

FEBRUARI 2018

RAPPORT A099726

SPRIDNINGSBERÄKNINGAR AV NO₂ OCH PM₁₀ FÖR NULÄGET OCH FRAMTIDEN VID GULDHEDSGATAN

Erik Bäck
Anna Bjurbäck
Marie Haeger-Eugensson
Marian Ramos García

COWI

ADRESS COWI AB
Skärgårdsgatan 1
Box 12076
402 41 Göteborg

TEL 010 850 10 00

FAX 010 850 10 10

WWW cowi.se

PROJEKTNR.

A099726

DOKUMENTNR.

001

VERSION

1.1

UTGIVNINGSDATUM

2018-02-13

BESKRIVNING

Rapport

UTARBETAD

Erik Bäck
Anna Bjurbäck
Marie Haeger-
Eugensson
Marian Ramos
García

GRANSKAD

Frida Lindstein

GODKÄND

Marie Haeger-Eugensson

INNEHÅLL

1	Sammanfattning	2
2	Inledning	3
2.1	Bakgrund	3
2.2	Syfte	4
2.3	Luftkvaliteten i Göteborg	4
2.4	Miljö kvalitetsnormer	5
2.5	Miljö kvalitetsmål	5
3	Underlag och metod	6
3.1	Framtida utformning av området	6
3.2	Utsläpp från trafiken	7
3.3	Spridningsmodellering	10
3.4	Urbana bakgrundshalter	10
4	Resultat	11
4.1	Kvävedioxid, NO ₂	11
4.2	Partiklar, PM ₁₀	14
5	Diskussion och slutsatser	17
6	Referenser	18

BILAGOR

Bilaga A	Beskrivning MISKAM-modellen
Bilaga B	Beskrivning TAPM-modellen
Bilaga C	Halkartor

1 Sammanfattning

Stadsbyggnadskontoret i Göteborg arbetar med att ta fram en detaljplan för förskola och bostäder vid Guldhedsgatan. Detaljplanen innehåller lokaler för en förskola med åtta avdelningar och bostäder. I de fall det blir studentbostäder räknas det bli totalt ca 70-100 lägenheter. På grund av nivåerna av luftföroreningar i omgivningarna och bebyggelsens närhet till vältrafikerade vägar har bedömningen gjorts att en luftmiljöutredning behöver göras.

Syfte

Denna luftutredning syftar till att ta fram underlag för bedömning av luftkvaliteten i området och risken att miljökvalitetsnormer (MKN) och miljökvalitetsmål för luft överskrids. Utredningen avser därför detaljerade spridningsberäkningar av kvävedioxid (NO_2) och partiklar (PM_{10}) i området, både för dagens förhållanden och framtida scenarier, där hänsyn tas till en eventuell biltunnel genom Medicinareberget.

Metod

Uppgifter om trafikmängder för nuläget, för 2023 och för 2035 har använts för att göra emissionsberäkningar, vilka utfördes med data från modellerna HBEFA och Nortrip. För meteorologisk indata har TAPM-modellen använts, och spridningsberäkningar genomfördes med CFD-modellen Miskam. Lokala urbana bakgrundshalter har beräknats baserat på tidigare utförda spridningsmodelleringar som jämförts med mätningar för åren 2009-2016.

Resultat

Resultaten visar att halterna av NO_2 och PM_{10} i planområdet ligger under miljökvalitetsnormen i dagsläget och i samtliga framtidsscenarier. Miljökvalitetsmålen för NO_2 klaras inte idag, men gör det år 2023, undantaget vägområdet, och år 2035 i hela planområdet. För PM_{10} klaras inte miljökvalitetsmålet för årsmedelvärde i planområdet i något av scenarierna, medan målet för dygnsmedelvärde klaras i alla.

Slutsatser

I dagsläget ligger dygnsmedelhalterna av NO_2 i planområdet strax under miljökvalitetsnormen. Övriga MKN klaras med större marginal. I framtiden väntas halterna av NO_2 minska i planområdet och MKN kommer att klaras med god marginal både 2023 och 2035. Inga åtgärder behöver alltså vidtas med hänsyn till luftkvaliteten, för att MKN ska klaras. De lägre halterna beror på att utsläppet av NO_2 per fordon vid det laget förväntas vara mycket lägre än i dagsläget. I dagsläget och år 2023 ligger halterna av NO_2 i planområdet och andra delar av beräkningsområdet över miljökvalitetsmålet, medan målet uppnås i planområdet i scenarierna för 2035.

Halterna av PM_{10} ligger under miljökvalitetsnormen såväl i planområdet som i resten av beräkningsområdet i alla beräknade scenarier. Halterna ökar dock något i framtiden, jämfört med idag. Miljökvalitetsmålet för årsmedelvärdet klaras inte i något av scenarierna, vilket beror på en hög bakgrundsnivån av PM_{10} . För att klara detta mål behöver partikelhalterna sänkas i såväl Göteborg som Sverige och Europa. Miljökvalitetsmålet för dygn klaras i planområdet i alla scenarier.

Den effekt på luftkvaliteten som kan noteras av tunneln genom Medicinareberget är att de förhöjda halterna på Per Dubbsgatan minskar och att halterna vid tunnelmynningen på Medicinaregatan höjs. Påverkan från tunnelmynningen bidrar inte till några överskridanden av miljökvalitetsnormerna eller miljökvalitetsmålen i det aktuella planområdet.

2 Inledning

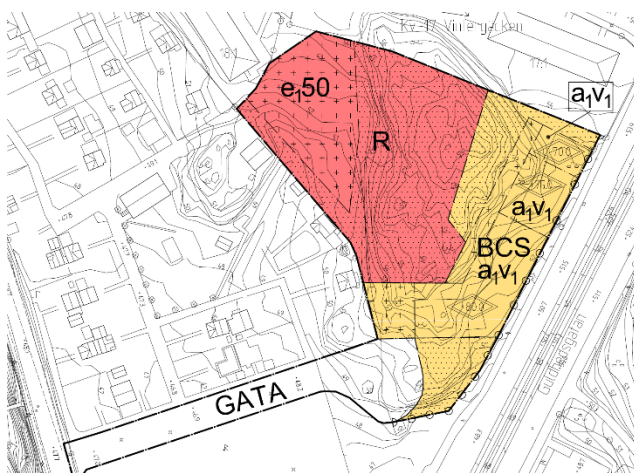
2.1 Bakgrund

Stadsbyggnadskontoret i Göteborg arbetar med en detaljplan för förskola och bostäder vid Guldhedsgatan. Detaljplanen avser att möjliggöra lokaler för en förskola med åtta avdelningar samt bostäder. Om det blir studentbostäder kommer det att bli totalt 70 till 100 lägenheter.

Planområdet ligger vid Guldhedsgatan mellan Wavrinskys Plats och Medicinaregatan. Idag är området ett obebyggt grönområde med en bergknalle främst bevuxen med träd. I direkt anslutning norr om området finns det ett bebyggt område med flerfamiljshus (ca 3 våningar), och söder om området ligger idag en parkeringsplats. Väster om området ligger Änggårdskolonin och Medicinareberget. Åt öster begränsas området av Guldhedsgatan. Se Figur 1 för lokalisering av planen i området, och Figur 2 för en mer detaljerad bild av planområdets gränsdragning.



Figur 1 Planområdet (röd ring) mellan Wavrinskys Plats och Sahlgrenska sjukhuset.



Figur 2 Detaljplaneområdet. Direkt öster om området går Guldhedsgatan och norrut ligger Fricksgatan. Bild från Göteborgs Stad (2017a).

2.2 Syfte

Luftutredningen syftar till att ta fram underlag för bedömning av luftkvaliteten i området och kontrollera att rikt- och gränsvärden för luft inte överskrids. Utredningen avser därför detaljerade spridningsberäkningar av NO₂ och PM₁₀ i området, både för dagens förhållanden och framtida scenarier, där även hänsyn tas till en eventuell biltunnel genom Medicinareberget i ett av scenarierna. Sammanfattningsvis består utredningen av dessa delar:

- > Beräkna luftkvaliteten avseende partiklar (PM₁₀) och kväveoxider (NO₂) för den aktuella detaljplanen för dagens situation för år 2016, och för framtida planerad bebyggelse för prognosåret 2023. Dessutom har beräkningar gjorts för år 2035 med respektive utan en tunnel genom Medicinareberget.
- > Beräkningarna ska göras för totala lufthalter, det vill säga både det som genereras från trafik i området samt övriga källor, vilka inkluderas i form av bakgrundshalter.
- > Jämförelse av beräknade halter ska göras med MKN och miljökvalitetsmål.

2.3 Luftkvaliteten i Göteborg

Luftkvaliteten i Göteborg, med avseende på svaveldioxid (SO₂), partiklar (PM₁₀) och kväveoxider (NO₂) har förbättrats betydligt under de sista årtiondena och halterna av SO₂ är inte längre ett problem. Fortfarande sker dock överskridanden av miljökvalitetsnormerna (MKN) för utomhusluft för NO₂, både i gaturum och i urban bakgrund, på flera platser i Göteborgsområdet. Enligt Miljöförvaltningens och Luftvårdsprogrammets i Göteborgsregionen mätningar överskrids däremot inte MKN för partiklar, vare sig PM₁₀ eller den mindre fraktionen PM_{2,5}, någonstans i Göteborg.

Det framgår av Naturvårdsverkets emissionsdatabaser för Sverige (SMED) att kväveoxidemissionen har halverats från 1990 fram till nu och motsvarande utveckling ses i Göteborg. Av de totala emissionerna av kväveoxider står, i dagsläget, fordonstrafik (bussar, lastbilar personbilar) för knappt 25 % av de totala utsläppen jämfört med 1990 då fordonstrafik utgjorde nästan 50 %. Den stora minskningen av fordonsemissioner beror på en mycket positiv teknikutveckling, men denna har delvis "ätits upp" av att mängden fordon har ökat. Trots att fordonen inte står för majoriteten av emissionerna så är haltandelen från dem ofta stor i urbana områden. Detta beror på att emissionerna sker i markplan där spridningen är sämre än i fallet med emissioner från upphöjda källor (skorstenar). Dessutom ska mätningar, enligt gällande normer för kontroll av luftkvalitet (NFS 2013:11), ske på mellan 1,5 och 4 (men max 8) meters höjd över mark. Haltandelen som kommer från trafiken beror på lokalisering i staden. Enligt en tidigare genomförd utredning (Haeger-Eugensson m.fl. 2010) är andelen från fordon vid Gårdaleden ca 60 % för höghaltstillfällen (som kan jämföras med 98-percentil timme – d.v.s. MKN för NO₂) och drygt 50 % av årsmedelvärdet. Vid större trafikleder kan alltså halterna bli mycket höga nära vägen men de avklingar ofta relativt snabbt. Hur snabbt beror dock på emissionens storlek och de lokala spridningsförutsättningarna vilka i sin tur beror på bebyggelsen, markanvändningen (t.ex. vegetation), topografin och lokal meteorologi.

De högsta halterna av NO₂ i Göteborg återfinns längs E6/E20 från Tingstadstunnelns mynning, förbi Gårda och söderut mot Mölndal samt i gaturum i centrala Göteborg där det går mycket trafik, i synnerhet under rusningstiden (t.ex. Sprängkullsgatan). Data

från Luftvårdsprogrammets mätstation vid Gårda visar att det under år 2016 registrerades ca 500 överskridanden av timmedelvärdet för NO₂ (Göteborgs Stad, 2017c), vilket är mer än de 175 timmar då överskridande tillåts enligt MKN. Orsaken till de höga halterna just kring ovanstående led är dels den stora trafikmängden och dels att spridningen till stor del begränsas av både omgivande berg och bebyggelse. Exempel på hur luftkvaliteten påverkas av bebyggelse kan ses i Haeger-Eugensson m.fl. (2014a), och hur den påverkas av olika åtgärder ses i Haeger-Eugensson m.fl. (2014b). Även vegetation har visats kunna minska halten av både NO₂ och partiklar betydligt (Yang m.fl. 2008).

2.4 Miljökvalitetsnormer

I samband med att Miljöbalken trädde i kraft den 1 januari 1999 infördes miljökvalitetsnormer (MKN) som ett nytt styrmedel i svensk miljö rätt. Systemet med MKN regleras framförallt i Miljöbalkens femte kapitel. Till skillnad mot gränsvärden och riktvärden skall MKN enbart ta fasta på vad människan och naturen tål utan hänsyn till ekonomiska intressen eller tekniska förhållanden. En norm kan meddelas om det behövs i förebyggande syfte eller för att varaktigt skydda människors hälsa eller miljön. De kan även användas för att återställa redan uppkomna skador på miljön.

MKN gäller i utomhusluft med undantag av väg- och spårtunnlar och arbetsplatser till vilka allmänheten inte har tillträde (Sveriges riksdag, 2010). MKN ska inte tillämpas på vägbanor, på platser där människor normalt inte vistas (t ex inom vägområdet längs större vägar) och i så kallade belastade mikromiljöer, exempelvis i direkt anslutning till en korsning eller vid en ventilationsanläggning för en tunnel (Naturvårdsverket, 2014).

Gällande miljökvalitetsnormer för NO₂ och PM₁₀ i utomhusluft redovisas i Tabell 1.

Tabell 1 Miljökvalitetsnormer för utomhusluft enligt Luftkvalitetsförordningen.

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

1) Förutsatt att föroreningsnivån aldrig överstiger 200 µg/m³ under en timme mer än 18 gånger per kalenderår.

Kommuner och myndigheter bär huvudansvaret för att MKN följs, men verksamhetsutövare har också ett visst ansvar. Ansvaret ökar med verksamhetens storlek och miljöpåverkan. MKN ska följas när kommuner och myndigheter planlägger, bedriver tillsyn och ger tillstånd till att driva anläggningar (Naturvårdsverket, 2014).

2.5 Miljökvalitetsmål

Det svenska systemet med miljökvalitetsmål innehåller ett generationsmål, sexton miljökvalitetsmål och tjugofyra etappmål. Generationsmålet anger inriktningen för den samhällsomställning som behöver ske inom en generation för att miljökvalitetsmålen ska nås. Miljökvalitetsmålen beskriver det tillstånd i den svenska miljön som miljöarbete

tet ska leda till. Det finns även preciseringar av miljökvalitetsmålen. Preciseringarna förtydligar målen och används i det löpande uppföljningsarbetet av målen.

Ett av målen, Frisk luft, berör direkt halter i luft av olika föroreningar. Miljökvalitetsmålet Frisk luft 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 2 för preciseringar för NO₂ och PM₁₀. Miljökvalitetsmålen ska nås senast år 2020.

Tabell 2 *Preciseringar avseende kvävedioxid och partiklar för miljökvalitetsmålet Frisk luft.*

Förorening	Medelvärdesperiod	Miljökvalitetsmål (µg/m ³)	Antal tillåtna överskridanden per år
PM ₁₀	Dygn	30	37 dygn
	År	15	-
NO ₂	Timme	60	175 timmar
	År	20	-

Miljökvalitetsmålen utgör en riktning och vägledning åt kommuner och Länsstyrelser vart det framtida miljöarbetet ska sikta mot. Även om miljökvalitetsmålen inte är legalt bindande så som MKN, kan överskridanden av miljökvalitetsmålen innebära en begränsning i framtiden, beroende på hur dessa tolkas av myndigheterna och därmed vilken praktisk betydelse dessa får.

3 Underlag och metod

Fyra scenarier har beräknats för Guldhedsgatan. Det handlar om nuläget med nuvarande bebyggelse och trafikmängder och ett utbyggnadsscenario för år 2023 med den planerade bebyggelsen och prognosticerade trafikmängder. Dessutom har beräkningar gjorts för år 2035 med den planerade bebyggelsen, prognosticerade trafikmängder och nuvarande vägnät respektive med en vägtunnel genom Medicinareberget.

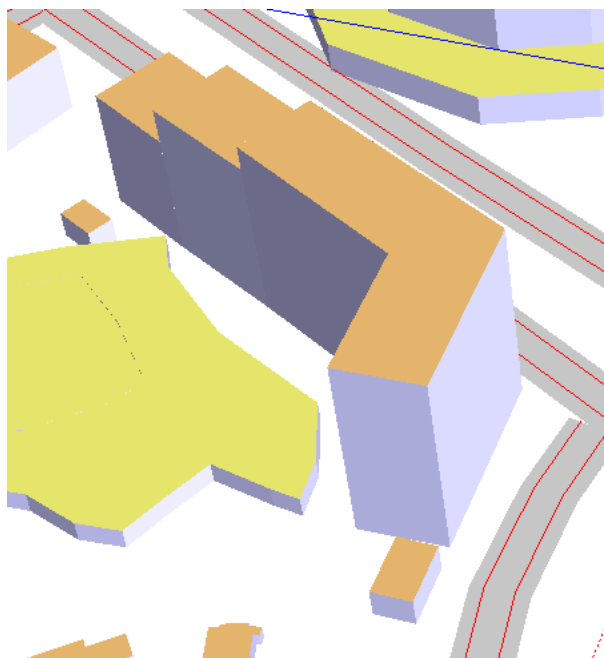
3.1 Framtida utformning av området

Planområdet ligger vid Guldhedsgatan mellan Wavrinskys Plats och Medicinaregatan. Idag präglas området av topografiska förutsättningar med relativt stora höjdskillnader åt alla håll. Väster om området höjer sig Medicinareberget, öster om området finns en brant trädbevuxen sluttning upp mot Södra Guldheden, norrut ligger sluttningen mot Wavrinskys Plats. Bebyggelsen i närområdet är relativt gles och består idag av flerfamiljshus på 3-4 våningar norr om planområdet, byggnader på 4-7 våningar som tillhör Sahlgrenska akademien sydväst om området, samt ett ombyggt vattentorn på 12 våningar som ligger rakt öster om området och som idag används som studentbostäder. Västerut ligger Änggårdskolonin, vars bebyggelse består av små kolonistugor.

Den bebyggelse som medges i detaljplanen är en cirka 70 meter lång byggnad utefter Guldhedsgatan i vinkel in mot Medicinareberget (se Figur 3 och Figur 4). Huset får vara mellan 20 och 30 meter högt, och högst i den södra delen. En ny gata kommer att anläggas söder om koloniområdet, på det som idag är parkeringsplatsens nordligaste del.



Figur 3 Den planerade nybyggnationen är markerad med lila (OkiDoki! Arkitekter AB).



Figur 4. En schematisk bild av den planerade nybyggnationen, sedd från sydväst. Guldhedsgatan är den gata som skymtar fram bakom byggnaden.

3.2 Utsläpp från trafiken

Uppgifter om trafikmängder för nuläge och framtidsscenarioer har erhållits från Göteborgs Stad (2017a, 2017d, 2017e). Tidtabeller för kollektivtrafik har hämtats från Västtrafik (2017). Trafikdata som använts för beräkningarna har sammanställts i Tabell 3.

Tabell 3 Trafikindata till emissionsberäkningar. För 2023 har en trafikallstring av den aktuella planen lagts till siffrorna för nuläget. För 2035-scenariot ingår även trafikallstring från andra planer.

Gata	ÅDT nuläge				ÅDT 2023 Total	ÅDT 2035			
	Total	Buss	Spår- vagn	Tung trafik		Total	Buss	Spår- vagn	Tung trafik
Guldhedsgatan	9 000	399	753	10%	9 220	9 650	379	1 168	10%
Per Dubbsgatan	21 000	608	753	10%	21 100	21 900	1 061	1 168	10%
Ehrenströmsgatan	9 000	585		8%	9 040	9 300	850		8%
Doktor Allards Gata	3 500		165	5%		2 550		312	6%
Medicinaregatan	7 000			5%		7 650			5%
Fricksgatan	1 000			5%		1 000			5%
Doktor Saléns Gata	1 000			5%		1 200			5%
Ny gata på dagens parkering					360	360			4%

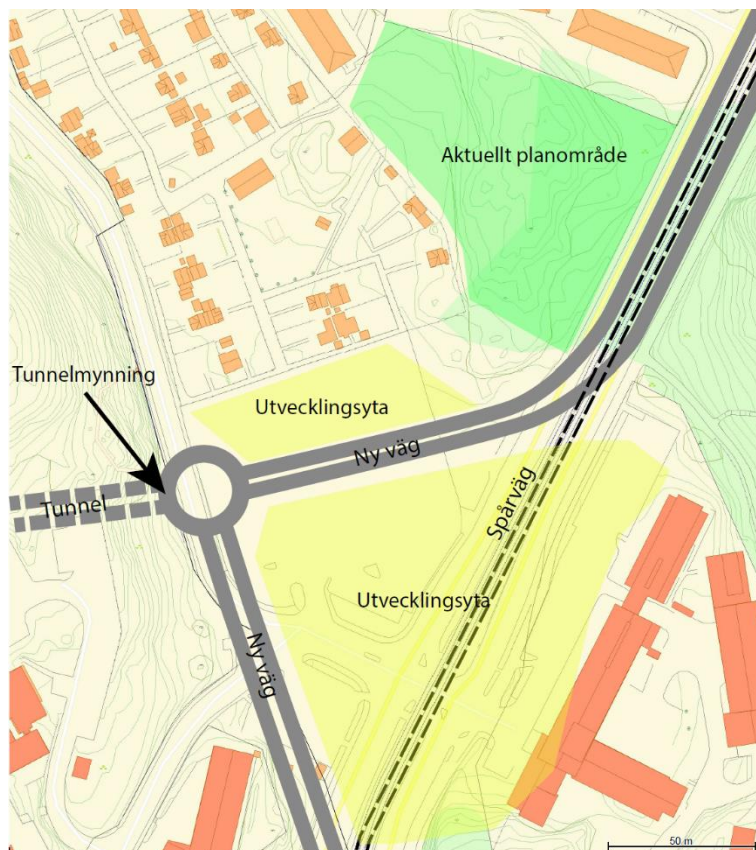
På parkeringsplatsen *Medicinaregatan norra* finns i nuläget 308 platser (Parkering Göteborg, 2017). Antalet bilar per dag har antagits vara dubbelt så många som antalet platser. Parkeringen har antagits existera i alla scenarier utom 2035-scenariot med tunnel.

Gatan som i Tabell 3 kallas *Ny gata på dagens parkering* visas i Figur 2.

För 2023-scenariot har en allstring från aktuell plan lagts till nulägets trafiksiffror. Flödena för kollektivtrafik antas vara desamma. För 2035-scenarierna ingår trafikallstrings-siffror även från andra planer i Guldhedsgatans närhet. De använda trafiksiffrorna ses i Tabell 3.

I framtidsscenariot 2035 med en 600 meter lång tunnel genom Medicinareberget har följande förändringar i gatuutformningen skett:

- > Den nya gatan mellan Guldhedsgatan och Medicinaregatan har lokaliserats en aning längre söderut för att möta tunnelmynningen.
- > All trafik på Per Dubbsgatan som inte är kollektivtrafik har antagits ta vägen genom tunneln.
- > För kollektivtrafik har Ehrenströmsgatan och Guldhedsgatan behållit sin tidigare dragning.
- > All trafik som inte är kollektivtrafik har antagits använda den nya gatan på dagens parkering och Ehrenströmsgatan, som förlängts norrut till tunnelmynningen enligt Figur 5.
- > Medicinaregatan har antagit sluta vid tunnelmynningen, där Ehrenströmsgatan tar vid.



Figur 5 Tunnelmynningens lokalisering i förhållande till aktuellt planområde. Bild från Göteborgs stad (2017a).

Utsläppen från trafiken har beräknats med emissionsmodellerna HBEFA (version 3.3) och Nortrip. Avgasemissioner har beräknats med emissionsfaktorer från HBEFA, som tar hänsyn till hur fordonsflottans sammansättning förväntas förändras i framtiden. I HBEFA antas att det kommer att fortsätta ske förbättringar avseende avgasutsläppen, samt att en större andel av fordonsflottan i framtiden kommer att bestå av fordon med god avgasrening och effektivitet. Detta innebär att avgasemissionerna (utsläpp per km) för ett normalfordon förväntas bli lägre i framtiden.

I beräkningarna har emissionsfaktorer för år 2017 använts för nuläget. För att ta höjd för att de emissionsfaktorer som prognosticerats kan vara för låga har 2020 års emissionsfaktorer använts för 2023 och emissionsfaktorer för 2030 har använts i de två 2035-scenarierna.

Emissionsfaktorer för resuspension, dvs. uppvirvling av på vägbanan tidigare ackumulerade slitagepartiklar, har beräknats med Nortrip. Nortrip är en emissionsmodell som utvecklats för nordiska förhållanden där mängden resuspension beror bland annat på meteorologiska indata, trafikmängd, andel tung trafik, dubbdäcksandel och fordonshastighet. 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. Den genomsnittliga dubbdäcksandel under vintermånaderna som använts i beräkningarna har hämtats från Göteborgs Stads senaste dubbdäcksräkning. Den ligger på 53 % (Göteborgs Stad, 2016).

3.3 Spridningsmodellering

När utsläpp från vägtrafiken spridningsberäknas representeras dessa emissioner av en linjekälla belägen strax över vägbanan. Emissionen längs linjekällan beror på många olika faktorer såsom antal bilar, andel tung trafik och hastigheten på en viss väg eller vägavsnitt. Till skillnad från i ett öppet gaturum kommer alla föroreningar som fordon släpper ut inne i tunneln att dras med i trafikens riktning och spridas via tunnelmynningarna. Fordon som kör ut ur tunneln drar med sig tunnelluften, och emissionerna inifrån tunneln koncentreras därför närmast tunnelmynningen men avtar successivt med avståndet. Dessa ackumulerade föroreningar bidrar till höga halter i tunnelmynningens omedelbara närhet.

Emissionerna från tunnelmynningen har modellerats enligt ett exempel från Stockholm (Brydolf och Johansson, 2011) där emissioner lagts i veckade linjekällor för att efterlikna emissionskoncentrationen vid mynningen. Detta beräkningsförfarande har tidigare validerats av COWI i en luftkvalitetsutredning för överdäckning av Götaleden (Haeger-Eugensson m.fl. 2016) och senare även använts i en luftkvalitetsutredning för detaljplan vid Järnvågen (Haeger-Eugensson m.fl. 2017).

3.4 Urbana bakgrundshalter

För beräkning av totala halter för området har en s.k. urban bakgrundshalt adderats till de lokala beräknade haltbidragen, för både NO₂ och PM₁₀.

Halterna av NO₂ i Göteborg beräknas årligen av miljöförvaltningen (Göteborgs Stad, 2017b). Dessa beräkningar ger en generell bild av halterna på olika platser i staden. För att bestämma den urbana bakgrundshalten i det här aktuella beräkningsområdet har först den av miljöförvaltningen storskaligt beräknade halten för 2015 vid Änggårdsskolonin jämförts med miljöförvaltningens mätstation på Femmanhuset samt korrigerats till haltnivåerna 2017 (Göteborgs Stad, 2017c). Detta görs genom antagandet att de beräknade halterna vid Guldhedsgatan förhåller sig till de uppmätta på samma sätt som vid Femman och utifrån det har en halt skattats för Guldhedsgatan.

Den urbana bakgrundshalten av PM₁₀ har tagits fram på ett liknande sätt. Den baseras på en spridningsberäkning av partikelhalterna år 2010 som gjorts av Luftvårdsprogrammet i Göteborgsregionen (Luftvårdsprogrammet i Göteborgsregionen, 2010) och förhållandet mellan ett treårsmedelvärde av uppmätta halter på Femman (Göteborgs Stad, 2017c) för åren 2009-2011 och 2013-2016. Medelhalten av PM₁₀ har varit något lägre under de senare tre åren och motsvarande sänkning har antagits gälla även för de halter som beräknats.

För att inte dubbelräkna bidraget från de gatorna som är inkluderade i beräkningarna för den aktuella planen så har det beräknade lokala bidraget subtraherats från de storskaliga beräkningarna.

Från de beräkningar som gjorts i detta uppdrag har det lokala urbana bakgrundsbidraget tagits fram. Genom att dra bort det lokala bidraget från den uppskattade totalhalten, har en lokal urban bakgrundshalt erhållits för Guldhedsgatan med omnejd (se Tabell 4). Denna urbana bakgrundshalt har lagts till de beräknade lokalbidragen i såväl nuläggsscenarioet som framtidsscenarierna.

Tabell 4 Urban bakgrundshalt som adderats till spridningsberäkningarnas haltkartor.

Förorening	Årsmedelvärde	98-percentil dygn	90-percentil dygn	98-percentil timme
NO ₂	13	26		29
PM ₁₀	15		19	

4 Resultat

Spridningsberäkningar har utförts för halterna av kvävedioxid och partiklar (PM₁₀) som har beräknats för nuläget och för 2035. För 2035 finns två scenarier: med och utan en tunnel genom Medicinareberget. Kvävedioxidhalterna har även beräknats för 2023. Resultatet presenteras som totala halter, d.v.s. inklusive bidrag från vägarna kring planområdet, övriga källor i staden/regionen samt långdistanstransport. Resultatet visas som s.k. haltkartor för NO₂ och PM₁₀. För NO₂ visas årsmedelvärde, 98-percentilen av dygnsmedelvärdet samt 98-percentilen av timmedelvärdet. För PM₁₀ visas årsmedelvärde och 90-percentilen av dygnsmedelvärdet.

Halterna jämförs dels med MKN, dels med miljökvalitetsmålet Frisk luft. MKN är instiftat i svensk lag och måste alltid nås. Miljökvalitetsmålen anger inriktningen för den samhällsomställning som behöver ske inom en generation för att målen ska nås och beskriver det tillstånd i den svenska miljön som miljöarbetet ska leda till. Framtida haltnivåer brukar därför jämföras med miljökvalitetsmålet.

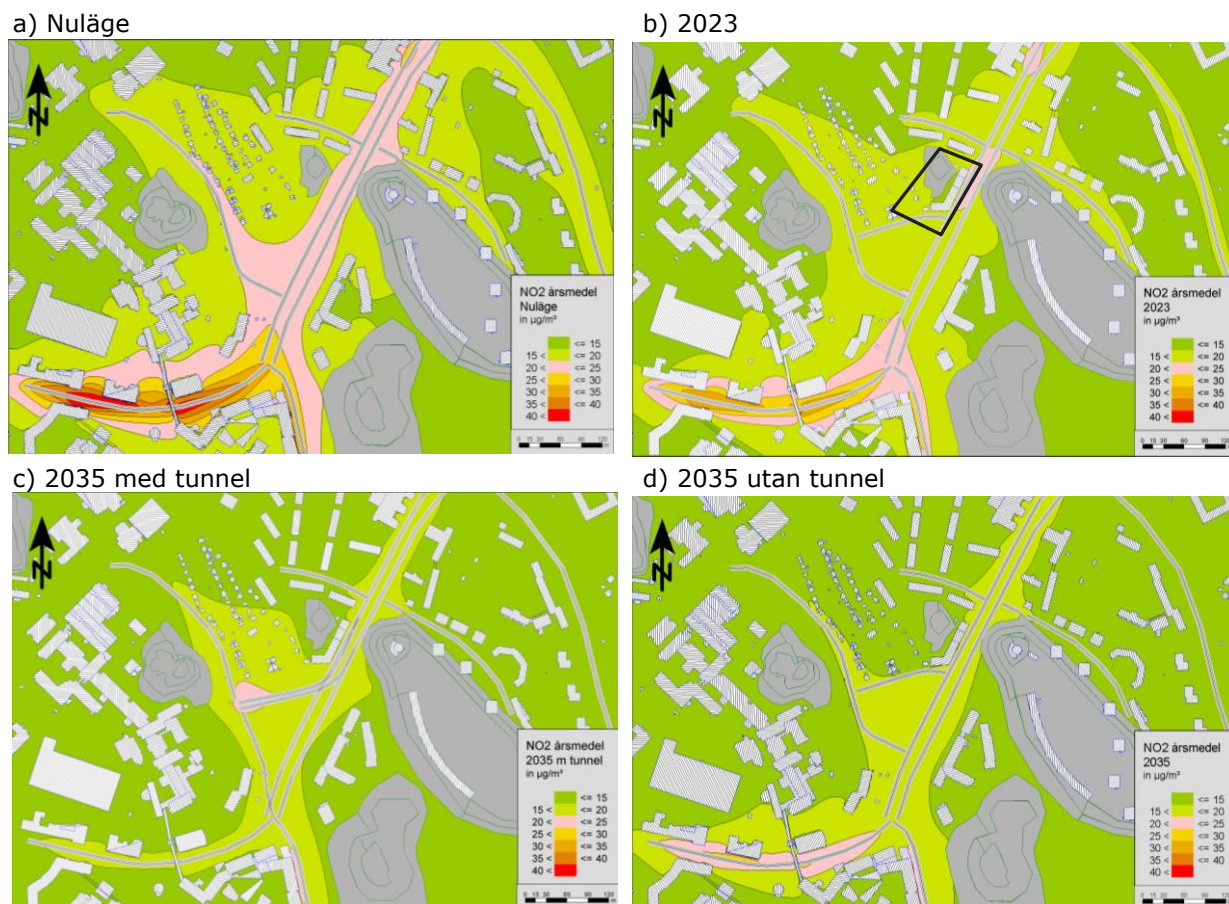
Genomgående för alla haltkartor är att röd färg anger överskridanden av MKN, och rosa färg anger överskridanden av miljökvalitetsmålet, där sådant finns.

4.1 Kvävedioxid, NO₂

I Figur 6 visas årsmedelvärdet av NO₂ för nuläget, 2023 och 2035 med och utan tunnel.

I Figur 6 framgår att MKN i nuläget klaras längs hela Guldhedsgatan, med halter i planområdet mellan 15 och 25 µg/m³. Högst halter i området ses i det trånga gaturummet vid spårvagnshållplatsen vid Sahlgrenska sjukhuset, längs Per Dubbsgatan, där MKN (40 µg/m³) överskrids. Miljökvalitetsmålet (20 µg/m³) överskrids längs hela Guldhedsgatan, Per Dubbsgatan, Ehrenströmsgatan, delar av Medicinaregatan, på parkeringen samt i delar av planområdet.

År 2023 är de beräknade halterna lägre i hela området. Det finns inga överskridanden av årsnormen för NO₂, inte ens på Per Dubbsgatan där halterna fortfarande är högst. Utmed Guldhedsgatan, i korsningen med Ehrenströmsgatan och i höjd med planområdet överskrids miljökvalitetsmålet.



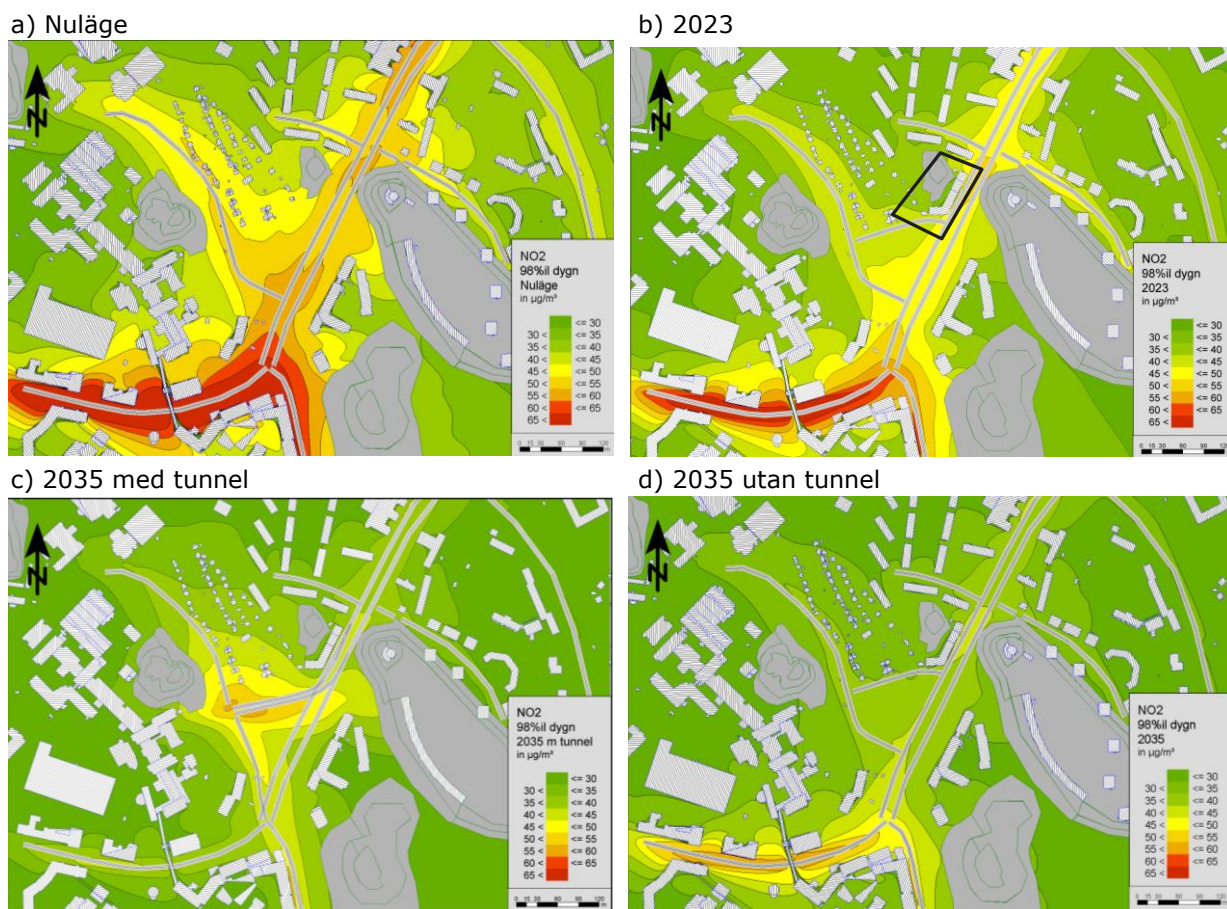
Figur 6 Årsmedelvärde av total NO₂-halt för a) nuläge, b) 2023, c) 2035 med tunnel och d) 2035 utan tunnel. Klarröd färg anger MKN (40 µg/m³) och rosa färg anger miljö-kvalitetsmålet (20 µg/m³). Svart markering visar planområdets ungefärliga utsträckning.

I de båda scenarierna för 2035 klaras MKN i hela beräkningsområdet. I scenariet utan tunnel överskrider miljö-kvalitetsmålet för NO₂ på Per Dubbsgatan. Med en tunnel minskar halterna på Per Dubbsgatan, medan de ökar i tunnelmynningen. Årsmedelhalten i planområdet klarar i båda scenarierna miljö-kvalitetsmålet, då den ligger på cirka 15 µg/m³.

I Figur 7 presenteras den totala NO₂-halten för 98-percentilen för dygnsmedelvärdet för nuläget, 2023 och 2035 med och utan tunnel.

Av resultatet som presenterats i Figur 7 framgår det att MKNs 60 µg/m³ överskrider i nuläget (Figur 7a) längs Per Dubbsgatan, Ehrenströmsgatan och på de sydligaste delarna av Guldhedsgatan. Längs övriga delar av Guldhedsgatan ligger halten mellan 50 och 60 µg/m³. I planområdet ses i nuläget halter mellan 45 och 55 µg/m³.

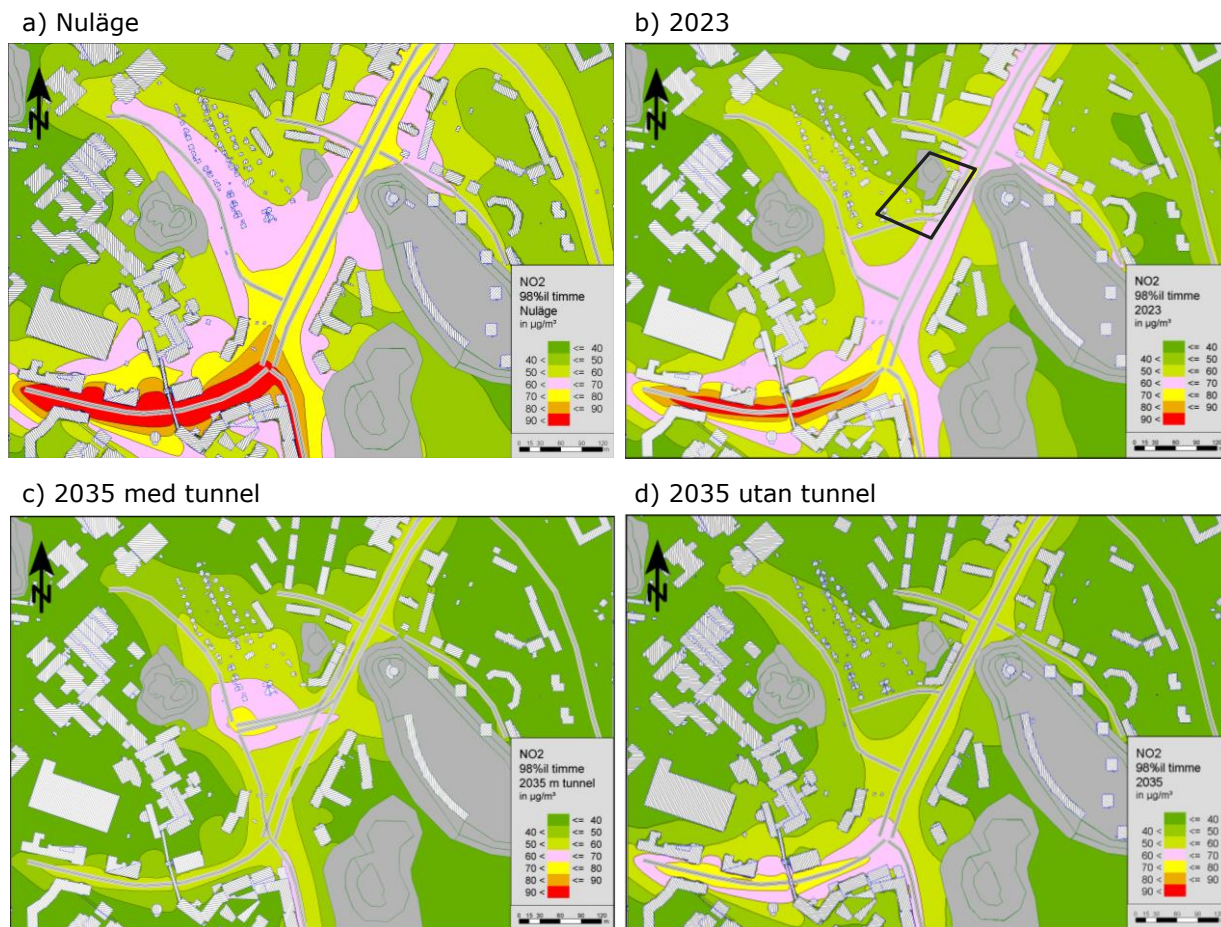
År 2023 har dygnsmedelhalterna av NO₂ minskat generellt, men de ligger fortfarande över MKN på Per Dubbsgatan. I planområdet varierar halterna från 35 µg/m³ längst i väster till 55 µg/m³ intill Guldhedsgatan.



Figur 7 98-percentilen av dygnsmedelvärdet av NO_2 för a) nuläge, b) 2023, c) 2025 med tunnel och d) 2025 utan tunnel. Klarröd färg anger överskridanden av MKN ($60 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Det finns inget miljö kvalitetsmål för 98-percentilen av dygnsmedelvärdet. Den svarta markeringen visar planområdets ungefärliga utsträckning.

I scenarierna för år 2035, med och utan tunnel, är halterna ytterligare något lägre. I scenariot med tunneln har de högsta halterna flyttats från Per Dubbsgatan till tunnelmynningen. Alla beräknade halter för dygnsmedelvärdet 2035 ligger under MKN. I planområdet förväntas halter mellan 30 och $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i båda scenarierna.

I Figur 8 presenteras 98-percentilen för timmedelvärdet av NO_2 -halten för nuläget, 2023 och scenarierna för 2035 med och utan tunnel. I figuren visar klarröd färg gränsen för MKN ($90 \mu\text{g}/\text{m}^3$) och rosa färg gränsen för miljö kvalitetsmålet ($60 \mu\text{g}/\text{m}^3$). I nuläget och år 2023 förekommer överskridanden av MKN för timme längs Per Dubbsgatan och mindre delar av Ehrenströmsgatan. Miljö kvalitetsmålet överskrids i planområdet i båda dessa scenarier. I scenarierna för 2035 är halterna lägre och i scenariot med tunnel överskrids miljö kvalitetsmålet runt tunnelmynningen, ett område som tangerar planområdet.



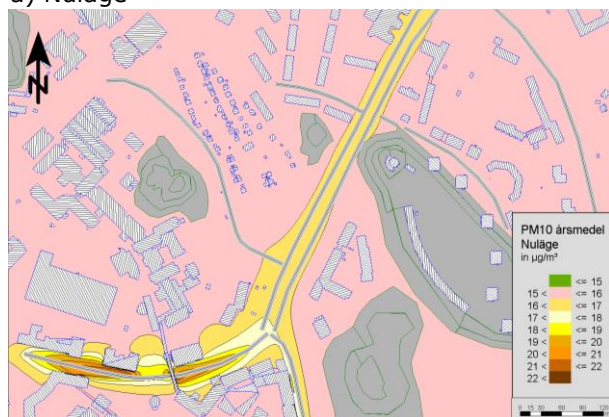
Figur 8 98-percentilen av timmedelvärde av NO_2 för a) nuläge, b) 2023, c) 2035 med tunnel och d) 2035 utan tunnel. Klarröd färg anger MKN ($90 \mu\text{g}/\text{m}^3$) och rosa färg anger miljö kvalitetsmålet ($60 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Svart markering visar planområdets ungefärliga utsträckning.

4.2 Partiklar, PM_{10}

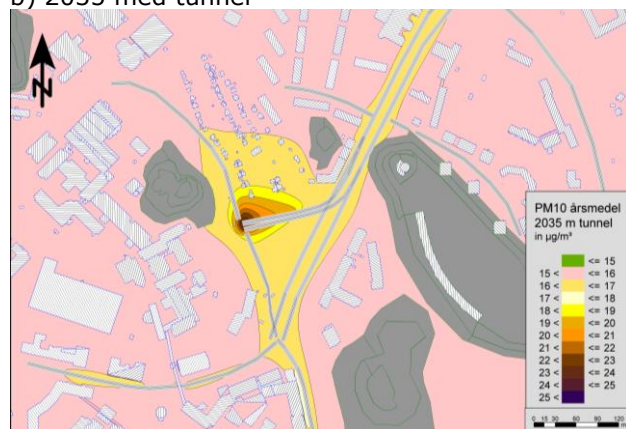
Beräkningarna av halterna av PM_{10} för nuläget och för 2035 med och utan tunnel visar på att halterna genomgående ligger under MKN. Miljö kvalitetsmålet är däremot svårt att klara för årsmedelvärdet såväl i nuläget som i framtiden.

I Figur 9 visas PM_{10} för årsmedelvärdet för nuläget och scenarierna för 2035, med och utan tunnel. I figuren visas gränsen för miljö kvalitetsmålet som rosa färg ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Gränsen för MKN visas inte i figuren då inga så höga halter ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) har beräknats.

a) Nuläge



b) 2035 med tunnel



c) 2035 utan tunnel



Figur 9 Årsmedelvärde av PM_{10} för a) nuläget, b) 2035 med tunnel och c) 2035 utan tunnel. Rosa färg anger miljö kvalitetsmålet ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$). MKN ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) överskrids ej. Svart markering visar planområdets ungefärliga utsträckning.

I Figur 9 framgår att halterna av PM_{10} i huvuddelen av beräkningsområdet ligger mellan 15 och $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$, vilket i stort sett motsvarar den urbana bakgrundshalten ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, se avsnitt 3.4), vilken främst påverkas av långdistanstransport. Utmed de högt trafikerade gatorna syns ett tillskott av partiklar som genererats av trafiken. Halterna blir som högst där trafikflödet är störst, och i scenarierna utan tunnel är det utmed Per Dubbsgatan, medan det i scenariot med tunnel blir högst halter vid tunnelmynningen.

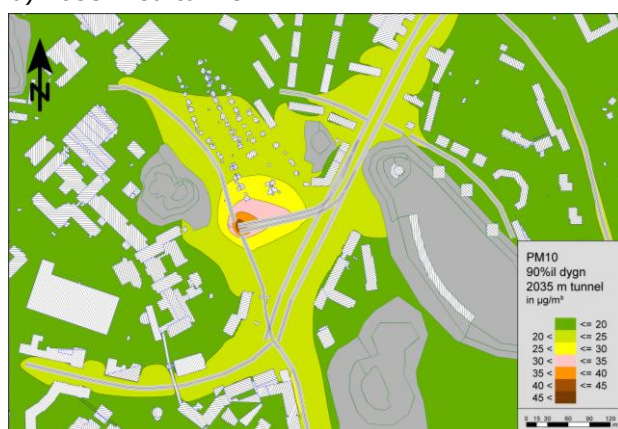
I planområdet ligger halterna i nivå med eller strax över miljö kvalitetsmålet i nuläget. I framtidsscenariot utan tunnel ökar halterna närmast Guldhedsgatan med något eller några mikrogram, och överskrider därmed miljö kvalitetsmålet. Med tunneln påverkas ett större område kring mynningen, varför en större andel av planområdet inte klarar miljö kvalitetsmålet, jämfört med de andra scenarierna.

I Figur 10 presenteras den totala PM_{10} -halten för 90-percentilen för dygnsmedelvärde för nuläget, 2023 och 2035 med och utan tunnel.

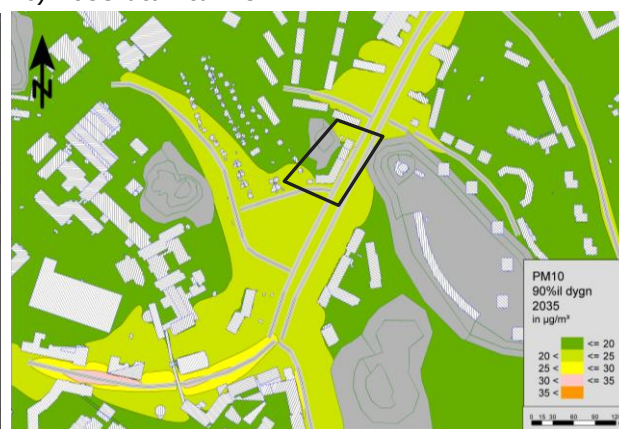
a) Nuläge



b) 2035 med tunnel



c) 2035 utan tunnel



Figur 10 90-percentilen av dygnsmedelvärde av PM_{10} för a) nuläget, b) 2035 med tunnel och c) 2035 utan tunnel. Rosa färg anger miljökvalitetsmålet ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$). MKN ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) överskrids ej. Svart markering visar planområdets ungefärliga utsträckning.

Av resultatet som presenterats i Figur 10 ovan framgår att dygnsmedelhalterna av partiklar ligger väl under MKN i både nuläget och 2035 utan tunnel. Med en tunnel genom Medicinareberget ökar halterna av PM_{10} kring tunnelns mynning. De högsta beräknade halterna ligger under $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$, vilket innebär att det finns marginal till MKN, även här.

I den största delen av beräkningsområdet klaras även miljökvalitetsmålet, med en marginal på cirka $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. I det trånga gaturummet på Per Dubbsgatan överskrids dock miljömålet. Området för överskridande är mindre i scenariot 2035 utan tunnel än vad det är i nuläget. I scenariot med tunnel överskrids miljökvalitetsmålet invid tunnelmynningen, i stället för på Per Dubbsgatan.

5 Diskussion och slutsatser

Det område som nu detaljplaneras ligger utmed Guldhedsgatan, mellan Wavrinskys Plats och Sahlgrenska sjukhuset. På Guldhedsgatan, som är vältrafikerad, passerar bil-, buss- och spårvagnstrafik. På grund av den komplicerade topografin kring planområdet, med såväl flera berg som öppna ytor har spridningsberäkningar gjorts med den tredimensionella modellen Miskam.

Beräkningarna för **kvävedioxid, NO₂**, för nuläget visar att halterna i planområdet ligger strax under gränsvärdet för dygnmedelvärdet. För NO₂ är dygnsnormen oftast svårast att klara och det finns i dagsläget överskridanden av normen på flera platser i Göteborg. De högsta halterna i beräkningsområdet förekommer längs med Per Dubbsgatan, som ligger utanför planområdet. Det är endast där som MKN för NO₂ överskrids i nuläget och år 2023. Trots att trafikmängden ökar i framtiden framgår av beräkningarna för 2035 att halterna av kvävedioxid ligger under MKN i hela beräkningsområdet. I planområdet klaras MKN med god marginal 2035, både med och utan tunnel. Detta beror på att utsläppet/fordon vid det laget förväntas vara mycket längre än i dagsläget.

I dagsläget ligger halterna av NO₂ i planområdet och andra delar av beräkningsområdet över miljökvalitetsmålet. År 2023 har halterna minskat men det är först i scenarierna för 2035 som miljökvalitetsmålet klaras i hela planområdet.

Halterna av **partiklar, PM₁₀**, ligger under MKN såväl i planområdet som i resten av beräkningsområdet i alla beräknade scenarier. Halterna ökar dock något i framtiden, jämfört med idag. De högsta partikelhalterna återfinns utanför planområdet, i det trånga gaturummet på Per Dubbsgatan. Miljökvalitetsmålet för årsmedelvärdet av partiklar klaras inte i något av scenarierna, vilket beror på att den uppskattade bakgrunds nivån av PM₁₀ och miljökvalitetsmålet ligger på samma nivå. Miljökvalitetsmålet för dygn klaras i planområdet i alla scenarier.

De slutsatser som kan dras kring **tunneln genom Medicinareberget** är att det utdragna stråket av förhöjda, och i vissa fall höga, halter som finns längs med Per Dubbsgatan försvinner i beräkningarna med en tunnel och ersätts av ett område med förhöjda halter kring tunnelmynningen vid Medicinargatan. Det beror på den omledning av trafiken som tunneln medför. Påverkan från tunnelmynningen bidrar inte till några överskridanden av miljökvalitetsnormerna eller miljökvalitetsmålen i det aktuella planområdet.

I denna utredning har beräkningar gjorts för tre olika år, 2016, 2023 och 2035. Halterna av kvävedioxid beräknas vara mycket lägre 2035 jämfört med 2016. Anledningen till de stora skillnaderna i haltnivåer av NO₂ är att den pågående teknikutvecklingen leder till renare förbränningsmotorer med lägre emissionsfaktorer för kväveoxider och att det förväntas bli en högre andel eldrivna fordon i framtiden. För PM₁₀ är dock förutsättningarna annorlunda, eftersom partikelhalten i första hand styrs av mängden ackumulerade partiklar på vägbanan och antal och typ av fordon som kan virvla upp dessa. I detta fall gäller att fler fordon ger högre partikelhalter, vilket resulterar i att PM₁₀ ökar 2035 jämfört med 2016.

6 Referenser

Brydolf och Johansson (2011). *Avståndets betydelse för luftföroreningshalter vid vägar och tunnelmyrningar. Jämförelser mellan uppmätta och beräknade halter av kväveoxider (NO_x)*. SLB-analys, Stockholm och Uppsala läns luftvårdsförbund. LVF 2010:22.

Göteborgs Stad (2016). *Frisk luft – Indikatorer*,
<http://goteborg.se/wps/portal/start/miljo/goteborgs-tolv-miljomal/frisk-luft/indikatorer/>.

Göteborgs Stad (2017a). Stadsbyggnadskontoret, mailkontakt juni 2017.

Göteborgs Stad (2017b). *Modellberäkningar av kvävedioxidhalter 2015 Göteborgs stad*,
<https://catalog.goteborg.se/portal/#view=public&resource=https://catalog.goteborg.se/store/6/resource/230>.

Göteborgs Stad (2017c). *Luftkvaliteten i Göteborgsområdet. Årsrapport 2016*. Miljöförvaltningen, R 2017:06.

Göteborgs stad (2017d). Trafikkontoret. *Trafikmängder på olika gator*.
<http://goteborg.se/wps/portal/start/gator-vagar-och-torg/gator-och-vagar/statistik-om-trafiken/trafikmangder-pa-olika/>. Hämtad i juni 2017.

Göteborgs Stad (2017e). Trafikkontoret, mailkontakt september 2017

Haeger-Eugensson m.fl. (2017). *Luftkvalitetsutredning till detaljplan för Järnvågsgatan m fl inom stadsdelen Masthugget*, Underlagsrapport, COWI på uppdrag av stadsbyggnadskontoret Göteborgs Stad

Haeger-Eugensson m.fl. (2016). *Luftkvalitetsutredning för bebyggelse ovanpå Götaleden*, Underlagsrapport, COWI på uppdrag av Stadsbyggnadskontoret i Göteborgs Stad

Haeger-Eugensson m.fl. (2014a). *Nya spridningsberäkningar avseende partiklar runt samverkanscentralen – Park1*. COWI-rapport A055042.

Haeger-Eugensson m.fl. (2014b). *Effekten av olika åtgärder avseende partiklar till luft, samverkanscentralen – Park1*. COWI-rapport A055042B.

Haeger-Eugensson m.fl. (2010). *Vägrafikens bidrag till kvävedioxid- och partikelhalter vid Gårda*. För Trafikverket Region Väst. IVL-rapport U2764.

Luftvårdsprogrammet i Göteborgsregionen (2010). *Beräkningar av partikelhalter för utvalda gaturum och vägavsnitt i Göteborgsregionen*, Sven Kindell, SMHI, rapport 150.

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

NFS 2013:11: Naturvårdsverkets författningssamling. ISSN 1403-8234.

OkiDoki! Arkitekter AB (2016). *Utredningsskiss för Guldhedsgatan* 161220.

Parkering Göteborg (2017). *Hitta parkering*. <https://www.parkeringgoteborg.se/hitta-parkering/>. Hämtad i juni 2017.

Sveriges riksdag (2010). *Luftkvalitetsförordning*. SFS 2010:477.

Yang m.fl. (2008). Quantifying air pollution removal by green roofs in Chicago. *Atmospheric Environment* 42 (2008) 7266–7273.

Västtrafik (2017). *Tidtabeller*.
<https://www.vasttrafik.se/#!/Reseinformation/Tidtabeller/>.

Bilaga A Beskrivning MISKAM-modellen

MISKAM (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 d.v.s. 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 Institut für Physik der Atmosphäre of the University of Mainz.

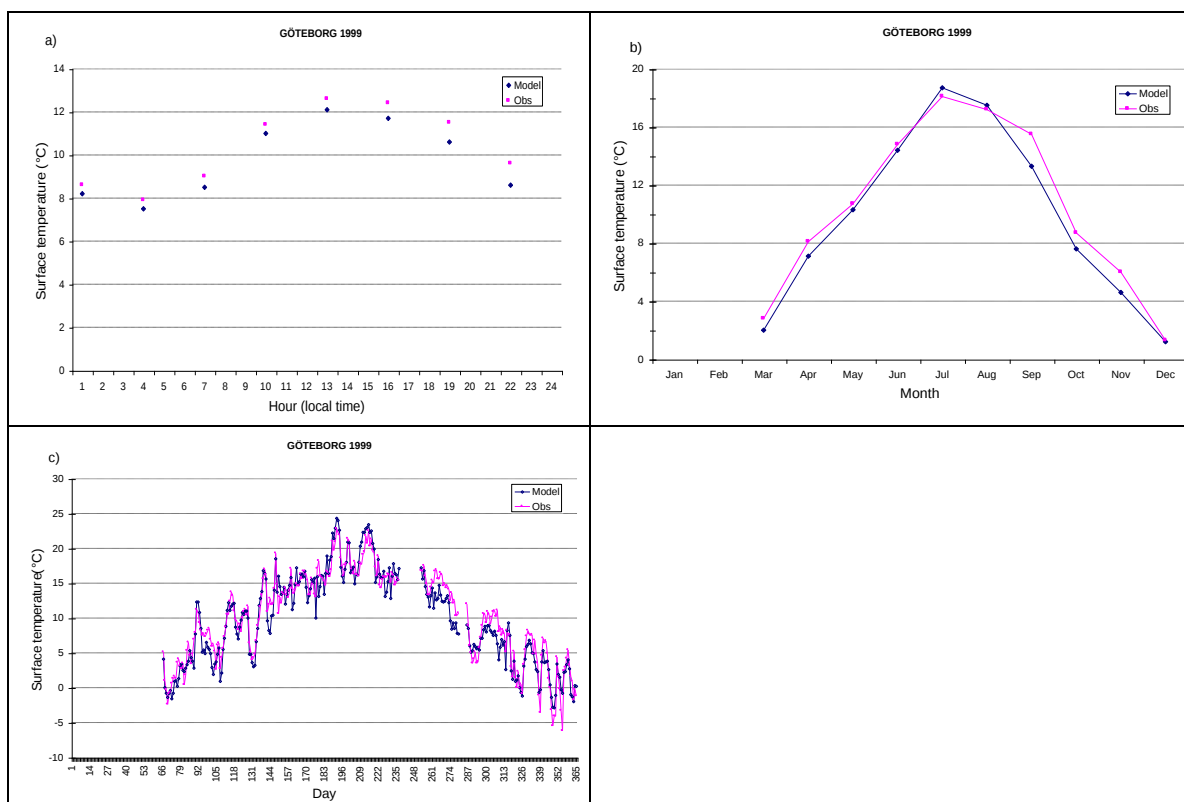
MISKAM-modellen ingår i ett modellsystem, s.k. SoundPLAN där även externbuller kan beräknas. Programmet kan räkna i enlighet med alla större internationella standarder, inklusive nordiska beräkningsmetoder för buller från industri, vägtrafik och tågtrafik. Resultatet kan bestämmas i enskilda punkter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

Bilaga B Beskrivning TAPM-modellen

För spridningsberäkningarna har TAPM (The Air Pollution Model) används, vilket är en prognostisk modell utvecklad av CSIRO i Australien. För beräkningarna i TAPM behövs indata i form av meteorologi från storskaliga synoptiska väderdata, topografi, markbesskaffenhet indelat i 31 olika klasser (t.ex. is/snö, hav olika tätortsklasser m.m.), jordart, havstemperatur, markfuktighet mm. Topografi, jordart och markanvändning finns automatiskt inlagd i modellens databas med en upplösning av ca 1x1 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 1x1 km utan att behöva använda platsspecifika meteorologiska observationer. Modellen kan utifrån detta beräkna ett tredimensionellt vindflöde från marken upp till ca 8000 m höjd, lokala vindflöden (så som sjö- och landbris), terränginducerade flöden (t.ex. runt berg), omlandsbris samt kallluftsflöden mot bakgrund av den storskaliga meteorologin. Även luftens skiktning, temperatur, luftfuktighet, nederbörd m.m. beräknas horisontellt och vertikalt.

Med utgångspunkt från den beräknade meteorologin beräknas halter för olika föroreningsparametrar timme för timme och inkluderar, förutom dispersion, även kemisk omvandling av SO₂ och partikelbildning, fotokemiska reaktioner (bl.a. NO_x, O₃ och kolväte) i gasfas samt våt- och torrdeposition. Man kan även själv definiera den kemiska nedbrytnings- samt depositions hastigheter på ett eller flera ämnen i modellen.

Långdistanstransporterade luftföroreningar kan definieras genom att koppla timupplösta halter till modellkörningarna. Biogeniska ytemissioner (VOC) kan också inkluderas. Detta har visat sig vara viktigt för både ozon- och partikelbildningen (Pun, et al. (2002).



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

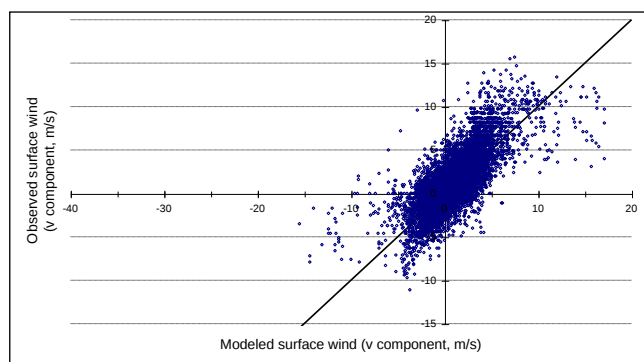
I spridningsberäkningarna kan både punkt-, linje- och areakällor behandlas. Resultatet av spridning av föroreningar såväl som meteorologin presenteras dels i form av kartor, dels i form av diagram och tabeller både som årsmedelvärden och olika percentiler (dygn respektive timmedelvärden).

Modellen har validerats i både Australien och USA, och IVL 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. Mer detaljer om modellen kan erhållas via www.dar.csiro.au/TAPM.

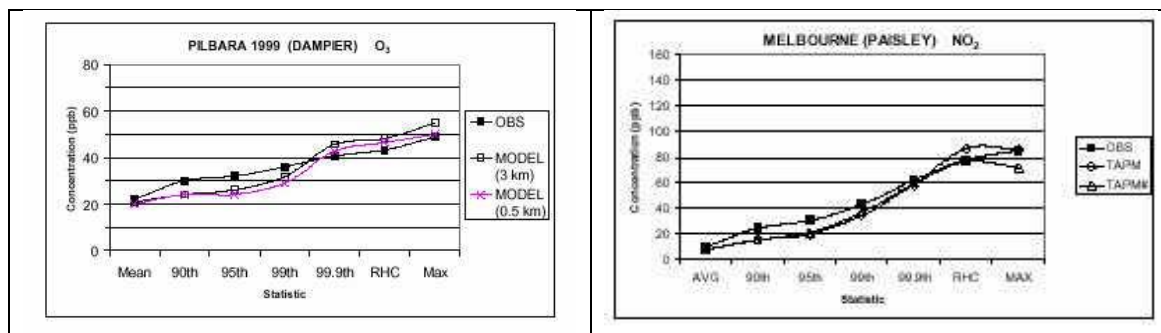
I Chen m.fl., (2002) gjordes även en jämförelse mellan uppmätta (med TAPM) och beräknade parametrar. I figur A.1 presenteras jämförelsen av temperatur i olika tidsupp- lösning.

I figur B.2 presenteras en jämförelse mellan uppmätt och beräknad vindhastighet vid Säre.

Jämförelse mellan uppmätta och modellerade ozon- och NO₂-halter har genomförts i Australien (se figur B.3)



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



Figur B.3. Jämförelse mellan uppmätta O₃ och NO₂-halter i Australien, gridupplösning 3 x 3 km.

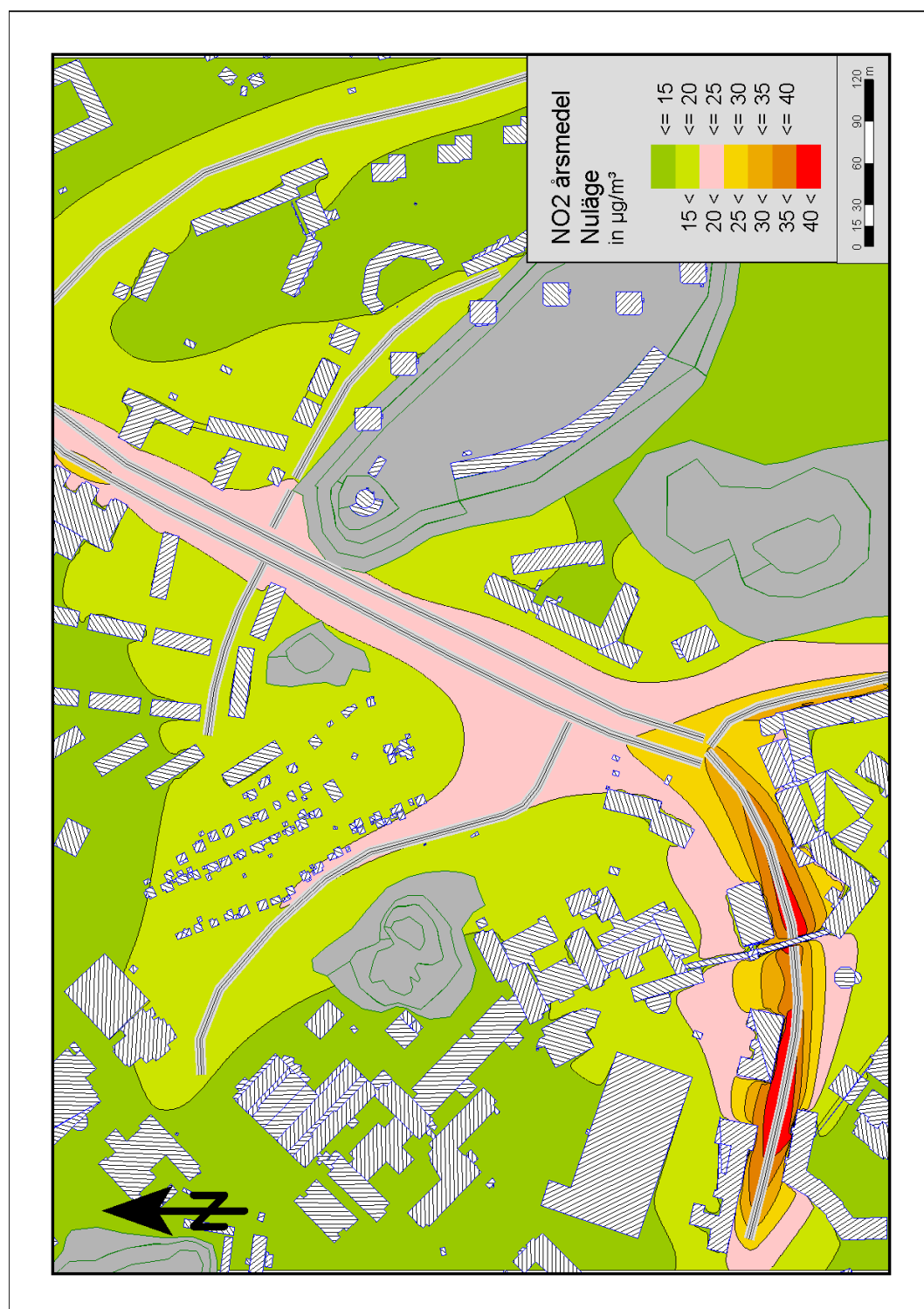
Referenser

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

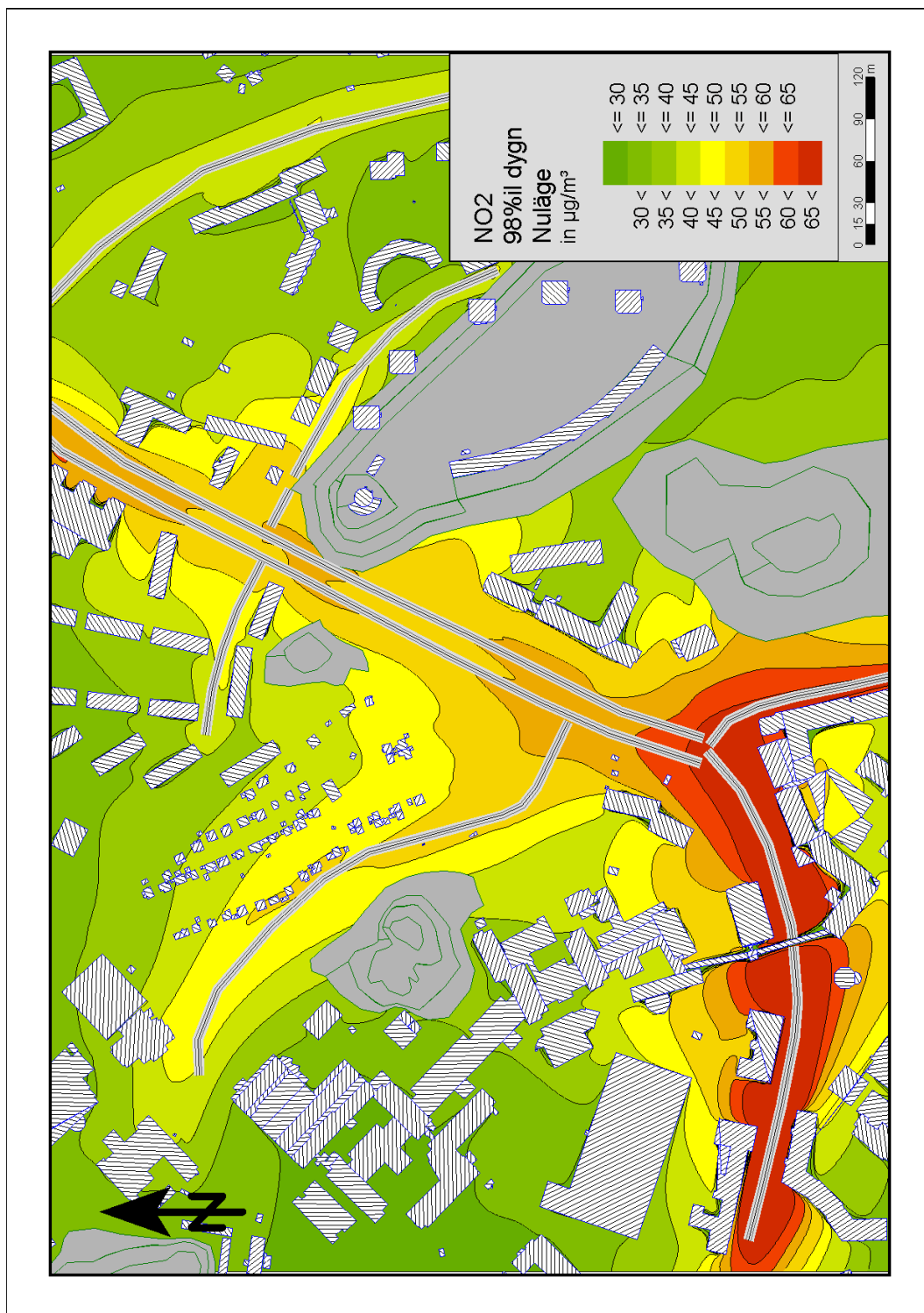
Pun, B K. Wu S-Y and Seigneur C. 2002: "Contribution of Biogenic Emissions to the Formation of Ozone and Particulate Matter in the Eastern United States" Environ. Sci. Technol., 36 (16), 3586 -3596, 2002.

Bilaga C Halkartor

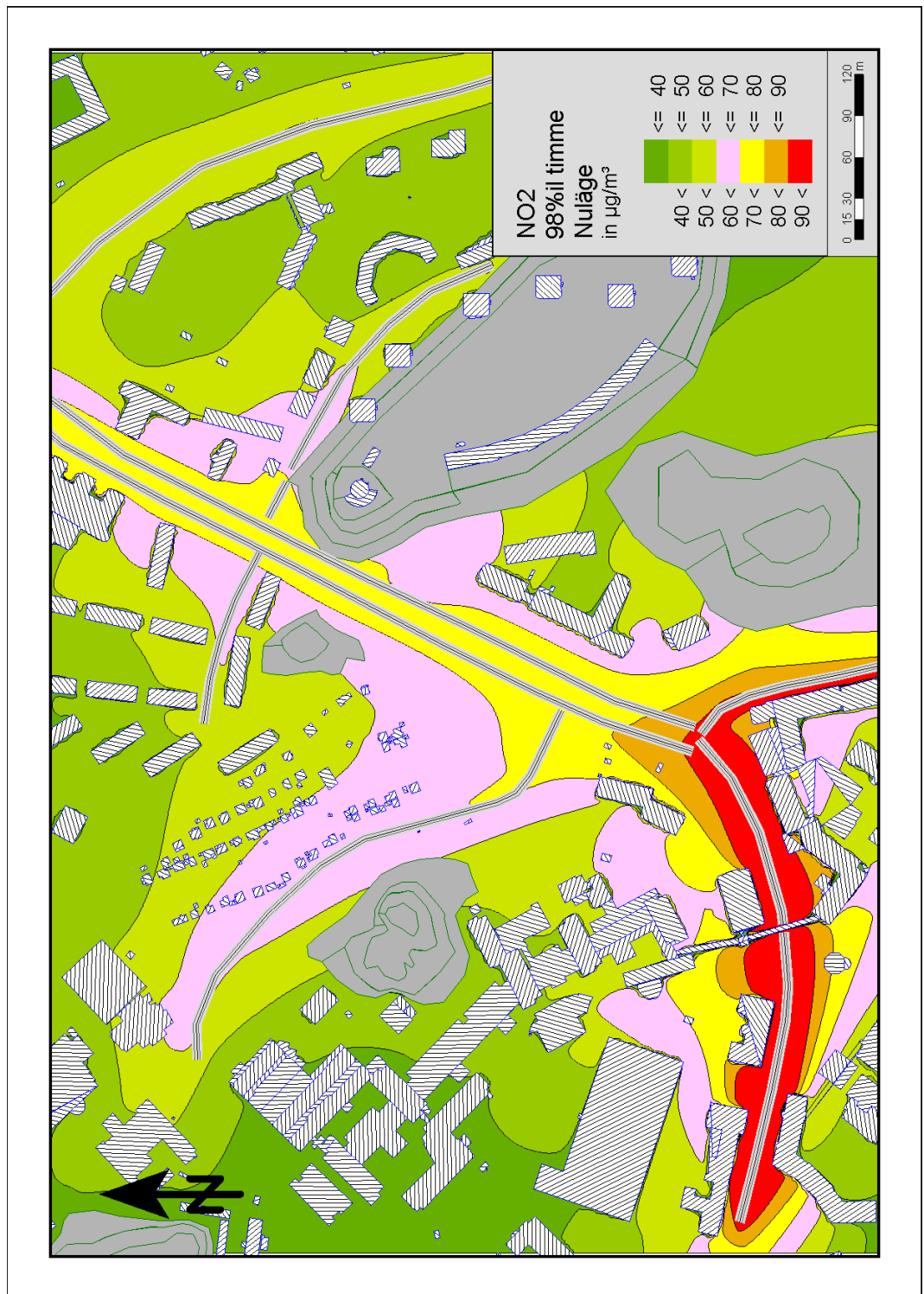
Årsmedelvärde av NO₂, nuläge



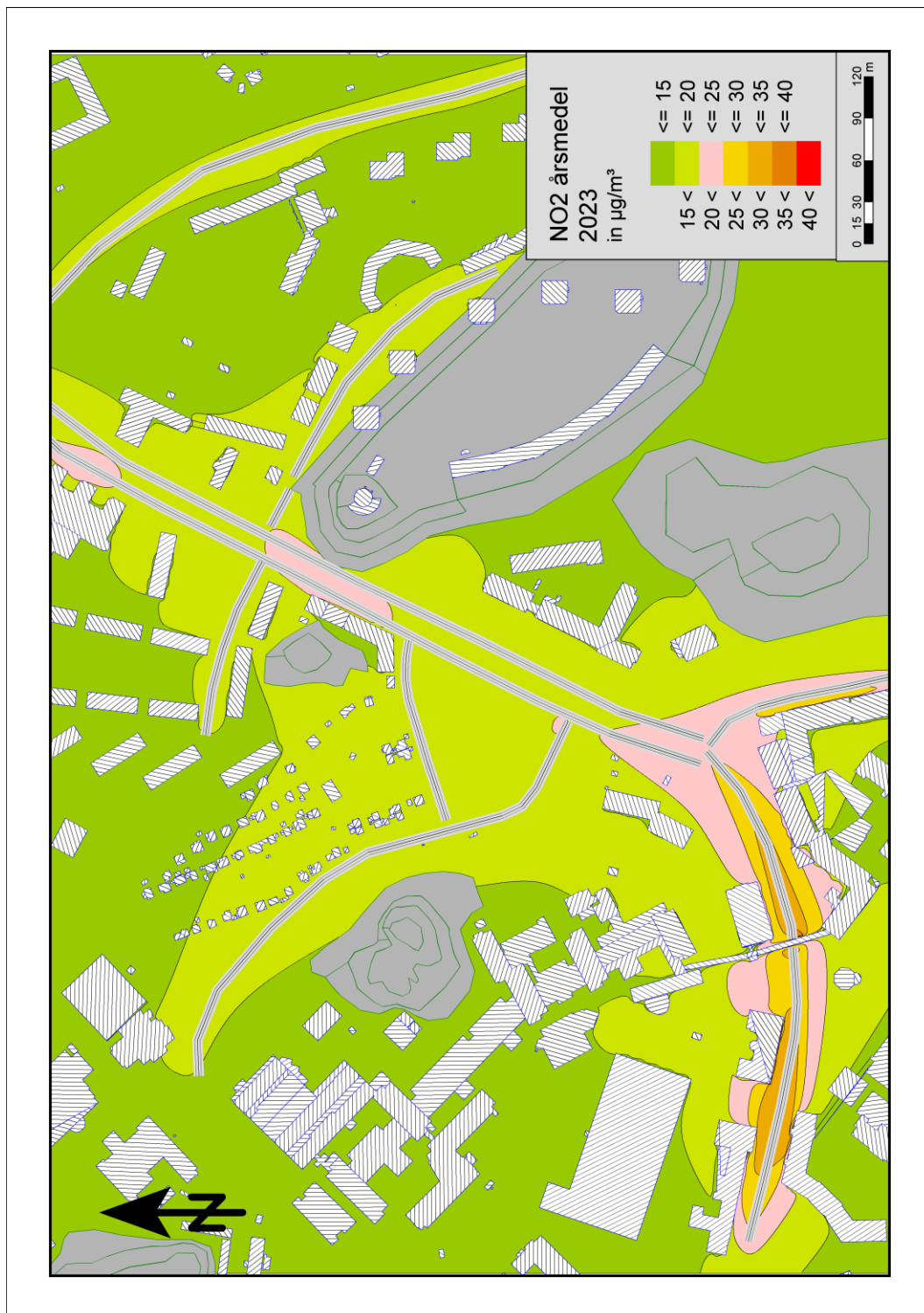
98-percentilen av dygnsmedelvärdet av NO₂, nuläge



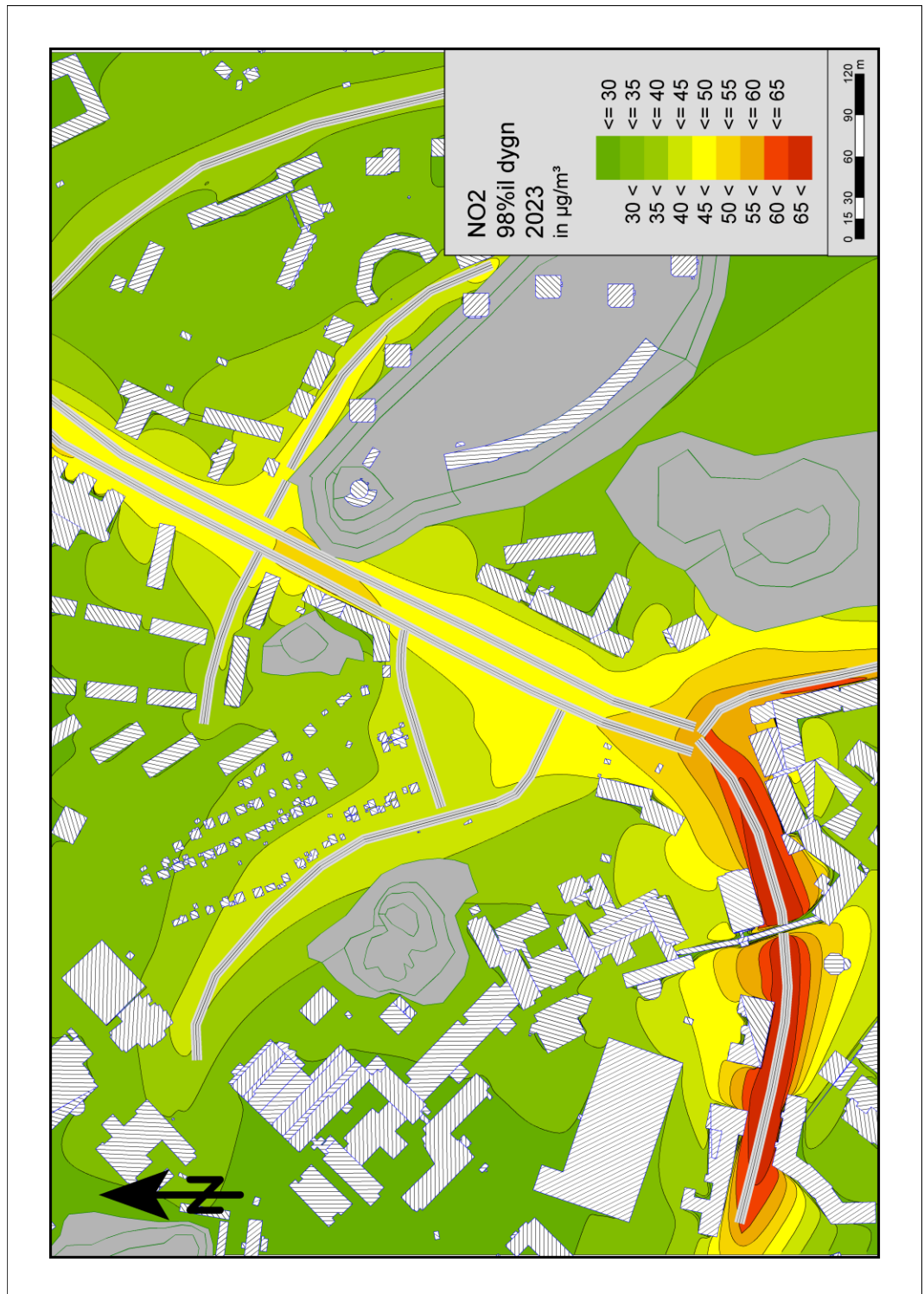
98-percentilen av timmedelvärdet av NO₂, nuläge



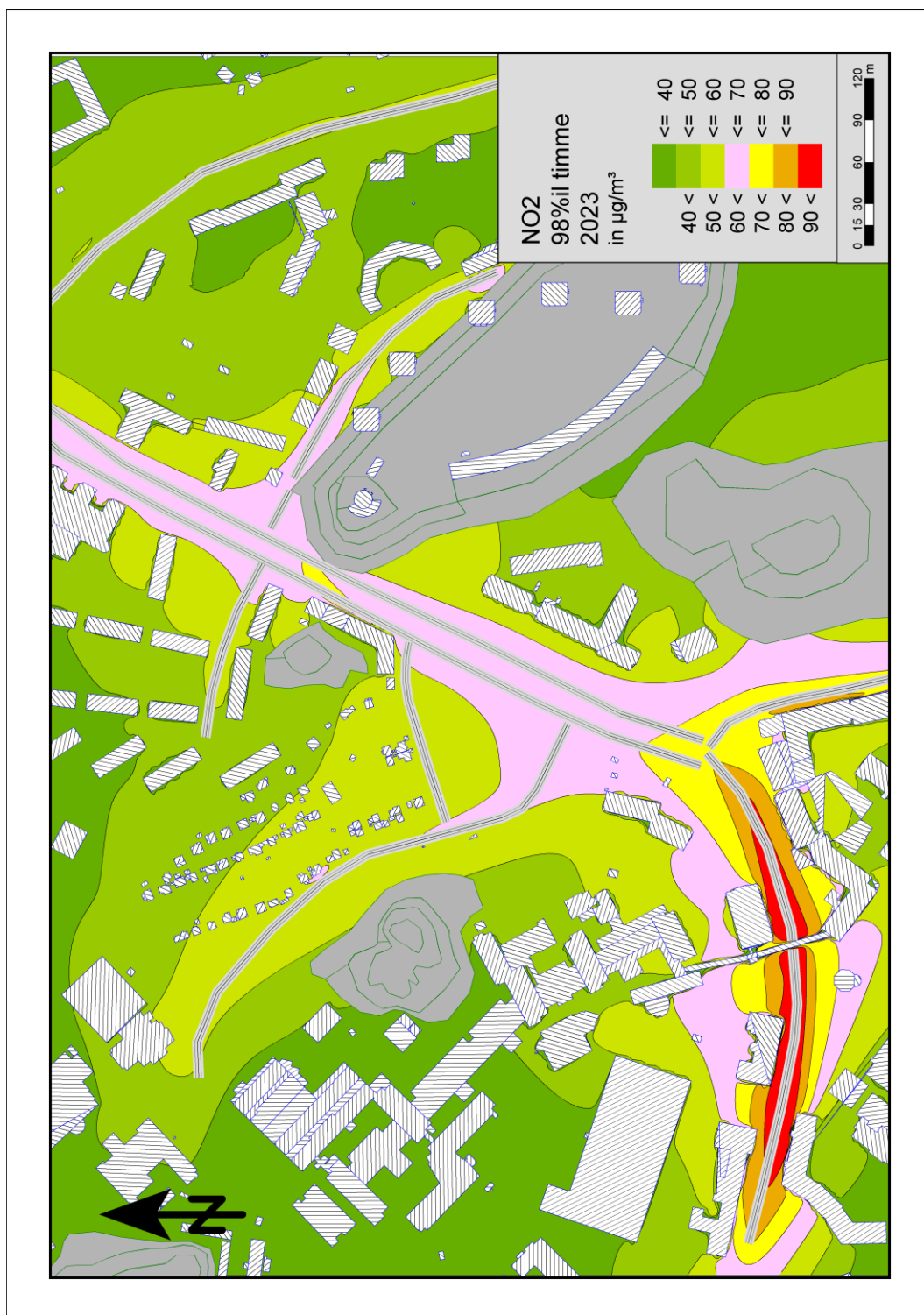
Årsmedelvärde av NO₂, 2023



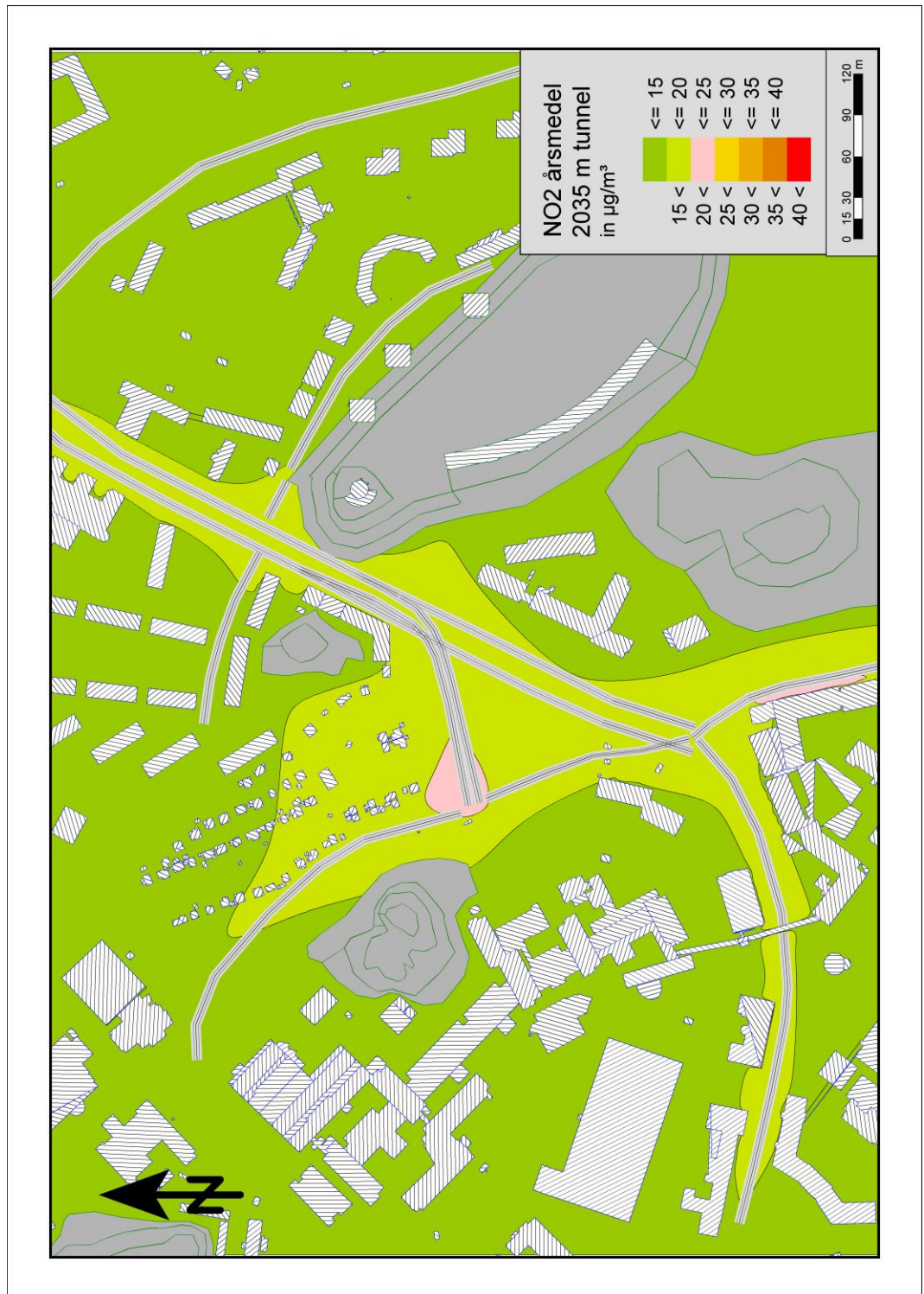
98-percentilen av dygnsmedelvärdet av NO₂, 2023



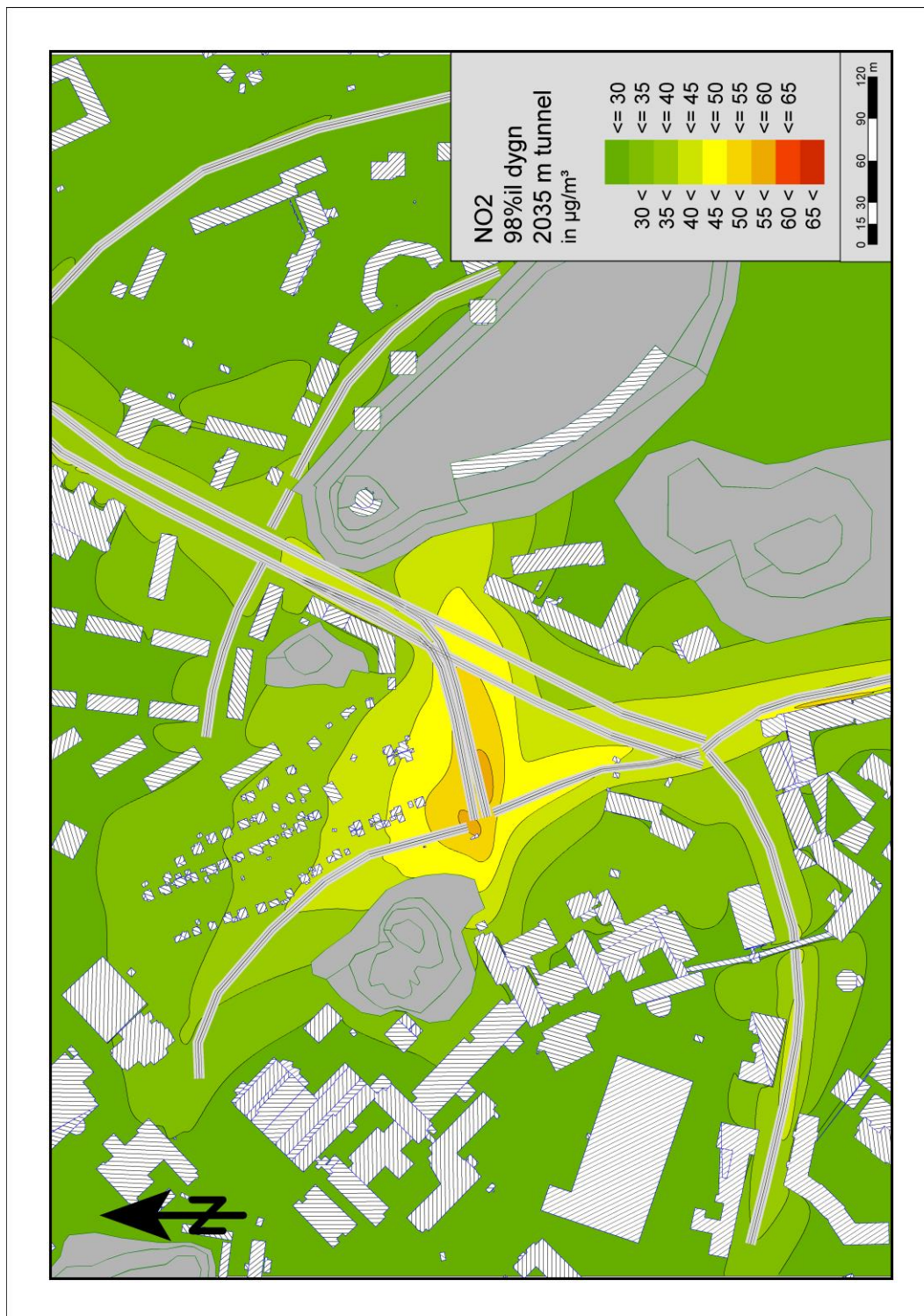
98-percentilen av timmedelvärdet av NO₂, 2023



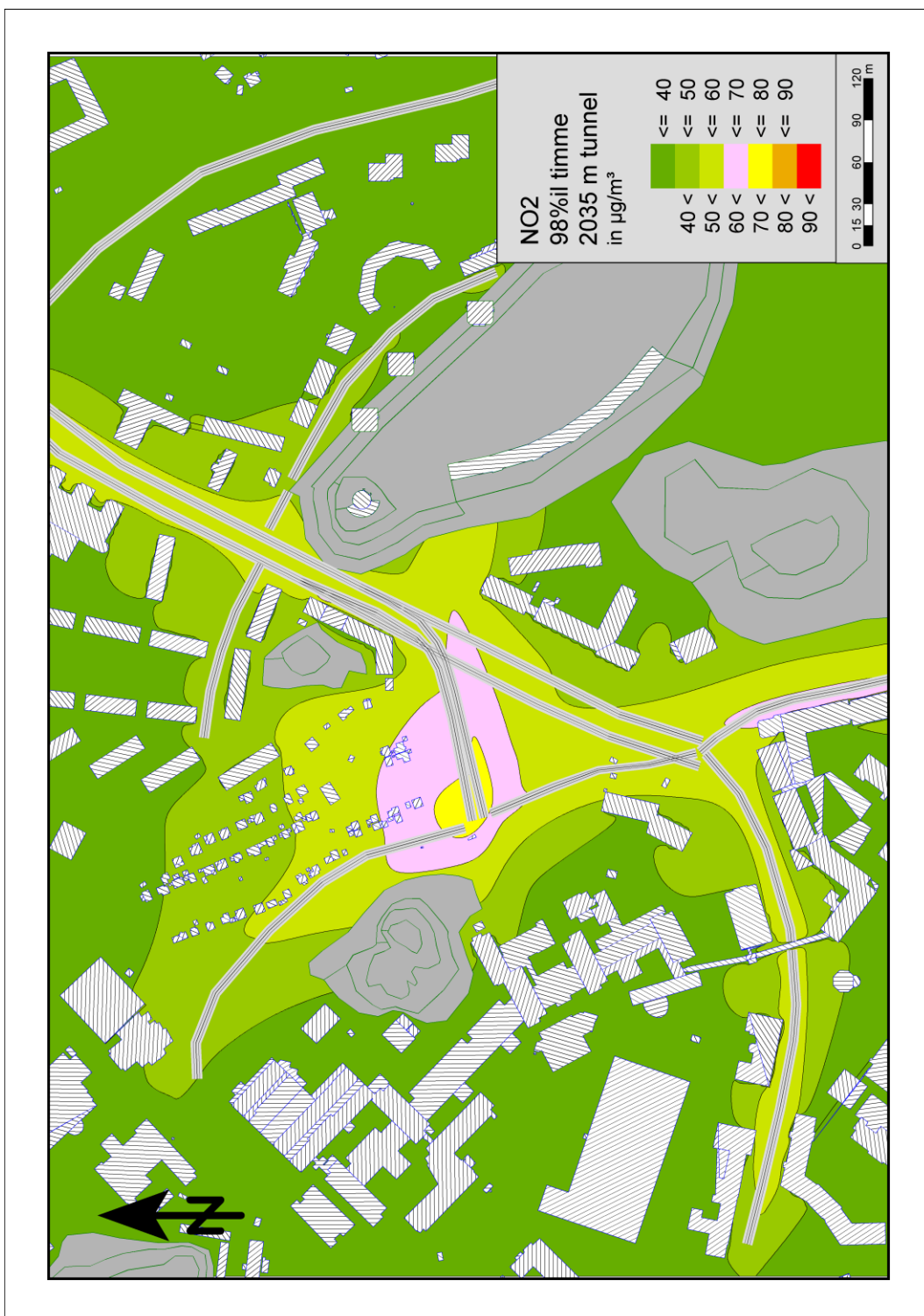
Årsmedelvärde av NO₂, 2035 med tunnel



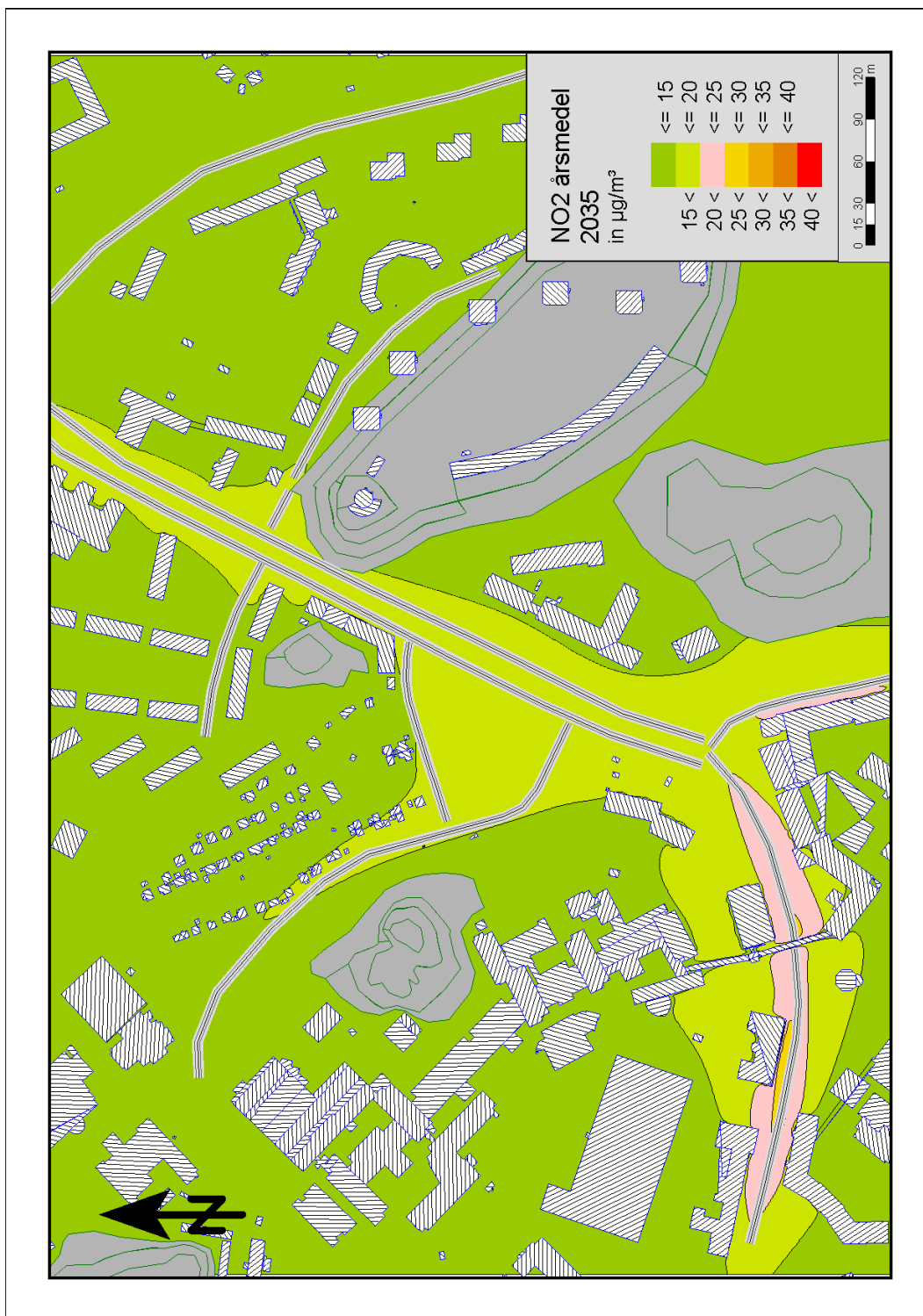
98-percentilen av dygnsmedelvärdet av NO₂, 2035 med tunnel



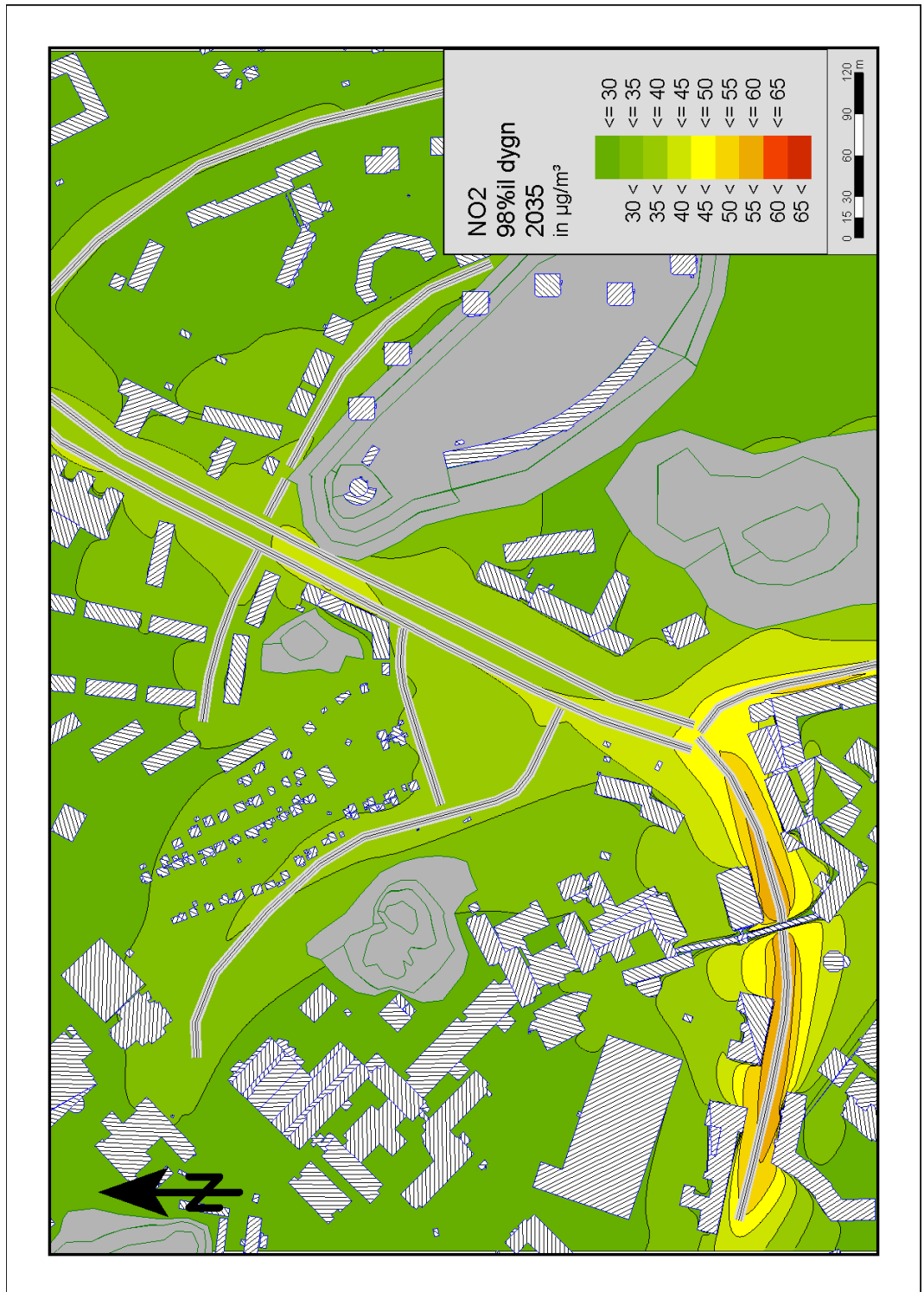
98-percentilen av timmedelvärde av NO₂, 2035 med tunnel



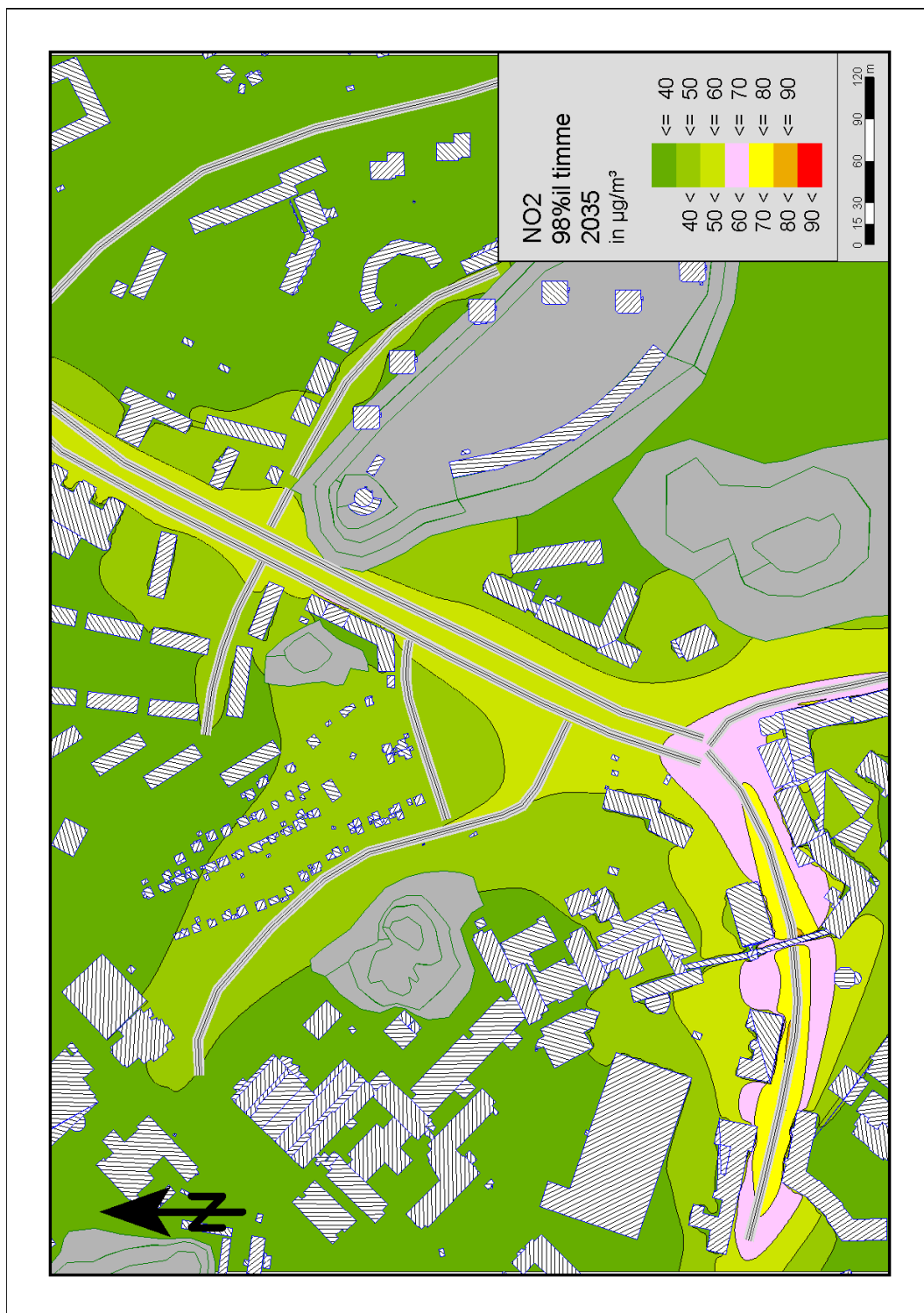
Årsmedelvärdet av NO₂, 2035 utan tunnel



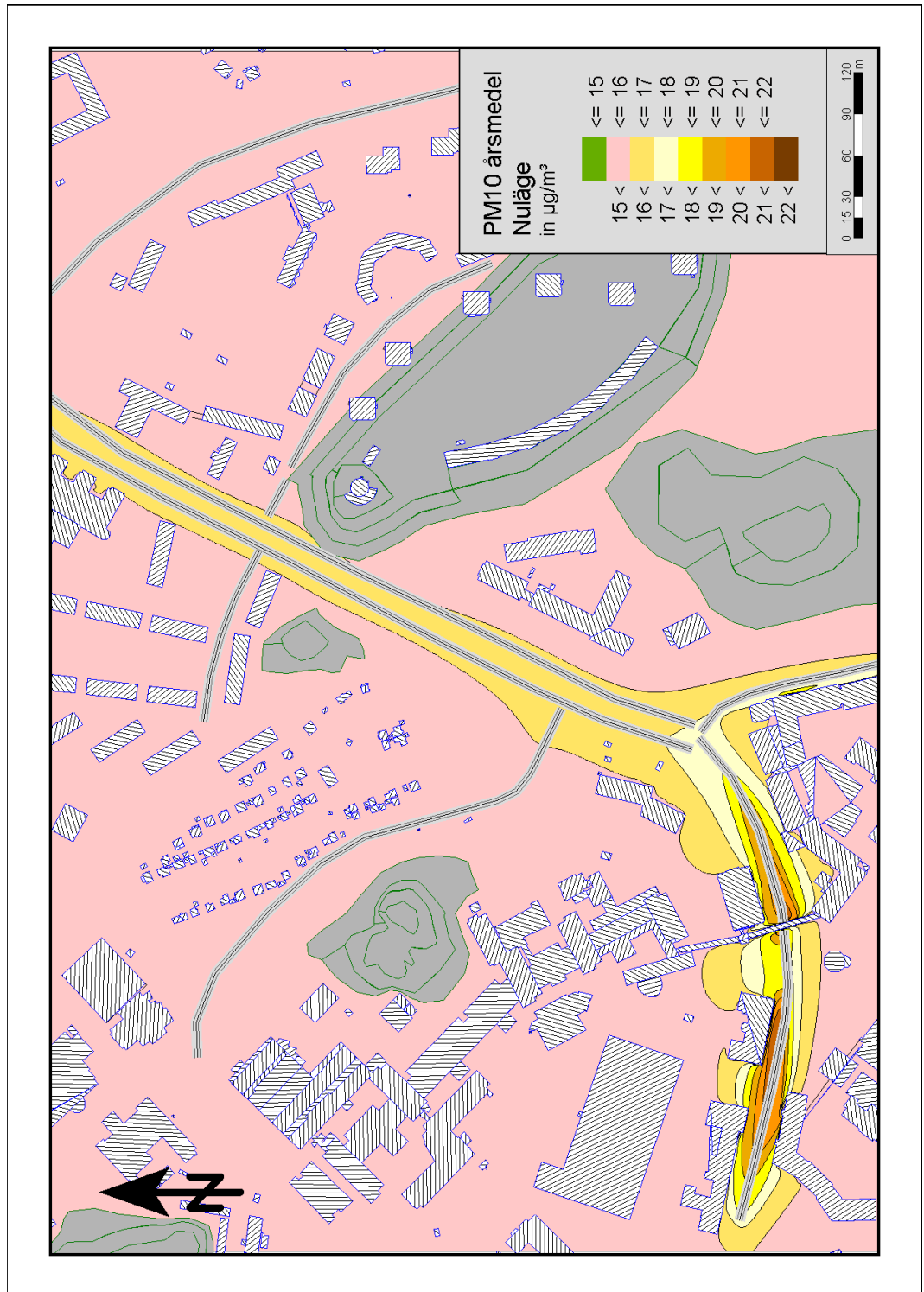
98-percentilen av dygnsmedelvärdet av NO₂, 2035 utan tunnel



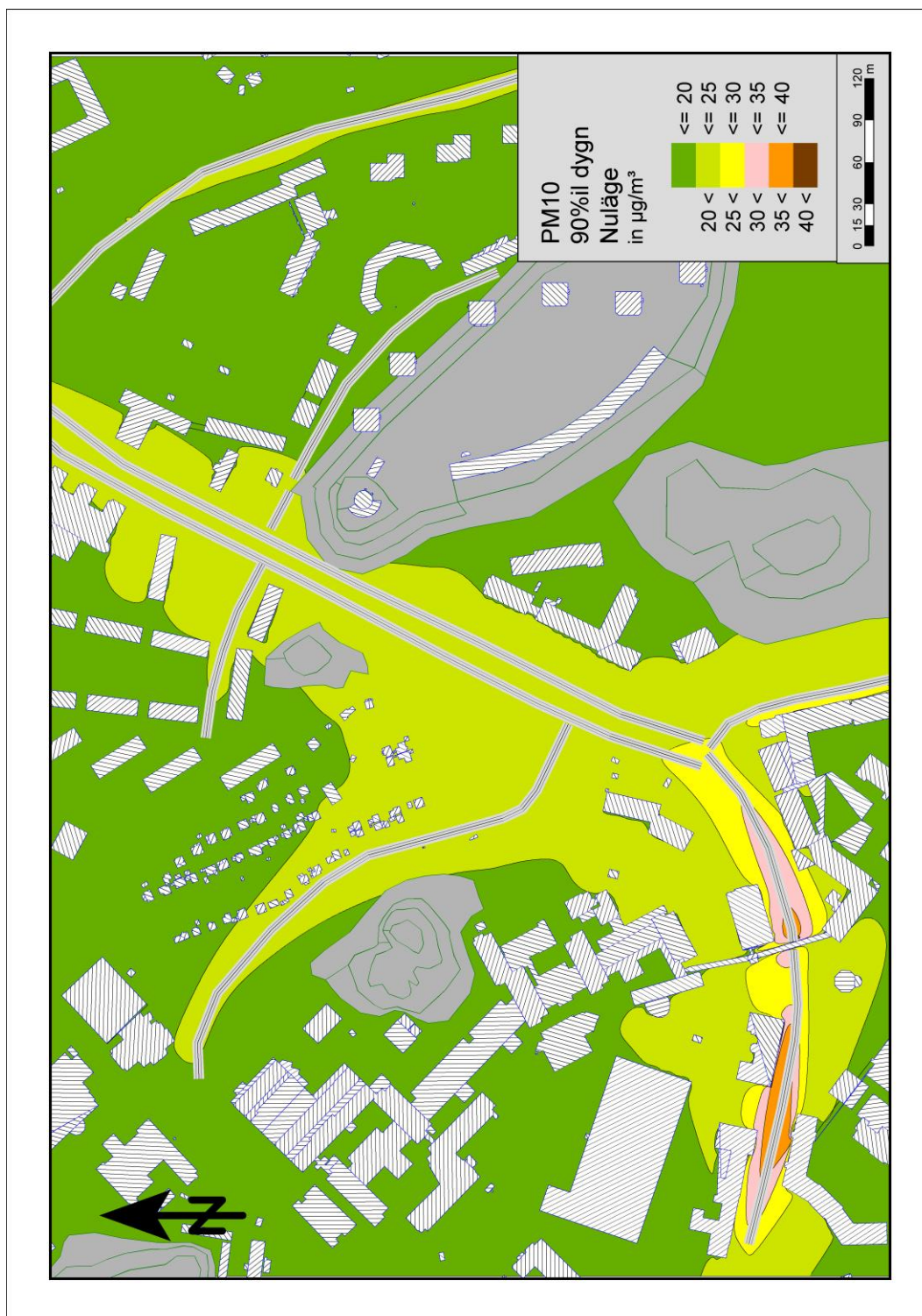
98-percentilen av timmedelvärdet av NO₂, 2035 utan tunnel



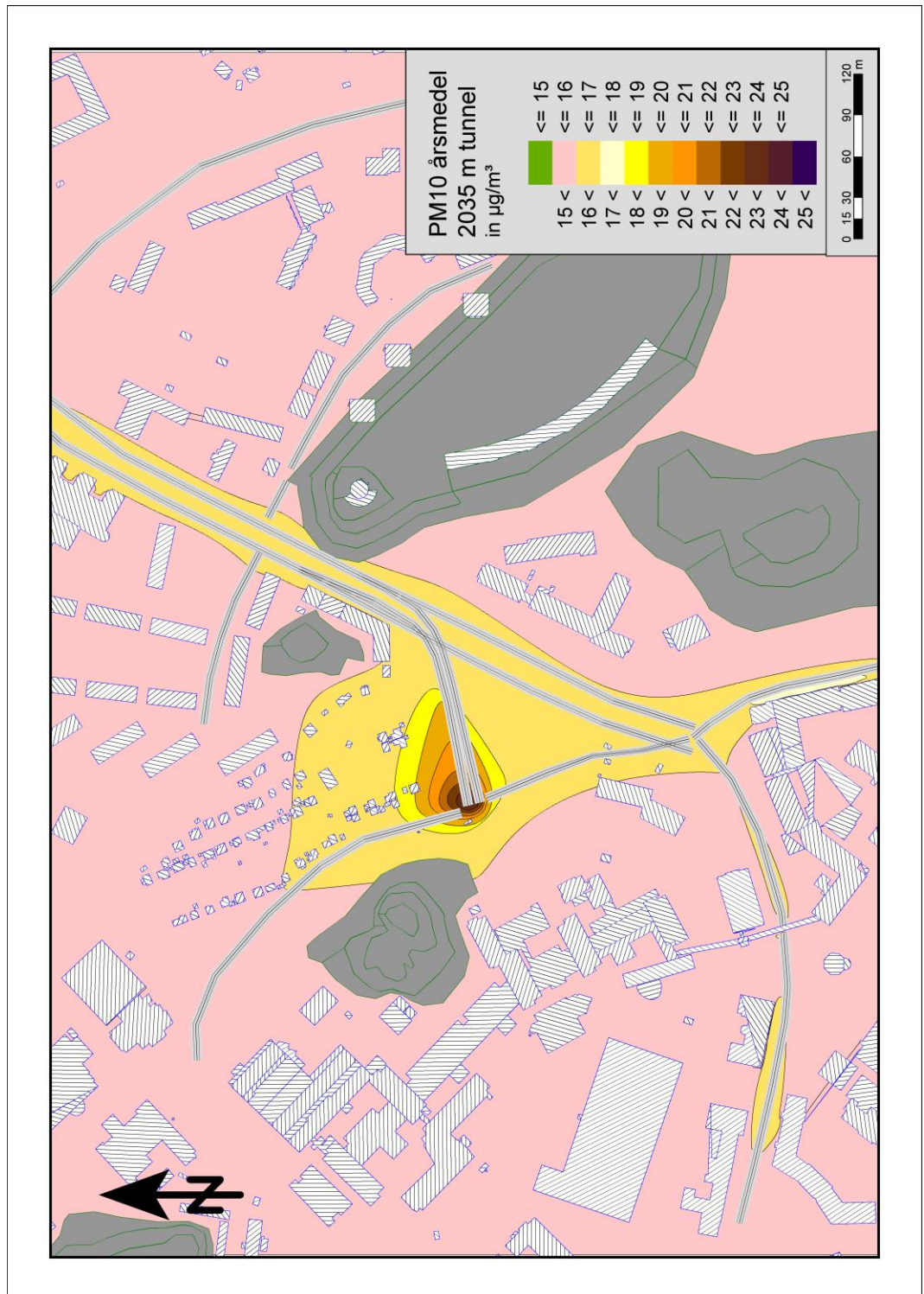
Årsmedelvärde av PM₁₀, nuläge



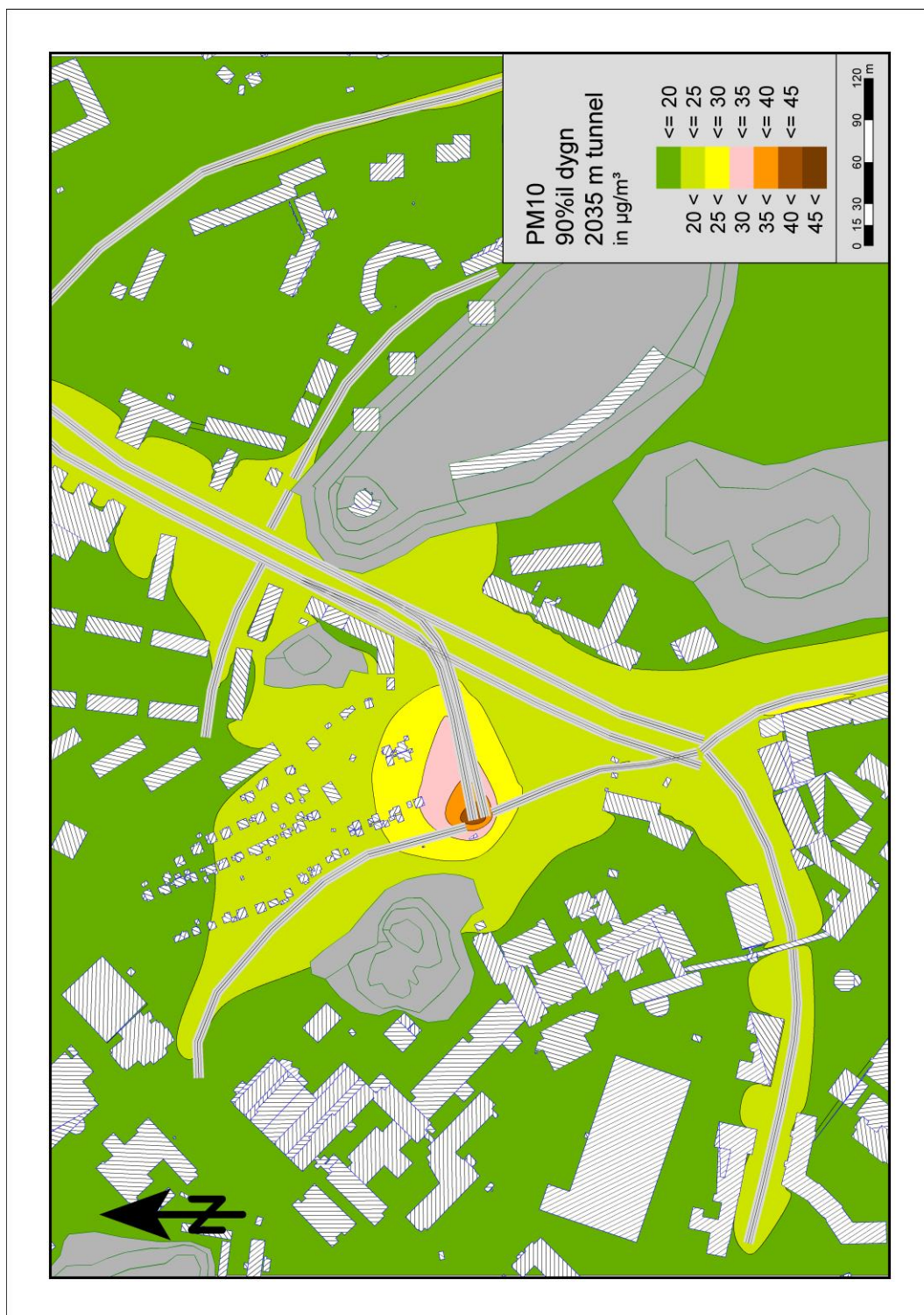
90-percentilen av dygnsmedelvärdet av PM₁₀, nuläge



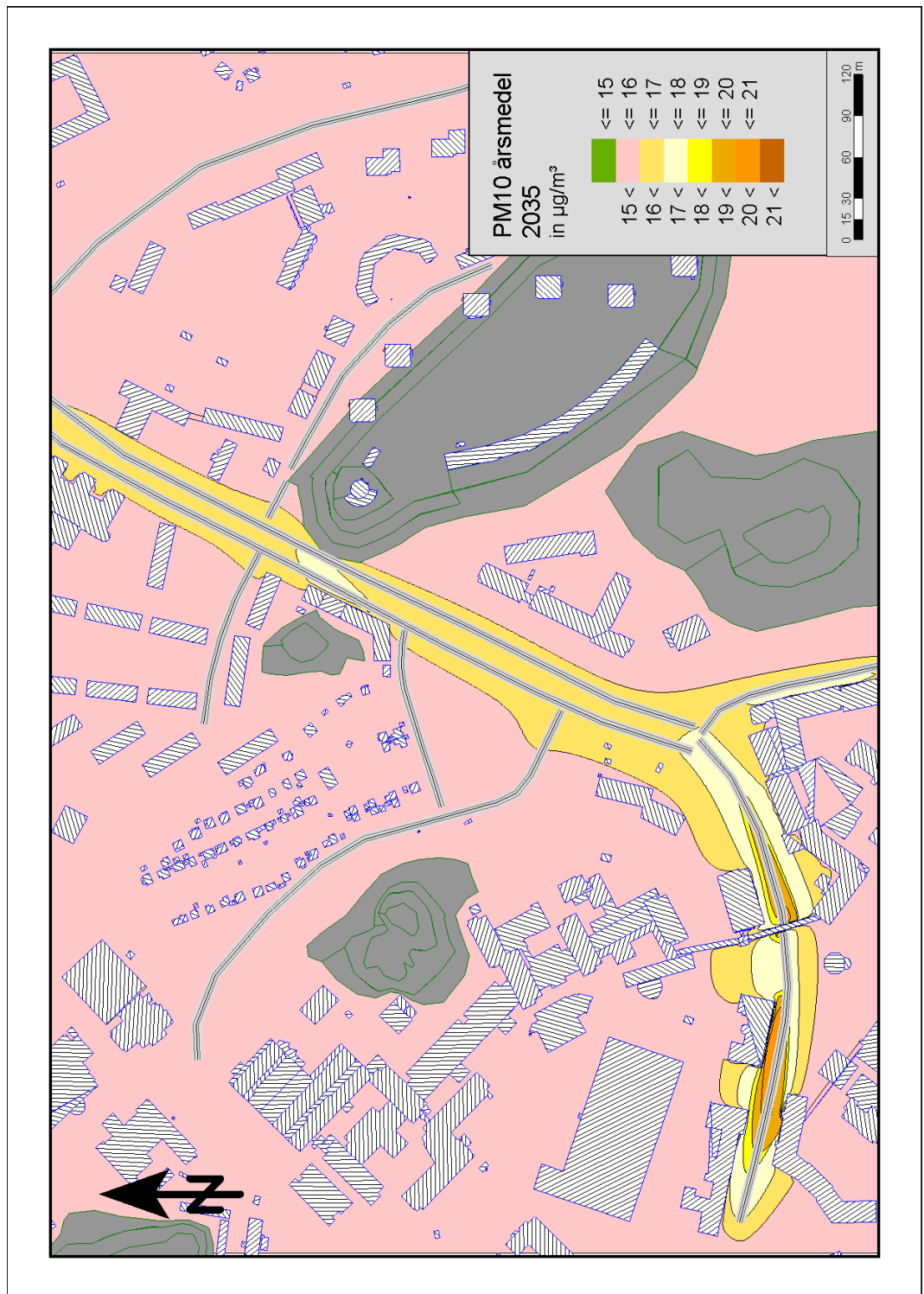
Årsmedelvärde av PM₁₀, 2035 med tunnel



90-percentilen av dygnsmedelvärdet av PM₁₀, 2035 med tunnel



Årsmedelvärde av PM₁₀, 2035 utan tunnel



90-percentilen av dygnsmedelvärdet av PM₁₀, 2035 utan tunnel

