

**Johan Arvelius, Ludvik Brodl**

**RAPPORT NR 2017/53**

## **Kartläggning av luftkvalitet i Umeå tätort Spridningsmodelleringar med SIMAIR**



*Trafik på Teksbron (E12) i centrala Umeå.*



Författare:  
**Johan Arvelius, Ludvik Brodl**

Granskningsdatum:  
2018-01-22

Mottagare:  
**Umeå kommun**

Granskare:  
Stefan Andersson, Marina Vebova

Dnr: **2016/2357/9.5**      Version **1.2**

## Kartläggning av luftkvalitet i Umeå tätort

### Spridningsmodelleringar med SIMAIR

---

Uppdragstagare  
SMHI  
601 76 Norrköping

Projektansvarig  
Johan Arvelius  
011 495 8551  
johan.arvelius@smhi.se

---

Uppdragsgivare  
Umeå kommun  
Miljö- och hälsoskydd  
901 84 Umeå

Kontaktperson  
Annika Söderlund  
090-16 16 87  
annika.soderlund@umea.se

---

Klassificering  
( ) Allmän (X) Affärssekretess

---

Nyckelord  
Umeå, luftmiljö, partiklar, PM10, NO<sub>2</sub>, spridningsberäkning, SIMAIR

---

Övrigt

---



## Innehåll

<b>1</b>	<b>Sammanfattning</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Inledning</b>	<b>2</b>
2.1	Bakgrund . . . . .	2
2.2	Luftkvaliteten i Sverige . . . . .	2
<b>3</b>	<b>Metodik</b>	<b>3</b>
3.1	Modellssystemet SIMAIR . . . . .	3
3.1.1	Regional bakgrund . . . . .	4
3.1.2	Urban bakgrund . . . . .	5
3.1.3	Lokala beräkningar . . . . .	5
3.2	SIMAIR-väg . . . . .	6
3.3	SIMAIR-korsning . . . . .	6
3.4	Beräkning av hushöjder och gaturumsbredd . . . . .	7
3.5	Jämförelse med mätningar . . . . .	7
3.5.1	Mätningar på Västra Esplanaden . . . . .	7
3.6	Beräkningsunderlag . . . . .	8
3.6.1	SIMAIR-väg . . . . .	10
3.6.2	SIMAIR-korsning . . . . .	10
3.6.3	Årsdygnstrafik . . . . .	10
3.6.4	Kösituation . . . . .	10
3.6.5	Tidsvariation . . . . .	11
3.6.6	Meteorologi . . . . .	11
<b>4</b>	<b>Bedömningsgrunder</b>	<b>11</b>
4.1	Miljö kvalitetsnormer . . . . .	11
4.2	Miljö kvalitetsmålet Frisk Luft . . . . .	13
4.3	Uppföljning i Umeå . . . . .	13
<b>5</b>	<b>Resultat</b>	<b>14</b>
5.1	Beräkning av gaturumsdimensioner . . . . .	14
5.2	Korrektionsfaktorer . . . . .	14
5.3	Halter i gaturum med SIMAIR-väg . . . . .	15
5.3.1	PM10 . . . . .	15
5.3.2	NO <sub>2</sub> . . . . .	19
5.4	Yttäckande haltkartor från SIMAIR-korsning . . . . .	24
5.4.1	PM10 . . . . .	24
5.4.2	NO <sub>2</sub> . . . . .	27
<b>6</b>	<b>Diskussion</b>	<b>31</b>

A Indata	35
A.1 Indata för utvalda väglänkar . . . . .	35
A.2 Tidsvariationer . . . . .	36
B Rekommenderade korrektionsfaktorer	42

## 1 Sammanfattning

Umeå kommun har efterfrågat en kartering av luftkvaliteten inom sin tätort. Förordningen om miljökvälitetsnormer för luft slår fast att varje kommun skall kontrollera att miljökvälitetsnormen uppfylls, och beroende på luftkvälitetsituationen krävs olika åtgärder i den årliga uppföljningen. SIMAIR-väg har använts för att beräkna luftkvaliteten för samtliga gator i Umeå tätort. För 34 intressanta gatuavsnitt presenteras numeriska värden för såväl använda indata som för beräknade halter i tabellform. Resterande gatuavsnitt presenteras enbart i form av kartor för att ge en överblick över hur vägarna förhåller sig till varandra gällande luftkvalitet.

Gatuavsnitten har valts ut av Umeå kommun i samråd med SMHI. Trafikinformatiön och gaturumsparametrar har skräddarsyttts för dessa gatuavsnitt genom att använda en kombination av datakällor som sammanställtts av Umeå kommun. Indatamaterialet består av trafikmätningar, byggnadsgeometrier och observationer av kösituation som använts för att få fram gaturumsbredd, årligt dygnstrafik, tidsvariation, fordonstypfördelning samt hushöjd. Där trafikmätningar saknats har trafikuppskattningar gjorts av Umeå kommun utifrån genomförda trafikmätningar på andra väglänkar.

Dessutom har en spridningsmodell, dispersion i SIMAIR-korsning, används för att beräkna luftkvaliteten yttäckande för hela tätorten. SIMAIR-korsning skiljer sig ifrån SIMAIR-väg genom att den även beräknar luftkvaliteten utanför vägvägnitt. Man kan alltså med hjälp av SIMAIR-korsning få en uppfattning om hur luftkvaliteten ser ut på öppna ytor en bit bort från trafikmiljöerna.

Inga korrekationer har gjorts för PM10 för att insatser för dammbindning görs på just Västra Esplanaden som därför inte är ett representativt gaturum. Däremot har korrekationer av gaturumsberäkningar gjorts för NO<sub>2</sub> mot mätningar utförda vid mätstationen på Västra Esplanaden. Dessa visar som tidigare gånger att modelleringarna kraftigt underskattar halterna och att det blir ganska höga korrektionsfaktorer.

Beräkningar med SIMAIR-korsning har inte korrigerats eftersom det inte finns någon bakgrundsstation att jämföra med.

Gaturumsberäkningar med SIMAIR-väg visar på att det finns en handfull gaturum i centrala staden som har överskridanden av MKN för NO<sub>2</sub>. Det är då 90-percentil dygn som det mest kritiska måttet. De flesta gaturum i centrala staden visar halter över en eller båda utvärderingströsklarna för NO<sub>2</sub> och bör därför bör en fortsatt övervakning ske.

För PM10 är det bara Västra Esplanaden som uppvisar värden som överstiger utvärderingströsklarna. I just det gaturum där mätningarna utförs och fler gaturum i centrumfyrcanten görs dammbindningsinsatser. Mätningarna påvisar också att simuleringarna i detta gaturum är överskattningar och det är mest troligt så att mätningarna är mer representativa än simuleringarna längs Västra Esplanaden eftersom dammbindningsinsatser inte tagits med i beräkningarna.

De yttäckande simuleringarna verifierar bilden av att det är i ett område centrerat kring Tegsbron som de högsta halterna av både PM10 och NO<sub>2</sub> finns. Dessa visar att halterna utan hänsyn till effekten av begränsande gaturum är mer jämbördiga på norra respektive södra sidan om Umeälven.

## 2 Inledning

Umeå kommun använder SMHIs luftkvalitetsmodellsystem SIMAIR för att beräkna halter av luftföroreningar i utomhusluften i Umeå tätort. Dessa beräkningar utgör ett viktigt underlag i bland annat detaljplaner, åtgärdsprogram samt annat typ av långsiktig planering.

### 2.1 Bakgrund

För några år sedan genomförde SMHI en kartering av luftkvalitet i Umeå tätort, Omstedt m. fl. (2011), där SIMAIR utnyttjades för att beräkna halter av kvävedioxid och partiklar vid de större gatorna. Dessutom beräknades yttäckande halter längre bort från vägarna. Dessa data finns publicerade på Umeå kommuns webbsida<sup>1</sup>.

Då dessa beräkningar motsvarar luftkvalitetssituationen för år 2007 önskar Umeå kommun uppdatera kartorna. Dessutom finns ett behov att läsa in mer detaljerade indata till beräkningarna, exempelvis trafikmängder och hushöjder, för att erhålla en än mer detaljerad kartering.

Syftet med kartläggningen är att beräkna hur luftkvaliteten i Umeå tätort förhåller sig till miljökvalitetsnormer, utvärderingströsklar och miljökvalitetsmål Frisk luft för år 2016.

Det har även tidigare utretts hur inrättandet av en miljözon skulle påverka halterna av PM10 och NO<sub>2</sub> på Västra Esplanaden, Järnvägsallén och Östra Kyrkogatan som kan vara intressant att jämföra med Omstedt och Burman (2012).

Umeå kommun har beställt en uppdaterad kartläggning av halter för PM10 och NO<sub>2</sub> i tätortens utomhusluft genom modellberäkningar.

### 2.2 Luftkvaliteten i Sverige

Utsläppen av många luftföroreningar i Sverige har minskat markant de senaste åren. Kväveoxidutsläppen (NO<sub>x</sub>) har halverats från över 270 000 ton år 1990 till 130 000 ton år 2015, och utsläppen av partiklar har minskat med en tredjedel från 56 000 ton till 38 000 ton.<sup>2</sup> Ändå är halterna i Sverige fortfarande så pass höga att de bedöms som skadliga för både växter och djur.

Partiklar i luften har allvarliga skadliga effekter på människors hälsa. De ger en ökad dödlighet i såväl lung- som hjärt-kärlsjukdomar och ökade problem för astmatiker (Wikholm och Kyrklund, 2007).

Naturvårdsverkets slutsats om Sveriges möjligheter att nå miljömålet Frisk luft är att det inte är möjligt för Sverige att nå målet till år 2020 med beslutade och planerade styrmedel. Deras sammanfattning lyder: (Naturvårdsverket, 2014, s 12)

Luftföroreningar orsakar alltjämt betydande skador på människors hälsa, på växtlighet samt på kulturföremål. Fler åtgärder behövs innan miljökvalitetsmålet kan nås. Internationella insatser behövs för att minska halterna av partiklar och marknära ozon. Nationellt är ytterligare åtgärder

<sup>1</sup>[https://secure.app.umea.se/mapserver2015/fusion/templates/mapguide/GSViewerFusion\\_FastFort/index.html?ApplicationDefinition=Library%3a%2f%2fMiljo%2fLuftprognos%2fLuftmiljo.ApplicationDefinition](https://secure.app.umea.se/mapserver2015/fusion/templates/mapguide/GSViewerFusion_FastFort/index.html?ApplicationDefinition=Library%3a%2f%2fMiljo%2fLuftprognos%2fLuftmiljo.ApplicationDefinition)

<sup>2</sup><http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-0/>



angelägna för att minska utsläppen av kväveoxider liksom av partiklar från användning av dubbdäck.

Även om utsläppen av kväveoxider totalt minskar så ökar andelen kvävedioxid, alltså har kvävedioxidhalterna inte en minskande trend (Wikholm och Kyrklund, 2007, s 27).

I en kartläggning av partiklar i Sverige gjord av Omstedt m. fl. (2010), fann man regionala bakgrundshalter av PM10 varierande från 13-18  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i södra och västra Götaland, 9-15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i östra Svealand och 6-8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i Västerbotten, och att dessa halter åtminstone för östra Svealand halverats sedan 1990. Halterna av PM10 i urban bakgrund varierar stort beroende på tätortens storlek och läge i Sverige. Generellt fann man årsmedelhalter på 13-25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i södra Götaland, 11-20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i Svealand och 7-18  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i Norrland.

För partiklar har de nordiska länderna anmärkningsvärt högre halter av PM10 i gatmiljön till följd av stor användning av dubbdäck och uppvirvling av vägdamm som härstammar från en kombination av vägslitage, fordonsslitage och sandning/saltning av vägar. Det finns generellt ingen tydlig trend för partikelhalterna (Wikholm och Kyrklund, 2007). I framtidsscenario antas Fridell m. fl. (2013) en långsam minskning på de flesta platser till följd av en minskad användning av dubbdäck.

### 3 Metodik

Spridningsberäkningar har utförts för partiklar mindre än  $10\ \mu\text{m}$  (PM10) och kvävedioxid ( $\text{NO}_2$ ) med tre olika modeller, en för gaturum en för öppna vägar och en för tvådimensionell för ytteckande beräkningar. Spridningsberäkningarna är gjorda i modellsystemet SIMAIR som även hanterar de underliggande emissionsberäkningarna. För att kunna göra spridningsmodellering måste det finnas en emissionsdatabas (EDB) med nödvändig indata för emissions och spridningsberäkningarna, dessa innefattar gaturumsdimensioner, trafikintensitet både i totalmängd och dess tidsvariation, fordonsammansättning allt på gatuavsnitt med rumsliga koordinater. I denna studie har alla indata till EDBn tillhandahållits av Umeå kommun sammanställt från egna och Trafikverkets trafikmätningar, observationsstudier av kösituation och byggnadsinformation i ett GIS-lager.

#### 3.1 Modellssystemet SIMAIR

SIMAIR är ett kopplat modellsystem som använder spridningsmodeller och tar hänsyn både till meteorologiska indata och till emissionsdata på flera olika skalor. Resultaten ges som totalhalter som beror av tre komponenter:

- ett regionalt haltbidrag från Sverige och utlandet,
- ett urbant haltbidrag från övriga vägar och andra källor i den aktuella tätorten,
- ett lokalt haltbidrag från trafiken på en aktuell väg (SIMAIR-väg) alternativt flera närliggande vägsegment och/eller lokala eldstäder (SIMAIR-korsning och SIMAIR-ved).

Det som gör SIMAIR speciellt är att alla nödvändiga indata är inbyggda. Bakgrundshalterna (regionalt och urbant haltbidrag) förberäknas och meteorologiskt data förbereds vilket gör det enkelt att göra en spridningsmodellering av de lokala förhållandena och kombinera med bakgrundshalterna för att få en totalhalt.

Modellerat urbant och lokalt haltbidrag av PM<sub>10</sub> och NO<sub>2</sub> har i ett tidigare projekt validerats mot mätningar både i urbant område samt i gaturum för ett trettiotal tätorter i Sverige (Andersson och Omstedt, 2009, 2013). Studien visade att SIMAIR-väg överensstämmer väl med mätdata och med god marginal klarar de kvalitetsmål för luftkvalitetsberäkningar som finns definierade i Naturvårdsverkets författningssamling NFS 2010:8.

Med tanke på att det är vägtrafiken som är i fokus för SIMAIR-väg och -korsning bör det dock betonas att det kan finnas andra lokala utsläppskällor som kan ge betydande föroreningshalter i det studerade området men som inte behandlas med tillräckligt hög detaljnivå i beräkningarna av de urbana och regionala haltbidragen.

SIMAIR-väg har ett webbgränssnitt där användaren kan editera, lägga till och ta bort vägvägsnitt. Attributen som ges till vägvägsnittet är de som kommer matas in till SIMAIR för att köra någon av de fyra spridningsmodeller som finns i systemet. Webbgränssnittet är begränsat i dess funktionalitet för att det inte ska bli för komplext för den allmänna användaren. Det finns mer avancerade funktioner för systemanvändare; som till exempel att läsa in hela vägnätverk, med tillhörande attribut, ifrån databaser.

För vidare dokumentation av SIMAIR, se Andersson m. fl. (2015) och Gidhagen m. fl. (2009).

### 3.1.1 Regional bakgrund

De urbana och regionala haltbidragen beräknas för varje år med hjälp av Multiple-Scale Atmospheric Transport and Chemistry Modeling System (MATCH) i en nationell beräkning. MATCH är en modell för atmosfärisk transport och kemi utvecklad av SMHI beskriven i Robertson m. fl. (1999) och Andersson m. fl. (2007). Modellen behöver indata i form av meteorologiska simuleringar och emissioner.

Meteorologin är tagen från beräkningar med ECMWFs deterministiska modell. European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF)s deterministiska modell är en världsomspännande numerisk väderprognosmodell som använts under lång tid på SMHI samt andra väderinstitut. Upplösningen för ECMWFs deterministiska modell är i dagsläget  $0,1^\circ \times 0,1^\circ$ .

Emissionerna som haltbidragen baseras på kommer från European Monitoring and Evaluation Programme (EMEP)<sup>3</sup>, som upprätthåller en förteckning med europeiska utsläppskällor med en geografisk upplösning på  $50 \times 50 \text{ km}^2$  och Svenska MiljöEmissionsData (SMED)<sup>4</sup>, som på uppdrag av Naturvårdsverket upprätthåller svenska geografiskt fördelade utsläpp med en upplösning på  $1 \times 1 \text{ km}^2$ .

Utsläppskällorna som kartlagts i SMED och EMEP kombineras med utsläpp från vägtrafiken. Vägtrafikens bidrag beräknas utifrån trafikmängd och -situation med utsläppsfaktorer ifrån Handbook Emission Factors for Road Transport (HBEFA) som bygger på laborietester, för att få fram en emissionsmängd. HBEFA kan kortfattat beskrivas som en uppslagsbok på utsläppsmängder för olika typer av vägfordon vid olika trafiksituationer.

Framtagandet av dessa halter beskrivs ingående i Alpfjord och Andersson (2017).

Inom utvalda tätorter där en urban bakgrund beräknas med Bakgrundshalter i Urban Miljö (BUM) görs även en körning i MATCH med endast samma lokala källor som tas med i BUM-beräkningen och subtraheras

<sup>3</sup><http://www.emep.int/>

<sup>4</sup><http://www.smed.se/>

från körningen över hela Sverige för att undvika dubbelräkningar av de urbana källorna i och vid tätorten i fråga. Hela förfarandet förklaras i detalj i SMHI och Vägverket (2005, stycke 3.4).

### 3.1.2 Urban bakgrund

Urbana halter av luftföroreningar beräknas på ett  $1 \times 1 \text{ km}^2$  rutnät med den urbana modellen BUM, beskriven i SMHI och Vägverket (2005) med förbättringar enligt Andersson m. fl. (2010). Vid beräkningarna används emissionsdata från SMEDs geografiskt fördelade emissioner för luft. Spridningsberäkningar görs med två metodiker:

- För markkällor, såsom trafik och småskalig vedeldning, beräknas halter genom att bidrag från emissioner i ett influensområde uppströms vindriktningen läggs samman för att bestämma halten i en beräkningspunkt.
- För utsläpp från högre punktkällor (till exempel höga skorstenar) görs beräkningarna med en Gaussisk plymmodell.

För BUM används väderdata från MESoskalig ANalys (MESAN). MESANs meteorologiska analysmodell har en upplösning på  $2,5 \times 2,5 \text{ km}^2$  och använder optimal interpolationsteknik för att väga samman synoptiska väderstationer, Trafikverkets väderstationer, väderradar, satellitdata och modelldata för att på bästa sätt representera meteorologin (Häggmark m. fl., 1997).

### 3.1.3 Lokala beräkningar

För lokala beräkningar används fyra olika modeller för olika situationer:

**OSPM** för enskilt vägavsnitt med omgivande byggnader (gaturum).

**OpenRoad** för enskilt vägavsnitt i öppen terräng.

**Dispersion-Line** för flera närbelägna vägavsnitt.

**Dispersion-Point** för flera punktformiga emissioner (vedeldning).

De två förstnämnda används av SIMAIR-väg och ger resultat i en receptorpunkt på var sida om vägavsnittet. De två senare används för beräkningar av ett tvådimensionellt fält antingen enskilt eller tillsammans i SIMAIR-korsning.

Oavsett vilka spridningsmodeller, som används i systemet SIMAIR, behöver emissioner beräknas. För Dispersion-Point behövs emissioner för respektive utsläppskälla förberedas. För vägtrafiktillämpningarna beräknas för varje modell även emissionerna från trafiken ut inom systemet, för gasformiga ämnen används emissionsfaktorer från HBEFA medans emissioner av partiklar från motorer, slitage på vägbana och fordon samt uppvirvning av vägdamm beräknas med en semi-empirisk modell beskriven i Omstedt m. fl. (2005). För dessa beräkningar behövs följande indata:

**Årsdygnstrafik** medelantalet fordon som vistas på vägavsnittet under en dag (antalet fordon som vistas på vägen under ett år, delat på 365).

**Kösituation** definierat enligt fyra nivåer, i stigande köintensitet; fritt flöde, tung trafik, kö eller 'stopp och kör'.

**Trafiktidsvariation** fördelningen av årsmedeldygnstrafik (ÅDT) under ett dygn med en timmes upp-lösning, och olika värde för vardagar (måndag till torsdag), fredag, lördag och söndag.

**Fordonssammansättning** det finns sex olika fordonsklasser i SIMAIR: personbil, lastbil utan släp, lastbil med släp, tvåhjulning, turistbuss och stadsbuss. Denna parameter anger fördelningen mellan dessa fordon i ÅDT.

**Sandning** anger ifall vägen sandas eller saltas för halkbekämpning vid temperaturer mellan  $-2^{\circ}\text{C}$  och  $1^{\circ}\text{C}$  då det har regnat/snöat denna dag eller att dagpunktstemperaturen är mellan  $-2^{\circ}\text{C}$  och  $1^{\circ}\text{C}$ .

**Dubbdäcksmängd** andel av fordon med dubbdäck, från 1 december till 31 mars på vägavsnittet. Andelen dubbdäck ökar gradvis samt avtar gradvis i övergångarna enligt datumen för vinterdäckskrav i Sverige.

För Operational Street Pollution Model (OSPM) används även:

**Hushöjd** höjden på byggnaderna, ifrån gaturummets mark, på vardera sida om vägavsnittet.

**Gaturumsbredd** avståndet mellan byggnaderna på vardera sida om vägavsnittet.

Lagringen av dessa parametrar för de avsnitt som ska kunna beräknas är en EDB. En EDB kan enkelt kopieras i och parametrarna för enskilda vägar redigeras genom SIMAIRs webbgränssnitt.

Utöver emissioner behövs även meteorologiska parametrar för att göra spridningsmodelleringarna, detta är redan förberett i SIMAIR som har lagrat vindriktning, vindhastighet, luftfuktighet, nederbörd, global strålning samt lufttemperatur för hela landet. Dessa baseras på MESAN.

## 3.2 SIMAIR-väg

SIMAIR-väg är det ursprungliga SIMAIR, utvecklat av SMHI i samarbete med Trafikverket och Naturvårdsverket för att kunna modellera föroreningshalter både vid befintliga och planerade vägar och gaturum.

Två olika spridningsmodeller används för beräkning av det lokala bidraget i vägars närområde. För gaturum används OSPM (Berkowicz, 2000) och för vägar som saknar bebyggelse, inom 50 m från vägen, modellen OpenRoad (Gidhagen m. fl., 2004). På landsbygd är OpenRoad den enda optionen men för tätort väljs OpenRoad om hushöjden på båda sidor är noll, i annat fall väljs OSPM.

## 3.3 SIMAIR-korsning

SIMAIR-korsning beräknar i motsats till SIMAIR-väg halter i ett rutnät av beräkningspunkter och emissioner för vägtrafiken beräknas så som för modellen OpenRoad. SIMAIR-korsning tar inte hänsyn till gaturummets utformning, det vill säga hur byggnader på sidorna av vägen påverkar luftflödet. Fördelen med SIMAIR-korsning är att modellen delar upp beräkningsområdet i ett tvådimensionellt rutnät, vilket gör att det även går att studera föroreningshalterna i områden som är påverkade av flera vägar. Varje beräkningscell får ett ytmedelvärde genom att studera dispersionen av föroreningarna i luften. SIMAIR-korsning är åtkomligt via samma webbgränssnitt som SIMAIR-väg och använder sig av samma EDB.

SIMAIR-korsning kan hantera både punktformiga utsläppskällor på låg höjd, vilket är tänkt för småskalig vedeldning och vägar som är ändliga linjekällor. För att simulera spridningen från respektive typ av källa

har två varianter av SMHIs Dispersionsmodell tagits fram; Dispersion-Point för punktkällor och Dispersion-Line för ändliga linjekällor. Båda är så kallade Gaussiska spridningsmodeller och både de och SIMAIR-korsning är ingående beskrivna i Omstedt (2007).

### 3.4 Beräkning av hushöjder och gaturumsbredd

För att bestämma gaturummets dimensioner, hushöjd på respektive sida av gatan och bredd mellan fasaderna, använde vi en metodik beskriven i Jakobsson m. fl. (2013). Den förutsätter att det finns tvådimensionell information om byggnaders utsträckning i närområdet med information om höjd för varje byggnad eller komplett tredimensionell information om byggnaderna. Metoden går i korthet ut på att vid ett flertal punkter utmed varje gatuavsnitt ta reda på avståndet vinkelrätt ut från gatan till närmaste byggnad på respektive sida. Sedan beräknas medelvärdet av avstånden mellan gatan och byggnaden för de utvalda punkterna för att bestämma gaturumsbredden. Samma förfarande används för att bestämma hushöjderna för gaturummet.

### 3.5 Jämförelse med mätningar

SIMAIR överensstämmer bra med mätningar, men det är känt att simuleringar med SIMAIR underskattat halterna av främst NO<sub>2</sub> i synnerhet i norra Sverige (Andersson och Omstedt, 2009, 2013; Omstedt m. fl., 2012). Genom en metodförbättring i en underliggande modell i SIMAIR<sup>5</sup> (efter en evaluering av modellen (Ketzl m. fl., 2012)) har genomsnittshalterna för NO<sub>2</sub> förbättrats medan modellen fortfarande har svårt att fånga extremvärden och fortsatt underskattar percentilvärden. De emissionsfaktorer som används kommer från HBEFA och är baserade på laboratoriemätningar. Det har under senare tid framkommit att dessa avviker från de emissioner som uppkommer under körning i verklig trafik. För att kompensera för avvikelser tas en korrektionsfaktor fram genom att jämföra med mätningar i samma område och samma tidsperiod i den här studien.

För partikelvärden finns inte en lika klar tendens till systematiska över- eller underskattningar. PM10 kommer dock till stor del från slitage mot vägbanan och uppvirvling av damm på vägbanan. Därför finns en stor variation från år till år av meteorologiska situationer som ger skillnader i vägbanans fuktighet och hur mycket gatan sandats eller saltats.

I den mån det finns representativa mätningar för aktuell ort och tidsperiod är det bästa förfarandet att använda dessa för att ta fram korrektionsfaktorer och korrigera resultaten från körningarna utifrån dessa.

I den tidigare kartläggningen av luftkvaliteten i Umeå, av Omstedt m. fl. (2011), gjordes korrigeringar av beräkningar gjorda med Airviro mot mätningar av urban bakgrund gjorda på bibliotekstaket. Även beräkningar med SIMAIR-väg korrigerades mot mätningar i gaturum vid Västra Esplanaden. Tyvärr görs inte längre mätningar i urban bakgrund varför inga korrektioner har gjorts denna gång av de yttäckande beräkningarna med SIMAIR-korsning.

#### 3.5.1 Mätningar på Västra Esplanaden

Luftmiljömätningar har under den berörda perioden (2016) utförts vid Västra Esplanaden, i kvarteret mellan Nygatan och Västra Norrlandsgatan och finns beskrivet i rapport av Miljö- och hälsoskydd (2017). Från

<sup>5</sup><http://www.smhi.se/2.2233/kvalitetsforbattring-av-simair-vag-1.34859>

stationen finns uppmätta halter för 2016 av NO<sub>2</sub> med kemoluminiscensteknik (en Thermo Scientific Model 42i).

Intaget för NO<sub>2</sub>-mätningarna sker på 3,8 m höjd över gatan, intill vägkanten. PM10 har uppmätts med en Palas model Fidas 200 som analyserar partiklar genom att studera reflektionen när de blir belysta med polykromatiskt ljus. Detta är ett för mätåret 2016 nytt instrument som ersatte en tidigare TEOM. Intaget till instrumentet har placerats på cirka 4,3 m höjd ifrån gatan och intill vägkanten.

Trafikmängden är mätt på platsen men det har inte gjorts några observationsstudier angående kösituationen. Det bedöms från Umeå kommun som att det är likartad kösituation som vid observationspunkten vid Tegsbron i södergående körfält medans det generellt är mindre kö vid mätpunkten än på Tegsbron för norrgående körfält. Därav har ett steg lägre klassning än kösituation uppmätt på Tegsbron använts. Trafikvariation och kösituation som använts vid simuleringarna vid mätplatsen återges i tabell 11.

I en verklig miljö med flera olika hus på sidorna av vägen med olika höjd och avstånd från vägen finns det ett visst mått av osäkerhet i hur gaturumsp parametrarna ska väljas. Osäkerheten i detta kommer i praktiken att bli en del av den uträknade korrektionsfaktorn. Då gaturumsdimensionerna i denna studie beräknats med en speciell algoritm enligt avsnitt 3.4 som inte alltid stämmer överens med de mått som en mänsklig operatör normalt sätter så används i denna studie en korrektionsfaktor som tagits fram med de gaturumsp parametrarna som beräknades med algoritmen för mätplatsen.

Sedan tidigare finns ett vägledningsdokument för beräkningar i Umeå (Alpfjord m. fl., 2015). För att göra beräkningar med manuell justering av gaturumsp parametrar enligt detta bör man i stället använda en korrektionsfaktor beräknad med de gaturumsp parametrarna som är angivna för mätplatsen i denna, dessa redovisas i bilaga B.

Sedan 2014 görs regelbundna insatser för dammbindning på Västra Esplanaden tillsammans med fler gaturum i centrumfyrcanten. Detta gör att mätningen av PM10 inte är lämplig för korrektion av mätdata då den inte kan anses representativ för gator i Umeå generellt och korrektionsfaktorer tillämpas därför endast för NO<sub>2</sub>. Korrektionsfaktorerna beräknas helt enkelt som kvoten mellan uppmätt och simulerat värde efter att eventuella avbrott i mätserien kompletterats så att serien blir representativ för ett helt kalenderår.

### 3.6 Beräkningsunderlag

Viktigaste indata för att få en så bra emissionsberäkning som möjligt i SIMAIR är trafikmängder, hastighet, kösituationer och andel tung trafik. Totalt har 3645 vägavsnitt används som grunddata, dessa vägasnitt har Umeå kommun försett SMHI med. Trafikintensiteten baseras på både kommunala och Trafikverkets trafikmätningar. Där trafikmätningar saknats har trafikuppskattningarna gjorts av Umeå kommun. En uppskattning av trafikflöden har skett utifrån genomförda trafikmätningarna till väglänkar.

Indata för de 34 vägavsnitten för vilka resultaten visas i tabellerna 7 och 6 redovisas i tabell 8, bilaga A.1. En karta över vilket nummer som motsvarar ett vägasnitt illustreras i figur 1.



*Figur 1: De vägsnitt, samt ett tildelat index, som speciellt har studerats i projektet.*

### 3.6.1 SIMAIR-väg

För att få bra simuleringsresultat ifrån SIMAIR-väg krävs även väldefinierade gaturumsdimensioner. Ett GIS-underlag med byggnader och hushöjder från Umeå kommun har använts för att beräkna gaturumsdimensionerna; hushöjd på respektive sida av gatan och bredd mellan fasaderna. Metoden som använts är beskriven i Jakobsson m. fl. (2013). Den förutsätter att det finns tvådimensionell information om byggnaders utsträckning i närområdet med information om höjd för varje byggnad eller komplett tredimensionell information om byggnaderna. Metoden går i korthet ut på att vid ett flertal punkter utmed varje gatuavsnitt ta reda på avståndet vinkelrätt ut från gatan till närmaste byggnad på respektive sida. Sedan beräknas medelvärdet av avstånden mellan gatan och byggnaden för de utvalda punkterna för att bestämma gaturumsbredden. Samma förfarande används för att bestämma hushöjderna för gaturummet. Utöver detta har gaturumsdimensionerna justerats manuellt för det vägavsnitt där mätplatsen är placerad.

### 3.6.2 SIMAIR-korsning

För SIMAIR-korsning har samma vägavsnitt använts för att generera utsläppskartor med 25 meters upplösning. På grund av en teknisk begränsning i modellen kan inte resultat större än 1600 punkter<sup>6</sup> beräknas åt gången. SMHI har löst detta genom att köra modellen flertalet gånger, i form av ett rutnät, och kombinera resultaten ifrån simuleringen. Denna ihoplappning av olika körningar kan visualiseras i resultatbilden på 409 600 punkter i form av urskiljbara rutor.<sup>7</sup>

### 3.6.3 Årsdygnstrafik

Trafikmängder har beräknats som vardagsdygnstrafik (VaDT) av Umeå kommun för det kommunala vägnätet och som ÅDT från Trafikverkets mätningar på de statliga vägarna och har tillhandahållits av Umeå kommuns som ett GIS-lager. SIMAIR är upplagt för indata som ÅDT. Omräkning från VaDT till ÅDT för de kommunala vägarna har gjorts genom att multiplicera med en faktor 0,9.

### 3.6.4 Kösituation

I den nya versionen av SIMAIR kallad SIMAIR 2 som lanserades under 2016 är det möjligt att beräkna emissioner för olika kösituationer. Utsläppen är mycket beroende på kösituationen på vägarna vilket undersökts genom observationer av Umeå kommun på 5 utsatta vägavsnitt. Observationerna är gjorda på Västra Esplanaden, Ridvägen utfart mot Västra Esplanaden, Västra Norrlandsgatan utfart mot Västra Esplanaden och Östra Kyrkogatan. Skattningsarna av kösituationen timme för timme på dessa platser tabelleras i tabell 9 till 14 i bilaga A.2. Dessa kösituationer har antagits gälla även för några andra avsnitt på dessa vägar.

För Västra Esplanaden finns en studerad kösituation i norrgående köriktning på Tegsbron, (tabell 10), på segment Ingre norrut bedöms situationen något bättre varför en variant av samma trafikvariation med mindre kö använts för korsningarna mellan Storgatan och järnvägen (tabell 11). Det finns även en studie av kösituationen i södergående körfält (tabell 9), den har applicerats mellan från bron över järnvägen till Tegsbron. Eftersom köer uppkommer in mot korsningar och simair väg kräver att det är en väglänk i

<sup>6</sup>Upplösningen är alltså  $40 \times 40$  punkter per körning.

<sup>7</sup>Arean som beräknats är 256 kvadratkilometer:  $256 \cdot 10^6 / 25^2 = 409\,600$  punkter.



varje gaturum har Västra Esplanaden delats upp i korta väglänkar om ett halvt kvarter och kösituationen för norrgående respektive södergående använts omväxlande.

För resterande vägar antas att det alltid råder fritt trafikflöde.

### 3.6.5 Tidsvariation

På de utvalda vägarna av Umeå kommun har dessutom trafikräkningar genomförts som medgivit trafikflöde med timmesupplösning, vilket använts som trafikflöde på hela dessa vägar. Tidsvariationen redovisas i samma tabeller som kösituationen i bilaga A. Förutom dessa avsnitt har det antagits att tidsvariationen för trafik följer de standardvärden som tagits fram av Trafikverket för några standardvägtyper till SIMAIR.

### 3.6.6 Meteorologi

Vädret har stor påverkan på hur luftmiljön vid en viss tidpunkt ser ut, därför är det viktigt att ha hög precision på drivdatan till SIMAIR. De lokala spridningsberäkningarna har utförts med meteorologi från MESAN för år 2016.

## 4 Bedömningsgrunder

De bedömningsgrunder som finns för luftkvalitet i Sverige är *Miljö kvalitetsnormer* (MKN) samt *Miljö kvalitetsmålet Frisk Luft*. Miljö kvalitetsnormerna är lagkrav, medan miljömålen ej är lagkrav, utan ett mer långsiktigt mål att arbeta mot.

### 4.1 Miljö kvalitetsnormer

Resultaten från beräkningarna jämförs med de statistiska haltmått som förekommer i de svenska miljö kvalitetsnormerna (MKN). Dessa ges för årsmedelvärden och för percentiler. För PM10 använder MKN 90-percentilen av dygnsmedelvärdet, vilket betyder att 90% av dygnsmedelvärdena under ett år måste ligga under ett angivet värde. Det innebär att dygnsmedelvärdet får överstiga detta värde som mest 35 gånger per år.

För NO<sub>2</sub> används 98-percentilen av dygnsmedelvärdet och timmedelvärdet, vilket motsvarar ett maximalt överskridande med 7 dygn per år eller 175 timmar per år.

Miljö kvalitetsnormerna är angivna i SFS 2010:477, och är summerade för partiklar och NO<sub>2</sub> i Tabell 1. Om MKN överskrids ska kommunen informera Naturvårdsverket och berörda länsstyrelser. Naturvårdsverket gör sedan en utredning om behovet av ett åtgärdsprogram, som bland annat ska innehålla planering för vilka åtgärder som ska utföras och av vem. Ansvar för att programmet tas fram ligger på kommunen eller länsstyrelsen. Nedan följer en kortfattad översikt över vilka åtaganden kommuner har för miljöövervakningen. Mer information finns i Luftguiden (Sabelström m. fl., 2014, kap 5-7).

Utvärderingströsklarna anger gränser under MKN då bestämda krav på kontroll inträder för kommunen. Om mätningar eller beräkningar visar att värdet:

- överstiger den övre utvärderingströskeln, ska kontrollen ske genom mätning som kan kompletteras med beräkning eller mätning med lägre kvalitetskrav,

Ämne	Haltmått	Årsmedelvärde [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	90-percentil av dygnsme- delvärden [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	98-percentil av dygnsme- delvärden [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	98-percentil av tim- medelvärden [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
PM10	Miljö kvalitetsnorm	40	50	-	-
	Övre utvärderingströskel	28	35	-	-
	Nedre utvärderingströskel	20	25	-	-
PM2.5	Miljö kvalitetsnorm	25	-	-	-
	Övre utvärderingströskel	17	-	-	-
	Nedre utvärderingströskel	12	-	-	-
NO <sub>2</sub>	Miljö kvalitetsnorm	40	-	60	90
	Övre utvärderingströskel	32	-	48	72
	Nedre utvärderingströskel	26	-	36	54

**Tabell 1:** Miljö kvalitetsnormer och utvärderingströsklar med färgkoder som för att underlätta utvärderingen återfinns i resultat-tabellerna. Streck innebär att norm/utvärderingströskel saknas. Jämför med tabell 2.

- understiger den övre utvärderingströskeln, får kontrollen ske genom en kombination av mätning och beräkning, eller
- understiger den nedre utvärderingströskeln, får kontrollen ske genom enbart beräkning eller skattning eller en kombination av metoderna.

Uppföljningsmätningarna som nämns ovan ska vara kontinuerliga, vilket innebär att de ska utföras under ett helt kalenderår på en och samma plats. De bör också vara löpande, vilket betyder att även mätningar efterföljande år ska ske på samma plats. För orter med invånarantal mellan 10 000 och 249 000 krävs:

- En mätplats för NO<sub>2</sub> och en mätplats för partiklar vid halter mellan den nedre utvärderingströskeln och den övre utvärderingströskeln,
- En mätplats för NO<sub>2</sub> och två mätplatser för partiklar vid halter över den övre utvärderingströskeln.

Om utvärderingströsklar överskrids (utan att miljö kvalitetsnormer överskrids) i en kommun med invånarantal mindre än 10 000 är kraven på uppföljningsmätningar lägre. I sådana fall räcker det med att normerna fortsättningsvis kontrolleras genom en så kallad objektiv skattning. Detta kan göras genom att undersöka om läget har förändrats genom exempelvis utsläppskällor eller bostäder längs belastade vägar har uppkommit sedan den senaste undersökningen. En bedömning kan då göras om haltnivåerna har förändrats och om behov av nya mätningar eller modellberäkningar är nödvändiga.

För att följa trenderna rekommenderas det ändå att med jämna mellanrum, vart tredje eller femte år, göra en ny kartläggning av luftkvaliteten på de mest relevanta platserna.

## 4.2 Miljökvalitetsmålet Frisk Luft

Utöver miljökvalitetsnormer finns även miljökvalitetsmålet *Frisk Luft*<sup>8</sup>. Dessa miljömål är skarpare än miljökvalitetsnormerna med avseende på tillåtna halter av föroreningar och innebär att dessa inte överskrider lågrisknivåer. Haltvärden för preciseringen återges i tabell 2.

Ämne	Haltmått	Årsmedelvärde [µg/m <sup>3</sup> ]	90-percentil av dygnsme- delvärden [µg/m <sup>3</sup> ]	98-percentil av dygnsme- delvärden [µg/m <sup>3</sup> ]	98-percentil av tim- medelvärden [µg/m <sup>3</sup> ]
PM10	Frisk luft	15	30	-	-
PM2.5	Frisk luft	10	25	-	-
NO <sub>2</sub>	Frisk luft	20	-	-	60

**Tabell 2:** *Precisering av miljömålen Frisk luft. Streck innebär att mål ej finns för aktuellt ämne/statistikmått. Jämför med tabell 1.*

## 4.3 Uppföljning i Umeå

Umeå kommun uppfyller mätkraven genom de kontinuerliga mätningar som sker på Västra Esplanaden av NO<sub>2</sub>, PM10 och PM2,5 i gaturum. Utöver detta sker en mätning av PM2,5 i urban bakgrunds nivå Öst på stan (Förskolan Uven) samt från 2018 kommer även mätning av NO<sub>2</sub> att ske på Östra kyrkogatan i centrala Umeå.

<sup>8</sup><https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Sveriges-miljomal/Miljokvalitetsmalen/Frisk-luft/Precisering-av-Frisk-luft/>

## 5 Resultat

Som ett underlag för vidare beräkningar har först gaturumsparametrarna: hushöjder och gaturumsbredd beräknats, redovisade i stycke 5.1. Jämförelser med mätserien på Västra Esplanaden och beräkningar av korrektionsfaktorer visas i stycke 5.2. Därefter kommer spridningsberäkningar i gaturum med OSPM och på öppna vägar med Openroad presenterade i 5.3. Slutligen kommer yttäckande beräkningar med SIMAIR-korsning i stycke .

### 5.1 Beräkning av gaturumsdimensioner

Gaturumsdimensioner har beräknats enligt 3.4. Dessa resultat har använts för de vidare spridningsberäkningarna för alla vägavsnitt och är inlagda i EDB:n. För de utvalda vägavsnitten för vilka numeriska värden tabellerats i tabellerna 7 och 6 presenteras även gaturumsdimensionerna tillsammans med indata i tabell 8, bilaga A.1.

### 5.2 Korrektionsfaktorer

Observera att detta avsnitt behandlar de korrektionsfaktorer som använts för beräkningarna i denna studie. För beräkningar av enstaka vägavsnitt med manuellt justerade gaturumsdimensioner rekommenderas att använda korrektionsfaktorer enligt bilaga B.

Mätvärden och kvoter mellan mätvärden och simuleringar för PM10 och NO<sub>2</sub> finns i tabell 3, respektive 4. Dessa kvoter har i enlighet med resonemanget i avsnitt 3.5 endast använts som korrektionsfaktorer för NO<sub>2</sub>. Det är dock värt att notera att SIMAIR överskattat både årsmedelvärde samt percentilmåttet för PM10 på Västra Esplanaden så det är en mindre risk att eventuella överskridanden av gränsvärden för PM10 missats i denna studie. Använda korrektionsfaktorer är återgivna i tabell 5.

	Årsmedelvärde [µg/m <sup>3</sup> ]	90-percentil, dygn [µg/m <sup>3</sup> ]
Simulering SIMAIR	13,58	23,64
Mätning <sup>9</sup>	11,20	21,69
Kvot mätning/simulering	0,82	0,92

**Tabell 3:** Simulerade och uppmätta halter av PM10 vid Västra Esplanaden för år 2016. Eventuella överstiganden av gränsvärden är färgkodade enligt miljö kvalitetsnormen i tabell 1.

	Årsmedelvärde [µg/m <sup>3</sup> ]	98-percentil, dygn [µg/m <sup>3</sup> ]	98-percentil, timme [µg/m <sup>3</sup> ]
Mätning <sup>10</sup>	31,77	83,69	109,41
Simulering SIMAIR	25,89	43,54	60,89
Kvot mätning/simulering	1,22	1,92	1,80

**Tabell 4:** Simulerade och uppmätta halter av NO<sub>2</sub> vid Västra Esplanaden för år 2016. Eventuella överstiganden av gränsvärden är färgkodade enligt miljö kvalitetsnormen i tabell 1.

<sup>9</sup><http://shair.smhi.se/portal/concentrations-in-air?M=2480&S=13532&P=5&SC=3>

<sup>10</sup><http://shair.smhi.se/portal/concentrations-in-air?M=2480&S=13532&P=8&SC=3>

För att förbättra modelleringen har de beräknade halterna i SIMAIR korrigerats mot uppmätta värden. De framräknade korrektionsfaktorerna stämmer väl överens med de som tagits fram för samma mätstation för tidigare år enligt tabell 5. Tabellerna 3 och 4 i Alpfjord m. fl. (2015) visar också att detta är en nivå som flera tidigare år också legat kring.

Vidare har antalet dubb i dubbdäck, samt dubbens vikt, reducerats de senaste åren, efter ny lagstiftning som trätt i kraft från och med 1:a juli 2013<sup>11</sup>. Resuspensionsmodellen i SIMAIR har inte möjlighet att justera just antalet dubb, vilket också kan leda till en överskattning av icke-avgasemissioner för PM10.

	år	PM10		NO <sub>2</sub>		
		ÅMV	90-%il, dygn	ÅMV	98-%il, dygn	98-%il, timme
V Esplanaden <sup>12</sup>	2008	0,77	0,80	1,33	1,35	1,69
Norra Norrland <sup>13</sup>	2008	0,76	0,76	1,45	1,56	1,81
<b>Använda värden:</b>						
V Esplanaden	2016	–	–	1,22	1,92	1,80

**Tabell 5:** Jämförelse mellan korrektionsfaktorer (se beskrivning i avsnitt 3.5 på sida 7) i tidigare studier och korrektionsfaktorer framtagna i denna studie.

Det är värt att notera att för Umeå överskattar SIMAIR-väg halterna något av PM10 medan den underskattar halterna NO<sub>2</sub>. Utöver de osäkerheter som finns i SIMAIR vad gäller modeller på olika skalor, samt osäkerheten i emissioner och deras tidsvariationer, kan skillnader även bero på placering av mätstationer. SIMAIR-väg beräknar halter på 2 meters höjd, medan insuget på mätstationen i Umeå är 3,8 m till 4,3 m ovan mark. Hur mycket halterna varierar med höjden beror dock även på antalet fordon och deras hastighet, samt vinden.

## 5.3 Halter i gaturum med SIMAIR-väg

### 5.3.1 PM10

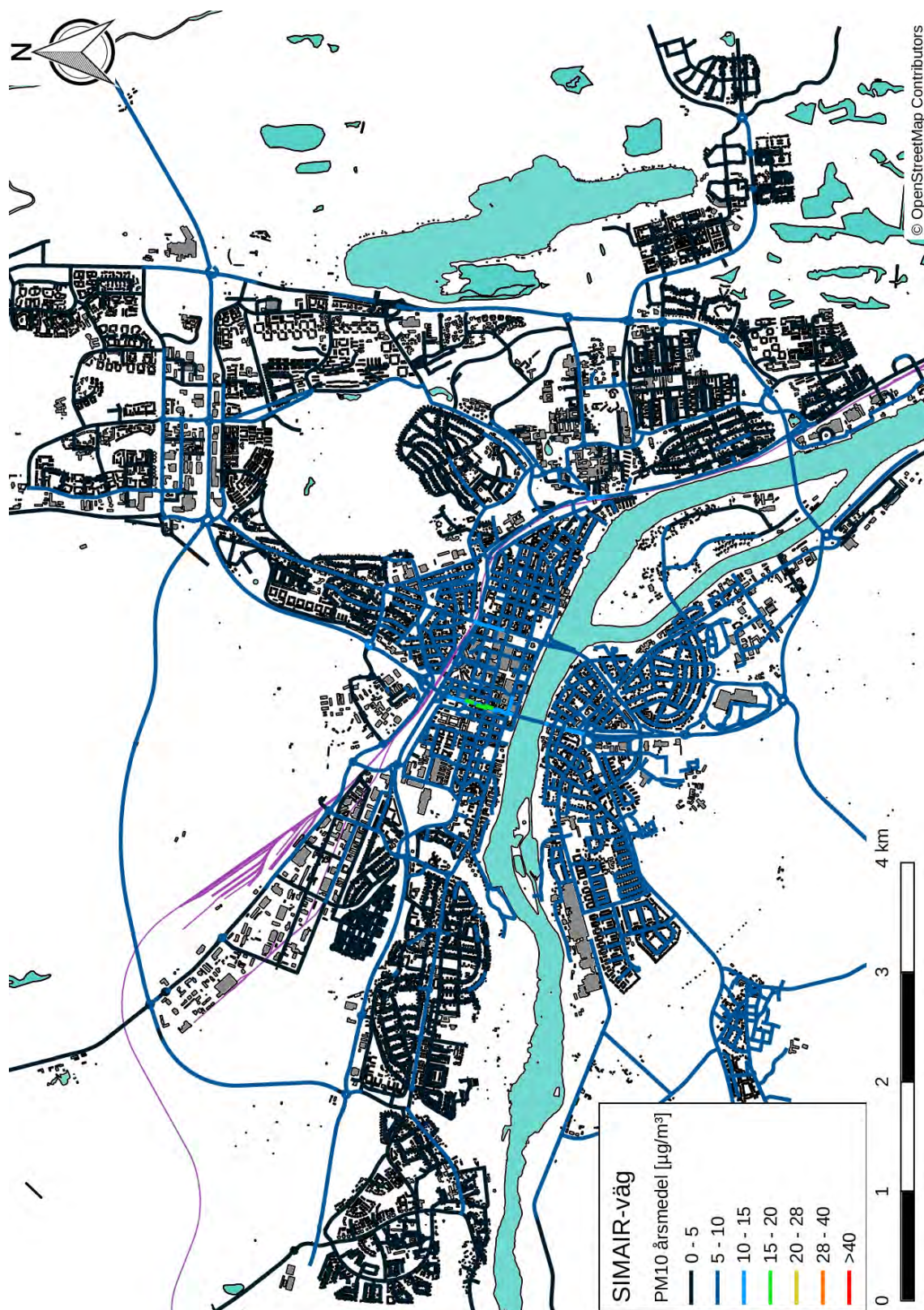
Tabell 6 visar halterna av PM10 för de 34 vägavsnitten. En karta över vägavsnittens placeringar visas i figur 1. Notera att nummer 3 i listan motsvarar platsen för mätstationen i 5.2.

För årsmedelvärden av PM10 är det intressant att notera att inget vägavsnitt överstiger nedre utvärderings-tröskeln och att endast 4 avsnitt har resultat över miljömålet frisk luft. 98-percentil av timmedelvärden är det ett avsnitt som ligger precis över den övre utvärderings-tröskeln och endast sex avsnitt som överstiger den nedre. Samtliga dessa överskridanden fås på en rad sammanhängande länkar på Västra Esplanaden förbi den punkt där mätningarna är gjorda.

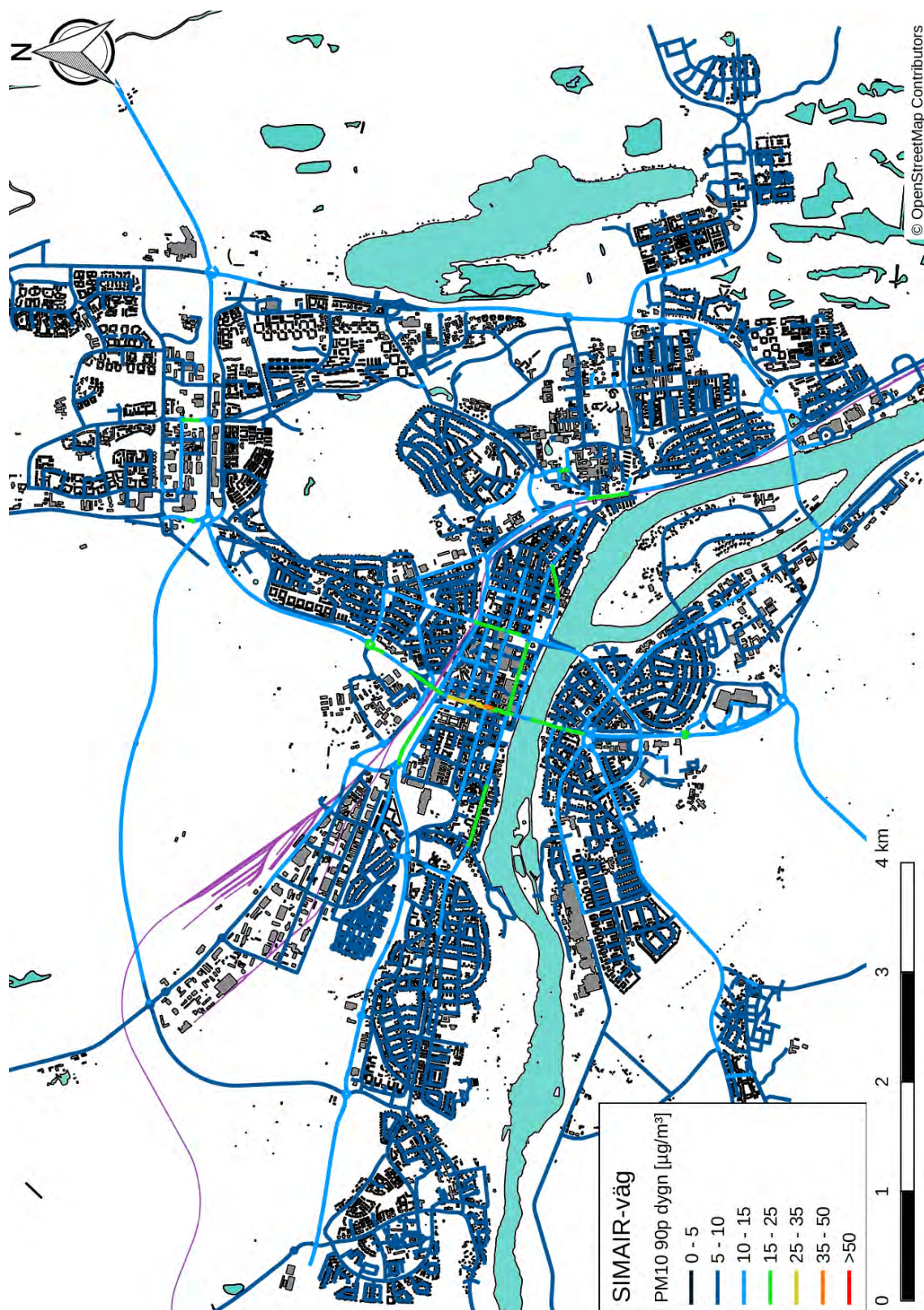
<sup>11</sup>[https://www.transportstyrelsen.se/TSFS/TSFS%202009\\_19k.pdf](https://www.transportstyrelsen.se/TSFS/TSFS%202009_19k.pdf)

<sup>12</sup>Fridell m. fl. (2013); Omstedt m. fl. (2012)

<sup>13</sup>Fridell m. fl. (2013)



Figur 2: PM10 årsmedel, beräknat med SIMAIR-väg. Färgkodade enligt miljö kvalitetsnormen i tabell 1.



**Figur 3:** PM10 90 percentil av dygnsmedelvärden, beräknat med SIMAIR-väg. Färgkodade enligt miljö-kvalitetsnormen i tabell 1.

Nummer	ÅDT	Årsmedel [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]		90% dygn [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]		Väder- streck sid 1
		sid 1	sid 2	sid 1	sid 2	
1	23 040	17,58	16,37	35,30	30,27	V
2	22 326	15,57	15,30	30,50	29,54	O
3	23 040	13,40	15,13	23,23	29,12	V
4	7380	10,54	9,87	18,47	17,45	N
5	22 326	13,15	12,37	25,79	21,17	O
6	22 326	11,56	10,73	22,42	18,23	O
7	23 040	11,24	12,24	18,66	23,65	V
8	23 040	12,33	12,92	21,14	25,12	V
9	400	5,45	5,46	9,21	9,08	O
10	8630	9,64	9,83	15,72	17,69	V
11	22 326	10,49	11,32	19,61	20,35	O
12	23 040	11,20	11,22	18,83	21,42	V
13	8550	9,96	10,12	16,85	18,32	V
14	1350	6,23	6,16	10,24	10,16	N
15	400	5,77	5,78	9,57	9,55	O
16	7200	8,63	8,76	15,33	15,38	S
17	12780	8,73	9,36	15,69	17,03	O
18	22 326	11,85	12,03	22,50	21,31	O
19	1350	6,36	6,33	10,79	10,76	N
20	7380	8,79	8,62	15,04	14,32	N
21	4410	8,22	8,01	14,21	13,71	N
22	10 170	8,17	8,03	14,24	13,36	S
23	4410	7,57	7,35	13,15	12,36	N
24	22 000	8,58	8,42	16,39	15,27	SO
25	7380	8,09	8,02	14,10	13,21	N
26	6030	7,68	7,67	12,83	13,21	SV
27	20 000	8,28	8,11	15,59	14,60	SO
28	20 000	8,22	8,08	15,46	14,68	SO
29	2340	6,76	6,64	11,37	10,82	N
30	13 200	8,46	8,67	14,85	14,45	NO
31	13 200	8,48	8,56	14,59	14,40	NO
32	8400	8,30	8,26	14,97	14,67	SV
33	5310	6,72	6,85	11,17	11,80	V
34	11 050	5,25	5,20	8,74	8,65	V

**Tabell 6:** PM10-halter för vägavsnitt som särskilt studerats i projektet, beräknat med SIMAIR-väg. Båda receptorpunkterna redovisas. Färgläggning efter tabell 1, nummer enligt figur 1. Sista kolumnen talar om vilken sida som avses med sid 1 i haltkolumnerna.



### 5.3.2 NO<sub>2</sub>

Tabell 7 visar halterna för de 34 vägavsnitten, inklusive de korrektionsfaktorer som tagits fram i 5.2. En karta över vägavsnittens placeringar visas i figur 1. Notera att nummer 3 i listan motsvarar ungefär platsen för mätstationen i 5.2, men värdena för denna väg stämmer inte helt med uppmätta värden. Detta beror på att korrektionsfaktorerna togs fram för en receptorpunkt på den sida av vägen som motsvarar mätstationens placering och med de tillgängliga datavärden som finns i mätserien, dvs vissa tidssteg i simuleringen är inte med i framräkandet av korrektionsfaktorerna. Värdena i tabell 7 redovisas för båda receptorpunkterna i gaturummet (en på varje sidan om vägen).

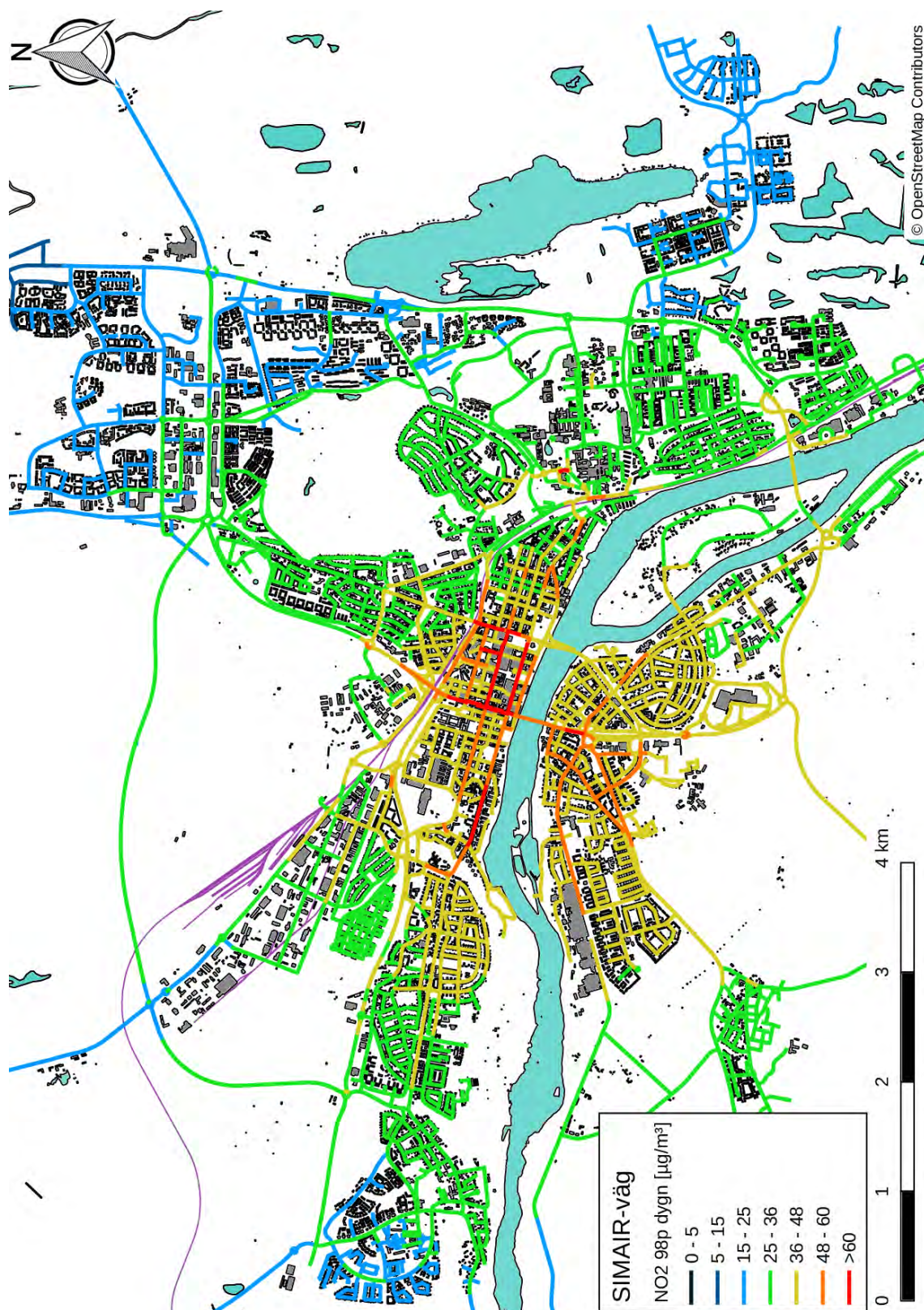
Figur 4 visar en karta med årsmedelvärden av NO<sub>2</sub> för alla vägar som har beräknats. Denna visar att ingen gata överskrider MKN för årsmedelvärdet men att övre utvärderingströskel (ÖUT) överskrides på Västra Esplanaden.

Figuren 5 visar motsvarande kartor för 98-percentil av dygnsmedelvärden för NO<sub>2</sub>. Figuren visar att en del dygnsmedelvärden överskrider MKN i några gaturum i stadskärnan. Dessa vägar är bland de som särskilt undersökts i denna studie och finns i tabell 7. Större delen av innerstadens gaturum ligger över båda utvärderingströsklarna och de omgivande områdena har alla värden som överskrider miljömålet frisk luft. Värt att notera är att väg E4 öster om staden till vissa delar faktiskt klarar miljömålet frisk luft för detta mått som är det tuffaste i sammanhanget.

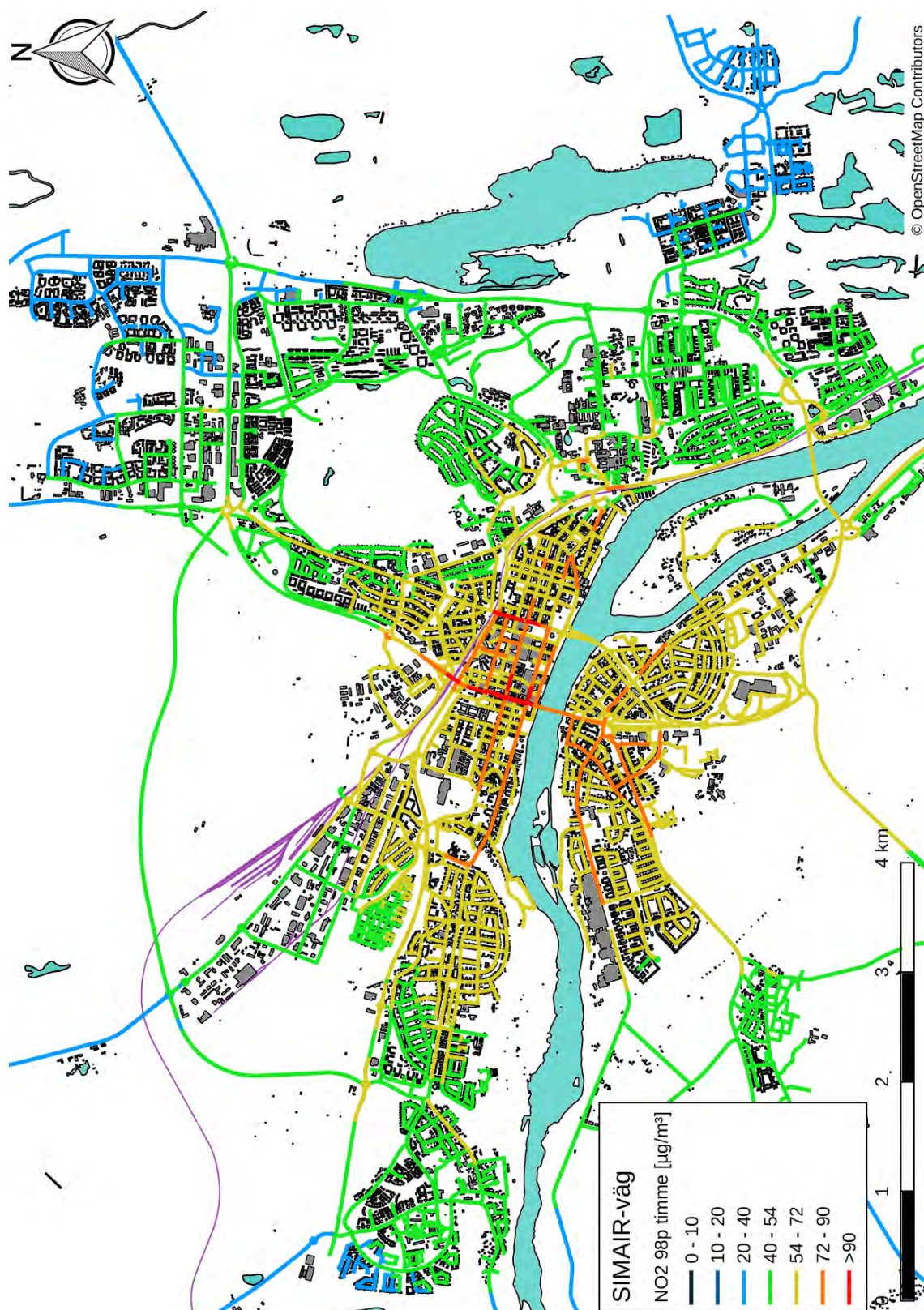
Figuren 6, slutligen, visar kartor för 98-percentil av timmedelvärden för NO<sub>2</sub>. Mönstret här liknar det för 98-percentil av dygnsmedelvärden, men halterna ligger något lägre relativt MKN.



Figur 4: NO<sub>2</sub> årsmedelvärde, beräknat med SIMAIR-väg. Färgkodade enligt miljö kvalitetsnormen i tabell 1.



Figur 5: NO<sub>2</sub> 98 percentil av dygnsmedelvärden, beräknat med SIMAIR-väg. Färgkodade enligt miljökvalitetsnormen i tabell 1.



Figur 6: NO<sub>2</sub> 98 percentil av timmedelvärde, beräknat med SIMAIR-väg. Färgkodade enligt miljö kvalitetsnormen i tabell 1.

Nummer	ÅDT	Årsmedel [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]		98% dygn [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]		98% timme [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]		Väder- streck
		sid 1	sid 2	sid 1	sid 2	sid 1	sid 2	sid 1
1	23 040	39,66	38,60	94,33	93,96	123,59	122,24	V
2	22 326	38,87	38,54	93,87	94,31	155,93	159,12	O
3	23 040	31,59	33,73	83,65	82,98	109,60	109,67	V
4	7380	30,62	29,01	81,24	77,93	103,68	102,02	N
5	22 326	31,06	30,15	78,39	78,70	128,07	129,98	O
6	22 326	28,39	27,33	76,19	75,21	114,75	114,79	O
7	23 040	27,65	29,01	75,67	76,03	101,84	101,00	V
8	23 040	27,60	28,16	74,61	72,46	98,15	96,97	V
9	3000	25,72	26,44	73,44	73,06	94,72	93,91	N
10	8630	25,97	26,18	72,63	70,94	98,86	98,71	V
11	22 326	25,42	27,34	70,87	72,42	107,14	112,32	O
12	23 040	25,57	25,33	70,31	68,49	94,90	92,97	V
13	8550	25,60	25,79	69,25	70,14	91,39	91,67	V
14	1350	23,63	22,98	67,85	64,76	87,55	86,22	N
15	400	20,98	20,74	63,32	61,98	84,89	84,71	O
16	7200	21,17	21,46	61,09	62,44	85,45	86,60	S
17	12780	21,47	22,77	61,77	59,77	81,58	80,77	O
18	22 326	22,46	22,72	61,34	61,59	83,23	83,43	O
19	1350	20,86	20,64	61,48	60,98	84,20	83,38	N
20	7380	19,50	19,24	60,31	58,52	82,84	80,86	N
21	4410	20,57	20,06	59,35	58,46	84,22	83,50	N
22	10 170	19,45	19,35	57,62	59,08	80,46	80,48	S
23	4410	19,67	19,09	58,87	56,74	81,79	80,10	N
24	22 000	15,74	16,48	50,09	58,73	82,39	91,13	SO
25	7380	18,67	18,56	58,35	56,58	81,11	79,45	N
26	6030	19,25	19,17	57,39	57,91	81,49	81,83	SV
27	20 000	15,42	16,12	49,19	57,24	79,43	87,88	SO
28	20 000	15,09	15,79	48	56,33	78,12	86,71	SO
29	2340	17,19	16,93	54,97	54,18	78,82	77,35	N
30	13 200	18,50	18,98	54,45	54,03	77,31	75,76	NO
31	13 200	18,47	18,69	54,28	53,89	76,14	74,68	NO
32	8400	17,92	17,86	50,76	52,32	71,78	72,81	SV
33	5310	14,15	14,27	43,81	43,41	65,27	65,59	V
34	11 050	6,78	6,71	24,48	25,29	41,89	42,35	V

**Tabell 7:**  $\text{NO}_2$ -halter för vägavsnitt som särskilt studerats i projektet, beräknat med SIMAIR-väg, för vardera receptorpunkterna. Färgläggning efter tabell 1, nummer enligt figur 1. Sista kolumnen talar om vilken sida som avses med sid 1 i haltkolumnerna.

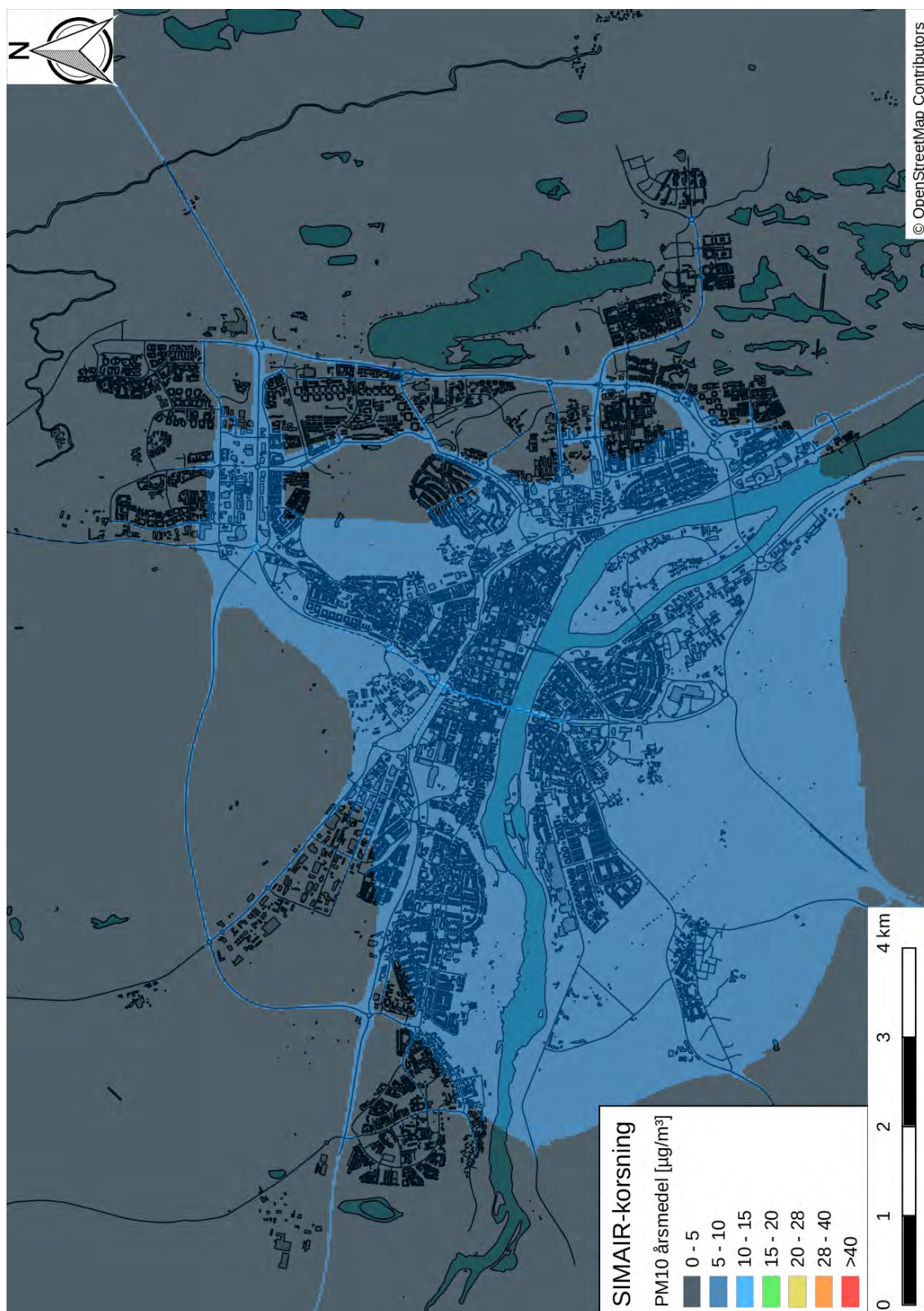
## 5.4 Yttäckande haltkartor från SIMAIR-korsning

### 5.4.1 PM10

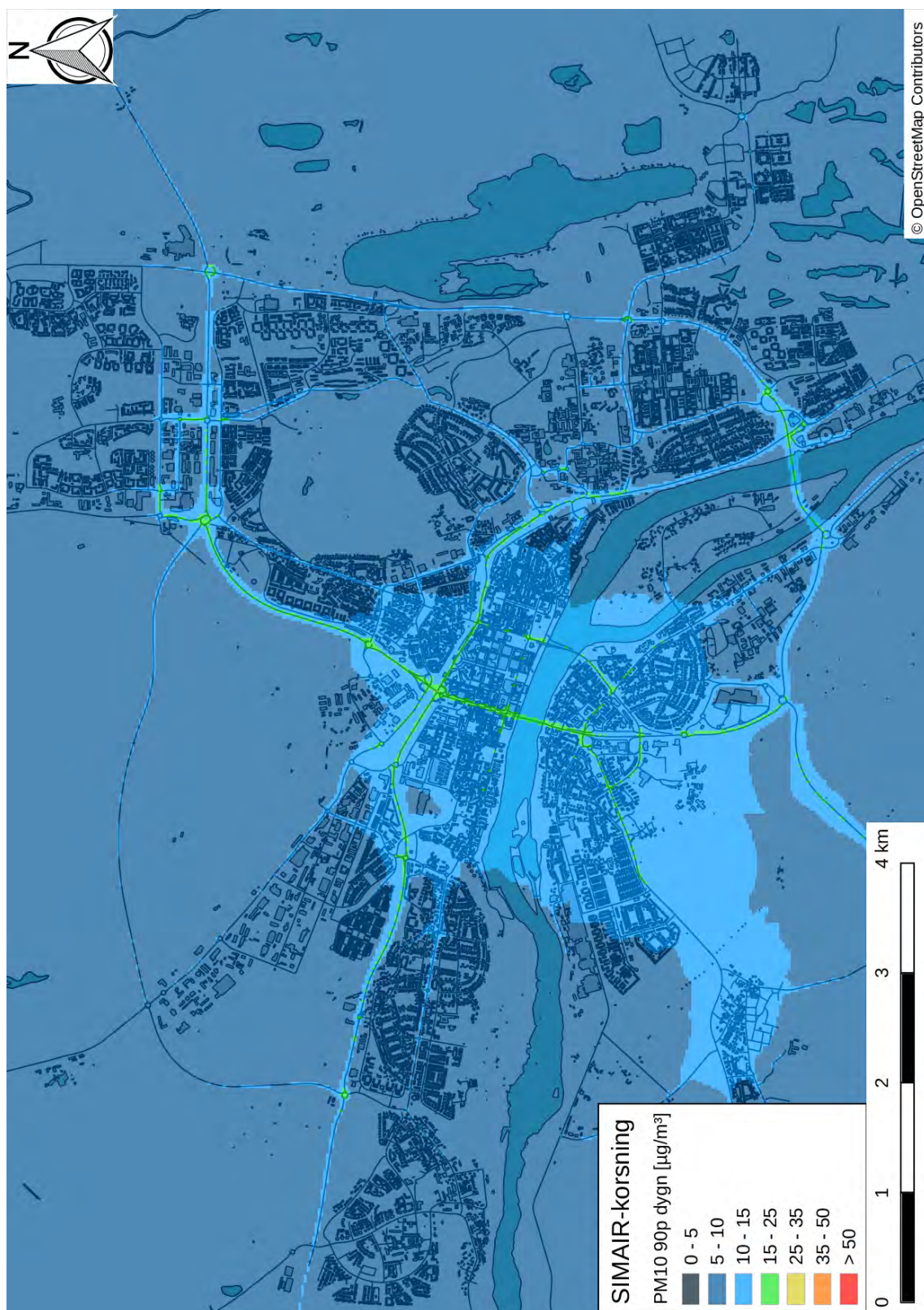
Figureerna 7 och 8 visar årsmedelvärde och 90-percentil av dygnsmedelvärden för PM10. För årsmedelvärde ligger ingen beräkningscell över nedre utvärderingströskel (NUT).

För 90-percentil av dygnsmedelvärden kan några gator urskiljas genom att de har PM10-halter över NUT.

Halter över bakgrunden ses i de centrala delarna av staden och i direkt anslutning till de större vägarna. Ett område direkt söder om bebyggelsen i söder har något högre bakgrundshalter från bakgrundsberäkningen i BUM



**Figur 7:** Yttäckande haltkarta för PM10 årsmedel, beräknat med SIMAIR-korsning. Färgkodade enligt miljö kvalitetsnormen i tabell 1.



**Figur 8:** Yttäckande haltkarta för PM10 90-percentil dygnsmedelvärde, beräknat med SIMAIR-korsning. Färgkodade enligt miljö kvalitetsnormen i tabell 1.



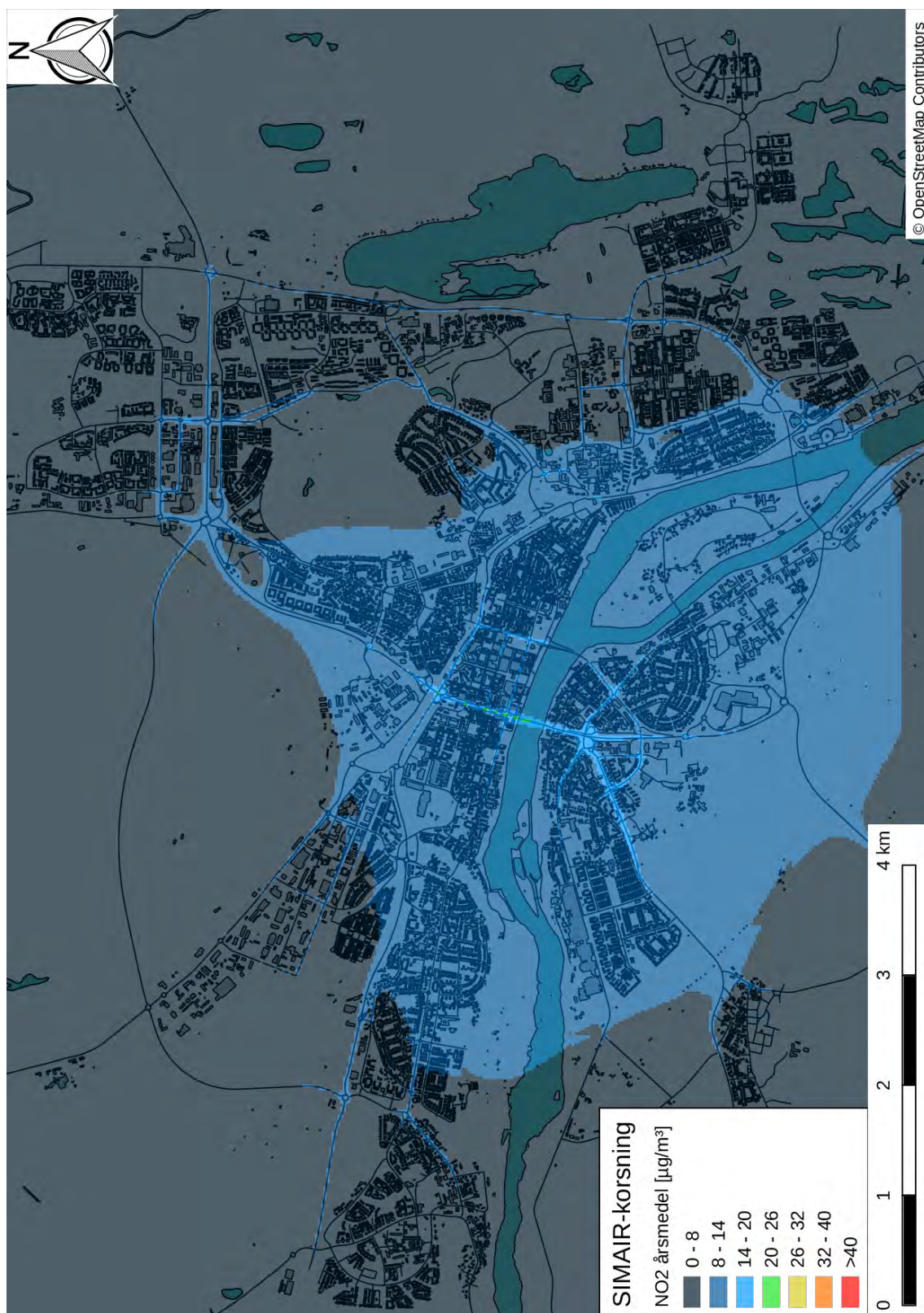
#### 5.4.2 NO<sub>2</sub>

SIMAIR-korsning ger yttäckande haltkartor. Eftersom spridningsmodellen ger griddade (d.v.s. i rutnät) halter och ej inkluderar gaturumseffekter, fångas ej gaturumshalterna helt. Vidare har tidigare studier visat att även dispersionsmodellen som använts i dessa simuleringar tenderar att underskatta halterna på liknande sätt som OSPM men eftersom mätningar i urban bakgrund saknas har inga korrektionsfaktorer applicerats för att kompensera för detta. Haltkartorna är har en giltighet som därför begränsas till att ge en spatial bild av hur förhållandena är i relation mellan olika områden i tätorten men har stora osäkerheter om absoluthalter, speciellt i gaturum.

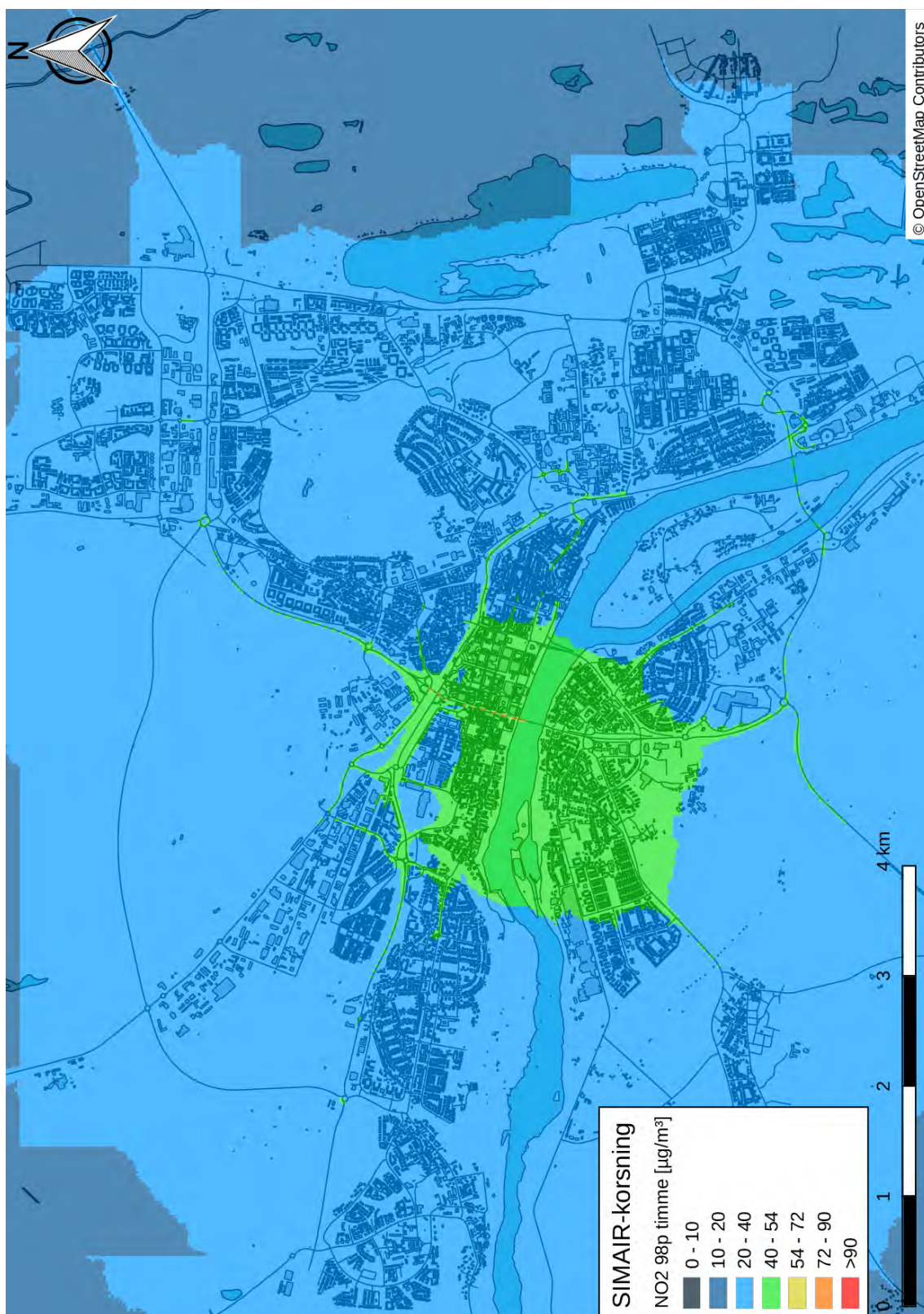
Figur 9 visar årsmedelvärde för NO<sub>2</sub>. Sett till miljö kvalitetsnormer ligger årsmedelvärdet klart under gränsvärdet.

98-percentil timmedelvärde visas i figur 10. Även här ligger halterna klart under gränsvärdet för MKN. Bilden verifierar att det är centra delarna av staden på båda sidor om älven som har de högsta halterna och det syns här även utan gaturumseffekten att de högsta värdena återfinnes på Västra Esplanaden norr om Umeälven. En svag rutnätseffekt kan ses på vissa ställen. Denna kommer av den urbana bakgrundsmodellen (BUM) som används i SIMAIR som använder en rumslig upplösning på 1 km.

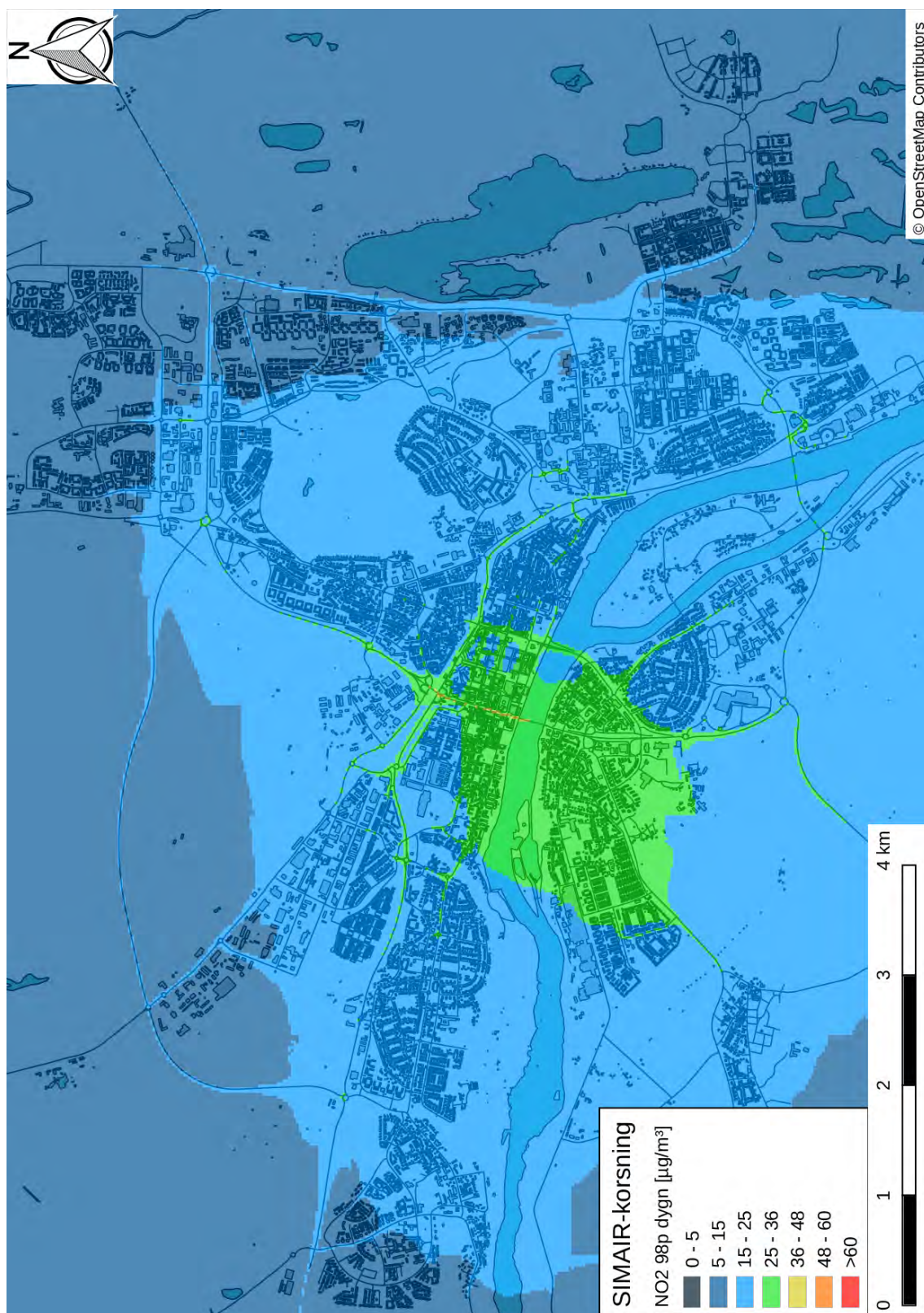
För 98-percentil dygnsmedelvärde, som visas i figur 11, fås en bild snarlik den för 98-percentil timmedelvärde, även om själva halterna förstås är olika. Det som skiljer något är att för 98-percentil timme syns förhöjda halter längre ifrån vägarna, än för 98-percentil dygn.



**Figur 9:** Yttäckande haltkarta för NO<sub>2</sub> årsmedel, beräknat med SIMAIR-korsning. Färgkodade enligt miljö kvalitetsnormen i tabell 1.



**Figur 10:** Yttäckande haltkarta för NO<sub>2</sub> 98-percentil timmedelvärde, beräknat med SIMAIR-korsning. Färgkodade enligt miljö kvalitetsnormen i tabell 1.



**Figur 11:** Yttäckande haltkarta för NO<sub>2</sub> 98-percentil dygnsmedelvärde, beräknat med SIMAIR-korsning. Färgkodade enligt miljö kvalitetsnormen i tabell 1.

## 6 Diskussion

De enda överskridande av utvärderingströsklar som beräknats i simuleringarna är länkar på Västra Esplanaden just vid den punkt där mätningarna är gjorda. Detta visar på att placeringen av mätstationen är idealisk för mätningar av PM10. Det görs även dammbindande åtgärder på denna sträcka vilket inte tagits med i beräkningarna och som kan förklara att modellberäkningarna överskattar partikelnivåerna som framgår vid jämförelse med mätningarna på platsen. Detta gör att mätningarna på Västra Esplanaden är mer tillförlitliga och representativa för detta avsnitt än vad simuleringen är.

I jämförelse med den tidigare studien av Omstedt m. fl. (2011) är det fler gaturum i centrum som har överskridanden av MKN nu än 2007, medans det i bostadsområdena utanför centrum är färre vägar som har överskridanden av NUT (jämför figur 5 med Omstedt m. fl. (2011, figur 7)). Detta beror troligen på att vi använt ny metodik för att få fram mer trovärdiga hushöjder. I den tidigare studien har många vägavsnitt de förvalda gaturumsdimensionerna från SIMAIR som har betydligt högre hushöjder.

Yttäckande beräkningar mellan de två studierna har större skillnader att ta hänsyn till vid en jämförelse. Det är två olika spridningsmodeller som använts, i denna studie modelleras NO<sub>2</sub> direkt med modellen Dispersion i SIMAIR och har inte korrigerats mot mätningar. Omstedt m. fl. (2011) simulerade NO<sub>x</sub> med modellen SMHI Gauss för år 2003, korrigerades mot mätningar av NO<sub>x</sub> från 2003, sedan konverterades detta värde till NO<sub>2</sub> med den sk Stockholmsformeln och skalades om för att representera 2007 med hjälp av mätningar i urban bakgrund på bibliotekstaket. En jämförelse mellan figur 9 och Omstedt m. fl. (2011, figur 9) visar att de den tidigare studien får högre värden, vilket är naturligt eftersom vi inte korrigerar mot mätdata. De bakgrundshalter beräknade med BUM som adderas till alla beräkningar i SIMAIR visar en större utbredning öster om staden 2007 än 2016 vilket är förklaringen till att värdena är lägre än för Omstedt i de östra delarna.

För resultat av PM10 är det en mycket mer slående skillnad mellan de två studierna. Omstedt m. fl. (2011) har betydligt högre halter av PM10 på Västra Esplanaden vilket också verifieras vara sant av mätningarna de två åren. Detta tyder på att det faktiskt var mer partiklar i gaturummen 2007 än 2016, en kombination av åtgärder framför allt för mindre dubb i däcken och dammbindningsåtgärder. Bakgrundshalterna var även de väsentligt högre 2007 (se Omstedt m. fl. (2011, figur 7) som visar på bakgrunder även långt från stadsområdet över 6 µg/m<sup>3</sup>). Den största skillnaden är dock den nya metodiken för att bestämma gaturumsdimensioner från geografiskt hushöjdsdata, som gjort det praktiskt möjligt att sätta rimliga gaturumsdimensioner även när ett helt gatunät simulerats. I den tidigare studien användes till stora delar förvalda värden på gaturumsdimensioner som ofta är 20 m hushöjd i snäva gaturum. Alla dessa faktorer har samverkat till att vi fått fram betydligt lägre halter speciellt på mindre gator där bakgrunden är det största bidraget och i områden i tätorten med låg och gles bebyggelse som tidigare beräknats som slutna gaturum. Denna skillnad är delvis verklig och delvis ett resultat av metodutveckling.



- L. Gidhagen, H. Johansson och G. Omstedt, **2009**. SIMAIR - evaluation tool for meeting the EU directive on air pollution limits. *Atmospheric Environment*, 43(5):sidorna 1029–1036. URL <http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2008.01.056>.
- L. Häggmark, K.I. Ivarsson och P-O Olofsson, **1997**. MESAN Mesoskalig Analys. RMK 75, SMHI.
- Mattias Jakobsson, David Segersson, Stefan Andersson, Gunnar Omstedt och Martin Torstensson, **2013**. Kartering av halten partiklar och kvävedioxid i Göteborg under år 2010. teknisk rapport 54, SMHI.
- M Ketznel, SS Jensen, J Brandt, T Ellermann, HR Olesen, R Berkowicz och O Hertel, **2012**. Evaluation of the street pollution model OSPM for measurements at 12 streets stations using a newly developed and freely available evaluation tool. *Journal of Civil & Environmental Engineering*, S1(4). URL <http://dx.doi.org/10.4172/2165-784X.S1-004>.
- Miljö- och hälsoskydd, **2017**. Luften i Umeå – Sammanställning av mätningar vid Västra Esplanaden 2016. teknisk rapport, Umeå Kommun. URL <http://www.umea.se/download/18.6f7b30ce15a38eb4e00b56a/1487838912140/%C3%85rsrapport%20V%C3%A4stra%20Esplanaden%202016-170223.pdf>.
- Naturvårdsverket, **2014**. *Miljömålen — Årlig uppföljning av Sveriges miljö kvalitetsmål och etappmål 2014*. 6608. Naturvårdsverket. ISBN 978-91-620-6608-6. URL <https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-6608-6.pdf>.
- G. Omstedt, B. Bringfelt och C. Johansson, **2005**. A model for vehicle-induced non-tailpipe emissions of particles along Swedish roads. *Atmospheric Environment*, 39(33):sidorna 6088 – 6097. ISSN 1352-2310. URL <http://dx.doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2005.06.037>.
- Gunnar Omstedt, **2007**. VEDAIR - ett internetverktyg för bedömning av luftkvalitet vid småskalig biobränsleledning — Modellbeskrivning och slutrapport mars 2007. *Meteorologi*, 123. ISSN 0283-7730. URL [http://www.smhi.se/polopoly\\_fs/1.10010!/meteorologi\\_123.pdf](http://www.smhi.se/polopoly_fs/1.10010!/meteorologi_123.pdf).
- Gunnar Omstedt, Stefan Andersson, Christian Asker, Jörgen Jones, Sven Kindell, David Segersson och Martin Torstensson, **2012**. Luftkvaliteten i Sverige år 2020. *Meteorologi*, 150. ISSN 0283-7730. URL [http://www.smhi.se/polopoly\\_fs/1.22572!/meteorologi\\_150.pdf](http://www.smhi.se/polopoly_fs/1.22572!/meteorologi_150.pdf).
- Gunnar Omstedt, Stefan Andersson, Cecilia Bennet, Robert Bergström, Lars Gidhagen, Christer Johansson och Karin Persson, **2010**. Kartläggning av partiklar i Sverige. *Meteorologi*, 144. ISSN 0283-7730. URL [http://www.smhi.se/polopoly\\_fs/1.13480!/meteorologi\\_144.pdf](http://www.smhi.se/polopoly_fs/1.13480!/meteorologi_144.pdf).
- Gunnar Omstedt och Lars Burman, **2012**. Beräkningar av kvävedioxidhalter vid några gator i Umeå åren 2014 och 2020 med och utan miljözon. *Meteorologi*, (151). ISSN 0283-7722. URL [http://www.smhi.se/polopoly\\_fs/1.27667!/Meteorologi\\_151.pdf](http://www.smhi.se/polopoly_fs/1.27667!/Meteorologi_151.pdf).
- Gunnar Omstedt, Lars Gidhagen, Sven Kindell och Anders Laurin, **2011**. Kartläggning av NO<sub>2</sub> och PM10 halter i Umeå kommun. teknisk rapport 2011-73, SMHI.

- Lennart Robertson, Joakim Langner och Magnuz Engardt, **1999**. An eulerian limited-area atmospheric transport model. *Journal of Applied Meteorology*, 38(2):sidorna 190–210. URL [http://dx.doi.org/10.1175/1520-0450\(1999\)038<0190:AELAAT>2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1175/1520-0450(1999)038<0190:AELAAT>2.0.CO;2).
- Helena Sabelström, Matthew Ross-Jones, Per Andersson, Titus Kyrklund, Helen Lindgren och Cecilia Ångström (redaktörer), **2014**. *Luftguiden — Handbok om miljö kvalitetsnormer för utomhusluft*, volym Handbok 2014:1. Naturvårdsverket, 1 utgåva. ISBN 978-91-620-0178-0. URL <http://www.aces.su.se/reflab/dokument/Luftguiden.pdf>.
- SMHI och Vägverket, **2005**. SIMAIR: Modell för beräkning av luftkvalitet i vägars närområde - slutrapport mars 2005. teknisk rapport 2005-37, SMHI och Vägverket. URL [https://www.smhi.se/polopoly\\_fs/1.14232!/Simair\\_final\\_smhirapport.pdf](https://www.smhi.se/polopoly_fs/1.14232!/Simair_final_smhirapport.pdf).
- Nanna Wikholm och Titus Kyrklund, **2007**. Frisk luft — underlagsrapport till fördjupad utvärdering av miljömålsarbetet. teknisk rapport 5765, Naturvårdsverket. URL <http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-5765-7.pdf>.



## Bilagor

### A Indata

#### A.1 Indata för utvalda väglänkar

Nummer	ÅDT	Andel tung trafik [%]	vägbredd [m]	gaturumsbredd [m]	hushöjd [m]		Väderstreck sid 1
					sid 1	sid 2	
1	23 040	8,66	22	35	15	12	V
2	22 326	9,84	24	48	11	11	O
3	23 040	9,84	22	48	6	15	V
4	7380	7,90	8	47	18	10	N
5	22 326	9,84	18	68	8	6	O
6	22 326	9,84	24	70	8	5	O
7	23 040	8,66	22	71	7	13	V
8	23 040	8,66	22	60	7	7	V
9	3000	25,00	6	39	8	12	N
10	8630	7,30	8	53	10	10	V
11	22 326	9,84	24	68	0	12	O
12	23 040	8,66	22	70	9	4	V
13	8550	6,80	10	51	9	8	V
14	1350	65,00	6	49	10	7	N
15	400	60,00	6	21	16	13	O
16	7200	4,70	8	61	7	7	S
17	12 780	11,20	12	78	3	22	O
18	22 326	9,84	18	78	5	13	O
19	1350	30,00	6	42	10	9	N
20	7380	0,00	8	51	7	6	N
21	4410	5,00	8	44	11	8	N
22	10 170	8,00	8	74	5	4	S
23	4410	8,30	8	58	9	5	N
24	22 000	8,18	18	0	0	0	SO
25	7380	5,40	8	62	5	6	N
26	6030	6,70	10	63	9	3	SV
27	20 000	8,18	18	0	0	0	SO
28	20 000	8,00	18	0	0	0	SO
29	2340	9,70	8	43	9	6	N
30	13 200	10,70	20	73	1	8	NO
31	13 200	10,70	20	78	2	7	NO
32	8400	9,10	8	60	8	4	SV
33	5310	8,60	8	61	5	4	V
34	11 050	9,06	16	80	4	0	V

**Tabell 8:** Indata och beräknade gaturumsdimensioner för tabellerade vägar. Sista kolumnen talar om vilken sida som avses med sid 1 i hushöjds-kolumnen.

## A.2 Tidsvariationer

Tidsvariationer används för att modifiera den ÅDT som sätts till respektive väglänk med ett tidsberoende. Det innebär att det totala trafikflödet bestäms av det ÅDT som sätts på gatan och de siffror som används i tidsvariationstabellen behöver därför inte vara desamma som ger en visst totalt trafikflöde utan endast deras inbördes storleksförhållnaden är av intresse.

Kösituationen för en gata vid en viss tidpunkt är en bedömningsskala som sträcker sig från 0 till 3 med benämningarna:

- 0 Fritt flöde
- 1 tung trafik
- 2 kö
- 3 stopp och kör.

Eftersom kösituation oftast är av en mycket lokal karaktär kan de oftast endast vara representativa för en eller ett fåtal väglänkar typiskt in mot en korsning.

I SIMAIR finns även fördefinierade trafikvariationer för flera olika vägtyper, genom valet av vägtyp används en sådan fördefinierad trafikvariation som defaultvärde. Samtliga dessa har som kösituation alltid fritt flöde.

kl	må-to		fredag		lördag		söndag	
	trafik	kö	trafik	kö	trafik	kö	trafik	kö
0-1	45	0	43	0	180	0	137	0
1-2	21	0	31	0	134	0	112	0
2-3	21	0	25	0	92	0	89	0
3-4	14	0	18	0	27	0	60	0
4-5	48	0	46	0	22	0	23	0
5-6	294	0	270	0	35	0	23	0
6-7	583	0	559	0	103	0	49	0
7-8	738	1	694	0	160	0	103	0
8-9	681	0	657	0	238	0	137	0
9-10	631	0	690	0	433	0	330	0
10-11	706	1	896	2	731	1	540	0
11-12	840	1	1035	2	833	1	652	0
12-13	883	1	989	2	961	2	811	1
13-14	895	1	998	2	953	2	880	1
14-15	869	1	998	2	949	2	877	1
15-16	1087	2	1232	3	932	2	796	1
16-17	1310	3	1241	3	759	1	867	1
17-18	1072	2	911	2	600	0	645	0
18-19	795	1	629	0	381	0	553	0
19-20	606	0	410	0	299	0	412	0
20-21	466	0	347	0	241	0	376	0
21-22	336	0	320	0	213	0	274	0
22-23	185	0	247	0	176	0	134	0
23-24	112	0	201	0	203	0	84	0

**Tabell 9:** Använd tidsvariation och kösituation för Västra Esplanaden i södergående körfält mellan Järnvägen och Tegsbron.

kl	må-to		fredag		lördag		söndag	
	trafik	kö	trafik	kö	trafik	kö	trafik	kö
0-1	118	0	154	0	152	0	112	0
1-2	28	0	25	0	126	0	104	0
2-3	24	0	29	0	81	0	85	0
3-4	30	0	32	0	32	0	55	0
4-5	67	0	52	0	36	0	25	0
5-6	213	0	209	0	55	0	28	0
6-7	867	1	827	1	94	0	63	0
7-8	1221	2	1090	2	164	0	88	0
8-9	804	1	780	0	216	0	97	0
9-10	673	0	711	0	433	0	221	0
10-11	717	1	767	0	669	0	499	0
11-12	761	0	952	2	837	1	600	1
12-13	869	2	999	2	947	2	744	1
13-14	857	2	958	2	989	2	936	2
14-15	886	2	921	2	863	1	999	2
15-16	987	2	1063	2	981	2	960	2
16-17	975	2	934	2	902	2	867	2
17-18	850	1	704	0	738	0	863	2
18-19	710	0	606	0	570	0	608	1
19-20	647	0	496	0	323	0	455	0
20-21	473	0	481	0	253	0	338	0
21-22	289	0	334	0	223	0	262	0
22-23	180	0	277	0	202	0	141	0
23-24	97	0	214	0	196	0	98	0

**Tabell 10:** Använd tidsvariation och kösituation för Västra Esplanaden i norrgående körfält på Tegsbron.

kl	må-to		fredag		lördag		söndag	
	trafik	kö	trafik	kö	trafik	kö	trafik	kö
0-1	118	0	154	0	152	0	112	0
1-2	28	0	25	0	126	0	104	0
2-3	24	0	29	0	81	0	85	0
3-4	30	0	32	0	32	0	55	0
4-5	67	0	52	0	36	0	25	0
5-6	213	0	209	0	55	0	28	0
6-7	867	0	827	0	94	0	63	0
7-8	1221	1	1090	1	164	0	88	0
8-9	804	0	780	0	216	0	97	0
9-10	673	0	711	0	433	0	221	0
10-11	717	0	767	0	669	0	499	0
11-12	761	0	952	1	837	0	600	0
12-13	869	1	999	1	947	1	744	0
13-14	857	1	958	1	989	1	936	1
14-15	886	1	921	1	863	0	999	1
15-16	987	1	1063	1	981	1	960	1
16-17	975	1	934	1	902	1	867	1
17-18	850	0	704	0	738	0	863	1
18-19	710	0	606	0	570	0	608	0
19-20	647	0	496	0	323	0	455	0
20-21	473	0	481	0	253	0	338	0
21-22	289	0	334	0	223	0	262	0
22-23	180	0	277	0	202	0	141	0
23-24	97	0	214	0	196	0	98	0

**Tabell 11:** Använd tidsvariation och kösituation för Västra Esplanaden i norrgående körfält mellan Tegsbron och Järnvägen.

kl	må-to		fredag		lördag		söndag	
	trafik	kö	trafik	kö	trafik	kö	trafik	kö
0-1	8	0	24	0	114	0	126	0
1-2	6	0	8	0	86	0	95	0
2-3	5	0	10	0	69	0	101	0
3-4	4	0	4	0	30	0	40	0
4-5	5	0	3	0	6	0	15	0
5-6	29	0	25	0	15	0	31	0
6-7	110	0	123	0	23	0	19	0
7-8	321	0	335	0	43	0	17	0
8-9	341	0	378	0	54	0	64	0
9-10	295	0	311	0	134	0	51	0
10-11	310	0	340	0	195	0	102	0
11-12	335	0	385	0	241	0	162	0
12-13	362	0	473	1	308	0	164	0
13-14	353	0	458	1	332	0	235	0
14-15	373	0	463	1	331	0	202	0
15-16	371	0	508	1	280	0	172	0
16-17	451	1	466	1	234	0	206	0
17-18	352	0	365	0	227	0	150	0
18-19	244	0	277	0	162	0	183	0
19-20	142	0	141	0	125	0	112	0
20-21	142	0	126	0	114	0	101	0
21-22	106	0	136	0	101	0	56	0
22-23	58	0	144	0	127	0	34	0
23-24	27	0	153	0	156	0	24	0

**Tabell 12:** Använd tidsvariation och kösituation för Västra Norrlandsgatan vid utfart mot Västra Esplanaden.

kl	må-to		fredag		lördag		söndag	
	trafik	kö	trafik	kö	trafik	kö	trafik	kö
0-1	21	0	27	0	64	0	126	0
1-2	7	0	8	0	51	0	95	0
2-3	8	0	9	0	22	0	101	0
3-4	4	0	4	0	13	0	40	0
4-5	14	0	10	0	5	0	15	0
5-6	40	0	43	0	14	0	31	0
6-7	297	0	283	0	38	0	19	0
7-8	549	1	532	1	50	0	17	0
8-9	450	1	482	1	71	0	64	0
9-10	338	0	457	1	146	0	51	0
10-11	394	0	477	1	249	0	102	0
11-12	420	0	526	1	323	0	162	0
12-13	424	0	530	1	308	0	164	0
13-14	430	0	534	1	332	0	235	0
14-15	455	1	530	1	331	0	202	0
15-16	541	1	626	2	280	0	172	0
16-17	766	2	605	2	234	0	206	0
17-18	511	1	338	0	227	0	150	0
18-19	337	0	230	0	162	0	183	0
19-20	262	0	153	0	125	0	112	0
20-21	211	0	143	0	114	0	101	0
21-22	171	0	119	0	101	0	56	0
22-23	69	0	87	0	127	0	34	0
23-24	50	0	64	0	156	0	24	0

**Tabell 13:** Använd tidsvariation och kösituation för Ridvägen vid utfart mot Västra Esplanaden.

kl	må-to		fredag		lördag		söndag	
	trafik	kö	trafik	kö	trafik	kö	trafik	kö
0-1	33	0	31	0	127	0	142	0
1-2	14	0	7	0	79	0	95	0
2-3	12	0	15	0	90	0	112	0
3-4	7	0	8	0	30	0	47	0
4-5	14	0	16	0	17	0	15	0
5-6	59	0	52	0	17	0	15	0
6-7	346	0	283	0	55	0	36	0
7-8	626	1	594	1	107	0	90	0
8-9	585	1	599	1	135	0	86	0
9-10	453	0	419	0	265	0	176	0
10-11	515	0	625	1	449	0	309	0
11-12	612	1	683	1	565	1	404	0
12-13	720	1	809	2	744	1	352	0
13-14	692	1	759	1	752	1	602	1
14-15	666	1	808	2	685	1	639	1
15-16	805	2	867	2	976	2	511	0
16-17	1070	2	1009	2	503	0	550	1
17-18	791	1	694	1	446	0	458	0
18-19	515	1	499	0	511	0	402	0
19-20	399	0	354	0	356	0	333	0
20-21	296	0	340	0	317	0	262	0
21-22	236	0	278	0	278	0	148	0
22-23	116	0	197	0	212	0	94	0
23-24	53	0	203	0	198	0	52	0

**Tabell 14:** Använd tidsvariation och kösituation för Östra Kyrkogatan mellan Kyrkbron och Järnvägen i båda köriktningarna.

## B Rekommenderade korrektionsfaktorer

I enlighet med resonemanget i avsnitt 3.5.1 rekommenderas korrektionsfaktorer beräknade med gaturumsdimensioner från vägledningsdokumentet för beräkningar i Umeå (Alpfjord m. fl., 2015) för användande av den EDB som tagits fram i denna studie om man vill göra beräkningar i ett gaturum och manuellt korrigera gaturumsdimensionerna för detta.

Eftersom dammbindningsåtgärder görs på Västra Esplanaden så att den inte kan sägas vara representativ för dammning rekommenderas ej användande av korrektionsfaktor för PM10.

För NO<sub>2</sub> rekommenderas att använda korrektionsfaktorer beräknade som kvoten mellan uppmätt och med SIMAIR simulerat värde med användande av gaturumsdimensioner enligt (Alpfjord m. fl., 2015). Dessa presenteras i tabell 15

	Årsmedelvärde [µg/m <sup>3</sup> ]	98-percentil, dygn [µg/m <sup>3</sup> ]	98-percentil, timme [µg/m <sup>3</sup> ]
Mätning <sup>14</sup>	31,77	83,69	109,41
Simulering SIMAIR	30,84	47,76	66,59
Rek. korrektionsfaktor	1,03	1,75	1,64

**Tabell 15:** Uppmätta halter av NO<sub>2</sub> vid Västra Esplanaden för år 2016 och dito simulerade i SIMAIR med gaturumsparametrar enligt . Eventuella överstiganden av gränsvärden är färgkodade enligt miljökvalitetsnormen i tabell 1.

<sup>14</sup><http://shair.smhi.se/portal/concentrations-in-air?M=2480&S=13532&P=8&SC=3>





**SMHI**

Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut  
601 76 Norrköping  
Tel. +46 11 – 495 8000 Fax +46 11 – 495 8001