

JUNI 2024
KUNGÄLVS KOMMUN

LUFTUTREDNING FÖR KUNGÄLVS STADSKÄRNA

JUNI 2024
KUNGÄLVS KOMMUN

LUFTUTREDNING FÖR KUNGÄLVS STADSKÄRNA

PROJEKTNR.

A267730

DOKUMENTNR.

A267730-60-10-RAP-001

VERSION

1.0

UTGIVNINGSDATUM

2024-06-20

BESKRIVNING

Luftutredning

UTARBETAD

Gabriella Villamor
Martina Frid
Sara Jäger
Sandra-Fani Cimerman

GRANSKAD

Erik Bäck
Marie Haeger-Eugensson

GODKÄND

Erik Bäck

INNEHÅLL

Sammanfattning	5
1 Inledning	7
1.1 Bakgrund	7
1.2 Syfte och avgränsning	8
1.3 Bedömningsgrunder	8
1.4 Luftkvaliteten i Kungälv	12
1.5 Luftkvalitet i stadsplaneringen	14
2 Metod	19
2.1 Underlag	19
2.2 Emissionsberäkningar	20
2.3 Spridningsberäkningar	22
2.4 Beräkning av totalhalt	22
2.5 Beräkning av osäkerhet i beräkningar	24
2.6 Val av placering av mätstation	24
3 Resultat	26
3.1 Osäkerheter	26
3.2 Kvävedioxid	27
3.3 Partiklar	39
4 Diskussion och slutsatser	48
4.1 Trafik	48
4.2 Framtida mätningar	48
4.3 Medskick för långsiktig planering	49
4.4 Medskick för detaljplanearbete	51
5 Referenser	52

BILAGOR

Bilaga A Trafikmängder

A.1 Nuläge, år 2023

A.2 Framtidsscenario år 2050

Bilaga B TAPM-modellen

Bilaga C Miskam-modellen

Bilaga D Resultat kvävedioxid

D.1 Nuläge

D.2 Utbyggnad

Bilaga E Resultat partiklar

E.1 Nuläge

E.2 Utbyggnad

Sammanfattning

Kungälv kommun arbetar med att ta fram en översiktsplan för år 2050. Parallellt arbetar även kommunen med framtagandet av detaljplaner i stadskärnan. För att ta reda på hur stadsutvecklingen i Kungälv stadskärna ska planeras på bästa möjliga sätt ur ett luftkvalitetsperspektiv, har Kungälv kommun därför gett COWI uppdraget att spridningsberäkna halterna av luftföroreningarna kvävedioxid och partiklar (PM_{10}) i Kungälv stadskärna, både för ett nuläge och för år 2050. Syftet med utredningen var att ta fram ett underlag för att underlätta Kungälv kommuns planarbete i förhållande till luftkvalitet i framtiden. Vidare vill även kommunen kunna använda resultaten för att identifiera områden som kan vara representativa mätplatser för luftövervakning.

Bedömning av luftkvaliteten gjordes för ett nuläge samt ett framtidsscenario motsvarande år 2050, och gjordes mot nu gällande miljökvalitetsnormer (MKN), övre och undre utvärderingströskeln (ÖUT och NUT) samt nationella miljökvalitetsmål (MKM). För framtidsscenario utfördes även en bedömning mot framtida gränsvärden enligt förslag till nytt luftkvalitetsdirektiv inom EU.

Resultaten från beräkningarna visade att osäkerheterna i beräkningsmodellen väl uppfyller de krav som ställs i Naturvårdsverkets föreskrifter om modellering.

I ett kortare perspektiv, exempelvis inför detaljplanearbete år 2030–2035, visar resultaten av beräkningarna goda möjligheter för exploatering jämfört med både dagens MKN och miljökvalitetsmålet. För NO_2 kan ett nuläge ses som ett värsta fall avseende emissioner (trots ökad trafik), vilket även ses i resultaten då halterna är högre i nuläget än i framtidsscenario. Resultatet avseende NO_2 för ett nuläge visar att MKN och MKM klaras för alla exploateringsområden, vilket möjliggör arbetet med dessa detaljplaner. I och med att miljökvalitetsmålet klaras anses luftmiljön även vara tillräckligt bra för förskolor/skolor, enligt dagens rekommendationer av Naturvårdsverket.

Avseende PM_{10} , korresponderar framtidsscenario 2050 med ett värsta fall, varvid resultaten visar god marginal till både MKN och miljökvalitetsmålet i exploateringsområdena. Om detaljplaneprocessen påbörjas efter 2030 när nya

EU-gränsvärden införs, kan det dock finnas incitament att se över gaturummet vid Strandgatan då halterna av PM_{10} tangerar gränsvärdet.

En utmaning som kan dyka upp i det framtida arbetet med översiktsplanen är införandet av nya EU-gränsvärden, eftersom de innebär en kraftig åtstramning. I dagsläget finns information om vilka gränsvärden som sannolikt kommer att gälla, men däremot inte kommande nivåer för ÖUT och NUT. Beräkningarna som utförts för 2050, där hänsyn tagits till maximal trafikbelastning, visar att framtida gränsvärden för NO_2 kommer att klaras med god marginal i hela Kungälv. Halterna av PM_{10} är dock högre jämfört mot framtida EU-gränsvärden som tangeras exempelvis i gaturummet på Strandgatan, men klaras på Uddevallavägen. Därför kan det finnas anledning att ta gaturummets utformning och planering av vegetation i beaktande på Strandgatan. Exempelvis är det tydligt att de nya byggnadskropparna skapar ett trängre gaturum precis där halterna är som högst på Strandgatans norra delar.

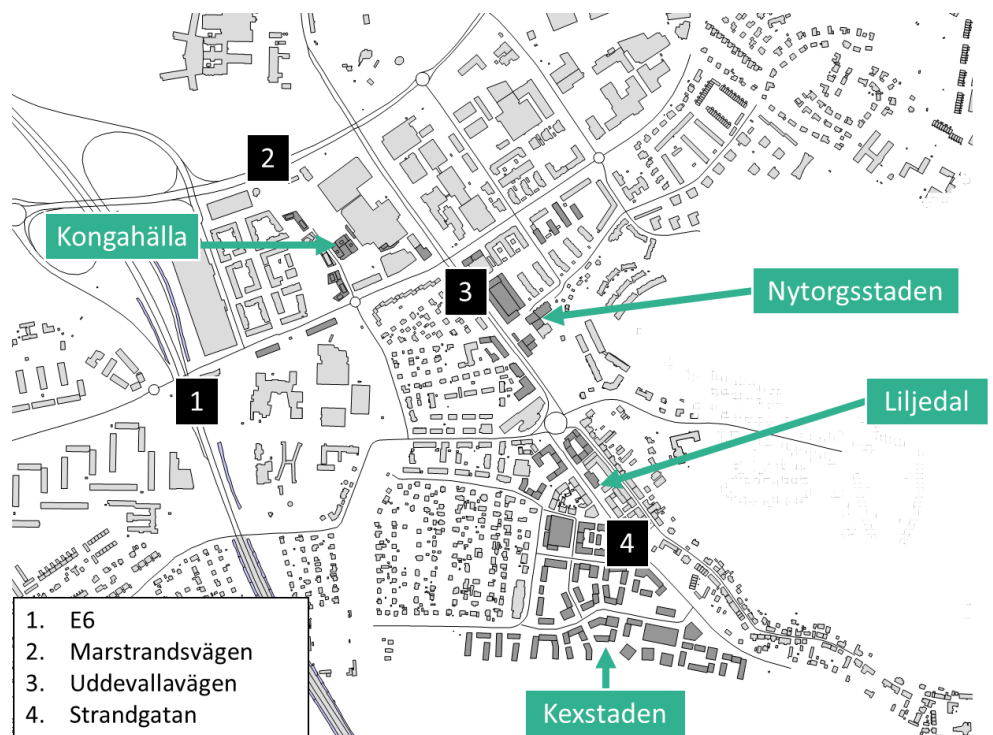
1 Inledning

1.1 Bakgrund

Kungälv kommun arbetar med att ta fram en översiktsplan för år 2050. Målet med översiktsplanen är en hållbar stadsutveckling, nu och på lång sikt (Kungälv kommun 2024). Parallellt arbetar även kommunen med framtagandet av detaljplaner i stads kärnan. För att ta reda på hur stadsutvecklingen i Kungälv stads kärna ska planeras på bästa möjliga sätt ur ett luftkvalitetsperspektiv, har Kungälv kommun därför gett COWI uppdraget att spridningsberäkna halterna av luftföroreningarna kvävedioxid och partiklar (PM₁₀) i Kungälv stads kärna, både för ett nuläge och för år 2050.

De områden som är av intresse är framförallt de som omfattas av planer på exploatering längs Uddevallavägen och Strandgatan, vilket i närtid omfattas av detaljplaner vid Nytorgsstaden, och i framtiden även planering av exploatering vid Liljedal, Kexstaden samt delar av Kongahälla, se Figur 1.

Beroende på hur framtida vägar, trafikflöden, exploatering samt hur kollektivtrafik planeras, kommer luftkvaliteten att påverkas i olika grad. Genom detaljerad spridningsberäkning finns det därmed möjlighet att redovisa och bedöma påverkan på luftkvaliteten på grund av dessa faktorer.



Figur 1. Karta över delområden för Kungälv kommun där framtida stadsplanering kan påverka luftkvaliteten.

1.2 Syfte och avgränsning

Syftet med utredningen är att ta fram ett underlag för att underlätta Kungälvskommuns planarbete i förhållande till luftkvalitet i framtiden. Vidare vill även kommunen kunna använda resultaten för att identifiera områden som kan vara representativa mätplatser för luftövervakning.

Vägtrafiken bedöms vara den dominerande källan till luftföroreningar i utredningsområdet och kommer att därför utvärderas i detalj avseende kvävedioxid (NO₂) och partiklar (PM₁₀). Närliggande industriverksamhet bedöms inte bidra med signifikant haltbidrag till exploateringsområdena.

Bedömning av luftkvaliteten kommer att utföras för ett nuläge samt ett framtidsscenario. Bedömning kommer att göras mot rådande miljökvalitetsnormer (MKN), övre och undre utvärderingströskeln (ÖUT och NUT) samt nationella miljökvalitetsmål. För framtidsscenariot kommer bedömning även att utföras för framtida gränsvärden enligt förslag till nytt luftkvalitetsdirektiv inom EU.

1.3 Bedömningsgrunder

1.3.1 Miljökvalitetsnormer

Luftkvalitetsförordningen (2010:477) är utfärdad med stöd av miljöbalken (1998:808) och innehåller bindande MKN för bland annat NO₂ och PM₁₀, vars syfte är att skydda människors hälsa. Europaparlamentets luftkvalitetsdirektiv (2008/50/EG) implementeras i svensk lag genom miljökvalitetsnormerna för utomhusluft, men MKN innehåller fler gränsvärden för NO₂ än vad som anges i luftkvalitetsdirektivet.

MKN gäller generellt i utomhusluft med undantag av väg- och spårtunnlar och arbetsplatser till vilka allmänheten inte har tillträde (luftkvalitetsförordning, SFS 2010:477). Överskridanden av miljökvalitetsnormen ska inte heller utvärderas på vägars körbanor (Naturvårdsverket 2019). Gällande miljökvalitetsnormer samt gränsvärden enligt EU:s luftkvalitetsdirektiv för NO₂ och PM₁₀ i utomhusluft redovisas i Tabell 1.

För dygns- och timmedelvärdena medges ett antal överskridanden av gränsvärdenivån per år, de anges som percentiler. Exempelvis redovisas medelvärdet för det åttonde högsta dygnet som 98-percentilen för dygn efter det att medelvärdena för de sju dygn (2 % av året) som har de högsta halterna har räknats bort.

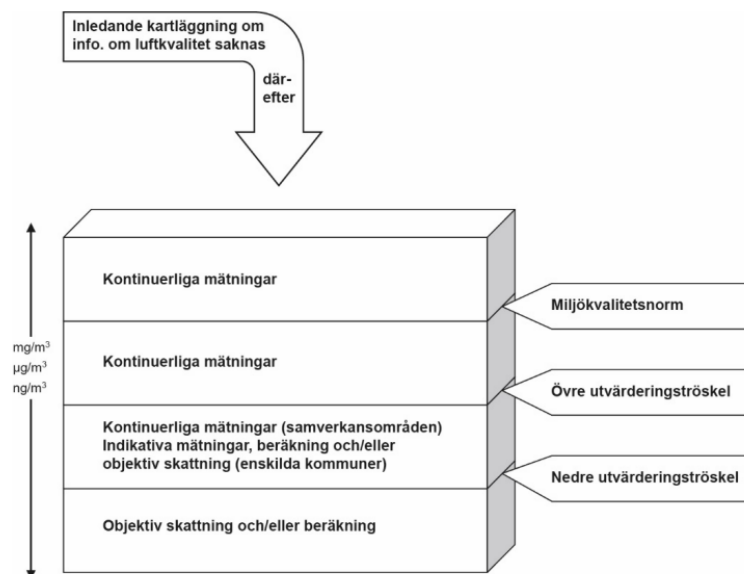
Tabell 1. Miljökvalitetsnormer för utomhusluft enligt Luftkvalitetsförordningen SFS 2010:47 för NO₂ och PM₁₀ med angivet gränsvärde för respektive medelvärdesperiod och antalet tillåtna överskridanden.

Förorening	Medelvärdesperiod	MKN (µg/m ³)	Antal tillåtna överskridanden per år
NO ₂	År	40	-
	Dygn	60	7 dygn
	Timme	90	175 timmar ¹
	Timme	200	18 timmar
PM ₁₀	År	40	-
	Dygn	50	35 dygn

1) Timmedelvärdet 90 µg/m³ får överskridas 175 gånger per kalenderår, förutsatt att timmedelvärdet inte överstiger 200 µg/m³ mer än 18 gånger per kalenderår.

Övre- och undre utvärderingströskeln

Varje kommun ska genom mätning, beräkning och/eller objektiv skattning kontrollera att miljökvalitetsnormerna följs i kommunen. Planering avseende kontroll och bestämmelser avseende ansvar specificeras i 26 § luftkvalitetsförordningen, samt sammanfattas av i Luftguiden som är framtagen av Naturvårdsverket (2019), se Figur 2. Enligt Luftguiden ska mätningar av luftföroreningar göras om halterna i en kommun överskrider NUT, såvida kommunen inte ingår i ett samverkansområde. Mätningarna ska göras där människor vistas och där halterna kan förväntas vara som högst.



Figur 2. Schematisk bild av omfattningen av kontrollen. Figuren visar grundkraven i förhållande till miljökvalitetsnormen samt den övre utvärderingströskeln (ÖUT) och den nedre utvärderingströskeln (NUT). Undantag till

grundkraven redovisas i kapitel 6. Figur tagen från Luftguiden, Naturvårdsverket (2019).

Behovet av kontroll styrs till viss del om halter överskrider den övre- eller nedre utvärderingströskeln (ÖUT respektive NUT), se gränsvärden i Tabell 2.

Tabell 2. Övre- och undre utvärderingströskeln för utomhusluft enligt Luftkvalitetsförordningen SFS 2010:477 för NO₂ och PM₁₀ för respektive förorening med angivet gränsvärde för respektive medelvärdesperiod och antalet tillåtna överskridanden.

Förorening	Medelvärdesperiod	ÖUT (µg/m ³)	NUT (µg/m ³)	Antal tillåtna överskridanden per år
NO ₂	År	32	26	-
	Dygn	48	36	7 dygn
	Timme	72	54	175 timmar ¹
PM ₁₀	År	28	20	-
	Dygn	35	25	35 dygn

1) Timmedelvärdet 90 µg/m³ får överskridas 175 gånger per kalenderår, förutsatt att timmedelvärdet inte överstiger 200 µg/m³ mer än 18 gånger per kalenderår.

1.3.2 Miljökvalitetsmål

Det svenska miljöarbetet styrs även av miljömålssystemet, som omfattar ett generationsmål, sexton miljökvalitetsmål och tjugofyra etappmål. Ett av de sexton miljökvalitetsmålen, Frisk luft, berör direkt halter i luft av olika föroreningar. Miljökvalitetsmålet Frisk luft (MKM) definieras enligt följande: "Luften ska vara så ren att människors hälsa samt djur, växter och kulturvärden inte skadas". För miljökvalitetsmålet Frisk luft finns preciseringar i form av halter av luftföroreningar som inte ska överskridas, se Tabell 3 för preciseringar för NO₂ och PM₁₀. När miljömålen beslutades var mållåret 2020, som nu passerats. Eftersom de globala hållbarhetsmålen i Agenda 2030 tar sikte på år 2030 passar det året bra som nästa hållpunkt för miljömålen (Naturvårdsverket 2022).

Miljökvalitetsmålen utgör en riktning och vägledning åt kommuner och länsstyrelser för vad miljöarbetet ska sikta mot. Även om miljökvalitetsmålen inte är rättsligt bindande så som miljökvalitetsnormerna, kan överskridanden av miljökvalitetsmålen innebära en begränsning i framtiden, beroende på hur dessa tolkas av myndigheterna och därmed vilken praktisk betydelse dessa får, se sammanställning i Tabell 3.

Tabell 3. *Preciseringar avseende kvävedioxid och partiklar (PM₁₀) för miljö kvalitetsmålet Frisk luft med angivet målvärde för respektive medelvärdesperiod och antalet tillåtna överskridanden.*

Förorening	Medelvärdesperiod	Miljö kvalitetsmål (µg/m ³)	Antal tillåtna överskridanden per år
NO ₂	År	20	-
	Timme	60	175 timmar
PM ₁₀	År	15	-
	Dygn	30	35 dygn

1.3.3 Luftkvalitet i barns utemiljö

Barn är mycket känsliga för miljö påverkan och de är särskilt utsatta för exponering av luftföroreningar, då det kan ge livslånga negativa konsekvenser för deras hälsa. Ett barn är extra känsligt medan det utvecklas, då det har en hög exponering för ämnen jämfört med sin kroppsvikt och det vistas generellt mycket utomhus (Socialstyrelsen 2006). Konsekvenser hos barn kan vara ökad risk för drabbandet av astma samt även påverka lungutvecklingen vilket i sin tur kan hämma barns inläring och kreativitet (Naturvårdsverket 2017).

MKN är styrande för tillsynen av luftföroreningar och är även juridiskt bindande till skillnad från miljö kvalitetsmålen. Dock saknas det allmänna råd och riktlinjer specifikt angående förskolors gårdar och utemiljöer. Trots att miljö kvalitetsmålen inte är juridiskt bindande har dess preciseringar betydelse som vägledning vid planering och beslut, exempelvis vad gäller placeringar av förskolor.

Enligt Naturvårdsverket (2017) anges att gränsvärden som miljö kvalitetsnormer syftar till ett absolut tak för att undvika en oacceptabel nivå av luftföroreningar, men miljö kvalitetsnormerna ger inte det skydd som behövs för en god livsmiljö. Naturvårdsverket skriver att det därför är önskvärt att vid planering av miljöer där barn kommer att vistas stadigvarande, i första hand utgå från de nivåer som anges inom miljö kvalitetsmålet Frisk luft (Naturvårdsverket 2023).

1.3.4 Framtida gränsvärden inom EU

Det finns förslag på ett nytt EU-direktiv som kommer att innebära skärpta gränsvärden inom EU, vilket kommer att påverka miljö kvalitetsnormerna (MKN) (Tabell 4). Förslaget kommer behandlas av Europaparlamentet under 2024 (Europaparlamentet 2024), och vid fastställande kommer gränsvärdena att börja gälla år 2030.

Dessa skärpta gränser ligger närmare WHO:s riktvärden och ger ett ökat skydd för människors hälsa (Council of the European Union 2024). De nya gränsvärdena skulle innebära en kraftig åtstramning, främst gällande NO₂ och PM₁₀. Syftet med direktivet är även att skapa ett enhetligt och lättförståeligt system för att bedöma och jämföra luftkvaliteten i olika städer och regioner inom EU. Vidare syftar direktivet att ge allmänheten tydligare information om luftföroreningar och de potentiella hälsoeffekterna som dessa medför. Ifall de nya nationella reglerna överträds, kan de som påverkats av luftföroreningar vidta rättsliga åtgärder och medborgare kan få kompensation om deras hälsa har skadats.

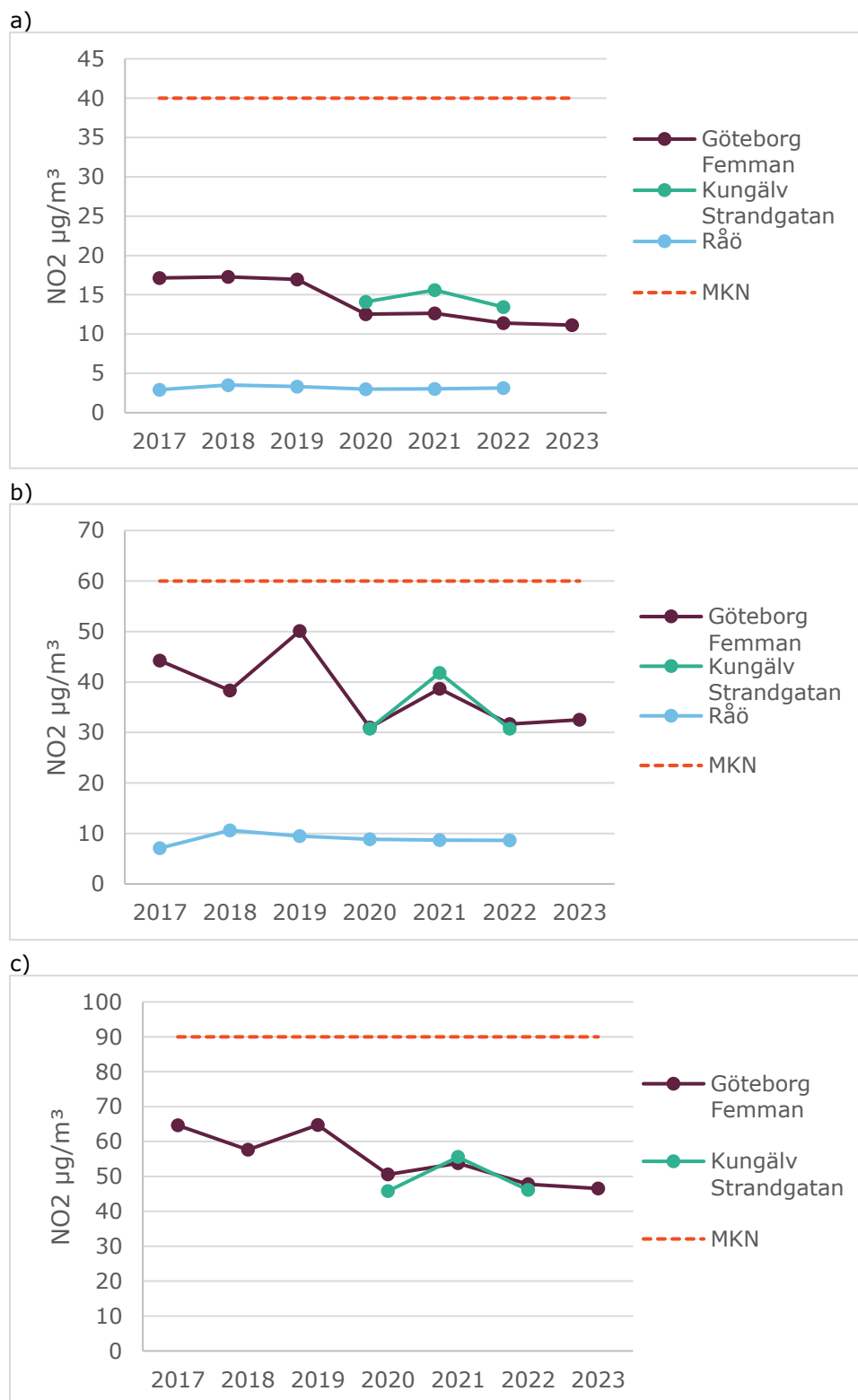
Tabell 4. Gränsvärden för framtida MKN enligt förslag till Europaparlamentet (Council of the European Union 2024) för NO₂ och PM₁₀ med angivet gränsvärde för respektive medelvärdesperiod och antalet tillåtna överskridanden.

Förorening	Medelvärdesperiod	Gränsvärdesnorm	Antal tillåtna överskridanden per år
NO ₂	År	20 µg/m ³	-
	Dygn	50 µg/m ³	95-percentil, 18 dygn
	Timme	200 µg/m ³	99,97-percentil, 3 timmar
PM ₁₀	År	20 µg/m ³	-
	Dygn	45 µg/m ³	95-percentil, 18 dygn

1.4 Luftkvaliteten i Kungälv

Mätningar av NO₂ har under perioden mars 2020 till årsskiftet 2022/2023 samt av PM₁₀ under vinterperioden 2020 utförts i Kungälv av IVL Svenska Miljöinstitutet, på uppdrag av Kungälv kommun och Luftvårdsförbundet i Göteborgsregionen. Mätningarna utfördes i gaturum på Strandgatan i Kungälv.

För att jämföra hur haltnivåerna förhåller sig till urban och regional bakgrund samt i förhållande till en trend, har en sammanställning gjorts nedan. Jämförelsen har gjorts mot tillgängliga mätningar på taknivå vid mätstationen på köpcentret Femman i centrala Göteborg avseende års, dygns- och timmedelvärde samt i regional bakgrund på Råö på Onsalahalvön i Halland för års- och dygnsmedelvärde. Avseende NO₂, ligger halterna som uppmätts i Kungälv i samma storleksordning som urban bakgrund vid Femman för åren 2020–2022, se Figur 3. Notera att måttillgängligheten för NO₂ 2020 i Kungälv inte är tillräcklig (helår har ej mätts upp), men togs med för att uppvisa trend. Det är tydligt att NO₂ har haft en nedgående trend avseende halter sedan 2019 som kvarstår fram till 2023. Detta kan förmodligen bero på förändring av fordonsflottan sedan 2017, vilket inneburit lägre utsläpp av kväveoxider, samt eventuellt förändrade resmönster sedan Covid-19.

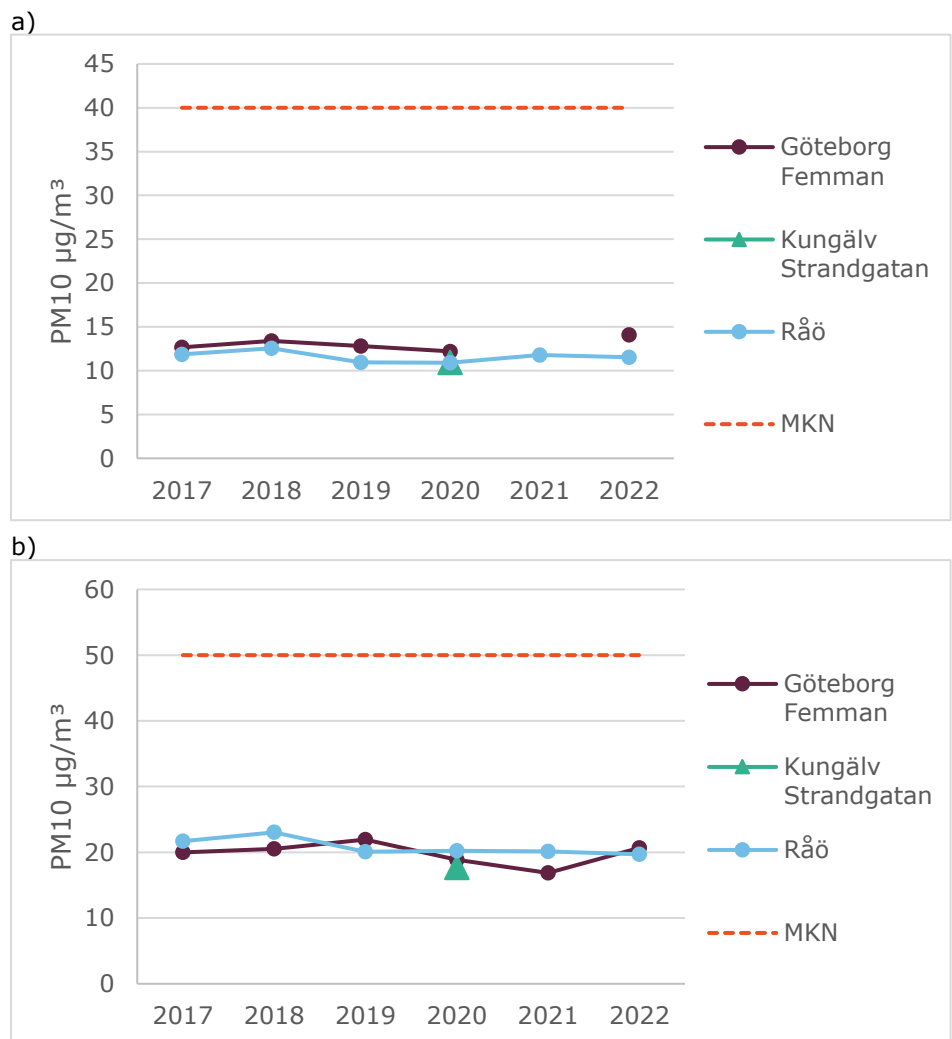


Figur 3. Halter av NO₂ för a) årsmedelvärde, b) 98-percentil av dygnsmedelvärde och c) 98-percentil av timmedelvärde för mätstationer i Göteborg (Femman, urban bakgrund), Kungälv (Strandgatan, gaturum) och Råö (regional bakgrund). Mätdata erhållet från (Datavärdskap luft SMHI 2024).

Avseende PM₁₀ visar resultatet från mätningarna att skillnaden i halter är små i urban och regional bakgrund, se Figur 4. Vidare visar resultaten att uppmätta halter på Strandgatan är i samma storleksordning år 2020. Det bör tas i

beaktande att uppmätta värden vid Strandgatan förmodligen kan vara underskattade på grund av kort mätperiod (april-oktober). Mätningarna vid Femman under 2021 har inte tagits med på grund av låg mätdataäckning.

Trenden visar ingen upp- eller nedgång i partikelhalterna sedan 2017. Anledningen är förmodligen att partikelhalterna främst inte är påverkade av fordonflottans teknikutveckling, utan främst beror på resuspension från trafiken och intransporterade partiklar från regionalt bidrag vilket är direkt relaterat till antal fordon och andel tung trafik.



Figur 4. Halter av PM_{10} för a) årsmedelvärde och b) 90-percentil av dygnsmedelvärde för mätstationer i Göteborg (Femman, urban bakgrund), Kungälv (Strandgatan, gaturum) och Råö (regional bakgrund). Mätdata erhållet från (Datavärdskap luft SMHI 2024).

1.5 Luftkvalitet i stadsplaneringen

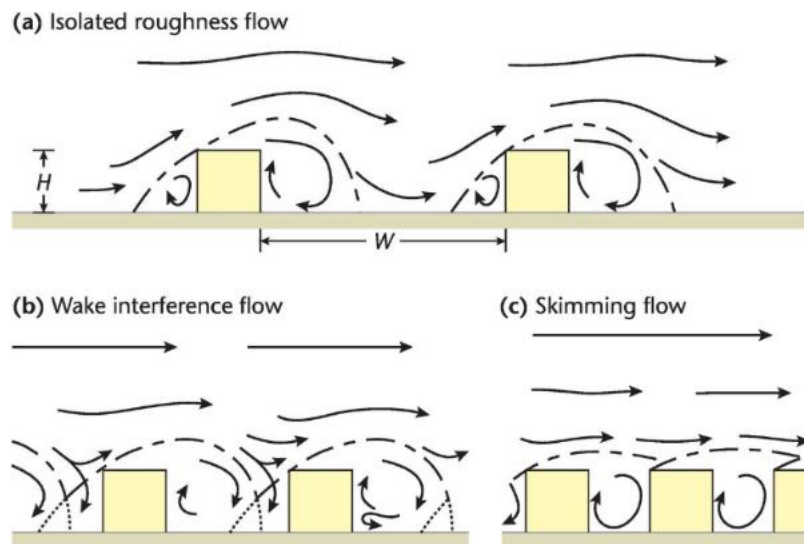
Vid exploatering och förtätning av en stad finns det stora risker för ökade luftföroreningshalter. Tätare gaturum leder generellt till en minskad omblandningen av luften, vilket i sin tur gör att luftföroreningarna inte kan spädas ut i samma utsträckning som tidigare. Ett alternativ är att leda om trafik,

till mer öppna gaturum, men många gånger är det en logistiskt svår lösning och det finns flera andra möjligheter att undvika detta genom smart design och optimering av ytan samt god planering av vegetation.

1.5.1 Påverkan av byggnadsutformning

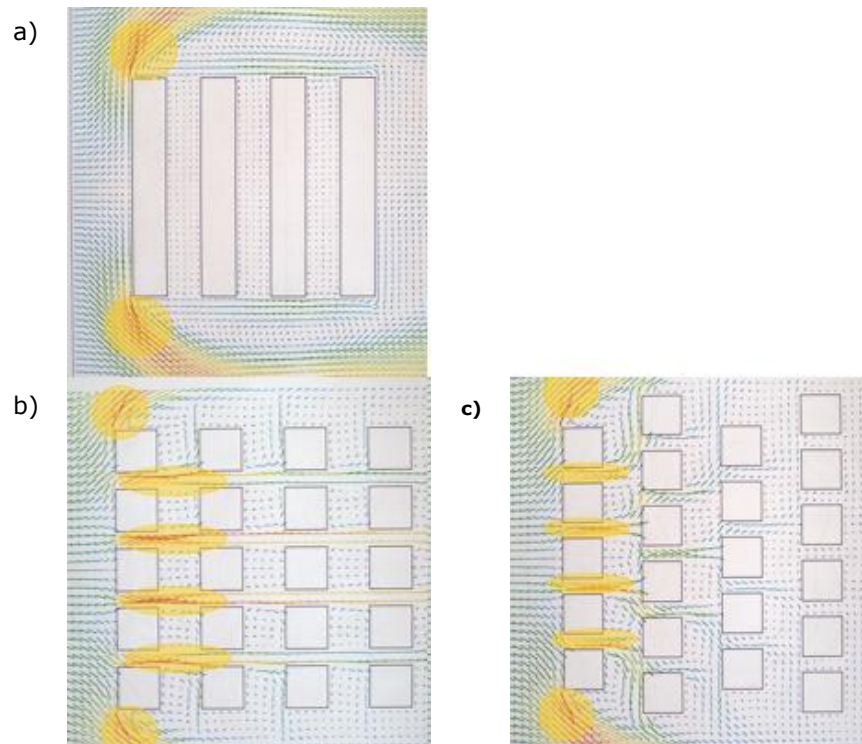
Den urbana morfologin är mycket viktig – det vill säga hur byggnader är placerade i förhållande till varandra både avseende täthet, höjd, bredd och om taknivåerna är likartade – påverkar vindflödet i markplan (Figur 5-Figur 8).

Relationen mellan höjd och bredd i ett gaturum, påverkar hur stor omblandning av luften som sker. I Figur 5a- Figur 5c ses påverkan på vinden i förhållande till tätheten på gaturummet. Exempelvis kan en mindre bredd leda till att luften stängs in i gaturummet och föroreningar från trafiken inte kan ventileras ut (se Figur 5c). Ett bredare gaturum ger däremot mer möjlighet för omblandning och ventilering.



Figur 5. Höjd/bredd-förhållandets påverkan på vindflödet i ett gaturum av olika bredd. Figurer från Oke m.fl. (2017)

Lokaliseringen av byggnaderna i förhållande till varandra, samt dess utformning, påverkar vindflödet i gaturummet. Långa byggnader eller större stängda kvarter riskerar att blockera nedblandningen av vinden, vilket kan medföra att höga halter kan uppstå i gaturum. Punkthus eller mindre kvarter kan istället öppna upp för genomströmning längs fler gator. En variabel lokalisering, där byggnaderna står förskjutna i förhållande till varandra kan öka flödet mellan byggnaderna samtidigt som det även begränsar en potentiellt hög vind längs med gaturummet.



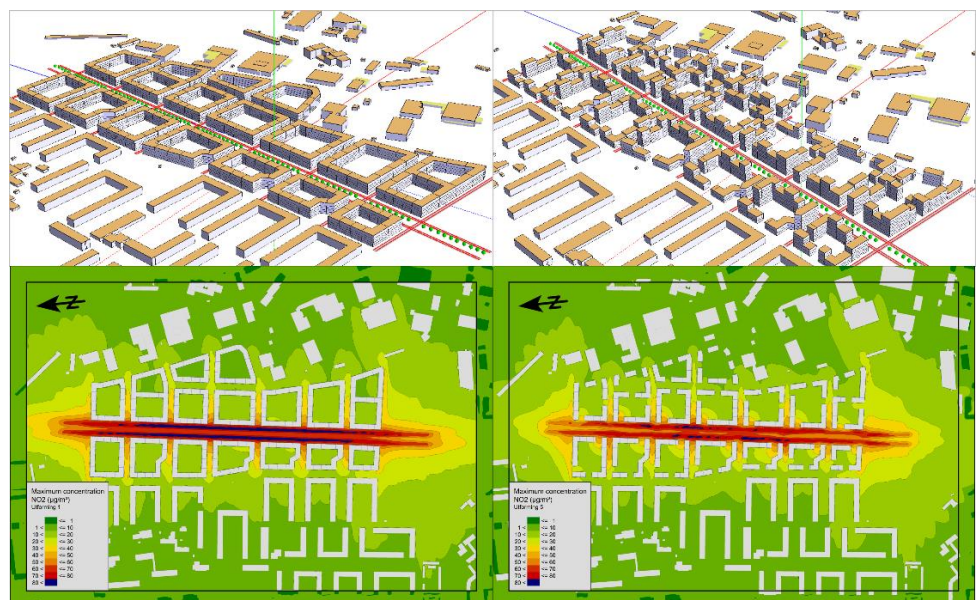
Figur 6. Vindhastighet och riktning vid olika byggnadsutformning och placering. Figurer från Oke m.fl. (2017).

Vid trånga eller mer stängda kvarter kan risken för höga halter av föroreningar ibland minskas genom att ha en variabel byggnadshöjd. Genom att inkludera enstaka högre byggnader kan mindre förorenad luft från de högre luftlagren transporteras ner till markplan. Figur 7 visar hur vinden påverkas av en högre byggnad, med transport både över byggnaden och ner i gaturummet. Här ses även att bara en ensam hög byggnad riskerar att ge höga vindhastigheter i markplan, vilket kan leda till sämre vindkomfort i gaturummet. Genom att kombinera en hög byggnad med en gradvis ökning av byggnadsbredden ned mot marken, eller att införa en variabel fasadbredd såsom utskjutande fönster eller balkonger, kan vinden bromsas, samtidigt som mer ren luft transporteras ner.



Figur 7. Effekten av en hög byggnad på vinden i gaturummet. Den övre bilden visar byggnadsutformning, och vindflöde (blå pilar). De undre bilderna representerar ytor med vindhastigheter över vissa tröskelvärden, där grönt representerar mindre blåsiga områden och rött visar mer blåsiga områden. Bild modifierad från Lynch (2023).

I ett forskningsprojekt som COWI utfört i samarbete med Chalmers tekniska högskola har olika bebyggelseutformning utvärderats utifrån dess påverkan på luftkvalitet och buller. Figur 8 redovisar beräknad maximal NO_2 -halt för stängda kvarter med en homogen byggnadshöjd (vänster) och för delvis öppna kvarter med en variabel byggnadshöjd (höger). I båda figurerna representerar blå färg högst haltnivåer. Dessa resultat visar tydligt att även med en relativt tät bebyggelsestruktur, kan risken för höga halter reduceras genom att använda en variabel byggnadshöjd, så att frisk luft från de övre luftlagren kan blandas ner, samt öppna kvarter med ökad chans för omblandning av vinden.

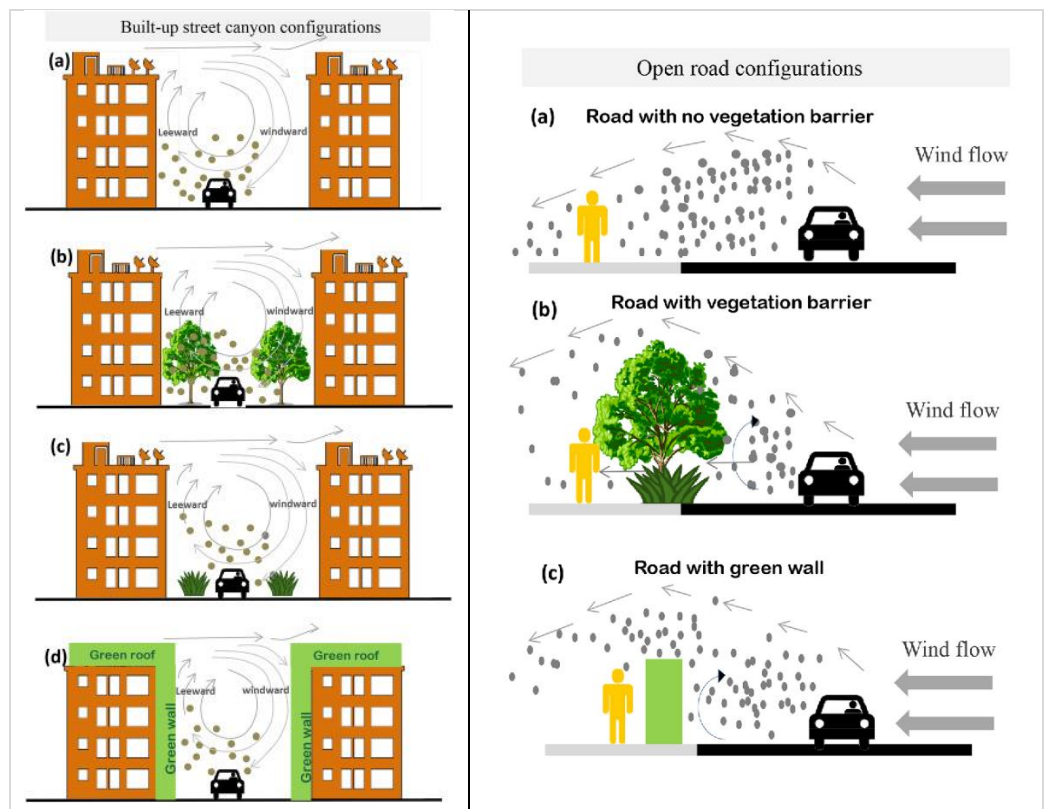


Figur 8. Resultat från spridningsberäkningar med olika byggnadsutformning. Den vänstra bilden representerar stängda kvarter med en homogen byggnadshöjd, medan den högra redovisar spridningen med öppna kvarter och en variabel byggnadshöjd. Grön färg representerar de lägsta beräknade halterna av NO_2 och blå färg de högsta.

1.5.2 Planering av vegetation

Halter av både PM_{10} och till viss del även NO_2 , om än i mycket lägre omfattning, kan reduceras genom genomtänkt placering och val av vegetation. En omfattande litteraturstudie (Lindén m.fl. 2023) sammanställde att den positiva effekten av vegetation är starkt beroende av artspecifika egenskaper och beroende på luftförorening är det olika egenskaper som eftersträvas. Det som mest påverkar hur snabbt partiklar som kan deponeras på ett träd beror på grenarna komplexitet, bladens storlek, samt lövytans grovhet och hårlighet. Potentialen för hur mycket partiklar som då kan avlägsnas från luften beror av lövytans grovhet, hårlighet och vaxhalt vilket styr hur mycket partiklar som stannar på lövytan samt hur mycket som kan resuspenderas till luften och hur lätt det går att tvätta bort partiklarna vid regn. Även NO_2 kan reduceras med hjälp av vegetation, frågan är dock mindre studerad än när det gäller partiklar. De viktigaste parametrarna här är den totala bladytan tillsammans med stomatal konduktans. Konduktansen styr hur mycket gas som kan tas upp i bladets klyvöppningar (stomata), vilket också styr hur mycket NO_2 som kan tas upp av växten.

Det är även viktigt att se på hur föroreningar påverkas av vegetation i ett gaturum, se exempel i Figur 9. För att minimera risken att föroreningarna stängs in under ett "vegetationstak" är det bra att ha en variabel trädhöjd, där höga träd kombineras med låga. Detta gör att luften kan blandas och föroreningarna både ventileras och filtreras. Dessutom ger träden skugga under varma sommardagar, vilket kan minska risken för värmestress.



Figur 9. Spridningen av föroreningar i ett gaturum med olika typer av vegetation (bilderna till vänster) och med olika typer av vegetationsbarriärer (bilderna till höger). Alla figurer kommer från Abhijith m.fl. (2017).

2 Metod

Nedan redogörs för de underlag och den metodik som ligger till grund för beräkning av trafikemissioner, spridningsberäkningar och uppskattning av totalhalt av kvävedioxid och partiklar (PM₁₀) för följande beräkningsscenarion:

- > Nuläge, år 2022
- > Framtidsscenario, år 2050

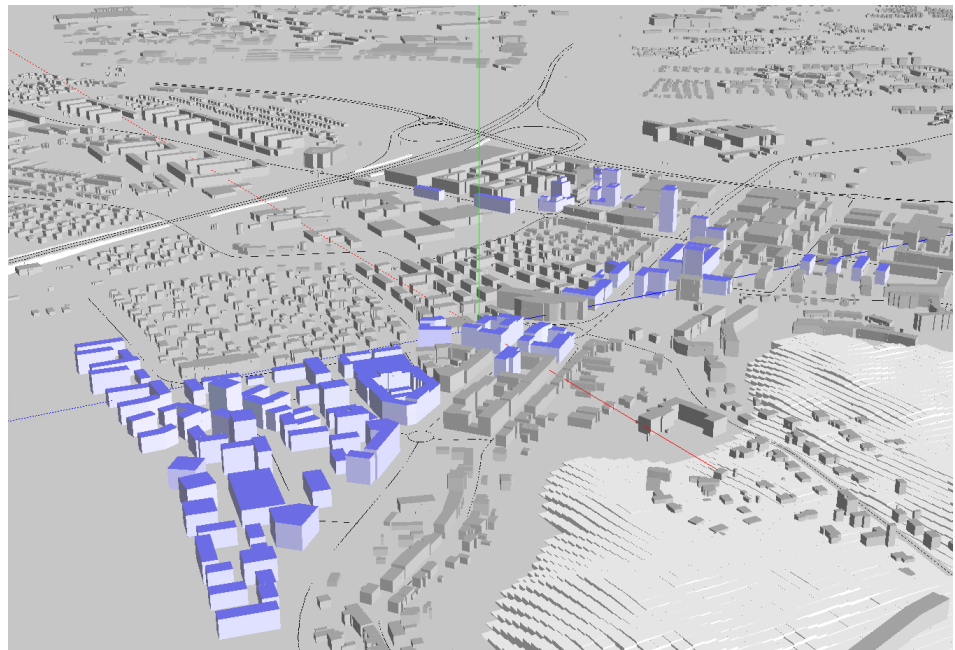
2.1 Underlag

Nedan redovisas underlaget för byggnader, topografi och trafikuppgifter.

2.1.1 Byggnader och topografi

Kartmaterial i form av befintlig och planerad bebyggelse har erhållits av Kungälv kommun. Framtidsscenariot avseende planerad bebyggelse motsvarar full exploatering år 2050 för Kungälv stadskärna. Det är tydligt att framtidsscenariet innebär en förtätning med av höga hus längs Strandgatan och Uddevallavägen, se Figur 10.

Avseende uppbyggnad av 3D-modellen har motorvägen (E6) antagits vara upphöjd från Nordreälvbron med avtagande höjd in mot staden. Övriga upphöjda trafikplatser, såsom trafikplatsen mellan E6 och Marstrandsvägen har antagits vara platt som en förenkling. Bullerskärmar längs E6, enligt uppskattning, har även lagts in i modellen då de antogs ha betydelse för spridningen.



Figur 10. Modellerade byggnader inklusive topografi i 3D-modellen som motsvarar framtidsscenariot 2050.

2.1.2 Trafik

Trafikunderlaget för nuläge (år 2023) samt framtidsscenariot år 2050, har tillhandahållits från Kungälv kommun (2023-12-01). Trafiken på statliga vägar har räknats upp till respektive scenarioår, 2023 och 2050, enligt Trafikverkets uppräkningsstat (Trafikverket 2023a). Enligt Kungälv kommun anses trafiken 2023 motsvara trafikmängderna 2022 vilket är scenarioåret för spridningsberäkningarna för nuläget.

Ett underlag för kollektivtrafiken har erhållits från Västtrafik, vilket möjliggjort att antalet bussar kunnat extraheras från andelen tung trafik och räknats separat på vissa berörda gator. Detta för att få en mer korrekt emissionsfaktor för kollektivtrafiken. Samma procentuella antal bussrörelser har använts i framtidsscenariot som i nuläget. De använda trafiksiffrorna redovisas i Bilaga A.

Hastigheter på aktuella vägsträckor har hämtats från Nationella Vägdatabasen (NVDB), och uppgifter från NVDB har även använts för att klassificera vägarna i olika trafiksituationer i HBEFA enligt WSP (2015) och Trafikverket (2022).

Trafikflödet varierar mycket över dygnet, över veckan och över månaderna, vilket gör att det vid vissa tillfällen kan vara mycket mer/mindre trafik än genomsnittet. Statens väg- och transportforskningsinstitut, VTI, har tagit fram hastighets- och flödessamband av trafiken för olika typer av vägar för både personbilar och lastbilar, vilket resulterade i indexvärden som kan användas för att relatera flödet vid en viss tidpunkt till årsdygnstrafik (ÅDT) (VTI, Björketun, och Carlsson 2005). För att bättre kunna identifiera situationer med höga halter av emissioner och påföljande höghaltstillfällen har dessa samband använts för att skapa en variation i trafiken över året. I denna utredning har index för genomfartstrafik och närtrafik använts.

2.2 Emissionsberäkningar

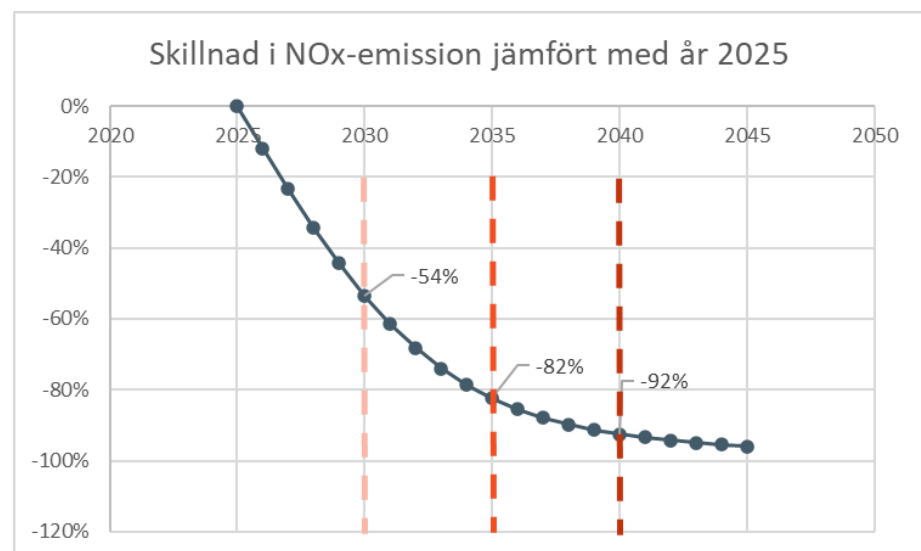
Utsläppen från trafiken har beräknats med två olika modeller; HBEFA version 4.2 och Nortrip. HBEFA-modellen beräknar emissionsfaktorer från fordonens avgasrör för kväveoxider (NO_x) och partiklar (PM_{10}) och Nortrip ger emissionsfaktorer för partiklar som uppstår på grund av slitage och resuspension.

För att beräkna den framtida fordonsflottans emissioner i framtidsscenariot har emissionsfaktorer för NO_x använts för år 2035. Detta är ett antagande om värsta fall avseende NO_x , på grund av den osäkerhet det finns i prognoserna. För samma scenario har emissionsfaktorer för PM_{10} använts för år 2050. Val av olika emissionsår grundar sig på att undersöka ett framtidsscenario, när respektive emission förväntas vara som högst, ett värsta fall-scenario, vilket redogörs nedan.

Avseende emissionen av kväveoxider i framtiden, ur modellen HBEFA 4.2, är prognoserna beroende av flera faktorer såsom hur vägflottans storlek, sammansättning och hur utvecklingen sett ut historiskt. Dessa bedömningar/prognoser baseras också sin tur på politiska mål, legala och

ekonomiska styrmedel i transportsektorn och trender både nationellt och internationellt. Hänsyn tas även till fördelningen av bränsletekniker, utveckling av koldioxidutsläpp, fordonsålder och fordonsvikt (INFRAS 2022:2).

Emissionerna av kväveoxider antas minska i Sverige i framtiden i och med teknikutveckling såsom ökad elektrifiering av fordonsflottan och utfasning av äldre fordon. HBEFAs prognos för NO_x-emissionerna återfinns i Figur 11. Det är emellertid svårt att göra en bedömning av hur snabbt denna minskning förväntas ske för år längre fram i tiden, exempelvis efter 2040, varav osäkerheten ökar ju längre in i framtiden prognoserna gäller (Wisell, Hult, och Larsson 2020). Från prognosår 2045 har det antagits att Sverige klarar sitt klimatmål och är klimatneutrala, vilket innebär att fossila bränslen helt kommer att ha ersatts av el, biobränsle och elektrobränslen. Osäkerheter kring fördelningen mellan dessa energibärare kvarstår. För att ta höjd för osäkerheterna som finns avseende prognoser har därför emissioner för år 2035 valts i beräkningarna.



Figur 11. Procentuell skillnad av emissioner av NO_x hämtade från HBEFA 4.2 för en högtrafikerad väg med hastighet på 50 km/h jämfört med år 2025.

Huvuddelen av de trafikinducerade partiklarna i luften i sin tur härstammar från slitage och resuspension, vilket i sin tur främst beror på antal fordon, andel tunga fordon, dubbdäcksanvändning samt hastighet. Partikelemissionerna från resuspensionen har beräknats med modellen Nortrip. Nortrip är en emissionsmodell som utvecklats för nordiska förhållanden där mängden resuspension bland annat beror på meteorologiska indata, trafikmängd, andel tung trafik, dubbdäcksandel och fordons hastighet. Den tekniska utvecklingen och förnyelsen av fordonsflottan som förväntas leda till lägre avgasemissioner kommer inte att påverka emissionen av uppvirvlat material, så en liknande minskning av denna typ av emissioner förväntas inte ske. För Nortrip-beräkningarna har en genomsnittlig dubbdäcksandel på 29 % använts, vilket motsvarar dubbdäcksandelen i Göteborg (Trafikverket 2023b).

2.3 Spridningsberäkningar

Spridningen av luftföroreningar styrs av många processer och faktorer som verkar i olika geografiska skalor. Det aktuella området har komplicerade spridningsförutsättningar både i regional (närhet till kusten och Göteborg samt distinkt topografi), lokal (placering i en allmänt tätbebyggd miljö) och i mikroskala (gaturum och komplicerad bebyggd närmiljö). Spännvidden i de geografiska skalor som är involverade i föroreningarnas spridning är därmed för stor för att kunna täckas in av endast en modell.

För att beräkna de meteorologiska förutsättningarna i regional till lokal skala (exempelvis sjö- och landbris sommartid, topografisk påverkan på vinden samt frekventa inversioner) har den dynamiska prognosmodellen The Air Pollution Model (TAPM) använts, se vidare information i Bilaga B.

För nuläget, har meteorologi beräknats i TAPM för år 2022. Då väderförhållandena, och i förlängningen spridningsförutsättningarna, varierar från år till år har meteorologin beräknats för ett så kallat typår för framtidsscenarioet. Typåret representerar de genomsnittliga meteorologiska förhållandena under ett år för ett område. Ett typår är inte ett specifikt år utan en sammansättning av månader från olika år under den senaste 20-årsperioden. Om typårets januari motsvaras av år 2018 så innebär detta att januari år 2018 varit mest representativ för områdets januariväder under de senaste 20 åren.

För beräkningen av de tredimensionella strömningsförhållandena mellan huskropparna, har en CFD-modell använts (Computational Fluid Dynamics, i detta fall Miskam, se vidare information i Bilaga C. Beräkningarna med Miskam-modellen görs i två steg, där första modelleringssteget är att beräkna ett relevant s.k. vindfält över området, baserat på lokala meteorologiska data från TAPM-beräkningarna. Vindfältet blir sedan ingångsdata för den efterföljande spridningsberäkningen i det andra modelleringssteget i Miskam, där halterna av luftföroreningarna från vägtrafiken beräknas.

2.4 Beräkning av totalhalt

De genomförda spridningsberäkningarna inkluderar lokala haltbidrag från alla trafikkällor i Kungälv stadskärna med ett trafikflöde på över 500 fordon/dygn. En utvärdering gjordes gällande övriga lokala källor, så som Munkegärdeverket. Dock gjordes bedömningen att dessa ligger på ett så pass stort avstånd från beräkningsområdet att påverkan skulle vara försumbar. För att kunna jämföra spridningsberäkningarna med bedömningsgrunderna måste en totalhalt tas fram. Totalhalten erhålls genom att addera en urban bakgrundshalt till det lokala haltbidraget. Bakgrundshalten motsvaras av emissioner från eventuella övriga källor och mer långdistanstransporterade föroreningar. Den totala halten innehåller således endast trafikkällor och en urban bakgrundshalt.

2.4.1 Lokal urban bakgrund

En lokal urban bakgrundshalt har tagits fram genom en jämförelse mellan mätningarna utförda i Kungälv och mätningar i regional bakgrund på Råö. Mätningar och modellerade halter har jämförts för att estimeras hur stort det urbana bidraget är i gaturummet vid mätningarna på Strandgatan i Kungälv.

Kungälv kommun har gaturumsmätningar av NO₂ (2020–2022) och PM₁₀ (april-oktober 2020) längs Strandgatan. De spridningsberäknade halterna vid mätstationens lokalisering på Strandgatan har därför initialt jämförts med uppmätta halter för respektive ämne och statistiskt mått (så som årsmedelvärde och 98-percentilen av dygnsmedelvärdet). Jämförelsen gjordes genom att dra bort det modellerade NO₂-bidraget från de uppmätta halterna för 2022 och respektive statistiskt mått, vilket sedan jämfördes med uppmätt halter på Råö. Skillnaden var liten mellan den kvarvarande koncentrationen och halten i regional bakgrund, varav den urbana bakgrundshalten ansågs vara likvärdig med det regionala bidraget avseende både NO₂ och PM₁₀.

Det finns endast en kortare period av mätdata för PM₁₀, under 2020 på Strandgatan i gaturum. Data från perioden användes för att räkna ut en relation mellan halterna på Strandgatan och andra urbana mätstationer, för att erhålla ett representativt årsmedelvärde och 90-percentil av dygnsmedelvärdet. För att ta fram en representativ sådan relation användes data för samma period som korresponderande till Strandgatan, varpå ett årsmedelvärde och en halt för 90-percentilen av dygnsmedelvärdena räknades ut. Initialt jämfördes partikelhalter mellan Mariestad och mätstationer i Göteborg såsom Femman, Gårda, Haga och Övre Husargatan. Mätstationen på Strandgatan i Kungälv klassas som ett urbant gaturum och korresponderar således bäst med förhållandena i andra urbana gaturum, så som Gårda, Haga och Övre Husargatan, varför förhållanden mellan halterna på Strandgatan och dessa stationer räknades ut. Medelvärdet av dessa förhållanden beräknades sedan och då Övre Husargatan var den station som låg närmast medelvärdet, valdes halterna vid denna station för att representera halterna i Kungälv. De uppmätta halterna på Övre Husargatan för 2022 (98 % datatillgänglighet) användes tillsammans med det framtagna förhållandet för att räkna fram ett årsmedelvärde och en 90-percentil av dygnsmedelvärdena för 2022 vid Strandgatan. Det spridningsberäknade bidraget av NO₂ drogs sedan bort, varpå en urban bakgrundshalt erhöles vid Strandgatan. Den framtagna urbana bakgrundshalten korresponderade väl med uppmätta halter av regional bakgrund, från mätstationen vid Råö. Det visar att tillskottet från eventuella övriga källor är försumbara och de uppmätta regionala bakgrundshalterna vid Råö går att använda som en urban bakgrundshalt i Kungälv för PM₁₀ på samma sätt som för NO₂.

Ett medelvärde av halterna av NO₂ och PM₁₀ på Råö från åren 2018–2022 har använts för att minska påverkan från mellanårsvariationen så att samma urbana bakgrundshalt ska kunna användas både för nuläge och framtidsscenario. Vidare beräknades även en bakgrundshalt för 95-percentilen för PM₁₀ och NO₂. Dock mäts halterna vid Råö endast som dygnsmedelvärde. Därför används den framräknade lokala urbana bakgrundshalten (differensen mellan modellerad och uppmätt halt på Strandgatan) för 98-percentilen av timmedelvärdet för NO₂.

De lokala urbana bakgrundshalter som har lagts till de beräknade haltbidragen visas i Tabell 5.

Tabell 5. Lokala urbana bakgrundshalter för NO₂ och PM₁₀ som adderats till de beräknade haltbidragen för att få en totalhalt som kan jämföras mot MKN och miljö kvalitetsmål.

Förorening	Medelvärdes-period	Lokal urban bakgrundshalt (µg/m ³)
NO ₂	År	3
	Dygn (95-percentil)	7
	Dygn (98-percentil)	9
	Timma (98-percentil)	13
PM ₁₀	År	12
	Dygn (90-percentil)	21
	Dygn (95-percentil)	25

2.5 Beräkning av osäkerhet i beräkningar

I Naturvårdsverkets föreskrifter om kontroll av luftkvalitet NFS 2016:9 anges hur stora osäkerheter som kan accepteras vid modellberäkningar (Naturvårdsverket 2020). Beräknad osäkerhet motsvaras av två matematiska tolkningar mellan uppmätt och modellerad halt, absolutvärdet av RDE (|RDE|, Relative Directive Error) för årsmedelvärde och för RPE (|RPE|, Relative Percentile Error) för beräknade percentiler. Tolkningarna har tagits fram inom ramen för det europeiska initiativet Fairmode som syftar till att öka kunskapen av användning, kvalitetssäkring och validering av spridningsmodeller i Europa. Detaljer avseende metodik för RDE och RPE redogörs på Referenslaboratoriets hemsida om kvalitetsmål för luftkvalitetsberäkningar (SMHI 2022).

2.6 Val av placering av mätstation

En fullständig beskrivning av kriterierna för val av placering av mätstation redogörs för i Luftguiden framtagna av Naturvårdsverket (2019). Generellt innebär det att val av placering bör göras i föroreningsbelastade gaturum där människor vistas eller i urban bakgrund. En kortfattad sammanfattning av relevanta detaljerade bestämmelser som kommer användas för bedömning i denna utredning för val av plats för mätstation är följande. En förutsättning är att det är en mätstation för gaturum som är aktuell.

- > En mätstation i gaturum ska om möjligt vara representativ för luftkvaliteten för en gatusträcka som är minst 100 meter lång och om möjligt vara

representativ för liknande platser och miljöer som inte ligger i den omedelbara närheten.

- > Om endast en mätstation för kontinuerliga mätningar används i en tätort ska denna placeras i gaturum eller motsvarande område där det är sannolikt att befolkningen exponeras för de högsta halterna.
- > Värdet av kontinuitet och långsiktighet ska beaktas vid val av mätstationer.

3 Resultat

I detta avsnitt visas beräknade halter av NO₂ och PM₁₀ för de olika scenarierna. De beräknade halterna för NO₂ presenteras som årsmedelvärde, 98-percentil dygnsmedelvärde samt 98-percentil timmedelvärde. För PM₁₀ visas resultaten som årsmedelvärde och 90-percentil dygnsmedelvärde. Resultaten jämförs mot nu gällande bedömningsgrunder (MKN, ÖUT och NUT). Vidare visas även resultat av NO₂- och PM₁₀-halterna avseende det nya EU-direktivet, vilket presenteras som årsmedelvärde och 95-percentil av dygnsmedelvärdet. 99,97-percentilen av timmedelvärdena av NO₂ redovisas ej, då halter över det gränsvärdet inte beräknats.

Resultaten nedan motsvarar en totalhalt (haltbidrag + urban bakgrund) på ca 1,5–2 meters höjd över mark, det vill säga andningshöjd.

3.1 Osäkerheter

Modellerade totalhalter för nuläget har jämförts mot uppmätta värden i Kungälv kommun avseende NO₂ och PM₁₀ på Strandgatan. Det finns ökade osäkerheter i jämförelsen mot PM₁₀, eftersom mätningarna endast utfördes under en begränsad period under 2020, varav valideringen nedan har utförts på årsbasis. Avseende NO₂, var datatillgängligheten under 2022 95%, varav datatäckningen därför anses som tillräcklig. Resultatet av valideringen ses i Tabell 6, och visar att kravet enligt Naturvårdsverkets föreskrifter uppfylls för både modellerade halter av NO₂ och PM₁₀.

Tabell 6. Validering mellan modellerade och uppmätta halter avseende PM₁₀ och NO₂. Beräknad osäkerhet motsvaras av absolutbeloppet av RDE (Relative Directive Error) för årsmedelvärde och RPE (Relative Percentile Error) för beräknade percentiler.

Förorening	Medelvärdes-period	Modellerad totalhalt (µg/m ³)	Uppmätt halt (µg/m ³)	Krav, NFS 2016:9	Beräknad osäkerhet, (absolutbelopp)
NO ₂	År	13	13	30 %	2 %
	Dygn (98-percentil)	30	31	50 %	2 %
	Timme (98-percentil)	46	-	50 %	-
PM ₁₀	År	13	11	50 %	17 %
	Dygn (90-percentil)	24	18	-	33 %

3.2 Kvävedioxid

Spridningsresultaten redovisas för de två delområdena Kongahälla/Nytorgsstad (hädanefter kallat Nytorgsstad) och Liljedal - Kexstaden. Resultaten visas för ett nuläge tillsammans med ett framtidsscenario, för respektive statistiskt mått.

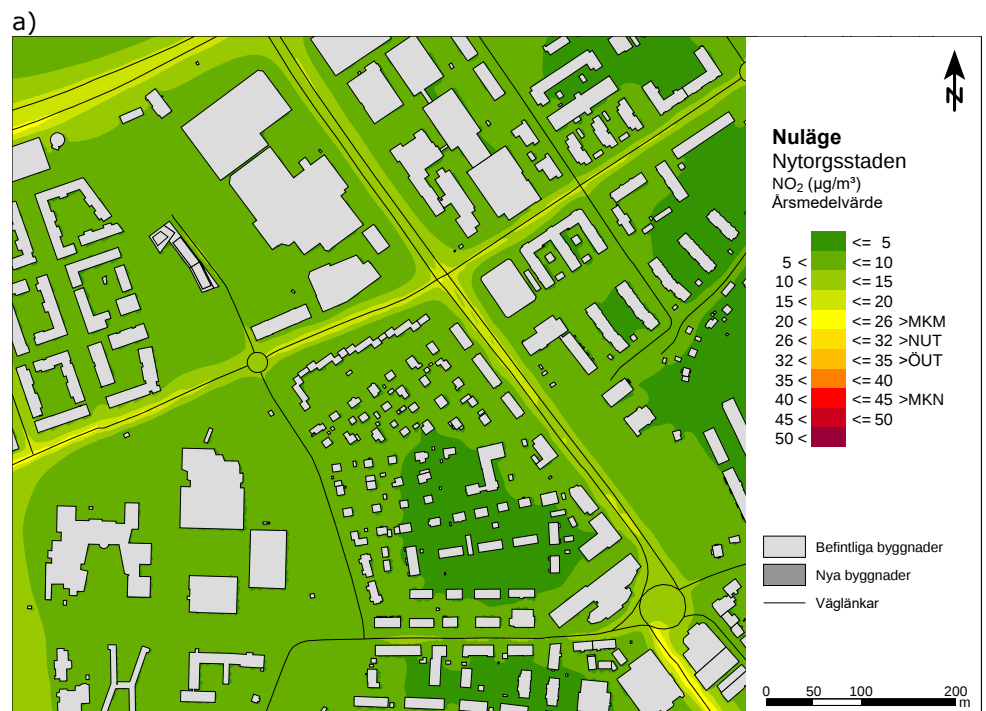
Kartor med spridningsresultat av NO₂ för hela Kungälv stadskärna kan ses i Bilaga D. Dessa resultat visar sammantaget att de vägar som genererar högst halter är E6:an och Marstrandsvägen (väg 168). För E6:an är halterna högst i anslutning till Kongahälla Center och Kungälv resecentrum. Det sker en viss intransport av haltbidrag från dessa vägar till omkringliggande områden, men halterna avklingar snabbt med ökat avstånd.

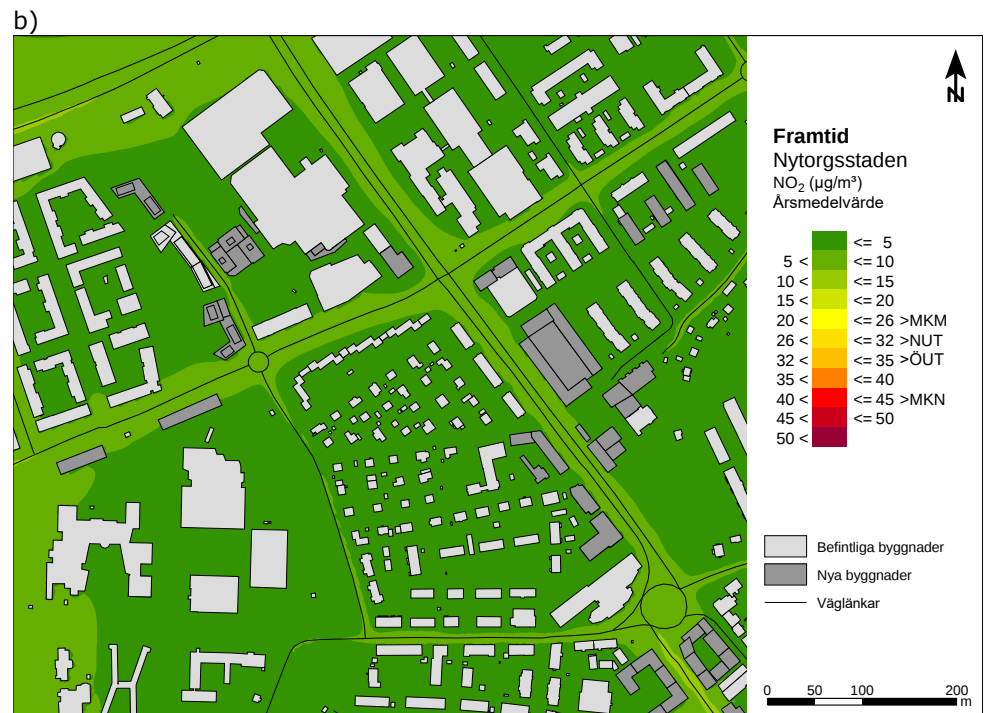
3.2.1 Nytorgsstad

Årsmedelvärdet av NO₂ i området Nytorgsstad redovisas för nuläge (Figur 12a) och ett framtidsscenario (Figur 12b).

För nuläget ses de högsta halterna, upp till 26 µg/m³, längs med de södra delarna av Strandgatan samt över de västra delarna av Kongahällagatan där miljö kvalitetsmålet (20 µg/m³) överskrids och NUT (26 µg/m³) tangeras.

I framtidsscenariot sker inget överskridande av miljö kvalitetsmålet för årsmedelvärdet av NO₂. Effekten av en förtätning av gaturummen i framtiden vid Kongahälla kan dock anas, där en påverkan nu kan ses längs Gymnasiegatan jämfört med omgivningen. Gränsvärdet för MKN på 40 µg/m³ klaras med god marginal i de båda alternativen.

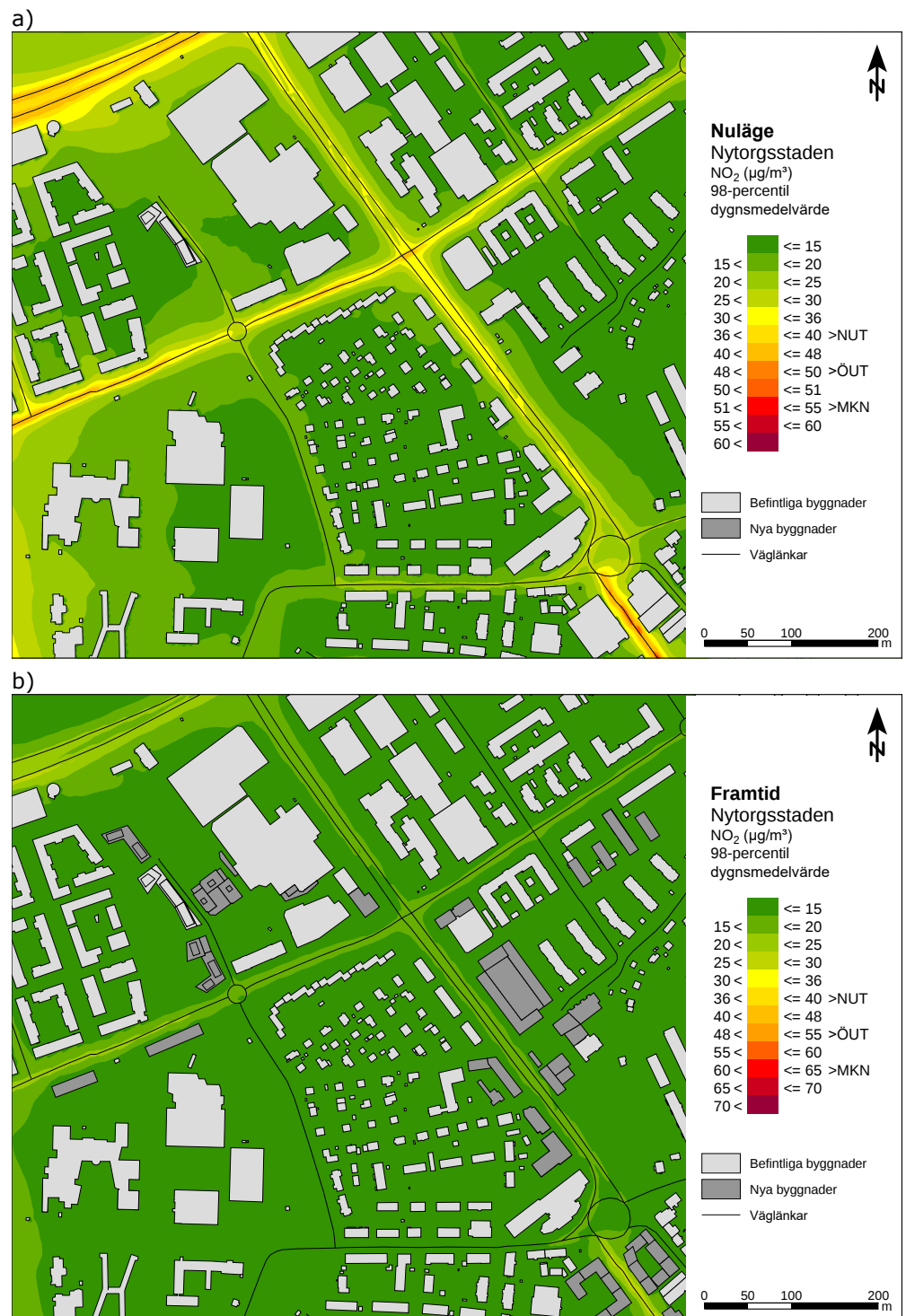




Figur 12. NO₂-halter för årsmedelvärdet avseende a) nuläget 2022 och b) framtidsscenario som motsvaras av trafik- och bebyggelsescenario år 2050 och emissionsscenario år 2035. Området omfattar Kongahälla och Nytorgsstaden.

Figur 13 redovisar resultaten från spridningsberäkningarna gällande 98-percentilen av dygnsmedelvärdet av NO₂, för nuläge (a) och framtidsscenario (b). Som för årsmedelvärdet ses de högsta halterna längs Strandgatan och Kongahällagatan men också Uddevallavägen samt Marstrandsvägen. Där påträffas halter mellan 30 och 50 µg/m³. Gränsen för NUT (36 µg/m³) överskrids och ÖUT (48 µg/m³) tangeras längs Strandgatan, Marstrandsvägen och vid delar av Kongahällagatan.

För framtidsscenario ligger halterna i hela området under 30 µg/m³. Ingen effekt från nybyggnationerna syns gällande haltbidragen och dess spridningsmönster. För 98-percentilen av dygnsmedelvärdet finns inga satta miljö kvalitetsmål. MKNs gränsvärde är 60 µg/m³, och det är sålunda mycket god marginal i båda alternativen.

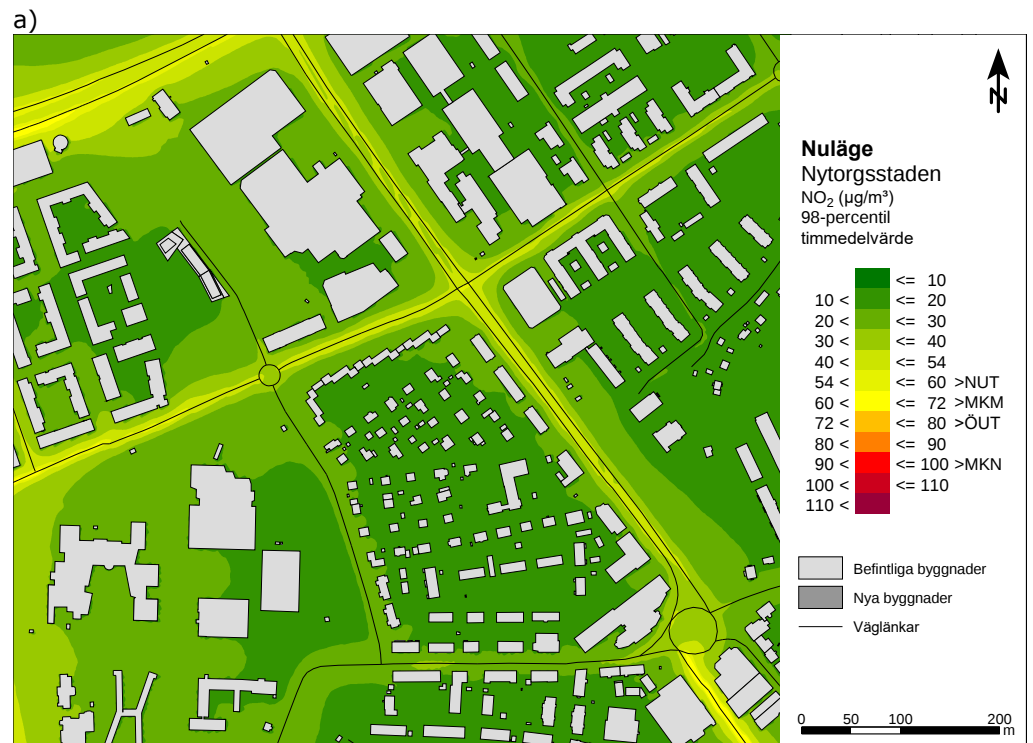


Figur 13. NO₂-halter för 98-percentilen av dygnsmedelvärdet avseende a) nuläget 2022 och b) framtidsscenario som motsvaras av trafik- och bebyggelsescenario år 2050 och emissionsscenario år 2035. Området omfattar Kongahälla och Nytorgsstaden.

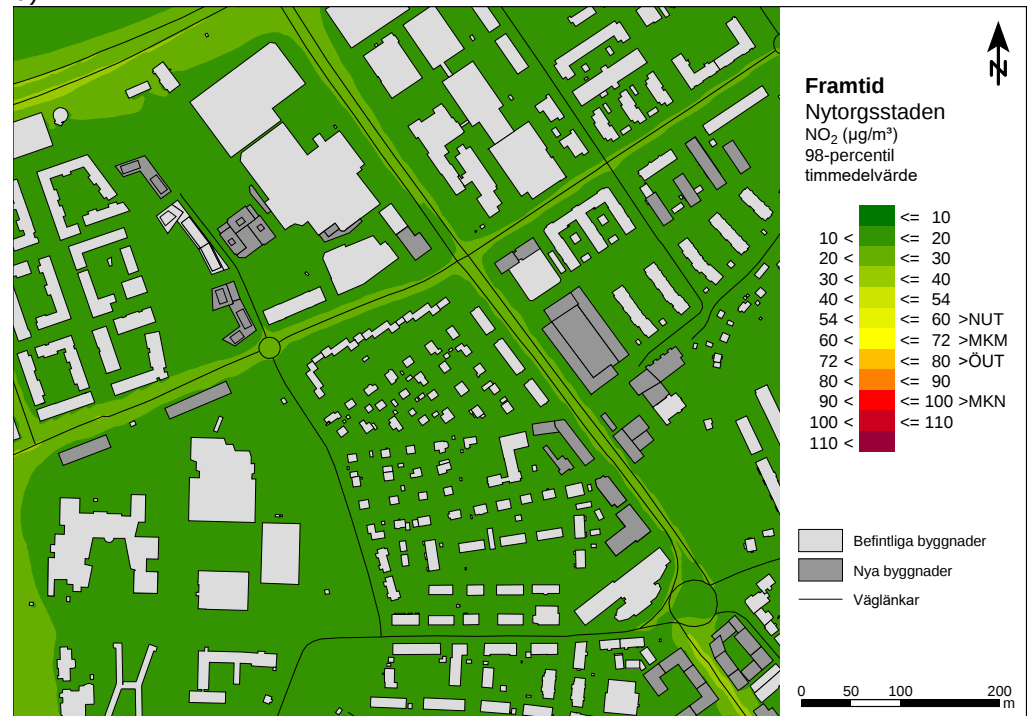
Spridningsresultaten för 98-percentilen av timmedelvärdet gällande NO₂ redovisas för nuläget (Figur 14a) och framtidsscenario (Figur 14b). Likt års- och dygnsmedelvärde återfinns högst halter, mellan 40 och 60 µg/m³ i nuläget, på de mer trafikerade genomfartsvägarna. MKM (60 µg/m³) klaras inom hela beräkningsområdet men NUT (54 µg/m³) tangeras längs Strandgatan och Marstrandsvägen.

I framtidsscenarioet ses ingen direkt effekt av de planerade byggnaderna. Det är dock tydligt att de prognostiserade emissionerna för 2035 har en stor påverkan vilket gör att de beräknade halterna är låga, trots ökad trafik och tätare bebyggelse. De högsta halterna i framtidsscenarioet återfinns på Strandgatan (30 – 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) men når aldrig Nytorgstaden eller Kongahälla.

Gränsen för gällande MKN är 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ och miljökvalitetsmålet är 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Både MKN och miljökvalitetsmålet klaras med god marginal inom hela beräkningsområdet, för båda alternativen.



b)

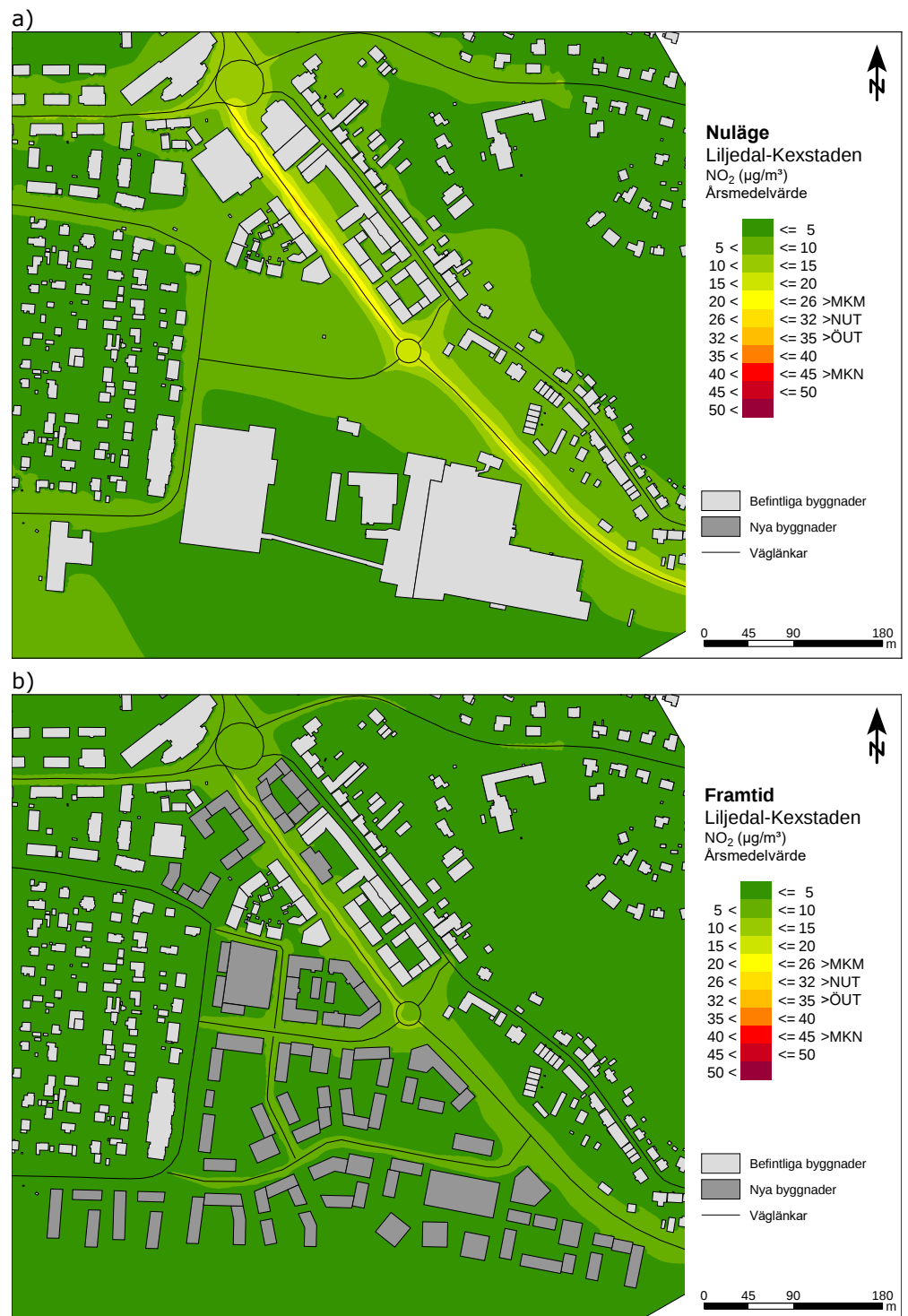


Figur 14. NO₂-halter för 98-percentilen av timmedelvärdet avseende a) nuläget 2022 och b) framtidsscenario som motsvaras av trafik- och bebyggelsescenario år 2050 och emissionsscenario år 2035. Området omfattar Kongahälla och Nytorgsstaden.

3.2.2 Liljedal-Kexstaden

Figur 15a redovisas årsmedelvärdet av NO₂ i området Liljedal-Kexstaden för nuläge och Figur 15b för ett framtidsscenario. För nuläget ses halter som överskrider miljö kvalitetsmålets gränsvärde på 20 µg/m³ längs med den norra delen av Strandgatan. Dessa halter har en lokal spridning och når aldrig befintliga byggnader. Gränsen gör NUT (26 µg/m³) tangeras längs samma vägsträcka.

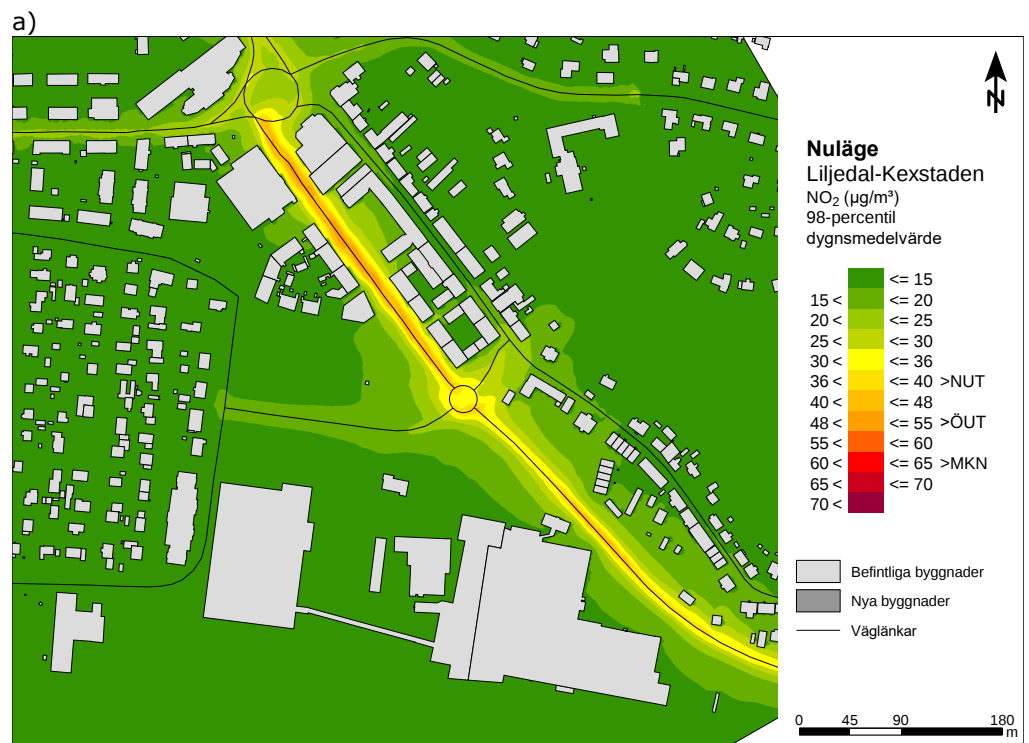
Framtidsscenarioet visar på lägre halter i hela området, jämfört med nuläget, som inte överstiger 15 µg/m³. De i Kexstaden planerade byggnaderna och tillkommande vägarna påvisar en väldig lokal effekt med något högre halter. En effekt av förtätningen kan även ses längs norra delen av Strandgatan, dock är halterna fortfarande låga och inga gränsvärden tangeras. De båda alternativen klarar med god marginal gränsvärdet för MKN på 40 µg/m³.

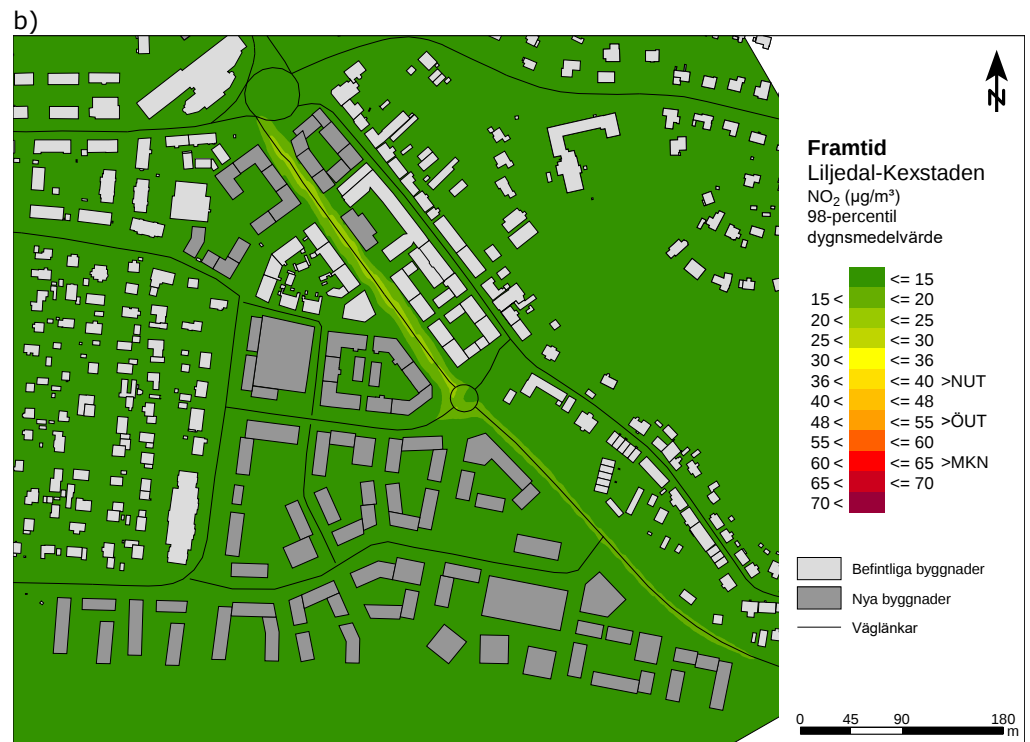


Figur 15. NO₂-halter för årsmedelvärdet avseende a) nuläget 2022 och b) framtidsscenario som motsvaras av trafik- och bebyggelsescenario år 2050 och emissionsscenario år 2035. Området omfattar Liljedal och Kexstaden.

Spridningsresultaten för 98-percentil dygnsmedelvärde av NO₂ redovisas i Figur 16a för nuläget och Figur 16b för ett framtidsscenario. Halter mellan 30 och 55 µg/m³ ses längs med hela Strandgatan, i nuläget. NUT (36 µg/m³) tangeras intill de norra fasaderna och ÖUT (48 µg/m³) överskrids över vissa delar av vägbanan.

I framtidsscenarioet är halterna genomgående under 25 µg/m³. Tillkommande byggnader, samt trafikallsträng kopplade till dessa, avspeglar ingen förtätningseffekt utan minskningen av fordonsflottans emissioner har en större effekt. De något högre halterna (25–30 µg/m³) återfinns längs med den redan idag trafikerade och täta gaturummet längs med Strandgatans norra del. Gränsvärdet för dygnspercentilen för MKN på 60 µg/m³ klaras med god marginal i de båda alternativen.

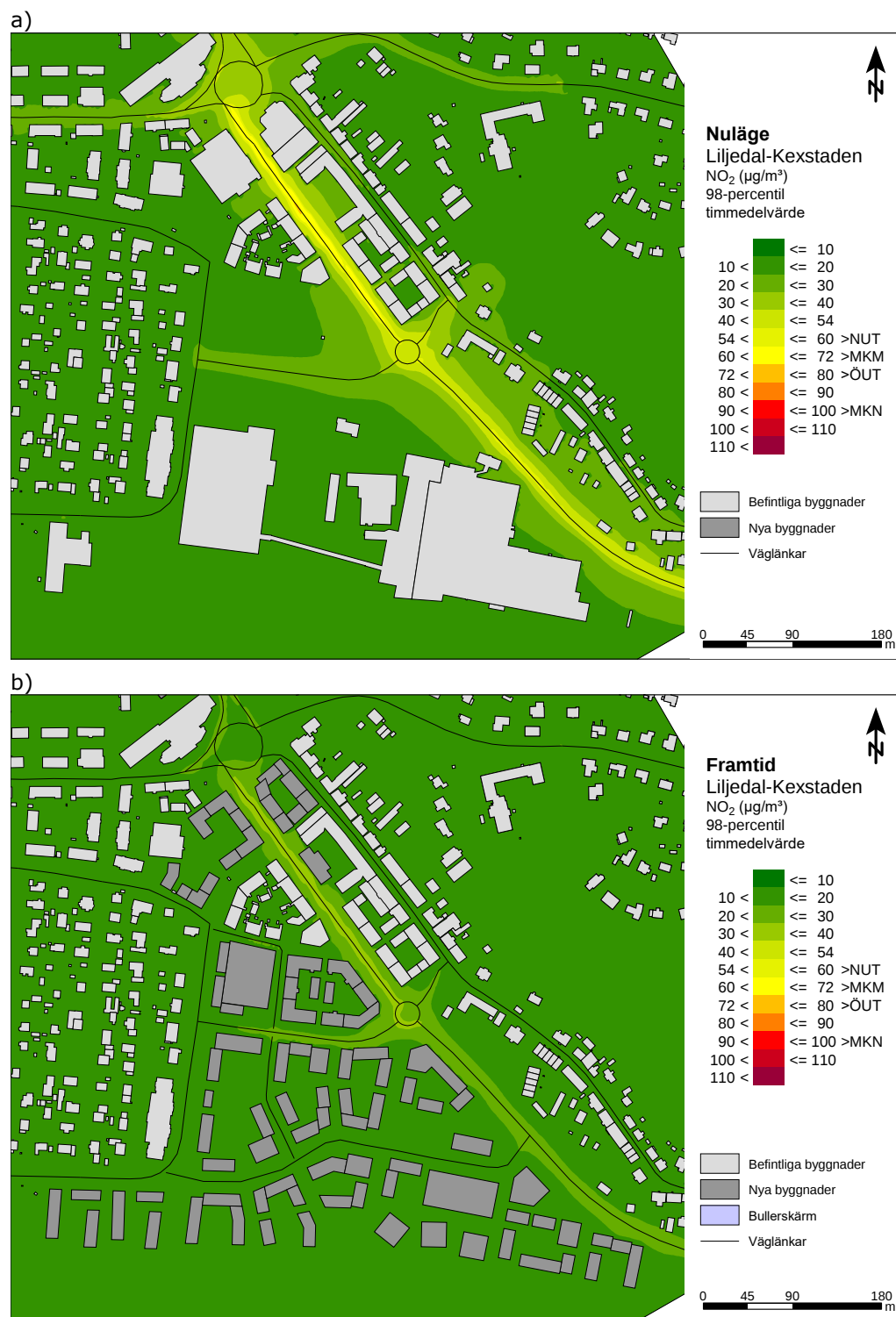




Figur 16. NO₂-halter för 98-percentilen av dygnsmedelvärdet avseende a) nuläget 2022 och b) framtidsscenariot som motsvaras av trafik- och bebyggelsescenario år 2050 och emissionsscenario år 2035. Området omfattar Liljedal och Kexstaden.

För 98-percentilen av timmedelvärdet, i nuläget (Figur 17a), är halterna högst längs Strandgatan, liksom för övriga statistiska mått. NUT (54 µg/m³) överskrids längs med stora delar av Strandgatan och MKM på 60 µg/m³ tangeras längs vägens norra delar.

Trots två nya vägar och tätare gaturum i framtidsscenariot, Figur 17b, så förväntas trafikemissionerna vara så pass låga att NO₂-halterna i området har god marginal till miljökvalitetsmålet. De båda alternativen har god marginal till MKN på 90 µg/m³.



Figur 17. NO₂-halter för 98-percentilen av timmedelvärdet avseende a) nuläget 2022 och b) framtidsscenariot som motsvaras av trafik- och bebyggelsescenario år 2050 och emissionsscenario år 2035. Området omfattar Liljedal och Kexstaden.

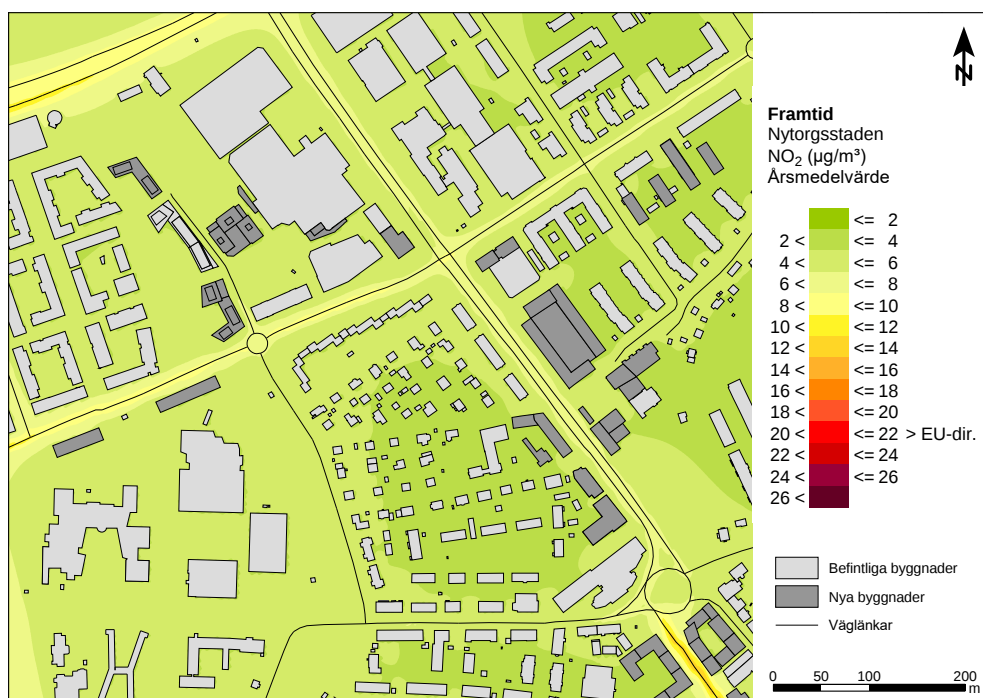
3.2.3 NO₂-halter i förhållande till nya EU-gränsvärden

I Figur 18-Figur 21 redovisas spridningsberäkningarna för områdena Nytorgsstaden (Figur 18 och Figur 19) och Liljedal-Kexstaden (Figur 20 och Figur 21), utifrån det nya EU-direktivets föreslagna gränsvärden, vilka kan börja gälla år 2030. De föreslagna gränsvärdena är 20 µg/m³ för årsmedelvärdet, medan det är 50 µg/m³ för dygnspercentilen. Trafikalstringen i beräkningarna motsvarar prognostiserad trafik år 2050, och emissionerna är beräknade för år 2035.

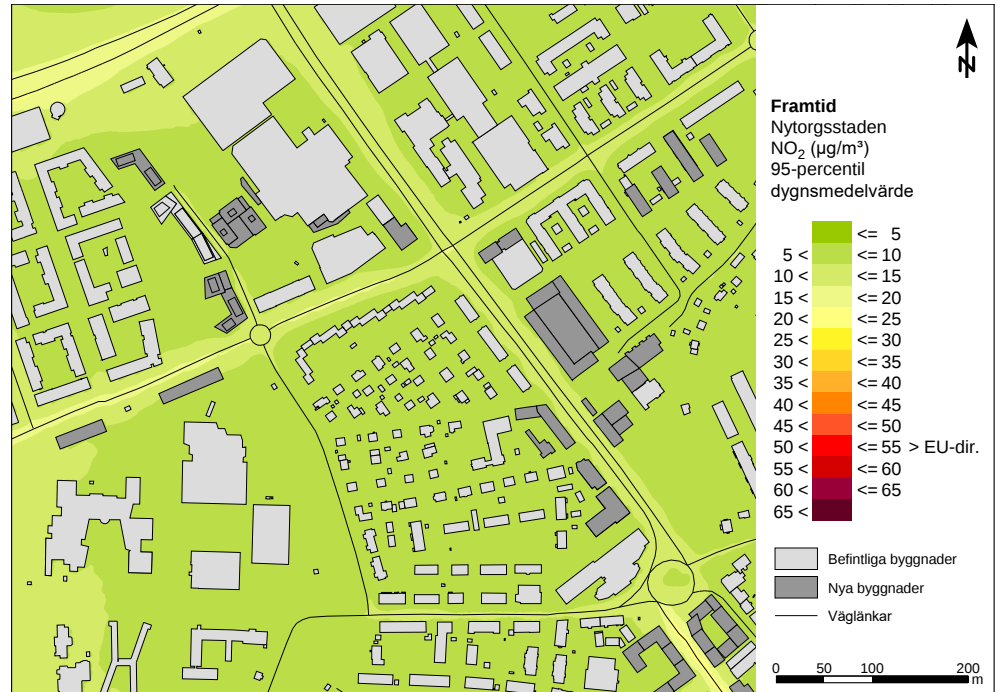
Nytorgsstaden

Spridningsberäkningarna av NO₂, i framtidsscenarioet med planerad bebyggelse samt trafikallstring redovisas för årsmedelvärde i Figur 18, samt för 95-percentil dygnsmedelvärdena i Figur 19. De högsta halterna återfinns längs med Strandgatan och Marstrandsvägen, med 10-12 µg/m³ för årsmedelvärdet, och 20-25 µg/m³ för 95-percentilen av dygnsmedelvärdet. De höga halterna lyckas ej sprida sig in på innergårdar varken i området Nytorgsstaden eller Kongahälla.

De i EU-direktivet föreslagna gränsvärdena klaras med god marginal i hela Kungälv stadskärna.



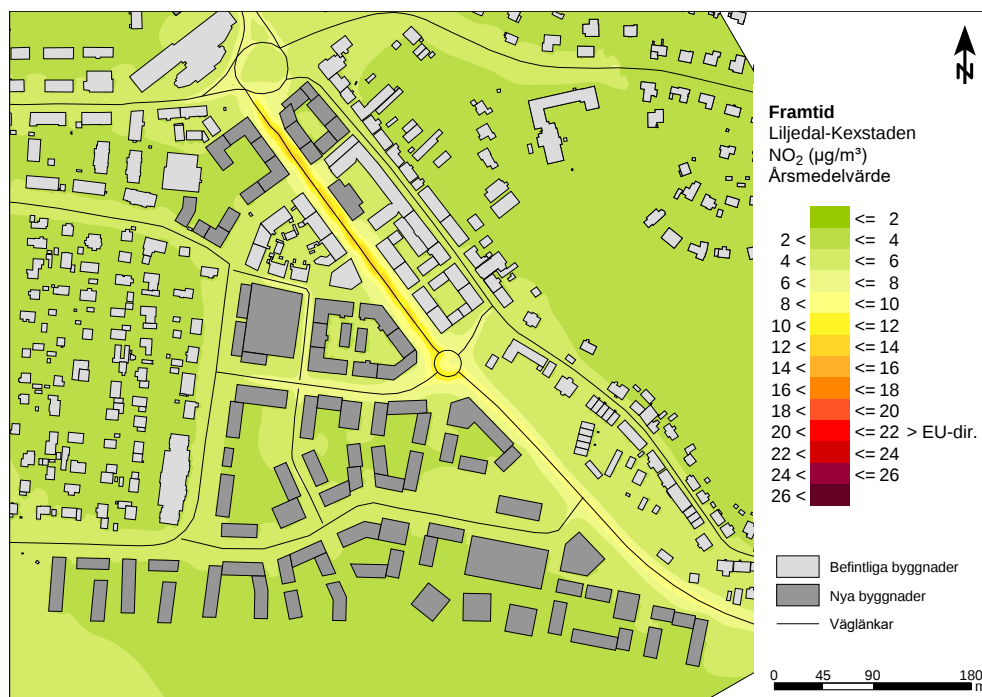
Figur 18. NO₂-halter för årsmedelvärdet i förhållande till förslaget på gränsvärden enligt det nya EU-direktivet, för framtidsscenarioet, vilket motsvaras av trafik- och bebyggelsescenario år 2050 och emissionsscenario år 2035.



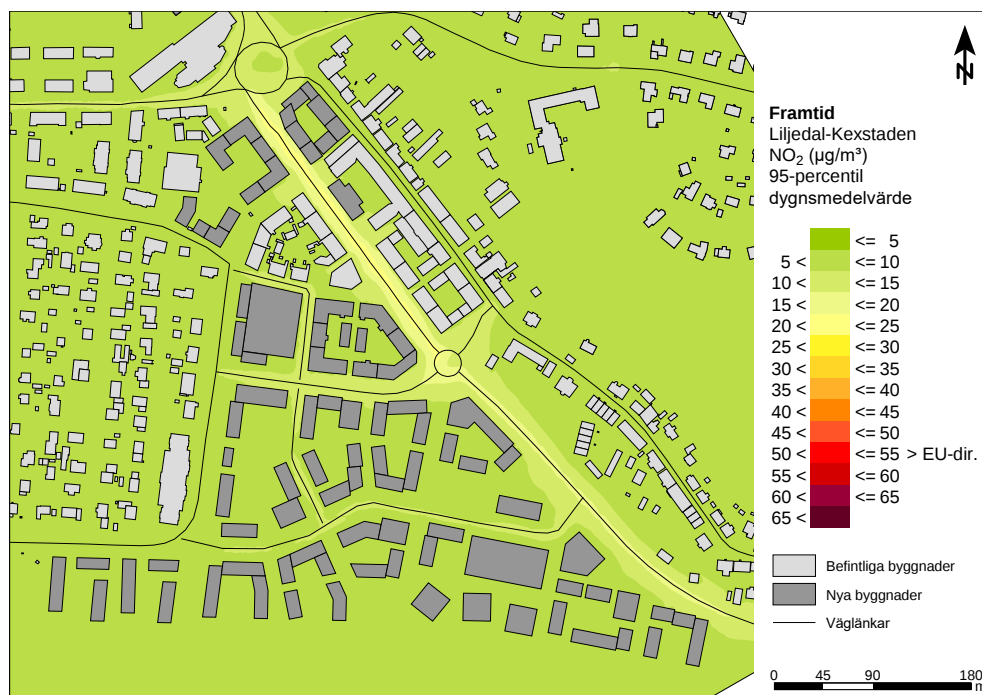
Figur 19. NO₂-halter för 95-percentilen av dygnsmedelvärdet i förhållande till förslaget på gränsvärden enligt det nya EU-direktivet, för framtidsscenarioet, vilket motsvaras av trafik- och bebyggelsescenario år 2050 och emissionsscenario år 2035.

Liljedal-Kexstaden

I Figur 20 och Figur 21 redovisas årsmedelvärdet, respektive 95-percentilen av dygnsmedelvärdet utifrån nya föreslagna gränsvärden från EU-direktivet, för området Liljedal-Kexstaden. Även detta område förväntas klara de nya gränsvärdena, då de högsta halterna för årsmedelvärdet och den nya percentilen för dygnsmedelvärdet ligger, även här, på mellan 10 och 12 µg/m³ respektive 20 och 25 µg/m³ på Strandgatan. De i EU-direktivet föreslagna gränsvärdena klaras med god marginal i Kungälv stadskärna.



Figur 20. NO₂-halter för årsmedelvärdet i förhållande till förslaget på gränsvärden enligt det nya EU-direktivet, för framtidsscenario, vilket motsvaras av trafik- och bebyggelsescenario år 2050 och emissionsscenario år 2035.



Figur 21. NO₂-halter för 95-percentilen av dygnsmedelvärdet i förhållande till förslaget på gränsvärden enligt det nya EU-direktivet, för framtidsscenario, vilket motsvaras av trafik- och bebyggelsescenario år 2050 och emissionsscenario år 2035.

3.3 Partiklar

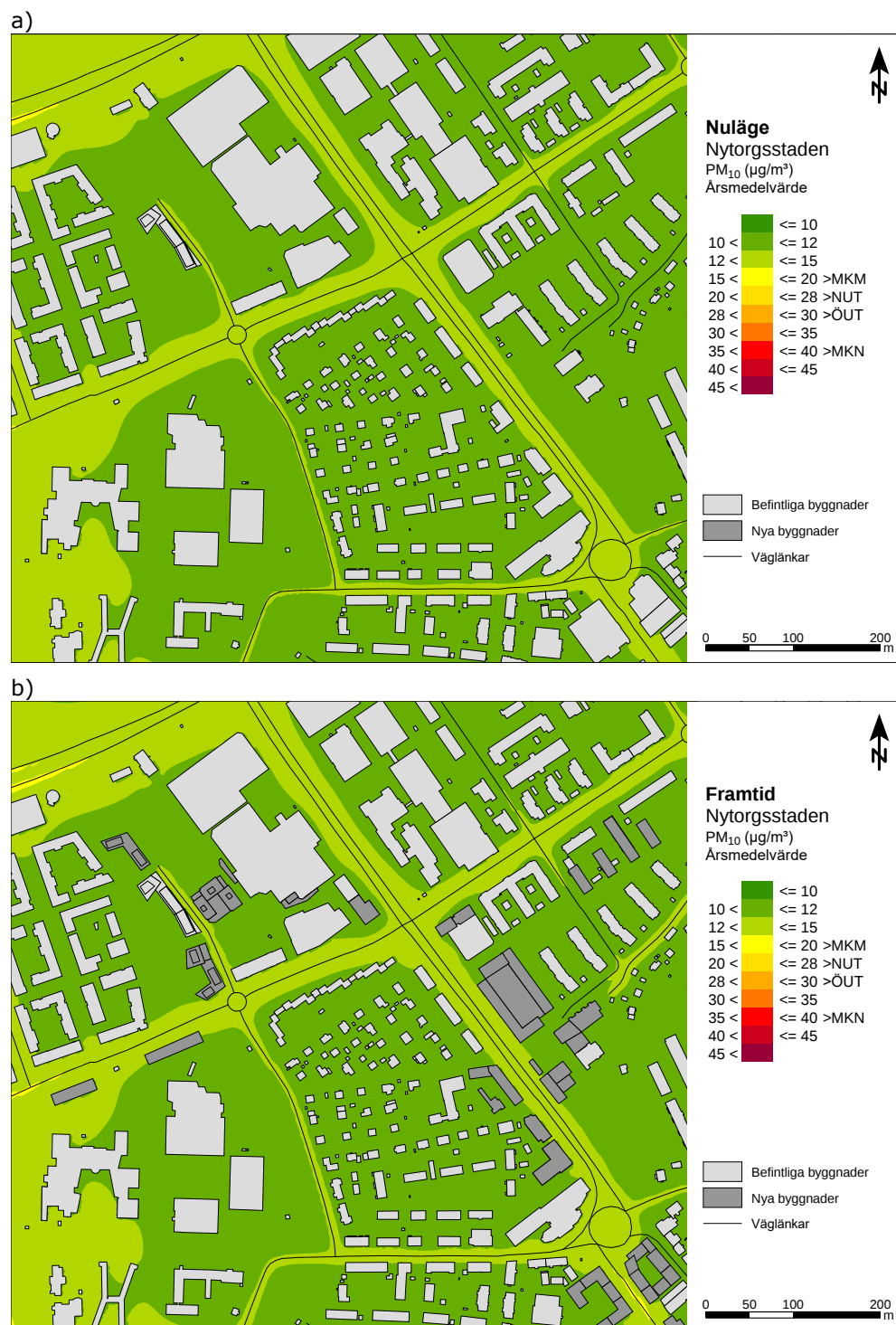
Resultaten av spridningsberäkningarna av PM_{10} redovisas, likt för NO_2 , för två delområden: Kongahälla/Nytorgsstad (hädanefter kallat Nytorgsstad) samt Liljedal/Kexstad. Resultaten visas för ett nuläge tillsammans med ett framtidsscenario, för respektive statistiskt mått.

Kartor med spridningsresultat av PM_{10} för hela Kungälvstads kärna kan ses i Bilaga E. Dessa resultat visar sammantaget att de vägar som genererar högst halter är E6:an och Marstrandsvägen (väg 168). För E6:an är halterna högst i anslutning till Kongahälla Center och Kungälv resecentrum. Det sker en viss intransport av haltbidrag från dessa vägar till omgivningarna, men halterna avklingar snabbt med ökat avstånd.

3.3.1 Nytorgsstad

Årsmedelvärde av PM_{10} i området Nytorgsstad redovisas för nuläget (Figur 22a) och ett framtidsscenario (Figur 22b). På majoriteten av de trafikerade gatorna i nuläget har halterna beräknats till mellan 12 och 15 $\mu g/m^3$ och klarar, men tangerar, därmed gränsen för MKM på 15 $\mu g/m^3$. Ett undantag är en mindre vägsträcka i nordväst, på Marstrandsvägen, där MKM överskrids. Varken NUT, ÖUT eller MKN överskrids.

Den beräknade trafikökningen i framtidsscenariot resulterar i likvärdiga halter som i nuläget. Dock är spridningen något större och halter överskridande MKM ses nu för en något större utsträckning av Marstrandsvägen även längs delar av Kongahällavägen samt Strandgatan. MKN för årsmedelvärde av PM_{10} är 40 $\mu g/m^3$, vilket klaras i båda alternativen, med god marginal.



Figur 22. PM₁₀-halter för årsmedelvärdet avseende a) nuläget 2022 och b) framtidsscenario som motsvaras av trafik-, bebyggelse- och emissionsscenario år 2050. Området omfattar Kongahälla och Nytorgsstaden.

Resultaten från spridningsberäkningarna gällande 90-percentilen av dygnsmedelvärdet för PM₁₀, redovisas för nuläget i Figur 23a och för ett framtidsscenario i Figur 23b.

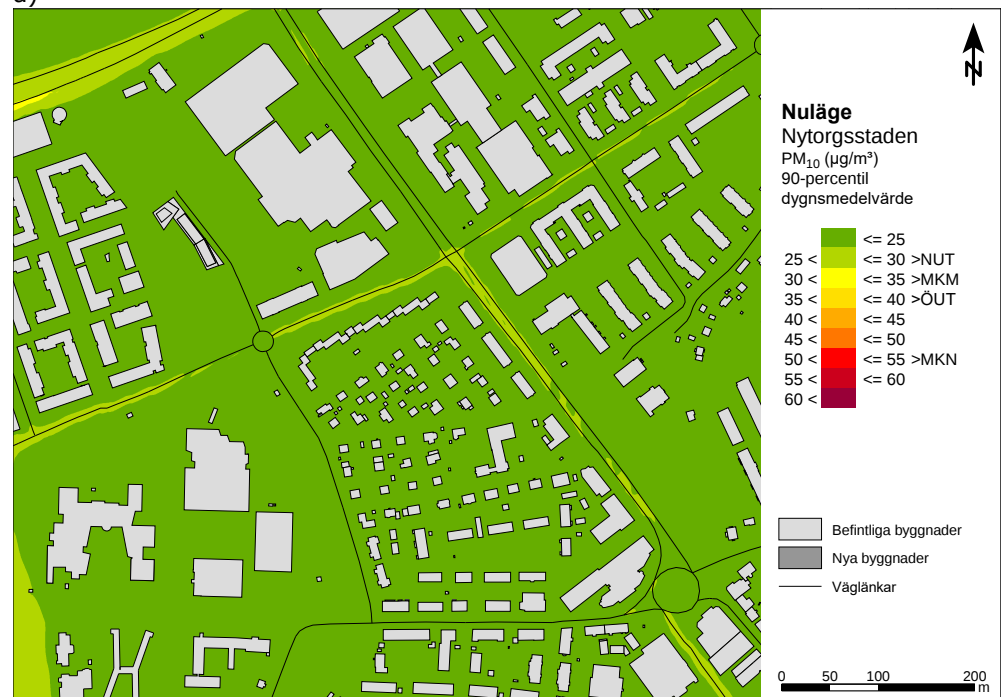
I nuläget ses halter mellan 25 och 30 µg/m³ i anslutning till Marstrandsvägen, Kongahällagatan, delar av Uddevallavägen samt Strandgatan, vilket innebär ett

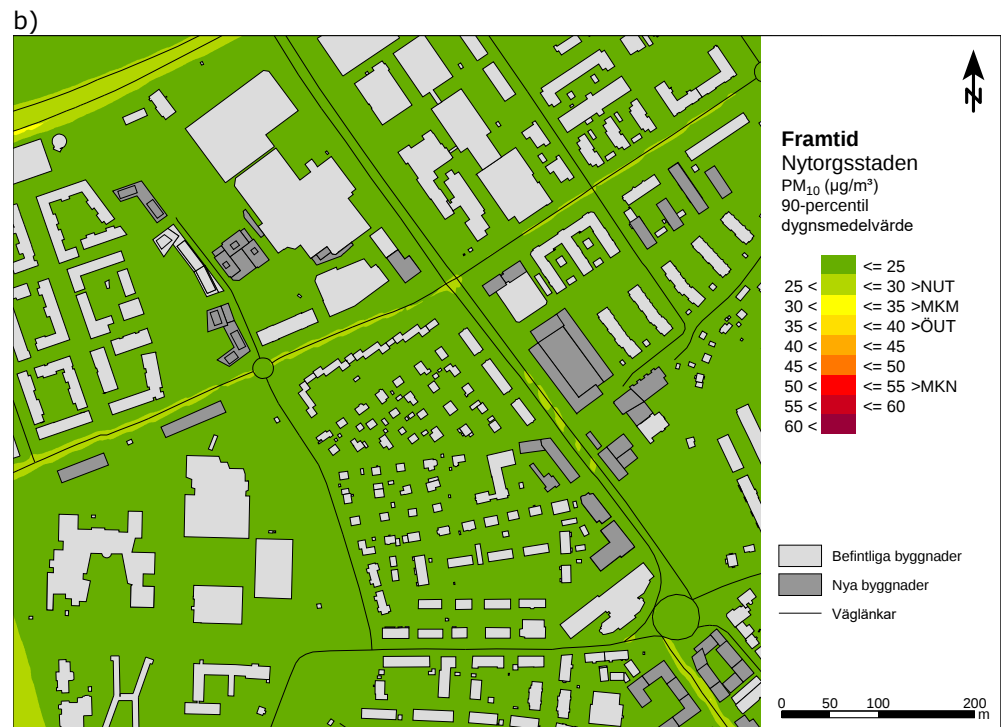
överskridande av dygnspercentilens nedre utvärderingströskel (NUT). En kort vägsektion på Marstrandsvägen klarar inte MKM på $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, medan i övriga delar av området ligger årsmedelhalterna av PM_{10} under $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

I framtidsscenariot är halterna likvärdiga jämfört med nuläget, där halter är beräknad till under $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i majoriteten av området. Något högre halter återfinns dock på de större trafikerade gatorna, likt nuläget överskrider dessa områden NUT, och även här är de högsta halterna beräknade till Marstrandsvägen.

MKM för dygnsmedelvärdet av PM_{10} är $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ medan MKN är $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. I båda alternativen överskrider MKM längs med Marstrandsvägen, medan övriga delar av området klara MKM med marginal. MKN klaras med god marginal i hela området i båda alternativen.

a)





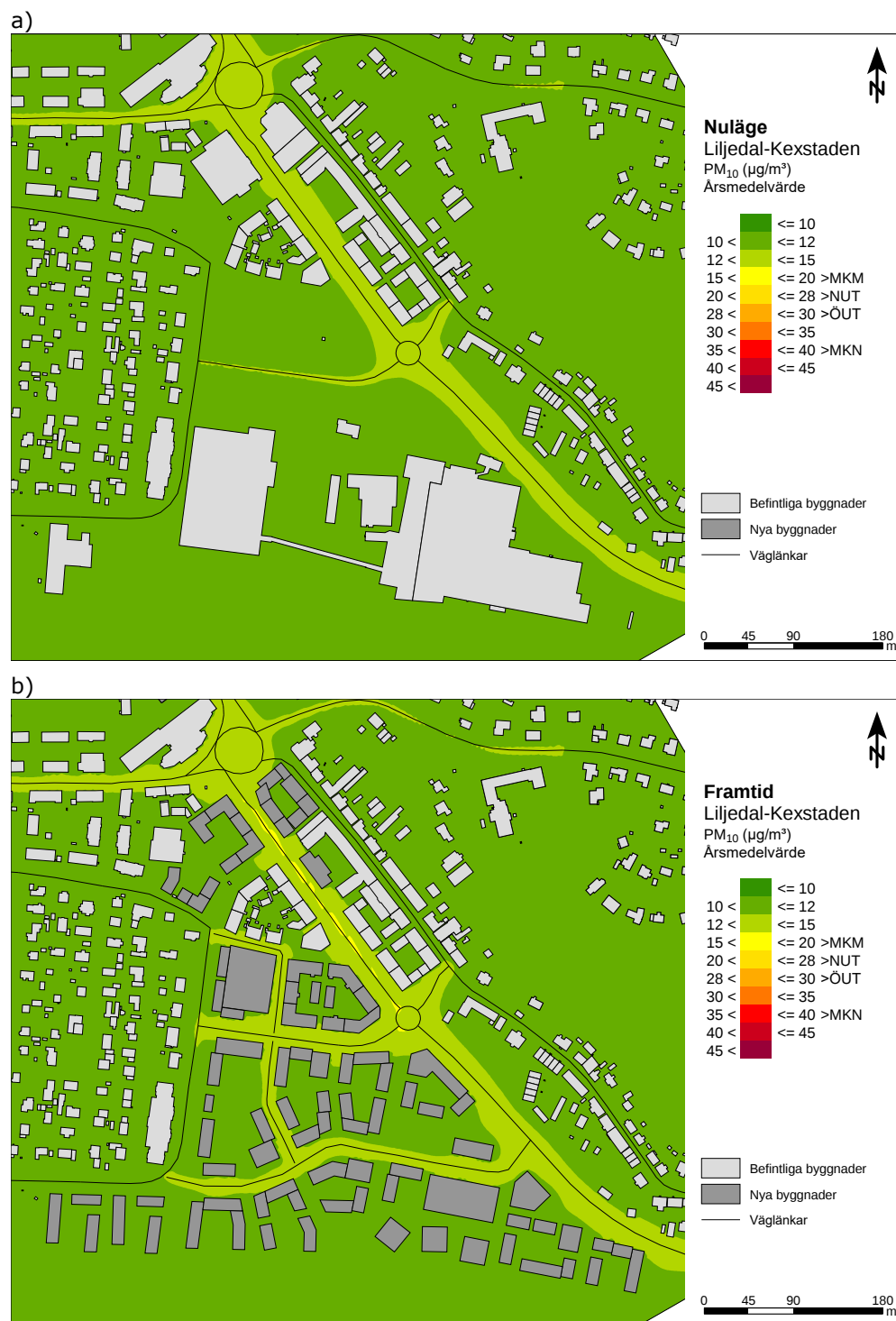
Figur 23. PM₁₀-halter för 90-percentilen av dygnsmedelvärdet avseende a) nuläget 2022 och b) framtidsscenario som motsvaras av trafik-, bebyggelse- och emissionsscenario år 2050. Området omfattar Kongahälla och Nytorgsstaden.

3.3.2 Liljedal-Kexstaden

Spridningsberäkningarna av årsmedelvärdet för PM₁₀, i området Liljedal-Kexstaden, redovisas i Figur 24a gällande nuläget och i Figur 24b för framtidsscenario.

Högst halter, mellan 12 och 15 µg/m³, ses i nuläget längs Strandgatan, Liljedalsgatan, Ytterbygatan och de två rondellerna som ansluter till dessa. Halterna för framtidsscenario är i samma storleksordning, där nya tillkommande gator har något högre halter jämfört med omgivningen. I framtiden syns i tillägg effekten av ökad trafik och ett tätare gaturum längs med Strandgatan, vilket resulterar i ett överskridande av MKM (15 µg/m³) längs med delar av gatan.

Miljökvalitetsmålet på 15 µg/m³ klaras i nuläget, men överskrids på vissa sträckor i framtidsscenario. Miljökvalitetsmålet gränsvärde på 40 µg/m³ klaras med god marginal i båda alternativen.

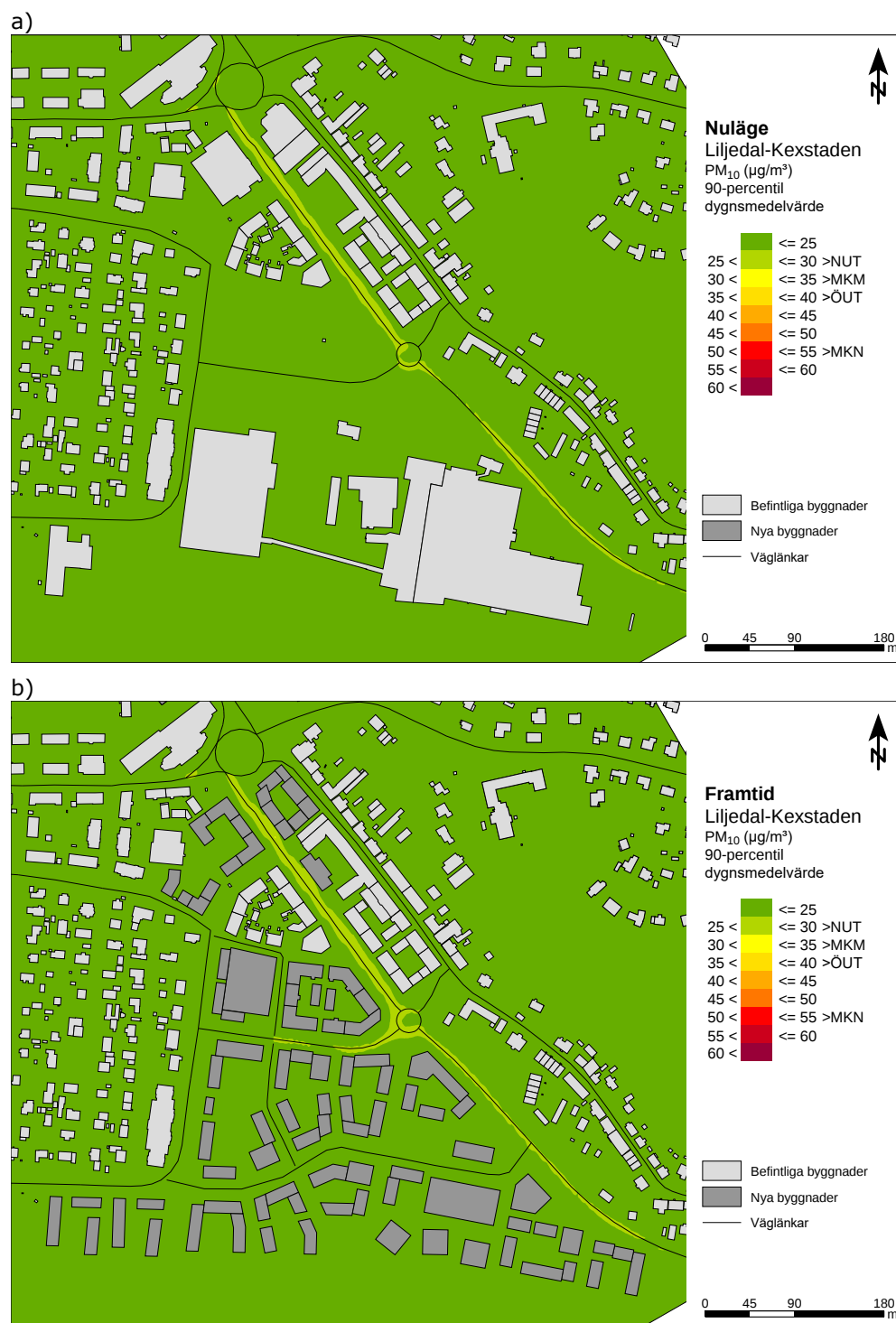


Figur 24. PM₁₀-halter för årsmedelvärdet avseende a) nuläget 2022 och b) framtidsscenario som motsvaras av trafik-, bebyggelse- och emissionsscenario år 2050. Området omfattar Liljedal och Kexstaden.

Figur 25 redovisar 90-percentil dygnsmedelvärdet av PM₁₀ i området Liljedal-Kexstaden för nuläge (Figur 25a) och ett framtidsscenario (Figur 25b). De båda alternativen visar att halterna i nästan hela området ligger under 25 µg/m³, med undantag för Strandgatan där halterna överskrider NUT (25 µg/m³). I framtidsscenarioet ses effekten av en förtätning av Liljedalsgatan, tillsammans

med en trafikökning, då halter överskridande NUT här ses i en större utsträckning.

MKN för dygnsmedelvärdet av PM_{10} är $50 \mu g/m^3$ och MKM är $30 \mu g/m^3$. I båda alternativen är det goda marginaler och både MKN och MKM klaras.



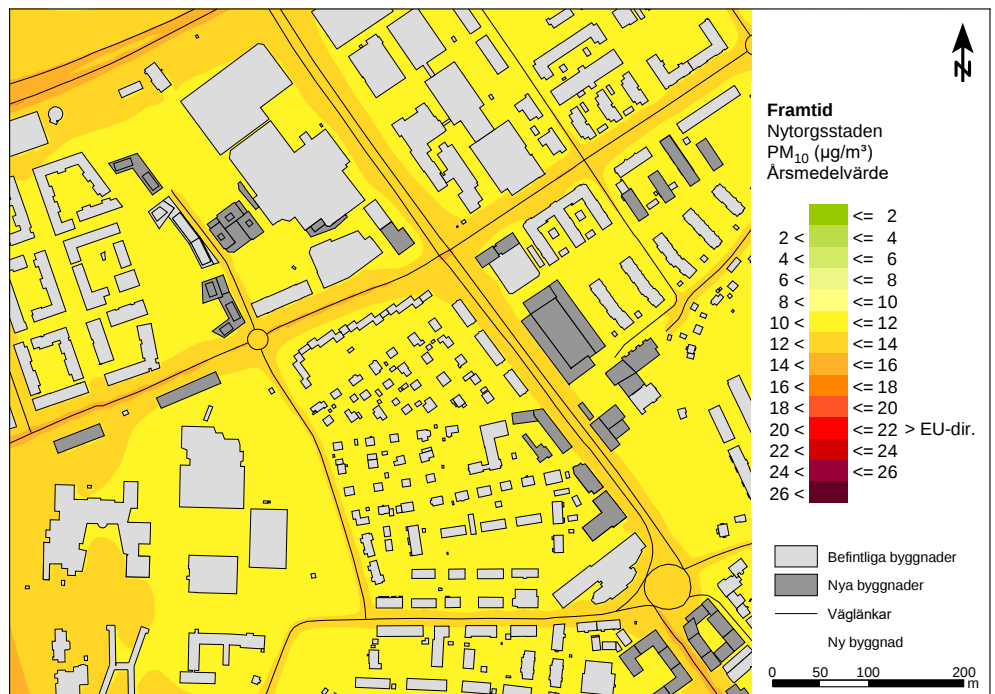
Figur 25. PM_{10} -halter för 90-percentilen avseende a) nuläget 2022 och b) framtidsscenarioet som motsvaras av trafik-, bebyggelse- och emissionsscenario år 2050. Området omfattar Liljedal och Kexstaden.

3.3.3 PM₁₀-halter i förhållande till nya EU-gränsvärden

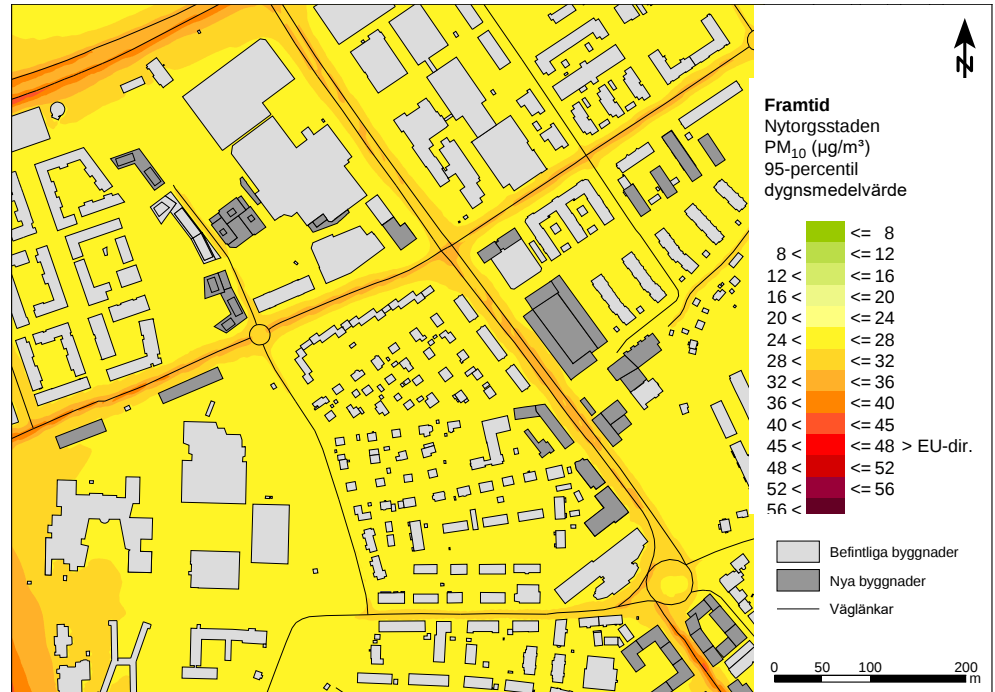
I Figur 26 till Figur 29 redovisas spridningsberäkningarna för områdena Nytorgsstaden (Figur 26 och Figur 27) och Liljedal-Kexstaden (Figur 28 och Figur 29), utifrån de i det nya EU-direktivet föreslagna gränsvärdena för PM₁₀, vilka kan börja att gälla år 2030. De föreslagna gränsvärdena är 20 µg/m³ för årsmedelvärdet, medan det är 45 µg/m³ för dygnspercentilen. Både trafikstringen och emissionerna motsvarar prognostiserad trafik år 2050.

Nytorgsstaden

Spridningsberäkningarna för årsmedelvärdet (Figur 26) visar högst halter, mellan 14 och 16 µg/m³, längs med Marstrandsvägen, delar av Kongahällagatan och Strandgatan. Även för 95-percentilen av dygnsmedelvärdena (Figur 27) är halterna beräknade som högst utmed Marstrandsvägen, delar av Kongahällagatan och Strandgatan, här med en halt på 40 till 45 µg/m³.



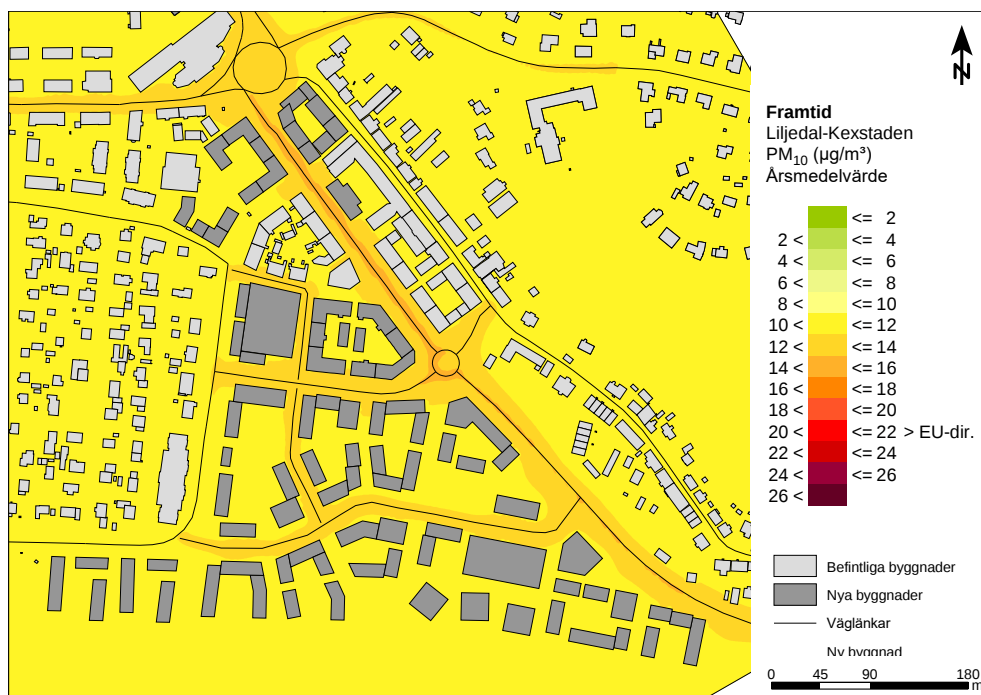
Figur 26. PM₁₀-halter för årsmedelvärdet i jämförelse med förslaget på gränsvärden enligt det nya EU-direktivet, för framtidsscenario, vilket motsvaras av trafik-, bebyggelse- och emissionsscenario år 2050.



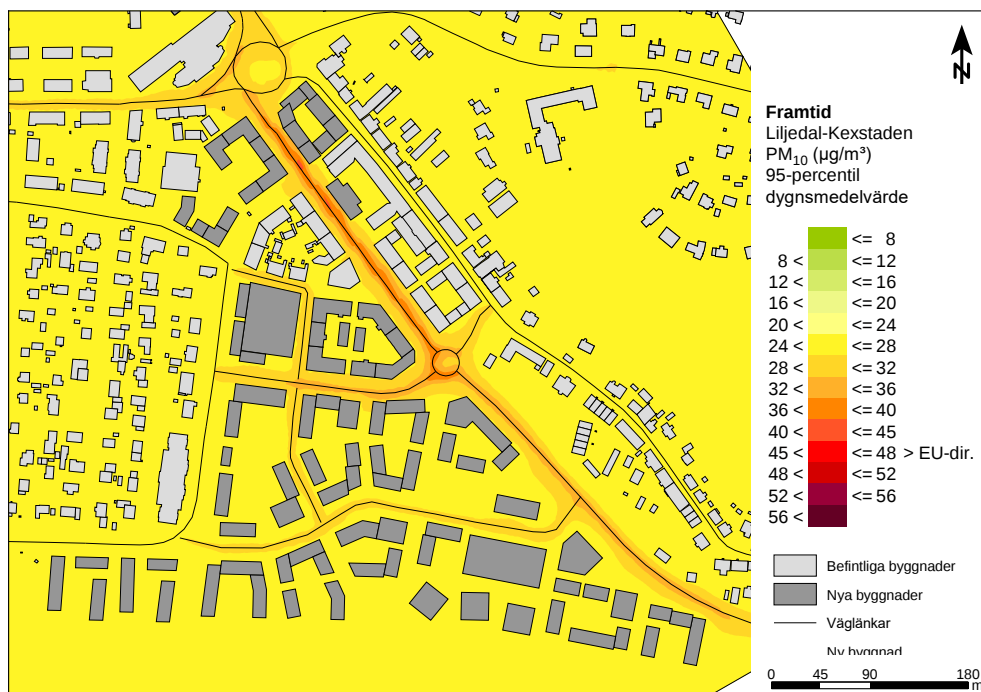
Figur 27. PM₁₀-halter för 95-percentilen av dygnsmedelvärdet i jämförelse med förslaget på gränsvärden enligt det nya EU-direktivet, för framtidsscenario, vilket motsvaras av trafik-, bebyggelse- och emissionsscenario år 2050.

Liljedal-Kexstaden

Figur 28 och Figur 29 visar årsmedelvärdet, respektive 95-percentilen av dygnsmedelvärdet, i förhållande till de i det nya EU-direktivet föreslagna gränsvärdena, för området Liljedal-Kexstaden. Även detta område förväntas klara de nya gränsvärdena, då de högsta halterna för årsmedelvärdet och den nya percentilen för dygnsmedelvärdet ligger på mellan 14 och 16 µg/m³ respektive 40–45 µg/m³ på Strandgatan. Den ökade trafiken i kombination med trängre gaturum längst med Strandgatan resulterar dock i att EU-direktivets föreslagna gränsvärde för dygn tangeras vid Liljedalsområdet.



Figur 28. PM₁₀-halter för årsmedelvärdet i jämförelse med förslaget på gränsvärden enligt det nya EU-direktivet, för framtidsscenario, vilket motsvaras av trafik-, bebyggelse- och emissionsscenario år 2050.



Figur 29. PM₁₀-halter för 95-percentilen av dygnsmedelvärdet i jämförelse med förslaget på gränsvärden enligt det nya EU-direktivet, för framtidsscenario, vilket motsvaras av trafik-, bebyggelse- och emissionsscenario år 2050.

4 Diskussion och slutsatser

4.1 Trafik

Trafikunderlaget till denna utredning har levererats av Kungälv kommun. Dock finns vissa osäkerheter kring trafikunderlaget kopplat till beskrivning av framtidsscenario 2050. Dels när det kommer till val av emissionsår för respektive förorening, dels trafikunderlaget i sig men också gällande hur prognosen för kollektivtrafiken för framtidsscenario 2050 har hanterats.

Trafikunderlaget kan ses som ett värsta fall då trafiksiffrorna som utredningen har utgått ifrån motsvarar den högsta belastningen som vägarna klarar av. Dessa siffror tar i beaktande full utbyggnad i Kungälv samt ingen förändring i resvanor eller minskning av bilanvändning jämfört med idag.

Trafiksiffror för kollektivtrafiken, som tillhandahållits av Västtrafik, speglar nuläget. Detta underlag har räknats om till motsvarande procentenheter av andel tung trafik. Motsvarande procentenheter har antagits vara representativt även för framtidsscenario 2050. Detta antagande tar därmed inte i beaktande en eventuell ökad andel kollektivtrafik i framtiden, eller att vissa delsträckor eventuellt kan komma att trafikeras av enbart kollektivtrafik.

Anledningen till att olika framtida emissionsår har valts för NO_x och PM₁₀ beror på att emissionerna för NO_x förväntas minska i framtiden till år 2045. För att ta höjd för att den prognostiserade minskningen inte sker så snabbt som förväntat och att Sverige inte är klimatneutrala till år 2045 har NO_x-emissioner för år 2035 valts. Detta år representerar fortfarande en minskning jämfört med dagens emissioner, men inte en så pass stor minskning att NO_x-emissioner från trafiken är nästintill obefintliga. Syftet är att inte underskatta NO_x-emissionerna i beräkningarna.

4.2 Framtida mätningar

Enligt Luftguiden ska mätningar av luftföroreningar göras om halterna i en kommun överskrider NUT, såvida kommunen inte ingår i ett samverkansområde. Mätningarna ska göras där människor vistas och där halterna kan förväntas vara som högst.

Resultat från spridningsberäkningar av NO₂ för hela Kungälv stadskärna visar sammantaget att de vägar som genererar högst halter är E6:an och Marstrandsvägen (väg 168). För E6:an är halterna högst i anslutning till Kongahälla Center och Kungälv resecentrum. Det sker en viss intransport av haltbidrag från dessa vägar, men halterna avklingar snabbt med ökat avstånd. För årsmedelvärdet, i nuläget, överskrider MKM längs Stadsvägen medan NUT tangeras. MKN tangeras även längs Marstrandsvägen och delar av Uddevallavägen. Gällande 98-percentilen av dygnsmedelvärdet överskrider NUT och ÖUT tangeras längs hela Strandgatan, Marstrandsvägen samt vid delar av Kongahällagatan, medan NUT tangeras för 98-percentilen av timmedelvärdet

längs Strandgatan och Marstrandsvägen. I framtidsscenariot minskar NO₂ halterna och underskrider både MKM, NUT och gällande MKN för all statistiska mått. Trots en förtätning av stadskärnan har den prognostiserade förbättringen av fordonsflottans utsläpp en större effekt och gränsvärden klaras.

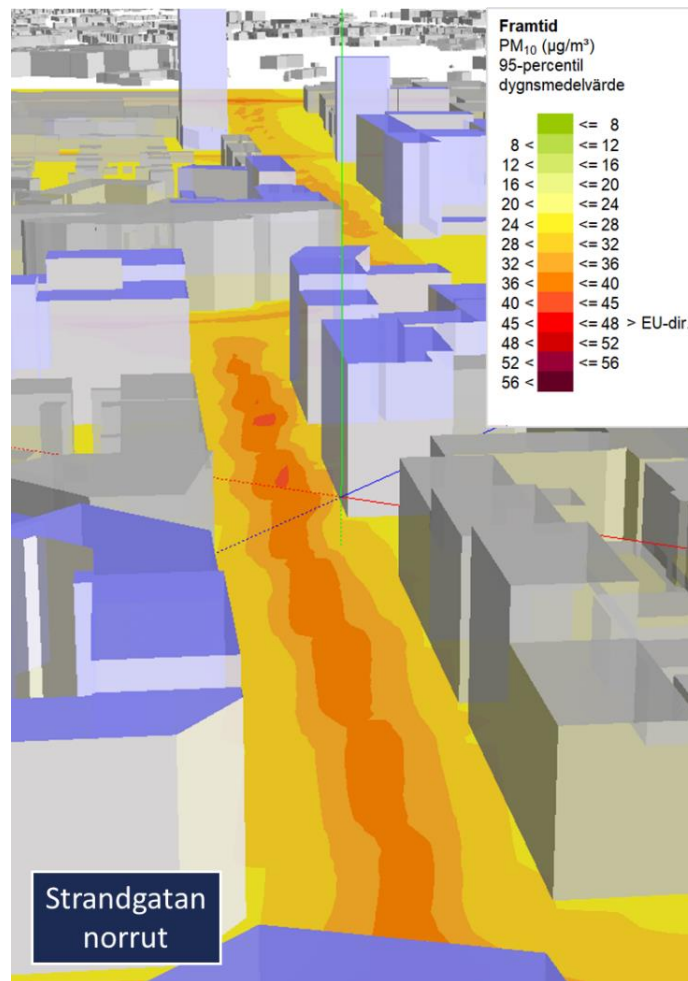
Strandgatan är fortfarande den gata i stadskärnan som har högst halter i gaturummet avseende NO₂. Både NUT, ÖUT och MKM överskrider i gaturummet. COWI bedömer att mätningarna därför bör fortsätta på Strandgatan, vilket även styrks av incitamentet att bevara kontinuiteten från tidigare mätningar. Andra områden som också kan vara av intresse som gaturum att mäta NO₂ för är Kongahällagatan. Detta eftersom även ÖUT och NUT överskrider längs nästan hela sträckan avseende NO₂.

Avseende PM₁₀ underskrider NUT och ÖUT längs hela Strandgatan, Marstrandsvägen samt vid delar av Kongahällagatan. I framtidsscenariot ökar halterna av PM₁₀ något, men underskrider fortsatt både MKM, NUT och gällande MKN för all statistiska mått förutom för i direkt nära anslutning till E6:an. Utifrån gällande bedömningsgrunder finns det därmed inte i dagsläget behov enligt Luftguiden för mätningar av partiklar.

4.3 Medskick för långsiktig planering

En utmaning som kan dyka upp i framtida planarbete för översiktsplanen är införandet av nya EU-gränsvärden, eftersom det innebär en kraftig åtstramning. I dagsläget finns information om vilka gränsvärden som sannolikt kommer att gälla, men däremot inte kommande nivåer för ÖUT och NUT. Därmed kan även kraven på uppföljning att förändras för Kungälv kommun. Inför en framtida översiktsplan, är det högst troligt att framtida EU-gränsvärden kommer att gälla, då perspektivet är så pass långt in i framtiden. Det finns dock några osäkerheter i att modellera luftkvalitet över ett sådant tidsspänn som till år 2050.

Med beräkningarna som utförts för 2050, där hänsyn tagits till maximal trafikbelastning, visar resultaten att framtida gränsvärden kommer att klaras med god marginal för NO₂ i hela Kungälv. Halterna för PM₁₀ jämfört mot framtida EU-gränsvärden är dock högre och gränsvärdena tangeras exempelvis i gaturummet på Strandgatan, men klaras på Uddevallavägen. Höga halter ses även längs E6:an som sprider sig in i närliggande bostadsområden (se Bilaga E.1.c. och Bilaga E.1.d.). Av denna anledning kan det finnas anledning att ta gaturummets utformning och planering av vegetation i beaktande på Strandgatan. Exempelvis är det tydligt att de nya byggnadskropparna skapar ett trängre gaturum precis där halterna är som högst på Strandgatans norra delar, se Figur 30.



Figur 30. 3D-visualisering av resultat avseende PM₁₀ för 95-percentilen av dygnsmedelvärdet längs Strandgatan för framtidsscenarioet i jämförelse med nya EU-gränsvärden.

Som nämnts tidigare (se avsnitt 2.2. och diskussion ovan 4.1), är det svårt att prognosticera hur emissionerna kan se ut år 2050 avseende NO₂. Därför valdes 2035 som utgångsår. Eftersom partikelhalterna i första hand är beroende av slitage och resuspension, är det främst antalet fordon, dubbdäcksanvändning och andel tung trafik som påverkar emissionerna. En faktor som exempelvis kan spela roll för framtida emissioner är andelen eldrivna fordon, som beräknas öka. En eldriven fordonsflotta är generellt tyngre än en fossildriven flotta, vilket i sin tur ökar slitage på vägar och mängden tillgängliga slitagepartiklar som kan resuspendera. Dock tar inte Nortrip hänsyn till fordonstyper i emissionsberäkningar för resuspension.

En annan osäkerhet för modellering i framtiden är antagandet om urban bakgrund. I beräkningarna har en lokal urban bakgrundshalt adderats till de beräknade lokala haltbidragen, motsvarande nivåerna 2018–2022 vid Råö. Detta kan ses som en konservativ bedömning, eftersom det troliga är att halterna av speciellt NO₂ kommer minska när utsläppen från fordonsflottan minskar generellt. Dock är det svårt att säga när det kommer ske, varför dagens urbana bakgrundshalter brukar användas för att inte riskera att underskatta nivåerna. Avseende PM₁₀ består en större andel av bakgrundshalterna av

långdistanstransporterade föroreningar, vilket inte är fallet för NO₂, och hur halterna av dessa kommer förändras i framtiden är även det svårt att förutsäga. Tidigare studier för framtida urban bakgrund har visat att NO₂ år 2030 jämfört med idag kan komma att minska i urbana områden, medan halterna för PM₁₀ inte verkar förändras signifikant med eventuell en liten minskning (Alpfjord Wylde m.fl. 2023).

4.4 Medskick för detaljplanearbete

Avseende ett kortare perspektiv, exempelvis inför detaljplanearbete inför år 2030–2035, visar resultaten goda möjligheter för exploatering jämfört med både dagens MKN och MKM, samt framtida EU-gränsvärden. För NO₂ kan ett nuläge ses som ett värsta fall avseende emissioner (trots ökad trafik), vilket även ses i resultaten då halterna är högre. Resultatet avseende NO₂ för ett nuläge visar att MKN och MKM klaras för alla exploateringsområden, vilket möjliggör detaljplanearbetet med dessa planer. Att miljö kvalitetsmålet klaras, indikerar även att enligt dagens rekommendationer av Naturvårdsverket, anses luftmiljön även vara tillräckligt god för förskolor och skolor.

Avseende PM₁₀, korresponderar framtidsscenariot 2050 med ett värsta fall, varvid resultaten visar god marginal till både MKN och miljö kvalitetsmålet i exploateringsområdena. Om detaljplaneprocessen påbörjas efter att nya EU-gränsvärden införts, kan det dock finnas incitament att se över gaturummet vid Strandgatan då halterna för 95-percentilen av dygnsmedelvärdet av PM₁₀ tangerar gränsvärdet på 45 µg/m³.

5 Referenser

- Alpfjord Wylde, Helene, Christian Asker, Cecilia Bennet, Bertil Forsberg, och David Segersson. 2023. *Quantification of population exposure to PM10, PM2.5 and NO2 and estimated health impacts for 2019 and 2030. SMHI REPORT METEOROLOGY AND CLIMATOLOGY*. 119.
- Council of the European Union. 2024. "Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on ambient air quality and cleaner air for Europe (recast) - Letter to the Chair of the European Parliament Committee on the Environment, Public Health and Food Safety (ENVI)".
- Datavärdskaft luft SMHI. 2024. "Datavärdskaft luft". Hämtad 03 april 2024 (<https://datavardluft.smhi.se/portal/>).
- Europaparlamentet. 2024. "Air pollution: Parliament adopts revised law to improve air quality | Nyheter | Europaparlamentet". Hämtad 26 april 2024 (<https://www.europarl.europa.eu/news/sv/press-room/20240419IPR20587/air-pollution-parliament-adopts-revised-law-to-improve-air-quality>).
- INFRAS. 2022. *HBEFA 4.2 Documentation of updates*.
- Kungälv kommun. 2024. "Översiktsplan för Kungälv 2050 - kungalv.se". Hämtad 25 april 2024 (<https://www.kungalv.se/Bygga--bo--miljo/samhallsplanering/oversiktsplanering2/oversiktsplan-2050/>).
- Lindén, Jenny, Malin Gustafsson, Johan Uddling, Ågot Watne, och Håkan Pleijel. 2023. "Air Pollution Removal through Deposition on Urban Vegetation: The Importance of Vegetation Characteristics". *Urban Forestry & Urban Greening* 81:127843. doi: 10.1016/j.ufug.2023.127843.
- Lynch, Darren. 2023. "Building Downwash: How to Mitigate Urban Wind Discomfort | Blog". *SimScale*. Hämtad 29 april 2024 (<https://www.simscale.com/blog/building-downwash-mitigation-strategies/>).
- Naturvårdsverket. 2017. *Barns hälsa och luftföroreningar*.
- Naturvårdsverket. 2019. *Luftguiden: handbok om miljö kvalitetsnormer för utomhusluft*.
- Naturvårdsverket. 2020. "NFS 2019:9 - Föreskrifter om kontroll av luftkvalitet". Hämtad 26 april 2024 (<https://www.naturvardsverket.se/lagar-och-regler/foreskrifter-och-allmanna-rad/2019/nfs-20199/>).
- Naturvårdsverket. 2022. *Frisk luft - Fördjupad utvärdering av miljömålen 2023*. 7067.
- Naturvårdsverket. 2023. "Barns hälsa och luftföroreningar". Hämtad 12 juni 2024 (<https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/luft/barns-halsa-och-luftfororeningar/>).
- Oke, T. R., G. Mills, A. Christen, och J. A. Voogt. 2017. *Urban Climates*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Riksdagsförvaltningen. 2010. "Luftkvalitetsförordning, SFS 2010:477 Svensk författningssamling 2010:2010:477 t.o.m. SFS 2020:822 - Riksdagen".

Hämtad 03 december 2021 (https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/luftkvalitetsforordning-2010477_sfs-2010-477).

SMHI. 2022. "Kvalitetsmål för luftkvalitetsberäkningar | Referenslaboratoriet för luftkvalitet - modeller vid SMHI". Hämtad 02 maj 2024 (<https://www.smhi.se/reflab/kvalitetssakring/kvalitetssakring/kvalitetsmal>).

Socialstyrelsen. 2006. *Kemiska ämnen i inomhusmiljön*.

Trafikverket. 2022. "NVDB Version 1.0.7.15 Driftsatt 2021-11-03".

Trafikverket. 2023a. *Trafikuppräkningsstal*. TRV 2017/111007.

Trafikverket. 2023b. *Undersökning av däcktyp i Sverige – Vintern 2023 (januari–mars)*.

VTI, Urban Björketun, och Arne Carlsson. 2005. *Trafikvariation över året : trafikindex och rangkurvor beräknade från mätdata*. VTI., VTI notat 31-2005.

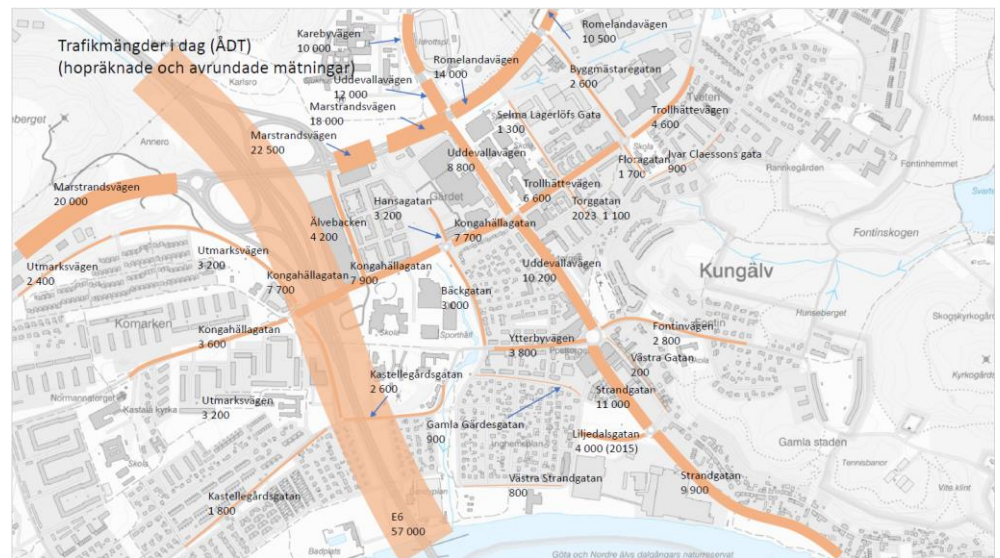
Wisell, Tomas, Cecilia Hult, och Mats-Ola Larsson. 2020. *Omvärldsanalys och långtidsbedömning av den svenska vägfordonsflottans utveckling*. IVL Svenska Miljöinstitutet.

WSP. 2015. *Trafikarbetet i Sverige - Fördelning över väghållare, trafikmiljöer och trafiksituationer. - Underlag för emissionsberäkningar i HBEFA-modellen*. 2015:1018451.

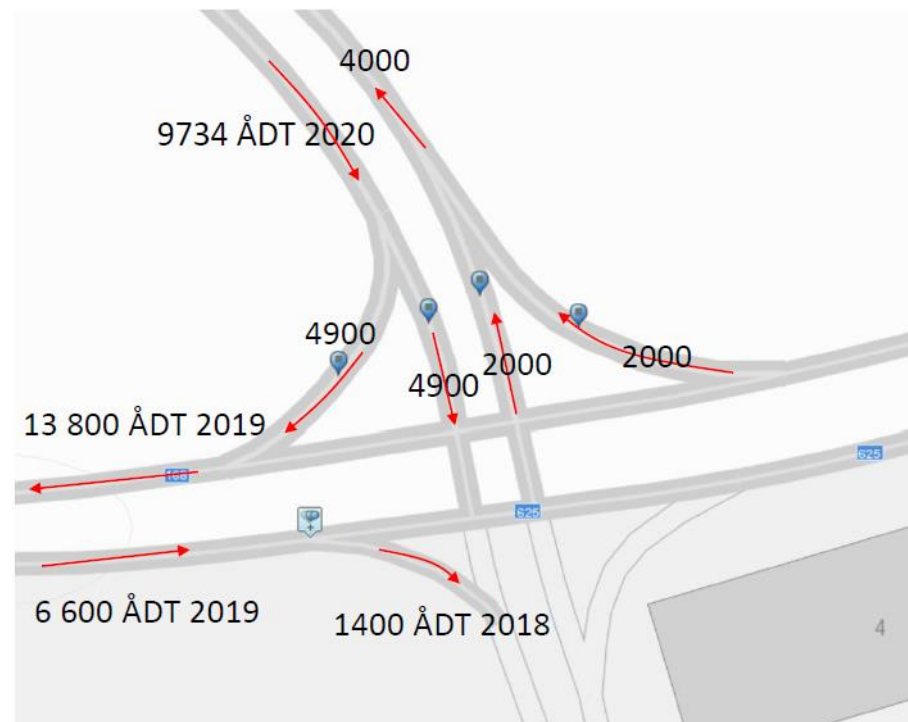
Bilaga A Trafikmängder

A.1 Nuläge, år 2023

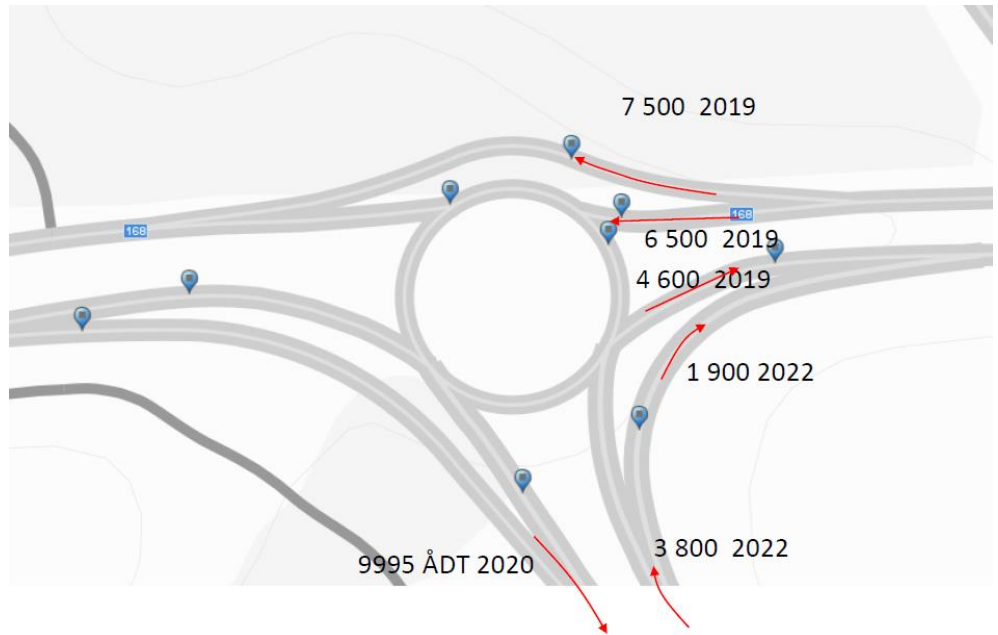
Trafikunderlag för nuläget, år 2023, har tillhandahållits från Kungälv kommun. Andelen tungtrafik på de statliga vägarna har kompletterats från NVDB.



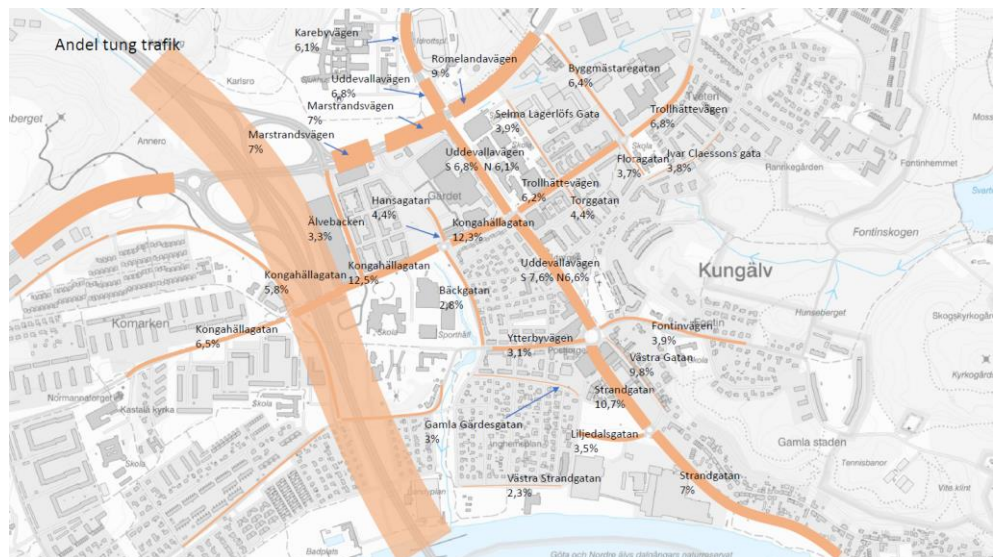
Bilaga A-1.a Trafikmängder personbilar år 2023. Data tillhandahållet från Kungälv kommun.



Bilaga A-1.b Trafikmängder personbilar på trafikplatsen mellan Marstrandsvägen (väg 168) och E6 (ÅDT) år 2022 där inget annat anges. Trafikmängderna har räknats upp till år 2023. Underlaget tillhandahållet från Kungälv kommun.



Bilaga A-1.c Trafikmängder personbilar på trafikplatsen mellan Marstrandsvägen (väg 168) och E6 (ÅDT) år 2022 där inget annat anges. Trafikmängderna har räknats upp till år 2023. Underlaget tillhandahållet från Kungälv kommun.



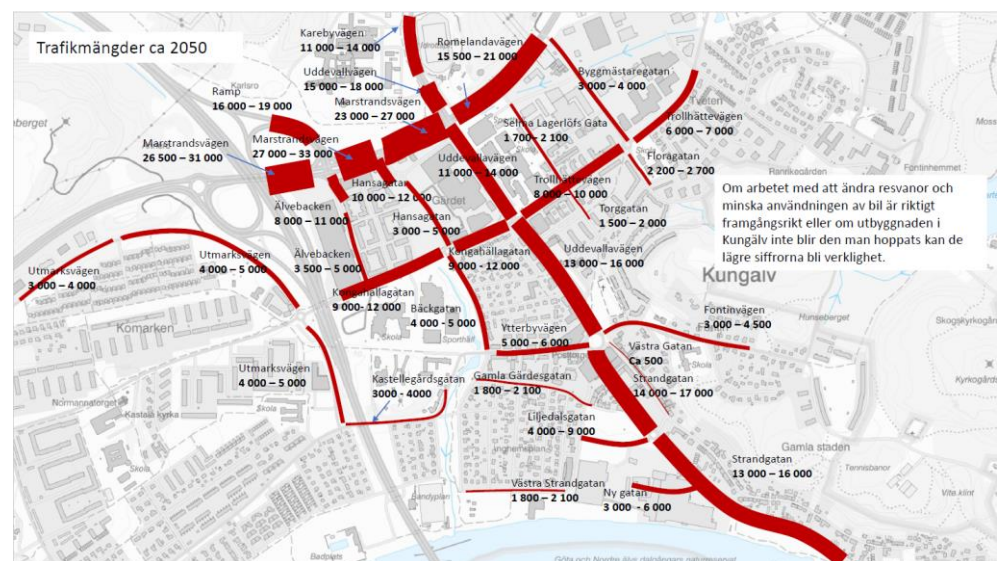
Bilaga A-1.d Andel tungtrafik år 2023. Data tillhandahållet från Kungälv kommun.

Bilaga A-1.e Underlag för busstrafiken i nuläget från Västtrafik (2024-01-30).

Bussgator (hållplats)	Antal avgångar (per dygn)
Kongahällagatan (Kongahällagatan)	644
Uddevallavägen (Västra parken)	437
Strandgatan (Kexbageriet)	406
Trollhättevägen (Ängegärde)	87

A.2 Framtidsscenario år 2050

Trafikunderlag för framtidsscenario, år 2050, har tillhandahållits från Kungälv kommun. Trafiksiffror som ÅDT på statliga vägar (Bilaga A-1.b – Bilaga A-1.c) samt E6 och Marstrandsvägen har räknats upp till år 2050. Andelen tungtrafik på de statliga vägarna har kompletterats från NVDB och räknats upp till år 2050. Samma andel tungtrafik som för nuläget (Bilaga A-1.d) har använts för framtidsscenariot.



Bilaga A-2.a Trafikmängder personbilar år 2050. Data tillhandahållet från Kungälv kommun.

Bilaga A-2.b Bussunderlag uppräknat till framtidsscenariot. Siffror för nuläget har tillhandahållits av Västtrafik (2024-01-30).

Bussgator (hållplats)	Antal avgångar (per dygn)
Kongahällagatan (Kongahällagatan)	978
Uddevallavägen (Västra parken)	656
Strandgatan (Kexbageriet)	627
Trollhättevägen (Ängegärde)	132

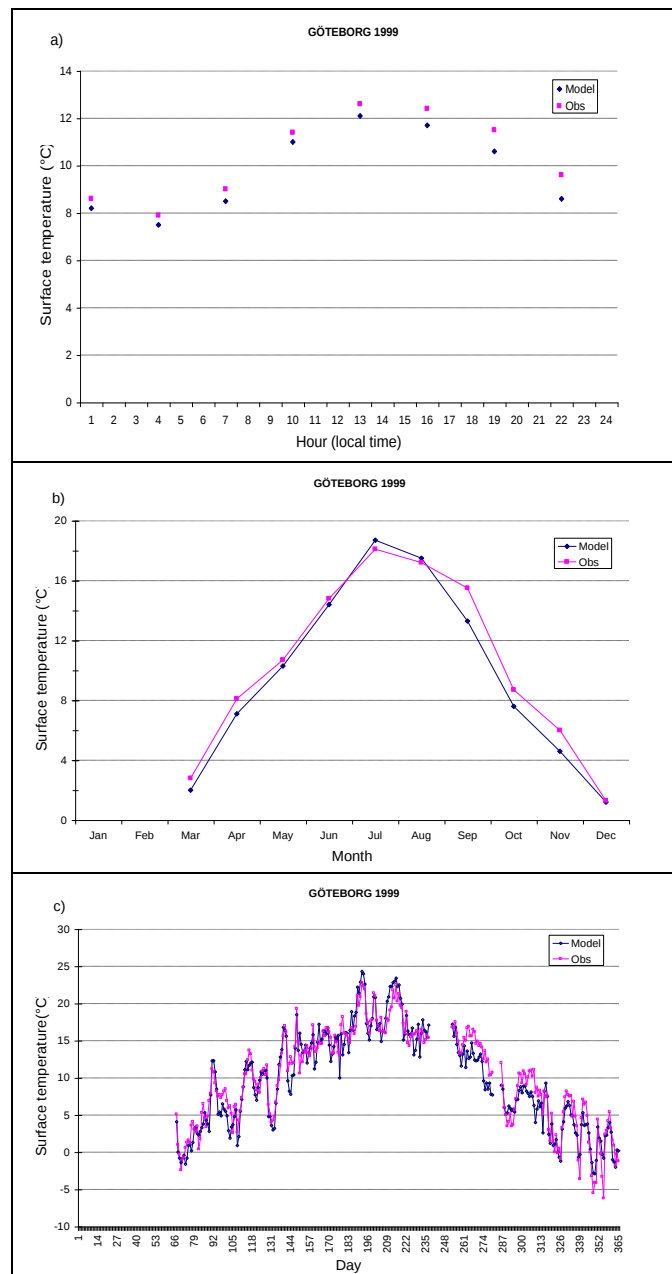
Bilaga B TAPM-modellen

För framtagandet av meteorologi har TAPM (The Air Pollution Model) använts, vilket är en prognostisk modell utvecklad av CSIRO i Australien. TAPM använder indata i form av meteorologi från storskaliga synoptiska väderdata, topografi, markbeskaffenhet indelat i 31 olika klasser (t.ex. is/snö, hav olika tätortsklasser m.m.), jordart, havstemperatur, markfuktighet m.m. Topografi, jordart och markanvändning finns automatiskt inlagd i modellens databas med en upplösning av ca 1 x 1 km men kan förbättras ytterligare genom utbyte till lokala data. Utifrån den storskaliga synoptiska meteorologin simulerar TAPM den marknära lokalspecifika meteorologin ner till en skala av ca 1 x 1 km utan att behöva använda platsspecifika meteorologiska observationer. Modellen kan utifrån detta beräkna ett tredimensionellt vindflöde från marken upp till ca 8 000 m höjd, lokala vindflöden (så som sjö- och landbris), terränginducerade flöden (t.ex. runt berg), omlandsbris samt kalluftsflöden mot bakgrund av den storskaliga meteorologin. Även luftens skiktning, temperatur, luftfuktighet, nederbörd m.m. beräknas horisontellt och vertikalt.

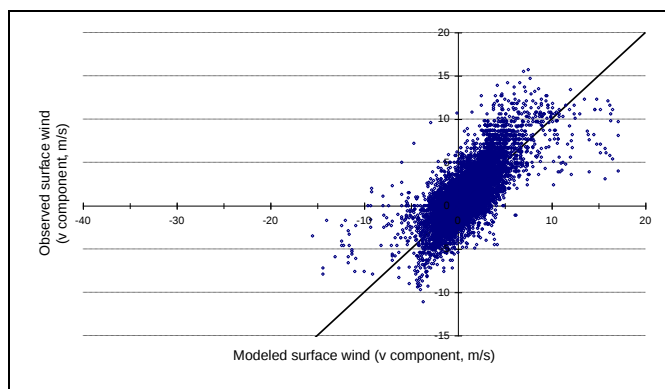
Modellen har validerats i både Australien och USA, och IVL Svenska miljöinstitutet har också genomfört valideringar för svenska förhållanden i södra Sverige (Chen m.fl. 2002). Resultaten visar på mycket god överensstämmelse mellan modellerade och uppmätta värden.

I Chen m.fl., (2002) gjordes även en jämförelse mellan uppmätta (med TAPM) och beräknade parametrar. I Figur B.1 presenteras jämförelsen av temperatur i olika tidsupplösning.

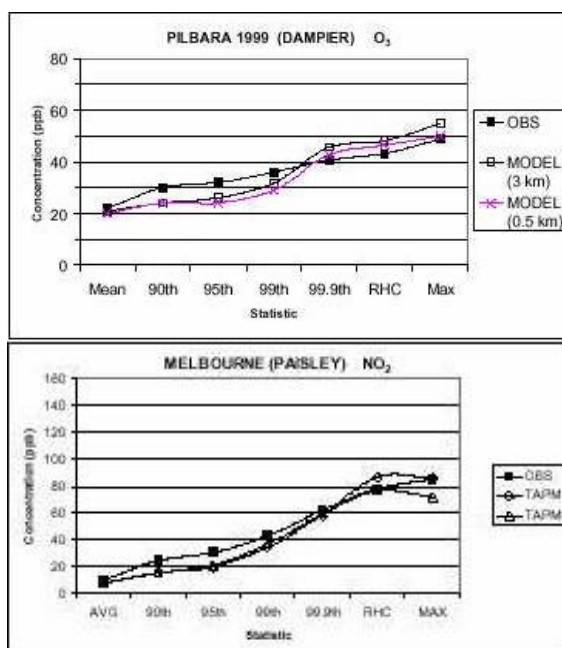
I Figur B.2 presenteras en jämförelse mellan uppmätt och beräknad vindhastighet vid Säve. Jämförelse mellan uppmätta och modellerade ozon- och NO₂-halter har genomförts i Australien (se Figur B.3).



Figur B.1 Uppmätt och modellerad lufttemperatur i Göteborg för 1999: (a) timvariation, (b) säsongsvariation och (c) dygnsvariation.



Figur B.2 Jämförelse mellan beräknad och uppmätt vindhastighet vid Säve 1999.



Figur B.3 Jämförelse mellan uppmätta O_3 och NO_2 -halter i Australien, gridupplösning 3x3km.

Referenser

Chen m.fl. 2002: *Application of TAPM in Swedish West Coast: validation during 1999–2000*, IVL-rapport L02/51

Pun, B K. Wu S-Y and Seigneur C. 2002: Contribution of Biogenic Emissions to the Formation of Ozone and Particulate Matter in the Eastern United States, *Environ. Sci. Technol.*, 36 (16), 3586–3596, 2002.

Bilaga C Miskam-modellen

MISKAM betyder Microscale Climate and Dispersion Model. MISKAM-modellen är en av de idag mest sofistikerade modellerna för beräkning av spridning avseende luftföroreningar i mikroskala. Det är en tredimensionell dispersionsmodell som kan beräkna vind- och haltfördelningen med hög upplösning i allt från gaturum och vägavsnitt till kvarter eller i delar av städer eller för mindre städer. Det tredimensionella strömningsmönstret runt bl.a. byggnader beräknas genom tredimensionella rörelseekvationer. Modellen tar även hänsyn till horisontell transport (advektion), sedimentation och deposition samt effekten av vegetation och s.k. under-flow dvs. effekten av vindmönster under t.ex. broar/viadukter. Föroreningskällorna kan beskrivas som punkt-, linje- eller ytkällor.

Modellen simulerar ett tredimensionellt vindfält över beräkningsområdet varför t.ex. turbulens runt hus samt s.k. trafikinducerad turbulens och därmed marknära strömningsförhållanden återges på ett realistiskt sätt. Denna typ av modell lämpar sig därmed väl även för beräkningar inom tätbebyggda områden där beräkning av haltnivåer ner i markplan skall utföras.

MISKAM är speciellt anpassad för planering i planeringsprocesser av nya vägdragningar eller nybyggnation i urbana områden. Modellen är utvecklad av Institute for Atmospheric Physics vid Johannes Gutenberg-universitetet i Mainz.

MISKAM-modellen ingår i ett modellsystem, SoundPLAN där även externbuller kan beräknas. Programmet kan räkna i enlighet med alla större internationella standarder, inklusive nordiska beräkningsmetoder för buller från industri, vägtrafik och tågtrafik. Resultatet kan bestämmas i enskilda punkter eller skrivas ut som färgkartor för större ytor.

Bilaga D Resultat kvävedioxid

D.1. Nuläge

Bilaga D-1.a NO₂-halt, årsmedelvärde

Bilaga D-1.b NO₂-halt, dygnsmedelvärde

Bilaga D-1.c NO₂-halt, timmedelvärde

D.2. Utbyggnad

Bilaga D-2.a NO₂-halt, årsmedelvärde

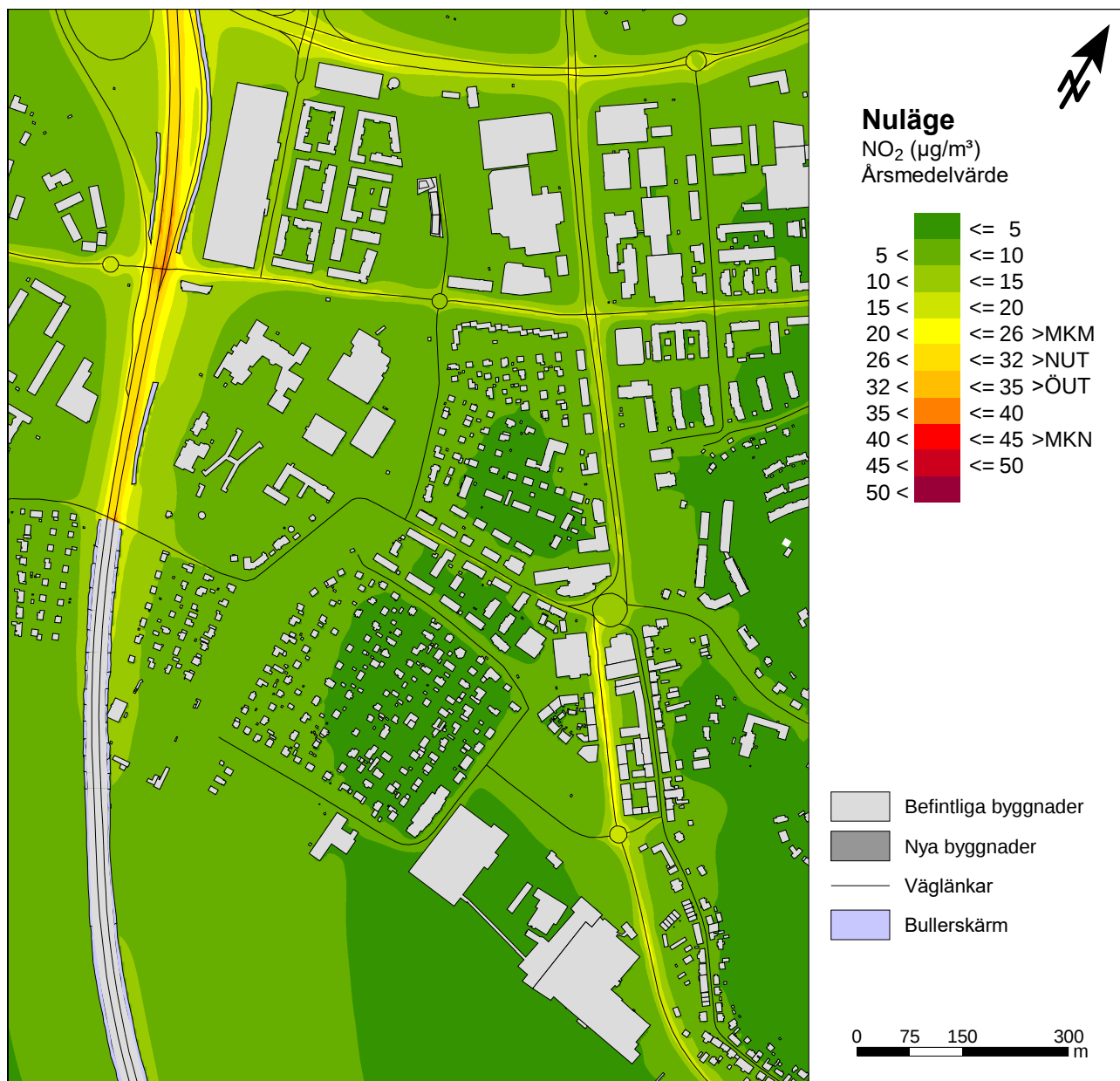
Bilaga D-2.b NO₂-halt, dygnsmedelvärde

Bilaga D-2.c NO₂-halt, timmedelvärde

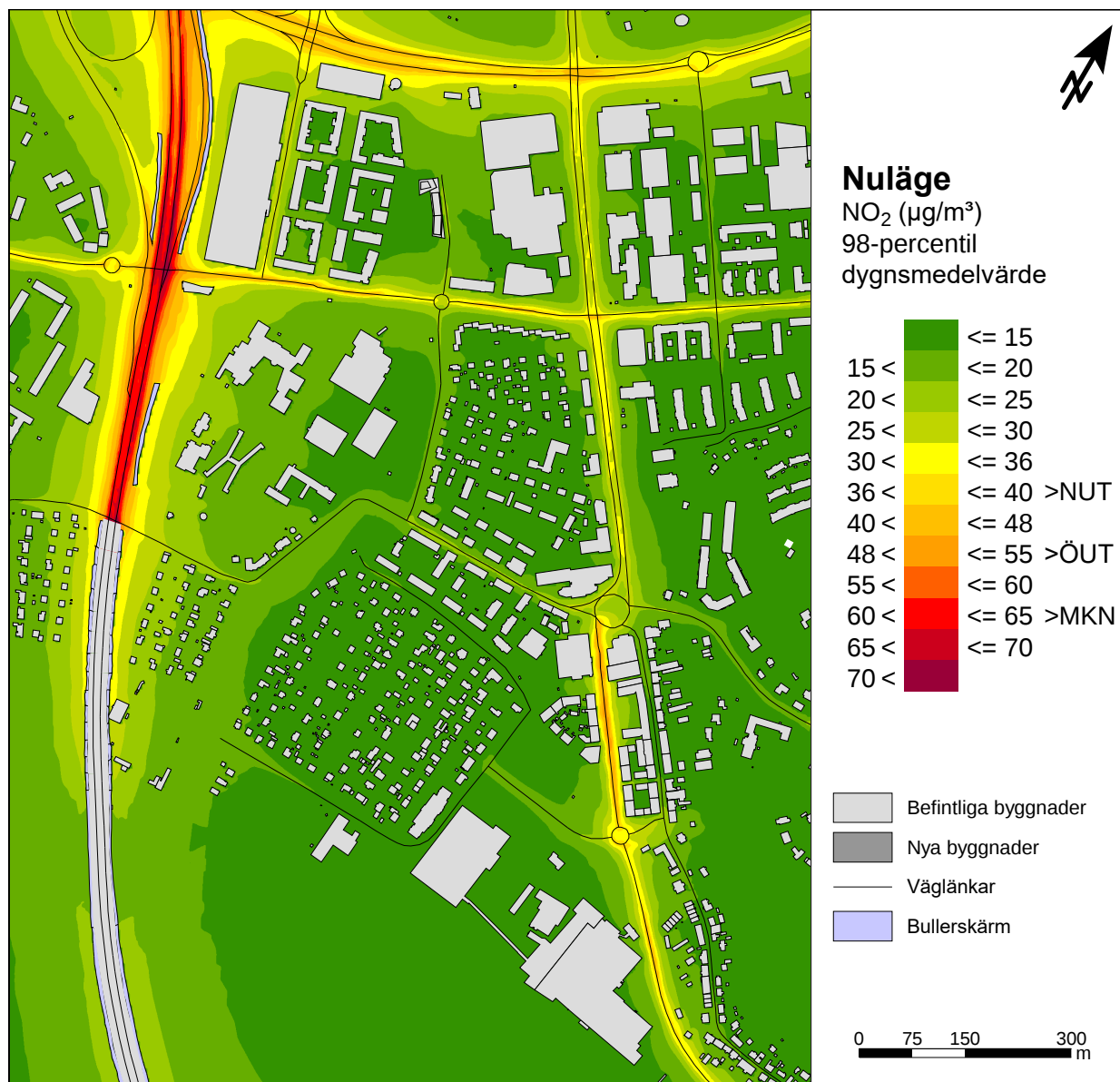
Bilaga D-2.d NO₂-halt, årsmedelvärde, EU-gränsvärde

Bilaga D-2.e NO₂-halt, dygnsmedelvärde, EU-gränsvärde

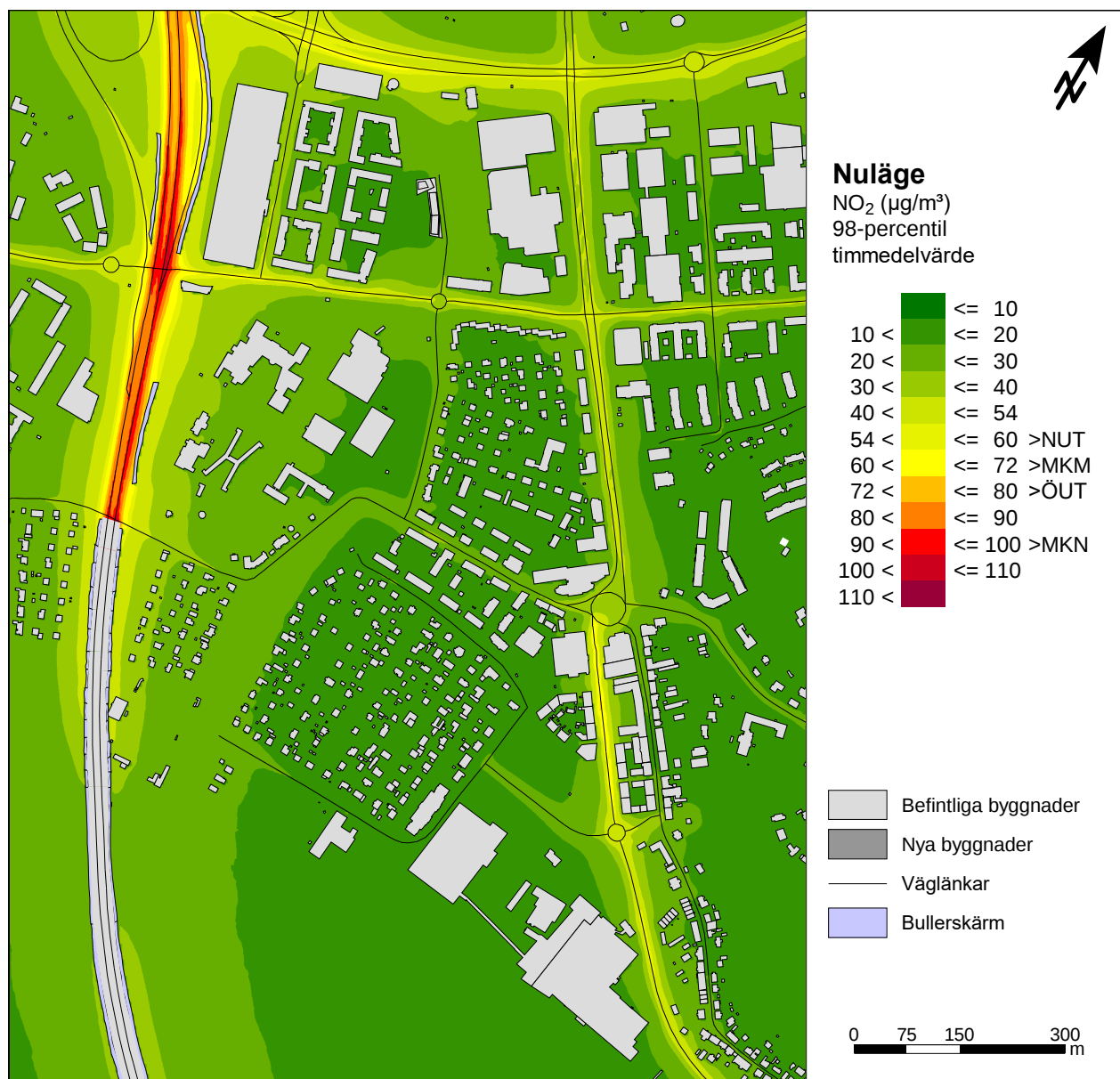
Bilaga D.1.a



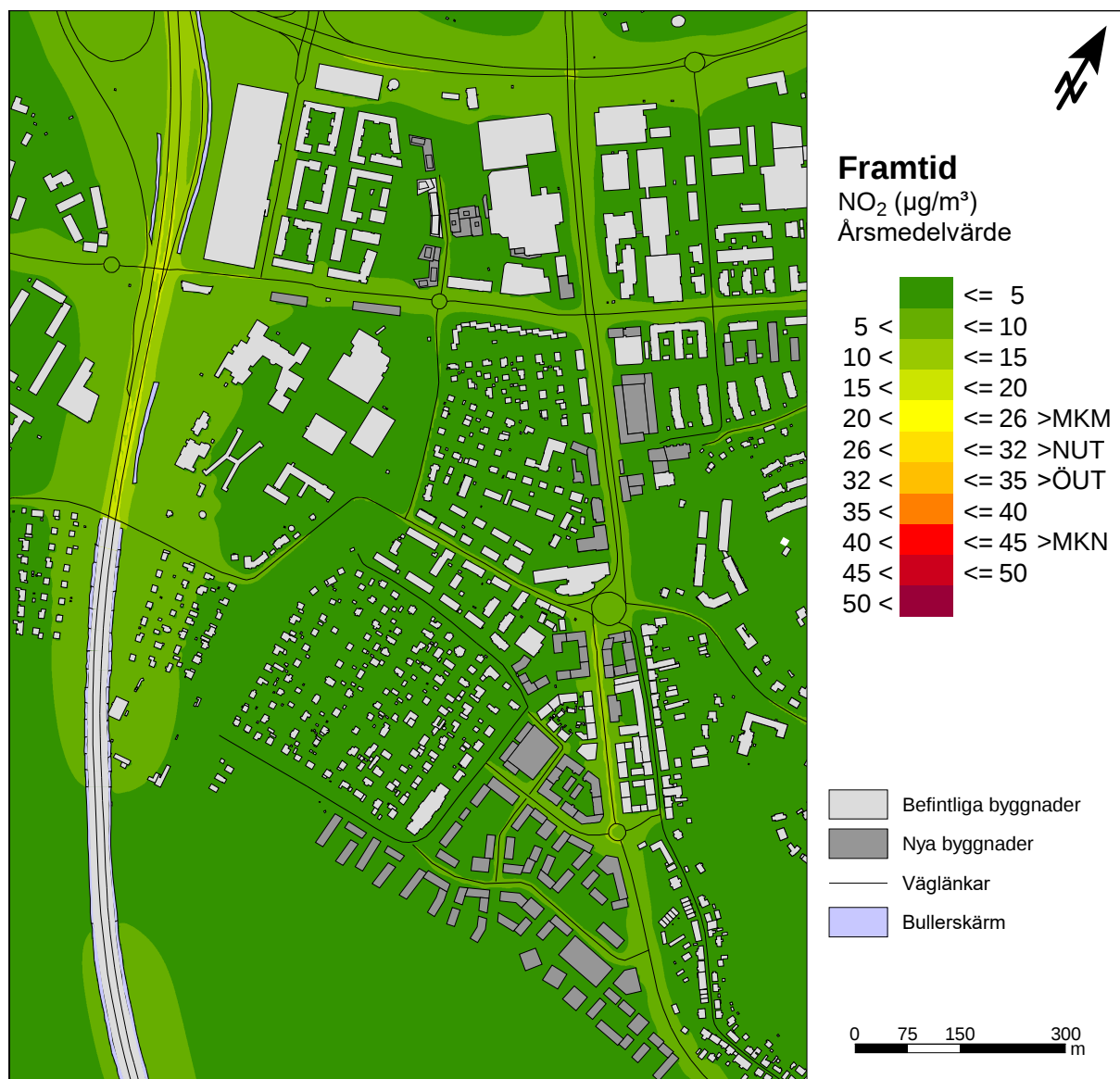
Bilaga D.1.b



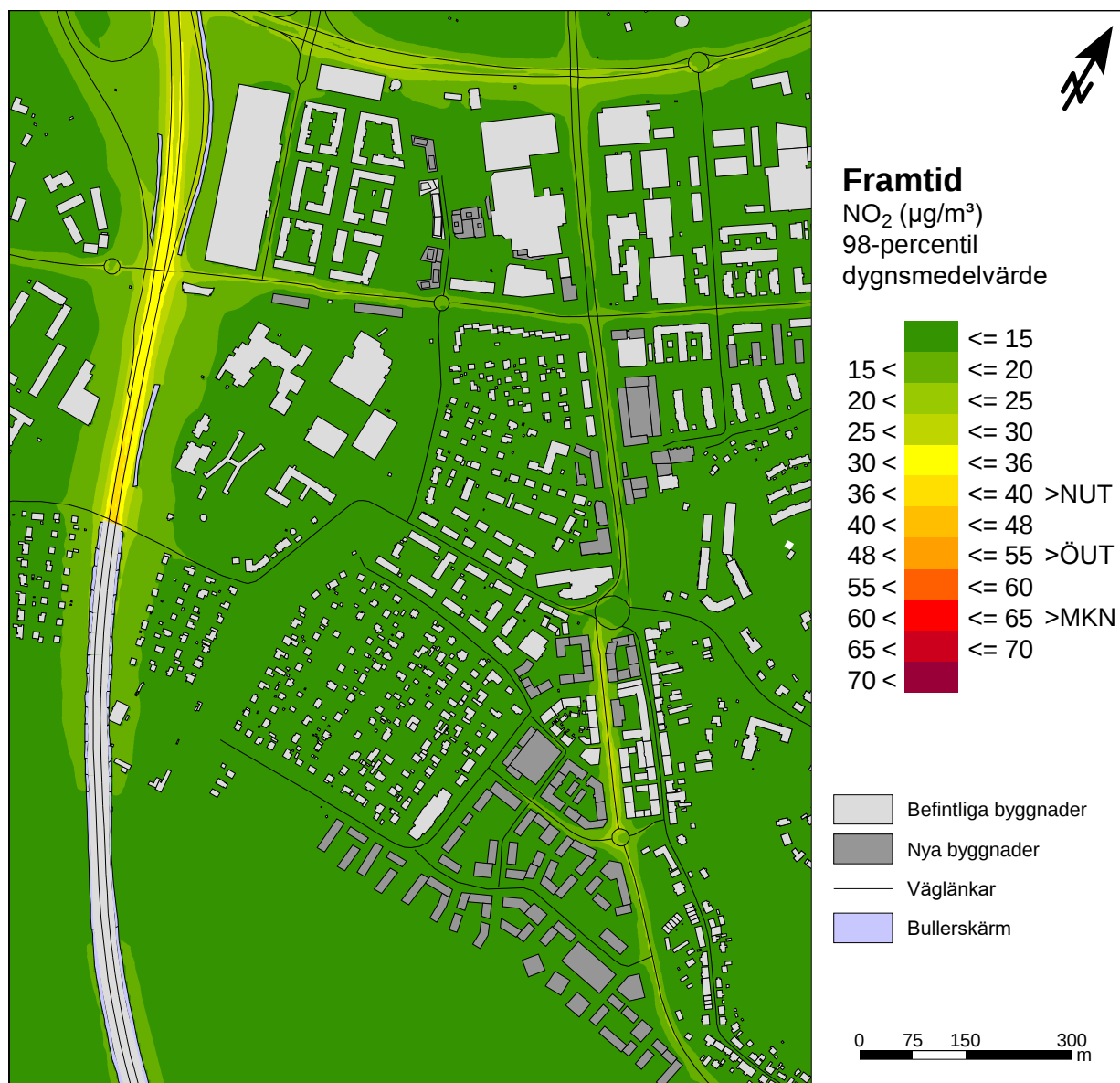
Bilaga D.1.c



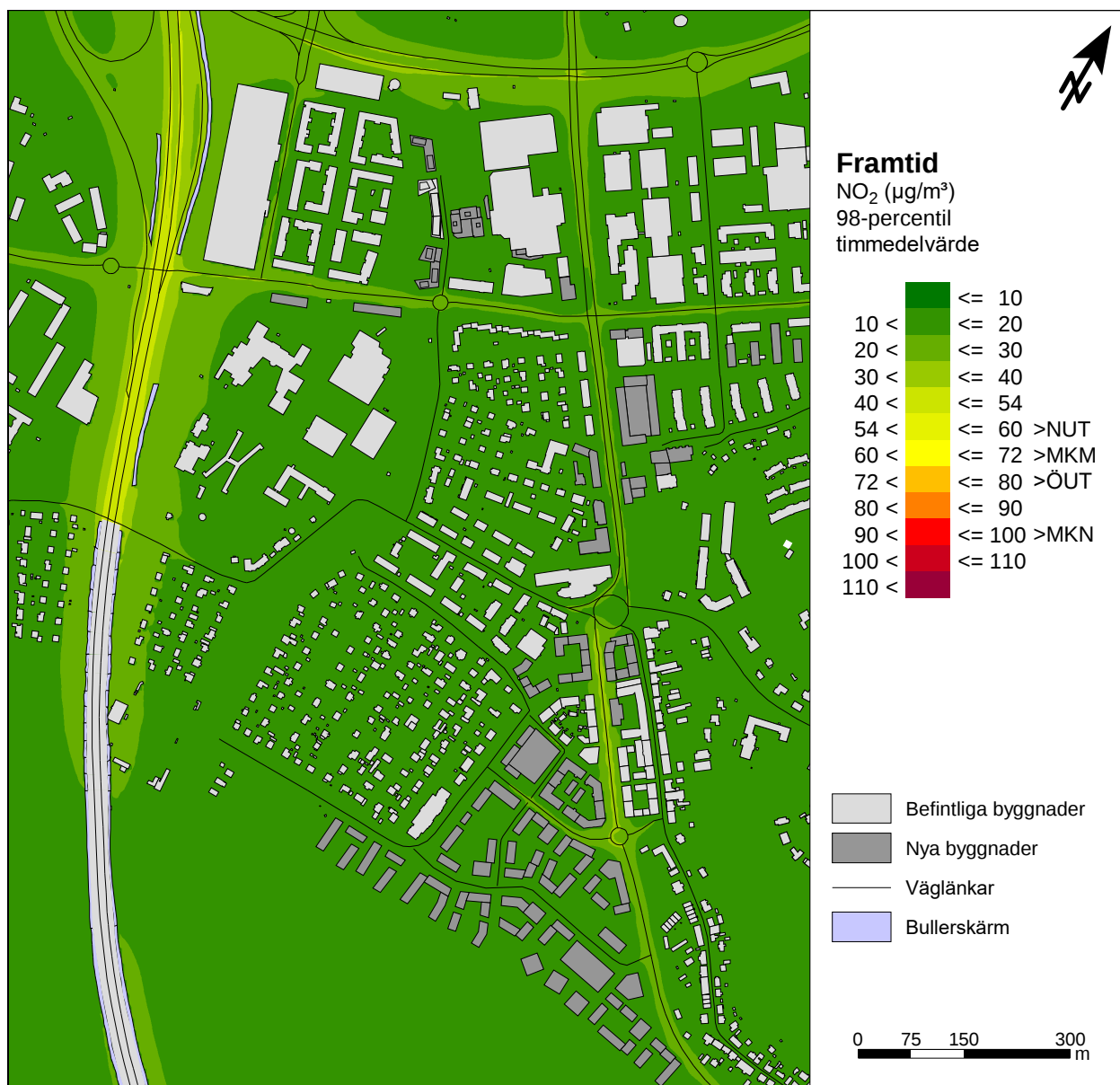
Bilaga D.2.a



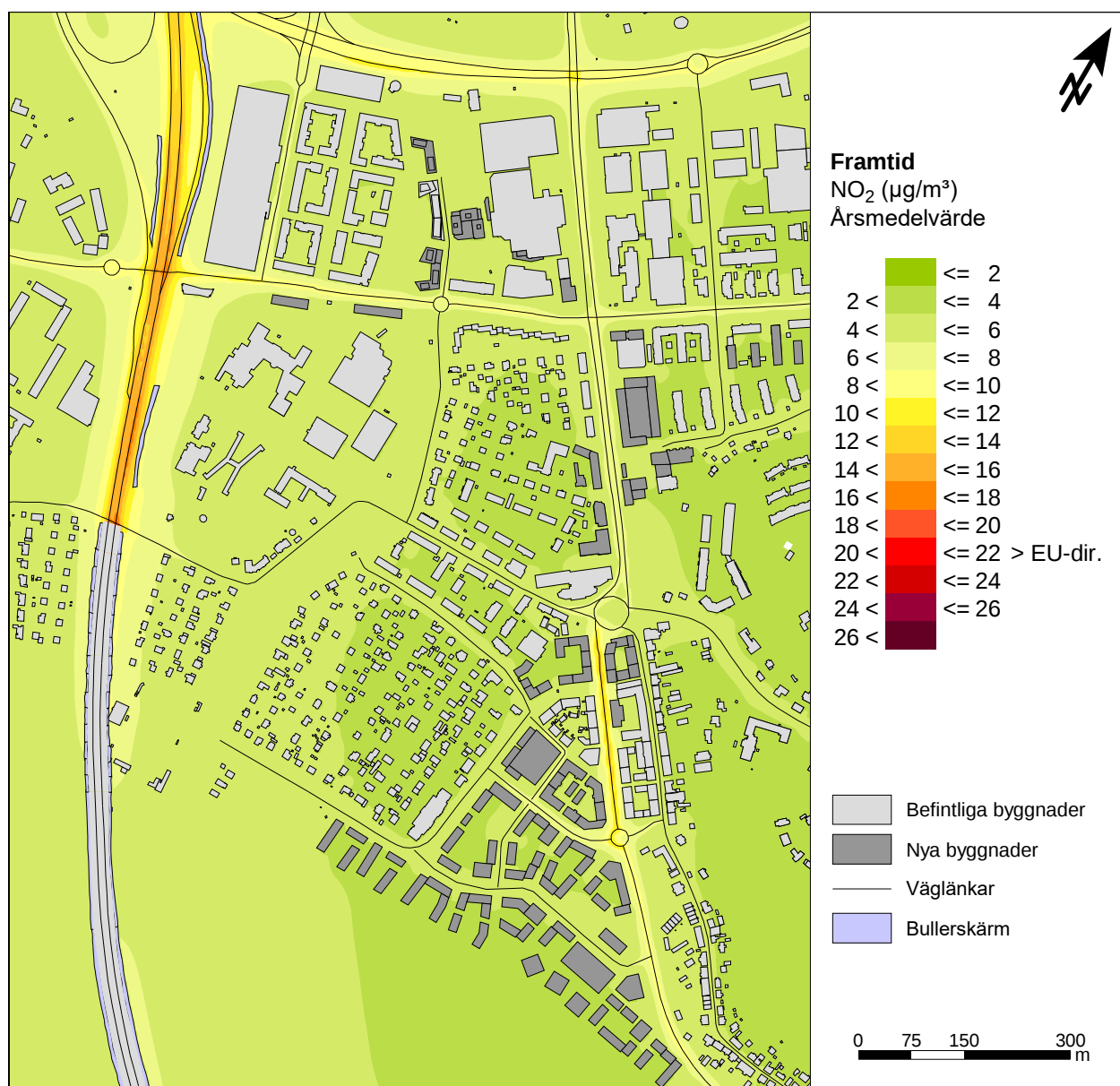
Bilaga D.2.b



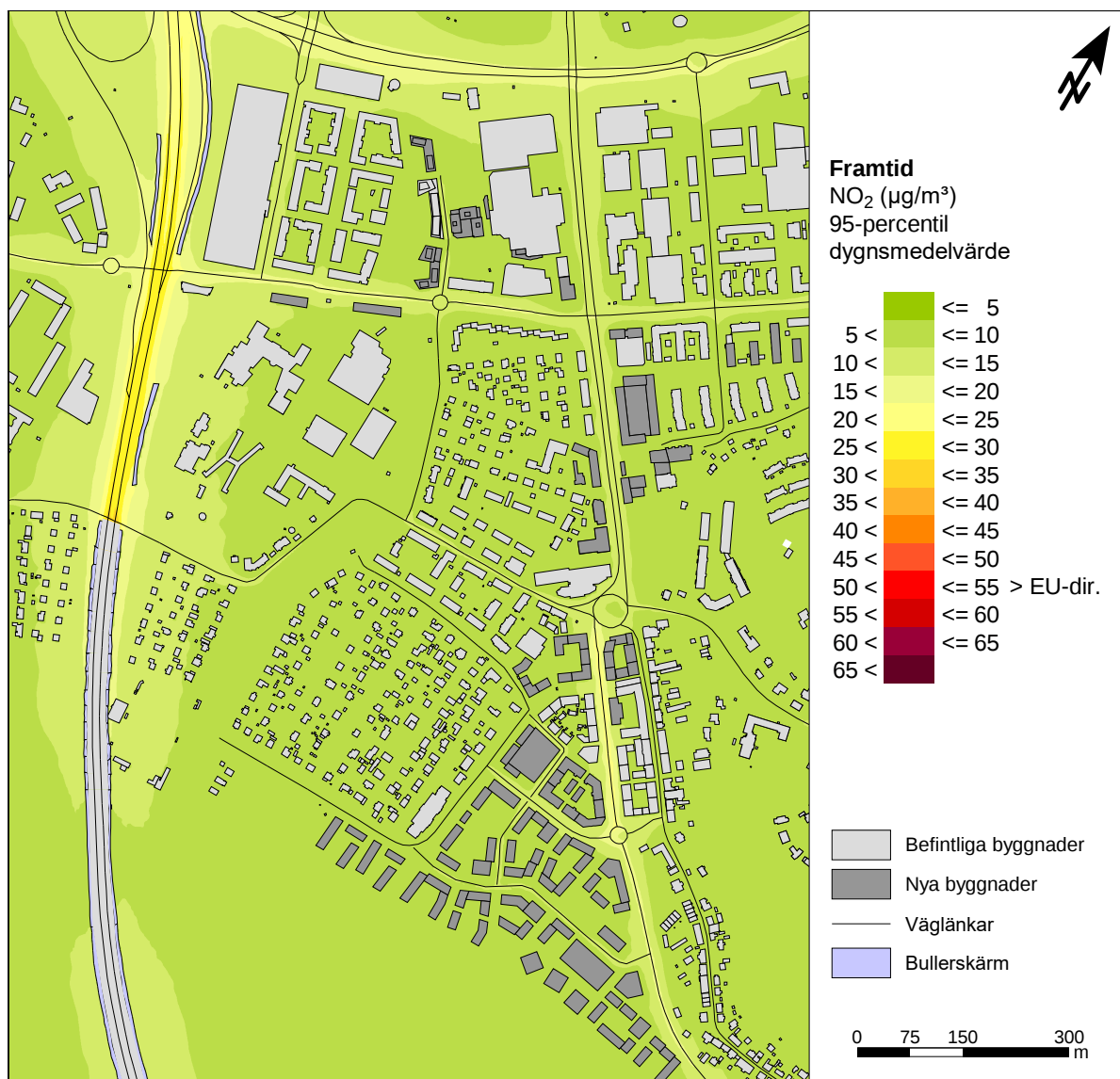
Bilaga D.2.c



Bilaga D.2.d



Bilaga D.2.e



Bilaga E Resultat partiklar

E.1. Nuläge

Bilaga E-1.a PM₁₀-halt, årsmedelvärde

Bilaga E-1.b PM₁₀-halt, dygnsmedelvärde

E.2. Utbyggnad

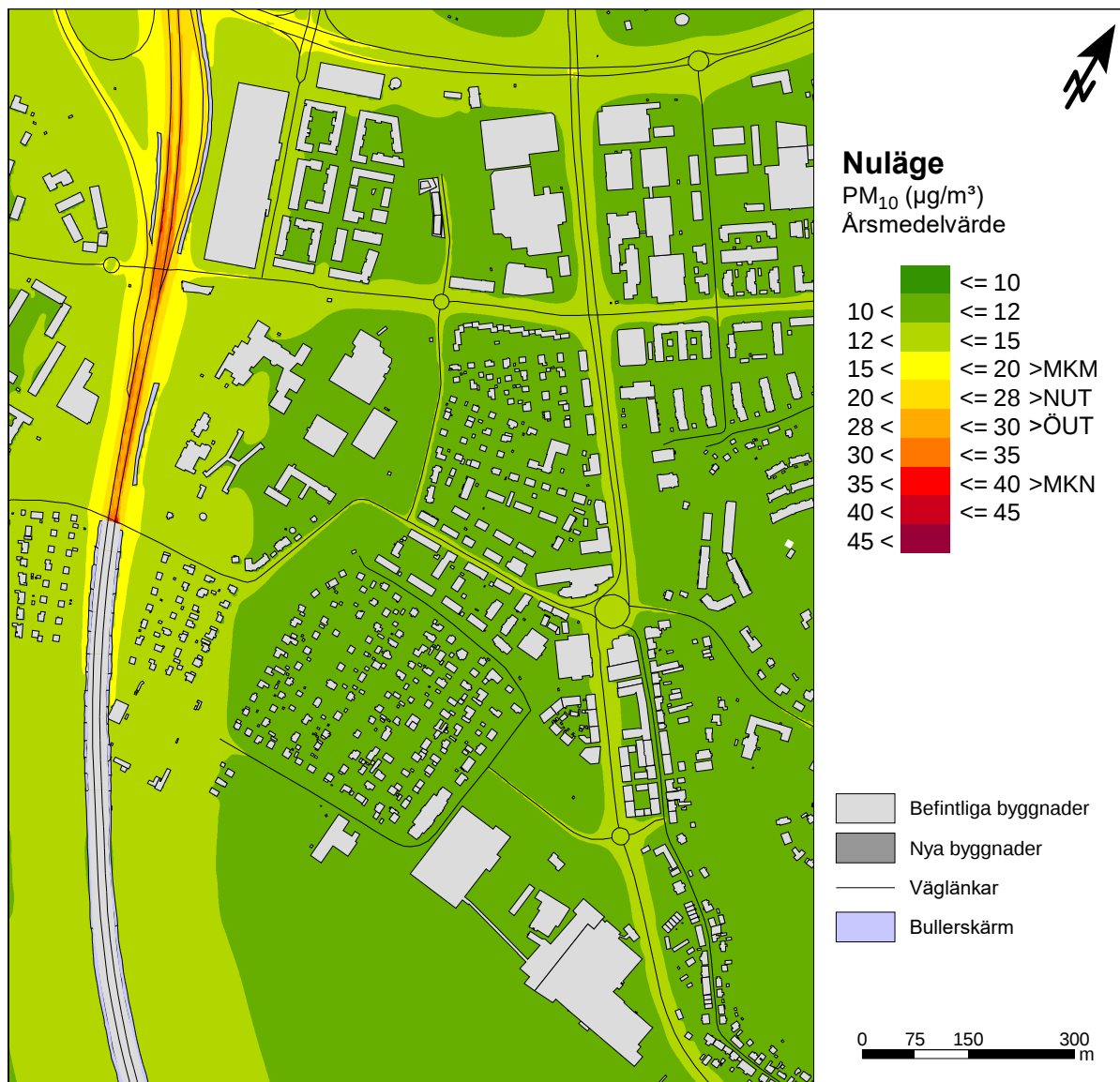
Bilaga E-2.a PM₁₀-halt, årsmedelvärde

Bilaga E-2.b PM₁₀-halt, dygnsmedelvärde

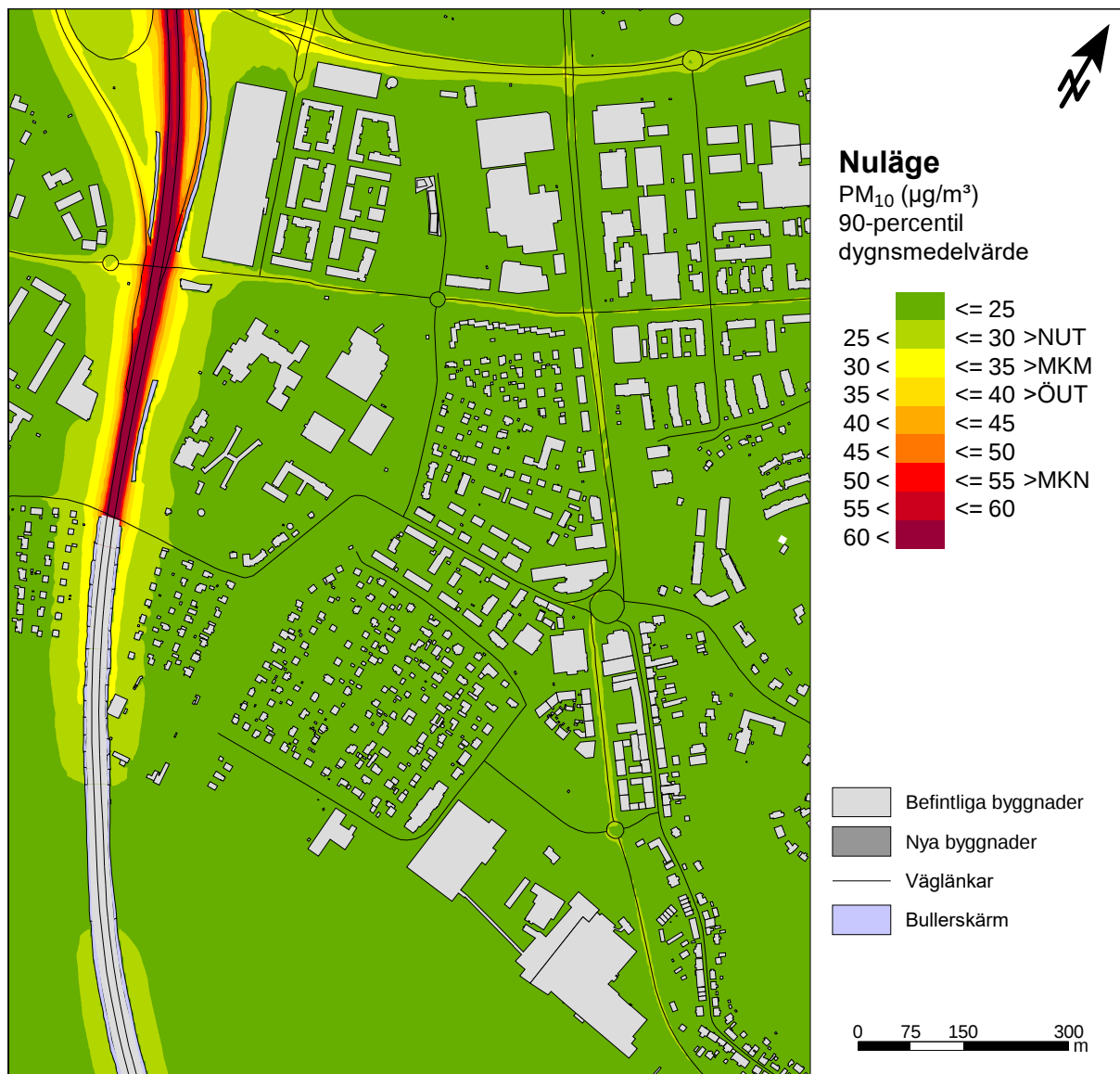
Bilaga E-2.c PM₁₀-halt-halt, årsmedelvärde, EU-gränsvärde

Bilaga E-2.d PM₁₀-halt, dygnsmedelvärde, EU-gränsvärde

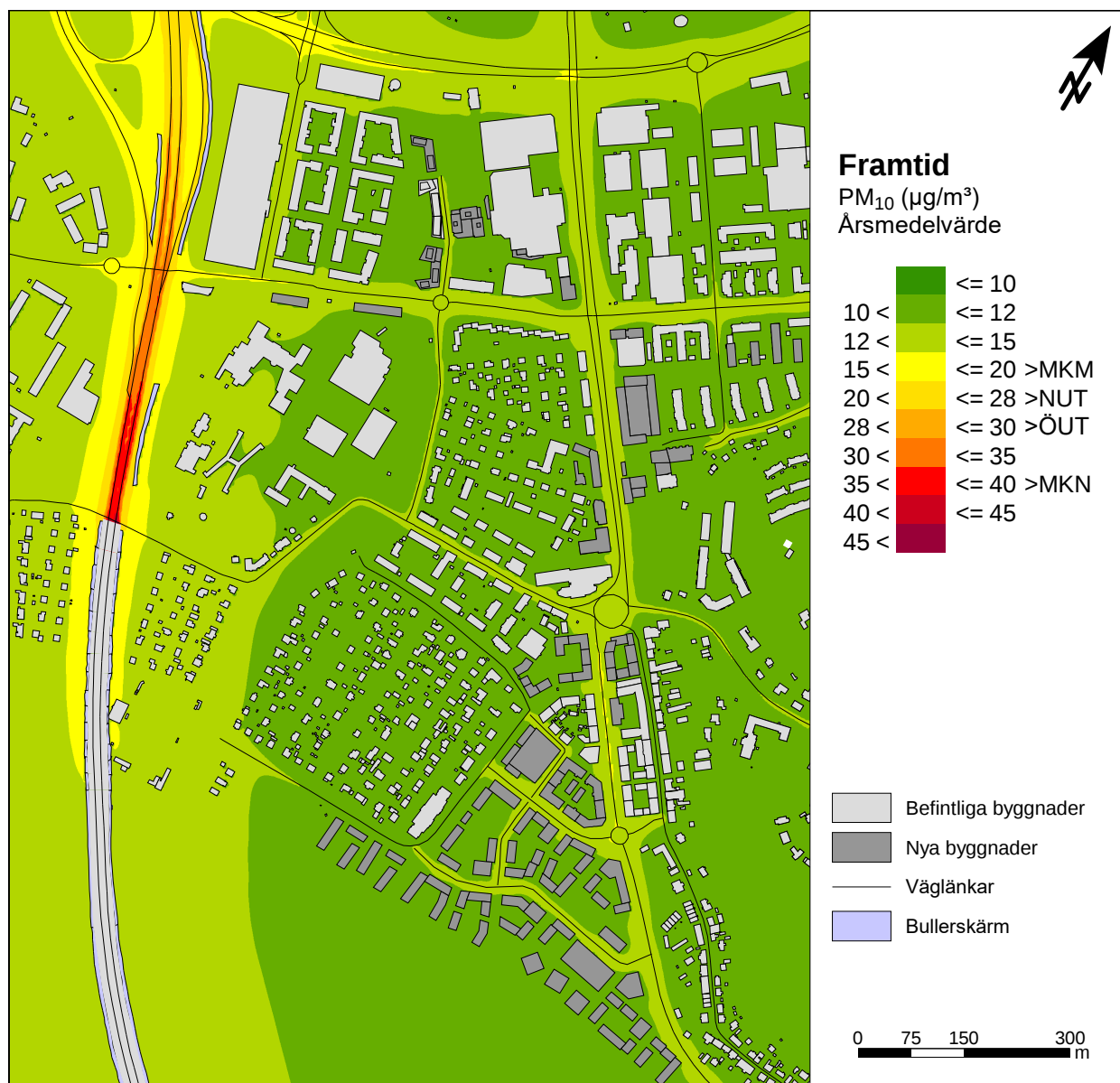
Bilaga E.1.a



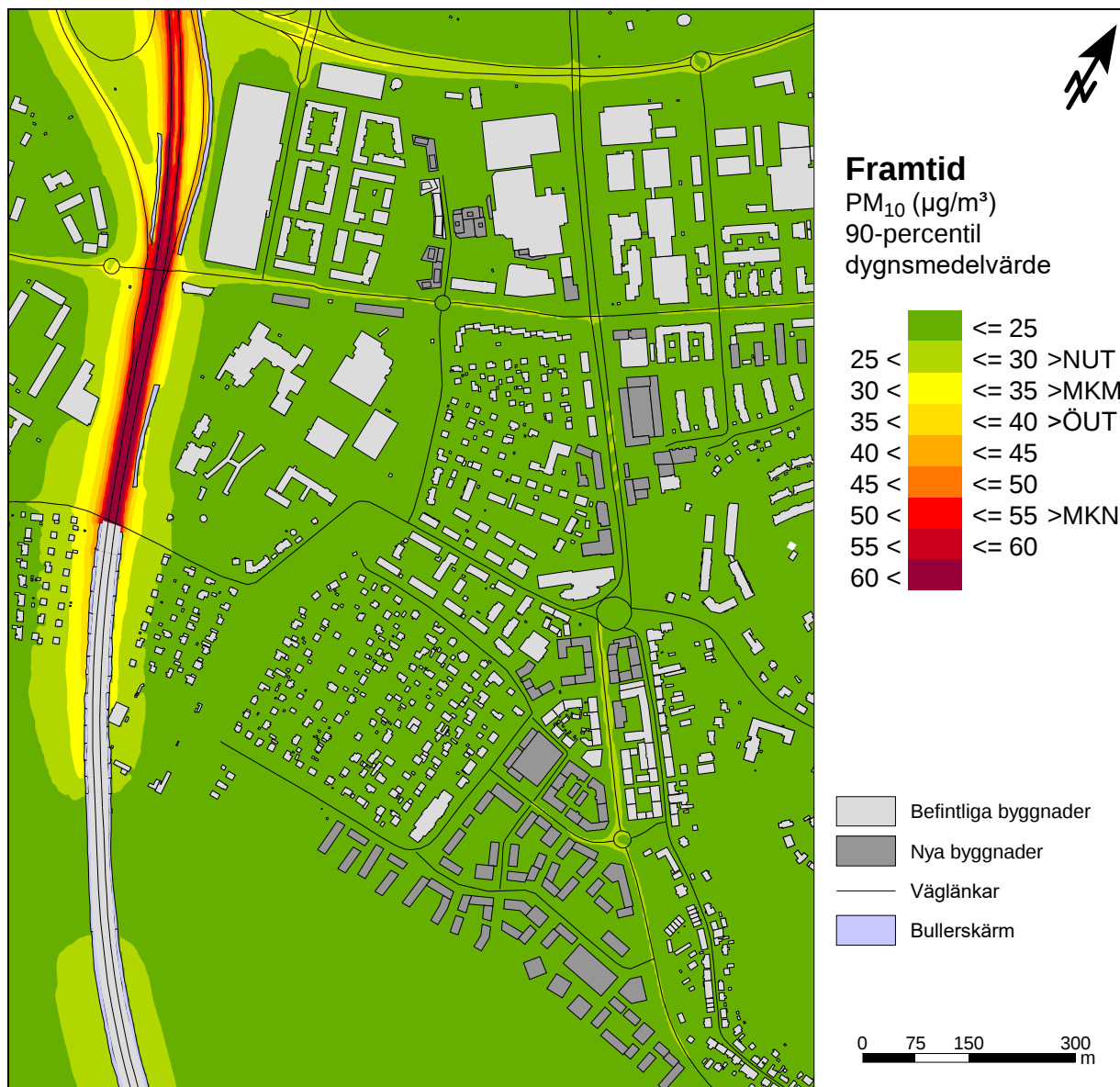
Bilaga E.1.b



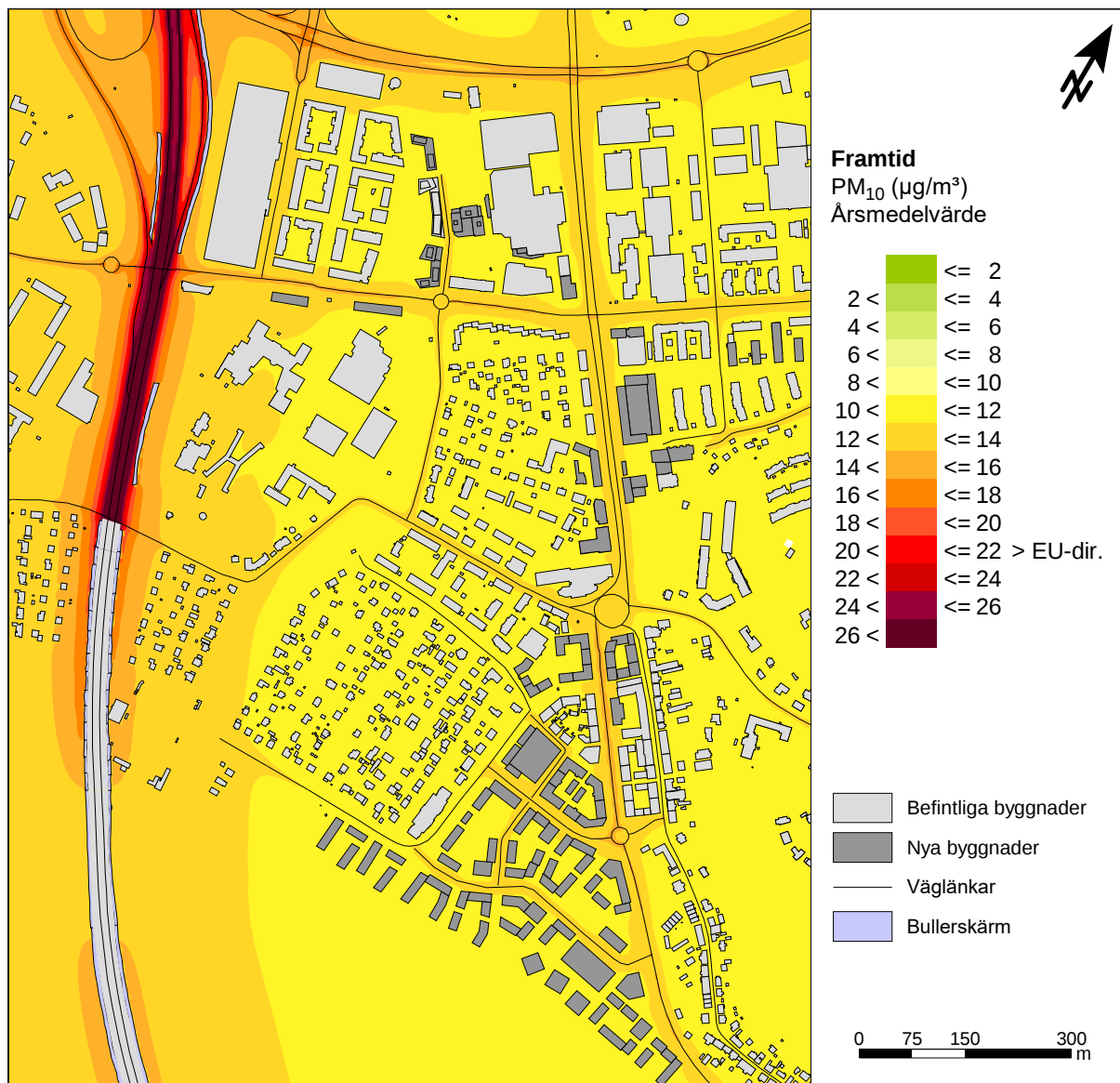
Bilaga E.2.a



Bilaga E.2.b



Bilaga E.2.c



Bilaga E.2.d

