrarna. Dubbdäcksandelen har påvisats ha en avgörande inverkan på partikelhalterna. Då normen för PM<sub>10</sub> avser ett högsta tillåtna medelvärde för ett helt kalenderår, behövs information gällande dubbdäcksandelens påverkan på halterna under ett år. För beräkningarna av PM<sub>10</sub> användes därav genomsnittliga emissionsfaktorer under ett helt år.

För år 2020 har två scenarion genomförts, ett med HBEFAs prognostiserade emissionsfaktorer för 2020 och ett med dagens emissionsfaktorer (2012). 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.

### 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 (förenklningar 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 beräkningsscenarioer 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 ( $\text{NO}_x$ ) utgörs av kväveoxid ( $\text{NO}$ ) och kvävedioxid ( $\text{NO}_2$ ). 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  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Staxler et al., 2001). För friska personer har liknande effekt rapporterats, dock vid betydligt högre halter på uppemot 2000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Barck et al, 2005). Vid rangordning av luftföroreningars påverkan på hälsan, placeras kvävedioxid på fjärde plats efter  $\text{PM}_{2,5}$ ,  $\text{PM}_{10}$  och ozon (EEA, 2013).

Kvävedioxiden vid planområdet härrör från fordonsavgaser från E6/E20, Mölndalsvägen, Fredriksdalsgatan samt intransport. Trots att det går flertalet mindre vägar invid området som påverkar luftmiljön, så är det E6/E20 som dominerar föroreningsbilden 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 E6:an cirka 2 km från planområdet, genomförs mätningar i gatunivå av bland annat kvävedioxid. I nedanstående tabell sammanfattas mätningar från de senaste fyra åren. Kontinuerliga mätningar genomförs även i gatunivå i Mölndal cirka 3 km söder om planområdet. Mätstationen och planområdet har liknande avstånd till både Mölndalsvägen och E6/E20.



En mätning med en mobil mätstation genomfördes även vid Nellickevägen juli-dec 2011. Mätstationen var placerad cirka 600 meter norr om planområdet och cirka 180 meter från E6/20.

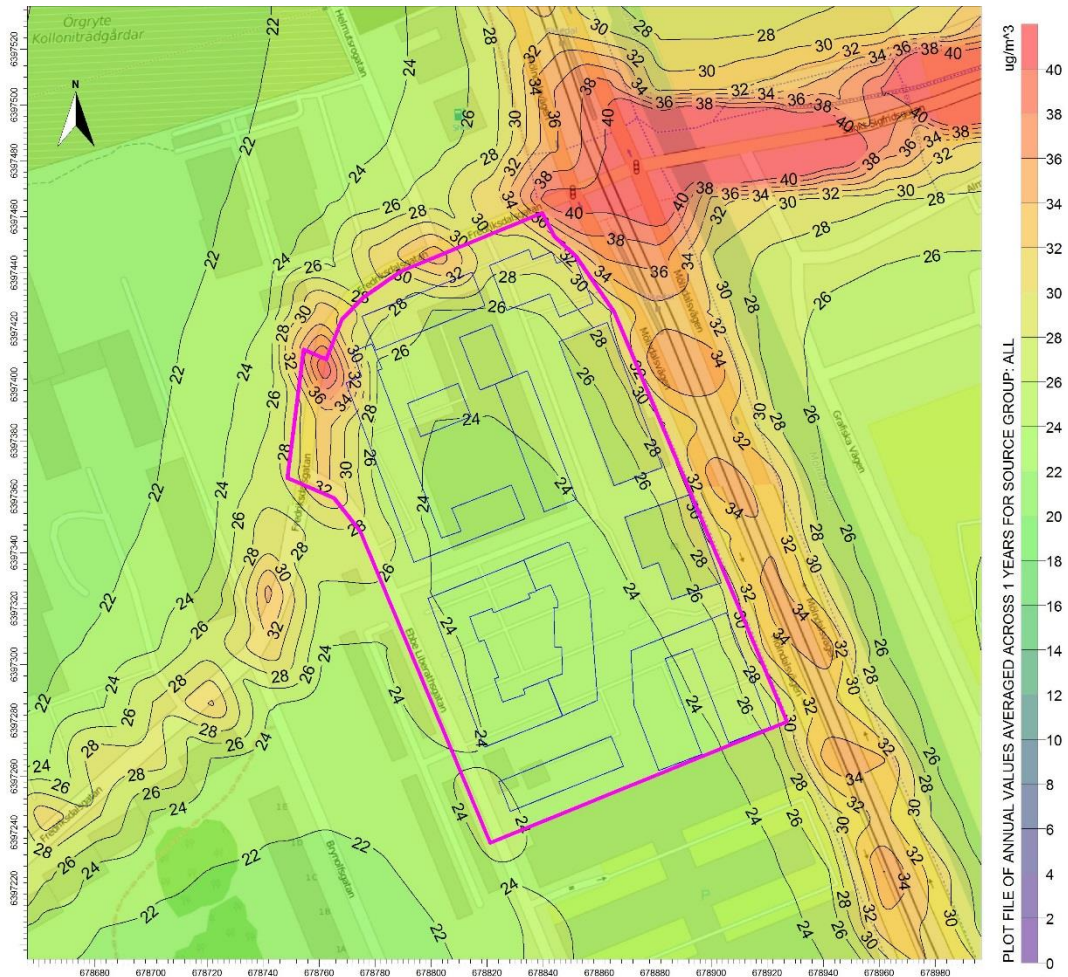
Tabell 6. Halter av kvävedioxid vid mätstationen i Gårda, 2011-2014, och Nellickevägen juli-dec 2011

Kvävedioxid NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	MKN	Gårda				Nellickevägen	Möndal
		2011	2012	2013	2014	2011	2014
Medelvärde	40	44,6	49,1	45,1	40,7	19,9	24,1
98 %-il tim	90	127,2	143,0	133,4	119,5	76,6	77,0
98 %-il dygn	60	105,5	105,8	93,3	79,2	62,7	56,2

*Röda siffror indikerar överskridande av miljö kvalitetsnormen*

Mätstationen i Gårda är placerad invid ett av de mest belastade trafikavsnitten inom kommunen och uppvisar därför höga kvävedioxidhalter. Miljö kvalitetsnormerna överskrids för samtliga år. Halterna har minskat sedan 2012, dock är det i nuläget för tidigt att avgöra om det är en långsiktig nedåtgående trend. Även mätstationen vid Möndal har visat på nedåtgående kvävedioxidhalter under de senaste åren och miljö kvalitetsnormerna klaras år 2014. Mätningen vid Nellickevägen klassades av Miljöförvaltningen som "urban bakgrund", men överskred miljö kvalitetsnormen för dynsmedelvärdet.

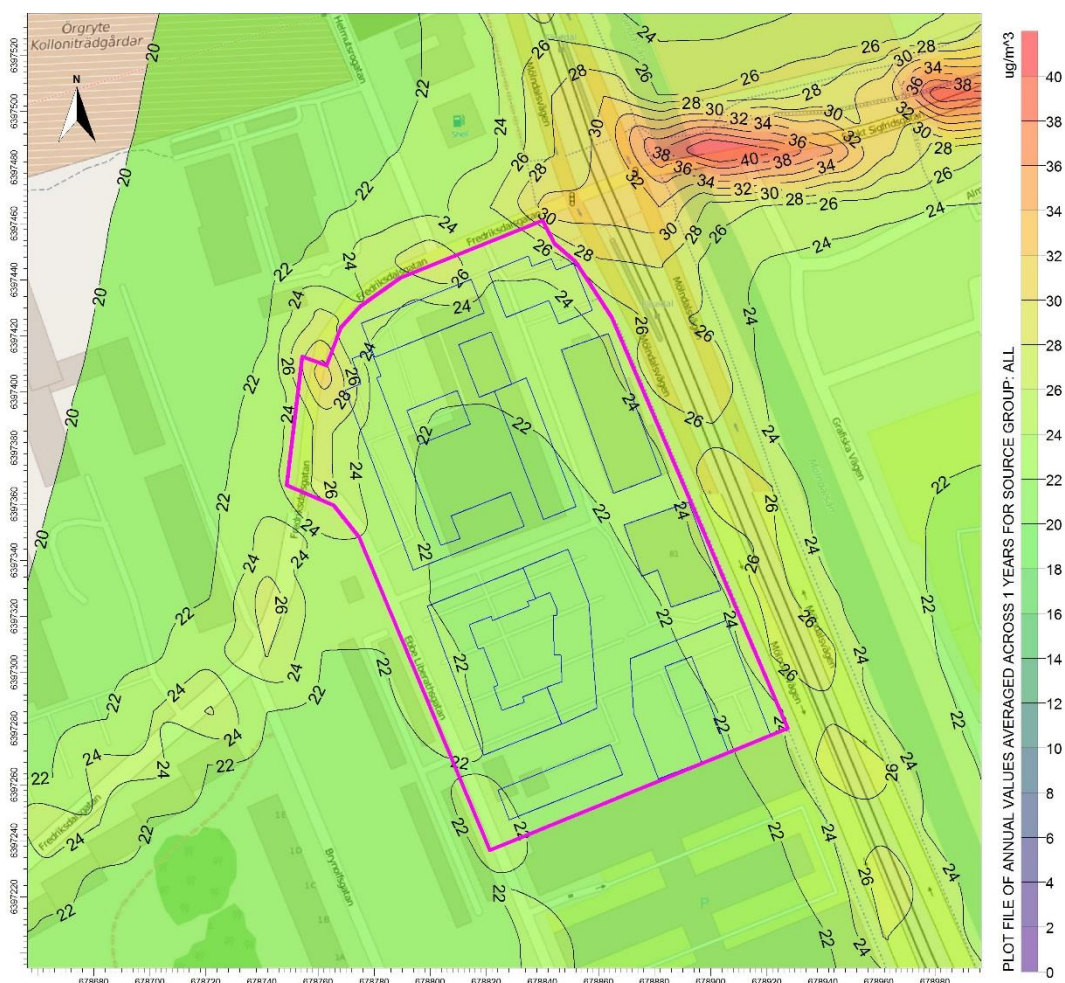
#### 4.1.2 NO<sub>2</sub> Årsmedelvärden



Figur 3. Nuvarande situation 2015, beräknade halter av kvävedioxid som årsmedelvärden. Planområdet markeras med lila linje och föreslagna byggnader med blå.

De högst beräknade halterna innanför planområdet norra och södra delar ligger på omkring 38 µg/m<sup>3</sup> respektive 28 µg/m<sup>3</sup>.

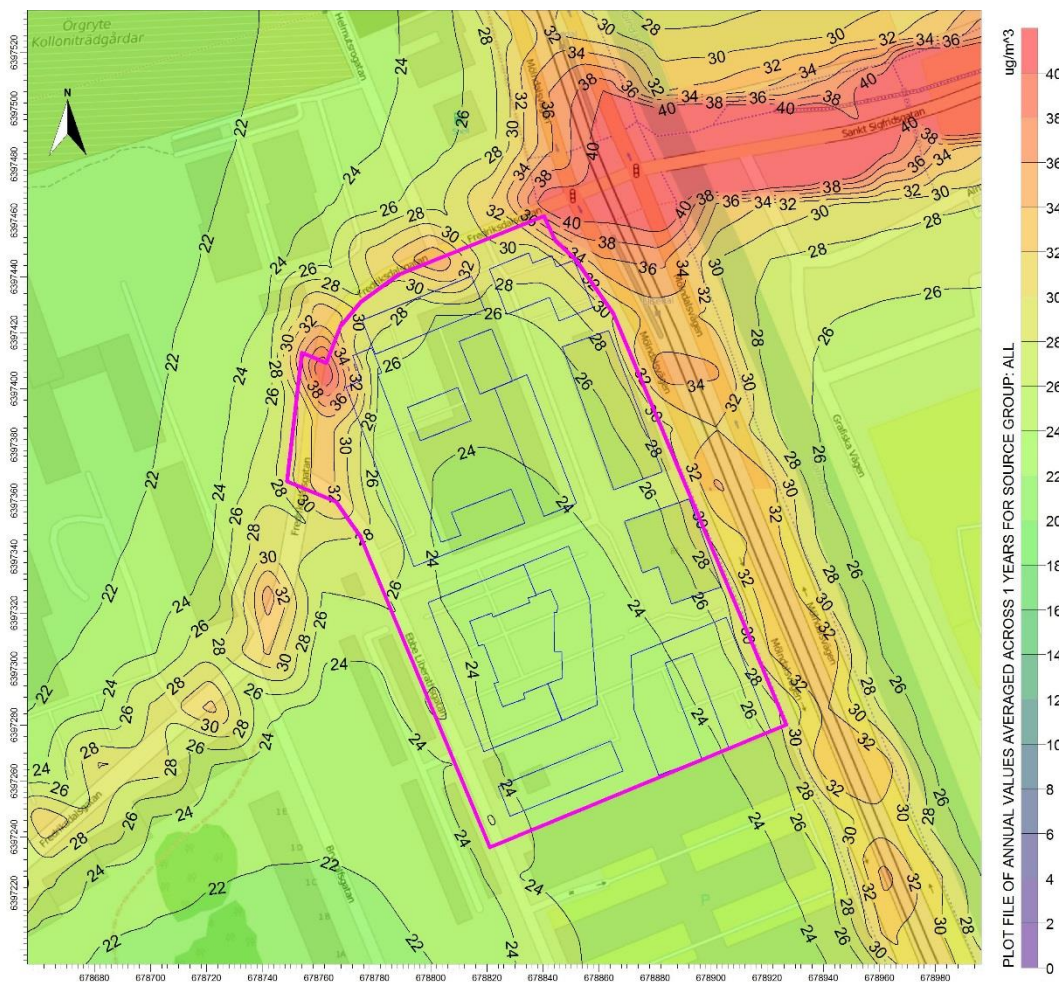
Värdena ska jämföras mot miljökvalitetsnormens gränsvärde på 40 µg/m<sup>3</sup>.  
Miljökvalitetsmålet Frisk Luft för kvävedioxid ligger på 20 µg/m<sup>3</sup>.



Figur 4. Framtida scenario 2020, beräknade halter av kvävedioxid som årsmedelvärden. Planområdet markeras med lila linje och föreslagna byggnader med blå.

De högst beräknade halterna innanför planområdet norra och södra delar ligger på omkring  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  respektive  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

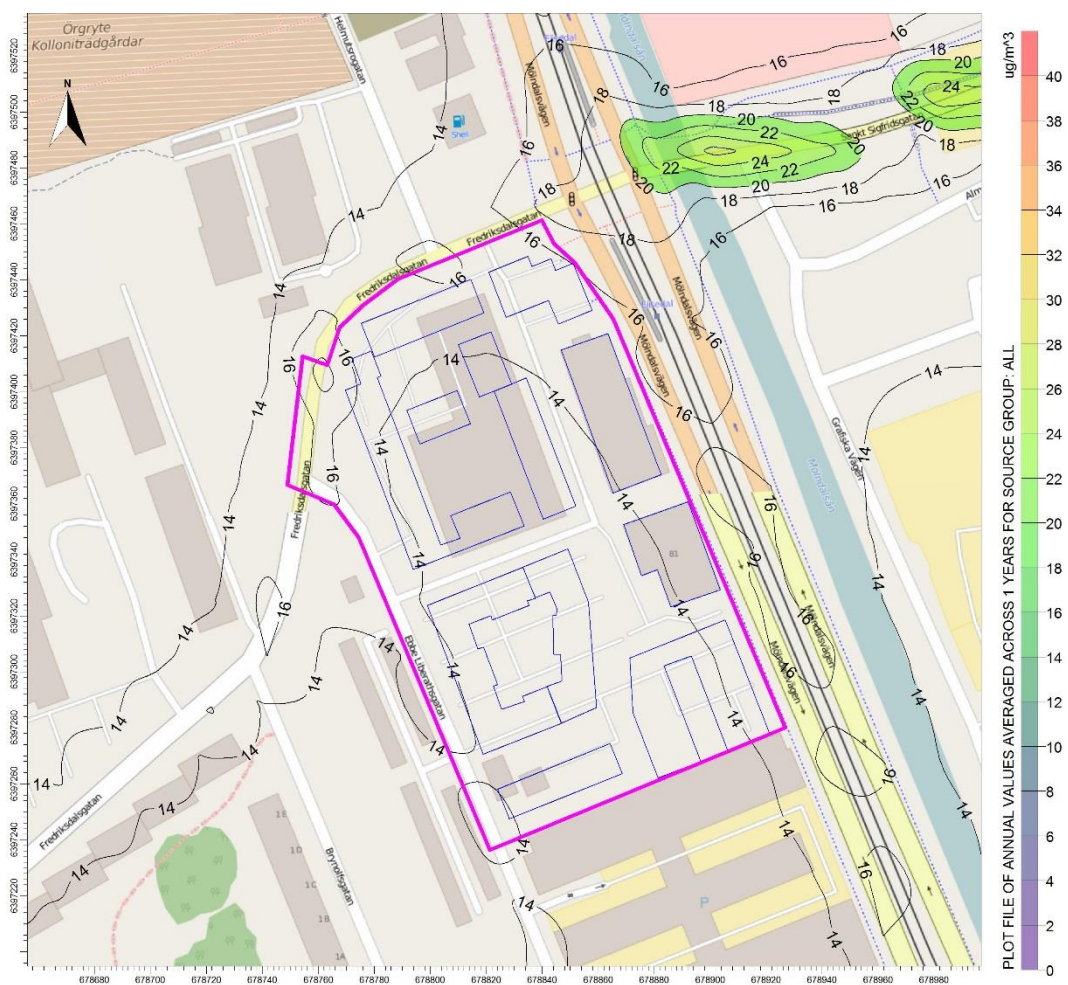
Värdena ska jämföras mot miljö kvalitetsnormens gränsvärde på  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Miljö kvalitetsmålet Frisk Luft för kvävedioxid ligger på  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



Figur 5. Framtida scenario 2020 "Worst case", beräknade halter av kvävedioxid som årsmedelvärden. Planområdet markeras med lila linje och föreslagna byggnader med blå.

De högst beräknade halterna innanför planområdet norra och södra delar ligger på omkring  $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$  respektive  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

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

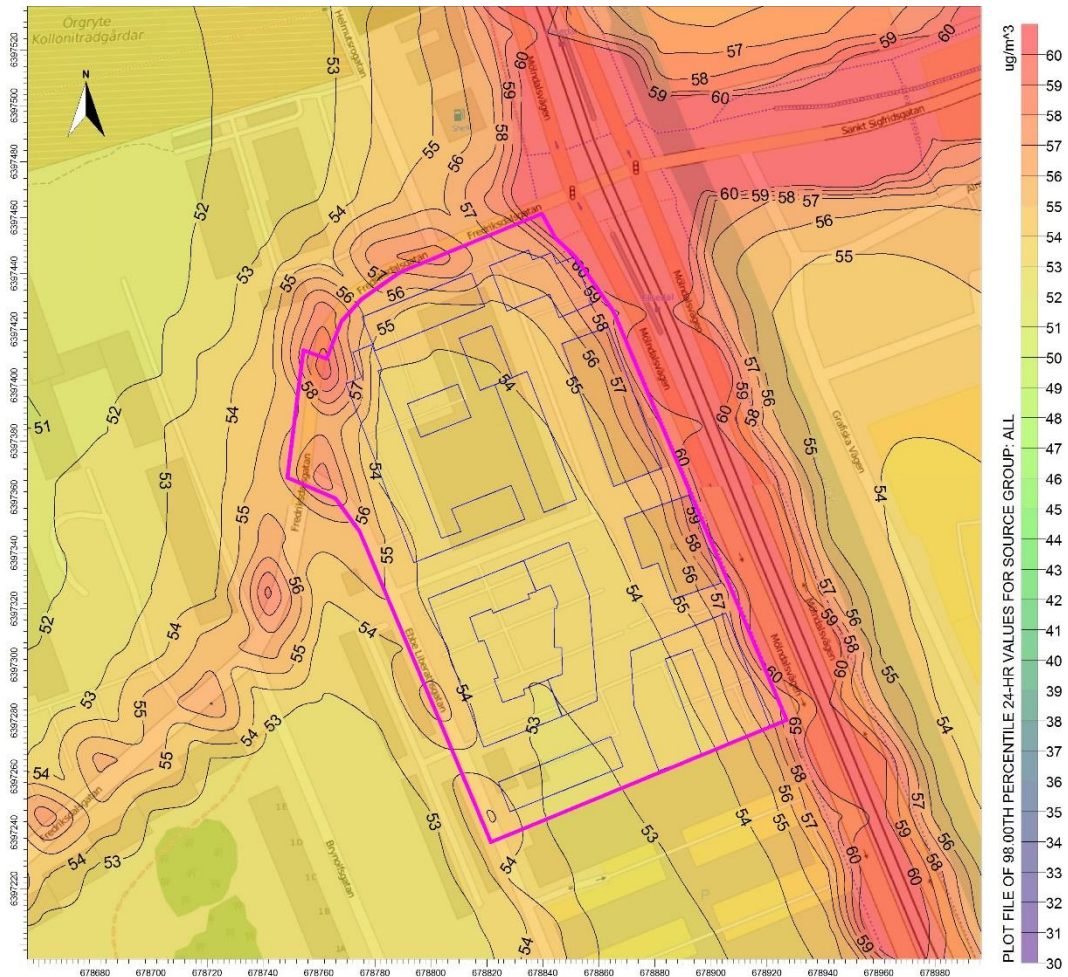


Figur 6. Framtida scenario 2030, beräknade halter av kvävedioxid som årsmedelvärden. Planområdet markeras med lila linje och föreslagna byggnader med blå.

De högst beräknade halterna innanför planområdet norra och södra delar ligger på omkring 16 µg/m<sup>3</sup> respektive 14 µg/m<sup>3</sup>.

Värdena ska jämföras mot miljö kvalitetsnormens gränsvärde på 40 µg/m<sup>3</sup>. Miljö kvalitetsmålet Frisk Luft för kvävedioxid ligger på 20 µg/m<sup>3</sup>.

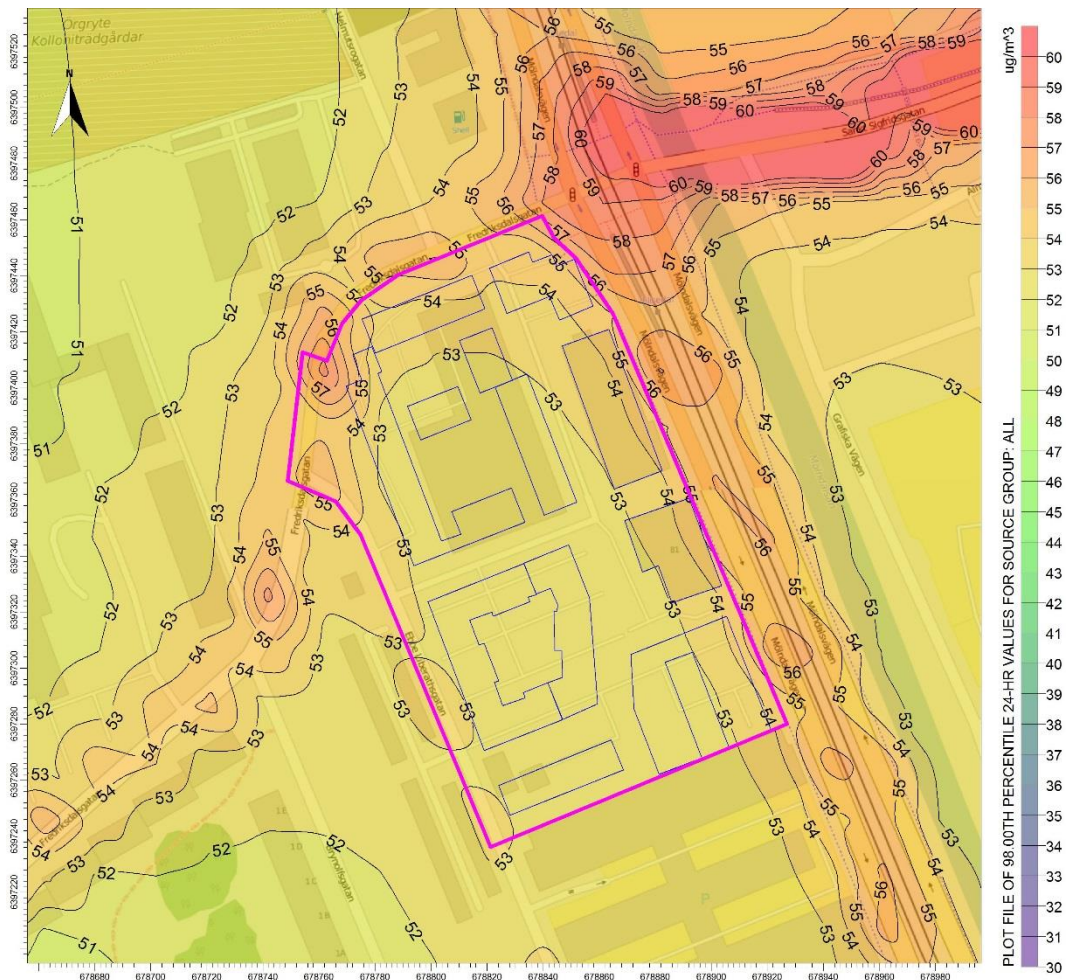
### 4.1.3 NO<sub>2</sub> Dygnsmedelvärden



Figur 7. Nuvarande situation 2015, beräknade halter av kvävedioxid som dygnsmedelvärden. Planområdet markeras med lila linje och föreslagna byggnader med blå.

De högst beräknade halterna innanför planområdet norra och södra delar ligger på omkring 60 µg/m<sup>3</sup> respektive 59 µg/m<sup>3</sup>.

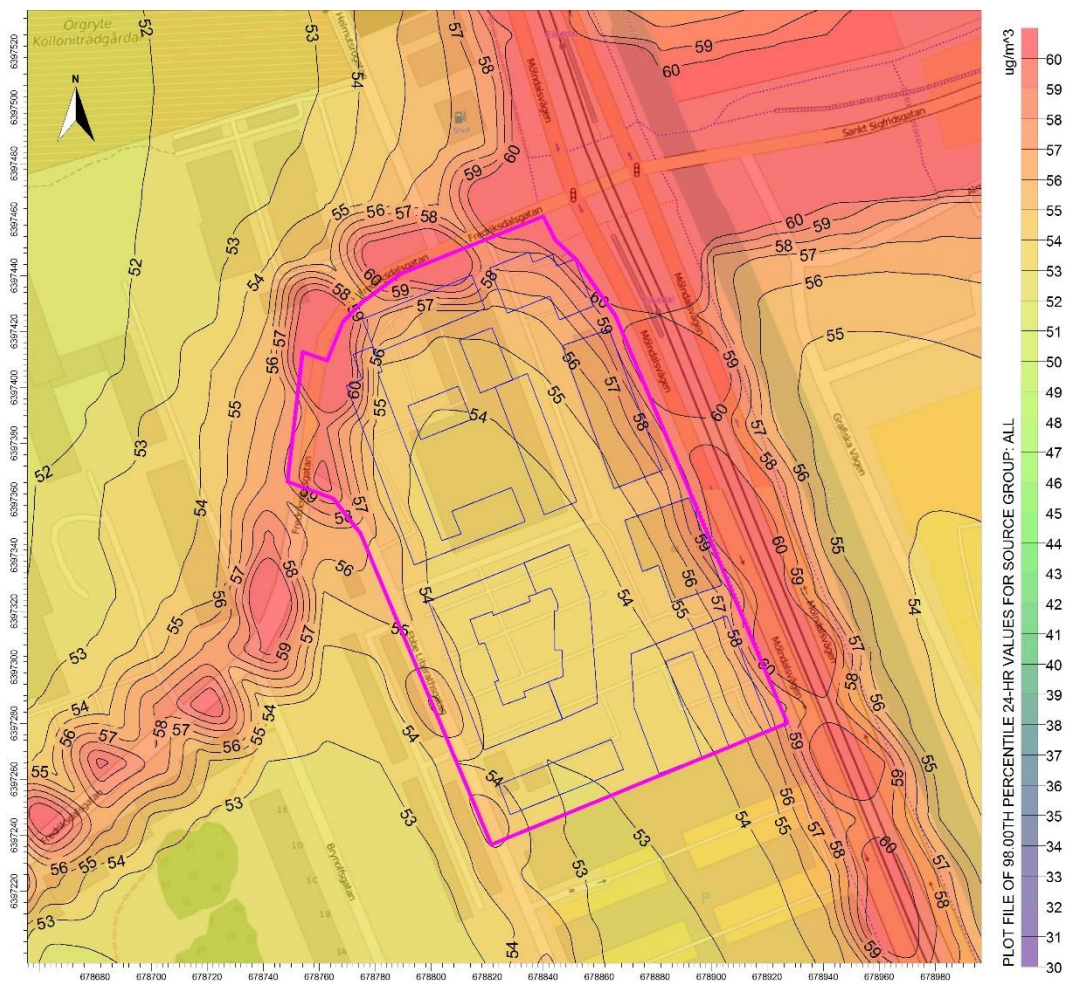
Värdena ska jämföras mot miljökvalitetsnormens dygnsmedelvärde på 60 µg/m<sup>3</sup> för dygnsmedelvärdet som 98-percentil och år. Det finns inget upprättat miljökvalitetsmål för kvävedioxid som dygnsmedelvärde.



Figur 8. Framtida scenario 2020, beräknade halter av kvävedioxid som dygnsmedelvärden. Planområdet markeras med lila linje och föreslagna byggnader med blå.

De högst beräknade halterna innanför planområdet norra och södra delar ligger på omkring  $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$  respektive  $54 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Värdena ska jämföras mot miljö kvalitetsnormens dygnsmedelvärde på  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  för dygnsmedelvärdet som 98-percentil och år. Det finns inget upprättat miljö kvalitetsmål för kvävedioxid som dygnsmedelvärde.

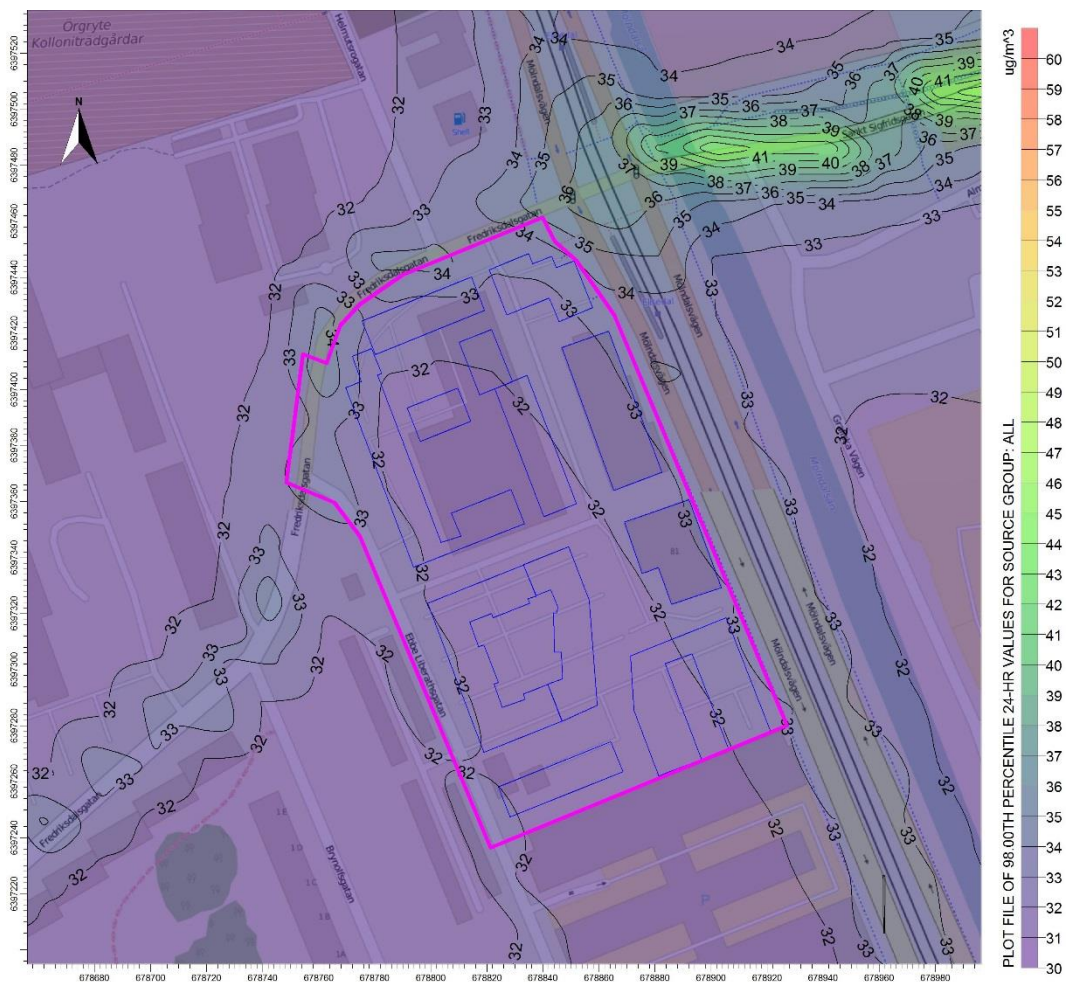


Figur 9. Framtida scenario 2020 "Worst case", beräknade halter av kvävedioxid som dygnsmedelvärden. Planområdet markeras med lila linje och föreslagna byggnader med blå.

De högst beräknade halterna innanför planområdet norra och södra delar ligger på omkring  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  respektive  $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Värdena ska jämföras mot miljö kvalitetsnormens dygnsmedelvärde på  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  för dygnsmedelvärdet som 98-percentil och år. Det finns inget upprättat miljö kvalitetsmål för kvävedioxid som dygnsmedelvärde.



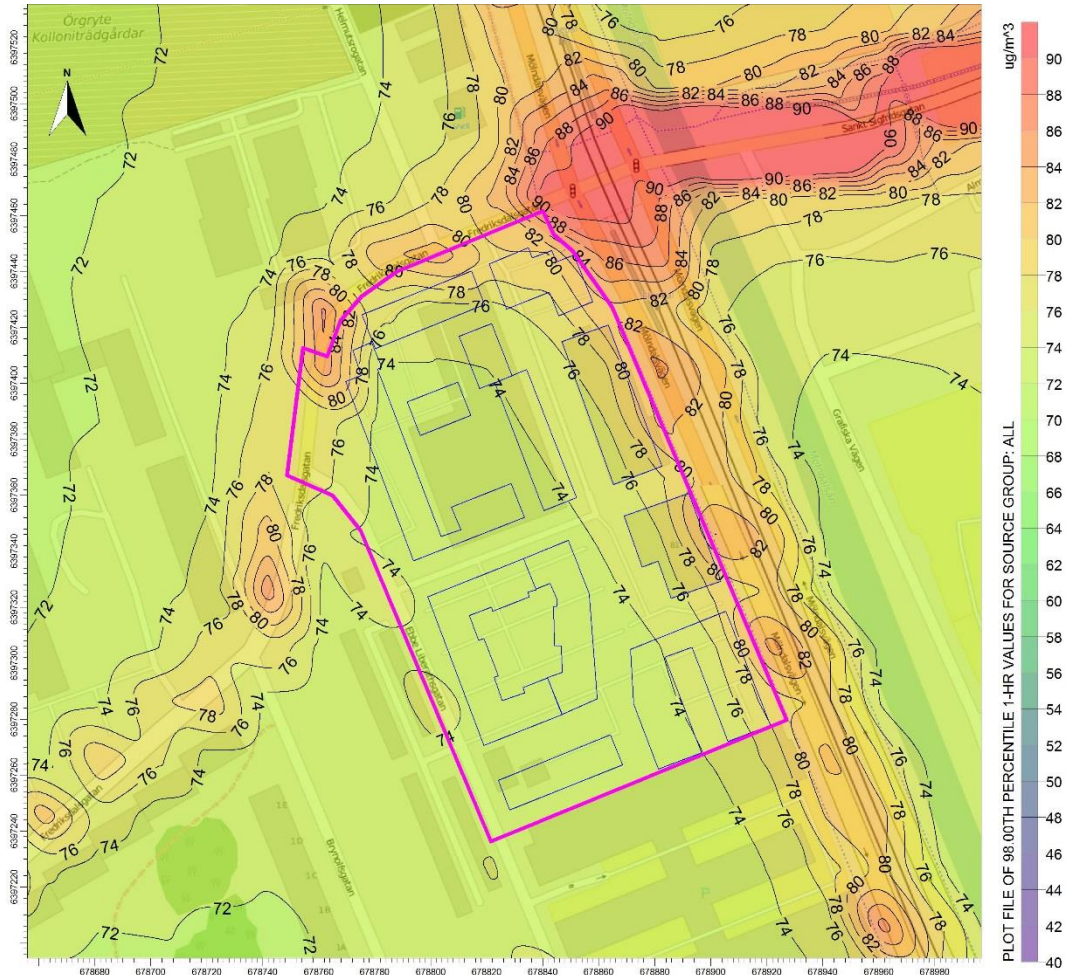


Figur 10. Framtida scenario 2030, beräknade halter av kvävedioxid som dygnsmedelvärden. Planområdet markeras med lila linje och föreslagna byggnader med blå.

De högst beräknade halterna innanför planområdet norra och södra delar ligger på omkring  $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$  respektive  $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Värdena ska jämföras mot miljö kvalitetsnormens dygnsmedelvärde på  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  för dygnsmedelvärdet som 98-percentil och år. Det finns inget upprättat miljö kvalitetsmål för kvävedioxid som dygnsmedelvärde.

#### 4.1.4 NO<sub>2</sub> Timmedelvärden



Figur 11. Nuvarande situation 2015, beräknade halter av kvävedioxid som timmedelvärden. Planområdet markeras med lila linje och föreslagna byggnader med blå.

De högst beräknade halterna innanför planområdet norra och södra delar ligger på omkring 88 µg/m<sup>3</sup> respektive 78 µg/m<sup>3</sup>.

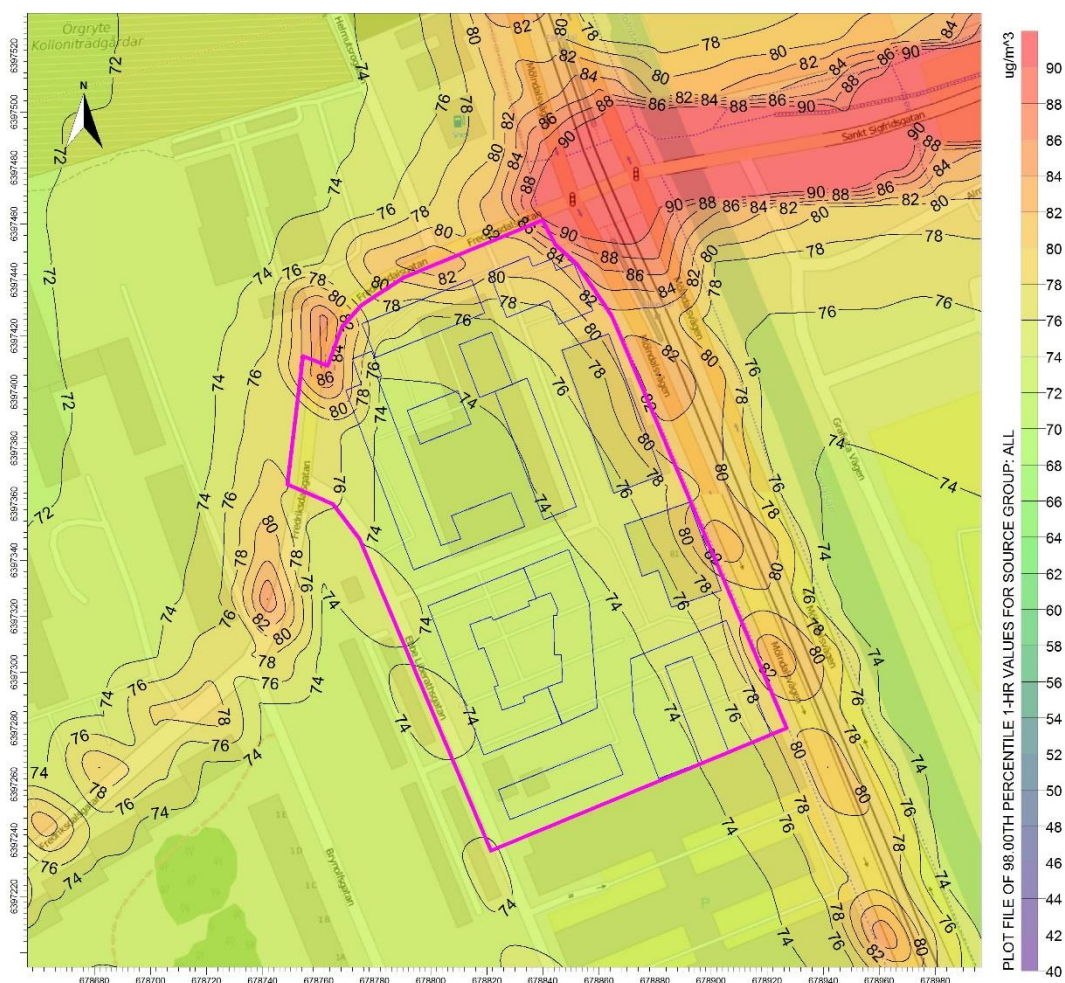
Värdena ska jämföras mot miljö kvalitetsnormens timmedelvärde på 90 µg/m<sup>3</sup> som 98-percentil för timmedelvärdet och år. Miljö kvalitetsmål Frisk Luft för kvävedioxid ligger på 60 µg/m<sup>3</sup> för timmedelvärdet som 98-percentil och år.



Figur 12. Framtida scenario 2020, beräknade halter av kvävedioxid som timmedelvärden. Planområdet markeras med lila linje och föreslagna byggnader med blå.

De högst beräknade halterna innanför planområdet norra och södra delar ligger på omkring  $78 \mu\text{g}/\text{m}^3$  respektive  $72 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

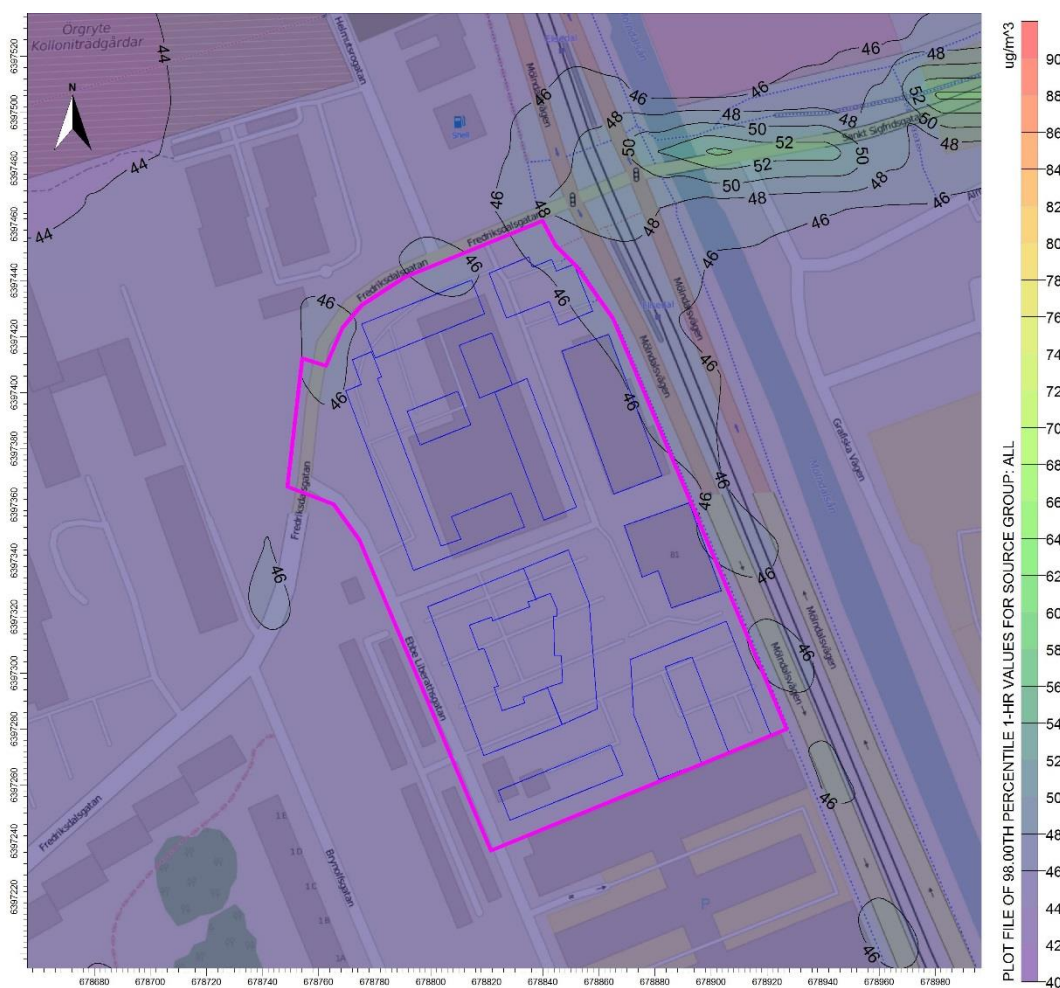
Värdena ska jämföras mot miljö kvalitetsnormens timmedelvärde på  $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$  som 98-percentil för timmedelvärdet och år. Miljö kvalitetsmål Frisk Luft för kvävedioxid ligger på  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  för timmedelvärdet som 98-percentil och år.



Figur 13. Framtida scenario 2020 "Worst case", beräknade halter av kvävedioxid som timmedelvärden. Planområdet markeras med lila linje och föreslagna byggnader med blå.

De högst beräknade halterna innanför planområdet norra och södra delar ligger på omkring 88 µg/m<sup>3</sup> respektive 78 µg/m<sup>3</sup>.

Värdena ska jämföras mot miljö kvalitetsnormens timmedelvärde på 90 µg/m<sup>3</sup> som 98-percentil för timmedelvärde och år. Miljö kvalitetsmål Frisk Luft för kvävedioxid ligger på 60 µg/m<sup>3</sup> för timmedelvärde som 98-percentil och år.



Figur 14. Framtida scenario 2030, beräknade halter av kvävedioxid som timmedelvärden. Planområdet markeras med lila linje och föreslagna byggnader med blå.

De högst beräknade halterna innanför planområdet norra och södra delar ligger på omkring 47 µg/m<sup>3</sup> respektive 46 µg/m<sup>3</sup>.

Värdena ska jämföras mot miljökvalitetsnormens timmedelvärde på 90 µg/m<sup>3</sup> som 98-percentil för timmedelvärdet och år. Miljökvalitetsmål Frisk Luft för kvävedioxid ligger på 60 µg/m<sup>3</sup> för timmedelvärdet som 98-percentil och år.

#### 4.1.5 Bedömning av kvävedioxid

Resultatet från spridningsberäkningarna visar på god överensstämmelse med uppmätta mätvärden vid mätstationen i Mölndal. De beräknade haltnivåerna av kvävedioxid minskade för år 2030 i jämförelse med nulägeshalterna. Halterna beräknas vara som högst på den nordöstra sidan av planområdet, som vetter mot korsningen Mölndalsvägen och St. Sigfridsgatan.

Årsmedelvärdet för miljö kvalitetsnormen ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) innehölls inom planområdet för samtliga scenarion. De norra delarna av planområdet för nuläges- och "worst case" scenariot 2020 är dock nära att tangera miljö kvalitetsnormen. Miljö kvalitetsmålet på  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  klaras inte för hela planområdet under nuläges- eller 2020 scenariot. För scenariot 2030 förväntas miljö kvalitetsmålet klaras för hela planområdet.

Miljö kvalitetsnormen för dygnsmedelvärdet ( $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) bedöms vara den miljö kvalitetsnorm där det föreligger störst risk för överskridande. Enligt beräkningarna överskrider den nordöstra plangränsen miljö kvalitetsnormen i nuläges- och "worst case" scenariot 2020. Den östra sidan längs Mölndalsvägen uppvisar också höga halter och tangerar miljö kvalitetsnormens gränsvärde. För scenariot 2020 klaras miljö kvalitetsnormen inom planområdet, dock är den norra plangränsen även här nära att tangera miljö kvalitetsnormen. Den västra delen av planområdet som föreslås bebyggas med bostadshus i 6 våningar klarar miljö kvalitetsnormen i nuläget och i "worst case" scenariot. För år 2030 klaras miljö kvalitetsnormen med god marginal för hela planområdet.

Miljö kvalitetsnormen för timmedelvärdet ( $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) klaras för samtliga scenarion. De norra delarna av planområdet för nuläges- och "worst case" scenariot 2020 är dock nära att tangera miljö kvalitetsnormen. För årsmedelvärdet 2030 klaras miljö kvalitetsnormen med god marginal. I området med bostadshusen föreligger det ingen risk för att miljö kvalitetsnormen kommer att överskridas. Miljö kvalitetsmålet på  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  klaras inte i nuläget, 2020 eller 2020 worst case" scenariot, men för scenariot 2030 klaras målet inom hela planområdet.

Förklaringen till de kraftigt reducerade kvävedioxidhalterna för scenariot 2030 är en kombination av att bakgrundhalterna, enligt SMHIs beräkningar, förväntas minska med cirka 40 % och att hårdare krav på utsläppsmängder kommer driva på teknikutvecklingen, vilket förväntas leda till lägre halter av framförallt kvävedioxider. I detta antagande är de framtida trafikökningarna medräknade.

## 4.2 Partiklar som $\text{PM}_{10}$

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 jorddamm, 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.

$\text{PM}_{10}$  är ett storleksintervall för inandningsbara partiklar med en diameter mindre än  $10 \mu\text{m}$ . Partiklar med en diameter större än  $10 \mu\text{m}$  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 E6/E20 och Mölndalsvägen föroreningsbilden även för partiklar.

#### 4.2.1 Genomförda mätningar av partiklar (PM<sub>10</sub>)

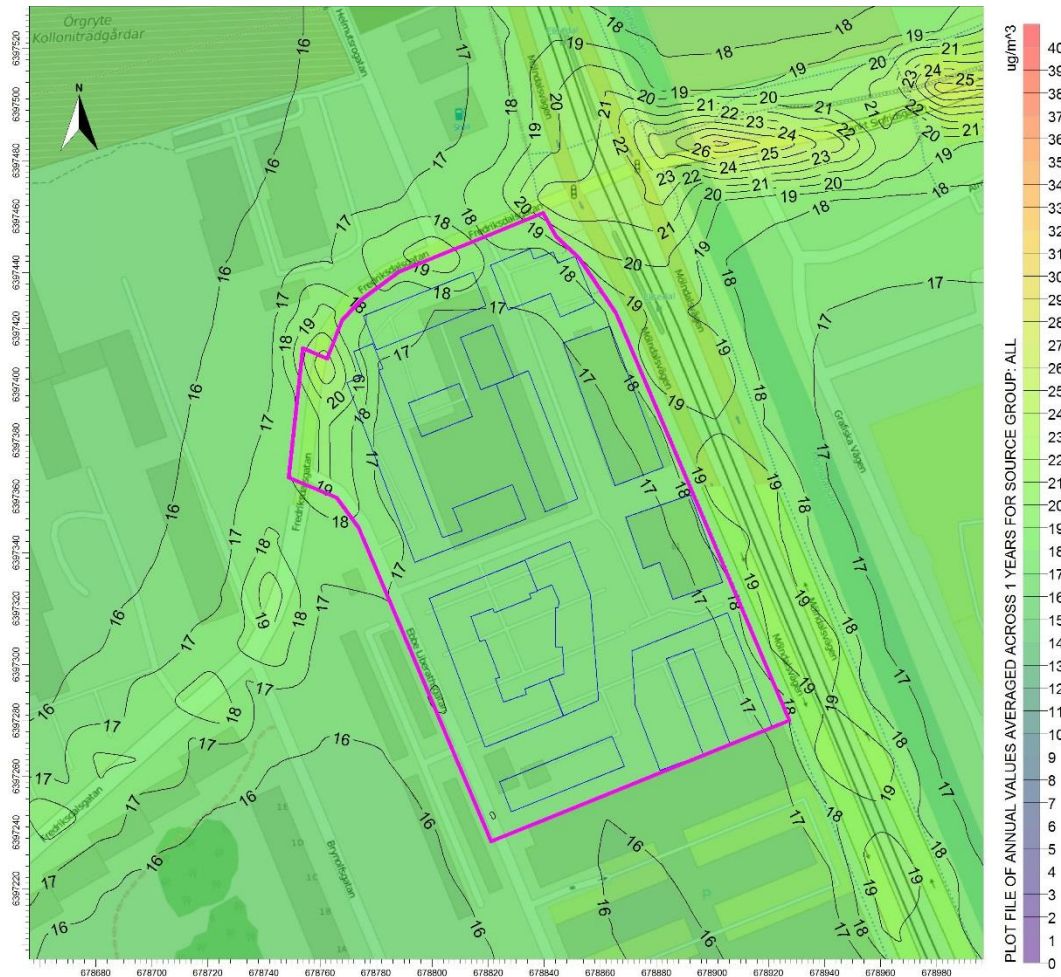
Genomförda mätningar av PM<sub>10</sub> har under de senaste åren visat på generellt minskade partikelhalter i Göteborg och i dagsläget uppehålls miljö kvalitetsnormerna vid samtliga mätstationer.

Tabell 7. Halter av partiklar (PM<sub>10</sub>) vid mätstationen i Gårda, 2010-2014 och Nellickevägen juli-dec 2011

Partiklar PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	MKN	Gårda					Nellickevägen
		2010	2011	2012	2013	2014	2011
Medelvärde	<b>40</b>	19	23,2	22,3	21,6	21,1	15,6
90%-il dygn	<b>50</b>	30,0	41,0	38,2	36,6	34,8	25,8

Inga överskridande av miljö kvalitetsnormen för partiklar som PM<sub>10</sub> har konstaterats de senaste åren.

#### 4.2.2 PM<sub>10</sub> Årsmedelvärden

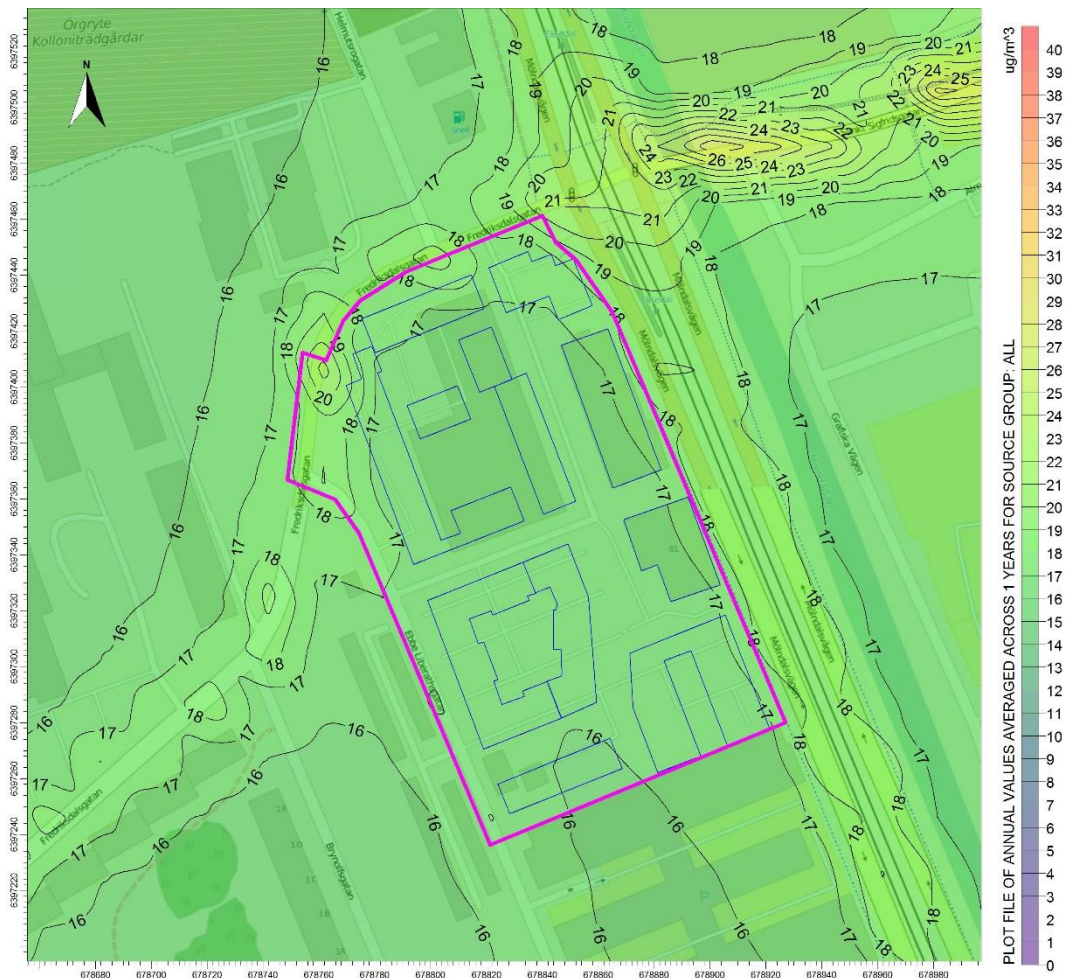


Figur 15. Nuvarande situation 2015, beräknade halter av partiklar (PM<sub>10</sub>) som årsmedelvärden. Planområdet markeras med lila linje och föreslagna byggnader med blå.

De högst beräknade halterna innanför planområdet norra och södra delar ligger på omkring 20 µg/m<sup>3</sup> respektive 17 µg/m<sup>3</sup>.

Värdena ska jämföras mot miljökvalitetsnormens gränsvärde för PM<sub>10</sub> på 40 µg/m<sup>3</sup>. Miljökvalitetsmålet Frisk Luft för partiklar som PM<sub>10</sub> ligger på 15 µg/m<sup>3</sup>.

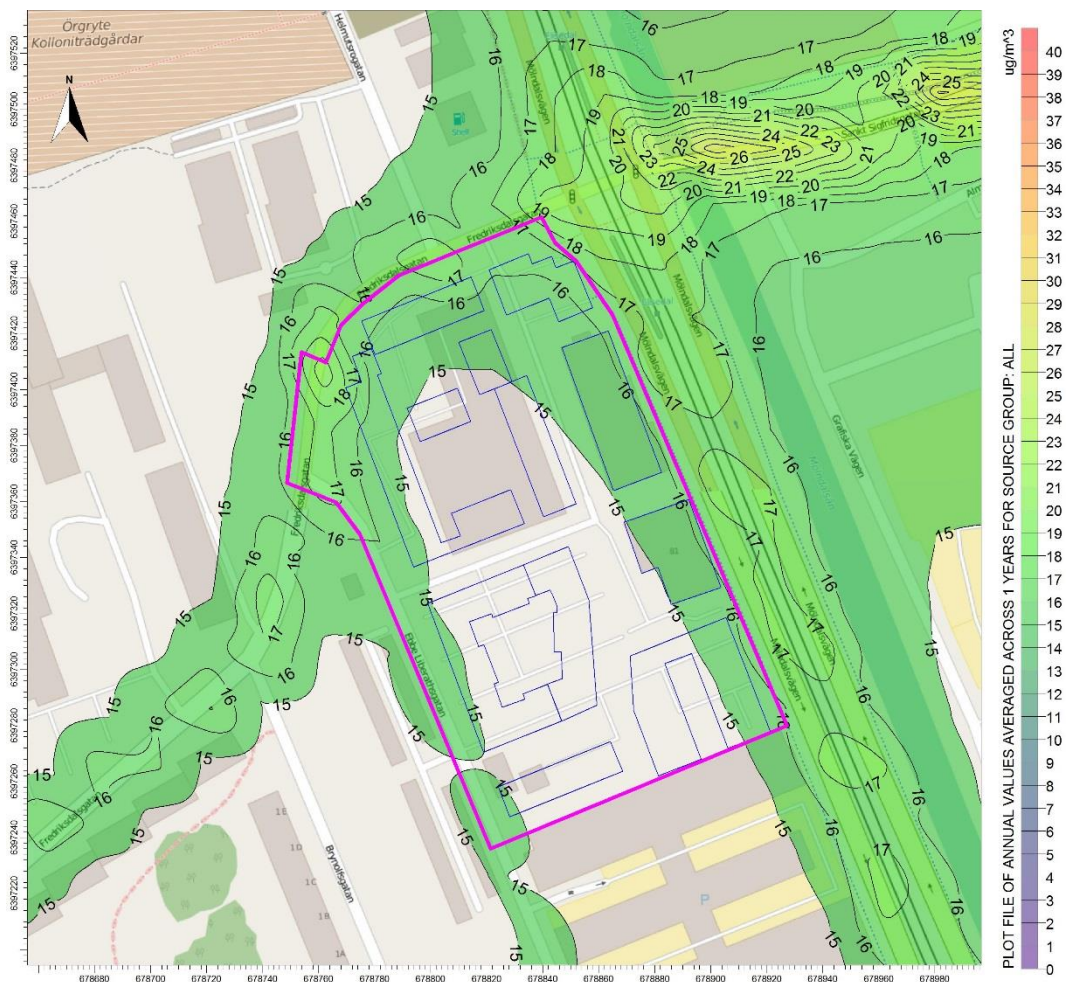




Figur 16. Framtida scenario 2020, beräknade halter av partiklar ( $PM_{10}$ ) som årsmedelvärden. Planområdet markeras med lila linje och föreslagna byggnader med blå.

De högst beräknade halterna innanför planområdet norra och södra delar ligger på omkring  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  respektive  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

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  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$

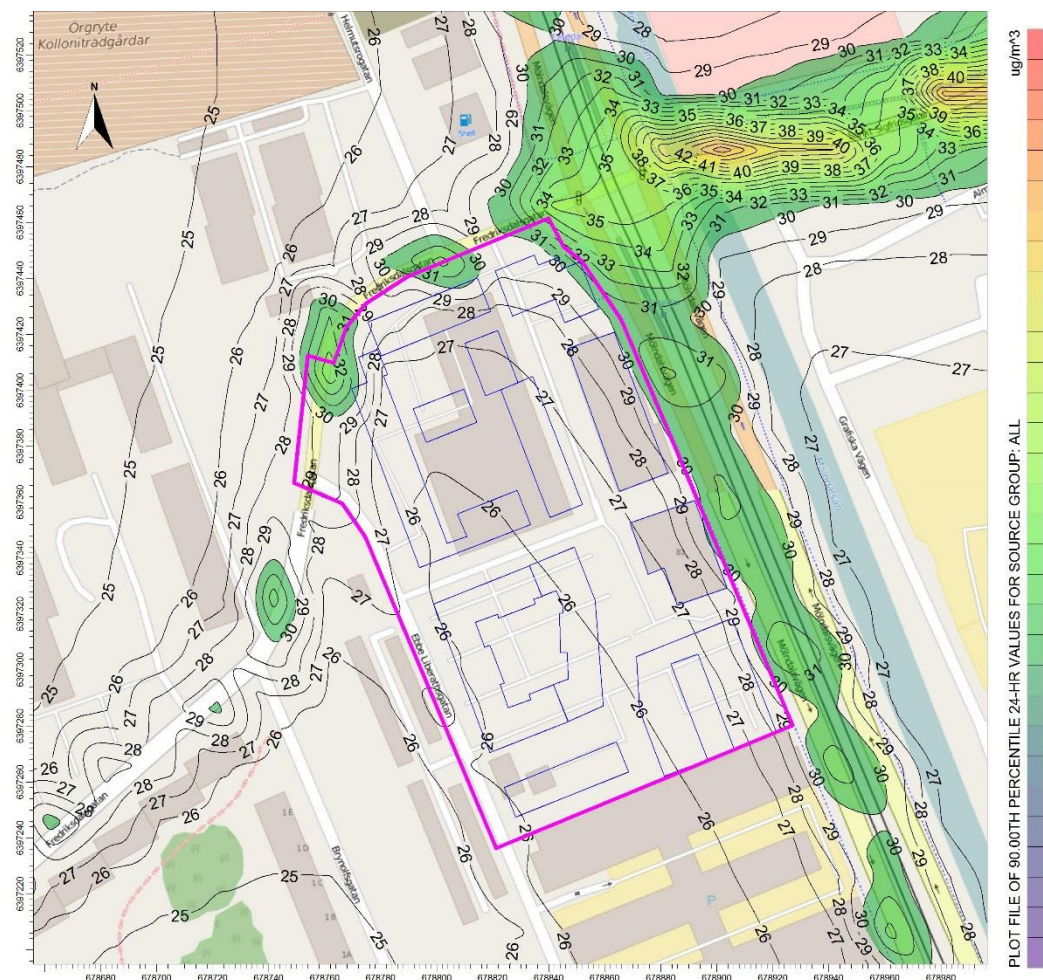


Figur 17. Framtida scenario 2030, beräknade halter av partiklar ( $PM_{10}$ ) som årsmedelvärden. Planområdet markeras med lila linje och föreslagna byggnader med blå.

De högst beräknade halterna innanför planområdet norra och södra delar ligger på omkring  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  respektive  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

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  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

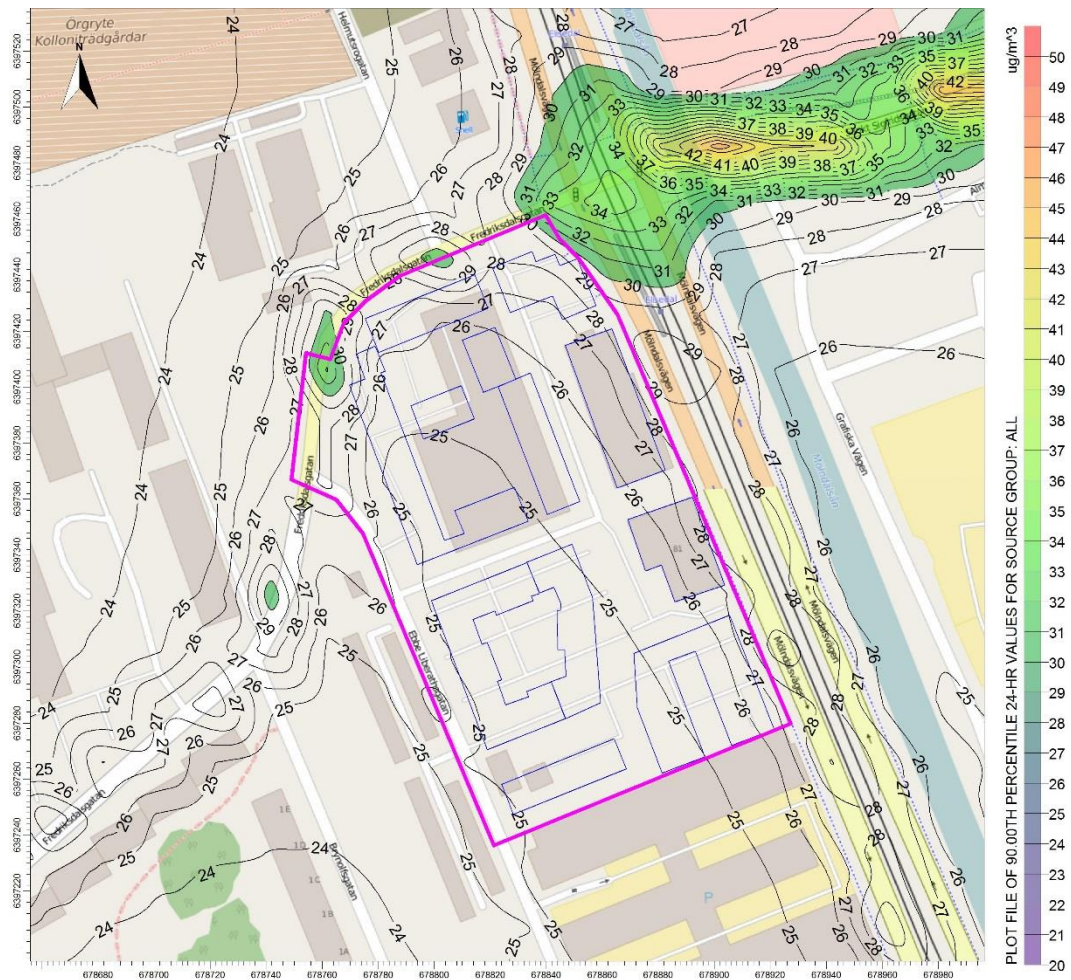
### 4.2.3 PM<sub>10</sub> Dygnsmedelvärden



Figur 18. Nuvarande situation 2015, beräknade halter av partiklar (PM<sub>10</sub>) som dygnsmedelvärden. Planområdet markeras med lila linje och föreslagna byggnader med blå.

De högst beräknade halterna innanför planområdet norra och södra delar ligger på omkring 32 µg/m<sup>3</sup> respektive 28 µg/m<sup>3</sup>.

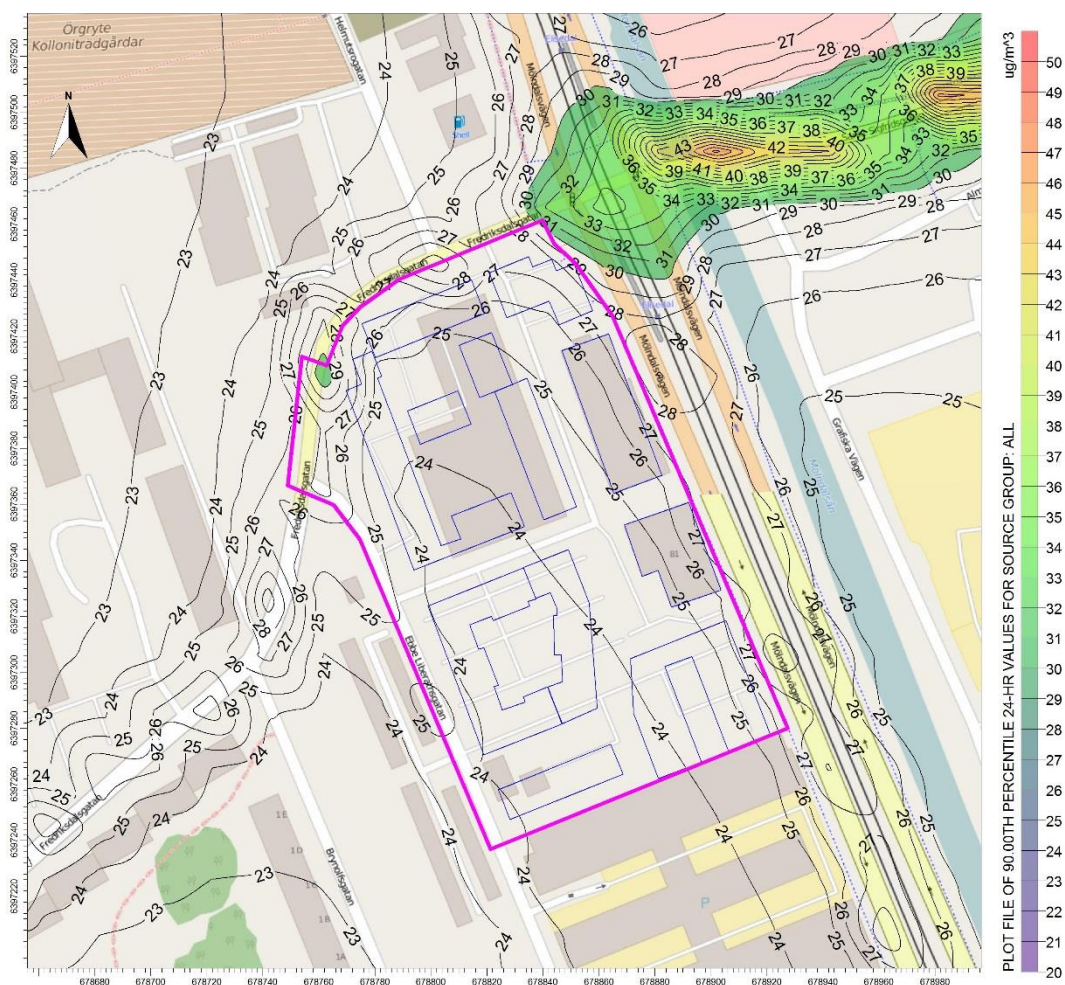
Värdena ska jämföras mot miljökvalitetsnormens dygnsmedelvärde på 50 µg/m<sup>3</sup> för dygnsmedelvärdet som 90-percentil och år. Miljökvalitetsmål Frisk Luft för partiklar som PM<sub>10</sub> avseende dygnsmedelvärdet som 90-percentil ligger på 30 µg/m<sup>3</sup>.



Figur 19. Nuvarande situation 2020, beräknade halter av partiklar ( $PM_{10}$ ) som dygnsmedelvärden. Planområdet markeras med lila linje och föreslagna byggnader med blå.

De högst beräknade halterna innanför planområdet norra och södra delar ligger på omkring  $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$  respektive  $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

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



Figur 20. Framtida scenario 2030, beräknade halter av partiklar ( $PM_{10}$ ) som dygnsmedelvärden. Planområdet markeras med lila linje och föreslagna byggnader med blå.

De högst beräknade halterna innanför planområdet norra och södra delar ligger på omkring  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  respektive  $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

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

#### 4.2.4 Bedömning av partiklar ( $PM_{10}$ )

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

Beräknade partikelhalter klarar miljö kvalitetsnormerna för års- och dygnsmedelvärde med god marginal, för samtliga scenarion.

Miljökvalitetsmålet "Frisk Lufts" årsmedelvärde för partiklar som PM<sub>10</sub> ligger på 15 µg/m<sup>3</sup> och klaras inte för hela planområdet. För år 2030 antas dock miljökvalitetsmålet klaras vid större delen av planområdet centrala delar. Miljökvalitetsmål för årsmedelvärde kommer i framtiden vara svårt att nå, eftersom bakgrundhalterna, som utgör en stor del av den totala partikelhalten, beräknas ligga runt gränsen för årsmedelvärdet. Detta innebär att det hade varit svårt att uppnå även om vägtrafiken kraftigt reducerades.

Miljökvalitetsmålet för dygnmedelvärde, som ligger på 30 µg/m<sup>3</sup> klaras inte inom hela planområdet. Samtliga scenarion tangerar miljökvalitetsmålet mot den norra gränsen av planområdet. Målet uppfylls dock vid de föreslagna bostäderna.

Anledningen till att partikelhalterna inte minskar i samma utsträckning som kvävedioxidhalterna mellan scenariona, är att den antagna minskningen i andelen fordon med dubbdäck till viss del motverkas av den prognostiserade trafikökningen. 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 uppkostningar. Göteborg har haft svårt med att klara miljökvalitetsnormerna av framförallt kvävedioxid, men även tidvis partiklar (PM<sub>10</sub>). Trots vidtagna åtgärder kvarstår problemet med att klara normen för kvävedioxid. Följande åtgärder antas ha en positiv inverkan på utsläppen av luftföroreningar i planområdet. Åtgärderna är mer lokalinriktade och anses för projektet möjliga att påverka. I Bilaga 1 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 minskar därmed 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 av koncentration av luftföroreningar (Brechler et al. 2014; Baldauf et al. 2009). Bullerskärms 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 (Tiwary et al., 2005).

Bullerskärnarnas 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 bullerskärnarnas yta. Detta innebär att det är många osäkerhetsparametrar som försvårar noggranna antaganden och beräkningar.

Det finns i nuläget ingen bullerskärm mot varken Ebbe Lieberathsgatan, Fredriksdalsgatan eller Mölndalsvägen. De planerade kontorsbyggnaderna och bostadshusen i planområdet bildar dock en barriär mot de omkringliggande vägarna, som inte antas försvåra utvärderingen av luftföroreningar. 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 avskärmande 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. Det anses därför som fördelaktigt att bostadskropparna tills stor del byggs ihop, då en viss ökning skulle ha kunnat ske om det fanns en öppning mellan byggnadskropparna.

## 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,  $\mu\text{m}$ ) och de allra största partiklarna (1 – 10  $\mu\text{m}$ ), 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  $\text{PM}_{10}$  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 tex 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).

Längs hela Ebbe Lieberathsgatan kommer träd att anordnas, i samband med den succesiva omvandling som gatan kommer genomgå. Vid Mölndalsvägen föreslås ett mer stadslikt gaturum på dess västra sida och träd planteras mot sidan som vetter mot planområdet. Utformningen av vegetationen kommer att påverka möjligheten till spridningen och filtrering av luften och deponering av luftföroreningarna på vegetationsytorna. Fördelaktigt vore om träden planeras så nära Mölndalsvägen som möjligt, för att uppnå bästa möjliga deposition. Vegetationen runtomkring planområdet antas ha en luftförorengsreducerande effekt, då en del av luftföroreningarna skulle kunna deponeras på träden och därigenom minska den totala föroreninghalten 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). Området längs Ebbe Lieberathsgatan kan beskrivas som ett bitvis slutet gaturum kantat av bostäder. Därför att det viktigt att inte plantera träden tätt så gaturummet 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 ska inte tillämpas för luften på arbetsplatser och kommer därför inte beröra de kontors- och verksamhetslokaler som detaljplanen föreslås medföra. Dock ska luften utanför lokalerna och vid bostäderna, som människorna i området exponeras för, bedömas mot de upprättade miljö kvalitetsnormerna.

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. Övriga källor är sjöfart, småskalig vedeldning och industriella verksamheter 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 Göteborgsregionen och riskerar att överskrida de miljö kvalitetsnormer som finns definierade. Luftföroreningar i stadsmiljö kommer främst från lokala källor.

I denna utredning har spridningsberäkningar utförts för området söder om Fredriksdalsgatan. Syftet med spridningsberäkningarna var att visa på fördelningen av



kvävedioxid (NO<sub>2</sub>) och partiklar (PM<sub>10</sub>) inom det aktuella planområdet samt att jämföra uppmätta och beräknade halter mot föreskrivna miljökvalitetsnormer och det nationella miljökvalitetsmålet, Frisk luft. Beräkningar utfördes för den nuvarande situationen, 2020 och 2030 med tillhörande emissionsfaktorer och 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, där planområdets korrelerade med mätningarna i gatunivå i Mölndal och vid Nellickevägen. Beräkningarna påvisade att kvävedioxid är den föroreningen, som löper störst risk att överskrida miljökvalitetsnormerna inom det aktuella planområdet. Enligt Miljöförvaltningen mätningar är trenden för kvävedioxid generellt svagt nedåtgående i både tak- och gatunivå (Göteborg, 2015), vilket även bekräftas av spridningsberäkningarna.

Miljökvalitetsnormen för års- och timmedelvärde klaras för samtliga scenarion. Enligt beräkningarna bedöms dygnsmedelvärdet för kvävedioxid vara den miljökvalitetsnorm, som idag riskerar att överskridas inom planområdet, vilket överensstämmer väl med mätningarna vid Nellickevägen. Det är i synnerhet planområdets nordöstra och östra delar som riskerar att överskrida miljökvalitetsnormerna i nuläges- och "worst case" scenariot 2020. "Worst case" scenariot är dock inte det mest sannolika framtida scenariot, utan halterna kommer troligtvis ligga mellan de två framtagna scenarion för 2020. Med något lägre nivåer kommer miljökvalitetsnormen klaras med största sannolikhet för år 2020. För scenariot 2030 klaras dygnsmedelvärdet med god marginal. Miljökvalitetsmålet för års- och timmedelvärde klaras inte för nuläges- eller 2020 scenariot, men klaras för 2030 scenariot

Halterna av kvävedioxid beräknades minska till 2030 i jämförelse med nuvarande situation. Förklaringen till de kraftigt reducerade kvävedioxidhalterna för scenariot 2030 är en kombination av att bakgrundhalterna, enligt SMHIs beräkningar, förväntas minska med cirka 40 % och att hårdare krav på utsläppsmängder kommer driva på teknikutvecklingen, vilket förväntas leda till lägre halter av framförallt kvävedioxider. I detta antagande är de framtida trafikökningarna medräknade.

Partikelhalternas års- och dygnsmedelvärde förändras inte nämnvärt mellan de olika scenarion. Miljökvalitetsnormerna klaras dock för samtliga scenarion och antas inte utgöra en begränsande faktor i framtiden. Miljökvalitetsmålet "Frisk Lufts" årsmedelvärde för partiklar, PM<sub>10</sub> (15 µg/m<sup>3</sup>) klaras inte för hela planområdet. För år 2030 antas dock miljökvalitetsmålet klaras i planområdets centrala delar. Miljökvalitetsmålet för dygnsmedelvärde (30 µg/m<sup>3</sup>) klaras inom hela planområdet för scenariot 2030, medan nuläges- och 2020 scenariot tangerar riktvärdet i planområdets norra delar. Miljökvalitetsmålet antas dock klaras vid de föreslagna bostäderna.

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.

Öster om planområdet cirka 220 meter passerar både pendeltåg och övrig tågtrafik. Tågtrafikens relativa bidrag av partiklaremissioner till planområdet bedöms som mycket små och har därför inte beaktats i beräkningarna. Även spårvagnstrafiken som passerar cirka 20 meter från planområdet antas vara av underordnad betydelse.

De föreslagna bostadshusen i planområdets västra del kommer byggas mer än 300 meter från E6/E20 och cirka 50 meter från Mölndalsvägen. Detaljplanen medför att fler människor utsätts för exponering av luftföroreningar jämfört med nuläget inom planområdet. Vid bostäderna antas miljö kvalitetsnormerna klaras för samtliga scenarion. 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. Detta bekräftas av Miljöförvaltningens utredning av luftmiljön i Mölndalsåns dalgång år 2020 (Göteborg, 2013:2), som fastslår att avskärmande byggnader mot E6/E20 har en luftförorenings reducerande effekt på både kvävedioxid och partiklar (PM<sub>10</sub>). Vidare framhåller de att miljö kvalitetsnormerna kan klaras vid anläggande av miljöer för människor mer än 60 meter från E6/E20, vilket överensstämmer väl med resultatet.

Genom att plantera träd i närhet och i anslutning av byggnaderna, antas en ytterligare reducerande effekt på luftföroreningarna. Studier har kunnat påvisa att störst reducerande effekt uppnås vid kombination av ett fysiskt hinder, så som byggnader/bullerskärmar, och vegetation. Gaturummet längs Ebbe Lieberathsgatan kommer dock att bli något mer slutet genom byggnationen av bostadshusen. Detta skulle kunna föranleda situationer med högre haltnivåer. Det är samtidigt föreslaget att genomföra hastighetsdämpande åtgärder för gatan. Körvägskanten kommer att smalnas av och trottoaren ökas från dagens 1,6 till 1,9 meters bredd, vilket antas ha en luftföroreningsreducerande effekt. 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.

Planområdet antas klara miljö kvalitetsnormerna både i nuläget och för beräknade framtidsscenarion. Dock 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 nordöstra och östra delarna av planområdet och det är bra om planen utformas så att människor inte uppmuntras till vistelse i detta område. Förslagsvis kan entréer placeras bort från den utsatta sidan av huset som vetter mot Mölndalsvägen och E6/E20. Det är även att föredra om tilluften för ventilation inte tas från fasader som vetter mot Mölndalsvägen och E6/E20, 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 NO<sub>2</sub> 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 (NO<sub>2</sub>) for air quality assessment and planning relevant to the European Air Quality Directive. ETC/ACM Technical Paper 2011/15

Gehrig, R., Hill, M., Lienemann, P., Zwicky, C. N., Bukowiecki, N., Weingartner, E., Baltensperger U., & Buchmann, B. (2007). Contribution of railway traffic to local PM<sub>10</sub> concentrations in Switzerland. *Atmospheric Environment*, 41(5), 923-933

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

Göteborgs Stad. (2013). Utredning av luftmiljön i Mölndalsåns dalgång år 2020. Uppdragsrapport 2013:2

Göteborgs Stad. (2013). Utvärdering av dubbdäcksförbudets effekt på luftkvaliteten på Friggagatan. Utredningsrapport 2013:8

Göteborgs Stad. (2014). Årsrapport 2013. Luftkvaliteten i Göteborgsområdet. R 2014:10. ISBN nr: 1401-2448

Göteborgs Stad. (2015). Årsrapport 2014. Luftkvaliteten i Göteborgsområdet. R 2015:6. ISBN nr: 1401-2448

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 PM<sub>10</sub> i Stockholmsregionen som funktion av dubbdäcksandel och fordonshastighet. SLB 2:2008

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). Luftutredning vid kv Månstenen i Solberga. LVF 2013:5

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.

Tiwary, 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.

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

## 8 Bilaga 1 Luftförorenings reducerade åtgärder

### 8.1 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 miljö kvalitetsnormerna 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.

### 8.2 Partikelbindande medel

Partikelbindande medel är en blandning av vatten och magnesiumklorid, som sprids på vägbanan för att minska partikelhalterna. 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 30 procentig reducering av halten partiklar i luften.

Miljöförvaltningen sprider partikelbindande medel på E6/E20, längs med planområdet. Detta antas reducera antalet tillfällen med förhöjda partikelhalter i området.

### 8.3 Lokala trafikreglerande åtgärder

#### 8.3.1 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 kommun 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/m<sup>3</sup> 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 kommun 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 kommun 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 kommun, om förordningens bestämmelser vore uppfyllda, kunna stänga av E6 och därigenom minska luftföroreningarna i planområdet. Detta anses dock som osannolikt dels med tanke på förordningens bestämmelser om att genomgående trafik inte får hindras i onödan och dels att E6 är en statlig allmän väg och ett riksintresse för kommunikationer. Att vidta trafikregleringar som en åtgärd för att reducera luftföroreningar är till viss del tvedigt 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.

### 8.3.2 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<sub>x</sub>) 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<sub>x</sub>, 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 fordonsgenererade 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 plats-specifika 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.

För Ebbe Lieberathsgatan är det föreslaget att genomföra hastighetsdämpande åtgärder. Körfältet kommer att smalnas av och trottoaren ökas från dagens 1,6 till 1,9 meters bredd. Att smalna av gatan är fördelaktigt för att kunna åstadkomma bästa möjliga hastighetsändring.

#### 8.4 Ekonomiska styrmedel (trängselskatt och avdragsrätt for kollektivresor)

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. Både E6/E20, Mölndalsvägen och Almedalsvägen förseddes med portaler för trängselskatt. Biltrafiken minskade under 2013 jämfört med 2012 för dessa vägar, vilket generellt ledde till mindre miljöpåverkan i planområdet. 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 (PM<sub>10</sub>) 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 dieselmotorer i fordonsflottan. Dieselmotorer har en högre andel direktemitterad kvävedioxid än bensinmotorer och utgör ett ökande problem för varför det är svårt att klara miljö kvalitetsnormerna.

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).

## 8.5 Tekniska krav och utveckling (utsläppskrav och miljözoner)

Upprättande av en miljözon anses som viktigt åtgärd för att klara miljö kvalitetsnormerna, 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 hög emitterande 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 inte inom Göteborgs miljözon. Flera av de anslutande vägarna innefattas därför inte 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<sub>x</sub>), från i synnerhet dieselfordon. Då kväveoxider och kolväten är ozonbildande ämnen bör en utsläppsreduktion av dessa ämnen leda till märkbara förbättringar av hälsförhållandena. 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 kvävedioxid. 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 direktmissioner av kvävedioxid från vägtrafiken (FAIRMODE, 2011).



RAPPORT  
2016-02-05  
[SLUTRAPPORT]  
LUFTMILJÖUTREDNING FREDRIKSDALSGATAN