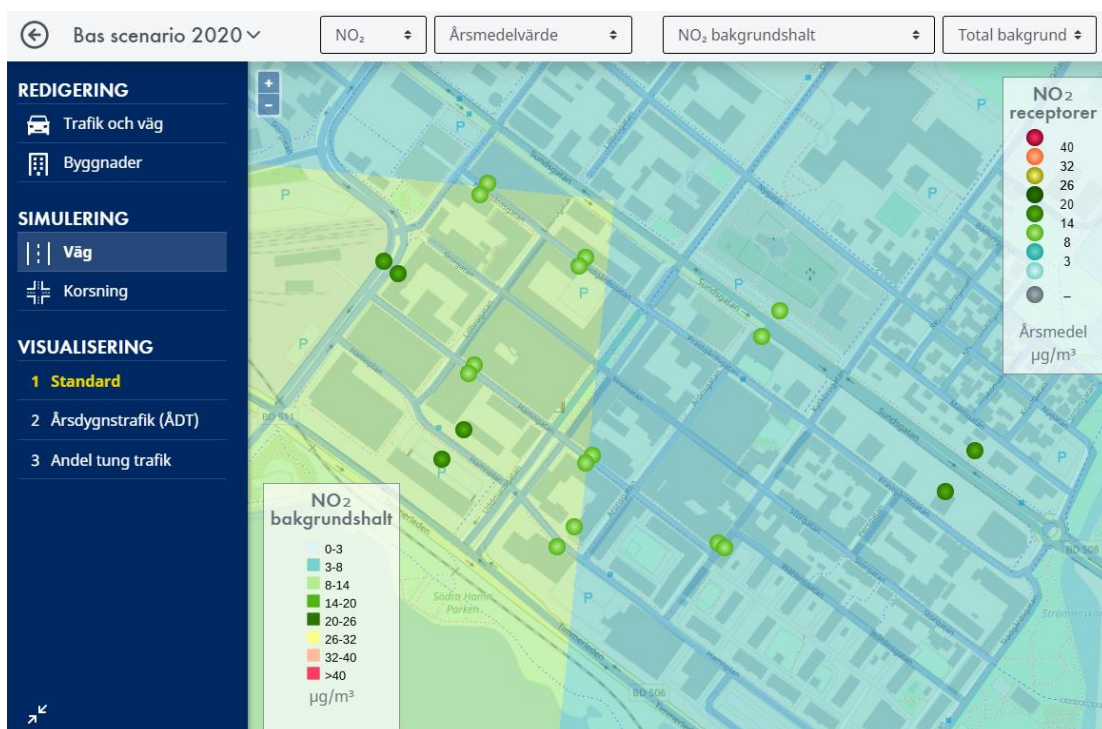


Wing Leung, Sven Kindell, Helene Alpfjord Wylde

Rapport nr 2022–41

Luftkvalitetsberäkningar inför Åtgärdsprogram i Piteå

Spridningsmodelleringar med SIMAIR-väg



Omslag: En gränssnittsrepresentation från SIMAIR-väg som visar okorrigerat årsmedelvärde av NO_2 från SIMAIR-beräkningarna för 10 gatuavsnitt i Piteå. Färgsättningen i storrutor visar bakgrundshalt av NO_2 .



Författare:
**Wing Leung, Sven Kindell,
Helene Alpfjord Wylde**

Mottagare:
Piteå kommun

Granskningsdatum:
2022-06-14

Granskare:
Fredrik Windmark

Dnr:
2022/446/9.5

Version
1.1

Luftkvalitetsberäkningar inför Åtgärdsprogram i Piteå

Spridningsmodelleringar med SIMAIR-väg

Uppdragstagare
SMHI
601 76 Norrköping

Projektansvarig
Sven Kindell
011 495 8201
sven.kindell@smhi.se

Uppdragsgivare
Piteå kommun
Samhällsbyggnad
941 21 Piteå

Kontaktperson
Mikael Ferm
091 169 6062
mikael.ferm@pitea.se

Klassificering
() Allmän (X) Affärssekretess

Nyckelord

Piteå, luftmiljö, partiklar, PM10, PM2.5, NO₂, spridningsberäkning, SIMAIR

Övrig

Innehåll

1	Sammanfattning.....	1
2	Inledning.....	2
2.1	Luftkvaliteten i Sverige.....	3
3	Metodik.....	4
3.1	Modellsystemet SIMAIR.....	4
3.2	SIMAIR-väg.....	7
3.3	Uppskattning av PM2,5.....	7
3.4	Beräkningsunderlag.....	7
3.5	Jämförelse med mätningar.....	8
4	Miljö kvalitetsnormer.....	12
4.1	Årsmedelvärden och percentiler.....	12
4.2	Miljö kvalitetsnormer och utvärderingströsklar.....	12
4.3	Miljö kvalitetsmålet Frisk Luft.....	14
5	Resultat.....	15
6	Diskussion.....	16
	Akronymer.....	21
	Referenser.....	22
	Bilagor.....	24
	A Indata till SIMAIR-väg	
	B Tabeller från SIMAIR-väg	
	C Kartfigurer från SIMAIR-väg	

1 Sammanfattning

Piteå kommun har efterfrågat luftkvalitetsberäkningar vid vissa högt belastade gator inför ett åtgärdsprogram. Luftkvalitetsförordningen (2010:477) slår fast att varje kommun ska kontrollera att miljökvalitetsnormen (MKN) uppfylls. Mätdata från kontinuerliga mätningar av PM10 vid mätstationen på Prästgårdsgatan 43 visade att miljökvalitetsnormen för PM10 överskreds 39 dygn under år 2020. Miljökvalitetsnormen för PM10 dygnsmedelvärden är $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som inte får överskridas mer än 35 gånger under ett kalenderår, vilket motsvarar 90-percentilen. Naturvårdsverket bedömde under 2021 att ett åtgärdsprogram behöver upprättas för Piteå kommun för att se till att miljökvalitetsnormen kommer att följas.

Spridningsmodellen SIMAIR har använts för att beräkna luftkvaliteten för 12 gatuavsnitt i centrala Piteå. Gatuavsnitten som valts ut är de som Piteå kommun bedömt som mest sannolika att riskera överskridande av miljökvalitetsnormerna. Beräkningarna har genomförts för partiklar (PM10) och kvävedioxid (NO_2) med hjälp av verktyget SIMAIR-väg. En efterbearbetning gjordes för att uppskatta halt av fina partiklar PM2,5.

De modellberäknade halterna har korrigerats genom jämförelse mellan mätta och beräknade halter vid Prästgårdsgatan 43. Rapporten presenterar haltresultaten *efter korrigering*.

SIMAIR användes även för att *testa* (utan korrektion av modellresultat) påverkan av dammbindning samt typ av asfalt. En beräkning med och utan dammbindning på Prästgårdsgatan gav en minskning av det lokala bidraget till årsmedelhalten med 13%. Jämförande beräkningar gjordes också för samma plats gällande asfalttyp: Det lokala bidraget till årsmedelhalten sjönk med 5 % när asfaltstyp ändrades från standard till slitstark.

Resultaten för partiklar PM10 visar att halterna överskrider MKN för alla undersökta gaturum. I samtliga fall är det 90-percentilen av dygnsmedelvärden som överskrider MKN; för årsmedelvärde överskrider den nedre utvärderingströskeln. Det gatuavsnitt med störst överskridande är Timmerleden utanför Nordea, där 90-percentilen av dygnsmedelvärdet blev $70,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, medan miljökvalitetsnormen medger högst $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Resulterande årsmedelvärde av PM10 blev $27,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dvs. just under den övre utvärderingströskeln som är $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Orsaken till Timmerledens höga haltnivåer jämfört med övriga gator är det betydligt större trafikflödet och den samtidigt väsentligt högre andelen tung trafik.

De urbana och lokala haltbidragen till årsmedelhalten av PM10 är $25,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, vilket är ~90% av totalhaltbidrag. Observera att det är just de urbana och lokala haltbidragen som Piteå kan påverka på egen hand. Det har inte varit möjligt att uppskatta urbana och lokala haltbidrag var för sig (till det hade behövts en mätstation också i urban bakgrund).

Det regionala haltbidraget är $2,75 \mu\text{g}/\text{m}^3$, vilket är ~10% av totalhaltbidrag. Regionalt haltbidrag i Piteå har jämförts med regional bakgrund från bakgrundsstationen Bredkålen och det kan konstateras att SIMAIR kan simulera regionalt haltbidrag utmärkt.

SMHI

Vid jämförelse mot mätdata i gaturum noteras en underskattning av de simulerade partikelhalterna. SIMAIR ser ut att ha svårt att reproducera de höga halteepisoderna under våren. Eftersom valideringen av det regionala haltbidraget visar på goda överensstämmelse så får orsak till underskattningen sökas i urbana och lokala haltbidrag. Korrektionsterm tillämpades för summan av urbana och lokala haltbidrag.

Halterna av partiklar PM_{2,5} är låga i jämförelse med norm och utvärderingströsklar. De högsta halterna hittas på Kyrkbrogatan 5B, med en årsmedelhalt på 6,0 µg/m³, att jämföra med nedre utvärderingströskeln som är 12 µg/m³.

Resultaten visar att MKN för NO₂ inte överskrids vid något gatuavsnitt för varken årsmedelvärde, dygnsmedelvärde eller timmedelvärde. För årsmedelvärde och 98-percentil av timmedelvärde klarar alla de 12 utvalda gatuavsnitten även miljö kvalitetsmålen. Det lokala bidraget utgör 32 – 54 % av det totala haltbidraget i de studerade gatuavsnitten. Det urbana haltbidraget står för ungefär 44% och resten är regionalt bidrag från utlandet och långväga bidrag från övriga Sverige.

Rekommendationer baserat på vår studie:

- Använd dammbindningsmedel under säsong för uppvirvling (vårvinter/vår).
- Fortsätt med täta intervall för gatustädning men öka vattenbegjutningen rejält direkt före sandupptaget.
- Undvik gatustädning vid vädertillfällen med inversion.

2 Inledning

I inventeringsfasen av ett åtgärdsprogram ska man kartlägga omfattningen av överskridanden (Sabelström m. fl., 2019). Man ska även göra en källfördelningsstudie i de områden där normerna inte följs för att kvantifiera de olika källbidragen till halterna av de aktuella föroreningarna. Lämpliga och effektiva åtgärder för åtgärdsprogrammet kan tas fram baserat på resultat från källfördelningsstudien.

SIMAIR:s modellresultat kan användas som underlag för att kvantifiera källfördelningen av halter mellan regionalt, urbant och lokalt bidrag samt uppdelat på urbana utsläppsområden samt på olika källtyper. Modellberäkningar kan även ge information om överskridandets utbredning och antal personer som exponeras för överskridandet.

Piteå kommun har valt ut vissa högt belastade gatuavsnitt för beräkning med SIMAIR-väg. Dessa avsnitt inkluderar Hamngatan 47, Hamngatan 57, Hamnplan 30, Hamnplan 38, Kyrkbrogatan 5B, Prästgårdsgatan 36, Prästgårdsgatan 51, Sundsgatan 25, Sundsgatan 16, Västergatan 4, Timmerleden utanför Coop och Timmerleden utanför Nordea.

Luftkvalitetsberäkningar har utförts i Piteå kommun med hjälp av SIMAIR-väg för partiklar (PM₁₀) och kvävedioxid (NO₂). Halterna av mindre partiklar, PM_{2,5}, har därefter uppskattats genom en efterbearbetning av resultaten från SIMAIR-väg. Beräkningarna har utförts för år 2020; vilket innefattar trafikdata, meteorologi och bakgrundshalter. Beräkningsresultaten redovisas i tabeller och kartfigurer. Jämförelser görs med miljö kvalitetsnormer, utvärderingströsklar och miljö kvalitetsmål. För att uppnå en

hög kvalitet i beräkningarna har lästs in detaljerade indata, såsom trafikmängder, hushöjder, gaturumsinformation, trafikmängdens tidsvariationer samt kösituationer för de utvalda gatuavsnitten.

I avsnitt 3 beskrivs metodiken, modellsystemet SIMAIR, indataflöden och antaganden som görs i beräkningarna och jämförelsen mot mätdata. I avsnitt 4 presenteras de bedömningsgrunder som finns för luftkvalitet i Sverige. I avsnitt 5 presenteras halter i urban bakgrund och korrigerade resultat från SIMAIR. Avsnitt 6 diskuterar beräkningsresultaten för Piteå kommun och om hur man kan gå vidare i luftvårdsarbetet.

2.1 Luftkvaliteten i Sverige

Utsläppen av många luftföroreningar i Sverige har minskat markant de senaste åren. Kväveoxidutsläppen (NO_x) har över 30 år mer än halverats från över 289 000 ton år 1990 till 118 000 ton år 2020. Utsläppen av partiklar PM10 har nästan halverats, från 66 000 ton till 35 000 ton.¹ Ändå är halterna i Sverige fortfarande så pass höga att de bedöms som skadliga.

Exponering av luftföroreningar har skadliga effekter på människors hälsa, med allvarliga följder såsom förtida dödsfall. En haltexponeringsstudie visar att cirka 3600 förtida dödsfall orsakas av fina partiklar och 4000 förtida dödsfall orsakas av kväveoxider (Naturvårdsverket, 2019). Tillsammans uppskattas detta kosta det svenska samhället ungefär 56 miljarder kronor årligen.

Enligt Naturvårdsverket (2019) fortsätter halterna i gatumiljö, urban bakgrund och regional bakgrund att minska för kvävedioxid och partiklar, men miljö kvalitetsnormer för kvävedioxid och PM10 överskrids fortfarande i gatumiljö i många städer. PM2,5 överskrids däremot endast i Malmö.

Vägtrafiken är i de flesta svenska städer och tätorter den viktigaste källan till höga halter av PM10 och kvävedioxid. I en del orter är också småskalig vedeldning en viktig källa och då även för andra skadliga luftföroreningar såsom bens(a)pyren och polyaromatiska kolväten (PAH).

Tätortshalter av luftföroreningar ligger på många håll fortfarande långt ifrån att uppfylla de nationella målvärdena. Det finns ökad risk för större utsläpp och halter av luftföroreningar på grund av att trafikarbetet ökar samtidigt som städerna växer snabbt och förtätas. Avgörande för om miljö kvalitetsmålet kan uppnås till 2030 kommer att bli den teknologiska utvecklingen av bilparken, vilka biodrivmedel som används, hur städer växer samt utvecklingen av transportsystem i och mellan städerna. Nationella styrmedel och internationella överenskommelser behövs för att minska halt nivåer av partiklar, kvävedioxid och ozon för att uppnå miljö kvalitetsmålet Frisk luft.

För partiklar har de nordiska länderna anmärkningsvärt höga halter av PM10 i gatumiljön, jämfört med länder med mindre förekomst av vinterväglag. Orsak till detta är vår stora användning av dubbdäck och uppvirvling av vägdamm som härstammar från en kombination av vägslitage, sandning/saltning samt fordonsslitage.

¹ <https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/luft/>

3 Metodik

I följande avsnitt beskrivs metodiken som använts vid beräkning av halter för NO₂ och PM₁₀. Här beskrivs också det beräkningsunderlag som har erhållits från Piteå kommun.

3.1 Modellsystemet SIMAIR

SIMAIR är ett kopplat modellsystem som utvecklats av SMHI i samarbete med Trafikverket och Naturvårdsverket för att kunna modellera föroreningshalter både vid befintliga och planerade vägar och gaturum.

Systemet använder olika spridningsmodeller för olika miljöer 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.

För att kunna göra spridningsmodellering måste det finnas en emissionsdatabas med nödvändiga indata för emissions- och spridningsberäkningarna. Dessa innefattar gaturumsdimensioner, trafikintensitet i total mängd och tidsvariation, andel tung trafik och fordonssammansättning. Det är också mycket önskvärt med information om köbildning för alla gator där köbildning i olika omfattning förekommer.

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 PM₁₀ och NO₂ har i ett tidigare projekt validerats mot mätningar både i urbant område och i gaturum för ett trettiotal tätorter i Sverige (Andersson och Omstedt, 2009, 2013, Andersson m.fl. 2018). Studierna har visat 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 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 har ett webbgränssnitt där användaren kan editera och lägga till vägvägnitt. Attributen som ges till vägvägnitten 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 allmänne användaren. Det finns mer avancerade funktioner för systemanvändare; som till exempel att läsa in hela vägnätverk, med tillhörande attribut, från externa datakällor.

För vidare dokumentation av SIMAIR, se Andersson m.fl. (2015b) 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), Andersson m.fl.

(2007) och Andersson m.fl. (2015a). Modellen behöver indata i form av meteorologiska simuleringar och emissioner.

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

Emissionerna som haltbidragen baseras på kommer från European Monitoring and Evaluation Programme (EMEP)², som upprätthåller en förteckning med europeiska utsläppskällor med en geografisk upplösning på $0,1^\circ \times 0,1^\circ$ longitud-latitud rutnät och Svenska MiljöEmissionsData (SMED)³, 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)⁴ 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 Wylde m. fl. (2021).

Inom utvalda tätorter där en urban bakgrund beräknas i SIMAIR med modellen Bakgrundshalter i Urban Miljö (BUM) görs även en körning i MATCH med endast samma lokala källor som tas med i BUM-beräkningen och subtraheras från körningen över hela Sverige för att undvika dubbelräkning 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

² <http://www.emep.int/>

³ <http://www.smed.se/>

⁴ <https://www.hbefa.net/e/index.html>

bästa sättrepresentera meteorologin (Häggmark m.fl., 1997).

3.1.3 Lokala beräkningar

För lokala beräkningar används i SIMAIR-väg två olika modeller för olika situationer:

- **OSPM** (Operational Street Pollution Model) för enskilt vägavsnitt med omgivande byggnader (gaturum) (Berkowicz, 2000).
- **OpenRoad** för enskilt vägavsnitt i öppen terräng (Gidhagen m. fl., 2004).

Modellerna ger resultat i en receptorpunkt på var sida om vägavsnittet. Oavsett vilka spridningsmodeller som används i systemet SIMAIR behöver emissioner beräknas. För vägtrafiktillämpningarna beräknas för varje modell även emissionerna från trafiken ut inom systemet, för gasformiga ämnen används emissionsfaktorer från HBEFA medan emissioner av partiklar från motorer, slitage på vägbana och fordon samt uppvirvling av vägdamm beräknas med NORTRIP-modellen beskriven i Denby m. fl. (2013).

För de lokala beräkningarna behövs följande indata:

- **Årsdygnstrafik** som avser medelantalet fordon som vistas på vägavsnittet under en dag (antalet fordon som vistas på vägen under ett år, delat på 365).
- **Andel tung trafik** som avser andel tung trafik på vägavsnittet.
- **Kösituation** definierat enligt fyra nivåer i stigande kö intensitet; fritt flöde, tung trafik, kö eller 'stopp och kör'.
- **Trafiktidsvariation** som beskriver fördelningen av årsmedeldygnstrafik (ÅDT) under ett dygn med en timmes upplösning, och olika värde för vardagar (måndag till torsdag), fredag, lördag och söndag.
- **Fordonsammansättning** som beskrivs av sex olika fordonsklasser i SIMAIR: personbil, lastbil utan släp, lastbil med släp, tvåhjulning, landsvägsbuss och stadsbuss. Denna parameter anger fördelningen mellan dessa fordon i ÅDT.
- **Sandning** som anger ifall vägen sandas eller saltas för halkbekämpning vid temperaturer mellan -2 °C och 1 °C då det har regnat/snöat denna dag eller att dagpunktstemperaturen är mellan -2 °C och 1 °C .
- **Dubbdäcksmängd** som beskriver 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 OSPM används även:

- **Hushöjd** som avser höjden på byggnaderna, ifrån gaturummets marknivå, på vardera sida om vägavsnittet.
- **Gaturumsbredd** som beskriver avståndet mellan byggnaderna på vardera sida om vägavsnittet.

Lagringen av dessa parametrar för de avsnitt som ska kunna beräknas sker i en scenariodatabas. Ett scenario kan kopieras i och parametrarna för enskilda vägar redigeras genom SIMAIRs webbgränssnitt.

Utöver emissioner behövs även meteorologiska parametrar för att göra spridningsmodelleringarna, vilket redan är 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

Två olika spridningsmodeller används för beräkning av det lokala bidraget i vägars närområde. För gaturum används OSPM och för vägar som saknar bebyggelse (inom 50 m från vägen) används modellen OpenRoad. På landsbygd används uteslutande OpenRoad.

3.3 Uppskattning av PM2,5

I SIMAIR görs för partiklar idag enbart beräkningar med PM10, och PM2,5 måste därför uppskattas genom efterbearbetning av SIMAIR-resultaten. Eftersom fina partiklar på ett systematiskt sätt beter sig olika i luften jämfört med grova partiklar går det enligt Omstedt m. fl. (2012) att beskriva totala årsmedelkoncentrationen av PM2,5 genom att skala halterna av PM10 från närliggande och från regionala källor på följande sätt:

$$c_{total}^{PM2,5} = \left[\alpha * c_{Reg}^{PM10} + (c_{Urb}^{PM10} + c_{Lok}^{PM10}) \frac{e_{f,avgaser}^{PM10}}{e_{f,total}^{PM10}} + (c_{Urb}^{PM10} + c_{Lok}^{PM10}) \frac{e_{f,slitage}^{PM2,5}}{e_{f,total}^{PM10}} \right] \quad (1)$$

där α anger förhållandet mellan halterna PM2,5 och PM10 i den regionala bakgrundsluften, som är av storleksordningen 0.78 och beräknas från regionala bakgrundsmätningar i Bredkälven.

c_{Reg}^{PM10} , c_{Urb}^{PM10} och c_{Lok}^{PM10} anger de regionala, urbana och lokala haltbidragen för PM10. $e_{f,avgaser}^{PM10}$ anger emissionsfaktorn för PM10 från avgaser. $e_{f,slitage}^{PM2,5}$ står för emissionsfaktorn för PM2,5 från däckslitage och antas vara 10 mg/fordonskilometer. $e_{f,total}^{PM10}$ ger den totala emissionsfaktorn. Regionalt, urbant och lokalt haltbidrag samt emissionsfaktorer för PM10 beräknas i SIMAIR.

Bråket i ekvation 1 kan förstås som andelen emissioner PM2,5 av alla partikelemissioner. Partiklarna i avgaser antas då alla vara mindre än 2,5 μm så att $e_{f,avgaser}^{PM10} = e_{f,avgaser}^{PM2,5}$, däremot används ett antagande om konstant emissionsfaktor för slitage av fina partiklar.

3.4 Beräkningsunderlag

För att öka kvaliteten av modellberäkningarna används särskilda indata för trafik och gatugeometri för 12 utvalda vägavsnitt i Piteå. Dessa indata har tillhandahållits av Piteå kommun och ligger till grund för beräkningen av det lokala haltbidraget.

3.4.1 Trafik- och gatugeometridata

Relevant trafikdata är bland annat årsmedeldygnstrafik (ÅDT), andel tung trafik och skyltad hastighet, vilka används för att beräkna emissionerna från vägavsnittet. Gatugeometrin, som bland annat innehåller väg- och gaturumbredd och hushöjder, används sedan för att modellera spridningen av föroreningarna. För tabeller med detaljerade indata, se bilaga A.

3.4.2 Kösituation

Utsläppen är mycket beroende på kösituationen på vägarna vilket uppskattats av Piteå kommun på 8 av de 12 vägavsnitten. För resterande vägar har förutsatts att det råder fritt trafikflöde hela tiden.

3.4.3 Tidsvariation

Tidsvariation av trafikmängderna har samlats in från Piteå kommun för de utvalda vägavsnitten förutom Timmerleden där underlag saknas; där har antagits att tidsvariationen för trafik följer de standardvärden som tagits fram av Trafikverket för några standardvägtyper till SIMAIR.

3.4.4 Meteorologi

Vädret har stor påverkan på hur luftmiljön vid en viss tidpunkt ser ut, därför är det viktigt att ha hög precision på meteorologiska indata. De lokala spridningsberäkningarna har utförts med meteorologi från MESAN för år 2020.

3.5 Jämförelse med mätningar

SIMAIR överensstämmer oftast väl med mätningar, enligt tidigare studier underskattar SIMAIR halterna av främst NO₂ i trafikmiljöer för 98-percentils dygns- och timmedelvärde i synnerhet i norra Sverige (Andersson och Omstedt, 2009, 2013; Omstedt m. fl., 2012; Andersson m. fl., 2018). Den senaste SIMAIR-valideringsstudien visar att SIMAIR systematiskt underskattar NO₂ i urban bakgrund (Andersson m. fl., 2018). Orsaken till underskattningen kan vara svårigheter att beskriva markinversioner och stark stabil atmosfärisk skiktning i spridningsmodellering. En annan orsak kan vara att det i dagsläget saknas ett temperaturberoende för NO_x-emissionerna i SIMAIR. Enligt HBEFA ökar NO_x emissionsfaktor när temperaturen minskar.

De emissionsfaktorer som används kommer från HBEFA 4.1 och är i grunden baserade på laboratoriemätningar (Matzer m. fl., 2019). 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 i trafikmiljöer finns det en tendens till överskattning i SIMAIR:s beräknade halter av PM10 jämfört med mätningar, detta gäller både årsmedelvärde och 90-percentils dygnsmedelvärde. För PM10 i urban bakgrund finns ingen systematisk över- eller underskattning i SIMAIR, varken för årsmedelvärde eller 90-percentils dygnsmedelvärde (Andersson m.fl., 2018).

PM10 kommer 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. PM_{2,5} har inte ett linjärt beroende av PM10 och kommer till större del från förbränningen i motorer, så även om PM_{2,5} är framräknade från PM10 i simuleringen behöver PM10 och PM_{2,5} individuella korrektionsfaktorer om sådana behöver appliceras.

Problematik med att simulera effekten av kraftiga markinversioner påverkar både NO₂ och PM10. Sådan inversionsförekomst är ofta betydande i norra Sverige och resulterar i höghaltsepisoder i tätortsmiljö som visat sig svåra att fånga fullt ut i modelleringen.

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.

3.5.1 Mätningar på Prästgårdsgatan

Luftmiljömätningar har under 2020 utförts vid Prästgårdsgatan 43, i kvarteret mellan Lillbrogatan och Uddmansgatan. Från stationen genomfördes dygnsprovtagning av NO₂ med en halvautomatisk dygnsprovtagare utrustad med åtta provtagningskanaler. Dygnsprovtagning av PM10 mättes med filterprovtagning med IVL:s halvautomatiska provtagare. Mer information om mätningar finns i Fredricsson (2021). Det pågick dygnsmätningar av NO₂ under 2020 från 3 januari till 31 maj och hela december månad. Dygnsmätningar av PM10 mättes för hela året 2020.

3.5.2 Korrektion baserad på uppmätta halter

Figur 1 visar mätningar av NO₂⁵ och modellerat resultat från SIMAIR. Det visar att SIMAIR-väg överlag reproducerar de högsta topparna av NO₂-halt under våren väl för både tid (när de sker) och haltvärden. SIMAIR överskattar generellt resten av tiden där mätning finns. Korrektionsfaktorerna beräknas som kvoten mellan uppmätt och simulerat värde. Medelvärden och percentiler beräknas för den period då mätningar finns. Dessa korrektionsfaktorer presenteras i Tabell 1.

Att modellresultaten avviker från uppmätta halter kan bero på många faktorer. De vanligaste orsakerna är osäkerheter i indata, modellen och/eller representativitet av mätningarna. En möjlig förklaring bland flera andra till att mätningar och simuleringar av föroreningshalter i gaturummet vid mätplatsen skiljer sig åt är uppskattningen av trafikflödet, både ÅDT och trafikvariationen. I detta fall användes de värden för uppdaterat ÅDT, trafikvariation och kösituation från underlaget från Piteå kommun i modellberäkningen, så att risken av avvikelser från uppmätta halter pga. trafikdata minimeras.

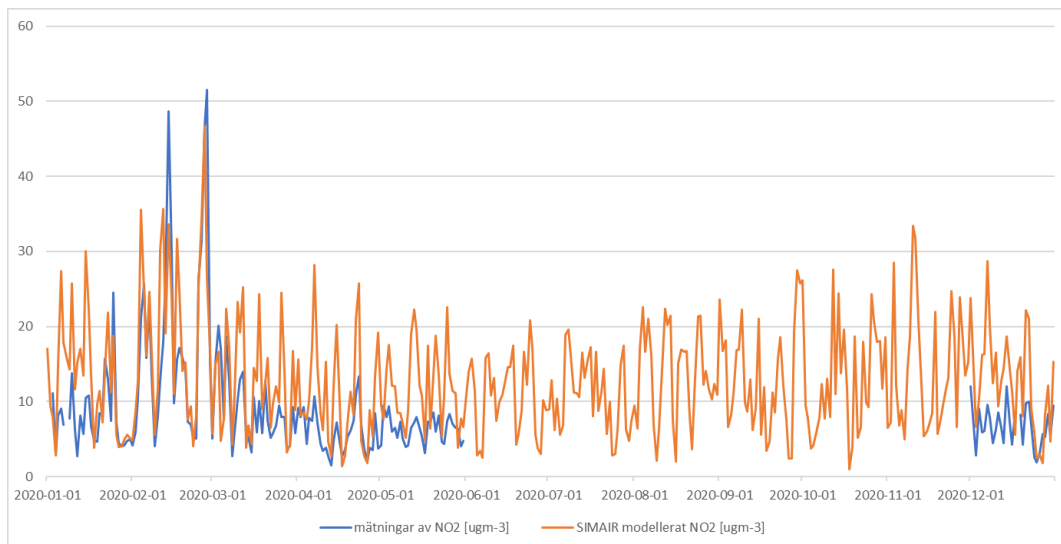
	Medelvärde [µg/m ³]	98-percentil, dygn [µg/m ³]
Mätning	9,03	30,50
Simulering SIMAIR	13,40	34,00
Rek. korrektionsfaktor	0,68	0,90

Tabell 1: Simulerade och uppmätta halter av NO₂ vid Prästgårdsgatan 43 för år 2020. Eventuella överskridanden av gränsvärden är färgkodade enligt miljö kvalitetsnormen i tabell 3. Dessa rekommenderade korrektionsfaktorerna är också de korrektionsfaktorer som använts för att korrigera modellerade halter i de övriga gatuavsnitten.

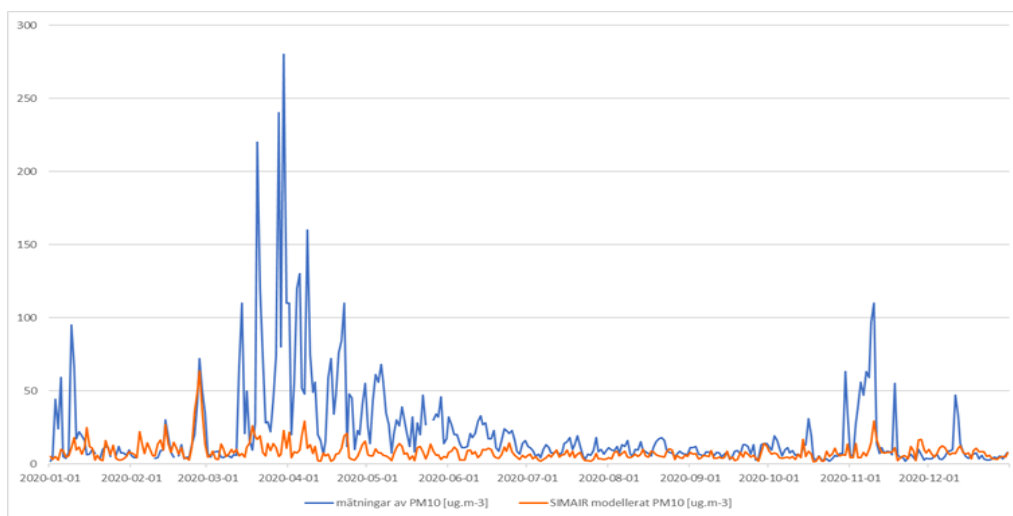
Andra faktorer som kan bidra till att modellerade och uppmätta värden skiljer sig åt är att verkliga emissionsfaktorer inte exakt överensstämmer med emissionsfaktorerna från SIMAIR. Trafikflödets sammansättning av olika fordonsslag och av fordon av olika åldrar kan skilja sig från modellindata. Placeringen av mätstationen är vidare en nyckelfaktor. Mätinstrumentets mätnoggrannhet kommer också in i bilden, och man bör inte heller bortse från eventuell systematisk felvisning hos det aktuella instrumentet.

Det är fördelaktigt om det finns mätning för hela året för att kunna jämföra med modellresultat för hela året och beräkna mer korrektionsfaktorer med god representativitet. Korrektionsfaktorerna för NO₂ beräknas utifrån sex månaders data från Prästgårdsgatan används för att korrigera modellerade NO₂ årsmedelhalt och 98-percentil, dygn för övriga gatuavsnitt. Det finns ingen timvis mätning på Prästgårdsgatan; därför har ingen korrektionsfaktor använts för 98-percentil, timme.

⁵ <https://datavardluft.smhi.se/portal/concentrations-in-air?S=31752&P=8&Y=2020&vs=0:0:1268:0:0:0:0>



Figur 1: Mätningar av NO_2 och SIMAIR-modellerat NO_2 vid Prästgårdsgatan 43 för 2020.



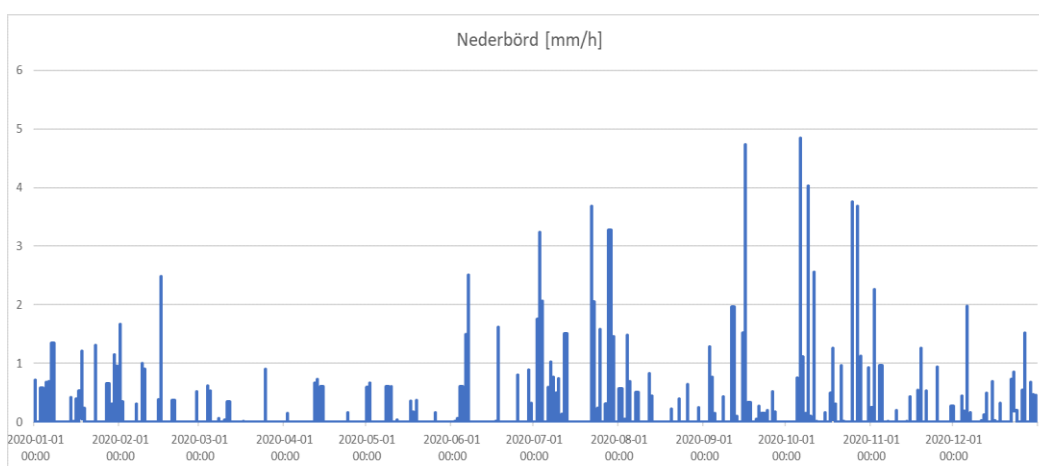
Figur 2: Mätningar av PM_{10} och SIMAIR-modellerat PM_{10} vid Prästgårdsgatan 43 för 2020.

Figur 2 visar mätningar av PM_{10} ⁶ och modellerat resultat från SIMAIR. SIMAIR använder emissionsmodellen NORTRIP för att beräkna resuspension av partiklar och det visar sig att NORTRIP-modellen inte lyckats simulera höga halter under vintervinter och vår. NORTRIP har i dagsläget ingen detaljerad beskrivning om emissionen av partiklar från sandupptagningsprocess av sopmaskin. Vidare utveckling av modellen behövs för att reproducera de höga halterna som möjligen orsakas av sandsopningsprocessen.

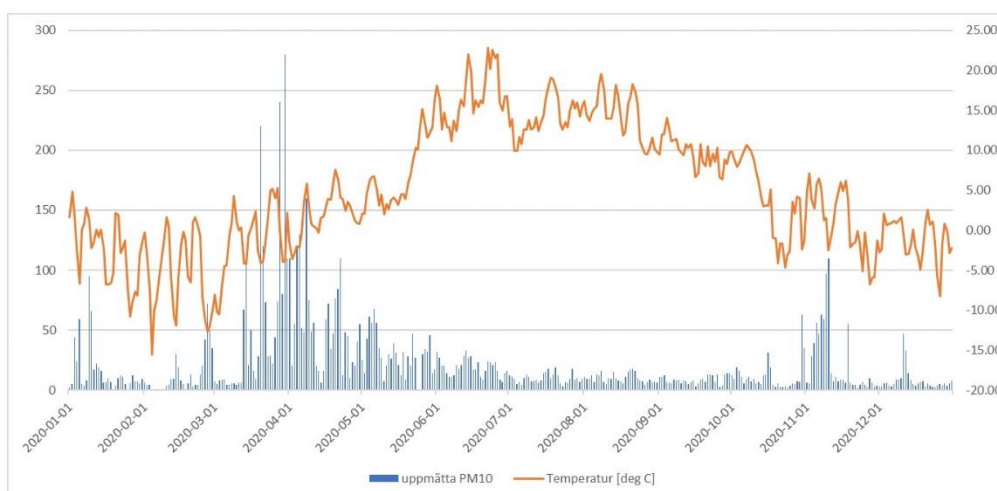
Piteå kommun använder sand som halkbekämpningsmaterial. Möjliga orsaker till höga PM_{10} halter under vecka 11 till 17:

⁶ <https://datavardluft.smhi.se/portal/concentrations-in-air?S=31752&P=5&Y=2020&vs=0:0:1268:0:0:0:0>

- Betydligt mer sand har använts under år 2020 än andra år. Totalt har 10 000 ton sand använts inom Piteå kommun mot cirka 6000 ton övriga år (M. Kemi, personlig kommunikation, 23 maj 2022).
- Torr period. Figur 3 visar modellerat nederbörd för Piteå baseras på MESAN data. Det visar sig att det bara regnade två gånger mellan veckorna 12 till 16. Det minskar den naturliga rensningen av vägdamm från vägen.
- Figur 4 visar uppmätta halter PM10 vid Prästgårdsgatan och modellerad temperatur från SIMAIR. Det visar att under veckorna 12 till 16 började temperaturen växla mellan plusgrader och minusgrader. Snö på marken smälte och släppte ut vägdamm/partiklar i denna period.
- Under veckorna 12 till 16 kördes tre sopmaskiner kontinuerligt i centrala Piteå för att ta upp sand när det var plusgrader och vid Prästgårdsgatan sopades det 10–15 gånger (M. Kemi, personlig kommunikation, 03 juni 2022). Det är möjligt att vägdamm virvlade upp under denna process.



Figur 3: Modellerad nederbörd från SIMAIR för 2020 i Piteå baserad på MESAN-data.



Figur 4: Mätningar av PM10 vid Prästgårdsgatan 43 och modellerad temperatur från SIMAIR för 2020. Uppmätta halter PM10 på vänster axel och modellerad temperatur på höger axel.

Den stora diskrepansen mellan mätt och beräknat nödvändiggör en korrektion, som behövde föregås av att gå närmare in på vad orsakerna till detta kan vara i just Piteå år 2020. Resonemang kring detta görs i avsnitt 6.

Vi har bedömt att den lämpligaste korrektionen för PM10 i detta fall är att *addera en tilläggsterm dygn för dygn*; vilket skiljer sig ifrån en annars ofta använd metod att *multiplitera en faktor för hela året*. Detta eftersom användandet av en multiplikator skulle överdriva haltnivåerna på gator med högre trafikflöde än mätgatan (mätplatsen Prästgårdsgatan 36), vars relativt låga/måttliga trafikflöde medfört att andra/ fler förklaringar krävs än de gängse vilka är starkt relaterade till trafikflöde. Tilläggstermen har adderats individuellt för varje enskilt dygnsvärde.

Detta innebär att vi har gjort antagandet att de väsentliga orsakerna (dammuppvirvling under daglig trafik men sannolikt också i samband sandupptagning) till de höga uppmätta halterna fungerar med samma magnitud (haltökning) på alla gatorna. Att på detta sätt addera en tilläggsterm istället för att multiplicera med en faktor ger något lägre halter för gator med större trafikflöde än mätgatan, något som vi bedömer som det mest realistiska med hänsyn till att de nämnda väsentliga orsakerna inte kan ses som nämnvärt beroende av trafikflödet på gatan. För gator med lägre trafikflöde än mätgatan blir på motsvarande sätt de redovisade halterna något högre än om korrigering gjorts med en multiplikator (faktor).

För PM2,5 saknas en mätstation att jämföra mot simulerade halter. Eftersom halten PM2,5 förmodligen kommer ifrån andra källor än det som ligger bakom de höga halterna PM10 så har vi valt att basera beräkningarna av PM2,5 på okorrigerade data.

4 Miljö kvalitetsnormer

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

4.1 Årsmedelvärden och percentiler

Beräkningsresultaten tas fram för de statistiska haltmått som återfinns i de svenska MKN. Dessa är formulerade för årsmedelvärden och vissa s.k. percentiler, ett statistiskt begrepp som innebär att halterna ligger under en viss nivå under en viss andel av tiden.

För NO₂ använder MKN 98-percentilen av dygnsmedelvärden och timmedelvärden. Med 98-percentil av dygnsmedelvärden menas att 98 % av dygnsmedelvärdena under ett år är lägre än angivet värde. Under 2 % av tiden, dvs. under 7 dygn, är halten alltså högre än 98-percentilen. 98-percentilen av timmedelvärden motsvaras av årets 175:e högsta timmedelvärde.

För PM10 använder MKN 90-percentilen av dygnsmedelvärden, 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. 90-percentilen av dygnsmedelvärden överskrids 10 % av tiden och motsvarar ungefär det 36:e högsta dygnsmedelvärdet under året.

4.2 Miljö kvalitetsnormer och utvärderingströsklar

Resultaten från beräkningarna jämförs med de statistiska haltmått som förekommer i de svenska miljö kvalitetsnormerna (MKN). Dessa ges för årsmedelvärden och för percentiler.

Miljö kvalitetsnormerna för partiklar och NO₂ anges i Tabell 2. Föreskrifterna om miljö kvalitetsnormer finns i SFS 2010:477. Om MKN överskrids, eller kommunens kontroll visat att den kan komma att överskridas, 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., 2019, kap 4–10).

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,
- 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 NO₂ och en mätplats för partiklar vid halter mellan den nedre utvärderingströskeln och den övre utvärderingströskeln.
- En mätplats för NO₂ och två mätplatser för partiklar vid halter över den övre utvärderingströskeln.

Om utvärderingströsklar överskrids (utan att miljökvalitetsnormer 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 nya mätningar eller modellberäkningar är nödvändiga.

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

Ämne	Haltmått	Årsmedel- värde [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	90-percentil av dygns- medelvärden [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	98-percentil av dygns- medelvärden [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	98-percentil av timmedel- värden [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
PM10	Miljökvalitetsnorm	40	50	-	-
	Övre utvärderingströskel	28	35	-	-
	Nedre utvärderingströskel	20	25	-	-
PM2,5	Miljökvalitetsnorm	25	-	-	-
	Övre utvärderingströskel	17	-	-	-
	Nedre utvärderingströskel	12	-	-	-
NO ₂	Miljökvalitetsnorm	40	-	60	90
	Övre utvärderingströskel	32	-	48	72
	Nedre utvärderingströskel	26	-	36	54

Tabell 2: Miljökvalitetsnormer och utvärderingströsklar med färgkoder som för att underlätta utvärderingen återfinns i resultat-tabellerna. Streck innebär att norm/utvärderingströskel saknas. Jämför med tabell 4.

4.3 Miljökvalitetsmålet Frisk Luft

Utöver miljökvalitetsnormer finns även miljökvalitetsmålet *Frisk Luft*⁷. 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 3.

Ämne	Haltmått	Årsmedel- värde [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	90-percentil av dygns- medelvärden [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	98-percentil av dygns- medelvärden [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	98-percentil av timmedel- värden [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
PM10	Frisk luft	15	30	-	-
PM2,5	Frisk luft	10	25	-	-
NO ₂	Frisk luft	20	-	-	60

Tabell 3: Precisering av miljömålen *Frisk luft*. Streck innebär att mål ej finns för aktuellt ämne/statistikmått. Jämför med tabell 3.

⁷ <https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Sveriges-miljomal/Miljokvalitetsmalen/Frisk-luft/Precisering-av-Frisk-luft/>

5 Resultat

Halterna av PM10, PM2.5 och NO₂ från vägavsnitten som erhållits i SIMAIR-väg är bifogade i tabellform i appendix B och haltkartorna är bifogade i appendix C.

De korrigerade resultaten för partiklar PM10 visar att halterna PM10 överskrider MKN för alla undersökta gaturum. I samtliga fall är det 90-percentilen av dygnsmedelvärdet som överskrider MKN; för årsmedelvärdet överskrider den nedre utvärderingströskeln. Det gatuavsnitt med störst överskridande är Timmerleden utanför Nordea, där 90-percentilen av dygnsmedelvärdet blev 70,4 µg/m³. Detta betyder att 90% av årets dagar har dygnsmedelvärden som är 70,4 µg/m³ eller lägre – dvs. 10 % av dagarna har högre halt – där miljö kvalitetsnormen medger högst 50 µg/m³. Resulterande årsmedelvärde av PM10 blev 27,9 µg/m³, vilket hamnar just under den övre utvärderingströskeln som är 28 µg/m³.

De urbana och lokala haltbidragen, vilka är de delar som Piteå kan påverka på egen hand, är tillsammans 25,2 µg/m³, vilket motsvarar ~90% av totalhaltbidraget. Det har inte varit möjligt att uppskatta de urbana och lokala haltbidragen var för sig (till det hade det behövts en mätstation också i urban bakgrund).

Det regionala haltbidraget är 2,75 µg/m³, vilket är ~10% av totalhaltbidraget. Det regionala haltbidraget i Piteå har jämförts med regionala bakgrundsmätningar från mätstationen Bredekälen och det kan konstateras att SIMAIR kan simulera regionalt haltbidrag utmärkt. Korrektionstermen tillämpades därför endast på summan av de urbana och lokala haltbidragen.

Liknande höga haltnivåer av PM10 har konstaterats i andra norrländska städer, såsom Östersund. Det är alltså inget specifikt fenomen för Piteå, men kan ses tydligast i landets norra delar. I kapitel 6 Diskussion går vi närmare in på orsaker till detta.

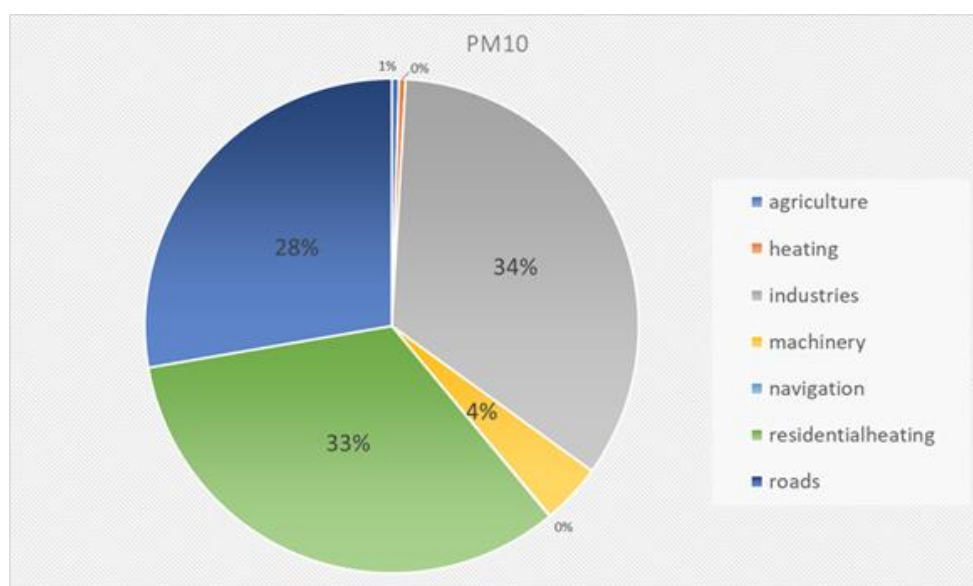
Halterna av partiklar PM2.5 är låga i jämförelse med norm och utvärderingströsklar. De högsta halterna hittas på Kyrkbrogatan 5B, med en årsmedelhalt på 6,0 µg/m³, att jämföra med nedre utvärderingströskeln som är 12 µg/m³.

Resultaten från SIMAIR visar att MKN för NO₂ inte överskrider vid något gatuavsnitt för varken årsmedelvärde, dygnsmedelvärde eller timmedelvärde. För årsmedelvärde och 98-percentil av timmedelvärde klaras även miljömål för samtliga 12 utvalda gatuavsnitt. Det lokala bidraget utgör 32 – 54 % av det totala haltbidraget i de studerade gatuavsnitten. Det urbana haltbidraget står för ungefär 44% och resten är regionalt bidrag från utlandet och långväga bidrag från övriga Sverige.

Figur 5 visar källfördelning av urbana haltbidrag vid Prästgårdsgatan. Figuren visar att de tre mest betydande bidragen är ifrån industrier, småskalig uppvärmning och vägtransporter. Enligt Figur 2 visar mätningar mycket högre halter i vissa episoder som vi enligt tidigare diskussion inte bestämt kan avgöra om det kommer ifrån det lokala eller urbana haltbidraget, eller en kombination.

Alla urbana haltbidragen kommer ifrån SMED-emissioner och har alla olika osäkerheter. Osäkerheten ifrån industriutsläpp kommer huvudsakligen ifrån sekretess, vilket påverkar både varifrån utsläpp kommer och hur stora de är. Det finns dock utsläppsiffror för Smurfit Kappa som troligen är den största källan i Piteå. Utsläppen från småskalig uppvärmning kommer ifrån schablonmässig fördelning på bostadsområden och är lokalt osäker. Vår bedömning är dock att SMED-emissionerna snarare är överskattade i Piteå. Detta eftersom

användningen av fjärrvärme är utbredd i de centrala delarna, vilket sannolikt inte helt tagits hänsyn till i SMED-emissionerna. Haltbidragen ifrån urbana vägemissioner (alla vägar i Piteå utan den lokala vägen) beräknas också utifrån SMED-emissioner och kan inte ändras i SIMAIR-gränssnittet. Emissioner av PM10 ifrån uppvirvling av vägdamn tas hänsyn till också i SMED, men på en lägre detaljnivå än SIMAIR-beräkningarna för den lokala vägen. I stort gäller dock samma osäkerheter för de urbana haltbidragen ifrån vägemissioner som den större diskussionen runt osäkerheten kring sandupptagning och dammuppvirvling, och det är möjligt att det urbana haltbidraget är betydligt större än de 28 % som Figur 5 visar.



Figur 5: Urbana haltbidrag från SIMAIR i centrala Piteå fördelat på sju olika källtyper.

6 Diskussion

Först kan vi slå fast att NO₂ inte är ett problem när det gäller normöverskridande. Det är däremot partiklar, varför vår diskussion fokuserar helt på den luftföroreningen.

Vi har konstaterat att de okorrigerade beräkningsresultaten för mätplatsen – Prästgårdsgatan 36 – gav avsevärt lägre PM10-halter än mätningarna. Vi ser ingen anledning till annat än att tro på mätningarna, som har bra omfattning dvs. mätbortfallet är litet (Fredricsson, 2021). Vi har således enligt tidigare avsnitt utgått från relationer mellan mätningar och okorrigerade beräkningar vid Prästgårdsgatan 36 för att korrigera PM10-halterna för de övriga gatorna.

PM10-halterna är anmärkningsvärt höga under en period vårvinter/vår (v11-v17) för att vara en gata med det relativt blygsamma trafikflödet 2065 fordon/ÅMD. Tiden på året då de höga halterna inträffat sammanfaller mycket tydligt med säsongen då gatorna torkar upp så att stoftdepan på gatorna frigörs att kunna virvlas upp. Inget tvivel råder om att vi här har en viktig orsak till haltförhöjning. Vidare kan sandupptagning under denna säsong ge (kortvarig) kraftig dammuppvirvling om vattenbegjutningen vid upptagningen är otillräcklig.

Vi behöver söka förklaring till varför hänsynen till uppvirvling i den till SIMAIR inkopplade

emissionsmodellen NORTRIP inte räcker till för att simulera de verkligt uppmätta halterna vid Piteås gator som är väsentligt högre. Först kan dock konstateras att uppvirvling under sandupptagningsarbetet inte finns med i NORTRIP.

Vi tog upp några möjliga förklaringar i avsnitt 3.5.2. Här vidgar vi resonemanget och tar upp fler tänkbara orsaker och resonerar kring i vad mån modelleringen har inbyggd hänsyn till faktorn samt om det finns indikationer på att hänsynstagandet inte lyckas tillfredsställande beskriva höghaltssituationerna.

- 1) Vintersäsongen är lång i Piteå vilket kan innebära stora mängder ackumulerad sand på gatorna. År 2020 användes ovanligt mycket sand (se avsnitt 3.5.2). Detta kan motverkas av ofta genomförd städning (sandupptag). *Hänsyn till successivt ackumulerad mängd sand och stoft finns i emissionsmodellen NORTRIP (som inkorporerats i SIMAIR) men verkar ge särskilt stora feluppskattningar i områden i norra Norrland där stora sandmängder sprids under sandningssäsongen.*

Vi har gjort räkneexperiment genom att i NORTRIP justera sandmängden (g/m^2) vid sandning samt tiden mellan sandningstillfällena (dagar). Vi prövade att öka sandmängden från 250 till 500 g/m^2 ; beräknad årsmedelhalt ökade då med 8,5 % och 90-percentil dygnsmedelvärde med 9,2 %. Vi prövade även att öka frekvensen av sandning från var 7:e dag till varje dag (med sandmängd 250 g/m^2) vilket ökade årsmedelvärdet med 5,8 % och ökade 90-percentil dygnsmedelvärde med 3,3 %.

- 2) Perioden med mycket höga halter (vårintern/våren 2020) var mycket torr. Regn förekom bara två gånger mellan veckorna 12 och 16, dvs. den naturliga ”rensköljning” som ett regn kan ge uteblev mer eller mindre helt. *Det finns hänsynstagande till nederbörd och avdunstning i modelleringen men möjligtvis klaras inte kraftig torrperiod särskilt väl. Även samverkan med punkt 1 ovan.*
- 3) Under aktuella veckor började temperaturen växla mellan plusgrader och minusgrader (s.k. nollgenomgångar). Det är tänkbart att ett skikt av packad snö/is på gatan började smälta och att vägdamm/partiklar lösgjordes, vilket också kan ha bidragit.
- 4) Mycket hög dubbdäcksanvändning av personbilar. Dubbdäck river upp asfaltpartiklar från vägbanan och bidrar till den samlade stoftdepån på gatan. Vi har dock ansatt 100 % dubbdäck under säsong 1 oktober-30 april varför detta inte *borde* ge upphov till underskattning i beräkningarna.
- 5) Stoftutsläpp från industrier ”uppströms” älvdalgången, en faktor som rimligen är av underordnad betydelse, något som inte minst styrks av det markanta säsongsmönstret hos de uppmätta halterna.
- 6) Den använda sandupptagsmetodiken kan vara mindre bra, så att borstarna vid sandupptagningen gett upphov till kraftiga dammoln. Även om i detta projekt inte ingått ett närmare studium av maskinparken och dess användning, så bedömer vi som starkt misstänkt att detta kan vara den viktigaste faktorn bakom den stora diskrepansen mellan modellresultat och mätningar. Under veckorna 12 till 16 kördes sopmaskiner 10–15 gånger vid Prästgårdsgatan – se avsnitt 3.5.2. Gatusopning syftar ju till att minska dammuppvirvling men kan även (kortvarigt) motverka sitt syfte om sandupptagningsarbetet virvlar upp stora mängder fint damm.
- 7) Vi har studerat samband mellan vindriktning och halter. Höga halter är tydligt överrepresenterade vid vindriktning från västnordväst, dvs. längs Piteälvens dalgång. Förklaring till detta kan vara att inversionsförhållanden ofta torde vara kombinerade med (relativt svag) vind från riktning ”uppifrån” älvdalgången. Vi har en markant kanalisering av vind längsmed älvdalen och kanalisering sker i större utsträckning vid stabila skiktningförhållanden än vid neutral eller instabil skiktning.
- 8) De i denna del av landet höga frekvenserna av inversionsförhållanden som inte sällan är kraftiga. Detta är ett sedan länge uppmärksammat problem i SIMAIR som det har vidtagits vissa åtgärder mot i

modellen, vilka dock kan vara otillräckliga; i så fall i någon mån bidragande till haltunderskattning.

Rekommendationer

- Använd dammbindningsmedel under säsong för uppvirvling (vårvinter/vår).
- Fortsätt med täta intervall för gatustädning men öka vattenbegjutningen rejält direkt före sandupptaget.
- Undvik gatustädning vid vädertillfällen med inversion.

Kommentarer kring Piteå kommuns föreslagna åtgärder

Kommunens tidigare föreslagna åtgärder – *se textruta nedan* – riktar in sig främst på problematiken kring vägdam, vilket är rimligt då uppmätt tidsserie tydligt visar toppar på sen vinter/vår när vägbanorna torkar upp. Modellberäkningarna visar att de urbana bakgrundshalterna är ganska låga (drygt 6 µg/m³ som årsmedel för PM10) så lokala åtgärder bör ge god effekt. Trafikmängderna är på flera centrumgator relativt låga, vilket indikerar att väghållningen är en bra startpunkt för förbättrad luftkvalitet.

Åtgärdsförslag 1, 2 och 4 fokuserar på halkbekämpningsmaterial, dammbindning och hårdare material på vägbanan. Utvärdering av effekten av olika storlek på halkbekämpningsmaterial (sand) är inte något som är inkluderat i NORTRIP-modellen som används i SIMAIR, men minskad mängd små partiklar på vägbanan bör rimligen ge en positiv effekt på PM10-halterna. Dammbindningsprocessen däremot finns inkluderad i NORTRIP-modellen, och vid en testberäkning med och utan dammbindning på Prästgårdsgatan så minskar det lokala bidraget till årsmedelhalten med 13%. I NORTRIP kan även asfaltstyp justeras, och vid en scenarioräkning vid Prästgårdsgatan sjunker det lokala bidraget till årsmedelhalten med 5 % om asfaltstyp ändras från standard till slitstark, en begränsad påverkan alltså. *Observera* att resultaten av dessa testberäkningar inte är korrigerade, men ger ändå en fingervisning om hur stor inverkan dessa åtgärder har.

Åtgärdsförslag 3 rör en ombyggnation av Lillbrogatan, med minskad vägtrafik på sträckan och intilliggande vägar. Detta scenario har inte gjorts beräkningar för med SIMAIR, men minskade trafikmängder minskar vägslitaget och uppvirvlingen av partiklar, och gynnar därmed god luftkvalitet.

Kommentar till förslag i utredning från Norconsult

Vi har även på ett översiktligt sätt studerat förslagen i Norconsults trafikutredning om luftmiljö i Piteå: Stenvall m.fl. (2022). Norconsult gjorde där även en värdering av åtgärderna med avseende på ”åtgärder som ger stor luftförbättring och små konsekvenser”. Det ingick inte i vårt uppdrag att närmare värdera Norconsults slutsatser härvidlag men vi ser det som mycket rimligt att, från Norconsults utgångspunkter, värdera följande fyra åtgärder högst: Halkbekämpningsmaterial; dubbdäcksfria zoner; miljökrav vid upphandling; kampanjer, nudging och marknadsföring; luftmätningar i realtid.

Vi rekommenderar ett studium av den rapporten som komplement till vår här föreliggande rapport.

Piteå kommuns tidigare föreslagna åtgärder (Micael Kemi)**Åtgärd 1**

Vad: Halkbekämpningsmaterial. Byta ut halkbekämpningsmaterialet (sandfriktion 0–4 mm) till steril makadam 2–4 mm storlek i de centrala delarna av staden där MKN riskerar att överskridas. Spridning av halkbekämpningsmedel sker 2 – 3 gånger per vecka under spridningsperioden oktober till och med maj.

Tidplan: start i oktober 2022 till och med maj 2023 i första hand, troligen tillsvidare.

Påverkan: Partikelspridning från vägbanan.

Effekt: Förhållandevis stor eftersom de så kallade nollpartiklarna byts ut i materialet. Det är en vanlig åtgärd för kommuner för att komma tillrätta med luftmiljön vid spridning.

Åtgärd 2

Vad: Dammbindning, i dagsläget används inget dammbindningsmedel annat än vatten. Det finns två aktiviteter att vidtaga, en är att ta fram rutin för vattenspridning vid sandupptag för att optimera risken för damning. Den andra åtgärden är att tillföra medel i vattnet för att binda och minimera spridning av partiklar.

Tidplan: Ta fram en rutin under våren 2023. Utreda vilket dammbindningsmedel som Piteå kommun ska använda.

Påverkan: Partikelspridning från vägbanan.

Effekt: Stor effekt. Dammbindning med en CaCl₂-lösning likt den som används i Sundsvall antas sänka dygnsmedelvärdet av PM₁₀ med mellan 20 till 40 procent efter dammbindning. (Gustafsson m.fl, 2010) Det är dock en driftåtgärd som ger tillfällig effekt på partikelhalterna och resulterar inte i en långsiktig minskning av partikelbildande. Effekten av renhållning är svår att bedöma, då det finns få studier på renhållningens effekt på partikelhalten.

Åtgärd 3

Vad: Ombyggnation av Lillbrogatan. En sträcka av ca 200 meter ska byggas om och gestaltningen av gatan ändras så att oskyddade trafikanter prioriteras vilket på sikt leder till minskad trafik. Antalet parkeringsplatser minskar från 54 stycken till 24 stycken (både handikapparkering och standardparkeringar enligt parkeringsnormen). Inom vägområdet planeras även 14 träd att planteras vilket bedöms bidra till att binda dammspridning.

Tidplan: Byggnationsstart maj 2023 och klart oktober 2023.

Påverkan: Vägtrafik.

Effekt: Stor effekt. Ombyggnationen av gatan sänker bilarnas hastighet och ger mindre utrymme till motorfordonstrafiken. Omvandlingen tillför fler planterade träd vilket sammantaget bidrar till en mer hälsosam stadsmiljö med mindre buller och renare luft. Oskyddade trafikanter får bredare gång och cykelbanor. Detta ger bättre framkomlighet. Genom åtgärderna minskar motorfordonstrafiken på sträckan och då också på intilliggande vägar som Hamngatan och Prästgårdsgatan, vilket ger positiv effekt för luftkvaliteten.

Åtgärd 4

Vad: Byte av slitlager till hårdare material som inte bidrar lika mycket till partikelspridning via nötning av dubbdäck. Frågan om risk för ökad trafikbuller ska tas i beaktande. Skyltad hastighet 40 km per timme anses inte bidra till ökat trafikbuller.

Tidplan: Maj 2023 och klart oktober 2023.

Påverkan: Partikelspridning från vägen.

Effekt: Viss påverkan men inte så stor. Vägen är ofta snöbelagd.

Akronymer

BUM	Bakgrundshalter i Urban Miljö
ECMWF	European Centre for Medium-Range Weather Forecasts
EMEP	European Monitoring and Evaluation Programme
HBEFA	Handbook Emission Factors for Road Transport
MATCH	Multiple-Scale Atmospheric Transport and Chemistry Modeling System
MESAN	MESoskalig ANalys
MKN	Miljö kvalitetsnorm
OSPM	Operational Street Pollution Model
PAH	Polyaromatiska kolväten
SMED	Svenska MiljöEmissionsData
ÅDT	Årsmedeldygnstrafik

Referenser

- Alpfjord Wylde, Helene, Wing Leung och Camilla Andersson, **2021**. Nationell miljöövervakning med MATCH Sverigesystemet — Utvärdering och resultat för åren 2017-2019. teknisk rapport 2021/22, SM-HI. URL https://www.smhi.se/polopoly_fs/1.146627!/Slutrapport_2017-2019_MATCH-Sverigesystemet.pdf.
- Andersson, C., R. Bergström, C. Bennet, L. Robertson, M. Thomas, H. Korhonen, K. E. J. Lehtinen och H. Kokkola, **2015a**. Match-salsa – multi-scale atmospheric transport and chemistry model coupled to the salsa aerosol microphysics model – part 1: Model description and evaluation. *Geoscientific Model Development*, 8(2):171–189. URL <http://dx.doi.org/10.5194/gmd-8-171-2015>.
- Andersson, Camilla, Joakim Langner och Robert Bergström, **2007**. Interannual variation and trends in air pollution over Europe due to climate variability during 1958–2001 simulated with a regional CTM coupled to the ERA40 reanalysis. *Tellus B: Chemical and Physical Meteorology*, 59(1):77–98. URL <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0889.2006.00231.x>.
- Andersson, S. m. fl., **2015b**. Dokumentation av SIMAIR-väg, -ved och -korsning. <http://www.luftkvalitet.se>.
- Andersson, Stefan, Sofi Holmin Fridell, Helene Alpfjord Wylde, Jörgen Jones och Johan Arvelius, **2018**. Validering av SIMAIR mot mätningar för åren 2014-2016. teknisk rapport 2018/16, SMHI. URL https://www.smhi.se/polopoly_fs/1.136313!/SMHI_rapport_2018-16_SIMAIR-validering.pdf.
- Andersson, Stefan och Gunnar Omstedt, **2009**. Validering av SIMAIR mot mätningar av PM10, NO₂ och bensen — utvärdering för svenska tätorter och trafikmiljöer avseende år 2004 och 2005. *Meteorologi*, 137. ISSN 0283-7730. URL http://www.smhi.se/polopoly_fs/1.7368!/meteorologi_137%5B1%5D.pdf.
- Andersson, Stefan och Gunnar Omstedt, **2013**. Utvärdering av SIMAIR mot mätningar av PM10 och NO₂ i Göteborg, Stockholm och Umeå för åren 2006-2009 — Undersökning av en ny emissionsmodell för vägtrafikens slitagepartiklar. *Meteorologi*, 152. ISSN 0283-7730. URL http://www.smhi.se/polopoly_fs/1.30267!/meteorologi_152.pdf.
- Andersson, Stefan, Gunnar Omstedt och Lennart Robertson, **2010**. Känslighetsanalys, vidareutveckling och validering av SIMAIRs urbana spridningsmodell BUM. *Meteorologi*, 142. ISSN 0283-7730. URL http://www.smhi.se/polopoly_fs/1.12918!/Meteorologi_142.pdf.
- Berkowicz, Ruwim, **2000**. OSPM — A Parameterised Street Pollution Model. I Ranjeet S. Sokhi, Roberto San José, Nicolas Moussiopoulos och Ruwim Berkowicz (redaktörer), *Urban Air Quality: Measurement, Modelling and Management: Proceedings of the Second International Conference on Urban Air Quality: Measurement, Modelling and Management Held at the Computer Science School of the Technical University of Madrid 3–5 March 1999*, sidorna 323–331. Springer Netherlands, Dordrecht. ISBN 978-94-010-0932-4. URL http://dx.doi.org/10.1007/978-94-010-0932-4_35.

- Denby, B.R., I. Sundvor, C. Johansson, L. Pirjola, M. Ketzel, M. Norman, K. Kupiainen, M. Gustafsson, G. Blomqvist och G. Omstedt, **2013**. A coupled road dust and surface moisture model to predict non-exhaust road traffic induced particle emissions (nortrip). part 1: Road dust loading and suspension modelling. *Atmospheric Environment*, 77:283–300. ISSN 1352-2310. URL <http://dx.doi.org/https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2013.04.069>.
- Fredricsson, Malin, **2021**. Mätningar av kvävedioxid och partiklar i luft i piteå under 2020. teknisk rapport 2021/6441, IVL.
- Gidhagen, L., C. Johansson, G. Omstedt, J. Langner och G. Olivares, **2004**. Model simulations of NO_x and ultrafine particles close to a Swedish highway. *Environ. Sci. Technol.*, 38(24):6730–6740. URL <http://dx.doi.org/10.1021/es0498134>.
- Gidhagen, L., H. Johansson och G. Omstedt, **2009**. SIMAIR - evaluation tool for meeting the EU directive on air pollution limits. *Atmospheric Environment*, 43(5):1029–1036. URL <http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2008.01.056>.
- Hägemark, L., K.I. Ivarsson och P-O Olofsson, **1997**. MESAN Mesoskalig Analys. RMK 75, SMHI.
- Matzer, Claus, Konstantin Weller, Martin Dippold, Silke Lipp, Martin Röck, Martin Rexeis och Stefan Hausberger, **2019**. HBEFA version 4.1. teknisk rapport, IVT Institute for internal combustion engines and thermodynamics TU Graz. URL https://www.hbefa.net/e/documents/HBEFA41_Report_TUG_09092019.pdf.
- Naturvårdsverket (redaktör), **2019**. *Frisk luft — underlagsrapport till den fördjupade utvärdering av miljömålen 2019*, volym Rapport 2019:1. Naturvårdsverket, 1 utgåva. ISBN 978-91-620-6861-5. URL <https://www.naturvardsverket.se/globalassets/media/publikationer-pdf/6800/978-91-620-6861-5.pdf>.
- Omstedt, Gunnar, 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.
- Robertson, Lennart, Joakim Langner och Magnuz Engardt, **1999**. An eulerian limited-area atmospheric transport model. *Journal of Applied Meteorology*, 38(2):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).
- Sabelström, Helena, Matthew Ross-Jones, Petter Larsson Garcia, Johan Genberg Safont, Titus Kyrklund och Ulf Troeng (redaktörer), **2019**. *Luftguiden — Handbok om miljö kvalitetsnormer för utomhusluft*, volym Handbok 2019:1. Naturvårdsverket, 1 utgåva. ISBN 978-91-620-0182-7. URL <https://www.naturvardsverket.se/globalassets/media/publikationer-pdf/0100/978-91-620-0182-7.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.
- Stenvall, Annika, m.fl., **2022**. Trafikutredning luftmiljö Piteå. Norconsult AB. Uppdragsnr: 108 23 17.

Bilagor

A Indata till SIMAIR

Gatuavsnitt	ÅDT [fordon/dygn]	Andel tung trafik [%]	Skyltad hastighet [km/h]	Sandas eller saltas?
Hamngatan 47	1166	3,4	40	Sandas
Hamngatan 57	1810	2,8	40	Sandas
Hamnplan 30	4512	1,8	40	Sandas
Hamnplan 38	3893	9,0	40	Sandas
Kyrkbrogatan 5B	1116	1,5	gångfart	Sandas
Prästgårdsgatan 36	2065	3,1	40	Sandas
Prästgårdsgatan 51	2330	1,4	40	Sandas
Sundsgatan 25	6878	7,0	50	Sandas
Sundsgatan vid Prästgårdsgatan 16	7262	7,0	50	Sandas
Timmerleden Coop	14 154	12,0	50	Sandas
Timmerleden Nordea	16 503	12,0	50	Sandas
Västergatan 4	7116	5,0	50	Sandas

Tabell 4: Detaljerad indata för de utvalda vägsektionerna i Piteå kommun.

	Antal körfält	Väg- bredd [m]	Gaturums- bredd [m]	Mittsträngs- bredd [m]	Hushöjd 1 (nord/ost) [m]	Hushöjd 2 (syd/väst) [m]	Mätår
Hamngatan 47	2	7,5	11,1		9,4	16,9	2022
Hamngatan 57	2	7	10,9		13,7	13,2	2022
Hamnplan 30	2	7,4	22		19,5	7,5	2022
Hamnplan 38	2	7,4	30		18,1		2022
Krykbrogatan 5B	2	5,1	8,7		13,4	10,2	2022
Prästgårdsgatan 36	2	6,5	13,5		12,1	15	2022
Prästgårdsgatan 51	2	6,5	16,3		7,7	16,8	2022
Sundsgatan 25	2	3,4	59	3,8	6,5	15,7	2012
Sundsgatan vid Präst- gårdsgatan 16	2	3,4	52	3,8	6,7	22,5	2012
Timmerleden Coop	2	6,4	20	3,4	6,5	0	2016
Timmerleden Nordea	2	9,0	16		4,5	0	2016
Västergatan 4	4	6,9	58	1,7	5,7	12,4	2010

Tabell 5: Detaljerad indata för de utvalda vägsektionerna i Piteå kommun (forts.).

B Tabeller från SIMAIR-väg, korrigerade värden

	Årsmedelvärde		90-percentil, dygn	
	[µg/m ³]		[µg/m ³]	
	Sida 1	Sida 2	Sida 1	Sida 2
Hamngatan 47	20,9	21,1	53,4	53,9
Hamngatan 57	21,3	21,4	54,0	54,1
Hamnplan 30	22,3	22,0	56,1	55,9
Hamnplan 38	22,0	22,1	55,8	55,8
Kyrkbrogatan 5B	20,7	20,7	52,4	52,8
Prästgårdsgatan 36	21,4	21,5	54,3	54,4
Prästgårdsgatan 51	21,2	21,7	53,9	54,5
Sundsgatan 25	22,3	22,5	57,3	57,1
Sundsgatan vid Prästgårdsgatan 16	23,3	23,1	58,7	57,9
Timmerleden utanför Coop	27,0	26,6	68,2	65,6
Timmerleden utanför Nordea	28,0	27,5	70,4	68,8
Västergatan 4	22,5	24,6	56,4	62,6

Tabell 6: Uppskattade halter av PM10. Eventuella överstiganden av gränsvärden är färgkodade enligt miljökvalitetsmålen i Tabell 2.

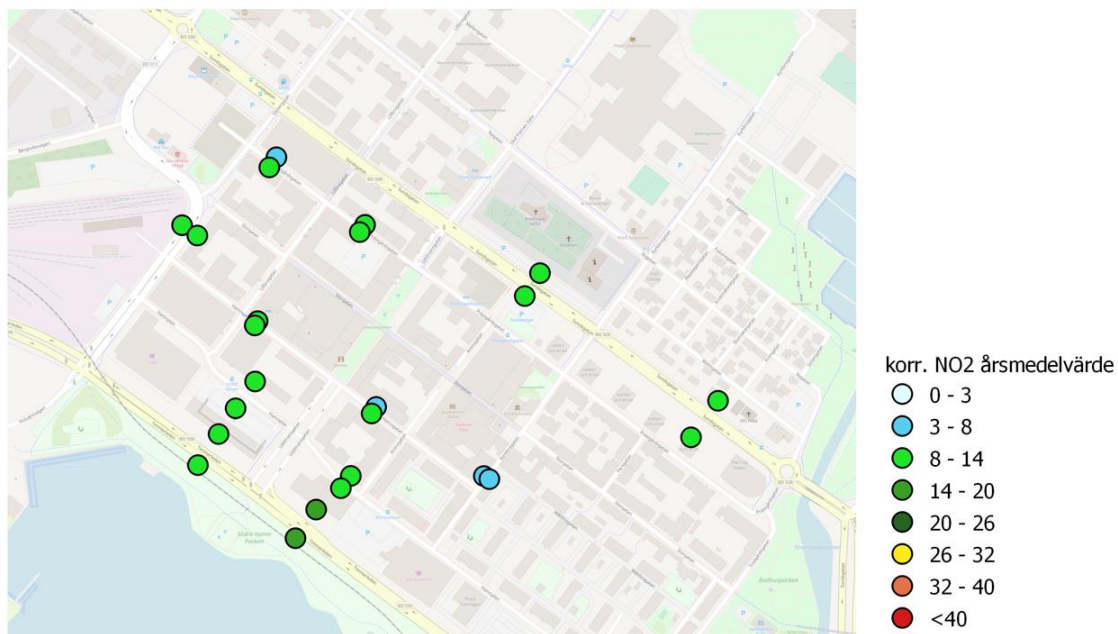
	Årsmedelvärde		90-percentil, dygn	
	[µg/m ³]		[µg/m ³]	
	Sida 1	Sida 2	Sida 1	Sida 2
Hamngatan 47	5,06	5,23	-	-
Hamngatan 57	5,65	5,79	-	-
Hamnplan 30	5,02	4,91	-	-
Hamnplan 38	4,55	4,60	-	-
Kyrkbrogatan 5B	6,04	5,98	-	-
Prästgårdsgatan 36	5,42	5,47	-	-
Prästgårdsgatan 51	5,33	5,65	-	-
Sundsgatan 25	4,43	4,50	-	-
Sundsgatan vid Prästgårdsgatan 16	4,32	4,24	-	-
Timmerleden utanför Coop	4,47	4,37	-	-
Timmerleden utanför Nordea	5,12	4,98	-	-
Västergatan 4	4,56	5,47	-	-

Tabell 7: Uppskattade halter av PM2,5. Eventuella överstiganden av gränsvärden är färgkodade enligt miljökvalitetsmålen i Tabell 2.

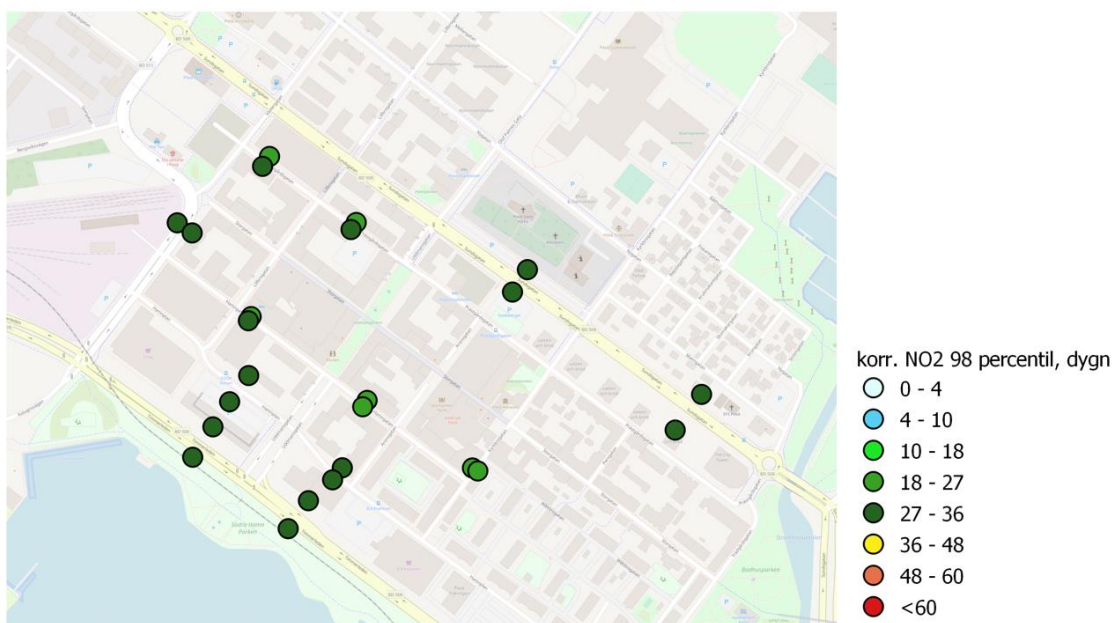
	Årsmedelvärde		98-percentil, dygn		98-percentil, timme	
	[µg/m ³]		[µg/m ³]		[µg/m ³]	
	Sida 1	Sida 2	Sida 1	Sida 2	Sida 1	Sida 2
Hamngatan 47	7,34	8,16	23,1	26,2	38,2	41,5
Hamngatan 57	8,50	9,04	26,5	28,1	41,2	43,7
Hamnplan 30	9,32	8,91	28,5	27,5	43,2	42,3
Hamnplan 38	9,93	10,1	29,9	29,8	43,9	43,7
Kyrkbrogatan 5B	6,80	6,94	24,7	23,9	38,2	37,6
Prästgårdsgatan 36	8,84	8,84	26,0	28,3	40,5	43,2
Prästgårdsgatan 51	7,89	8,98	25,7	28,4	39,6	43,0
Sundsgatan 25	8,77	8,98	28,5	27,9	43,8	43,4
Sundsgatan vid Prästgårdsgatan 16	10,0	9,66	28,4	27,5	43,2	42,0
Timmerleden utanför Coop	13,1	12,8	32,7	31,0	47,1	45,6
Timmerleden utanför Nordea	14,5	14,4	35,2	33,1	50,4	48,6
Västergatan 4	9,66	12,2	30,4	32,8	46,6	48,5

Tabell 8: Uppskattade halter av NO₂. Eventuella överstiganden av gränsvärden är färgkodade enligt miljö kvalitetsmålen i Tabell 2.

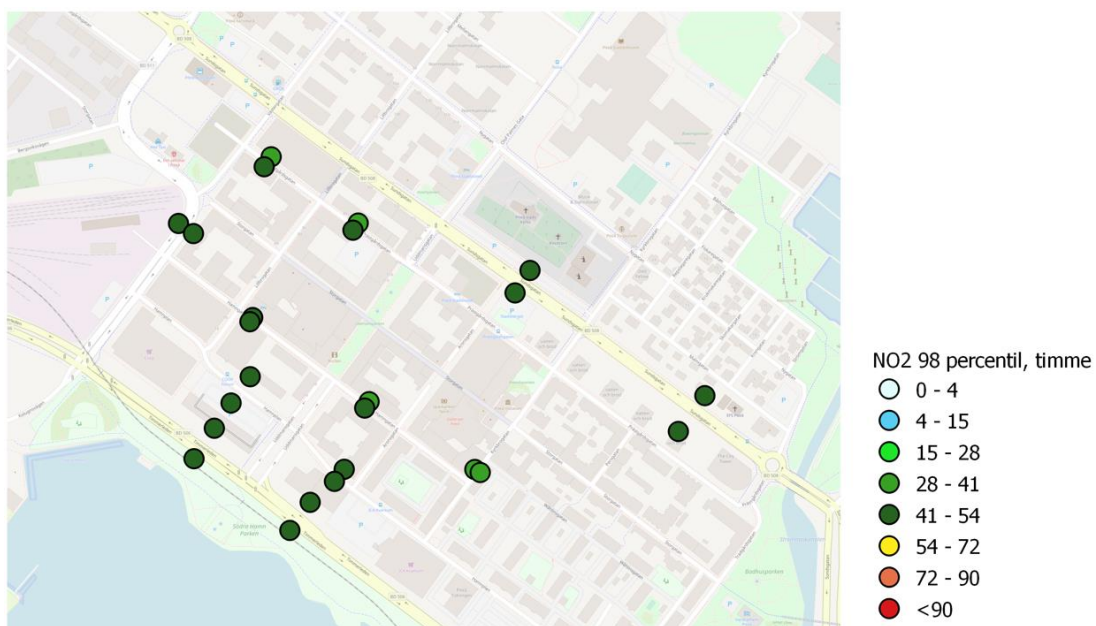
C Kartfigurer från SIMAIR-väg, korrigerade värden



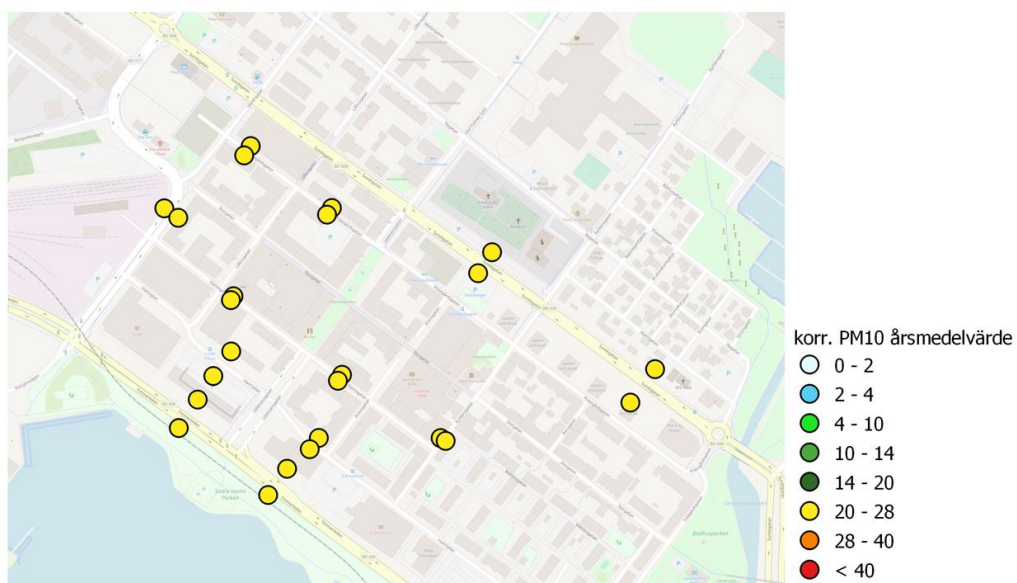
Figur 6: Korrigerat årsmedelvärde av NO2 för de 12 utvalda gatuavsnitten.



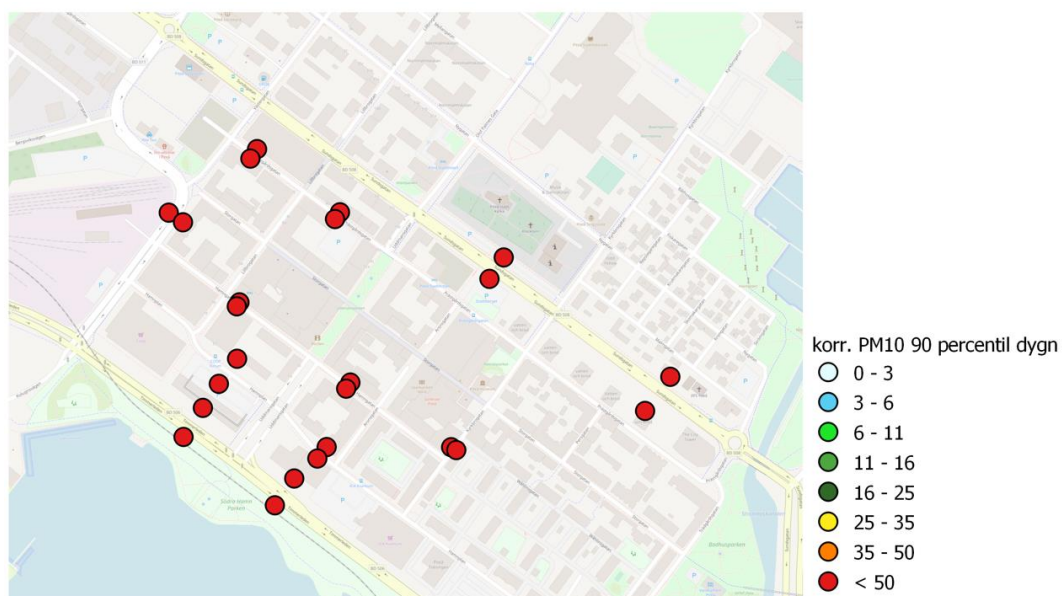
Figur 7: Korrigerat 98-percentil dygnsmedelvärde av NO2 för de 12 utvalda gatuavsnitten.



Figur 8: Korrigerat 98-percentil timmedelvärde av NO2 för de 12 utvalda gatuavsnitten.



Figur 9: Korrigerat årsmedelvärde av PM10 för de 12 utvalda gatuavsnitten.



Figur 10: Korrigerat 90-percentil dygnsmedelvärde av PM10 för de 12 utvalda gatuavsnitten.