RAPPORT

STADSBYGGNADSKONTORET GBG STAD

Spridningsberäkningar, Karlavagnsplatsen

UPPDRAGSNUMMER 7001069000

LUFTUTREDNING

2016-06-07

GBG LUFT- OCH MILJÖANALYS

GBG KOLLEKTIVTRAFIK

LEIF AXENHAMN OCH CARL THORDSTEIN

Sammanfattning

Stadsbyggnadskontoret arbetar med att ta fram en ny detaljplan som ska möjliggöra byggnation av bostäder, handel, hotell, skola och kontor på Karlavagnsgatan, i stadsdelen Lindholmen. Sweco Environment 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 miljökvalitetsnormer och det nationella miljökvalitetsmålet, ”Frisk luft”. För att skydda människors hälsa och miljön har regeringen utfärdat en förordning om miljökvalitetsnormer (MKN) för utomhusluft. Beräkningar utfördes dels för den nuvarande situationen, dels för år 2020 och 2035 med tillhörande emissionsfaktorer och beräknade framtida trafikmängder. För nuläges- och 2020 scenariot användes 2013 års uppmätta bakgrundshalter från mätstationen Femman, vilket med stor sannolikhet gav något överskattade halter, i synnerhet för år 2020. Bakgrundhalter från år 2013 användes för att erhålla ett konservativt värde och genom det belysa vilka haltnivåren som kan komma att förekomma om ingen förbättring sker av den urbana bakrundsluften.

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 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 miljökvalitetsnormer som finns definierade.

Resultatet från spridningsberäkningarna visade att kvävedioxid är den föroreningen, som löper störst risk att överskrida miljökvalitetsnormerna inom det aktuella planområdet. Miljökvalitetsnormerna klaras dock inom hela planområdet och för samtliga scenarion. Miljökvalitetsmålet för års- och timmedelvärde klaras inte för nuläges- och 2020 scenariot, men klaras för 2035 scenariot. Halterna av kvävedioxid beräknades minska fram till både 2020 och 2035 i jämförelse med nuvarande situation. Anledningen till minskningen är en kombination av att bakgrundhalterna förväntas minska med cirka 40 % till år 2035, att teknikutvecklingen kommer leda till renare bilar med minskade direktutsläpp av kväveoxider samt att Lundbyleden och Hamnbanan kan komma att förläggs genom Ramberget.

Miljökvalitetsnormerna för partiklar (PM_{10}) klaras för samtliga scenarion och antas inte vara begränsande i framtiden. Anledningen till att partikelhalterna inte minskar i samma utsträckning som kvävedioxidhalterna, är att den antagna minskningen i andelen fordon med dubbdäck till viss del motverkas av den framtida trafikökningen. Miljökvalitetsmålet för årsmedelvärde klaras endast för 2035, medan dygnsmedelvärdet endast klaras för nulägesscenariot.

Planområdets södra del, med bostäder och verksamheter vid Karlavagnsplatsen, klarar enligt beräkningarna miljökvalitetsnormerna för samtliga scenarion. Den nya vägutformningen innebär att inga vägar med betydande trafikmängd (>2000 fordon/dygn) kommer att gå igenom planområdet. Vägarna inom planområdet antas inte ha någon större inverkan på föroreningssituationen. De dominerande föroreningskällorna kommer

Sweco
Skånegatan 3
Box 5397
SE 402 28 Göteborg, Sverige
Telefon +46 (0) 31 62 75 00
Fax +46 (0) 31 62 77 22
www.sweco.se

Sweco Environment AB
Org.nr 556346-0327
Styrelsens säte: Stockholm

Carl Thordstein

Telefon direkt +46 (0)31627704
Mobil +46 (0)727031424
carl.thordstein@sweco.se

att vara Lundbyleden och Lindholmsallén, som dock kommer att avskärmas med bullerskärmar mot planområdet. Beräkningarna tar inte hänsyn till varken enskilda byggnader och bullerskärmar, vilka antas ha en viss minskande effekt på kvävedioxid- och partikelhalterna (PM_{10}). De omkringliggande vägarnas relativa bidraget och deras påverkan inom planområdet var mycket lågt samt att det bakgrundshalterna utgör den klart största andelen av kvävedioxidhalten (se bilaga 3). Uppmätta kvävedioxidhalter (som dygnsmedelvärden) vid mätstationen Femman har även minskat från 2013 (51,4 µg/m^3) till 2015 (41,9 µg/m^3), vilket innebär att halterna vid planområdet hade varit cirka 10 µg/m^3 lägre om beräkningarna hade genomförts med 2015 års bakgrundshalter. Om den nedåtgående trenden håller i sig eller om den stagnerar, så kommer miljökvalitetsnormen för dygnsmedelvärde med stor sannolikhet att klaras år 2020.

Genom att plantera träd i närhet och i anslutning av byggnaderna, antas en ytterligare minskning av luftföroreningarna ske. Med detta i åtanke görs antagandet att miljökvalitetsnormerna med största sannolikt kommer att 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 Lundbyleden och Lindholmsallén. Det är även att föredra om tilluften för ventilation inte tas från fasader mot Lundbyleden och Lindholmsallén, utan från taknivå eller från andra sidan av byggnaden.

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

3.3 Validering av mätdata, bakgrundshalter och meteorologi 6

3.4 Trafikförutsättningar 7

3.4.1 Vägtrafik 7

3.4.2 Spårtrafik 9

3.4.3 Sjöfart 10

3.5 Emissionsdata använda i spridningsberäkningarna 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 18

4.1.5 Bedömning av kvävedioxid 20

4.2 Partiklar som PM_{10} 21

4.2.1 Genomförda mätningar av partiklar (PM_{10}) 22

4.2.2 PM_{10} Årsmedelvärden 23

4.2.3 PM_{10} Dygnsmedelvärden 26

4.2.4 Bedömning av partiklar (PM_{10}) 28

5 Luftföroreningsreducerade åtgärder 29

5.1 Bullerskärmar 29

5.2 Vegetation 30

6 Sammanfattande bedömning 31

7 Referenser 35

8 Bilaga 1 Luftföroreningsreducerade åtgärder 38

8.1 Dubbdäcksförbud 38
8.2 Låga väggar (Low boundary wall) 38
8.3 Parkerade bilar 39
8.4 Partikelbindande medel 39
8.5 Lokala trafikreglerande åtgärder 39
8.6 Ekonomiska styrmedel (trängselskatt och avdragsrätt for kollektivresor) 41
8.7 Tekniska krav och utveckling (utsläppskrav och miljözoner) 42

9 Bilaga 2 Spridningskartor Karlavagnsplatsen 44

10 Bilaga 3 Jämförelse mellan bakgrundhalternas bidrag och det relativa bidraget från omkringliggande vägar 64

11 Bilaga 4 Prognostiserade trafikmängder år 2020 66

1 Bakgrund och syfte

Stadsbyggnadskontoret arbetar med att ta fram en ny detaljplan som ska möjliggöra byggnation av bostäder, handel, hotell, skola och kontor på Karlavagnsgatan i stadsdelen Lindholmen. Sweco Environment har på uppdrag utfört spridningsberäkningar för området runt Karlavagnsgatan på Lindholmen. Syftet med spridningsberäkningarna var att visa på fördelningen av luftföroreningarna inom det aktuella området samt att jämföra uppmätta och beräknade halter mot föreskrivna miljökvalitetsnormer och det nationella miljökvalitetsmålet, Frisk luft. Beräkningar utfördes dels för den nuvarande situationen, dels för år 2020 och 2035 med tillhörande emissionsfaktorer och beräknade framtida trafikmängder. För 2035 genomfördes två scenarion; ett med Lundbyleden och Hamnbanan i dess befintliga sträckning och ett där Lundbyleden och Hamnbanan förlags genom Ramberget.

Luftföroreningarna som ingår i denna utredning är Kvävedioxid (NO_2) och Partiklar (PM_{10}). Partiklar (PM_{10}) och Kvävedioxid är de luftföroreningar som idag uppvisar höga halter i Göteborgsregionen och riskerar att överskrida de miljökvalitetsnormer 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 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 Miljökvalitetsnormerna

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

I förordningen (2010:477) om miljökvalitetsnormer (MKN) för utomhusluft beskrivs dels föroreningsnivåer som inte får överskridas eller som får överskridas endast i viss angiven utsträckning och dels föroreningsnivåer som ”skall eftersträvas”. I tabell 1 till 2 nedan redovisas miljökvalitetsnormerna för kvävedioxid (NO_2) och partiklar som PM_{10}. Dessutom förekommer miljökvalitetsnormer för partiklar som PM2,5, svaveldioxid, koloxid, bly, bensen, arsenik, kadmium, nickel, PAH (BaP) och ozon. Miljökvalitetsnormerna 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 [1)]	40 µg/m³	Aritmetiskt medelvärde
Dygnsmedelvärde [2)]	60 µg/m³	7 ggr per kalenderår
Timmedelvärden [3)]	90 µg/m³	175 ggr per kalenderår om föroreningsnivån aldrig överstiger 200 µg/m³ 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 PM_{10}

Miljökvalitetsnormer för Partiklar (PM_{10}) i utomhusluft		
Normvärde	**Skydd för människors hälsa**	**Maximalt antal överskridanden**
Årsmedelvärde [1)]	40 µg/m³	Aritmetiskt medelvärde
Dygnsmedelvärde [2)]	50 µg/m³	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 (PM_{10}) 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 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, 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 PM_{10} inte överstiger 15 µg/m^3 luft beräknat som ett årsmedelvärde och 30 µg/m^3 luft beräknat som ett dygnsmedelvärde (90-percentil),
- halten av kvävedioxid ett årsmedelvärde underskrider 20 µg/m^3 och som 98-percentil för timmedelvärde underskrider halten på 60 µg/m^3.

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

3 Beräkningsförutsättningar

I Göteborgsområdet är det främst kvävedioxid och partiklar (PM_{10}), som periodvis förekommer i halter som överskrider 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_{10}). Övriga luftföroreningar så som kolmonoxid, fina partiklar (PM2,5), svaveldioxid och bensen regleras också av miljökvalitetsnormer. Dessa luftföroreningar förekommer dock långt under miljökvalitetsnormerna och brukar inte utgöra något problem i Göteborgsområdet.

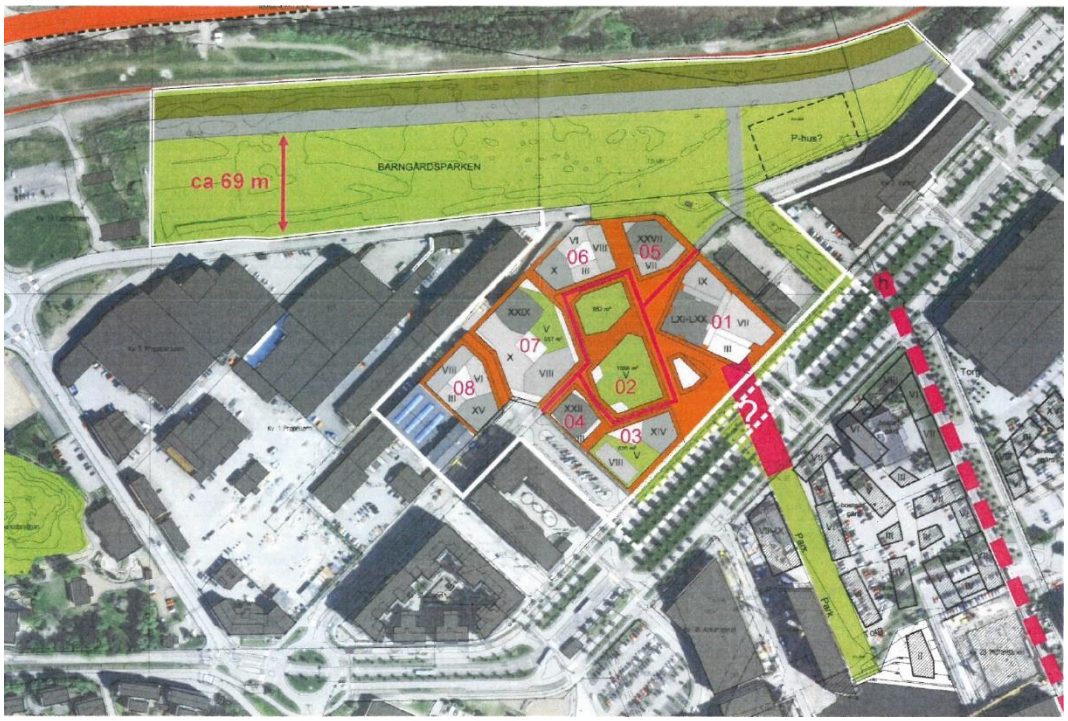
Spridning av luftföroreningar vid vägbanan är bland annat beroende av trafikflöden, meteorologiska förhållanden, topografi och förekomst av intilliggande byggnation och hinder. I följande avsnitt redogörs förutsättningarna för några dessa parametrar.

3.1 Utredningsområdet

Planområdet ligger i anslutning till Lindholmsallén på Lindholmen och inom det så kallade Älvstadsområdet. Området avgränsas av Lindholmsallén i söder och Polstjärnegatan i norr. Planområdet omfattar cirka 2,8 hektar och nyttjas idag för parkering, kontor och industri. Föreslagen bebyggelse kommer uppföras i kvartersform med varierande antal våningsplan. I planområdets västra del är det så kallade Karlavagnstornet placerat med en föreslagen byggnadshöjd på cirka 240 meter, fördelat på 64 våningar. Detaljplanen är även tänkt att möjliggöra förskoleverksamhet, som kommer förläggas på femte våningen i ett av de intilliggande husen till Karlavagnstornet. Planområdets norra delar kommer att utgöra en rekreationsyta, Barngårdsparken, med träd och buskage.

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. Även Sjöfartens bidrag av kvävedioxid halterna vid Karlavagnsplatsen är att betrakta som mycket små. I figur 1 återfinns en kartbild över Lindholmen med det aktuella planområdet markerad.

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



Figur 2. Illustration över planområdet med föreslagen bebyggelse och rekreationsyta

3.2 Spridningsmodeller

Spridningsberäkningar av kvävedioxid och partiklar (PM_{10}) 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^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”.

3.3 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 Naturvårdsvårdsverkets 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 framtaget av SMHI. I verktyget infogas modelldata respektive mätdata från mätplatsen vid Gårda och från dessa beräknar verktyget kvalitetsmåtten 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. Resultatet visade på låg modellosäkerhet och kvalitetsmålen innehölls med god marginal. Då många parametrar är likartade mellan Gårda och planområdet, såsom närhet till lokala emissionskällor 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*	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 2035. 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_{10}). Bakgrundhalterna som nyttjats i rapporten har hämtas från mätstationen Femman, som mäter den urbana bakgrunden i taknivå i Göteborg. För nuläges- och 2020 scenariot användes 2013 års uppmätta bakgrundshalter, vilket med stor sannolikhet gav något överskattade halter, i synnerhet för år 2020. I bilaga 3 visas de omkringliggande vägarnas relativa bidrag av kvävedioxid som 98-percentil av dygnsmedelvärdet. Där framgår att det relativa bidraget från vägarna och deras påverkan inom planområdet är mycket lågt samt att bakgrundshalterna utgör den klart största andelen av kvävedioxidhalten. För scenariot 2030 har bakgrundhalterna av kvävedioxid justerats efter SMHIs antagande gällande en 40 % reduktion (bakgrundhalter för 2035 saknas) (SMHI, 2013). För att inte riskera att underskatta den beräknade halten av kvävedioxid (NO_2) har beräkningarna tagit ozonets oxidation av kvävemonoxid (NO) till kvävedioxid (NO_2) i beaktande. Hänsyn har därför tagits till intransporten av ozon till regionen (regionala bakgrundshalten) utifrån mätningar vid 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, 2014:1). Skillnaden i beräkningsresultat för åren 2013, 2020 och 2035 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.

3.4 Trafikförutsättningar

3.4.1 Vägtrafik

Fordonstrafiken utgör den största och mest betydande utsläppskällan av luftföroreningar, som har en negativ inverkan på luftkvaliteten i området. I nuläget passerar Lundbyleden norr om planområdet och har högst trafikflöde av de intilliggande vägarna. Det finns planer på att i framtiden förlägga Lundbyleden tillsammans med Hamnbanan igenom Ramberget, vilket antas reducera luftföroreningarna avsevärt. Söder om planområdet passerar Lindholmsallén. För nuvarande situation används det södra körfältet för allmän trafik österut, mittenkörfältet för bussar och norra körfältet för allmän trafik västerut. I framtidsscenariona kommer den allmänna trafiken förläggs till dagens södra körfält, med dubbelriktat körfält. Busstrafiken går kvar i mittenkörfältet. Karlavagnsgatan som i nuläget

går rakt igenom planområdet, kommer för framtidsscenariona att delas upp i Karlavagnsgatan väst och öst. En ny gata tillkommer med planförslaget, Nya Polstjärnegatan, som kommer förläggas runt Barngårdsparken. Den nya vägutformningen innebär att inga vägar med betydande trafikmängd (ca 2000 fordon) bedöms att gå igenom planområdet. Vägarna inom planområdet antas inte ha någon större påverkan på föroreningssituationen. De dominerande föroreningskällorna kommer att vara Lundbyleden och Lindholmsallén, som dock kommer att avskärmas med bullerskärmar mot planområdet. I Bilaga 4 finnes en kartbild över planområdet innehållandes de omkringliggande vägarna med tillhörande trafikmängder.

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 och dels på åtgärder för en bättre luftkvalitet i tätorter.

Nulägesberäkningen genomfördes med dagens trafikflöden (basår 2014) och en prognostiserad sammansättning av fordonsparken för 2020 och 2035, som är samstämmig med motsvarande bullerutredning. I modellberäkningen har även trafikens dygnsfördelning under vardagar och helger tagits i beaktande. För flera av de intilliggande gatorna, som anses som innerstadsgator valdes en något lägre tillväxtfaktor för den framtida vägtrafiken. Detta för att inte beräkna framtida lufthalter baserat på orimliga trafikökningar.

Tabell 5. Trafikuppgifter för omkringliggande vägar

	ÅDT			Andel tung trafik [%]
Väg	**2014**	**2020**	**2035**	
Lundbyleden	46200	45820	44678	12
Lindholmsallén	4200	4475	5300	5
Lindholmsallén (Bussfil)	780	780	320	100
Polstjärnegatan				
- **Karlavagnsgatan – Cronackersgatan**	3100	3100	3100	5
- **Cronackersgatan – Ceresgatan**	5300	5300	5300	5
Karlavagnsgatan	2800	2900	2900	7
Nya Polstjärnegatan				
- **Fram till korsning Karlavagnsgatan**	-	6100	6100	5
- **efter korsning Karlavagnsgatan**	-	15600	15600	5

För 2035 tog två scenarion fram. Ett scenario med emissionerna från Lundbyleden och Hamnbanan och ett scenario utan dessa vägar. Detta gjordes då dessa vägar antas gå genom Ramberget cirka 400 meter från planområdet. Vid anläggning av en vägtunnel, konverteras en linjekälla till en eller ett fåtal punktkällor, i form av mynningar eller skorstenar. En av de stora fördelarna med vägtunnlar är möjligheten att förbättra den

lokala luftkvalitén, genom att medvetet placera mynningar och skorstenar bort från känsliga riskgrupper, och avlägsna emissioner från täta bostadsområden. Denna omfördelning av föroreningar, innebär generellt att koncentrationer minskas över ett stort område, men samtidigt ökar i ett litet område kring i synnerhet tunnelmynningarna. Uppmätta halterna i anslutning till tunnelmynningen visar dock att halterna avtar snabbt med avståndet från mynningen. I omedelbar närhet (cirka 10 meter) av mynningen, kan luftkvaliteten försämras avsevärt och riskera att överskrida miljökvalitetsnormerna. När plymen kommit en bit från mynningen, så är det framförallt den omgivande vindhastigheten och turbulensen som är avgörande för utspädningen och spridningen av föroreningarna (Johansson et al., 2013). Halterna minskar med en faktor 4-5 redan vid vägkanten 20 m från mynningen (Brydolf M. & Johansson C., 2010) och effekterna av utsläppen från mynningarna sträcker oftast enbart upp till ca 100-200 meter från själva mynningen. Bortom detta avstånd är det svårt att urskilja effekterna av mynningen från närliggande vägar (NSW, 2014).

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 gatumiljöer. 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_{10} till den totala partikelhalten uppgick till mindre än 2 µg/m^3 efter 120 meter från spåren. Studien genomfördes nära en av Zürich mest trafikerade järnvägsstationer med över 700 tåg per dag (Hamnbanan har i nuläget cirka 55 tåg per dag). 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). 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 eventuellt acceleration sker.

Norr om planområdet passerar Hamnbanan, som trafikeras av i huvudsakligen godståg. Trafiken på Hamnbanan har antagits till 25 eldrivna godståg och 30 dieseldrivna godståg, som årsdygnsmedelvärden (ÅMVD). De dieseldrivna godstågen är inte många till antalet, men har å andra sidan mycket höga emissioner av kväveoxider (NO_x), vilket innebär att de har en viss inverkan på kvävedioxidhalten i planområdet. Tågen ger även upphov till partikelemissioner (PM_{10}). Men med partiklarnas korta uppehållstid i luften, de relativa långa avståndet till planområdet samt tågtrafiken få passager, bedöms tågtrafikens relativa bidrag av partiklaremissioner till planområdet som mycket små och har därför inte beaktats i beräkningarna. I framtiden kommer spårvagnar att trafikera Lindholmsallén.

Spårvagnarnas partikelemissioner antas vara av underordnad betydelse i jämförelse med vägtrafiken och har därav inte tagit med i beräkningarna.

3.4.3 Sjöfart

Göteborg har Skandinaviens största hamn och historiskt sett har den haft en stor inverkan på både luftkvaliteten i staden. Större fartyg har en huvudmotor, som används för framdrivning av fartyget till sjöss och några mindre hjälpmotorer för att generera el ombord. Huvudmotorn skapar de största utsläpp men är avstängda när fartygen är förtöjda. Dock sker höga emissioner från huvudmotorn vid start och manövrering av fartyget, vilket kan leda till försämrad luftkvaliteten i hamnstäder (Fridell et al., 2008). Utsläppen från de mindre hjälpmotorerna är lägre, men kan inte helt bortses då de används kontinuerligt, även i centralt belägna hamnar (Cooper, 2003). Dessa emissioner kan dock reduceras till ett minimum genom att ansluta fartygen till el från land, vilket innebär att hjälpmotorerna då kan stängas av. Göteborgs hamn var först i världen med att erbjuda elanslutning för fartyg, vilket lett till minskade emissioner (Göteborgs hamn, 2013).

SMHI påvisade i en studie att sjöfartens relativa bidrag av luftföroreningarna till de centrala Göteborg i dagsläget utgör en relativt liten del. Resultaten visade att sjöfartens emissioner av NO_x utgjorde 10 % av den årliga medelhalten i Göteborgs centrala delar, vilket motsvarar en NO_x-koncentration på 3,22 µg/m^3. Sjöfartens bidrag till halterna av partiklar, som PM10, var enligt studien försumbara (SMHI, 2014). Utsläppen från sjöfarten räknas in i de urbana bakgrundshalterna och har därigenom tagits i beaktande.

3.5 Emissionsdata använda i spridningsberäkningarna

Emissionsfaktorn är den mängd kvävedioxid och partiklar (PM_{10}) 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 beräknas i huvudsak med hjälp av emissionsmodellen HBEFA för år 2012, 2020 och 2030 (emissionsuppgifter för 2015 och 2035 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 2020 och 2030 att andelen dieselfordon kommer vara ca 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. Emissionsfaktorer för järnvägstrafiken hämtades ifrån Trafikverket och för dieseltåg var emissionsfaktorn 247 g/fkm (Trafikverket, 2014). Vid beräkning bussarnas längs Lindholmsallén används emissionsuppgifter som avser en 100 %-ig användning av dieselbussar, vilket anses som konservativt.

För partiklar beräknas det inte ske någon större skillnad i emissionsfaktorerna mellan åren 2012 och 2030, dessutom domineras utsläppen av partiklar, PM_{10} 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. I dagsläget uppgår dubbdäcksandelen i Göteborg till cirka 50% (Göteborgs Stad, 2014:2). Då normen för PM_{10} avser ett högsta tillåtna medelvärde för ett helt kalenderår, behövs information gällande dubbdäcksandelens påverkan på halterna under ett år. För beräkningarna av årsmedelvärdena av PM_{10} användes därav genomsnittliga emissionsfaktorer under ett helt år. För scenariot 2035 antogs en något lägre dubbdäcksandel på cirka 40%. Antagandet görs dels emot SMHIs antagande om en 30 %-ig minskning av dubbdäcksandelen till 2030 (SMHI. 2013), dels att Göteborgs dubbdäcksreglerande åtgärder med stor sannolikhet kommer leda till en något minskad dubbdäcksandel.

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 (förenklingar 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 dieselbilar) 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/m^3

(Staxler et al., 2001). För friska personer har liknande effekt rapporterats, dock vid betydligt högre halter på uppemot 2000 µg/m^3 (Barck et al, 2005). Vid rangordning av luftföroreningars påverkan på hälsan, placeras kvävedioxid på fjärde plats efter PM2,5, PM_{10} och ozon (EEA, 2013).

Kvävedioxiden vid planområdet härrör från fordonsavgaser från E6/E20, Mölndalsvägen samt intransport. Trots att det går flertalet mindre vägar inom området som påverkar luftmiljön, så är det E6/E20 som dominerar föroreningsbilden inom planområdet på grund av dess väsentligt högre trafikflöden.

4.1.1 Genomförda mätningar av kvävedioxid

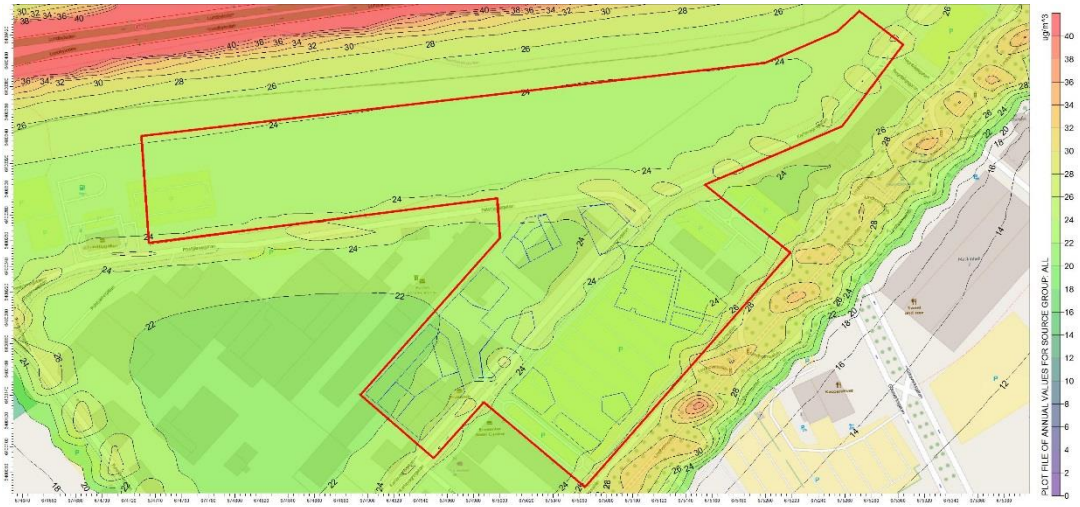
Göteborgs kommun bedriver mätningar av luftföroreningar vid ett antal platser i staden. Miljöförvaltningen har tre mobila mätstationer, som används för att kartlägga luftkvaliteten på olika platser i Göteborgsregionen. Mätningar genomfördes vid Sannegårdshamnen år 2009, där den mobila mätstationen var placerad cirka 600 meter sydväst om planområdet. År 2012 och 2014 genomfördes en för- och eftermätning vid Ättestupan längs Lundbyleden, cirka 500 meter nordost om planområdet, för att avgöra trängselskattens inverkan på luftkvaliteten i området. I nedanstående tabell sammanfattas mätningar från de senaste fem åren.

Tabell 6. Halter av kvävedioxid vid mätningar med Miljöförvaltningens mobila mätstationer

Kvävedioxid NO_2 (µg/m^3)		**Sannegården**	**Lundbyleden**	
	MKN	2009	2012	2014
Medelvärde	40	24	29	23
98 %-il tim	90	82	83	71
98 %-il dygn	60	52	53	57

Mätresultatet påvisade inga överskridanden av miljökvalitetsnormerna. Halterna vid Sannegårdshamnen korrelerade relativt väl med uppmätta halter vid Femman, som mäter den urbana bakgrundshalten i Göteborg.

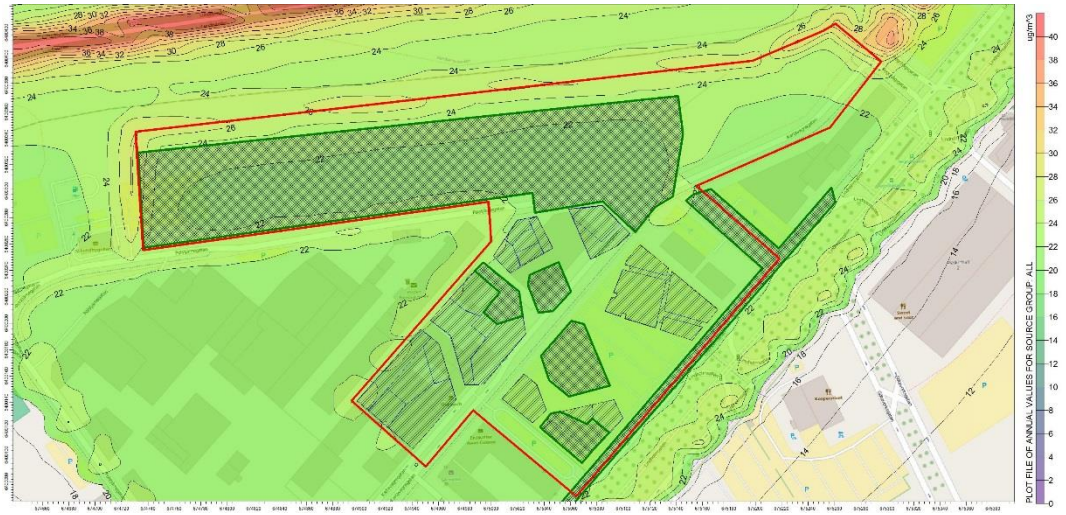
4.1.2 NO_2 Årsmedelvärden



Figur 3. Nuvarande situation 2013/2015, beräknade halter av kvävedioxid som årsmedelvärden. Planområdet markeras med röd linje och föreslagna byggnader med blå.

De högst beräknade halterna innanför planområdets norra och södra delar ligger på omkring 24 µg/m³ respektive 28 µg/m³.

Värdena ska jämföras mot miljökvalitetsnormens gränsvärde på 40 µg/m³. Miljökvalitetsmålet Frisk Luft för kvävedioxid ligger på 20 µg/m³.



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

De högst beräknade halterna innanför planområdets norra och södra delar ligger på omkring 26 µg/m³ respektive 22 µg/m³.

Värdena ska jämföras mot miljökvalitetsnormens gränsvärde på 40 µg/m³. Miljökvalitetsmålet Frisk Luft för kvävedioxid ligger på 20 µg/m³.

Figur 5. Framtida scenario 2035, beräknade halter av kvävedioxid som årsmedelvärden, ***utan Lundbyleden och Hamnbanan****. Planområdet markeras med röd linje, föreslagna byggnader med blå och vegetation med grön linje.*

De högst beräknade halterna innanför planområdets norra och södra delar ligger på omkring 14 µg/m³ respektive 12 µg/m³.

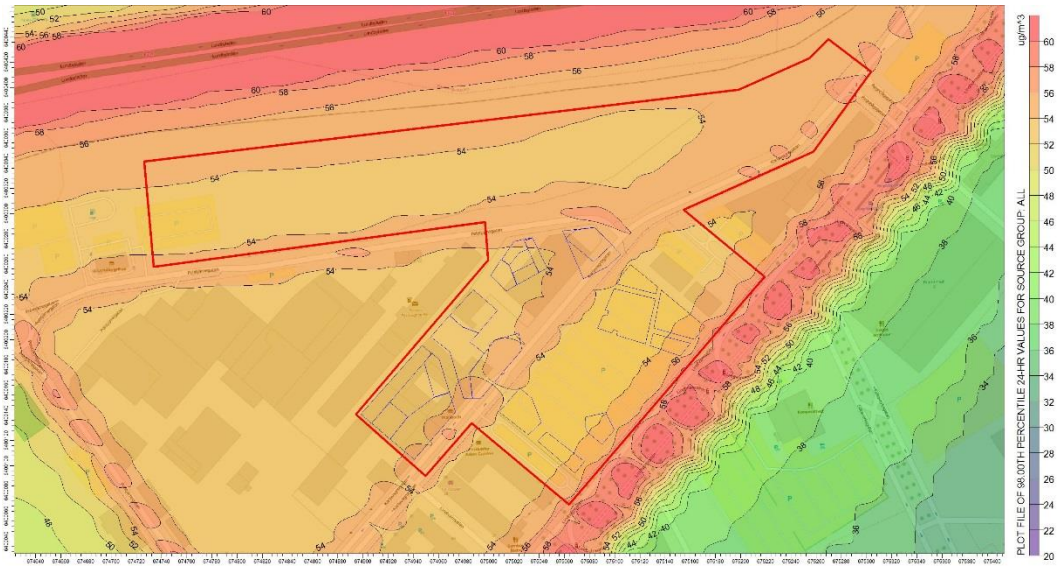
Värdena ska jämföras mot miljökvalitetsnormens gränsvärde på 40 µg/m³. Miljökvalitetsmålet Frisk Luft för kvävedioxid ligger på 20 µg/m³.

Figur 6. Framtida scenario 2035, beräknade halter av kvävedioxid som årsmedelvärden, ***med Lundbyleden och Hamnbanan****. Planområdet markeras med röd linje, föreslagna byggnader med blå och vegetation med grön linje.*

De högst beräknade halterna innanför planområdets norra och södra delar ligger på omkring 16 µg/m³ respektive 12 µg/m³.

Värdena ska jämföras mot miljökvalitetsnormens gränsvärde på 40 µg/m³. Miljökvalitetsmålet Frisk Luft för kvävedioxid ligger på 20 µg/m³.

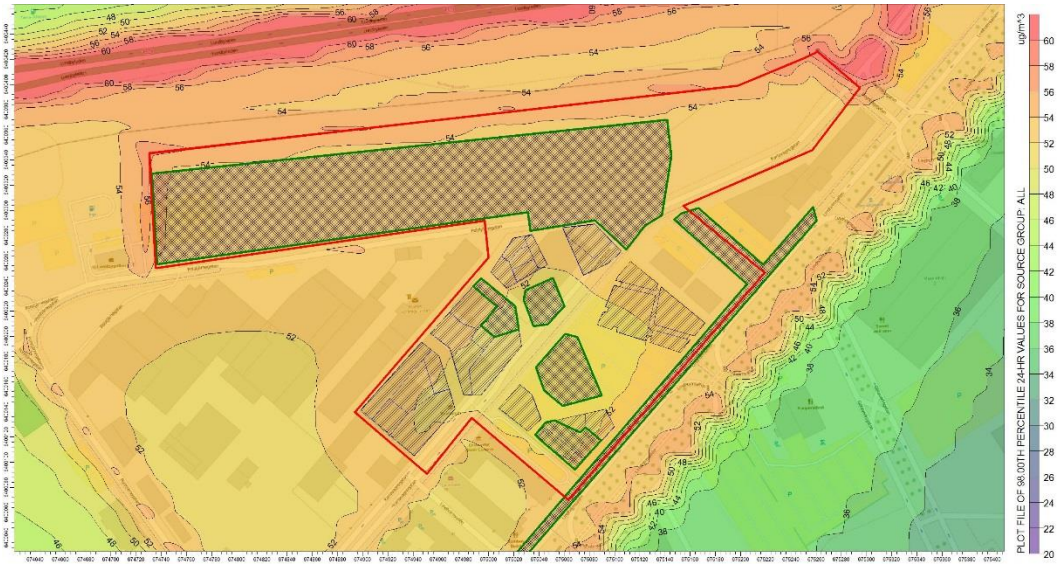
4.1.3 NO_2 Dygnsmedelvärden



Figur 7. Nuvarande situation 2013/2015, beräknade halter av kvävedioxid som dygnsmedelvärden (98-percentil). Planområdet markeras med röd linje och föreslagna byggnader med blå.

De högst beräknade halterna innanför planområdets norra och södra delar ligger på omkring 54 µg/m³ respektive 58 µg/m³.

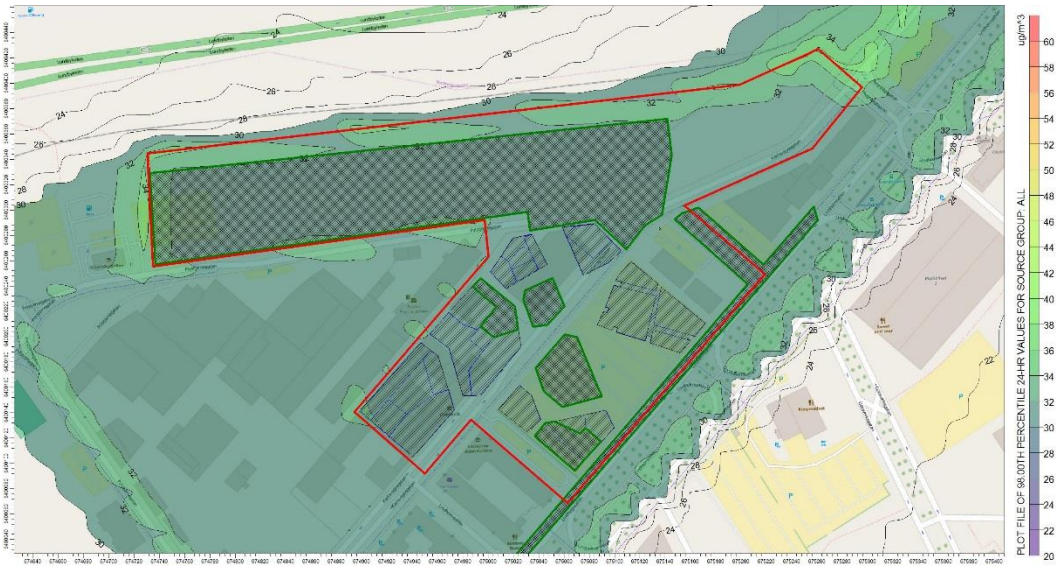
Värdena ska jämföras mot miljökvalitetsnormens dygnsmedelvärde på 60 µg/m³ för dygnsmedelvärdet som 98-percentil och år. Det finns inget upprättat miljökvalitetsmål för kvävedioxid som dygnsmedelvärde.



Figur 8. Framtida scenario 2020, beräknade halter av kvävedioxid som dygnsmedelvärden (98-percentil). Planområdet markeras med röd linje, föreslagna byggnader med blå och vegetation med grön linje.

De högst beräknade halterna innanför planområdets norra och södra delar ligger på omkring 56 µg/m³ respektive 52 µg/m³.

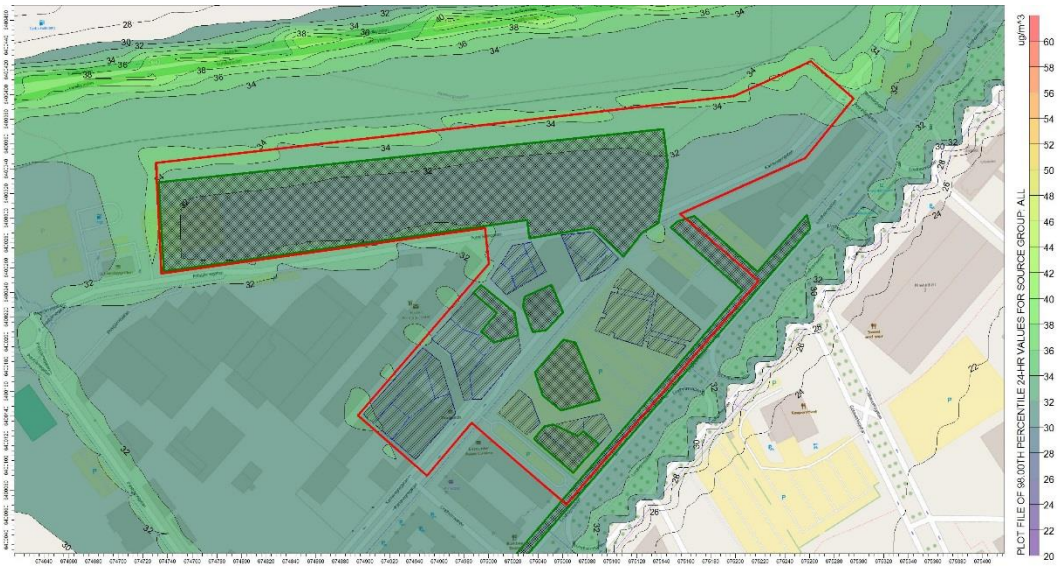
Värdena ska jämföras mot miljökvalitetsnormens dygnsmedelvärde på 60 µg/m³ för dygnsmedelvärdet som 98-percentil och år. Det finns inget upprättat miljökvalitetsmål för kvävedioxid som dygnsmedelvärde.



Figur 9. Framtida scenario 2035, beräknade halter av kvävedioxid som dygnsmedelvärden (98-percentil), ***utan Lundbyleden och Hamnbanan****. Planområdet markeras med röd linje, föreslagna byggnader med blå och vegetation med grön linje.*

De högst beräknade halterna innanför planområdets norra och södra delar ligger på omkring 34 µg/m³ respektive 30 µg/m³.

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

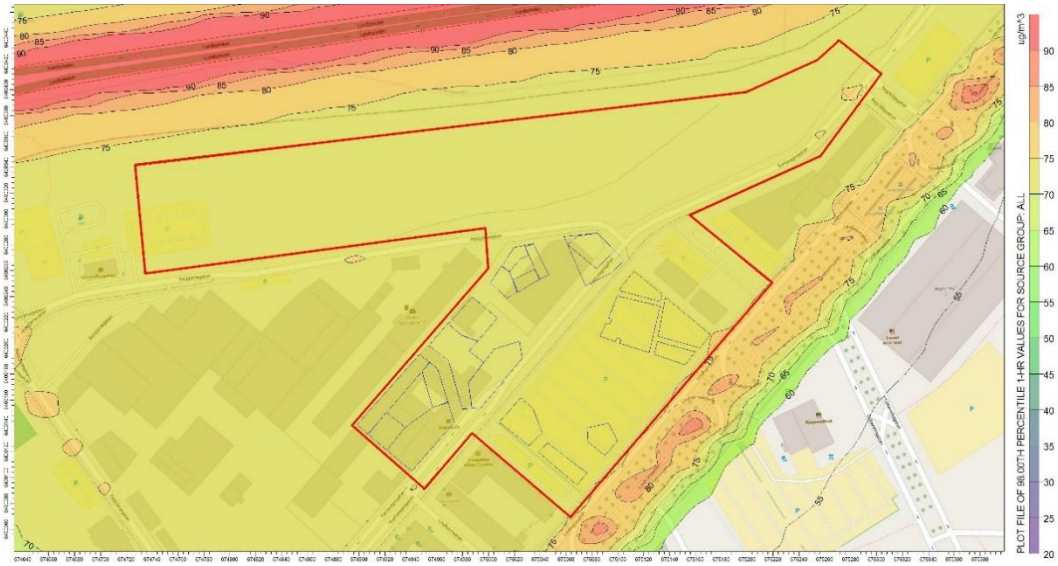


Figur 10. Framtida scenario 2035, beräknade halter av kvävedioxid som dygnsmedelvärden (98-percentil) ***med Lundbyleden och Hamnbanan****. Planområdet markeras med röd linje, föreslagna byggnader med blå och vegetation med grön linje.*

De högst beräknade halterna innanför planområdets norra och södra delar ligger på omkring 34 µg/m³ respektive 30 µg/m³.

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

4.1.4 NO_2 Timmedelvärden



Figur 11. Nuvarande situation 2013/2015, beräknade halter av kvävedioxid som timmedelvärden (98-percentil). Planområdet markeras med röd linje och föreslagna byggnader med blå.

De högst beräknade halterna innanför planområdets norra och södra delar ligger på omkring 80 µg/m³ respektive 75 µg/m³.

Värdena ska jämföras mot miljökvalitetsnormens dygnsmedelvärde på 90 µg/m³ som 98-percentil för timmedelvärdet och år. Miljökvalitetsmål Frisk Luft för kvävedioxid ligger på 60 µg/m³ för timmedelvärdet som 98-percentil och år.

Figur 12. Framtida scenario 2020, beräknade halter av kvävedioxid som timmedelvärden (98-percentil). Planområdet markeras med röd linje, föreslagna byggnader med blå och vegetation med grön linje.

De högst beräknade halterna innanför planområdets norra och södra delar ligger på omkring 75 µg/m³ respektive 70 µg/m³.

Värdena ska jämföras mot miljökvalitetsnormens dygnsmedelvärde på 90 µg/m³ som 98-percentil för timmedelvärdet och år. Miljökvalitetsmål Frisk Luft för kvävedioxid ligger på 60 µg/m³ för timmedelvärdet som 98-percentil och år.

*Figur 13. Framtida scenario 2035, beräknade halter av kvävedioxid som timmedelvärden (98-percentil), **utan Lundbyleden och Hamnbanan**. Planområdet markeras med röd linje, föreslagna byggnader med blå och vegetation med grön linje.*

De högst beräknade halterna innanför planområdets norra och södra delar ligger på omkring 45 µg/m³ respektive 40 µg/m³.

Värdena ska jämföras mot miljökvalitetsnormens dygnsmedelvärde på 90 µg/m³ som 98-percentil för timmedelvärdet och år. Miljökvalitetsmål Frisk Luft för kvävedioxid ligger på 60 µg/m³ för timmedelvärdet som 98-percentil och år.

Figur 14. Framtida scenario 2035, beräknade halter av kvävedioxid som timmedelvärden (98-percentil), ***med Lundbyleden och Hamnbanan****. Planområdet markeras med röd linje, föreslagna byggnader med blå och vegetation med grön linje.*

De högst beräknade halterna innanför planområdets norra och södra delar ligger på omkring 45 µg/m³ respektive 40 µg/m³.

Värdena ska jämföras mot miljökvalitetsnormens dygnsmedelvärde på 90 µg/m³ som 98-percentil för timmedelvärdet och år. Miljökvalitetsmål Frisk Luft för kvävedioxid ligger på 60 µg/m³ för timmedelvärdet som 98-percentil och år.

4.1.5 **Bedömning av kvävedioxid**

Resultatet från spridningsberäkningarna visar på god överensstämmelse med uppmätta mätvärden vid tidigare genomförda mätningar i området. De beräknade haltnivåerna av kvävedioxid minskade för år 2020 och 2035 i jämförelse med nulägeshalterna. Halterna reducerades med avståndet till Lundbyleden och cirka 100 meter från leden var halterna i samma storleksordning som de urbana bakgrundhalterna. Detta stämmer väl överens med en tidigare genomförd studie, som undersökte kvävedioxidhaltens avtagande gentemot Lundbytunnelns mynning. Mätresultaten påvisade att halterna av kvävedioxid avtar relativt snabbt med avståndet från källan och efter cirka 100 meter gick effekterna från tunnelmynningens emissioner inte att urskilja.

Årsmedelvärdet för miljökvalitetsnormen (40 µg/m³) klaras inom planområdet för samtliga scenarion. Miljökvalitetsmålet på 20 µg/m³ uppfylls inte för hela planområdet under

nulägets- och 2020-scenariot. För scenariot 2035 förväntas miljökvalitetsmålet uppfyllas för hela planområdet.

Miljökvalitetsnormen för dygnsmedelvärdet (60 µg/m^3) bedöms vara den miljökvalitetsnorm där det föreligger störst risk för överskridande. Enligt beräkningarna klarar planområdet miljökvalitetsnormen för samtliga scenarion, men för nulägets- och 2020 scenariot är planområdet nära att tangera gränsvärdet. För år 2035 klaras miljökvalitetsnormen med god marginal för hela planområdet.

Miljökvalitetsnormen för timmedelvärdet (90 µg/m^3) klaras för samtliga scenarion. För år 2035 uppfylls MKN med god marginal. Miljökvalitetsmålet på 60 µg/m^3 uppfylls inte för hela planområdet under nulägets- och 2020-scenariot. För år 2035 uppfylls miljökvalitetsmålet med god marginal inom planområdet.

För 2035 har två scenarion genomförts för kvävedioxid; med och utan Lundbyleden och Hamnbanan. Av resultaten att utläsa, så har både Lundbyleden och Hamnbanan en nästintill försumbar påverkan på kvävedioxidhalten inom planområdet, för både års-, dygns-, och timmedelvärdet. Halterna i de norra delarna av planområdet, vid Barngårdsparken, uppvisade ungefär samma halter för båda scenariona.

Den föreslagna förskoleverksamheten i planområdet kommer förläggas på femte våningen (cirka 20 meters höjd) i en av byggnaderna intill Karlavagnstornet. Förskolan kommer ha tillgång till en terrass på samma våningsplan. Göteborgs Stad har upprättat ett lokalt mål för kvävedioxid, där målet är att årsmedelvärdet för kvävedioxid ska underskrida 20 µg/m^3 vid 95 procent av alla förskolor och skolor samt vid bostaden hos 95 procent av göteborgarna senast år 2020. Utan mätningar eller med enbart beräkningar i gatunivå (1,5 meter) är det svårt att med säkerhet uttala sig om förväntade haltnivåerna på terrassen. Generellt avtar dock halterna med både avståndet och höjden från trafiken. Det vertikala haltavtagandet för NO_2 antas var linjärt och i gaturum kan halterna minska med cirka 40 % från gatunivå upp till 20 meter (SLB-analys, 2013:2). Planområdet kommer sannolikt ha bättre ventilationsförhållandena i jämförsele med ett typiskt gaturum, vilket innebär att minskningen i höjdled kan komma att vara större än 40 % upp till 20 meter. Då halterna för årsmedelvärde beräknas ligga på cirka 25 µg/m^3 (2015), 20 µg/m^3 (2020) och 13 µg/m^3 (2035) i gatunivå vid byggnaderna, skulle det innebära att samtliga scenarion klarar det lokala miljömålet på terrassen.

Förklaringen till de kraftigt reducerade kvävedioxidhalterna för scenariot 2035, är en kombination av att bakgrundhalterna, enligt SMHIs beräkningar, förväntas minska med ca 40 %, att teknikutvecklingen kommer ge minskade emissioner av kväveoxider samt att Lundbyleden och Hamnbanan kan komma att förläggs genom Ramberget. I detta antagande är de framtida trafikökningarna medräknade.

4.2 Partiklar som 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.

PM_{10} 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 har det genom mätningar påvisats att bakgrundhalten, som tillförs genom långdistanstransporter, utgör 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. Lundbyleden dominerar föroreningsbilden även för partiklar.

4.2.1 Genomförda mätningar av partiklar (PM_{10})

Genomförda mätningar av PM_{10} har under de senaste åren visat på generellt minskade partikelhalter i Göteborg och i dagsläget klaras miljökvalitetsnormerna vid samtliga mätstationer.

Tabell 7. Halter av partiklar (PM_{10}) vid mätningar med Miljöförvaltningens mobila mätstationer

Partiklar PM_{10} (µg/m³)	**MKN**	**Sannegården**	**Lundbyleden**	
		2009	2012	2014
Medelvärde	40	16	14	17
90 %-il dygn	50	24	20	26

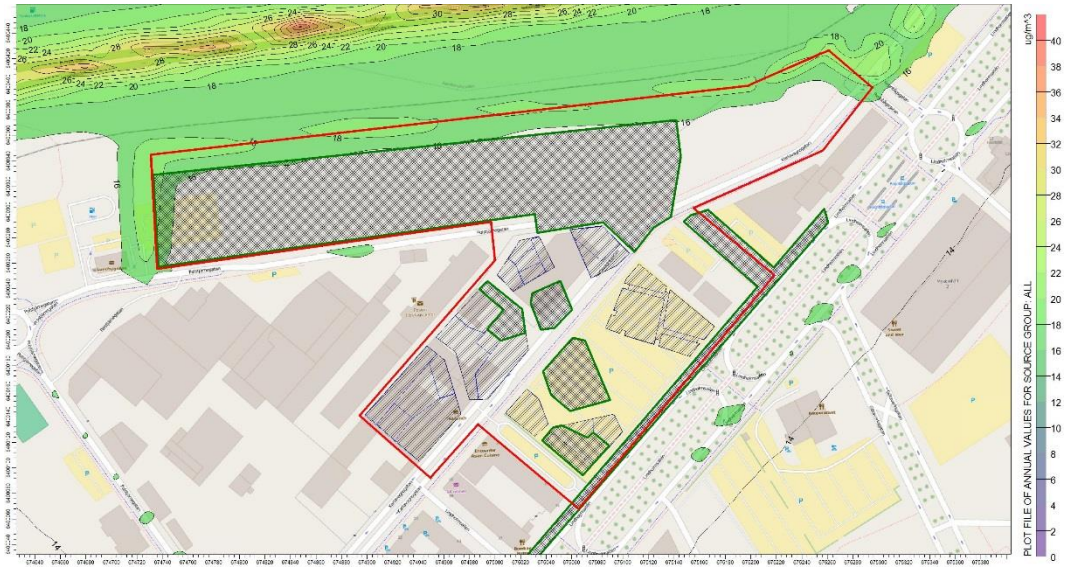
PM10-halterna låg långt under miljökvalitetsnormen för både års- och dygnsmedelvärde. Halterna korrelerade relativ väl med uppmätta halter från mätstationen Femman, som mäter den urbana bakgrunden i Göteborg.

4.2.2 **PM_{10} Årsmedelvärden**

Figur 15. Nuvarande situation 2013/2015, beräknade halter av partiklar (PM_{10}) som årsmedelvärden. Planområdet markeras med röd linje och föreslagna byggnader med blå.

De högst beräknade halterna innanför planområdets norra och södra delar ligger båda på omkring 16 µg/m³.

Värdena ska jämföras mot miljökvalitetsnormens gränsvärde för PM_{10} på 40 µg/m³. Miljökvalitetsmålet Frisk Luft för partiklar som PM_{10} ligger på 15 µg/m³.



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

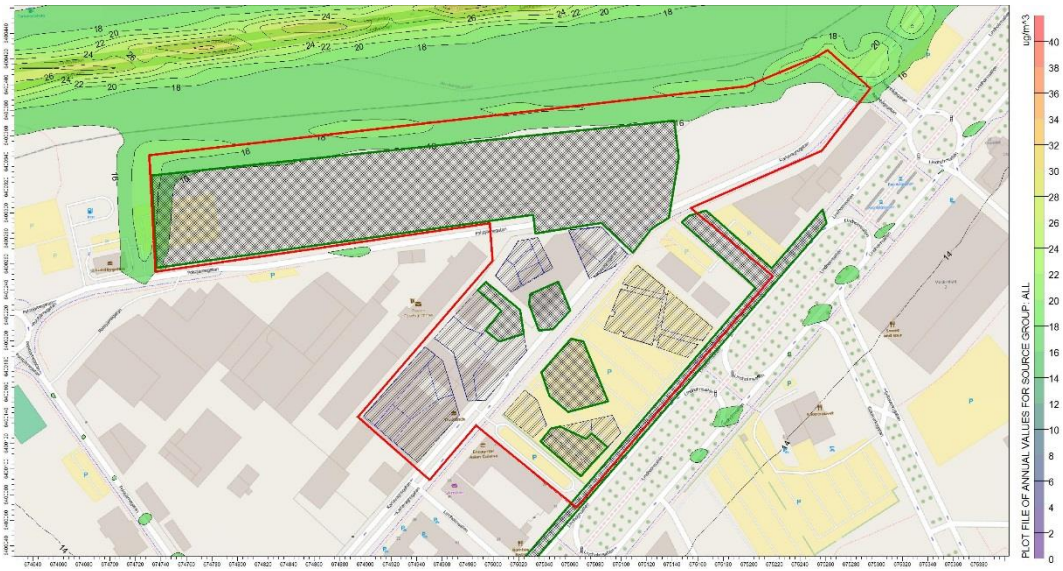
De högst beräknade halterna innanför planområdets norra och södra delar ligger på omkring 18 µg/m³ respektive 15 µg/m³.

Värdena ska jämföras mot miljökvalitetsnormens gränsvärde för PM_{10} på 40 µg/m³. Miljökvalitetsmålet Frisk Luft för partiklar som PM_{10} ligger på 15 µg/m³.

*Figur 17. Framtida scenario 2035, beräknade halter av partiklar (PM_{10}) som årsmedelvärden, **utan Lundbyleden**. Planområdet markeras med röd linje, föreslagna byggnader med blå och vegetation med grön linje.*

De högst beräknade halterna innanför planområdets norra och södra delar ligger på omkring 18 µg/m³ respektive 15 µg/m³.

Värdena ska jämföras mot miljökvalitetsnormens gränsvärde för PM_{10} på 40 µg/m³. Miljökvalitetsmålet Frisk Luft för partiklar som PM_{10} ligger på 15 µg/m³.



Figur 18. Framtida scenario 2035, beräknade halter av partiklar (PM_{10}) som årsmedelvärden, ***med Lundbyleden****. Planområdet markeras med röd linje, föreslagna byggnader med blå och vegetation med grön linje.*

De högst beräknade halterna innanför planområdets norra och södra delar ligger på omkring 18 µg/m³ respektive 15 µg/m³.

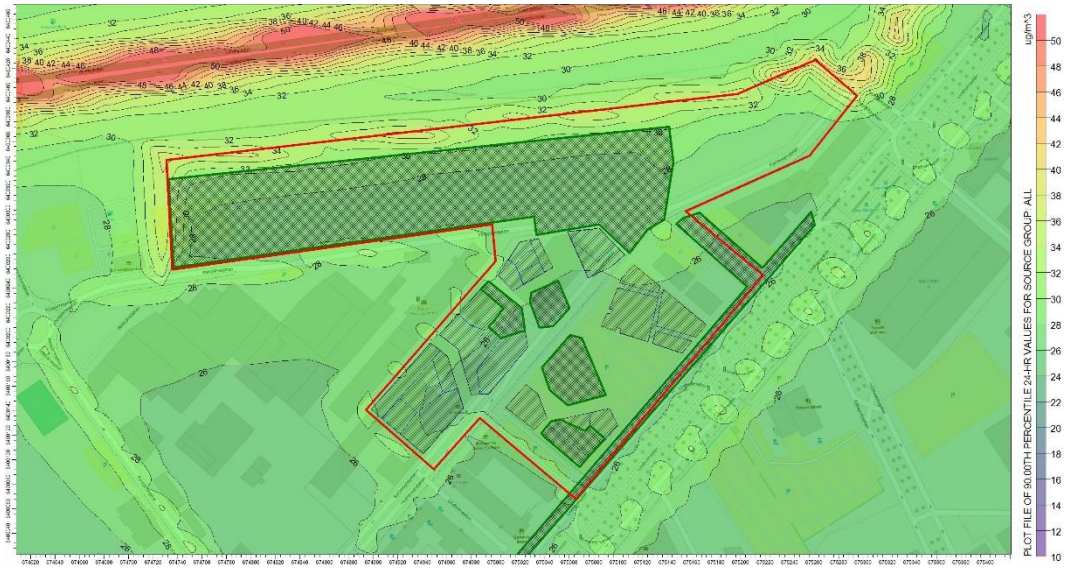
Värdena ska jämföras mot miljökvalitetsnormens gränsvärde för PM_{10} på 40 µg/m³. Miljökvalitetsmålet Frisk Luft för partiklar som PM_{10} ligger på 15 µg/m³.

4.2.3 PM_{10} Dygnsmedelvärden

Figur 19. Nuvarande situation 2013/2015, beräknade halter av partiklar (PM_{10}) som dygnsmedelvärden (90-percentil). Planområdet markeras med röd linje och föreslagna byggnader med blå.

De högst beräknade halterna innanför planområdets norra och södra delar ligger båda på omkring 28 µg/m³.

Värdena ska jämföras mot miljökvalitetsnormens dygnsmedelvärde på 50 µg/m³ för dygnsmedelvärdet som 90-percentil och år. Miljökvalitetsmål Frisk Luft för partiklar som PM_{10} avseende dygnsmedelvärdet som 90-percentil ligger på 30 µg/m³.



Figur 20. Framtida scenario 2020, beräknade halter av partiklar (PM_{10}) som dygnsmedelvärden (90-percentil). Planområdet markeras med röd linje, föreslagna byggnader med blå och vegetation med grön linje.

De högst beräknade halterna innanför planområdets norra och södra delar ligger på omkring 34 µg/m³ respektive 26 µg/m³.

Värdena ska jämföras mot miljökvalitetsnormens dygnsmedelvärde på 50 µg/m³ för dygnsmedelvärdet som 90-percentil och år. Miljökvalitetsmål Frisk Luft för partiklar som PM_{10} avseende dygnsmedelvärdet som 90-percentil ligger på 30 µg/m³.

Figur 21. Framtida scenario 2035, beräknade halter av partiklar (PM_{10}) som dygnsmedelvärden (90-percentil), ***utan Lundbyleden****. Planområdet markeras med röd linje, föreslagna byggnader med blå och vegetation med grön linje.*

De högst beräknade halterna innanför planområdets norra och södra delar ligger på omkring 30 µg/m³ respektive 24 µg/m³.

Värdena ska jämföras mot miljökvalitetsnormens dygnsmedelvärde på 50 µg/m³ för dygnsmedelvärdet som 90-percentil och år. Miljökvalitetsmål Frisk Luft för partiklar som PM_{10} avseende dygnsmedelvärdet som 90-percentil ligger på 30 µg/m³.

Figur 22. Framtida scenario 2035, beräknade halter av partiklar (PM_{10}) som dygnsmedelvärden (90-percentil), ***med Lundbyleden****. Planområdet markeras med röd linje, föreslagna byggnader med blå och vegetation med grön linje.*

De högst beräknade halterna innanför planområdets norra och södra delar ligger på omkring 32 µg/m³ respektive 26 µg/m³.

Värdena ska jämföras mot miljökvalitetsnormens dygnsmedelvärde på 50 µg/m³ för dygnsmedelvärdet som 90-percentil och år. Miljökvalitetsmål Frisk Luft för partiklar som PM_{10} avseende dygnsmedelvärdet som 90-percentil ligger på 30 µg/m³.

4.2.4 Bedömning av partiklar (PM_{10})

Resultatet visade på god överenstämmelse med tidigare uppmätta mätvärden i området. Partikelhalterna uppvisade en mycket lägre variation mellan scenarierna i jämförelse med kvävedioxidhalterna.

Beräknade partikelhalter uppfyller miljökvalitetsnormerna för års- och dygnsmedelvärde med god marginal, för samtliga scenarion.

Miljökvalitetsmålet ”Frisk Lufts” årsmedelvärde för partiklar som PM_{10} ligger på 15 µg/m³ och samtliga scenarion tangerar gränsvärdet. Detta miljökvalitetsmål kommer i framtiden vara svårt att nå, eftersom bakgrundhalterna, som utgör en stor del av den totalapartikelhalten, beräknas ligga runt gränsen för årsmedelvärdet, vilket innebär att det hade varit svårt att uppnå även om vägtrafiken kraftigt reducerades. Miljökvalitetsmålet för dygnmedelvärde som ligger på 30 µg/m³ uppfylls inom planområdet i nuläget, men för 2020- och 2035 scenariona överskrids målet i planområdets norra delar.

För 2035 har två scenarion genomförts även för partiklar (PM_{10}); med och utan Lundbyleden. Hamnbanan har en försumbar påverkan på partikelhalten inom planområdet och har därav inte beräknats för något av scenariona. Halterna i de norra

delarna av planområdet, vid Barngårdsparken, uppvisade ungefär samma halter för båda scenariona. Enligt beräkningarna antas Lundbyleden inte ha någon påverkan på de södra delarna av planområdet.

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 tillkomsten av nya vägar invid planområdet. 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 uppoffringar. Göteborg har haft svårt med att uppfylla miljökvalitetsnormerna av framförallt kvävedioxid, men även tidvis partiklar. Länsstyrelsen inledde därför ett arbete for att begränsa utsläppen av kväveoxider och partiklar. Trots vidtagna åtgärder kvarstår problemet med att uppfylla normen för kvävedioxid. 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. 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). 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 hålighet i vindriktning från barriären, som innehåller en välblandad, och potentiellt lägre av koncentration av luftföroreningar (Brechler et al. 2014; Baldauf et al. 2009). Bullerskärmens höjd har stor inverkan på spridningen och effekten minskar med minskad skärmshöjd. Avståndet mellan trafiken och bullerskärmen har också påvisat ha betydelse och lik höjden minskar den reducerande effekten med ökat avstånd. Ur exponeringssynpunkt har en bullerskärm mellan väg och bostadsområde generellt en positiv effekt.

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

Vid Lundbyleden kommer det att upprättas en bullerskyddsskärm cirka 1,5 meter från vägkanten. Bullerskärmen kommer inneha en höjd på 5 meter ovan mark och med krökt topp. Mellan Hamnbanan och planområdet kommer en 3-4 meter hög skärm att placeras på en 3,5 meter hög vall. Vid Lindholmsallén kommer det upprättas en 1,5 meter hög skärm nära mittkörfältets vägkant, som kommer att gå längs med hela planområdet. Samtliga skärmar antas ha en reducerande effekt på halterna av kvävedioxid och partiklar (PM_{10}). Mätningar bakom en 4 meter hög skärm har påvisats ge signifikant lägre halter i jämförsele med mätningar utan skärmar (Danish road institute, 2011). För bullerskärmen vid Lundbyleden, med en krokformad topp, finns i nuläget inga studier som kvantifierat den reducerande effekten av krökt topp på luftföroreningarna. Det kan endast antas att den typen bullerplank kommer att försvåra spridningen luftföroreningar, vilket ger resultatet att en större mängd stannar kvar i vägområdet, med motsvarande lägre halter till omgivningen. Generellt minskar bullerskärmens luftföroreningsreducerande effekt med avståndet till trafiken. Detta innebär att den 3-4 meter höga bullerskärmen på vallen vid Hamnbanan har störst reducerande effekt på emissionerna från Hamnbanan och begränsad effekt på emissionerna från Lundbyleden. Bullerskärmen vid Lindholmsallén kommer vara 1,5 meter hög och då den reducerande effekten minskar med höjden kommer skärmen troligtvis ha begränsade effekt på planområdet. Den antas dock leda till minskade halter av både kvävedioxid och partiklar (PM_{10}) omedelbart bakom bullerskärmen.

Stora, fasta strukturer så som byggnader påverkar också luftflödet på ett liknande sätt som de som beskrivits för bullerskydd (Baldauf et al. 2009). De föreslagna byggnaderna i planområdet på Lindholmen kommer uppföras med varierande höjder och stå var för sig. Det är generellt svårt att förutsäga den förväntade haltbilden inom området, då flera parametrar samverkar, som exempelvis byggnadernas struktur, meteorologi samt fördelningen av emissioner. Vindfältsstudier har dock kunnat påvisa att områden med varierande hushöjder uppvisar lägre halter i jämförsele med områden där alla hus har samma hushöjd. Den förändring som sker av bebyggelsen i utbyggnadsalternativet antas därför inte medför att människor som vistas inom planområdet utsätts för en ökad risk för exponering av hälsofarliga partiklar jämfört med nuläget.

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 ökar turbulensen och underlättar därigenom 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).

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

partikelfraktionen 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. Trädplanteringens 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 absorption (passera 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).

Planområdets norra delar kommer att bestå av en rekreationsyta, Barngårdsparken, med träd och buskage. Den föreslagna parken kommer verka som barriär mellan både vägtrafiken vid Lundbyleden, järnvägstrafiken på Hamnbana och planområdet. Detta antas ha en viss reducerande effekt på både kvävedioxid- och partikelhalterna. Det ses även som fördelaktigt ur luftkvalitetssynpunkt att den sidan av planområdet som vetter mot Lindholmsallén förses med en trädlinje, vilket skulle kunna leda till en viss reducerande effekt på luftföroreningarna. Detta genom att dels ökad turbulens, vilket ökar spridningen av luftföroreningarna och del genom deposition på träden av luftföroreningar.

6 Sammanfattande bedömning

För att skydda människors hälsa och miljön har regeringen utfärdat en förordning om miljökvalitetsnormer (MKN) för utomhusluft. Miljökvalitetsnormerna 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 miljökvalitetsnormerna.

I Göteborg har vägtrafiken identifierats som den huvudsakliga källan till kvävedioxid och partiklar (PM_{10}), och högst haltnivåer uppmäts i närheten med de stora trafikledernа. Övriga källor är sjöfart 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 miljökvalitetsnormer som finns definierade. Luftföroreningar i stadsmiljö kommer främst från lokala källor.

I denna utredning har spridningsberäkningar utförts för området runt Karlavagnsplatsen på Lindholmen. Syftet med spridningsberäkningarna var att visa på fördelningen av kvävedioxid (NO_2) och partiklar (PM_{10}) inom det aktuella planområdet samt att jämföra uppmätta och beräknade halter mot föreskrivna miljökvalitetsnormer och det nationella miljökvalitetsmålet, Frisk luft. Beräkningar utfördes dels för den nuvarande situationen, dels för år 2020 och 2035 med tillhörande emissionsfaktorer och beräknade framtida trafikmängder. För nuläges- och 2020 scenariot användes 2013 års uppmätta bakgrundshalter från mätstationen Femman, vilket med stor sannolikhet gav något överskattade halter, i synnerhet för år 2020. Bakgrundhalter från år 2013 användes för att erhålla ett konservativt värde och genom det belysa vilka haltnivåren som kan komma att förekomma om ingen förbättring sker av den urbana bakrundsluften. I bilaga 3 visas de omkringliggande vägarnas relativa bidrag av kvävedioxid som 98-percentil av dygnsmedelvärdet. Där framgår att det relativa bidraget från vägarna och deras påverkan inom planområdet är mycket lågt samt att det är bakgrundshalterna som utgör den klart största andelen av kvävedioxidhalten. Uppmätta kvävedioxidhalter (som dygnsmedelvärden) vid mätstationen Femman har minskat från 2013 (51,4 µg/m^3) till 2015 (41,9 µg/m^3), vilket innebär att halterna vid planområdet hade varit cirka 10 µg/m^3 lägre om beräkningarna hade genomförts med 2015 års bakgrundshalter. Om den nedåtgående trenden håller i sig eller om den stagnerar, så kommer miljökvalitetsnormen för dygnsmedelvärde med stor sannolikhet att klaras år 2020.

Resultatet från spridningsberäkningarna stämde väl överens med tidigare genomförda mätningar i området. Beräkningarna påvisade att kvävedioxid är den föroreningen, som löper störst risk att överskrida miljökvalitetsnormerna inom det aktuella planområdet. Miljökvalitetsnormerna klaras dock för samtliga scenarion inom planområdet. Miljökvalitetsmålet för års- och timmedelvärde klaras inte för nuläges- och 2020 scenariot, men klaras för 2035 scenariot. Enligt Miljöförvaltningen i Göteborgs mätningar är trenden för kvävedioxid generellt svagt nedåtgående i både tak- och gatunivå (Göteborg, 2015), vilket även bekräftas av spridningsberäkningarna.

Halterna av kvävedioxid beräknades minska till både 2020 och 2035 i jämförelse med nuvarande situation. Förklaringen till de kraftigt reducerade kvävedioxidhalterna för scenariot 2035 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. För planområdet förväntas halterna av kvävedioxid även minska då Lundbyleden och Hamnbanan förläggs genom Ramberget. I detta antagande är de framtida trafikökningarna medräknade.

Enligt beräkningarna bedöms dygnsmedelvärdet för kvävedioxid vara den miljökvalitetsnorm, som idag riskerar att överskridas inom planområdet, vilket överensstämmer väl med mätningarna vid Lundbyleden. Det är i synnerhet planområdets norra delar som riskerar att överskrida miljökvalitetsnormerna i nuläget.

Partikelhalternas års- och dygnsmedelvärde förändras inte nämnvärt mellan de olika scenariona. Miljökvalitetsnormerna klaras dock för samtliga scenarion och antas inte

utgöra en begränsande faktor i framtiden. Miljökvalitetsmålet ”Frisk Lufts” årsmedelvärde för partiklar som PM_{10} ligger på 15 µg/m^3 och klaras inte för hela planområdet. För år 2020 och 2035 antas dock miljökvalitetsmålet klaras vid bostäderna i planområdets södra delar. Miljökvalitetsmålet för dygnmedelvärde som ligger på 30 µg/m^3 uppfylls inom planområdet i nuläget, men för 2020- och 2035 scenariona överskrids målet i planområdets norra delar. Anledningen till att partikelhalterna mer eller mindre hålls konstanta, är att den antagna minskningen i andelen fordon med dubbdäck till viss del motverkas av tillkomsten av nya vägar invid planområdet. Framtidsprognoserna av partiklarnas bakgrundshalter är inte heller lika positiv som för kvävedioxid.

Den föreslagna förskoleverksamheten i planområdet, med terrass på femte våningen (cirka 20 meters höjd) i en av byggnaderna intill Karlavagnstornet, kommer med största sannolikhet att klara miljökvalitetsnormerna för samtliga scenarion. Det föreligger även goda chanser att klara Göteborgs Stads lokala miljömål för både kvävedioxid och partiklar (PM_{10}).

Den nya vägutformningen innebär att inga vägar med betydande trafikmängd (>2000 fordon/dygn) kommer att gå igenom planområdet. Vägarna inom planområdet antas inte ha någon större inverkan på föroreningssituationen. De dominerande föroreningskällorna kommer att vara Lundbyleden och Lindholmsallén, som dock kommer att avskärmas med bullerskärmar mot planområdet. Både Lundbyleden eller Hamnbanan antas för år 2035 ha en nästintill försumbar påverkan på kvävedioxidhalten och partikelhalten (PM_{10}) inom planområdet. Vid beräkningar med och utan Lundbyleden och Hamnbanan erhålls ungefär samma halter för både års-, dygns- och timmedelvärden inom de norra delarna av planområdet, som angränsar till Lundbyleden och Hamnbanan. De södra delarna av planområdet med byggnaderna påverkas enligt beräkningarna inte nämnvärt om Lundbyleden eller Hamnbanan förläggs genom Ramberget.

Viktigt att tillägga är att spridningsmodellen, Aermod, varken tagit bullerskrämarna eller enskilda byggnaderna i beaktande. Både bullerskrämarna och byggnaderna antas ha en viss reducerande effekt på kvävedioxid- och partikelhalten, genom att verka som en avskärmande barriär. Genom att plantera träd i närhet och i anslutning av byggnaderna, antas en ytterligare reducerande effekt på luftföroreningarna. Barngårdsparken norr om planområdet kommer verka som barriär mellan både vägtrafiken vid Lundbyleden, järnvägstrafiken på Hamnbana. Detta antas ha en viss reducerande effekt på både kvävedioxid- och partikelhalterna. Studier har kunnat påvisa störst reducerande effekt vid kombination av bullerskärmar och vegetation. Med detta i åtanke görs antagandet att miljökvalitetsnormerna med största sannolikt kan komma att klaras inom planområdet, för samtliga scenarion.

Planområdet antas klara miljökvalitetsnormerna både i nuläget och för beräknade framtidsscenariona. 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. Förslagsvis kan entréer placeras bort från den utsatta sidan av huset som vetter mot Lindholmsallén. Det är även att föredra om

tilluften för ventilation inte tas från fasader som vetter mot Lindholmsallén, 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

Brydolf M. & Johansson C. (2010). Avståndets betydelse för luftföroreningshalter vid vägar och tunnel-mynningar. LVF 2010:22

Cooper, D. A. (2003). Exhaust emissions from ships at berth. *Atmospheric Environment*, *37*(27), 3817-3830

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_2) for air quality assessment and planning relevant to the European Air Quality Directive. ETC/ACM Technical Paper 2011/15

Fridell, E., Steen, E., & Peterson, K. (2008). Primary particles in ship emissions. *Atmospheric Environment*, *42*(6), 1160-1168

Gallagher, J., Baldauf, R., Fuller, C. H., Kumar, P., Gill, L. W., & McNabola, A. (2015). Passive methods for improving air quality in the built environment: A review of porous and solid barriers. *Atmospheric Environment*, *120*, 61-70

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

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

Göteborgs Stad. (2014:1). Årsrapport 2013. Luftkvaliteten i Göteborgsområdet. R 2014:10. ISBN nr: 1401-2448

Göteborgs Stad. (2014:2). Dubbdäcksrestriktioner i Göteborg - ställningstagande till framtida inriktning.

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

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

Johansson C., Norman N. & Silvergren S. (2013) Mynningsutsläppens inverkan på halterna inne i vägtunnlar. SLB 12:2013

Johansson, J., Norman, M. & Gustafsson, M. (2008). Genomsnittliga emissionsfaktorer för PM_{10} i Stockholmsregionen som funktion av dubbdäcksandel och fordonshastighet. SLB 2:2008

McNabola, A., Broderick, B. M., & Gill, L. W. (2009). A numerical investigation of the impact of low boundary walls on pedestrian exposure to air pollutants in urban street canyons. *Science of the total environment*, *407*(2), 760-769

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

NSW. (2014). Advisory Committee on Tunnel Air Quality - Road Tunnel Portal Emissions. TP06

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

SMHI. (2014). Sjöfartens påverkan på Göteborgsluften. [2015-09-17]

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.

Trafikverket. (2014). Samhällsekonomiska principer och kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 5.1.

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 Luftföroreningsreducerade 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 (Göteborgs Stad, 2015). 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 och 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 trafikarbetesfördelningen mellan olika fordonsslag.

Vid uppskattningar baserat på mätningarna har man försökt visa hur många procent av personbilarna skulle få använda dubbdäck för att miljökvalitetsnormerna skall 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 Låga väggar (Low boundary wall)

En låg vägg kan ses som ett nerskalat alternativ till en bullerskärm och påverkar likt bullerskärmar den lokala spridningen, vilket kan ge förbättrad luftkvalitet i ett gaturum. Till skillnad från andra passiva metoder, så är låga väggar inte lika vanligt förekommande i stadsmiljö. Kunskapsläget är därav i dagsläget till viss del begränsad, dock har vissa studier kunnat påvisa att låga väggar längs gator har stor potential att ändra luftflödesmönstret och därigenom förbättra den lokal spridning av föroreningar. Resultatet från studierna visar att låga väggar placerade vid den centrala medianen av gaturummet leder till en signifikant reduktion av fotgängares exponering för luftföroreningar. Minskningar på upp till 40% konstaterades vid vinkelräta vindriktningar och upp till 75% för parallella vindriktningar, i jämförelse med samma gaturum utan vägg (McNabola et al., 2009). Höjden på väggen, dess placering i gaturummet och huruvida utrymme existerar i barriären var tre faktorer som påverkade luftflödet i gaturum. I likhet med bullerskärmar tyder resultaten på att deras effektivitet är beroende av gaturummets geometri, väggens konfiguration, vindförhållanden och fordonsgenererad turbulens. Detta innebär att effekterna från de låga väggarna är platsspecifika och att resultaten från en plats inte är direkt applicerbara på en annan plats. Därför krävs ytterligare arbete för att säkerställa att

implementeringen av låga väggar i stadsmiljön får en positiv inverkan på luftkvaliteten (Gallagher et al., 2015).

8.3 Parkerade bilar

Till skillnad från andra passiva luftföroreningsreducerande åtgärder, utgör inte parkerade bilar en statisk barriär i stadsmiljön. Parkeringsplatser är däremot ett vanligt inslag i stadsmiljön. Parkerade bilar kan betraktas som ett hinder för det naturliga luftflödet, inom ett typiskt gaturum och de utgör en högre och bredare barriär än låga väggar. Mellanrummen mellan bilarna leder till att parkerade bilar påverkar luftflödet annorlunda i jämförelse med andra barriärer. Luckorna mellan bilar och tomma parkeringsplatser leder till direkttransport av föroreningar från vägbanan till gångbanor. Studier i fält har påvisat att parallellparkerade bilar kan åstadkomma förbättringar av luftkvaliteten i alla vindriktningar. Varierande utformning av gaturummet och den icke-kontinuerliga karaktären av parkeringsplatser gav upphov till förekomsten av starka virvlar, vilka förbättrade spridningen i gatunivå. Då barriärhöjden visat sig påverka effekten på luftkvaliteten och spridningen, kan parkerade bilar i vissa fall utgöra ett bättre skydd än låga väggar, dock inte i samma utsträckning som en bullerskärm. Tillfälliga, icke-kontinuerliga eller parkerade bilar kan anses vara mindre effektiva än en smalare och kortare låg vägg. Parkerade bilar kommer dock med största sannolikhet att fortsätta att vara ett visuellt element i stadsmiljö. De utgör ett kostnadseffektivt luftföroreningsreducerande åtgärdsförslag, som kan implementeras genom ny utformning av parkeringar, konvertera gator med goda geometriska förutsättningar baserat på meteorologiska förhållanden (Gallagher et al., 2015).

8.4 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 Lundbyleden som passerar norr om planområdet. Detta antas reducera antalet tillfällen med förhöjda partikelhalter i området.

8.5 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 kommun har rätt att fatta beslut om tillfälligt bilförbud inom vissa delar av kommunen (s k förbudsområden) i enlighet med regeringens utfärdade förordning (SFS 1990:1080). För att förordningen ska kunna tillämpas måste vissa kriterier uppfyllas.

Halten av bl. a 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 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 Norra Gårda. 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 tvetydigt 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 (NOx) 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 att 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.

8.6 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. Samtliga vägar som omger planområdet, Lindholmsallén, Karlavagnsgatan (västra och östra) och Polstjärnegatan, 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_{10}) 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 dieselbilar i fordonsflottan. Dieselbilar 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).

8.7 Tekniska krav och utveckling (utsläppskrav och miljözoner)

Upprättande av en miljözon anses som viktigt åtgärd för att uppfylla miljökvalitetsnormerna, som föreskriver att staden skall 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 emissions minskning 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.

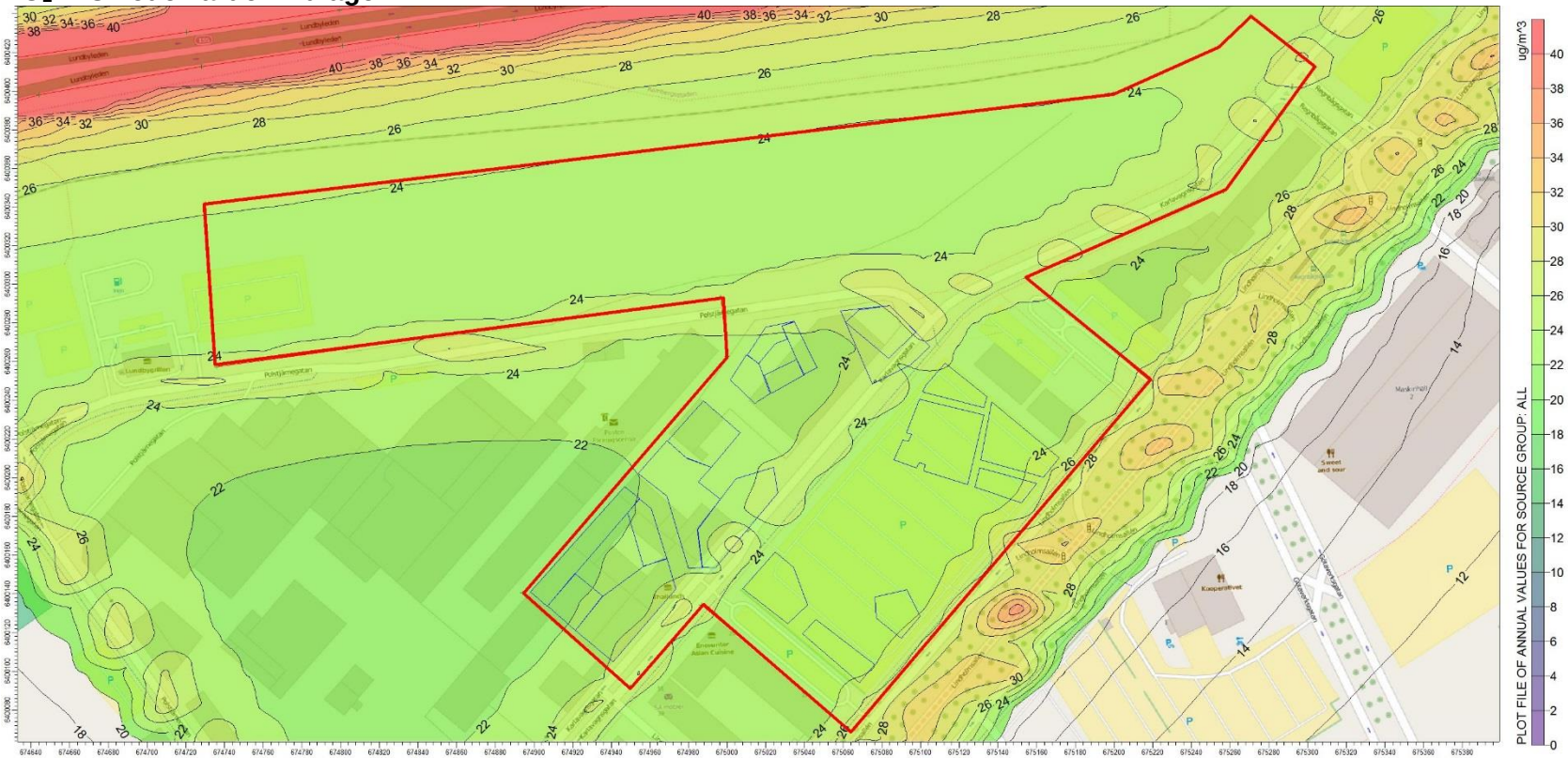
Miljözonens regleringar är även tänkt att stimulera fordonsägare att investera i fordon med högre miljöklasser, för att på så sätt kunna öka utnyttjandetiden i miljözonen. Alla svenska städer med miljözon följer samma lokala bestämmelser och baseras på de föreskrivna reglerna i Trafikförordningen (SFS 1998:1276, kapitel 10). Detta medför att EU:s miljöklassning av fordon avgör vilka fordon som är tillåtna inom miljözon. Planområdet ligger inom Göteborgs miljözon men utgör den nordöstra gränsen av zonen. De anslutande vägarna E6/E20 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 (NOx), 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 åren 1993 (Euro 1), 1996 (Euro 2), 2000 (Euro 3), 2005 (Euro 4) och 2008 (Euro 5). År 2014 införs Euro 6, då kraven på högsta tillåtna utsläpp av kväveoxider sänks till 0,6 g/km för personbilar och 0,40 g/km för tunga fordon.

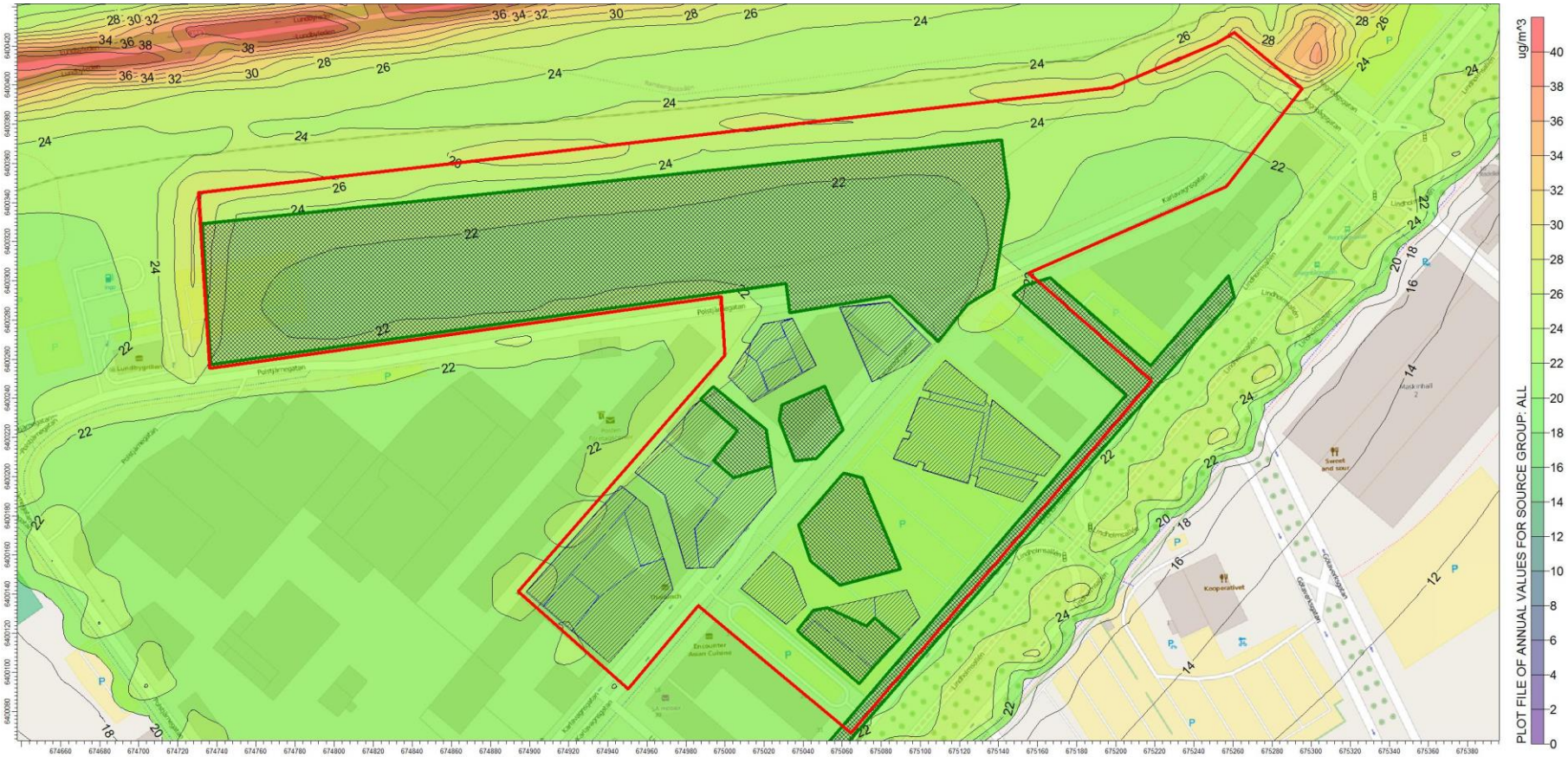
Hårdare krav på utsläppsmängder kommer driva på teknikutvecklingen, vilket förväntas leda till lägre halter av framförallt kvävedioxider. Denna slutsats görs även med den förväntade trafikökningen i åtanke. Personbilsflottan antas i framtiden förändras och andelen dieselfordon förväntas att öka markant. Den ökade användningen av diesel som bränsle i personbilar och ökade flöden av bussar skulle leda till högre direktemissioner av NO_2 från vägtrafiken (FAIRMODE, 2011).

9 Bilaga 2 Spridningskartor Karlavagnsplatsen

NO_2 Årsmedelvärden Nuläge



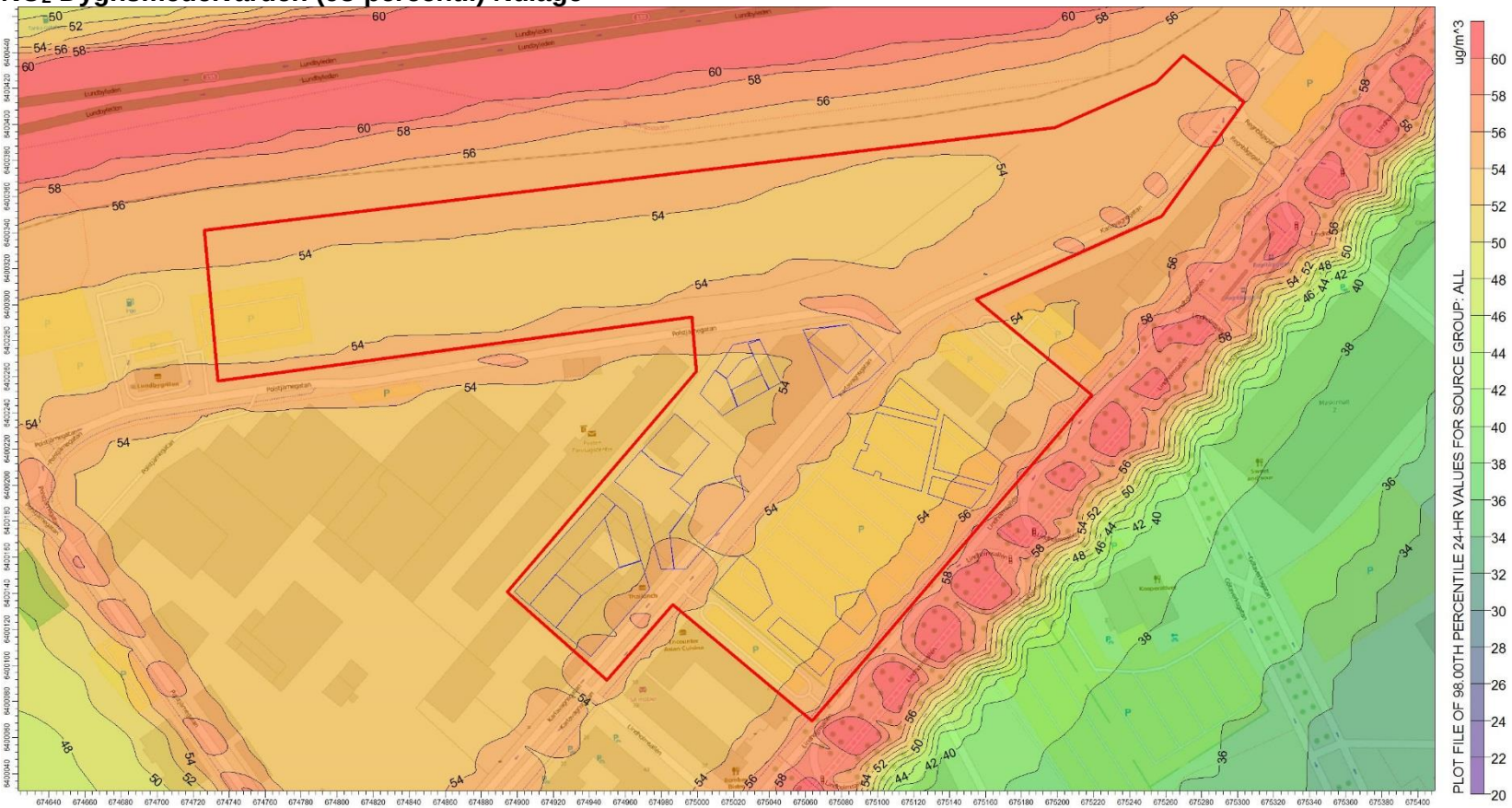
NO_2 Årsmedelvärden 2020



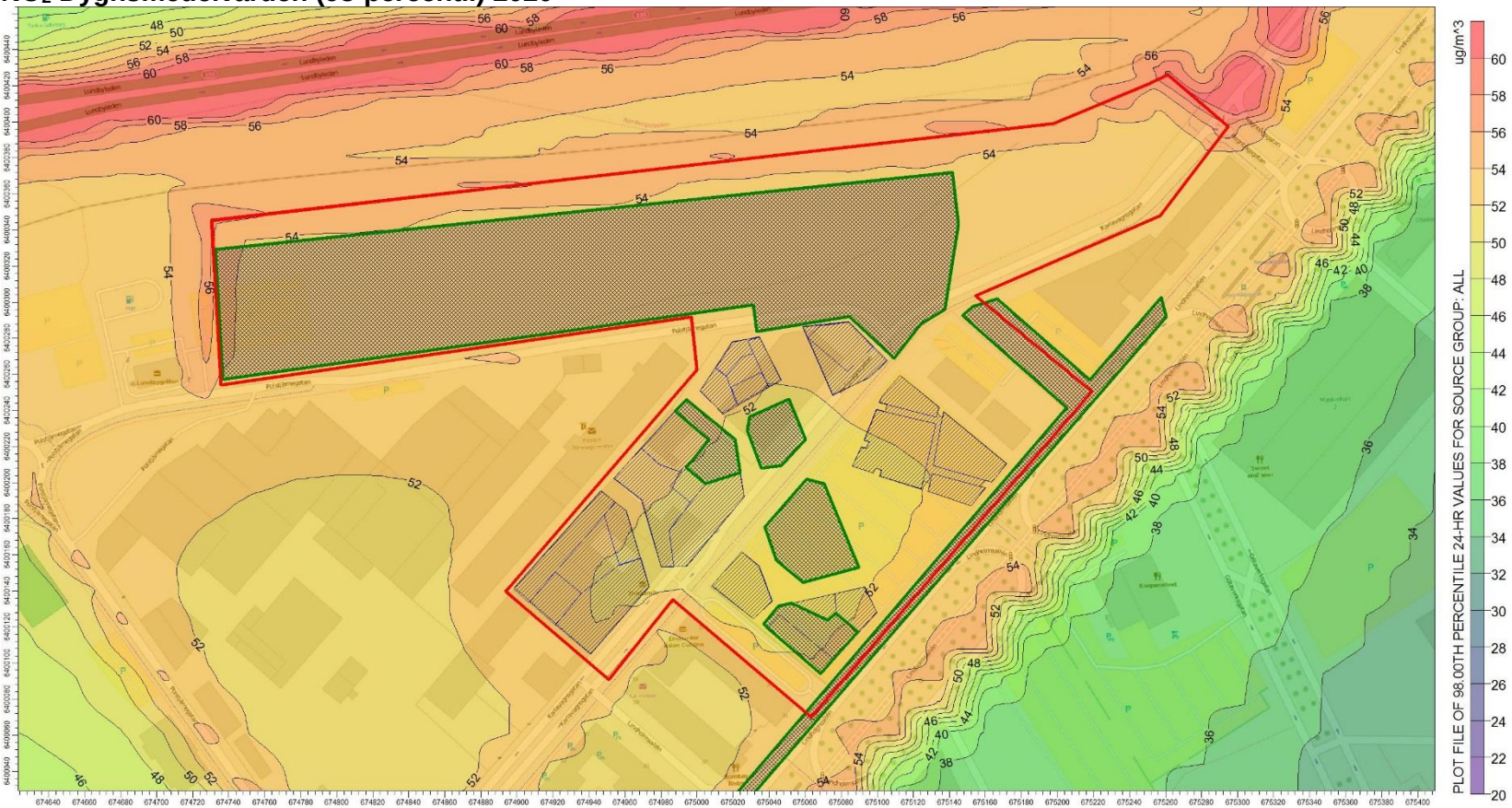
NO_2 Årsmedelvärden 2035 (utan Lundbyleden och Hamnbanan)

NO_2 Årsmedelvärden 2035 (med Lundbyleden och Hamnbanan)

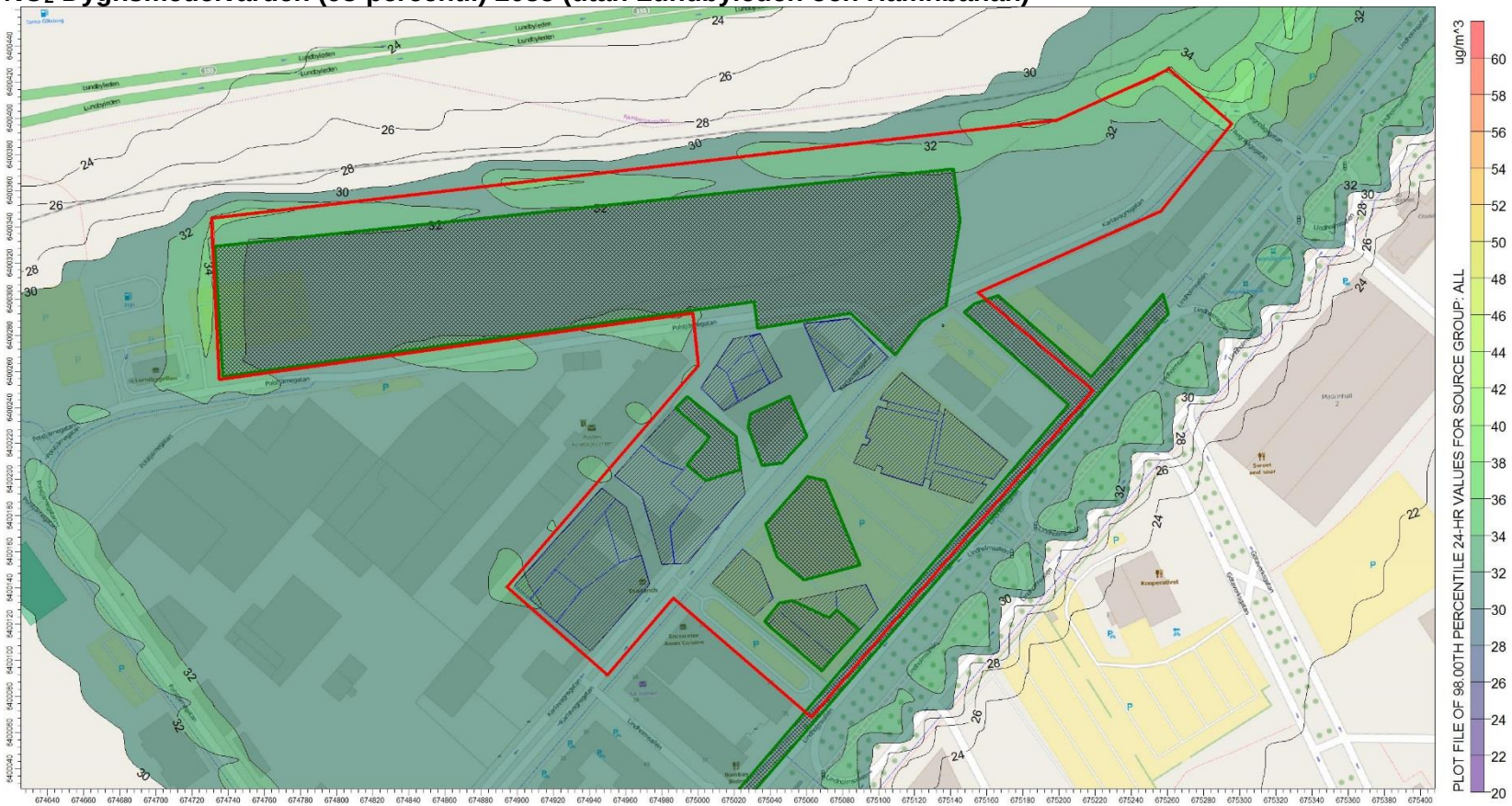
NO_2 Dygnsmedelvärden (98-percentil) Nuläge



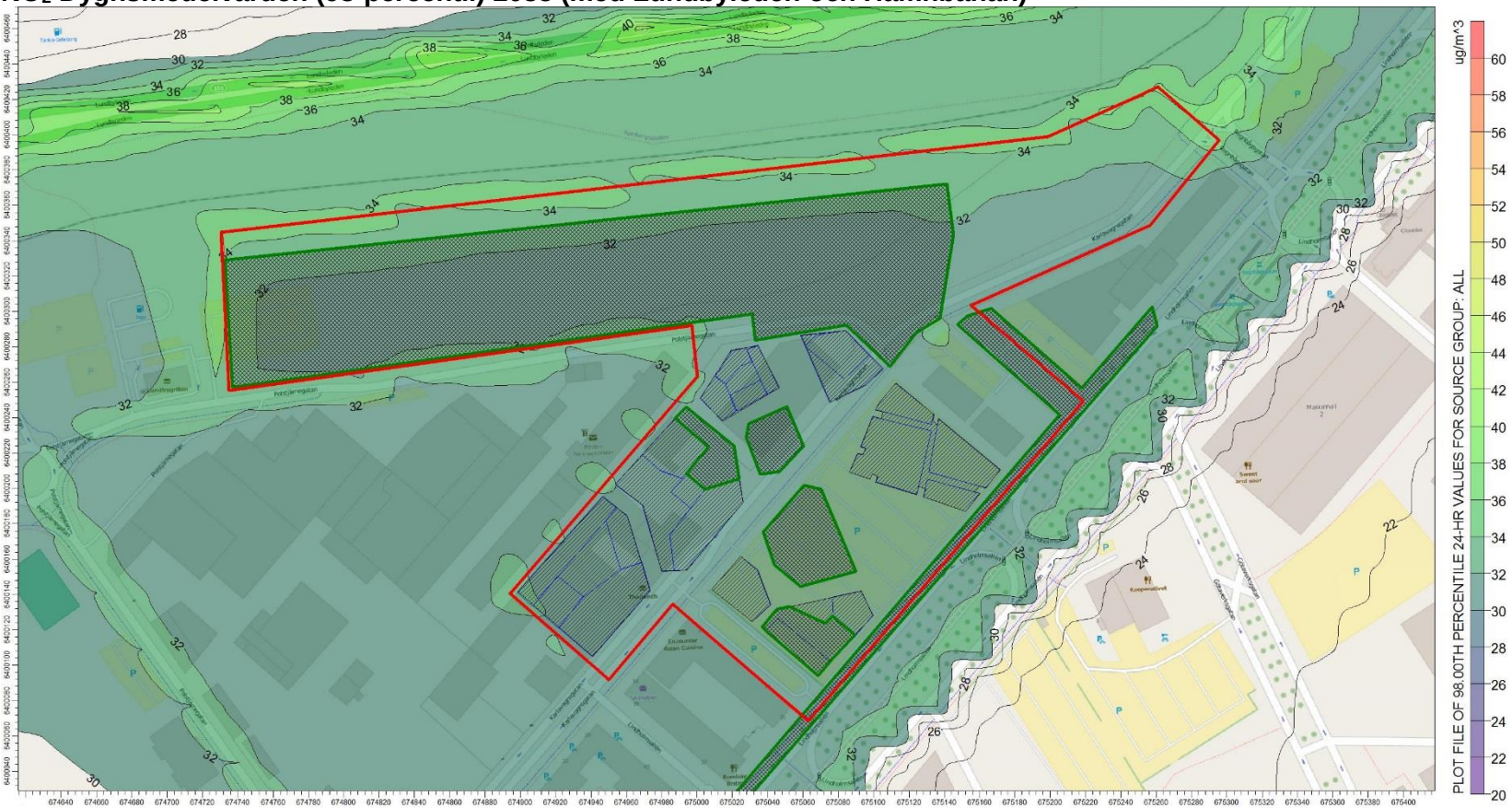
NO_2 Dygnsmedelvärden (98-percentil) 2020



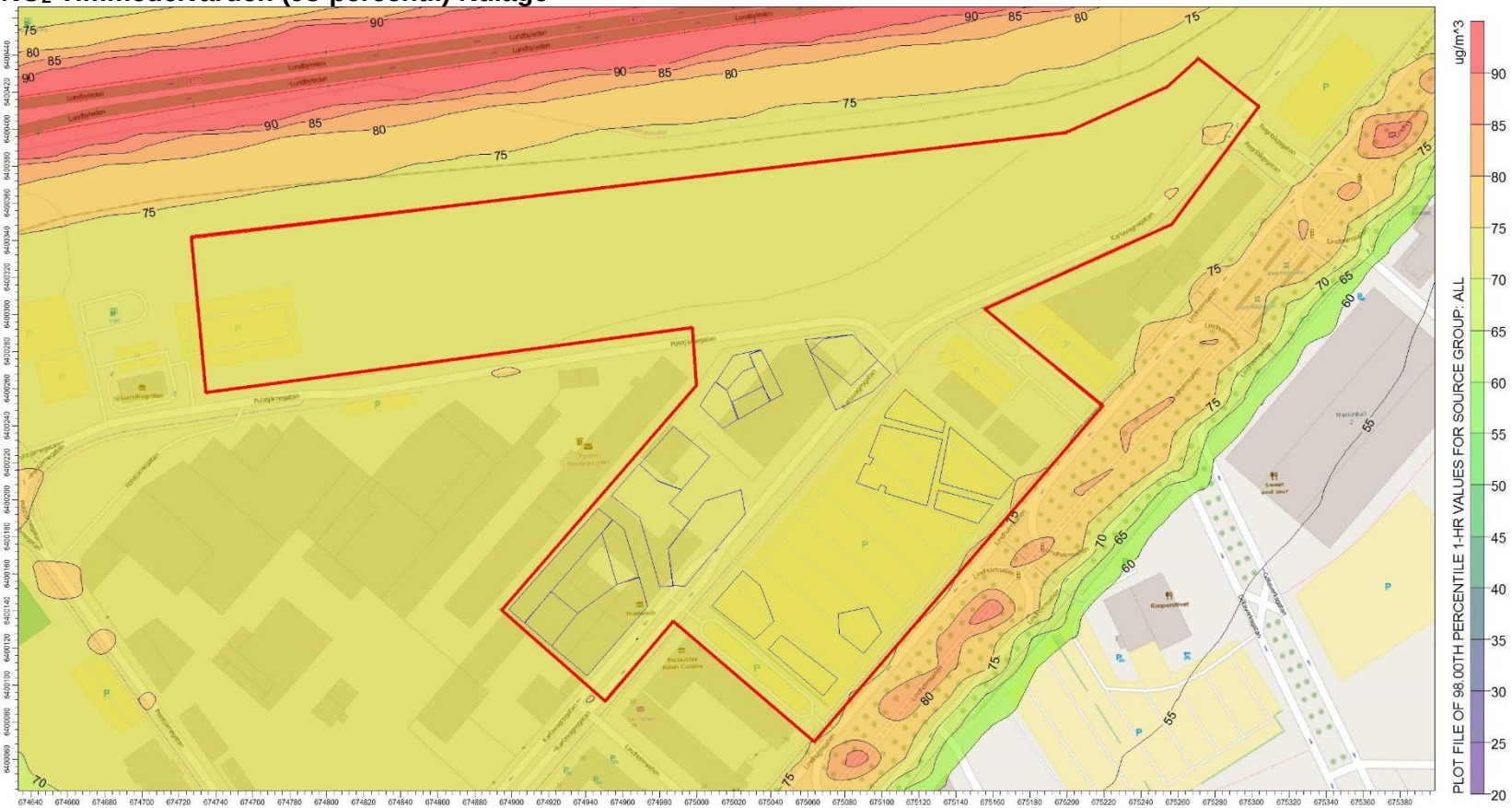
NO_2 Dygnsmedelvärden (98-percentil) 2035 (utan Lundbyleden och Hamnbanan)



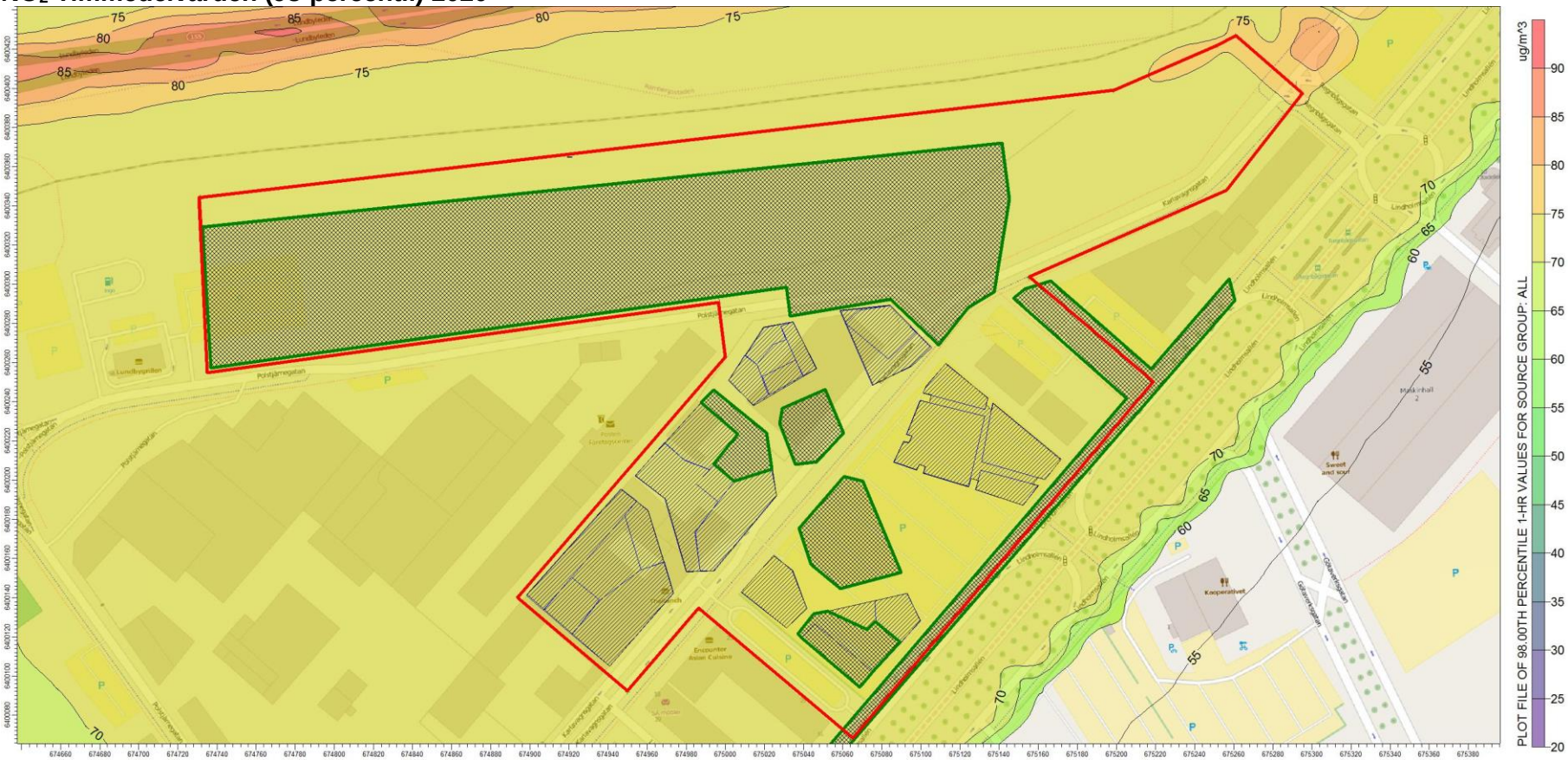
NO_2 Dygnsmedelvärden (98-percentil) 2035 (med Lundbyleden och Hamnbanan)



NO_2 Timmedelvärden (98-percentil) Nuläge



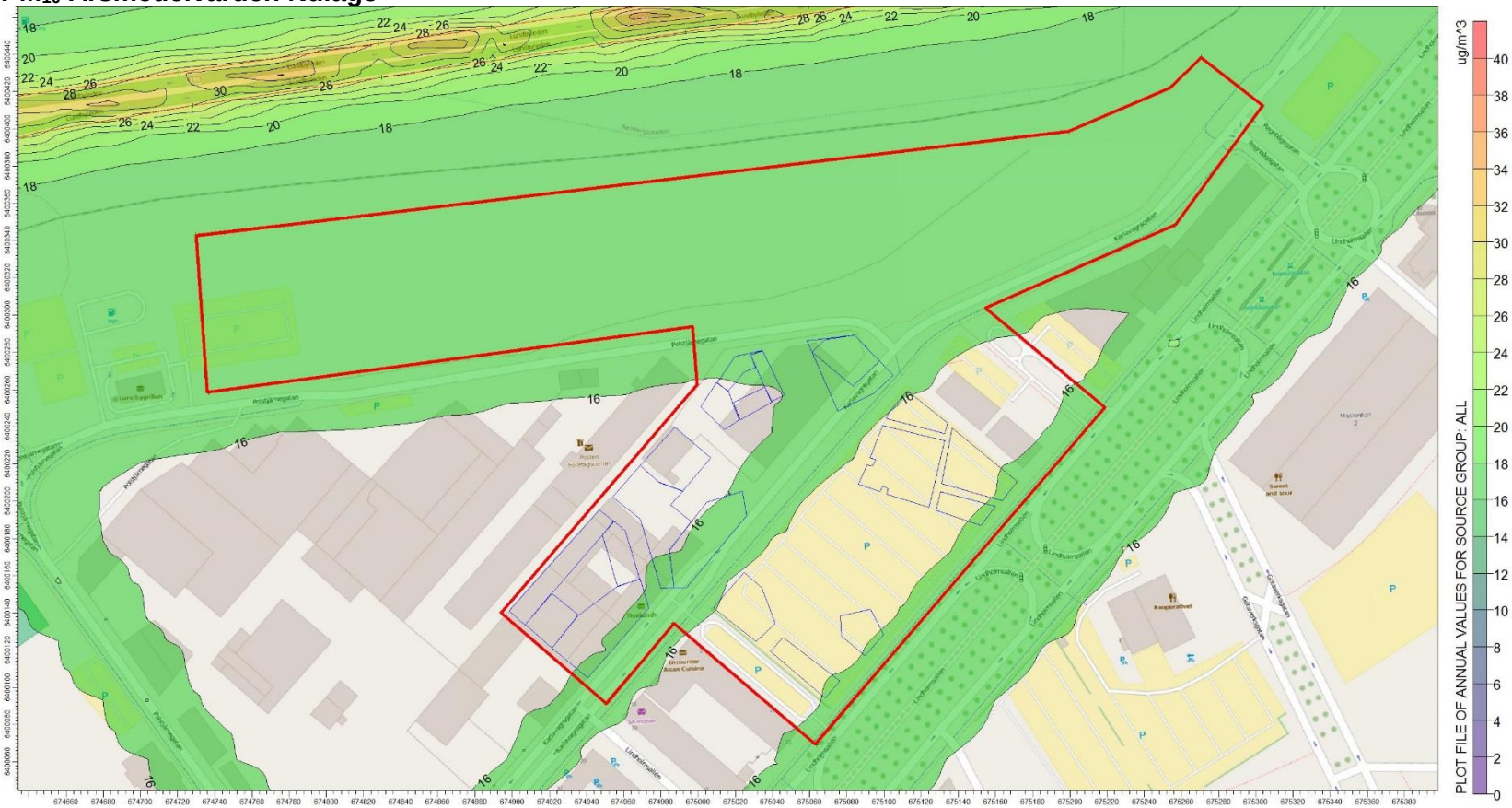
NO_2 Timmedelvärden (98-percentil) 2020



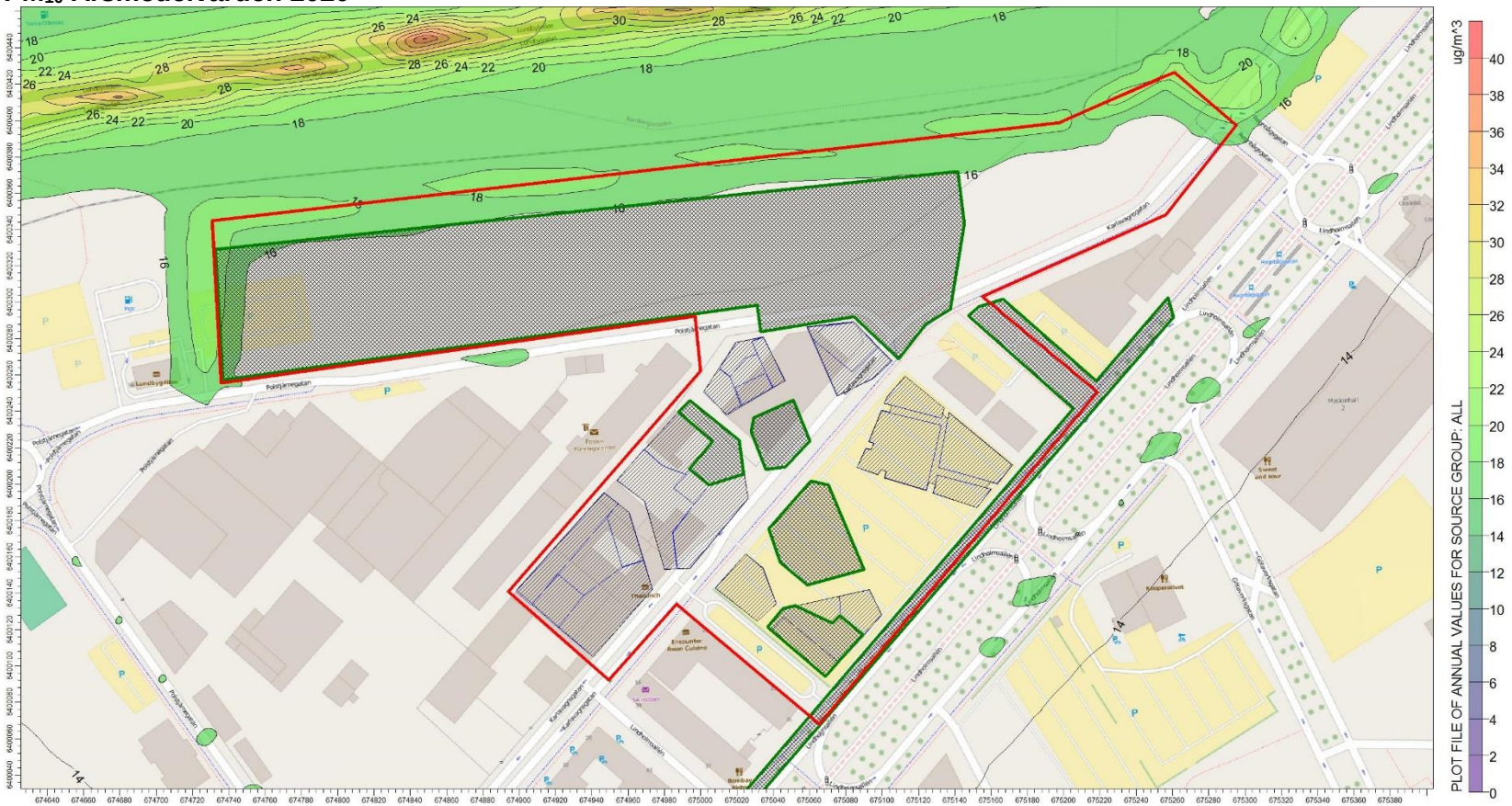
NO_2 Timmedelvärden (98-percentil) 2035 (utan Lundbyleden och Hamnbanan)

NO_2 Timmedelvärden (98-percentil) 2035 (med Lundbyleden och Hamnbanan)

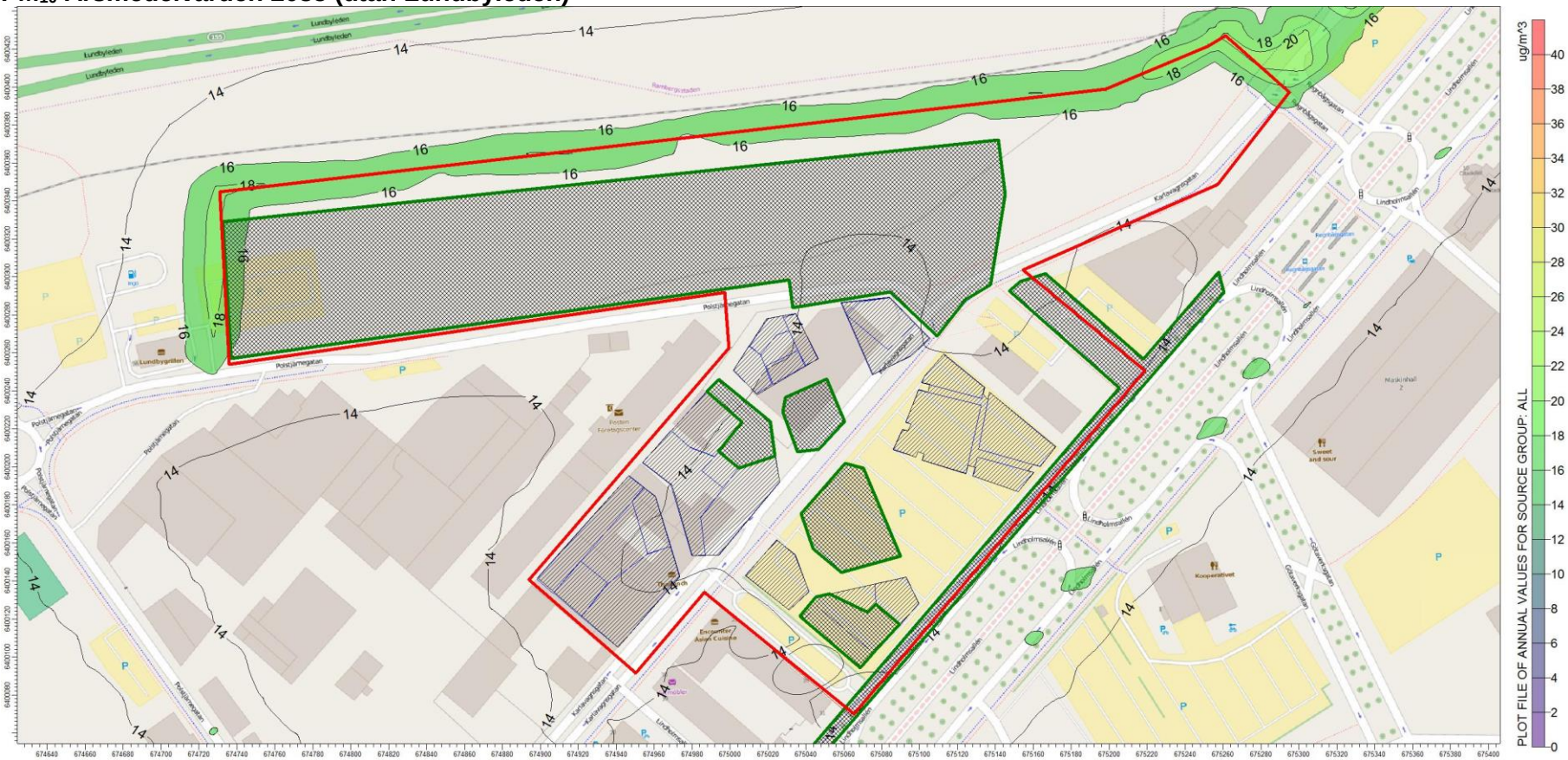
PM_{10} Årsmedelvärden Nuläge



PM_{10} Årsmedelvärden 2020

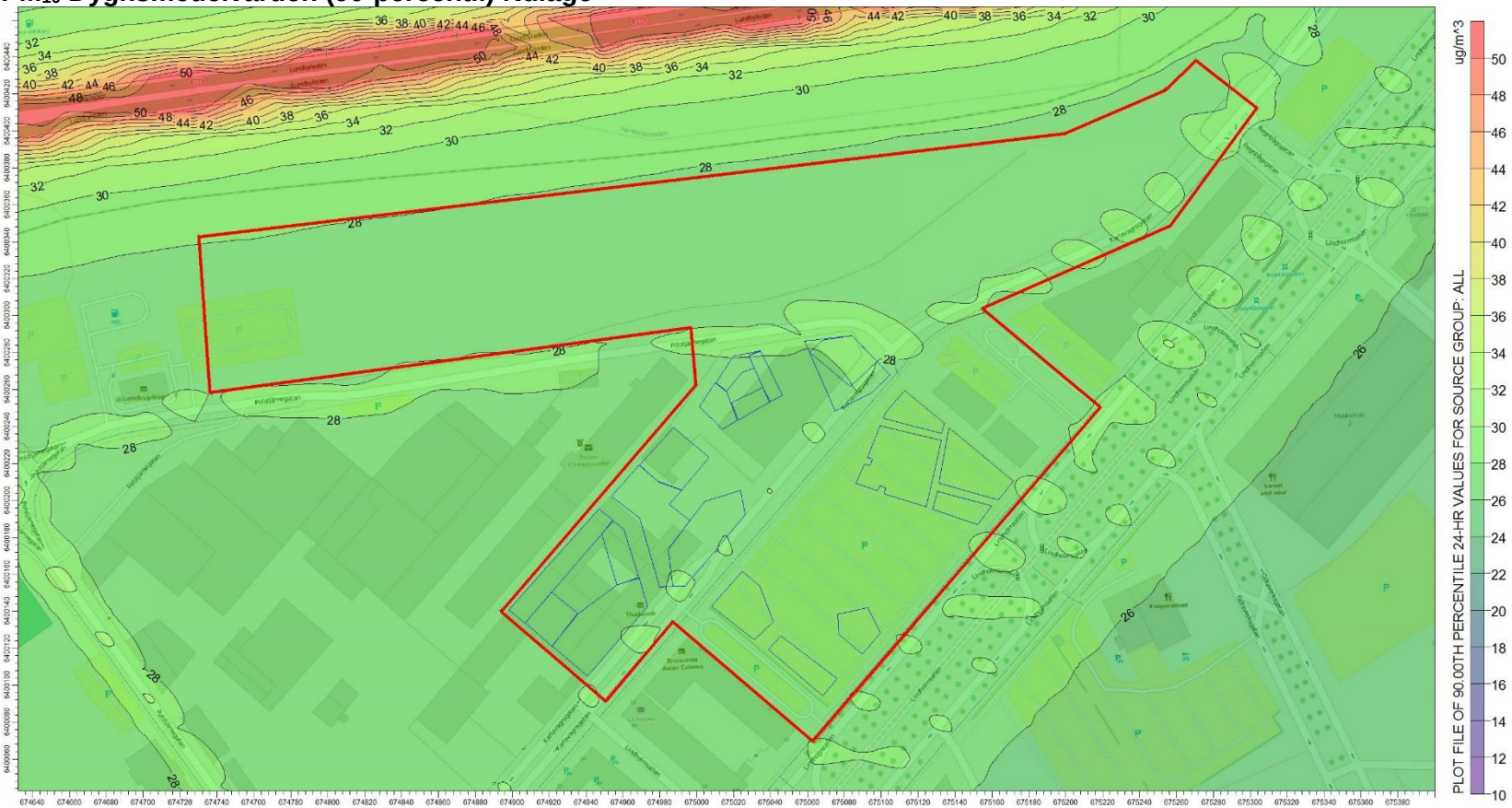


PM_{10} Årsmedelvärden 2035 (utan Lundbyleden)

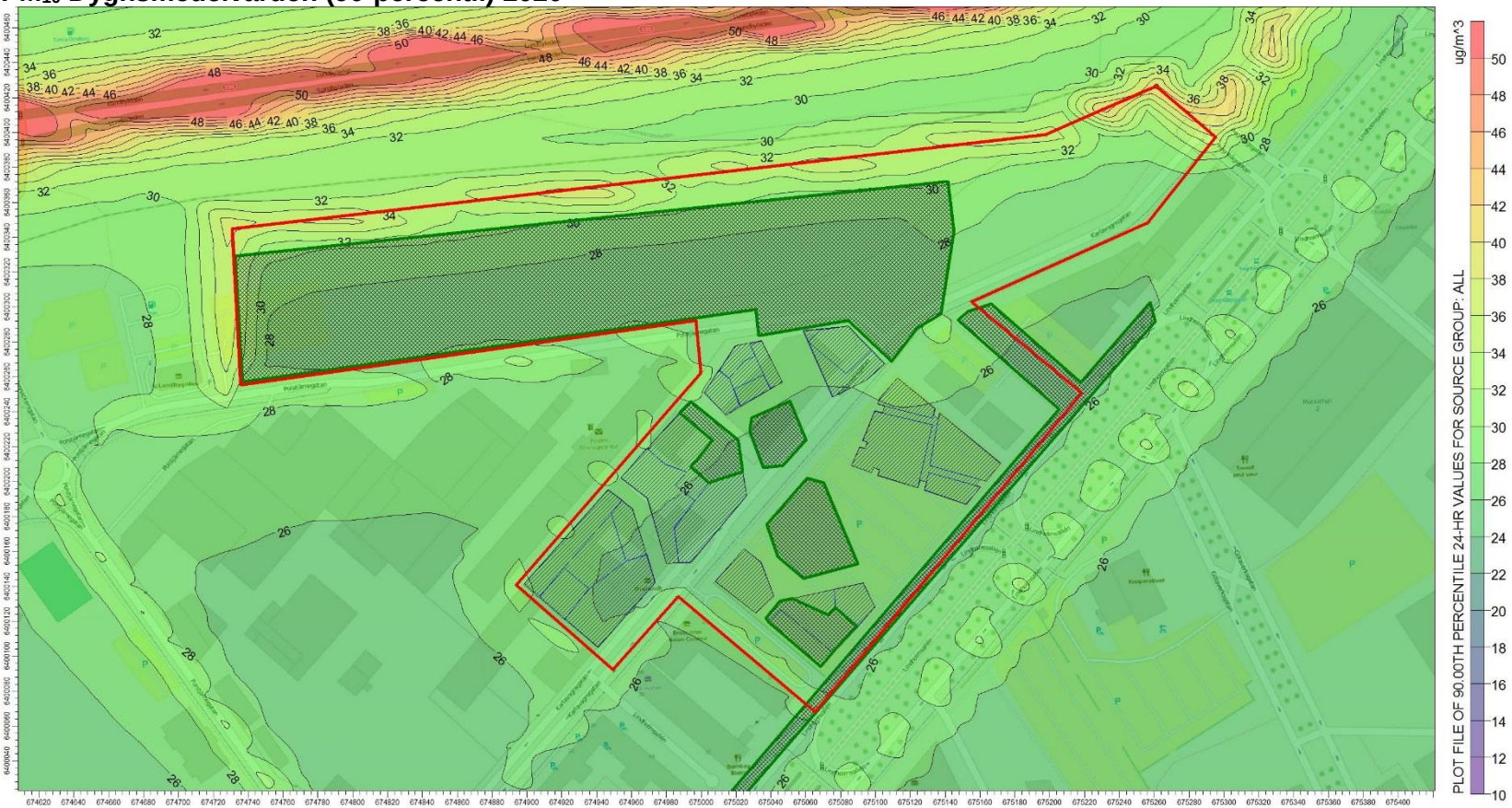


PM_{10} Årsmedelvärden 2035 (med Lundbyleden)

PM_{10} Dygnsmedelvärden (90-percentil) Nuläge

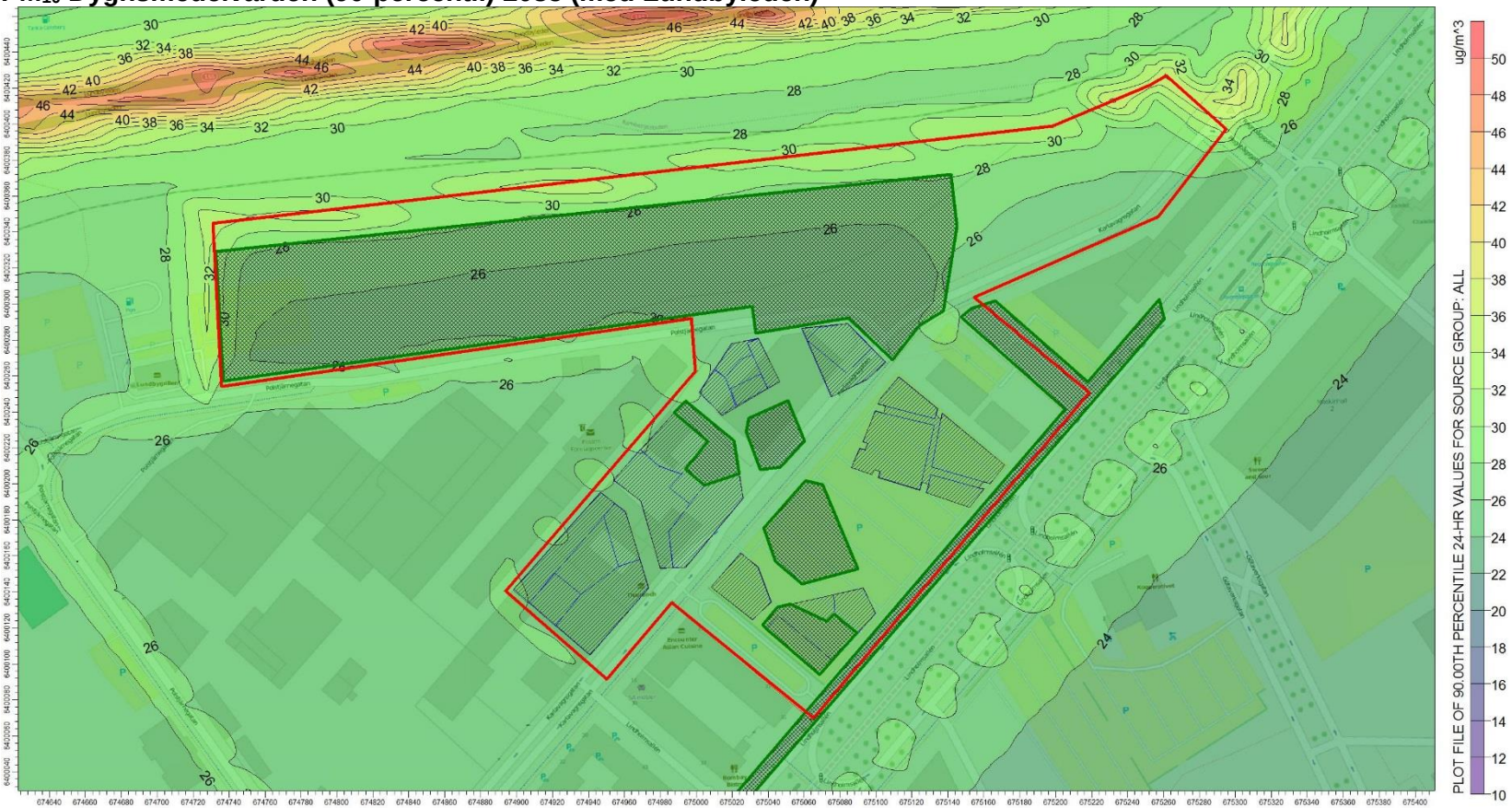


PM_{10} Dygnsmedelvärden (90-percentil) 2020

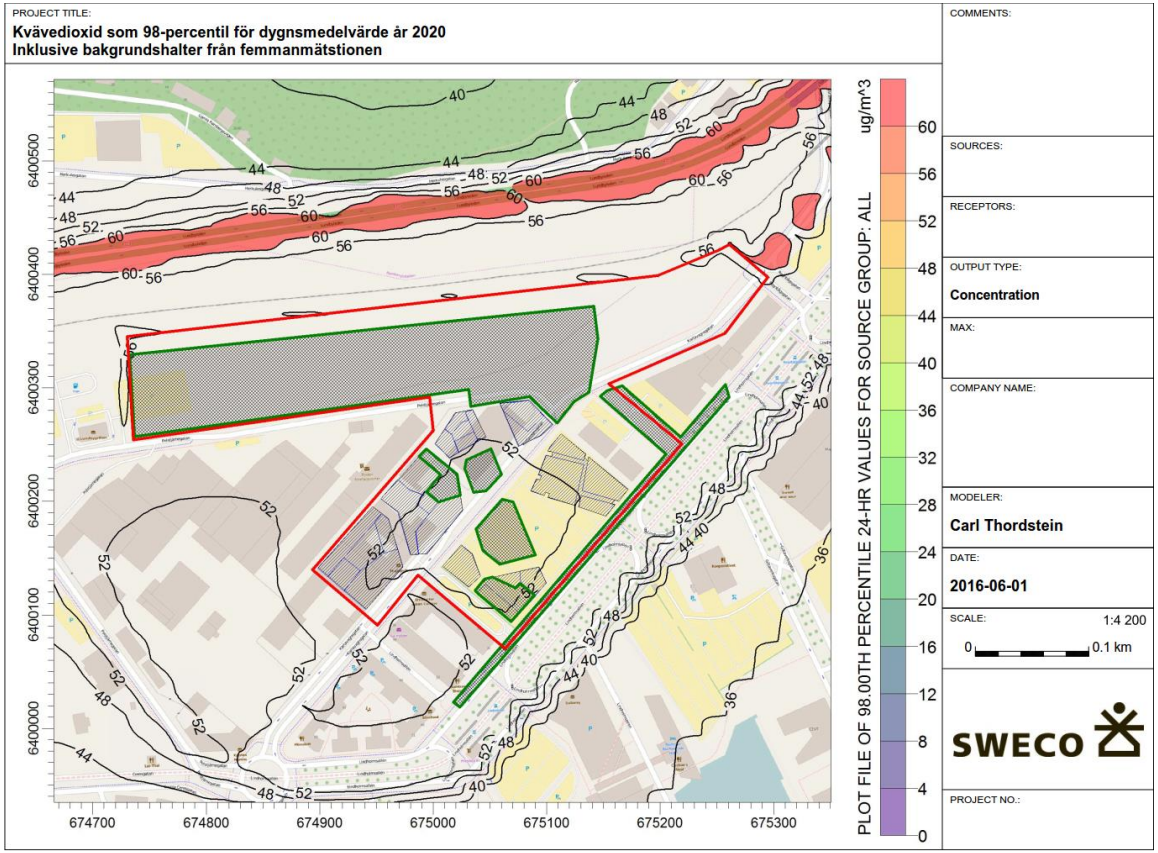


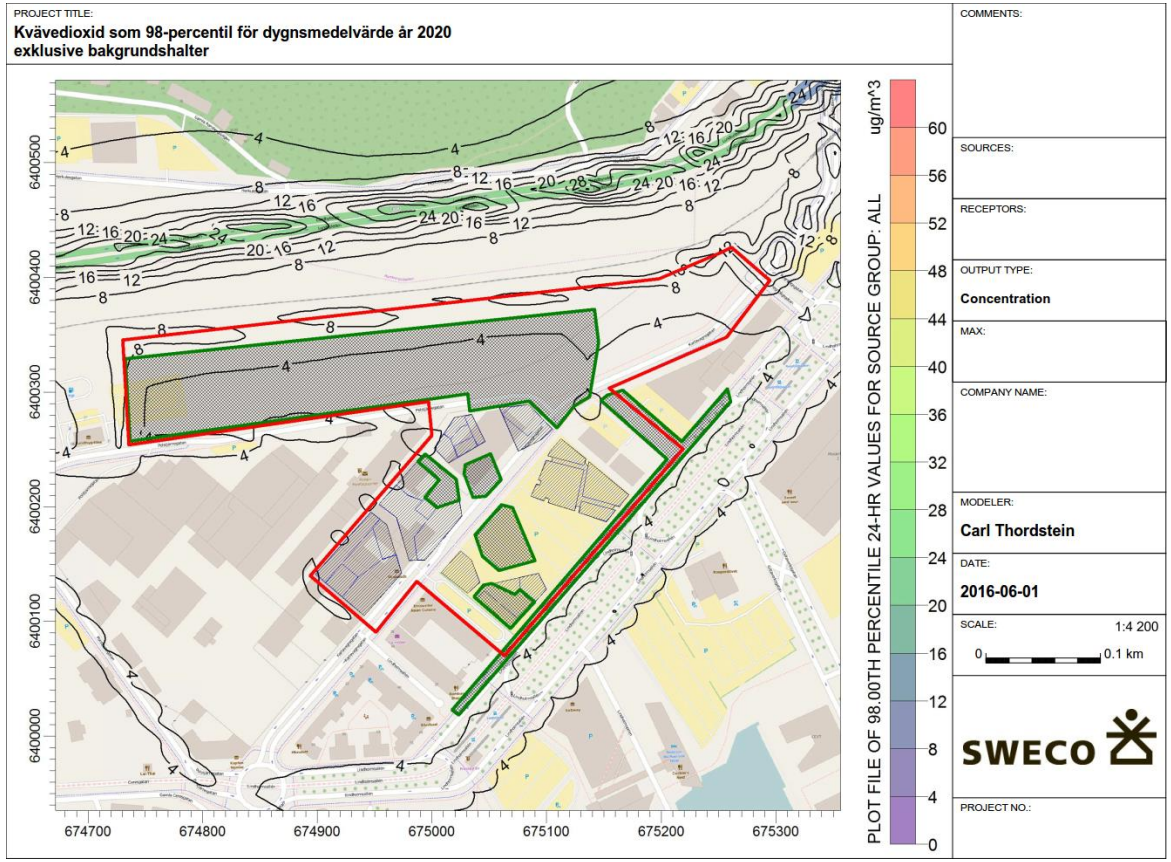
PM_{10} Dygnsmedelvärden (90-percentil) 2035 (utan Lundbyleden)

PM_{10} Dygnsmedelvärden (90-percentil) 2035 (med Lundbyleden)



10 Bilaga 3 Jämförelse mellan bakgrundhalternas bidrag och det relativa bidraget från omkringliggande vägar




PROJECT TITLE:
Kvävedioxid som 98-percentil för dygnsmedelvärde år 2020
exklusive bakgrundshalter
COMMENTS:
SOURCES:
RECEPTORS:
OUTPUT TYPE:
Concentration
MAX:
COMPANY NAME:
MODELER:
Carl Thordstein
DATE:
2016-06-01
SCALE:
1:4 200
0
0.1 km
SWECO
PROJECT NO.:
PLOT FILE OF 98.00TH PERCENTILE 24-HR VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL
ug/m^3
60
56
52
48
44
40
36
32
28
24
20
16
12
8
4
0
6400500
6400400
6400300
6400200
6400100
6400000
674700
674800
674900
675000
675100
675200
675300

11 Bilaga 4 Prognostiserade trafikmängder år 2020