
RAPPORT

GÖTEBORG STAD

Luftutredning Danska Vägen

UPPDRAGSNUMMER 7002919000



[SLUTRAPPORT]

2017-08-30

GBG TRAFIKANALYS & STRATEGI

LEIF AXENHAMN

CARL THORDSTEIN

Sammanfattning

Göteborgs Stad arbetar med att upprätta två detaljplaner för "Bostäder och verksamheter vid Prästgårdsängen" och "Bostäder, påbyggnader och verksamheter vid Danska Vägen". Planerna avser att stadsmässigt knyta ihop Redbergsplatsen med Sankt Sigfrids Plan, genom ny bebyggelse längs Danske vägen om cirka 550 nya lägenheter och cirka 10 000 kvm nya kontor och verksamheter. Sweco har på uppdrag utfört gaturumsberäkningar för planområdet, med syftet att visa på fördelningen av luftföroreningarna inom det aktuella området samt att jämföra uppmätta och beräknade halter mot föreskrivna miljö kvalitetsnormer och det nationella miljö kvalitetsmålet, "Frisk luft".

I Göteborg har vägtrafiken identifierats som den huvudsakliga källan till kvävedioxid och högst haltnivåer uppmäts i närhet med de stora trafiklederna och i slutna gaturum. Övriga källor är industriella verksamheter, småskalig vedeldning och arbetsmaskiner, men också långväga transporter från mer avlägsna källor, både inom Sverige och utanför landets gränser. Det är främst kvävedioxid som idag uppvisar höga halter i Göteborg och riskerar att överskrida de miljö kvalitetsnormer som finns definierade. Då det finns osäkerheter kring att emissionsfaktorerna för kväveoxider faktiskt kommer att minska i samma utsträckning som HBEFA räknat med, genomfördes ett "worst case" scenarion där dagens emissionsfaktorer användes för år 2020. Det bedöms inte föreligga någon risk för överskridande av miljö kvalitetsnormerna för partiklar (PM₁₀) vid planområdena, varför det inte ingått i beräkningarna. Bedömningen är avstämd med Miljöförvaltningen i Göteborg.

Resultatet från beräkningarna visade på måttliga haltnivåer längs planområdena och att detaljplanerna inte försvårar möjligheten att uppfylla miljö kvalitetsnormerna för utomhusluft.

Vid föreslagna bostäder och verksamheter vid Danska Vägen beräknas halterna bli något högre vid genomförandet av detaljplanen i jämförelse med nuläget. Detta bedöms ske på grund av dels ett mer slutet gaturum, dels en hastighetssänkning från 50 km/h till 40 km/h längs Danska Vägen. Miljö kvalitetsnormerna klaras dock inom planområdet både i nuläget och i utbyggnadsscenariot 2020. Miljö kvalitetsmålet för årsmedelvärde klaras inte nuläges- eller 2020-scenariot. Miljö kvalitetsmålet för timmedelvärde klaras för planområdet i nuläget, men för 2020-scenariot föreligger det risk för överskridande.

Högst beräknade halter av kvävedioxid i gaturummet vid detaljplansområdet "Danska Vägen"

	Årsmedelvärde [µg/m ³]	Dygnsmedelvärde (98-percentil) [µg/m ³]	Timmedelvärde (98-percentil) [µg/m ³]
Nuläge	20,4	41,5	56,2
2020	23,6	50,6	64
MKN*	40	60	90
MKM**	20	-	60

*Miljö kvalitetsnorm för utomhusluft av föroreningsnivåer som inte får överskridas

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

Vid föreslagna bostäder och verksamheter vid Prästgårdsvägen beräknas halterna bli något högre vid genomförandet av detaljplanen. Störst ökning beräknas ske i de södra och norra delarna av detaljplaneområdet där byggnader tillkommer i närheten av Danska Vägen. Hältökningen bedöms ske på grund av dels ett mer slutet gaturum, dels en hastighetssänkning från 50 km/h till 40 km/h längs Danska Vägen. Miljökvalitetsnormerna klaras inom planområdet både i nuläget och i utbyggnadsscenariot 2020. Miljökvalitetsmålet som årsmedelvärde är nära att tangeras i nuläget och för 2020-scenariot tangeras målet och riskerar därmed att överskridas. Miljökvalitetsmålet för timmedelvärde klaras för planområdet i nuläget, men för 2020-scenariot tangeras målet och det föreligger risk för överskridande.

Högst beräknade halter av kvävedioxid i gaturummet vid detaljplansområdet "Prästgårdsängen"

	Årsmedelvärde [µg/m ³]	Dygnsmedelvärde (98-percentil) [µg/m ³]	Timmedelvärde (98-percentil) [µg/m ³]
Nuläge	19,4	40,9	55,6
2020	20,8	46,1	60,1
MKN*	40	60	90
MKM**	20	-	60

**Miljökvalitetsnorm för utomhusluft av föroreningsnivåer som inte får överskridas*

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

Förklaringen till de ökade kvävedioxidhalterna för utbyggnadsscenariot 2020 är en kombination av ett mer slutet gaturum vid tillkommande byggnation och en hastighetssänkning från 50 km/h till 40 km/h längs Danska Vägen, vilket leder till högre direktutsläpp av NO_x.

Gaturummet längs planområdena kommer bli något mer slutet genom byggnationen av bostads- och verksamhetshusen. Detta kan föranleda situationer med högre haltnivåer på grund av sämre ventilationsförhållanden och därmed större risk för ansamling av luftföroreningar. De föreslagna byggnaderna kan även verka som barriärer och ha en avskärmande effekt på luftföroreningarna, som genereras från vägtrafiken, vilket leder till lägre halter på innegårdarna bakom byggnaderna. Gaturummet vid detaljplanerna kommer att innehålla öppningar mot Danska Vägen, vilket möjliggör utluftning av gaturummet. Det ger bättre förutsättningar för lägre luftföroreningshalterna än om gaturummet hade varit helt slutet.

Ur luftsynpunkt vore det fördelaktigt att bevara den befintliga trädboulevarden längs Danska Vägen, då den i dagsläget bedöms ha en luftföroreningsreducerande effekt. Vegetation kan dock försämrade omblandningen och spridningen av luftföroreningar genom minskad turbulensen i slutna gaturum och trädboulevarden längs Danska Vägen bör därav inte förtätas så gaturummen ytterligare sluts. Förslagsvis skulle låga häckar eller buskar kunna placeras i den direkta närheten av vägen. Gröna väggar och gröna tak kan också få en positiv inverkan på luftföroreningarna.

Miljökvalitetsnormerna kommer att med största sannolikhet klaras och inte utgöra några problem inom planområdena. Sannolikheten för att de boende kommer att utsättas för halter av luftföroreningar som innebär risk för hälsa och säkerhet bedöms som låg. Dock finns det inte någon nivå under vilken inga negativa hälsoeffekter uppkommer. Därför är fördelaktigt med så låga luftföroreningshalter som möjligt där folk vistas. För att minimera risken för att människor exponeras för höga föroreningshalter kan entréer placeras bort från den utsatta sidan av huset som vetter mot Danska Vägen. Kvävedioxidhalterna avtar med höjden och kan i ett gaturum minska med cirka 40% vid 20 meters höjd (SLB,

2013:2). Det är därför att föredra om tilluften för ventilation inte tas från fasader som vetter mot Danska Vägen, utan från taknivå eller från andra sidan av byggnaden mot innergården.

Innehållsförteckning

1	Bakgrund och syfte	1
2	Lagar, förordningar och miljömål	1
2.1	Miljö kvalitetsnormerna	1
2.1.1	Bedömning av Miljö kvalitetsnormen för omgivningsluft	2
2.2	Miljö kvalitetsmålet "Frisk Luft"	3
2.3	Göteborgs lokala miljömål	3
3	Beräkningsförutsättningar	3
3.1	Utredningsområdet	4
3.2	Spridningsmodell	5
3.3	Trafikförutsättningar	6
3.3.1	Vägrafik	6
3.4	Emissionsdata använda i spridningsberäkningarna	6
3.5	Gatugeometridata och dess inverkan på luftföroreningshalter	7
3.6	Osäkerheter i modellberäkningar	8
4	Resultat från spridningsberäkningarna	8
4.1	Kvävedioxid	8
4.1.1	Genomförda mätningar av kvävedioxid	9
4.1.2	Gaturumsberäkning	10
4.1.3	Bedömning av kvävedioxid	10
5	Luftföroreningsreducerade åtgärder	11
5.1	Bullerskärmar	12
5.2	Vegetation	12
6	Sammanfattande bedömning	14
7	Referenser	16
	Bilaga A Luftförorenings reducerade åtgärder	18
	Låga väggar	18
	Parkerade bilar	18
	Hastighetssänkning	19
	Ekonomiska styrmedel	19
	Tekniska krav och utveckling	20

Bilaga B Resultat från gaturumsberäkningar	22
Nuvarande situation (beräknat med 50 km/h)	22
Årsmedelvärde	22
Dygnsmedelvärde (98 percentil)	23
Timmedelvärde (98 percentil)	24
Framtida scenario 2020 (beräknat med 40 km/h)	25
Årsmedelvärde	25
Dygnsmedelvärde (98 percentil)	26
Timmedelvärde (98 percentil)	27

1 Bakgrund och syfte

Göteborgs Stad arbetar med att upprätta två detaljplaner för "Bostäder och verksamheter vid Prästgårdsängen" och "Bostäder, påbyggnader och verksamheter vid Danska Vägen". Planerna avser att stadsmässigt knyta ihop Redbergsplatsen med Sankt Sigfrids Plan, genom ny bebyggelse längs Danska Vägen om cirka 550 nya lägenheter och cirka 10 000 kvm nya kontor och verksamheter. Sweco har på uppdrag utfört gaturumsberäkningar för planområdena, med syftet att visa på fördelningen av luftföroreningarna inom det aktuella området samt att jämföra uppmätta och beräknade halter mot föreskrivna miljö kvalitetsnormer och det nationella miljö kvalitetsmålet, "Frisk luft". Beräkningar utfördes dels för den nuvarande situationen, dels ett framtida scenario 2020.

Luftföroreningen som ingår i denna utredning är kvävedioxid (NO_2), som idag uppvisar höga halter i Göteborg och riskerar att överskrida de miljö kvalitetsnormer som finns definierade. Det bedöms inte föreligga någon risk för överskridande av miljö kvalitetsnormerna för partiklar (PM_{10}) vid planområdena, varför det inte ingått i beräkningarna. Bedömningen är avstämd med Miljöförvaltningen i Göteborg.

Luftföroreningar i stadsmiljö kommer främst från lokala källor. I Göteborg har vägtrafiken identifierats som den huvudsakliga källan till kvävedioxid och högst haltnivåer uppmäts i närheten med de stora trafiklederna och i slutna gaturum. Övriga källor är bland annat industriella verksamheter och vedeldning men också långväga transporter från mer avlägsna källor, både inom Sverige och utanför landets gränser.

2 Lagar, förordningar och miljömål

2.1 Miljö kvalitetsnormerna

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

I förordningen (2010:477) om miljö kvalitetsnormer (MKN) för utomhusluft beskrivs dels föroreningsnivåer som inte får överskridas eller som får överskridas endast i viss angiven utsträckning och dels föroreningsnivåer som "ska eftersträvas". I tabell 1 nedan redovisas miljö kvalitetsnormerna för kvävedioxid (NO_2). Dessutom förekommer miljö kvalitetsnormer för partiklar som PM_{10} och $\text{PM}_{2,5}$, svaveldioxid, koloxid, bly, bensen, arsenik, kadmium, nickel, PAH (BaP) och ozon. Miljö kvalitetsnormerna för arsenik, kadmium, nickel, PAH och ozon definierar nivåer som "ska eftersträvas".

Tabell 1. Miljökvalitetsnormer för kvävedioxid

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

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

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

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

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.

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 kvävedioxid ett årsmedelvärde underskrider $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och som 98-percentil för timmedelvärde underskrider halten på $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Dessutom finns delmål för partiklar som PM_{10} och $\text{PM}_{2,5}$, bensen, bens(a)pyren, butadien, formaldehyd, ozon och korrosion.

2.3 Göteborgs lokala miljömål

Kommunfullmäktige i Göteborgs Stad beslutade år 2009 om ett lokalt mål för Frisk luft. Målet säger att luften i Göteborg ska vara så ren att den inte skadar människors hälsa eller ger upphov till återkommande besvär.

- Årsmedelvärdet kvävedioxid ska underskrida $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vid 95% av alla förskolor och skolor i Göteborg samt vid bostaden hos 95% av göteborgarna.

3 Beräkningsförutsättningar

I Göteborg är det främst kvävedioxid, som periodvis förekommer i halter som överskrider eller riskerar att överskrida föreliggande gränsvärden (MKN). För bedömning av hälsoeffekterna hos människor som kommer att vistas i planområdet har beräknade halter jämförts mot miljökvalitetsnormerna för kvävedioxid.

Partiklar (PM_{10}) har enligt Miljöförvaltningens mätningar minskat med cirka hälften sedan mitten av 2000-talet (Göteborgs stad, 2017). De senaste fem åren visar på en fortsatt nedåtgående trend och miljökvalitetsnormerna har klarats vid samtliga mätstationer. Trafikmängden vid planområdena är relativt sett låga i jämförelse med bland annat mätstationen vid Gårda, som har över 110 000 fordon/dygn och där miljökvalitetsnormerna klaras. Det bedöms därav inte föreligga någon risk för överskridande av miljökvalitetsnormerna för partiklar (PM_{10}) vid planområdena, varför det inte ingått i beräkningarna. Bedömningen är avstämd med Miljöförvaltningen i Göteborg.

Övriga luftföroreningar så som kolmonoxid, fina partiklar ($\text{PM}_{2,5}$), svaveldioxid, bensen och bly regleras också av miljökvalitetsnormerna. Dessa luftföroreningar förekommer dock långt under miljökvalitetsnormerna och brukar inte utgöra något problem i Göteborg.

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

3.1 Utredningsområdet

Detaljplanerna är belägna inom stadsdelen Örgryte Härlanda, cirka 1 km öster om centrala Göteborg. Planerna avser att stadsmässigt knyta ihop Redbergsplatsen med Sankt Sigfrids Plan, genom ny bebyggelse längs Danska Vägen om cirka 550 nya lägenheter och cirka 10 000 kvm nya kontor och verksamheter. Detaljplanen "Danska Vägen" avser att uppföra nya bostäder på dels befintligt hotell och intilliggande bostadshus med 3-4 våningar, dels ett nytt flerbostadshus på en tillfällig markparkering. I detaljplanen "Prästgårdsängen" är det föreslaget påbyggnader av befintliga lamellhus och nybyggnation av två hus samt ombyggnad av befintliga kontorshus. En stor del av de föreslagna bostads- och verksamhetshusen kommer att angränsa mot Danska Vägen.

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



Figur 1. Karta över den föreslagna bebyggelsens avgränsning vid detaljplanen "Danska Vägen". ©Karta från Stadsbyggnadskontoret i Göteborgs Stad.



Figur 2. Illustrationskarta över föreslagen bebyggelse för detaljplanen "Prästgårdsängen". ©Karta från Stadsbyggnadskontoret i Göteborgs Stad.

3.2 Spridningsmodell

För bedömning av luftkvaliteten vid detaljplansområdena har spridningsberäkningar genomförts för kvävedioxid. Beräkningar har utförts dels för dagens situation, dels år 2020 med planerad vägsträckning och gaturumsutformning.

Spridningsberäkningarna har utförts med SIMAIR2-väg, ett modellverktyg utvecklat av SMHI och Vägverket. Systemet innehåller bl.a. uppgifter om bakgrundshalter, meteorologi, trafikvolym och fordonssammansättning.

SIMAIR2-väg omfattar dels en utsläppsmo- dell, dels en spridningsmodell som i sin tur är indelad i olika submodeller anpassade för miljöer som exempelvis gaturum och öppna välventilerade trafikmiljöer. Gaturummens utformning har stor betydelse för huruvida utsläppen fördelar sig i omgivningsluften. Därför används vid beräkning OSPM-modellen som tar hänsyn till gaturummets utformning exempelvis: gatubredd, hushöjd och gatans riktning.

Utsläppsberäkningarna är baserade på den europeiska HBEFA-modellen, anpassad för svenska förhållanden. Eftersom det regionala och urbana bidraget (bakgrundshalter) är väsentligt, ingår även dessa halter i beräkningarna. SIMAIR2 är validerad mot mätningar i svenska tätorter och trafikmiljöer.

Som grund för spridningsberäkningarna i SIMAIR2 ligger förvald bakgrundsdata för nuläges- och 2020 scenariot. Ingående data är anpassade för de gator som omsluter det

aktuella planområdet. Skyltad hastighet används som ingångsdata på respektive vägsträcka i nuläges scenariot och ligger på 50 km/h. Det är föreslaget en sänkning av tillåten hastighet på Danska Vägen till 40 km/h, vilket användes i 2020 scenariot.

3.3 Trafikförutsättningar

3.3.1 Vägtrafik

Fordonstrafiken utgör den största och mest betydande utsläppskällan av luftföroreningar, som har en negativ inverkan på luftkvaliteten i planområdet. I nuläget passerar Danska Vägen längs planområdena och har högst trafikflöde av de intilliggande vägarna. Då de intilliggande vägarna har låga trafikmängder och att området runt dessa inte klassas som slutna gaturum, har dessa vägar inte ingått i beräkningarna. Utredningen har enbart fokuserat på Danska Vägen där det förefaller störst risk för överskridande av miljökvalitetsnormerna. I tabell 2 listas trafikmängderna för Danska Vägen.

Trafikökningens storlek antas vara av stor betydelse för framtida lufthalter i tätorter. Trafikökningen i en region antas dock i de flesta fall vara större än motsvarande trafikökning i regionens tätorter, detta beroende dels på platsbrist, dels på åtgärder för en bättre luftkvalitet i tätorter.

Trafikuppgifterna som nyttjats i rapporten har tagits fram av Trafikkontoret i Göteborg Stad. Trafikkontoret beräknar att trafikmängderna på Danska Vägen år 2035 kommer att vara i nivå med dagens trafikmängder. Därför användes dagens trafikmängder även för beräkningarna år 2020.

Tabell 2. Trafikuppgifter för omkringliggande vägar

Väg	ÅDT	Andel tung trafik (%)
Danska Vägen		
- Norr om Kärralundsgatan	7 300	6
- Söder om Kärralundsgatan	6 000	6

3.4 Emissionsdata använda i spridningsberäkningarna

Emissionsfaktorn är den mängd kvävedioxid 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. Det är en gemensam europeisk emissionsmodell för vägtrafik som har anpassats till svenska förhållanden. Trafiksammansättningen avseende fordonsparkens avgasreningsgrad (olika euroklasser) beräknas utifrån prognoser för år 2020 och 2030. HBEFA antar för år 2030 att andelen dieselfordon kommer vara cirka 60 % av den svenska personbilsflottan. I dagsläget utgörs Göteborgs personbilsflotta av cirka 29 % dieselmotorer (Trafikanalys,

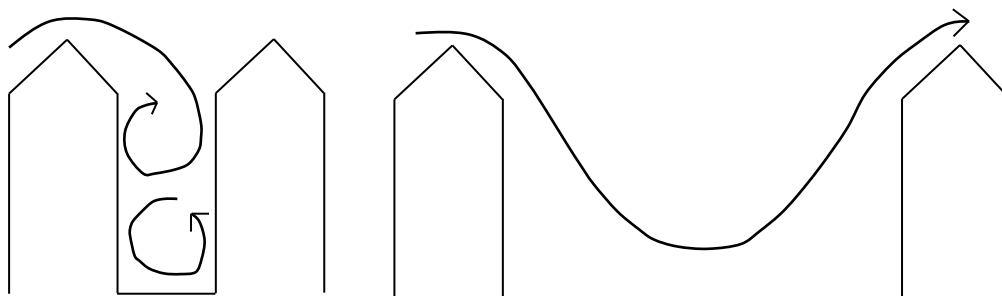
2016). Utsläppen av kväveoxider beräknas dock minska fram till år 2030 på grund av högre krav på avgasutsläppen. Emissionerna från fordonstrafiken beräknas utifrån dessa antaganden.

För 2020 genomfördes scenariot med HBEFAs emissionsfaktorer för dagens situation. Detta eftersom det finns osäkerheter kring att emissionsfaktorerna för kväveoxider faktiskt kommer att minska i samma utsträckning som HBEFA räknat med. Genom att beräkna år 2020 med dagens emissionsfaktorer erhålls ett "worst case" scenario, vilket belyser vilka halter som kan förekomma om inga förbättringar sker av utsläppen från vägtrafiken.

Emissionerna av NO_x/NO_2 är komplex, där en sänkning av hastigheten kan innebära en höjning av emissionsfaktorerna. Även fordonsflödet påverkar emissionerna, med lägre emissioner vid jämn körning och högre emissioner vid ojämn körning och kösituationer.

3.5 Gatugeometridata och dess inverkan på luftföroreningshalter

Gaturummets form och slutenhet i kombination med trafikmängder ger olika ventilationsförhållanden och har mycket stor betydelse för mängden luftföroreningshalter som ansamlas i gaturummet. Ur haltsynpunkt är en hög luftomsättning mycket viktig, eftersom det ökar spridningen och omblandningen av luftföroreningar. Smala och slutna gaturum ger upphov till högre luftföroreningshalter i jämförelse med bredare och öppnare vid samma trafikmängd och tål därmed mycket mindre trafikmängder. Mycket smala gaturum, där bredden är hälften av hushöjden, leder till dåliga ventilationsförhållanden i gatunivå. På breda gator, där bredden är mer än dubbla hushöjden, skapas ett annorlunda vindfält, som ger bättre ventilationsförhållanden och dessa gaturum tål således en högre trafikmängd (Länsstyrelsen, 2005).



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

Det är generellt svårt att förutsäga hur haltbilden runt detaljplansområdena kommer förändras då det är ett samspel mellan byggnaderna och fördelningen av utsläppen samt meteorologiska förhållanden. Gaturummet längs Danska Vägen är relativt slutet i dagsläget. För scenariot 2020 antas vägbredden vara densamma i gaturummet men bebyggelsen kommer att öka genom byggnation i den norra och södra delen i detaljplanen "Prästgårdsängen", samt på den västra sidan i detaljplanen för "Danska

Vägen". Gaturummet längs planområdena kommer därav bli mer slutet vid byggnation av bostäderna och verksamhetslokalerna.

Som figur 3 visar kan vindfältet därigenom komma att ändras, vilket kan ge upphov till sämre ventilationsförhållanden. I dagsläget anses gaturummet som ett brett gaturum där bredden är mer än dubbla hushöjden och vindfältet som skapas antas inte vara lika föroreningsackumulerande i jämförelse med ett smalt gaturum. Gaturummet vid detaljplanerna kommer att innehålla öppningar mot Danska Vägen, vilket möjliggör utluftning av gaturummet. Det ger bättre förutsättningar för lägre luftföroreningshalterna än om gaturummet hade varit helt slutet.

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 jämförelse med beräknade nulägeshalter. Detta beror på att det i dessa beräkningsscenarier tillkommer osäkerheter. De största osäkerheterna i denna studie antas finnas i emissionsdata och fordonssammansättningen (t.ex. andelen dieslbilar). 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Staxler et al., 2001). För friska personer har liknande effekt rapporterats, dock vid betydligt högre halter på uppemot 2000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Barck et al., 2005). Nyligen har

hälsoundersökningar i Norge indikerat på korttidseffekter vid kvävedioxidhalter (i omgivningsluften) på omkring 100 µg/m³ och långtidseffekter vid halter på omkring 40 µg/m³ (Folkehelseinstituttet, 2011). Den urbana bakgrunds-nivån för kvävedioxid i Göteborg ligger på cirka 20 µg/m³, dock kan korttidsvärdena över en timma uppgå till >150 µg/m³. Vid rangordning av luftföroreningars påverkan på hälsan, placeras kvävedioxid på fjärde plats efter PM_{2,5}, PM₁₀ och ozon (EEA, 2013).

4.1.1 Genomförda mätningar av kvävedioxid

Göteborgs kommun bedriver kontinuerligt mätningar av luftföroreningar vid ett antal platser i staden. Vid mätstationen i Gårda, som ligger längs med Kungsbackaleden cirka 1 km från planområdena genomförs mätningar i gatunivå av bland annat kvävedioxid. Mätningar genomförs även vid mätstationen på varuhuset Femman, som mäter den urbana bakgrundshalten i Göteborg. I nedanstående tabell sammanfattas mätningar från de senaste fem åren.

Tabell 3. Halter av kvävedioxid vid mätstationen i Gårda, 2012-2016

Kvävedioxid NO ₂ (µg/m ³)	MKN	Gårda				
		2012	2013	2014	2015	2016
Medelvärde	40	49,1	45,1	40,7	31	38
98 %-il dygn	60	105,8	93,3	79,2	71,9	82
98 %-il tim	90	143	133,4	119,5	96,1	117

Röda siffror indikerar överskridande av miljö kvalitetsnormen

Tabell 4. Halter av kvävedioxid vid den urbana mätstationen Femman, 2012-2016

Kvävedioxid NO ₂ (µg/m ³)	MKN	Femman				
		2012	2013	2014	2015	2016
Medelvärde	40	21,9	20,5	18,7	18,4	22
98 %-il dygn	60	52,9	51,4	44,0	41,9	59
98 %-il tim	90	66,4	70,7	61,5	62,2	78

Mätstationen i Gårda är placerad invid ett av de mest belastade trafikavsnitten inom Göteborg och uppvisar därför höga kvävedioxidhalterna. Miljö kvalitetsnormerna överskrids för samtliga år. Halterna har dock minskat sedan 2012 och senaste årens mätningar visade på att årsmedelvärdet klarades för första gången sedan mätningarna påbörjades. Det är dock i nuläget för tidigt att avgöra om det är en långsiktigt nedåtgående trend. De minskade halterna kan delvis förklaras av miljöförvaltningens bytte mätmetod från DOAS till referensmetoden kemiluminiscens. Uppmätta halter vid den urbana mätstationen Femman har varierat mellan åren och visar inte på en tydligt nedåtgående trend. Miljö kvalitetsnormerna har inte överskridits under de senaste fem åren, men dygnsmedelvärdet var nära att tangeras under 2016 års mätningar.

4.1.2 Gaturumsberäkning

Beräkningar med SIMAIR2-väg utfördes längs detaljplanområdet och Danska Vägen. Nulägesberäkningarna genomfördes med befintlig hastighet (50 km/h) och utbyggnadsscenarioet 2020 beräknades med föreslagen hastighet på Danska Vägen (40 km/h). Halterna som redovisas i tabell 5 och 6 gäller 2 m från fasad och 2 m ovan mark.

Tabell 5. Högst beräknade halter av kvävedioxid i gaturummet vid detaljplansområdet "Prästgårdsängen"

	Årsmedelvärde [µg/m ³]	Dygnsmedelvärde (98-percentil) [µg/m ³]	Timmedelvärde (98-percentil) [µg/m ³]
Nuläge	19,4	40,9	55,6
2020	20,8	46,1	60,1
MKN*	40	60	90
MKM**	20	-	60

*Miljökvalitetsnorm för utomhusluft av föroreningsnivåer som inte får överskridas

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

Tabell 6. Högst beräknade halter av kvävedioxid i gaturummet vid detaljplansområdet "Danska Vägen"

	Årsmedelvärde [µg/m ³]	Dygnsmedelvärde (98-percentil) [µg/m ³]	Timmedelvärde (98-percentil) [µg/m ³]
Nuläge	20,4	41,5	56,2
2020	23,6	50,6	64
MKN*	40	60	90
MKM**	20	-	60

*Miljökvalitetsnorm för utomhusluft av föroreningsnivåer som inte får överskridas

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

Resultatet visar måttliga till relativt höga halter i gaturummet längs detaljplanområdena vid Danska Vägen. Miljökvalitetsnormerna överskrids inte för något av scenarierna, vilket innebär att normerna kommer att klaras med största sannolikhet.

4.1.3 Bedömning av kvävedioxid

Resultatet från gaturumsberäkningarna visar att halterna av kvävedioxid blir något högre vid genomförandet av detaljplanerna. Halterna bedömdes utanför vägområdet där människor exponeras för luftföroreningar och där miljökvalitetsnormerna ska tillämpas.

Vid föreslagna bostäder och verksamheter för detaljplanen "Danska Vägen"

beräknas halterna vara som högst på den östra delen av planområdet, som vetter mot Danska Vägen.

Årsmedelvärdet för miljökvalitetsnormen (40 µg/m³) innehölls inom hela planområdet både i nuläget och i utbyggnadsscenarioet 2020. Miljökvalitetsnormen för dygnsmedelvärdet (60 µg/m³) bedöms generellt vara den miljökvalitetsnorm där det föreligger stor risk för överskridande. Enligt beräkningarna är de östra delarna av planområdet i utbyggnadsscenarioet 2020, som upp visar relativt höga halter.

Miljökvalitetsnormen som dygnsmedelvärde klaras dock för hela planområdet och för samtliga scenarion. Timmedelvärdet visade på måttliga halter och miljökvalitetsnormen ($90 \mu\text{g}/\text{m}^3$) klaras för samtliga scenarion.

Miljökvalitetsmålet för årsmedelvärde på $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ klaras inte nuläges- eller 2020-scenariot. Miljökvalitetsmålet för timmedelvärde klaras för planområde i nuläget, men för 2020-scenariot föreligger det risk för överskridande.

Vid föreslagna bostäder och verksamheter för detaljplanen "Prästgårdsängen" beräknas halterna vara som högst vid den befintliga byggnaden på den västra delen av planområdet, som vetter mot Danska Vägen. Störst ökning mellan scenariona inom planområdet beräknas ske i de sydvästra och nordöstra delarna av detaljplaneområdet där byggnader tillkommer i närheten av Danska Vägen.

Årsmedelvärdet för miljökvalitetsnormen ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) innehölls inom hela planområdet både i nuläget och i utbyggnadsscenariot 2020. Halterna som dygnsmedelvärde var måttliga och miljökvalitetsnormen ($60 \mu\text{g}/\text{m}^3$) klaras för samtliga scenarion. Även timmedelvärdet visade på måttliga halter och miljökvalitetsnormen ($90 \mu\text{g}/\text{m}^3$) klaras för samtliga scenarion.

Miljökvalitetsmålet som årsmedelvärde är nära att tangeras i nuläget och för 2020-scenariot tangeras målet och riskerar därmed att överskridas. Miljökvalitetsmålet för timmedelvärde klaras för planområdet i nuläget, men för 2020-scenariot tangeras målet och det föreligger risk för överskridande.

Förklaringen till de ökade kvävedioxidhalterna för scenariot 2020 är en kombination av ett mer slutet gaturum vid tillkommande byggnation och en hastighetssänkning från 50 km/h till 40 km/h längs Danska Vägen, vilket leder till högre direktutsläpp av NO_x .

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 uppostringar. 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.

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

5.1 Bullerskärmar

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

Det finns i nuläget inga bullerskärmar Danska Vägen. Stora, fasta strukturer så som byggnader påverkar också luftflödet på ett liknande sätt som de som beskrivits för bullerskydd (Baldauf et al. 2009). Byggnaderna antas därför ha en avskärmande effekt på luftföroreningarna, som genereras från vägtrafiken, på innegårdarna bakom byggnaderna. Samtidigt leder genomförandet av detaljplanerna till att gaturummet längs Danska Vägen ytterligare sluts. Detta försämrar ventilationsförhållandet i gaturummet, vilket i sin tur ökar risken för att luftföroreningar ansamlas i gaturummet.

5.2 Vegetation

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

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

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

Utformningen av vegetationen kommer att påverka möjligheten till spridningen och filtrering av luften och deponering av luftföroreningarna på vegetationsytorna. Vegetationen inom planområdena bortom Danska Vägen, kan antas ha en luftföroreningsreducerande effekt. Detta då en del av luftföroreningarna skulle kunna deponeras på träden och därigenom minska den totala föroreningshalten inom planområdena. Vegetationen kan dock även leda till minskad turbulens och därigenom omblandningen och spridningen av luftföroreningarna. Detta kan framför allt ske i täta stadsmiljöer där utspädningen redan utan vegetation är begränsad (Janhäll, 2015).

Ur luftsynpunkt vore det fördelaktigt att bevara den befintliga trädboulevarden längs Danska Vägen. Gaturummet längs Danska Vägen kommer dock bli något mer slutet vid genomförandet av detaljplanerna. Trafikmängden längs Danska Vägen bedöms som liten och kommer med största sannolikhet inte leda till överskridande av miljökvalitetsnormerna. Trädboulevarden bör dock inte förätas så gaturummen ytterligare sluts. Vid tätare plantering av vegetation finns risken att luftföroreningarna stängs in under trädkronorna, vilket kan öka människors exponering av luftföroreningar. Förslagsvis skulle låga häckar eller buskar kunna placeras i den direkta närheten av vägen. Gröna väggar och gröna tak kan också få en positiv inverkan på luftföroreningarna.

Tabell 8. Sammanställning av hur olika typer av vegetation påverkar luftföroreningshalter i olika gatumiljöer

Vegetationstyp					
					
					
	Träd	Häckar	Gröna väggar	Gröna tak	
	 Försämring	 Förbättring	 Ingen påverkan		

6 Sammanfattande bedömning

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

I Göteborg har vägtrafiken identifierats som den huvudsakliga källan till kvävedioxid och högst haltnivåer uppmäts i närhet med de stora trafiklederna och i slutna gaturum. Övriga källor är industriella verksamheter, småskalig vedeldning och arbetsmaskiner, men också långväga transporter från mer avlägsna källor, både inom Sverige och utanför landets gränser. Det är främst kvävedioxid som idag uppvisar höga halter i Göteborg och riskerar att överskrida de miljökvalitetsnormer som finns definierade. Det bedöms inte föreligga någon risk för överskridande av miljökvalitetsnormerna för partiklar (PM₁₀) vid planområdena, varför det inte ingått i beräkningarna. Partiklar (PM₁₀) har enligt Miljöförvaltningen i Göteborgs mätningar minskat med cirka hälften sedan mitten av 2000-talet (Göteborgs stad, 2017). De senaste fem åren visar på en fortsatt nedåtgående trend och miljökvalitetsnormerna har klarats vid samtliga mätstationer. Trafikmängden vid planområdena är relativt sett låga i jämförelse med bland annat mätstationen vid Gårda, som har över 110 000 fordon/dygn och där miljökvalitetsnormerna klaras. Bedömningen är avstämd med Miljöförvaltningen i Göteborg.

I denna utredning har gaturumsberäkningar utförts längs gaturummet vid detaljplansområdena "Bostäder och verksamheter vid Prästgårdsängen" och "Bostäder, påbyggnader och verksamheter vid Danska Vägen". Syftet med beräkningarna var att visa på fördelningen av kvävedioxid (NO₂) vid de aktuella planområdena samt att jämföra uppmätta och beräknade halter mot föreskrivna miljökvalitetsnormer och det nationella miljökvalitetsmålet, Frisk luft. Beräkningar utfördes för den nuvarande situationen och för ett framtida scenario 2020. Då det finns osäkerheter kring att emissionsfaktorerna för kväveoxider faktiskt kommer att minska i samma utsträckning som HBEFA räknat med, genomfördes även ett "worst case" scenarion där dagens emissionsfaktorer användes för år 2020.

Resultatet från beräkningarna visade på måttliga till relativt höga haltnivåer längs planområdena men att detaljplanerna inte försvårar möjligheten att uppfylla miljökvalitetsnormerna för utomhusluft. Miljökvalitetsnormerna för kvävedioxid klaras för samtliga scenarion. Enligt beräkningarna bedöms dygnsmedelvärdet för kvävedioxid vara den miljökvalitetsnormen som uppvisar högst halter i jämförelse med miljökvalitetsnormerna. Kvävedioxidhalterna ligger i nuläget runt miljökvalitetsmålet för årsmedelvärde och efter utbyggnaden föreligger det en risk för att målet överskrids i planområdena. Miljökvalitetsmålet för timmedelvärde klaras för planområdena i nuläget, men för 2020-scenariot föreligger det risk för överskridande.

Halterna av kvävedioxid beräknades öka till 2020 i jämförelse med nuvarande situation. Förklaringen till de ökade kvävedioxidhalterna för scenariot 2020 är en kombination av ett

mer slutet gaturum vid tillkommande byggnation och en hastighetssänkning från 50 km/h till 40 km/h längs Danska Vägen, vilket leder till högre direktutsläpp av NO_x.

Ur luftsynpunkt vore det fördelaktigt att bevara den befintliga trädboulevarden längs Danska Vägen. Gaturummet längs planområdena kommer dock bli något mer slutet genom byggnationen av bostads- och verksamhetshusen. Detta kan föranleda situationer med högre haltnivåer på grund av sämre ventilationsförhållanden och större risk för ansamling av luftföroreningar. Gaturummet vid detaljplanerna kommer att innehålla öppningar mot Danska Vägen, vilket möjliggör utluftning av gaturummet. Det ger bättre förutsättningar för lägre luftföroreningshalterna än om gaturummet hade varit helt slutet. Byggnaderna kan likt stora bullerskärmar verka som barriärer och har en avskärmande effekt på luftföroreningarna, som genereras från vägtrafiken, vilket leder till lägre halter på innegårdarna bakom byggnaderna. Vegetation kan försämra omblandningen och spridningen av luftföroreningar genom minskad turbulensen i slutna gaturum och trädboulevarden längs Danska Vägen bör därav inte förtätas så gaturummen ytterligare sluts. Förslagsvis skulle låga häckar eller buskar kunna placeras i den direkta närheten av vägen. Gröna väggar och gröna tak kan också få en positiv inverkan på luftföroreningarna.

Planområdet antas klara miljö kvalitetsnormerna både i nuläget och för beräknade framtidsscenariona. Sannolikheten för att de boende kommer att utsättas för halter av luftföroreningar som innebär risk för hälsa och säkerhet bedöms som låg. Dock finns det inte någon nivå under vilken inga negativa hälsoeffekter uppkommer. Därför är fördelaktigt med så låga luftföroreningshalter som möjligt där folk vistas. De högsta halterna beräknas ske i området mot Danska Vägen och det är bra om planen utformas så att människor inte uppmuntras till vistelse i dessa områden. Förslagsvis kan entréer placeras bort från den utsatta sidan av huset som vetter mot Danska Vägen. Kvävedioxidhalterna avtar med höjden och kan i ett gaturum minska med cirka 40% vid 20 meters höjd (SLB, 2013:2). Det är därför att föredra om tilluften för ventilation inte tas från fasader som vetter mot Danska Vägen, utan från taknivå eller från andra sidan av byggnaden mot innegården.

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.

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

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

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

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

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

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

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

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

Göteborgs Stad. (2017). Luftkvaliteten i Göteborgsområdet – Årsrapport 2016. R 2017:6

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

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

Länsstyrelsen. (2005). Miljökvalitetsnormer för luft – En vägledning för detaljplanläggning med hänsyn till luftkvalitet.

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

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

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

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

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

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

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

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

Bilaga A Luftförorenings reducerade åtgärder

Låga väggar

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 utseende, 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).

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 vid trottoaren där människor exponeras för luftföroreningarna. Varierande utformning av gaturummet och den icke-kontinuerliga karaktären av parkeringsplatser ger upphov till förekomsten av starka virvlar, vilka förbättrar spridningen av luftföroreningar 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).

Hastighetssänkningar

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

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

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.

Det är föreslaget att sänka hastigheten på Danska Vägen, från 50 km/h till 40 km/h. Detta kan leda till en ökning av kvävedioxidhalterna, då en sänkning av hastigheten kan innebära en höjning av emissionsfaktorerna, vilket innebär till högre direktutsläpp av NO_x. Även fordonsflödet påverkar emissionerna, med lägre emissioner vid jämn körning och högre emissioner vid ojämn körning och kösituationer.

Ekonomiska styrmedel

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

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

På så sätt fungerar trängselskatt som ett incitament, vilket inte är att förväxla med en reglering, som istället styr vad som är tillåtet och inte. Reglerande åtgärder är exempelvis att förbjuda biltrafik på utvalda gator eller endast tillåta varutransporter under vissa tider. Åtgärder med incitament (trängselskatt) ger resenärer möjligheten att själv välja hur de

ska anpassa sig, men som även innebär att de kan behålla sitt ursprungliga beteende. De resenärer för vilka det skulle varit en särskilt stor uppoffring att avstå från bilresan blir kvar i sitt gamla beteende (och betalar trängselskatten) (Trivector, 2014).

Trängselskatt infördes den 1 januari 2013 i Göteborg med syftet att bland annat förbättra luftkvaliteten och bidra till finansiering av Västsvenska Paketet. Biltrafiken minskade under 2013 jämfört med 2012, vilket generellt ledde till mindre miljöpåverkan. Antalet resande med andra transportmedel så som cykel- och kollektivtrafik ökade under samma tidsperiod. Detta mycket tack vare satsningar på utbyggnad och upprustning av cykelbanor, och utökning av busskörfält, vilket gav bättre framkomligheten och därigenom ökad punktlighet och i viss mån minskade restider. Störst minskning i både trafikmängd och därav luftföroreningar erhålls på gator i direkt anslutning till portalerna, där uppoffringen att köra är som störst. Effekten antas avta med avståndet till gatorna med portalerna.

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

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

Tekniska krav och utveckling

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

20(27)

RAPPORT
2017-08-30
[SLUTRAPPORT]
LUFTUTREDNING DANSKA VÄGEN

Planområdet ligger i dagsläget inte inom Göteborgs Stads miljözon och de anslutande vägarna innefattas därför inte av de utsläppskrav som ställs på fordonen inom miljözonen.

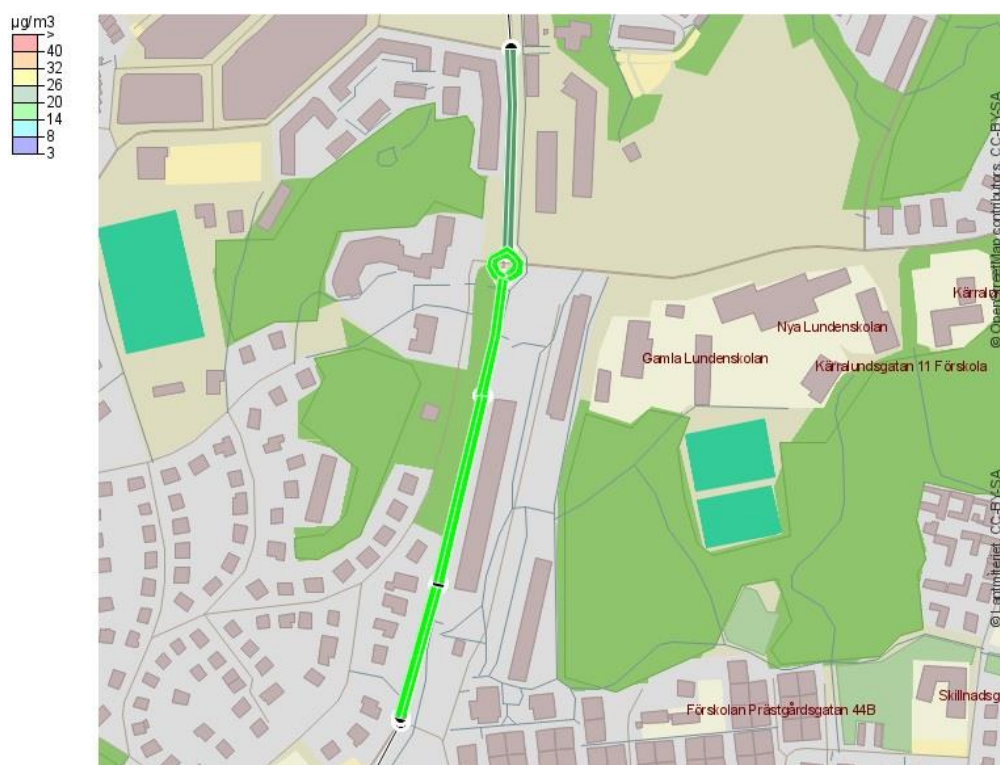
Krav på utsläpp av en rad olika luftföroreningar från fordon regleras i gemensamma bestämmelser inom EU. Detta innebär att Sverige måste implementera eventuella ändringar och tillägg, vilket ger små möjligheter att agera på egen hand. Sedan 1982 finns fastställda regler för tillåtna avgasutsläpp från tunga fordon i Europa. Bestämmelserna avser utsläppen av kväveoxider, kolmonoxid, kolväten och partiklar. Fokus har lagts på att minska utsläpp av partiklar och kväveoxider (NO_x), från i synnerhet dieselfordon. Då kväveoxider och kolväten är ozonbildande ämnen bör en utsläppsreduktion av dessa ämnen leda till märkbara förbättringar av hälsoförhållandena. Beteckningen Euroklass infördes 1990 (Euro 0). Därefter har kraven stegvis skärpts genom åren 1993 (Euro 1), 1996 (Euro 2), 2000 (Euro 3), 2005 (Euro 4) och 2008 (Euro 5). År 2014 införs Euro 6 och då sänks kraven på högsta tillåtna utsläpp av kväveoxider till 0,06 g/km (bensin) och 0,08 g/km (diesel) för personbilar och 0,40 g/km (2 g/km för Euro 5) för tunga fordon.

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

Bilaga B Resultat från gaturumsberäkningar

Nuvarande situation (beräknat med 50 km/h)

Årsmedelvärde



Figur 4. Nuvarande situation, beräknade halter av kvävedioxid som årsmedelvärden.

De högst beräknade halterna innanför planområdet "Danska Vägen" och "Prästgårdsängen" ligger på omkring 20,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respektive 19,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

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

Dygnsmedelvärde (98 percentil)



Figur 5. Nuvarande situation, beräknade halter av kvävedioxid som dygnsmedelvärden (98-percentil).

De högst beräknade halterna innanför planområdet "Danska Vägen" och "Prästgårdsängen" ligger på omkring 41,5 µg/m³ respektive 40,9 µg/m³.

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

Timmedelvärde (98 percentil)



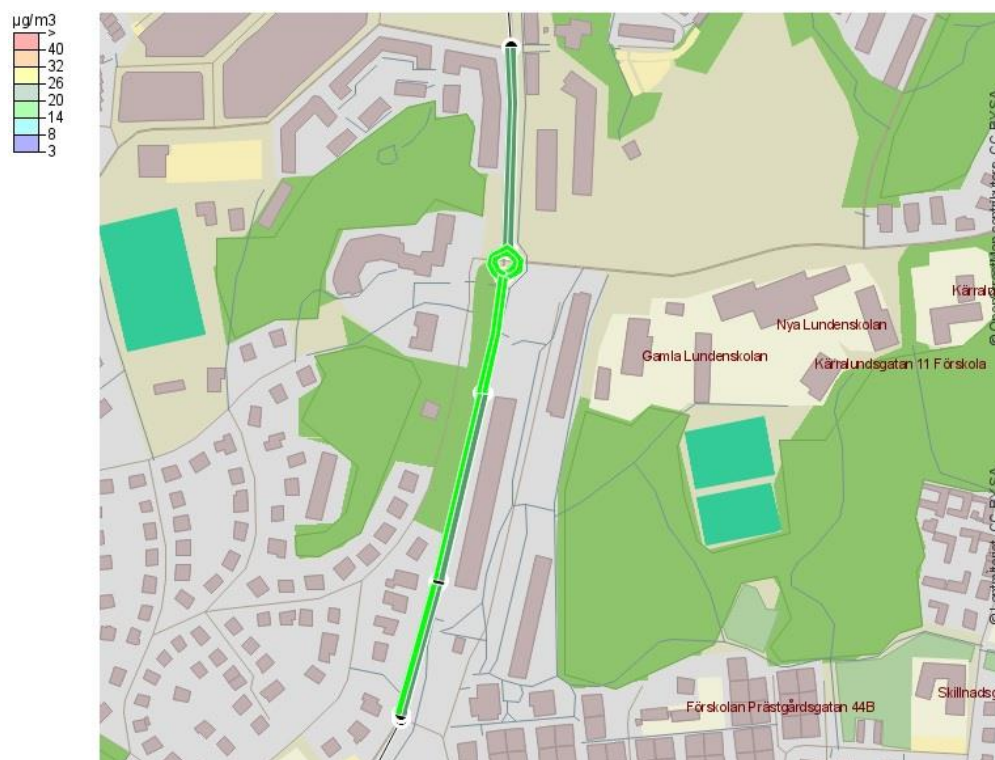
Figur 6. Nuvarande situation, beräknade halter av kvävedioxid som timmedelvärden (98-percentil).

De högst beräknade halterna innanför planområdet "Danska Vägen" och "Prästgårdsängen" ligger på omkring 56,2 µg/m³ respektive 55,6 µg/m³.

Värdena ska jämföras mot miljökvalitetsnormens timmedelvärde 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.

Framtida scenario 2020 (beräknat med 40 km/h)

Årsmedelvärde



Figur 7. Framtida scenario 2020, beräknade halter av kvävedioxid som årsmedelvärden.

De högst beräknade halterna innanför planområdet "Danska Vägen" och "Prästgårdsängen" ligger på omkring 23,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respektive 20,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

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

Dygnsmedelvärde (98 percentil)



Figur 8. Framtida scenario 2020, beräknade halter av kvävedioxid som dygnsmedelvärden (98-percentil).

De högst beräknade halterna innanför planområdet "Danska Vägen" och "Prästgårdsängen" ligger på omkring 50,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respektive 46,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

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

Timmedelvärde (98 percentil)



Figur 9. Framtida scenario 2020, beräknade halter av kvävedioxid som timmedelvärden (98-percentil).

De högst beräknade halterna innanför planområdet "Danska Vägen" och "Prästgårdsängen" ligger på omkring 64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respektive 60,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

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