SMED Rapport Nr 5 2023

Geografiskt fördelade emissioner och nationella totaler av partiklar från däck, bromsar och vägbana beräknade med NORTRIPmodellen

David Segersson, Cecilia Bennet, SMHI

Avtal: 250-22-002

På uppdrag av Naturvårdsverket

SMED utgör en förkortning för Svenska MiljöEmissionsData, som är ett samarbete mellan IVL Svenska Miljöinstitutet, Statistikmyndigheten SCB, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) och Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI). Samarbetet inom SMED inleddes 2001 med syftet att långsiktigt samla och utveckla den svenska kompetensen inom emissionsstatistik kopplat till åtgärdsarbete. På uppdrag av Naturvårdsverket samt Havs- och vattenmyndigheten säkerställer SMED framtagandet av underlag till Sveriges internationella rapportering avseende utsläpp till luft och vatten, avfall, farliga ämnen, buller samt åtgärder. Miljöstatistik tas även fram för nationella och regionala behov, såsom för uppföljningen inom det svenska miljömålssystemet där SMED bidrar med underlag till både etappmål och miljökvalitetsmål. SMED utvecklar även nya metoder och tar fram statistik för uppföljning av Sveriges nationella avfallsplan och avfallsförebyggande program. Mer information finns på SMED:s webbplats www.smed.se.

Innehåll

1 SAMMANFATTNING 5

1.1.1 Nyckelord 5

2 INLEDNING 6

3 METODIK 7

3.1 NORTRIP 7

3.2 Modellkonfiguration 7

3.3 Optimering 8

3.4 Jämförelser med lufthalter 9

3.4.1 Spridningsmodellering 9

3.4.2 Mätdata 10

4 RESULTAT OCH DISKUSSION 12

4.1 Nationella beräkningar 12

4.1.1 Kartor och totaler 12

4.1.2 Jämförelse med tidigare beräkningar 14

4.2 Jämförelser mellan OSPM-resultat och mätdata 16

4.2.1 Malmö Dalaplan 17

4.2.2 Gårdamotet Göteborg 19

4.2.3 Hornsgatan i Stockholm 21

4.2.4 Sollentuna – 3 stationer 23

4.2.5 Sammanfattning av jämförelse med stationer 28

5 SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER 30

5.1 Nationell tillämpning av NORTRIP 30

5.2 Nationell rapportering av utsläpp 30

6 REFERENSER 32

APPENDIX NORTRIP-KONFIGURATION 34

1 Sammanfattning

SMED utgör en förkortning för Svenska MiljöEmissionsData, som är ett samarbete mellan IVL, SCB, SLU och SMHI.

I det aktuella projektet har Sveriges totala utsläpp av icke-avgas-partiklar från vägtrafik beräknats för år 2019 med hjälp av NORTRIP-modellen [1,2]. Emissionerna från vägarna har sedan summerats till den nationella databasens grid om 1*1 km, och jämförts med emissioner för Sverige som tidigare har rapporterats till Luftvårdskonventionen (CLRTAP) och EU. Den nya emissionsuppskattningen är uppdelad i broms, asfalts och däckpartiklar och den nationella totalen är beräknad som summan av den geografiskt fördelade emissionen.

För de 6 vägar där mätdata finns tillgängligt 2019 för såväl gaturumshalter som bakgrundshalter har ett lokalt bidrag beräknats från uppmätt gaturumsalt – bakgrundshalt. Sedan har spridningsberäkningar utförts med NORTRIPemissionen och gaturumsmodellen OSPM. Resultaten har jämförts men osäkerheten i metodiken är stor, vilket bland annat kan ses på att total lokal halt ibland är lägre än bakgrundshalten.

Sveriges totala emission, i denna studie, av PM_{10} för 2019, av slitagepartiklar från däck, vägbana och bromsar var totalt 10 688 ton varav 1012 ton tillhör fraktionen $PM_{2,5}$. Detta är betydligt mindre än den totala PM_{10}-emissionen 16 318 ton varav 3 264 ton tillhör fraktionen $PM_{2,5}$, rapporterat för 2019 enligt den metod som används i nuvarande nationella inventering.

1.1.1 Nyckelord

Icke-avgas partiklar, NORTRIP, CLAIR, vägslitagepartiklar, däckslitagepartiklar, bromsslitagepartiklar, re-suspension, vägdamm

2 Inledning

I befintlig metodik [3] inom SMED för beräkning av icke-avgaspartiklar från trafiken för 2019 används emissionsfaktorer beräknade med SIMAIR som sedan appliceras på Sveriges totala trafikarbete. I den här studien används istället NORTRIP-modellen för vägar i Sverige.

Utsläpp av partiklar från trafiken kommer förutom från avgaserna också från slitage av asfalt, däck och bromsar samt från vägdamm. En del emitteras direkt till luften medan andra virvlas upp från vägytan. Partiklarna som kommer från avgaserna kommer att minska i takt med att förbränningsmotorer ersätts av elmotorer medan slitagepartiklarna eventuellt kan komma att öka i och med att elfordon tenderar att vara tyngre än fordon med förbränningsmotorer.

NUVARANDE METODIK INOM SMED

Sverige rapporterar årligen utsläpp till luft av partiklar från trafiken dels till FN genom Luftvårdskonventionen (CLRTAP), dels till EU. Emissioner av icke-avgaspartiklar från vägtrafik har hittills beräknats med relativt enkla metoder [3]. En semi-empirisk beräkning inom SIMAIR-systemet [4] användes för att beräkna PM_{10}-utsläpp per fordonskilometer för vägslitage för åtta trafikverksregioner. $PM_{2.5}$ och TSP är beräknat med en faktor i förhållande till PM_{10} ($PM_{2.5}$_emis=0,2*PM_{10}_emis och 2*PM_{10}_emis=TSP_emis). Emissionen från däck och bromsar är satt till 10 mg/fordonskilometer [3]. Emissionsfaktorerna används sedan för att beräkna den totala emissionen med hjälp av det aktuella årets trafikdata.

MOTIVATION FÖR NY METODIK

Med hjälp av en modell som tar hänsyn till vägegenskaper, trafiksammansättning samt meteorologiska parametrar och deras samvariation med trafikaktivitet, dubbdäcksanvändning och vägunderhåll (plogning, sandning m.m.) kan en mer detaljerad beskrivning ges av icke-avgas-emissionerna. NORTRIP-modellen har utvecklats inom en serie nordiska samarbetsprojekt för just detta syfte. Modellen kan också särskilja utsläpp från däck, vägbana och bromsar samt uppvirvlat damm från deposition och sandning. Detta efterfrågas för nationell rapportering av emissioner till EU enligt EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook [5].

3 Metodik

3.1 NORTRIP

NORTRIP-modellen beräknar emissionen av $PM_{2.5}$ och PM_{10} till atmosfären genom att beskriva alla ingående processer [1,2]. Förutom emissioner direkt till luften beräknas massbalansen för ett dammlager samt vatten på gatan. Ifrån dammlagret beräknas en re-suspenderad emission av partiklar.

Fördelningen mellan $PM_{2.5}$ och PM_{10} är i NORTRIP-modellen olika för de olika processerna för vägslitage, däckslitage, sandning, uppvirvling och saltning.

En viktig faktor för re-suspensionens storlek är vägens fuktighet. Den beräknas i modellen med hjälp av tillgänglig meteorologi. Om man har tillgång till uppmätt vägfuktighet kan man använda den direkt och får då ett mycket mer korrekt resultat timme för timme. I denna studie har vägfuktighet beräknats med NORTRIPs vägfuktighetsmodul.

3.2 Modellkonfiguration

Modellen har drivits med meteorologiska data från SMHI samt väg och trafikdata från Trafikverket, sammanställda för SMHIs luftmiljösystem SIMAIR. Alla vägar med funktionsklass 1-7 inkluderas. För funktionell vägklass 7 finns inget modellerat trafikflöde per länk. Istället allokeras trafikarbete beräknat för ytor med modellen SAMPERS till de minsta vägarna. Det totala trafikarbete som används som indata till NORTRIP är $7.37 * 10^{10}$ fordonskm / år. Detta trafikarbete har beräknats genom att summera trafikarbete för alla väglänkar i Sverige, d.v.s bottom-up.

NORTRIP-modellen har ett mycket stort antal justerbara parametrar. De flesta av dessa har standardvärden som är bestämda under utvecklingen av NORTRIP-modellen, andra är vägspecifika eller avser trafikaktiviteten. Inom detta första försök till en nationell uppsättning av NORTRIP har främst nödvändiga väg- och trafikegenskaper justerats. Detta omfattar:

- Hastighet för tunga respektive lätta fordon
- Antal tunga respektive lätta fordon per timme
- Andel dubbdäck, vinterdäck samt sommardäck under året

Typ av vägbeläggning (pavement type) (hårdhet, kornstorlek) och Trafikprofil (driving cycle) (motorväg, stadstrafik) följer standarduppsättningen för Hornsgatan, där tidigare beräkningar har gjorts med NORTRIP [7]. Vid framtida tillämpningar av NORTRIP

rekommenderas att anpassade värden specificeras för motorvägar samt för vägar på landsbygd.

När uppgifter om vägunderhåll inte finns registrerade i detalj (t.ex. sandning, plogning, städning, saltning eller damm-bekämpning) tillåter NORTRIP modellering av dessa aktiviteter. För de nationella beräkningarna har endast plogning och saltning aktiverats. Plogning innebär att snölagret i modellen reduceras under vissa meteorologiska förhållanden och med vissa intervall. Saltning i modellen innebär främst en retention (fördröjning) av emissionerna, eftersom salt i viss mån binder damm. För en korrekt beskrivning av emissioner bör även sandning aktiveras där det förekommer. Partiklar från sandning som faller inom PM_{10} eller $PM_{2.5}$ påverkar emellertid inte direktemission från däck, bromsar eller vägbana utan särredovisas som ett separat bidrag av uppvirvlade partiklar.

En begränsning i denna tillämpning av NORTRIP är att ingen särskild hänsyn tas till icke-asfalterade vägar. Även om trafikvolymen på dessa vägar är mycket begränsad, så skulle uppvirvlingen av grova partiklar lokalt kunna vara betydande och underskattas troligen i dessa beräkningar. Det är inte klarlagt hur stor andel av partiklar i vägdamm från icke-asfalterade vägar som kan antas ha en diameter mindre än 10 µm respektive 2.5 µm.

Den parameteruppsättning som använts i detta projekt inkluderas som appendix till denna rapport.

3.3 Optimering

Eftersom emissionen beräknas direkt för varje väg timme för timme ett helt år i den nya metodiken med NORTRIP-modellen innebär det ett mycket stort antal beräkningar. I nationella vägdatabasen finns det ett stort antal vägar med lite trafik, vilka genom sitt antal kräver mycket omfattande beräkningar utan att var för sig påverka emissionerna i någon större utsträckning. För att effektivisera beräkningarna för dessa små vägar utnyttjas det faktum att många vägar har samma eller liknande egenskaper. För liknande vägar (avseende egenskaper som påverkar NORTRIP) återanvänds resultat genom skalning med årsdygnstrafik. Denna skalning appliceras endast på vägar med årsdygnstrafik under en viss tröskel (1000 fordon per dygn). Försök har visat att beräknade emissioner inom detta intervall är nära proportionella mot trafikflöde (så när som på enstaka procent).

Beräkningar görs uppdelat på delområden om 10x10 km^2. Inom vart och ett av dessa områden används meteorologiska indata för delområdets mittpunkt för driva NORTRIP. De meteorologiska variabler som används av

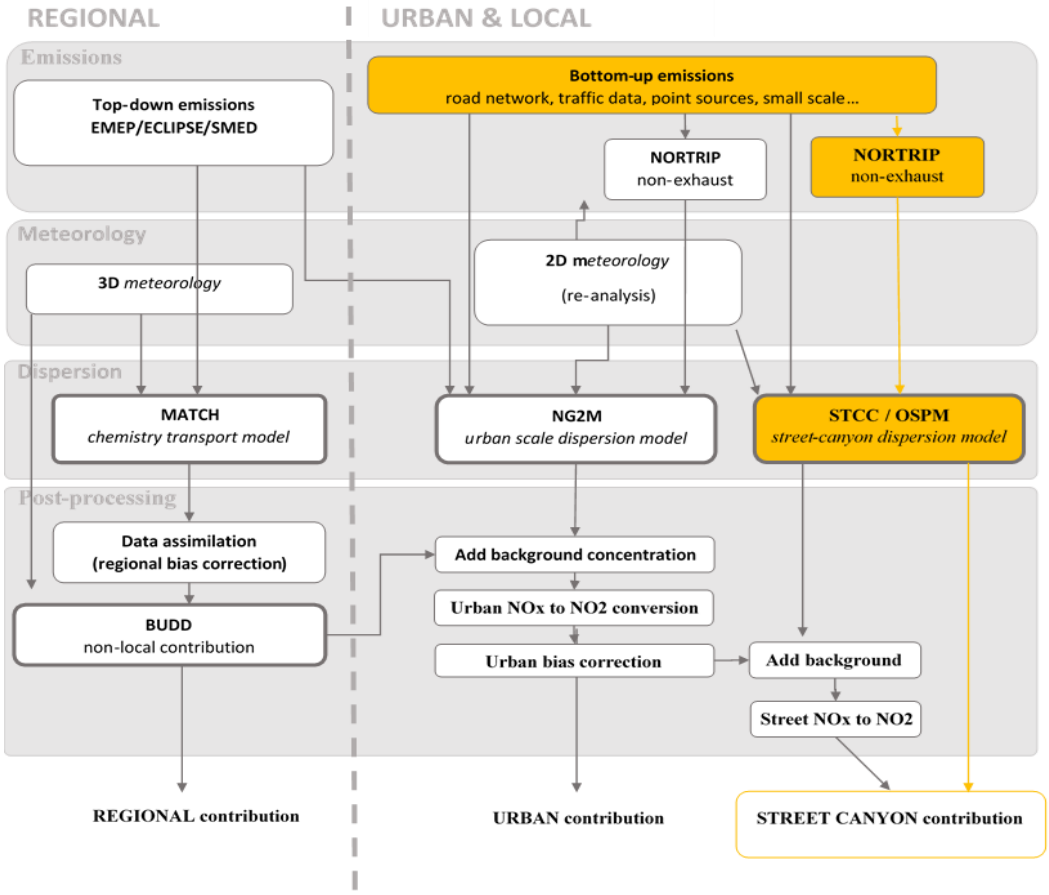
NORTRIP varierar endast i begränsad utsträckning inom delområdet, varför detta inte bedöms påverka resultatet i betydande grad. Genom att använda samma meteorologiska drivdata för alla vägar inom ett delområde, är det möjligt att återanvända resultat från liknande, redan beräknade, vägar i samma område

3.4 Jämförelser med lufthalter

3.4.1 Spridningsmodellering

Det finns inga emissionsmätningar som man kan jämföra modell-resultaten med. Däremot mäts halter i luften. Genom att modellera halter utifrån de emissioner som NORTRIP beräknar kan man indirekt jämföra NORTRIP-modelleringen med uppmätta värden.

Denna spridningsmodellering har utförts med OSPM-modellen [6]. Modellen ger halter i luft som kan jämföras med mätningar. I nationell modellering av de totala halterna i luft ger resultatet från OSPM den del av den totala halten som kommer från den mest närliggande vägen. I figur 1 visas de delar av CLAIR-systemet som använts för att utvärdera NORTRIP-modellen. Det är alltså endast bidraget från den närmsta vägen (street canyon contribution/gaturumsbidrag) som används i utvärderingen.



Figur 1. Schema över CLAIRsystemet. Gula delar är de som använts för beräkningar av halter för att kunna jämföra med mätdata.

3.4.2 Mätdata

För att ta fram mätdata som representerar gaturumsbidraget behövs data från två olika mätstationer. Den ena stationen ska ligga på en plats som inte påverkas av en mycket närliggande källa. Vi kallar denna typ av station för en urban bakgrundsstation. Den andra stationen skall ligga i det gaturum som modelleras. För år 2019 finns ett begränsat antal par av sådana mätningar.

Den modellerade halten från OSPM jämförs med skillnaden av gaturumsmätningen och bakgrundsmätning som anses representera endast den del av halten som kommer från vägens utsläpp (gaturumsbidraget).

PM_{10} från vägtrafik påverkas mycket av utsläppen som modelleras med NORTRIP-modellen eftersom avgasutsläppen innehåller en betydligt mindre del stora partiklar. Även $PM_{2.5}$ innehåller en hel del icke-avgas-

partiklar. Att samtidigt utvärdera även NO_X är intressant eftersom det kommer enbart från avgaserna och ger en indikation på om OSPM-modellens resultat är bra och om uppskattningen av trafiken, vilken är väldigt viktig för såväl emissionerna av avgaser som emissionerna från NORTRIP-modellen, är riktiga.

Sammanlagt så finns data för fem stationspar med $PM_{2.5}$, tre för NO_X och sex för PM_{10}.

Tabell 1. Mätstationer använda för att utvärdera resultatet från NORTRIP-modellen

Stad	**Gaturumsmätning**	**Bakgrundsmätning**	**Ämnen**
Stockholm	Hornsgatan	Torkel Knutssonsgatan/Olaus Petri-skolan	NO_X, $PM_{2,5}$, PM_{10}
Malmö	Dalaplan	Rådhuset	$PM_{2,5}$, PM_{10}
Malmö	Dalaplan 5B	Rådhuset	NO_X
Göteborg	Gårda	Femman	PM_{10}, NO_X
Sollentuna	E4 Häggvik	E4 Eriksbergsskolan	$PM_{2,5}$ PM_{10}
Sollentuna	Ekmans Väg 11	E4 Eriksbergsskolan	$PM_{2,5}$ PM_{10}
Sollentuna	Danderydsvägen	E4 Eriksbergsskolan	$PM_{2,5}$ PM_{10}

4 Resultat och diskussion

4.1 Nationella beräkningar

4.1.1 Kartor och totaler

Nationella emissioner av partiklar från slitage av däck, bromsar och vägbana under 2019 presenteras i **Error! Reference source not found.**. Både utsläpp beräknade inom detta projekt, samt uppgifter rapporterade i Sveriges emissionsinventering för år 2019 i submission 2023 presenteras.

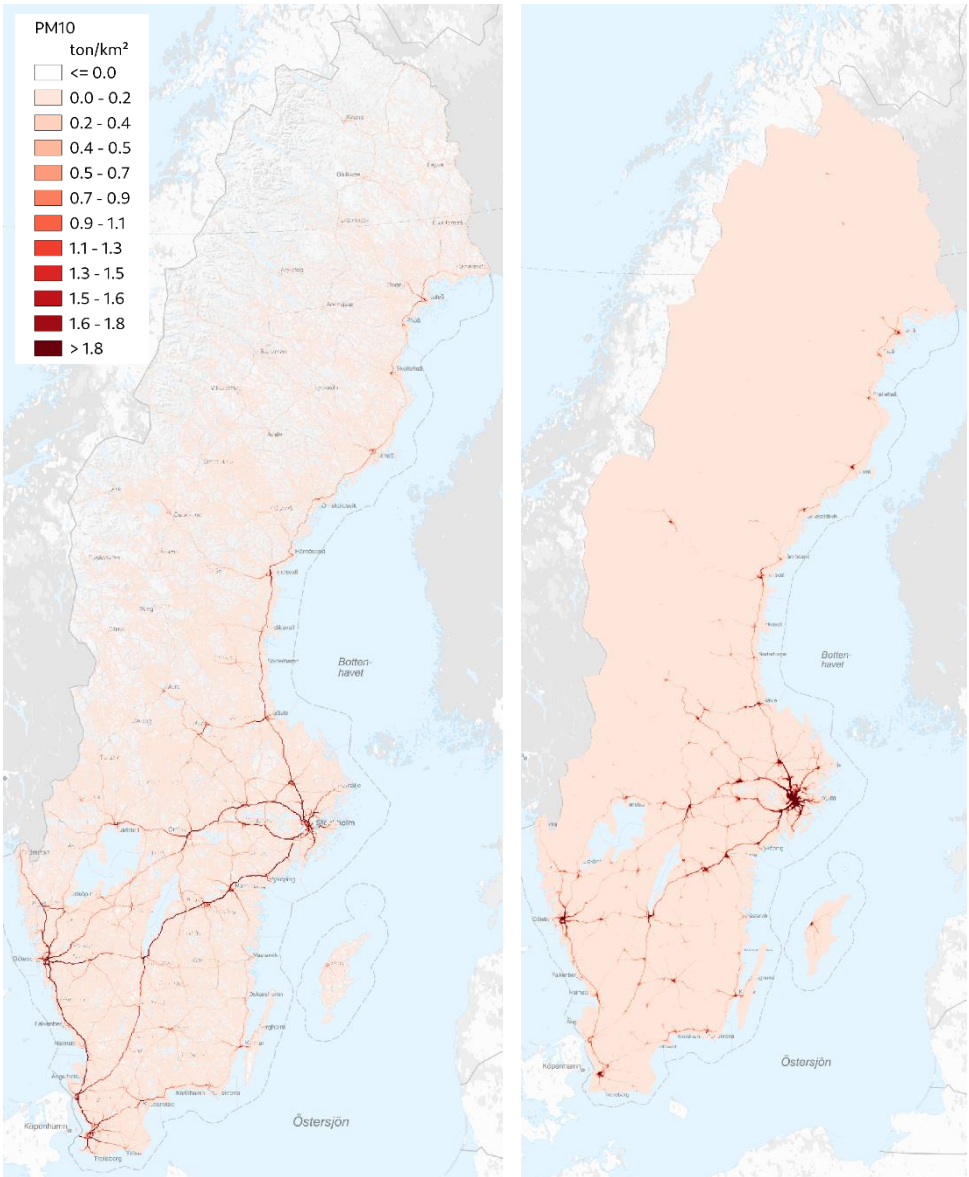
Tabell 2. Nationella emissioner av slitagepartiklar beräknade med NORTRIP samt rapporterade 2023 för utsläppsår 2019 [ton/år].

	NORTRIP			**Emissionsinventering submission 2023 (år 2019)**		
	$PM_{2,5}$	$PM_{2,5-10}$	PM_{10}	$PM_{2.5}$	$PM_{2,5-10}$	PM_{10}
Direkta emissioner	**910**	**8 123**	**9 034**			
däck och bromsar	**529**	**882**	**1 412**			
däck	67	605	672			
bromsar	462	277	739			
vägslitage	381	7 241	7 622			
		0				
Uppvirvlade partiklar	**102**	**1 553**	**1 654**			
däck och bromsar	**25**	**89**	**113**			
däck	9	79	88			
bromsar	16	9	25			
vägslitage	77	1 464	1 541			
Totalt icke-avgas	**1 012**	**9 676**	**10 688**	**3264**	**13 054**	**16 318**
däck och bromsar	**554**	**971**	**1 525**	**166**	**664**	**831**
däck	76	684	760			
bromsar	478	287	765			
vägslitage	**458**	**8 705**	**9 163**	**3 097**	**12 390**	**15 487**
Avgas	**618**	**0**	**618**	**549**	**0**	**549**

Kartor över totala emissioner av PM_{10} från däck, bromsar och vägslitage tillsammans presenteras i **Error! Reference source not found.** (kartor presenteras inte för olika delbidrag eftersom den spatiala fördelningen ser liknande ut).

En kvalitativ jämförelse av den spatiala fördelningen har gjorts. En mer homogen fördelning av emissioner utanför tätorter kan ses med NORTRIP-modelleringen. Den fördelningsnyckel (proxy) som används inom SMED

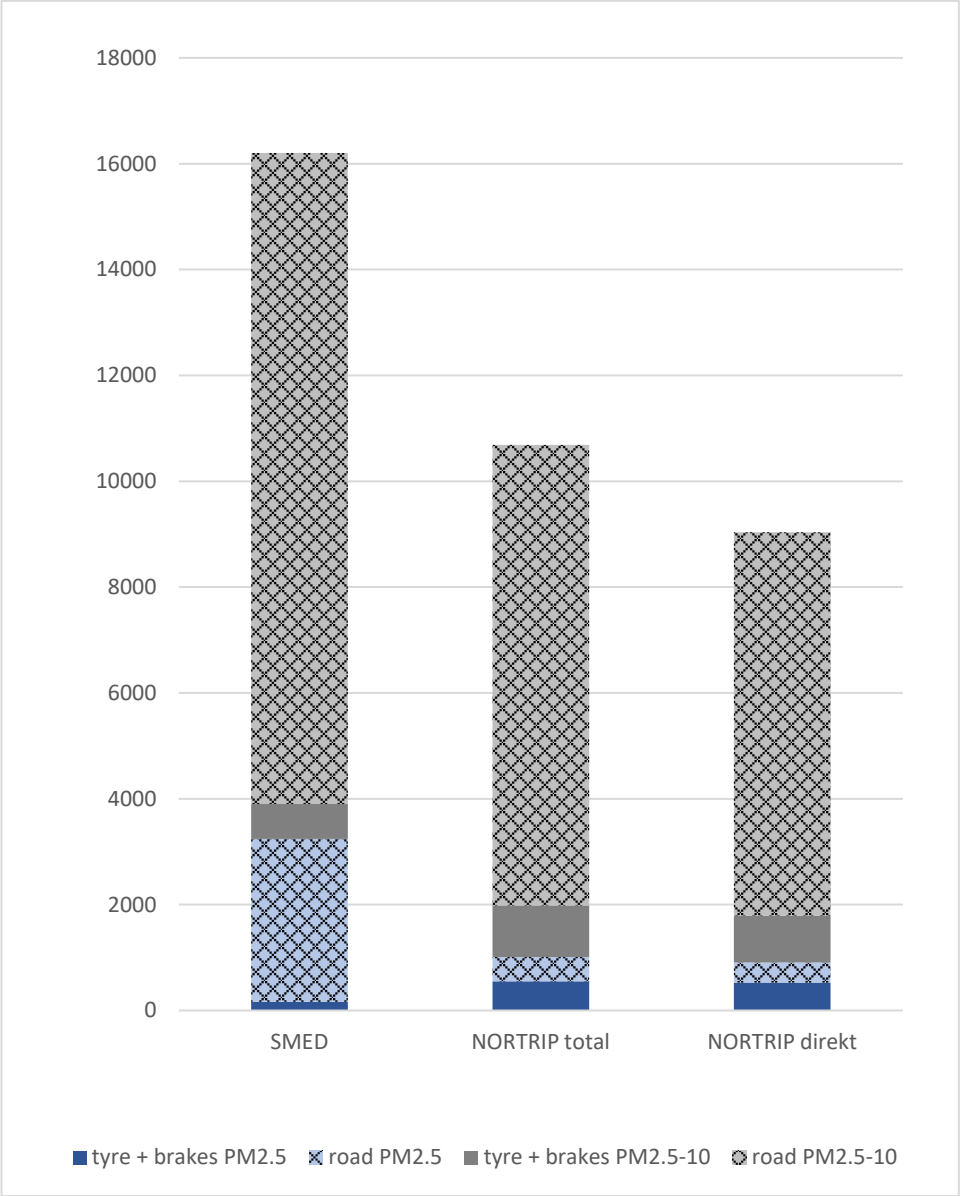
för att fördela slitageemissioner använder trafikarbete på det svenska vägnätet, samt modellerat trafikarbete inom ytor från modellen SAMPERS. Trafikarbetet från SAMPERS-ytor ger en homogen fördelning över hela ytan. För beräkningarna inom detta projekt har trafikarbetet på ytor från SAMPERS istället allokerats till mindre vägar (funktionell vägklass 7–9) och samma homogena utbredningen ses därmed inte. Jämförelsen visar även att utsläppen i högre grad är koncentrerade till tätorter i den nuvarande metodiken (spatiala fördelningen från geografisk fördelning 2023). Ingen uppenbar förklaring ses till detta.



Figur 2. Geografisk fördelning av PM_{10} från icke-avgasemissioner beräknad med NORTRIP (vänster) och geografiskt fördelat med proxydata inom SMED (höger).

4.1.2 Jämförelse med tidigare beräkningar

I en tidigare beräkning från SMED (Englund m.fl. 2022) för Sveriges partikelemissioner från trafiken har SIMAIR använts för att göra den geografiska fördelningen över det statliga och kommunala vägnätet. Det totala trafikarbetet har beräknats i SIMAIR för sex regioner och fördelats till ett 1km*1km grid. För varje region har sedan emissionsfaktorer (g/fkm) tagits fram genom modellering i SIMAIR [4]) för ett antal väldokumenterade gator där även partikelmätningar finns att tillgå. Emissionsfaktorerna samt det totala vägarbetet har sedan slagits ihop för att beräkna vägslitaget i varje region. En jämförelse mellan emissioner beräknade av Englund m.fl. (2022) och denna studie ges i **Error! Reference source not found.**. Denna studie ger totalt ca 30 % lägre emissioner av slitagepartiklar. Av de olika typer av slitagepartiklar som urskiljs så ses störst relativ skillnad för $PM_{2.5}$ från vägslitage, där NORTRIP ger avsevärt lägre emissioner än tidigare beräkningar. Orsaken är att slitagepartiklar från vägbanan i NORTRIP antas bestå nästan uteslutande av grova partiklar (> 2,5µm i diameter), medan tidigare beräkningar bygger på antagandet att ca 20% av slitagepartiklar från vägbanan har en diameter < 2,5 µm.



Figur 3. Jämförelse mellan dagens officiella emissioner av slitagepartiklar från SMED (Englund m.fl. 2022) och denna studie med NORTRIP med separata sammanställningar för totala utsläpp (resuspenderade partiklar och brake wear), och direkta emissioner från road, tyre and brake wear.

Tabell 3. Nationella emissionsfaktorer (gram utsläpp per fordonskilometer), samt andel av PM_{10} som utgörs av $PM_{2.5}$.

	$PM_{2,5}$ g/fkm	**PM_{10} g/fkm**	**$PM_{2,5}/PM_{10}$**
SMED	0,044	0,22	20%
NORTRIP direkt+resusp	0,014	0,14	9,5%
NORTRIP direkt	0,012	0,12	10%

För att kunna jämföra med beräkningar för delar av Sverige beräknas emission per fordonskilometer (fkm) (se Tabell 3). Denna studie ger då ett nationellt medelvärde på 0,14 g/fkm för alla icke-avgasemissioner av PM_{10}, respektive 0,12 g/fkm för direkta icke-avgasemissioner av PM_{10}. En tidigare uppskattning ifrån ASEK 7.0 anger 0,2 g/fkm [10]. En nyare studie för Stockholm som också bygger på beräkningar med NORTRIP [8] ger en uppskattning om 0,083-0,12 g/fkm. I rapporten motiveras det lägre det lägre värdet med uppdaterade trafikdata och dubbdäcksandelar. Skillnaden mellan denna studie och resultaten från Engardt et. al. orsakas troligtvis främst av att dubbdäcksanvändningen är betydligt lägre i Stockholm jämfört med övriga landet. Statistik rörande dubbdäcksandelar i denna studie hämtas från Trafikverket, som bygger på räkning på parkeringsplatser, medan stockholmsstudien [8] uppskattat dubbdäcksandelar genom räkning av fordon med dubbdäck i trafik. Den senare metoden ger lägre dubbdäckandelar i Stockholm.

4.2 Jämförelser mellan OSPM-resultat och mätdata

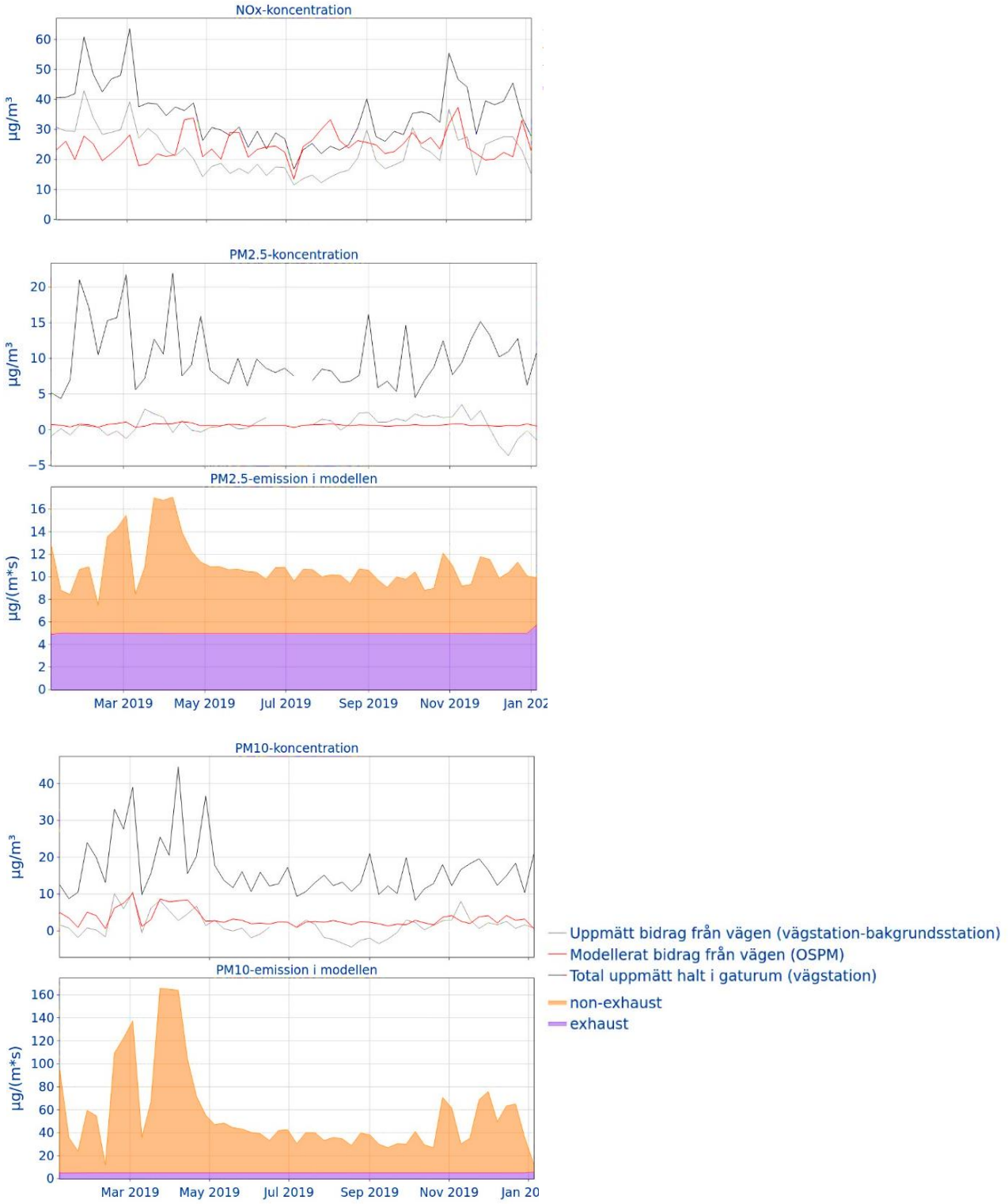
För att kunna få en indikation på huruvida modellresultaten är rimliga jämförs mätdata på halter med halter modellerade med modellen OSPM som används för spridning i gaturumsmiljö. Då modellerar vi endast gaturumsbidraget till halterna, alltså inte den del av halten som kommer ifrån utsläpp i övriga staden eller utanför staden.

Mätningarna vi jämför med är skillnaden mellan en gaturumsmätning och en bakgrundsmätning. Denna metod förutsätter att bakgrundsmätningen verkligen representerar halter som inte påverkas av några lokala källor.

Nedan presenteras jämförelser mellan modellerade resultat (emissioner modellerade med NORTRIP och spridningsmodellerade med OSPM) och uppmätta halter vid sju olika mätstationer.

4.2.1 Malmö Dalaplan

Resultaten från Malmö presenteras i Figur 4 och Tabell 4.
Gaturumsstationen ligger på Dalaplan och bakgrundsstationen vid Rådhuset.



Figur 4. NO_X, $PM_{2,5}$ samt PM_{10} uppmätt och modellerat i Malmö.

Tabell 4. Årsmedelvärden från Dalaplan och bakgrundsstation Rådhuset i Malmö.

Årsmedelvärden	**NO_X [µg/m^3]**		**$PM_{2,5}$ [µg/m^3]**		**PM_{10} [µg/m^3]**	
Dalaplan	Modell	Mätning	Modell	Mätning	Modell	Mätning
Gaturumsbidrag till halt	25	**23**	0,7	**0,7**	3,4	**1.5**
Bakgrundshalt		12		9,4		15,3
Total halt i gaturum		35		10,1		16,8
Avgas-emission [µg/m/s]	421		5		5	
NORTRIP-emission [µg/m/s]			6		52	

NO_X

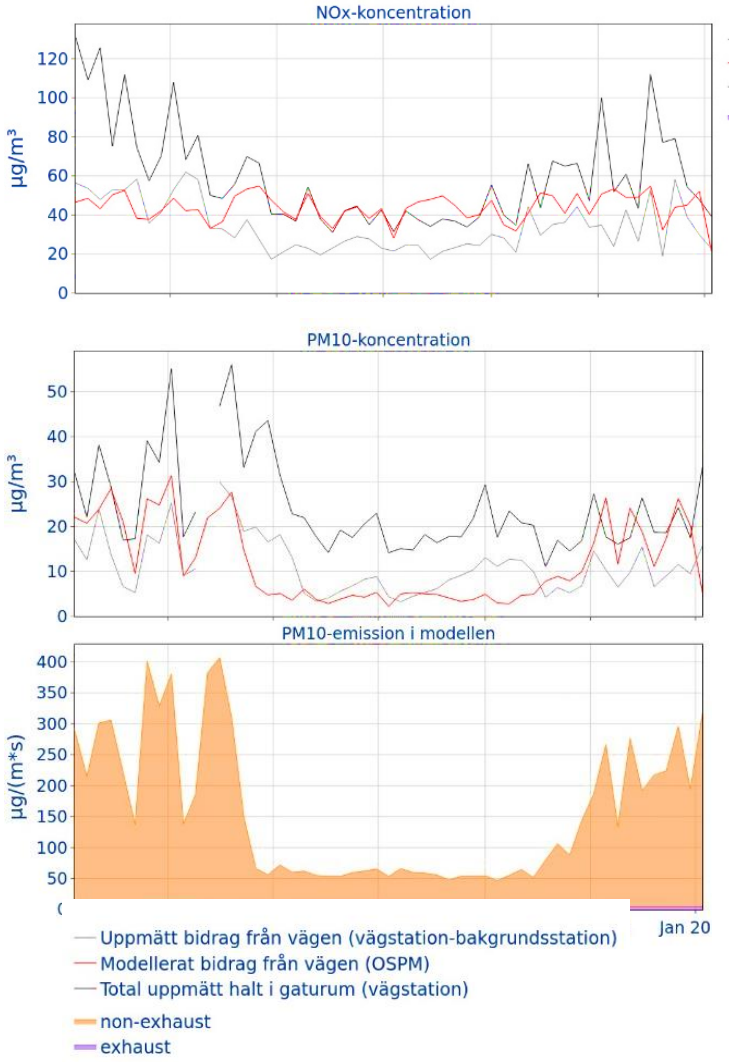
På Dalaplan har mätdata en tydlig säsongsvariation med lägre halter på sommaren. Säsongsvariationen syns i såväl den totala uppmätta halten (figur 1) som i det uträknade gaturumsbidraget (grått). Däremot finns det inte med i den modellerade halten. Årsmedelvärdet för modellen (25 µg/m^3) är mycket nära det uppmätta (23 µg/m^3) (Tabell 4).

PM

De totala uppmätta halterna (svart) av PM_{10} och $PM_{2,5}$ är betydligt högre (årsmedel 16,8 respektive 10 µg/m^3) än trafikens bidrag till halterna (grått) vars årsmedel är (1,5 respektive 0,7 µg/m^3). Halten av trafikens bidrag är under flera tillfällen negativ varför man kan förvänta sig ett högre modellerat värde. Modellen fångar trafikens bidrag väl, särskilt för PM_{10} under de månader i början av året då halterna är som högst (årsmedel PM_{10}= 3,4 µg/m^3 $PM_{2.5}$=0,7 µg/m^3).

4.2.2 Gårdamotet Göteborg

I Göteborg finns data från Gårdamotet samt bakgrundsstationen Femman.



Figur 5. NO_X, $PM_{2,5}$ samt PM_{10} uppmätt och modellerat i Göteborg.

Tabell 5. Årsmedelvärden från Gårda och bakgrundsstation Femman i Göteborg.

Årsmedelvärden	**PM_{10} [µg/m³]**		**NO_X [µg/m³]**	
Gårda	Modell	Mätning	Modell	Mätning
Gaturumsbidrag till halt	12	**11**	44	**33**
Bakgrundshalt		13		26
Total halt i gaturum		24		59
Avgas-emission [µg/m/s]	4		596	
NORTRIP-emission [µg/m/s]	150			

NO_X

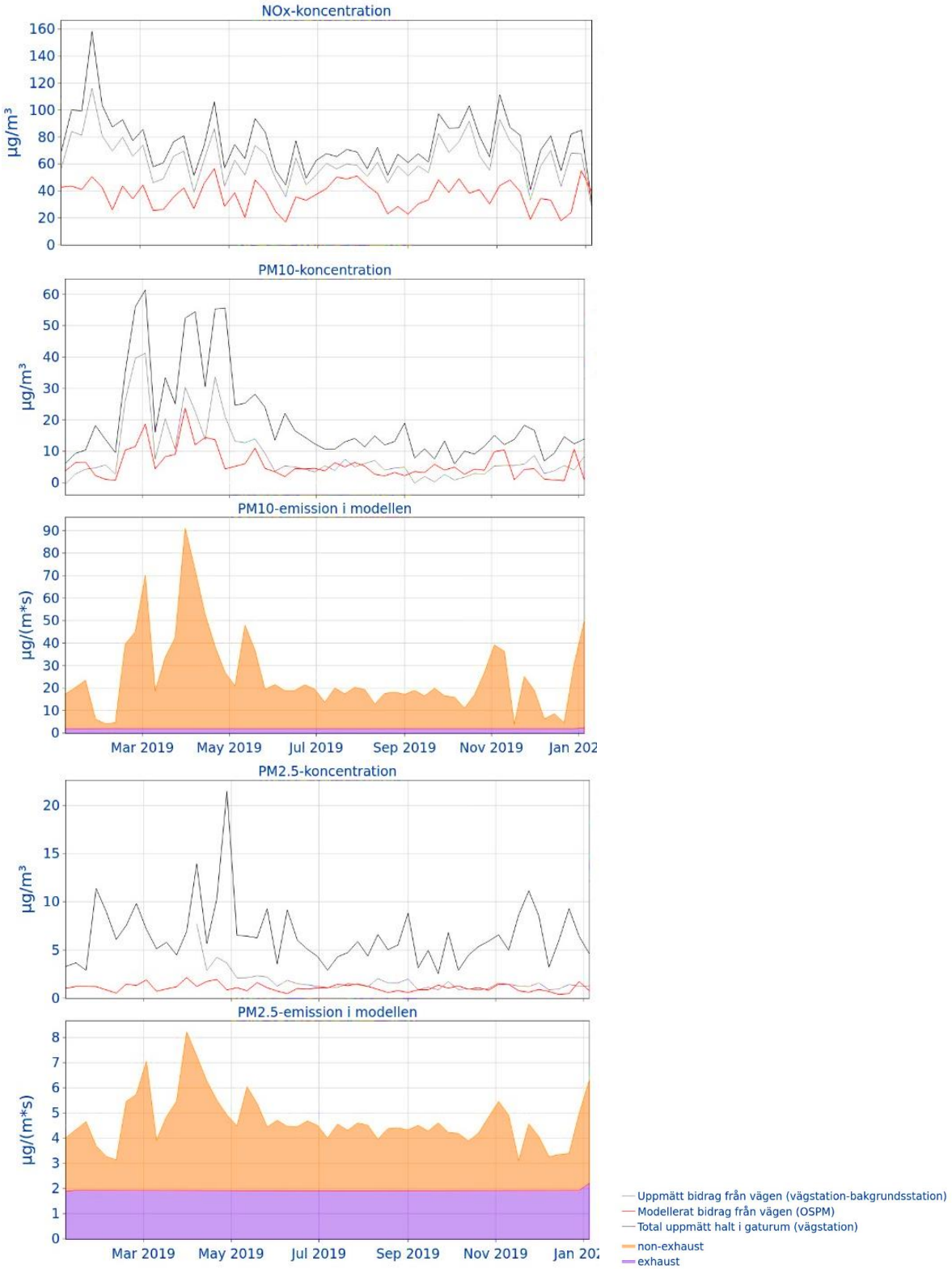
Liksom i Malmö saknar de modellerade NO_X-halterna vid Gårdamotet den säsongsvariationen som syns i mätningarna (Figur 5). Årsmedel för mätningar är 33 µg/m^3 jämfört med modellens 44 µg/m^3 (Tabell 5) Eftersom det uppmätta haltbidraget är en differens mellan uppmätt total gaturums halt och bakgrundshalt är det svårt att säga om skillnaden beror på att bakgrundshalten inte är representativ (alltså påverkas av lokal källa så att halterna blir för höga) eller om det beror på att modellen överskattar i gaturummet.

PM_{10}

Det modellerade gaturumsbidraget för PM_{10} (rött – Figur 5) har en säsongsvariation som följer den uppmätta och ligger nivåmässigt nära det uppmätta gaturumsbidraget.

Den i modellen utsläppta mängden PM_{10} från icke-avgas är drygt 30 gånger större än avgasemissionen och alltså den helt dominerande källan till PM_{10} i modellen. I början och slutet av året ligger de modellerade PM_{10}-halterna lite högre än de uppmätta halterna. Det kan bero på att NORTRIPs vägfuktighetsmodul gör att vägbanan torkar upp lite för ofta och att den därmed släpper ut för mycket partiklar. Att det blir höga modellerade PM_{10}-halter i Göteborg har också uppmärksammats av Engardt och Norman [8], där de visar på höga halter från NORTIP i Göteborg som beror på att vägbanan i modellen ofta är torr. Att säsongsvariationen saknas i modellresultatet för NO_X men finns för PM_{10} kan tyda på att NORTRIP-emissionen delvis kompenserar för något som saknas i spridningsberäkningarna.

4.2.3 Hornsgatan i Stockholm



Figur 6. NO_X, $PM_{2,5}$ samt PM_{10} uppmätt och modellerat i Stockholm.

Tabell 6. Årsmedelvärden från Hornsgatan och bakgrundsstation Torkel Knutssons gata i Stockholm.

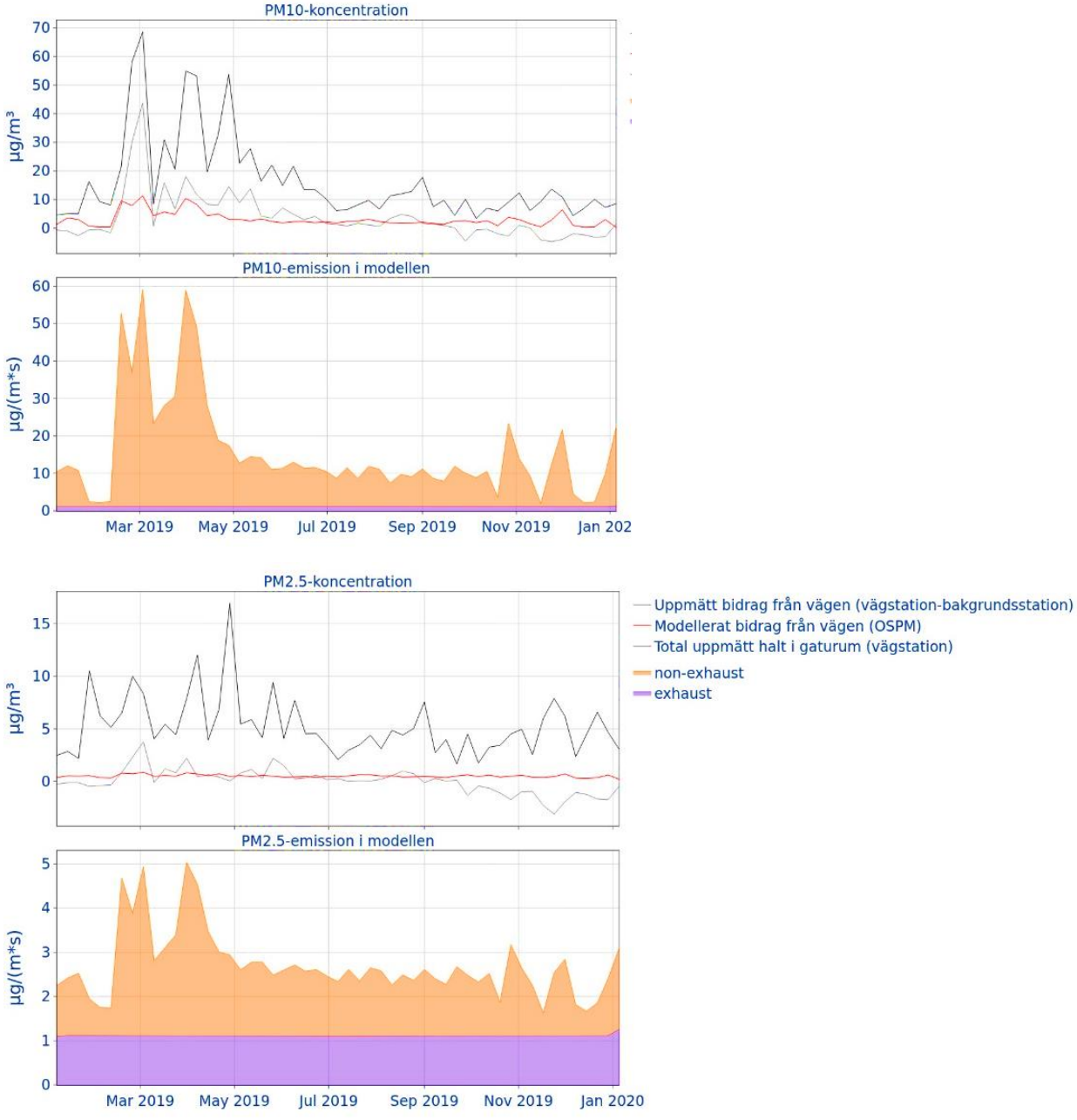
Årsmedelvärden	**PM_{10}**		**$PM_{2.5}$**		**NO_X**	
Hornsgatan	**[µg/m³]**		**[µg/m³]**		**[µg/m³]**	
	Modell	Mätning	Modell	Mätning	Modell	Mätning
Gaturumsbidrag till halt	5,9	**8,8**	1,1	**1,7**	37,0	**63,2**
Bakgrundshalt		11		4,8		12,7
Total halt i gaturum		20		6,5		76,0
Avgasemission [µg/m/s]	1,9		1,9			162
NORTRIPemission[µg/m/s]	23		2,7			

På Hornsgatan (Figur 6 och Tabell 6) ser vi samma mönster som i Malmö och Göteborg. Modellerat NO_X saknar årsvariationen. Däremot är modellerat PM_{10} i stort sett bra även om modellen underskattar de högsta halterna i början av året. Detsamma gäller för $PM_{2.5}$ som dock saknar mätdata för det första kvartalet.

4.2.4 Sollentuna – 3 stationer

Tre stationer i Sollentuna har använts med samma bakgrundsstation (Figur 7-9 samt Tabell 7-9).

Danderydsvägen i Sollentuna

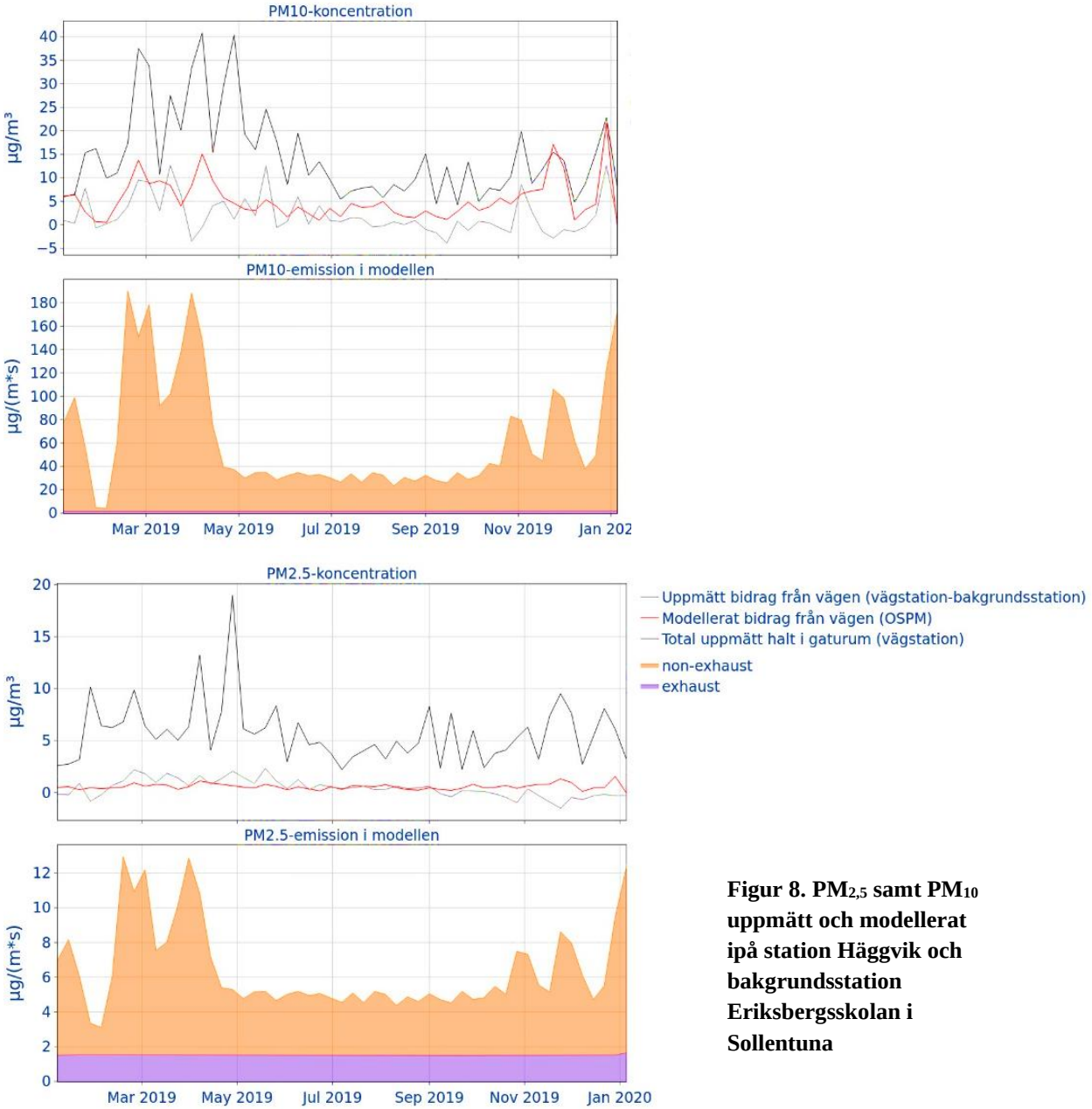


Figur 7. $PM_{2,5}$ samt PM_{10} uppmätt och modellerat på gaturumsstation Danderydsvägen och bakgrundsstation Eriksbergsskolan i Sollentuna

Tabell 7. Årsmedelvärden från gaturumsstation Danderydsvägen och bakgrundsstation Eriksbergsskolan i Sollentuna

Årsmedelvärden	**PM_{10}**		**$PM_{2,5}$**	
Danderydsvägen	**[µg/m³]**		**[µg/m³]**	
	Modell	Mätning	Modell	Mätning
Gaturumsbidrag till halt	3,1	**3,9**	0,5	**0,03**
Bakgrundshalt		12,7		5,2
Total halt i gaturum		16,6		5,3
Avgasemission [µg/m/s]	1		1	
NORTRIPemission[µg/m/s]	14		2	

Häggvik

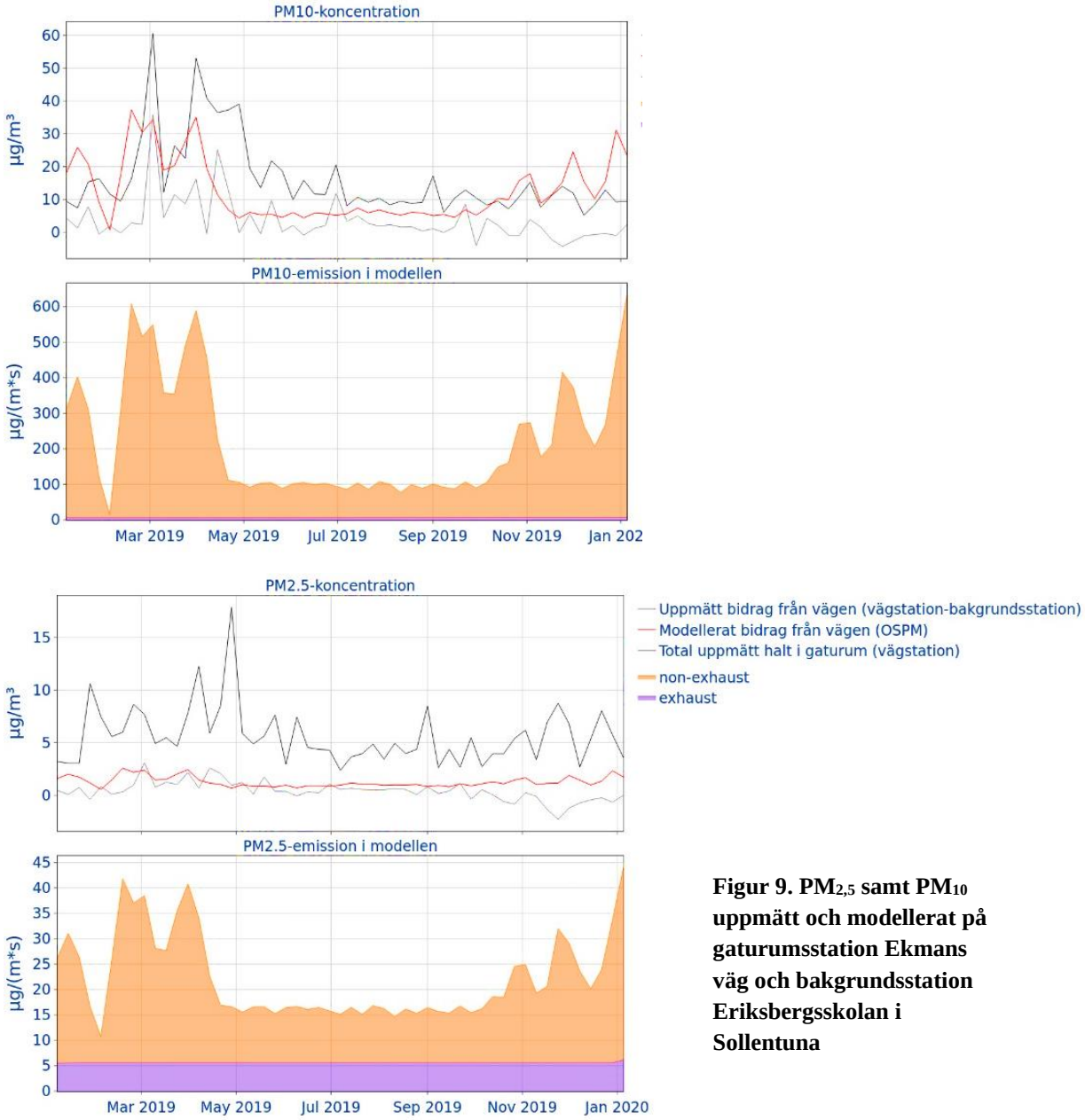


Figur 8. $PM_{2,5}$ samt PM_{10} uppmätt och modellerat ipå station Häggvik och bakgrundsstation Eriksbergsskolan i Sollentuna

Årsmedelvärden	**PM_{10}**		**$PM_{2,5}$**	
Häggvik	**[µg/m³]**		**[µg/m³]**	
	Modell	Mätning	Modell	Mätning
Gaturumsbidrag till halt	5,4	**2,3**	0,6	**0,6**
Bakgrundshalt		13		5,2
Total halt i gaturum		15		5,8
Avgasemission [µg/m/s]	1		1	
NORTRIPemission[µg/m/s]	60		5	

Tabell 8. Årsmedelvärden från Häggvik och bakgrundsstation Eriksbergsskolan i Sollentuna

Ekmans väg



Figur 9. $PM_{2,5}$ samt PM_{10} uppmätt och modellerat på gaturumsstation Ekmans väg och bakgrundsstation Eriksbergsskolan i Sollentuna

Årsmedelvärden	PM_{10}		$PM_{2,5}$	
Ekmans väg	[µg/m³]		[µg/m³]	
	Modell	Mätning	Modell	Mätning
Gaturumsbidrag till halt	13	**3,6**	1,3	**0,4**
Bakgrundshalt		13		5,2
Total halt i gaturum		16		5,7
Avgasemission [µg/m/s]	6		6	
NORTRIPemission[µg/m/s]	213		16	

Tabell 9. Årsmedelvärden från Ekmans väg och bakgrundsstation Eriksbergsskolan i Sollentuna

På Danderydsvägen uppvisar modellresultatet för PM_{10} (Figur 7) en liten årstidsvariation. Nivåer på sommaren ligger nära mätningarna medan början av året underskattas och slutet av året överskattas något av modellen. När det gäller $PM_{2,5}$ (Figur 7) verkar det inte fungera att använda gaturumsmätning minus bakgrundsmätning då de är av samma storleksordning. Detta gör att ett beräknat gaturumsbidrag ibland blir negativt. Det kan bero på att bakgrundsstationen inte är representativ eller att vägens bidrag är mycket litet jämfört med bakgrunden. Också modellresultatet är mycket lågt, med en årsmedelhalt på 0,5 µg/m^3 (Tabell 7).

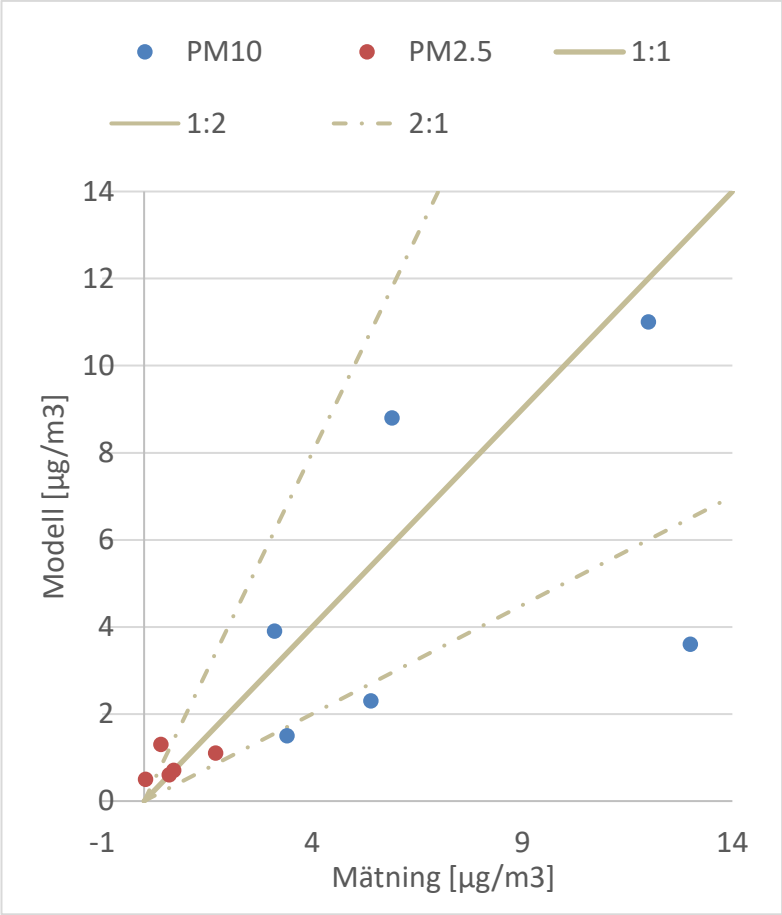
I Häggvik (Figur 8) och på Ekmans väg (Figur 9) är den modellerade PM_{10}-halten högre än den uppmätt/uträknade. Det beror troligtvis på att bakgrundsstationen har en lokal påverkan.

$PM_{2,5}$-halten är låg men mycket bra reproducerad av NORTRIP/OSPM för Häggvik (Figur 8) medan modellen på Ekmans väg (Figur 9) är mycket högre än det uppmätta/uträknade värdet.

4.2.5 Sammanfattning av jämförelse med stationer

NO_X-halter har jämförts på tre stationer, Dalaplan i Malmö, Gårdamotet i Göteborg samt Hornsgatan i Stockholm. Årsmedelvärdet från modellen korrelerar mycket bra i Malmö, medan det var högt i Göteborg och lågt i Stockholm. Detta kan bero på att trafiken i modellen är för låg i Stockholm och för hög i Göteborg. Det stämmer i så fall bra med modellresultaten för PM som är aningen höga i Göteborg och låga i Stockholm.

För de jämförda stationerna låg årsmedel för halterna som visas i figur 7. Metoden, med emissioner från NORTRIP och mätdata beräknade från en bakgrundsstation och en gaturumsstation, ger alltså modellöverskattningar upp till 17 gånger mätresultatet för $PM_{2,5}$ och upp till 3,6 gånger för PM_{10} samt underskattningar ner till 0,6 gånger mätresultatet för $PM_{2,5}$ och 0,7 gånger mätresultatet för PM_{10}. En del av denna diskrepans kan härledas till metodiken för jämförelse. Att uppskatta uppmätt bidrag till halt genom att ta halten på en gaturumsstation och dra bort halten från en bakgrundsstation blir inte rätt om bakgrundsstationen också påverkas av närliggande källor.



Figur 10 Medelvärden för modellerade och uppmätta halter av PM_{10} och $PM_{2,5}$

Tabell 10 Kvoten mellan $PM_{2,5}$ och PM_{10} för emissioner och halter

$PM_{2,5}/PM_{10}$	Modell		Mätningar		
	Emission	Gaturumsbidrag	Gaturumsbidrag	Total halt gaturum	Bakgrundshalt
Ekmans väg	0,08	0,10	0,11	0,39	0,4
Häggvik	0,08	0,11	0,26	0,39	0,4
Danderydsvägen	0,14	0,16	0,01	0,32	0,41
Hornsgatan	0,12	0,19	0,19	0,33	0,44
Dalaplan	0,12	0,19	0,47	0,6	0,62

För alla stationer ligger andelen $PM_{2.5}$ av PM_{10} runt 10% i emissionen från NORTRIP och mellan 10 och 20% i modellens gaturumsbidrag till halten. Andelen $PM_{2.5}$ av PM_{10} är inbyggd i NORTRIP-modellen.

För uppmätta värden skiljer det sig mer mellan stationer. I gaturumsbidraget är $PM_{2,5}$ mellan 1% och 47% av PM_{10}. Dock hör extremerna till stationer där de uppmätta bakgrundshalterna och gaturumshalterna var väldigt lika. Det är alltså de stationerna som är minst representativa för bakgrundsluft. Enligt EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook (EEA, Report No 13/2019), Technical guidance to prepare national emission inventories EEA kapitel 1.A.3.b.vi Road transport: Automobile tyre and brake wear anges att man bör anta att 50% av PM_{10} är $PM_{2,5}$. Vi hittar sådana höga andelar i mätdata i södra delen av Sverige, i Malmö. Men i det uppmätta/uträknade gaturumsbidraget, där icke-avgasemissioner är dominerande, finner vi liknande andelar som i modellens gaturumsbidrag till halten. Detta talar för att andelen $PM_{2,5}$ i icke-avgaspartiklar i stora delar av Sverige ska vara ca 10% av PM_{10}.

5 Slutsatser och rekommendationer

5.1 Nationell tillämpning av NORTRIP

Inom detta projekt har rutiner för att möjliggöra nationella beräkningar med NORTRIP utvecklats. Tekniskt är systemet väl fungerande och testat. Utvärdering visar att modellen ger rimliga resultat i stora delar av landet.

Förbättringsmöjligheter kvarstår kring vilka parametervärden som är lämpliga för olika regioner och vägtyper i Sverige, t.ex. avseende vägbeläggning och typiska trafikförhållanden (driving cycle i NORTRIP). Noggrannheten i resultaten påverkas också mycket av vilka indata som finns tillgängliga. Att använda mätningar av vägfuktighet kan minska osäkerheterna i resultaten avsevärt. Idag modelleras vägfuktighet av NORTRIP-modellen. Tillgång till vägfuktighetsmätningar på ett större antal platser runt om i landet skulle tillåta mer utvärdering och underlätta förbättringar av denna modell.

Även beskrivningen av olika typer av vägunderhåll, sandning, saltning och snöröjning, kan troligen förbättras. I nuläget modelleras detta av NORTRIP-modellens interna rutiner. Hur väl dessa rutiner i NORTRIP fungerar i olika delar av landet bör utvärderas och konfigurationer eventuellt anpassas beroende på region.

Gemensamt för alla förbättringar är att de kräver verifiering, vilket bara är möjligt vid tillgång till haltmätningar av hög kvalitet. Vid tester har det visat sig svårt att beräkna PM-emissioner i norra Sverige som gör det möjligt att reproducera uppmätta halter. Anpassning av NORTRIP-modellen för norra Sverige försvåras av att det inte finns någon ort med mätningar av PM_{10} i både gaturum och urban bakgrund och det går därmed inte att beräkna vilket haltbidrag en enskild väg ger.

Om NORTRIP-modellen ska användas nationellt för flera år kommer också möjligheten att verifiera den bli större eftersom det då finns fler stationer med mätdata. Det är viktigt att man fortsätter att jämföra resultaten med mätningar för att ha en uppfattning om osäkerheter i modellen.

5.2 Nationell rapportering av utsläpp

Det finns både fördelar och nackdelar med att använda NORTRIP för att beräkna utsläpp av slitagepartiklar till nationell rapportering av utsläpp. En

fördel är att modellen tar hänsyn till ett stort antal processer som påverkar icke-avgasrelaterade emissioner från vägtrafik och är uppdaterad i enlighet med den senaste forskningen. Den är även specifikt framtagen för nordiska förhållanden och beräkningarna kan verifieras genom jämförelse mellan beräknade och uppmätta partikelhalter nära vägar.

En nackdel med modellen är att omfattande beräkningar krävs. Detta innebär främst en nackdel vid retroaktiva uppdateringar. NORTRIP behöver då appliceras på hela vägnätet för varje år i tidsserien som skall uppdateras (beräkningarna tar några dagar per emissions-år). Modellen har även många parametrar och mycket indata och för att reproducera beräkningarna krävs en noggrann förvaltning. Detta gäller särskilt eftersom relativt stora osäkerheter kvarstår avseende vissa parametrar i NORTRIP-modellen. Forskning pågår fortfarande inom detta område och NORTRIP-modellen kommer troligen att uppdateras. Detta innebär behov av uppdaterade beräkningar. Samtliga delar som behövs för användning av NORTRIP versionshanteras redan inom förvaltningen av SIMAIR-systemet på SMHI, vilket begränsar nya förvaltningskostnader. Detta omfattar:

- NORTRIP-modellen
- Konfigurationsfiler
- Vägnät
- Meteorologiska data

Om slitagerelaterade egenskaper i vägnät eller meteorologiska data i SIMAIRs basår uppdateras så innebär det att omräkning av tidsserien kommer att krävas. En fristående installation av systemet CLAIR (där NORTRIP är integrerad) kommer behövas för att säkerställa reproducerbarhet över tid.

6 Referenser

1. Denby, B.R., Sundvor, I., Johansson, C., Pirjola, L., Ketzel, K., Norman, M., Kupiainen, K., Gustafsson, M., Blomqvist, G., och Omstedt, G. *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, 201*3*

2. Denby, B.R., Sundvor, I., Johansson, C., Pirjola, L., Ketzel, K., Norman, M., Kupiainen, K., Gustafsson, M., Blomqvist, G., Kauhaniemi, M., och Omstedt, G. *A coupled road dust and surface moisture model to predict non-exhaust road traffic induced particle emissions (NORTRIP). Part 2: Surface moisture and salt impact modelling.* Atmospheric Environment 81:485-503, 2013

3. Mawdsley, I., Jerksjö, M., Andersson, S., Arvelius, S., Omstedt, G., *New method of calculating emissions from tyre and brake wear and road abrasion,* SMED Report NO 177, 2015

4. Omstedt, G., Bringfelt, B. and Johansson, C., 2005*: A model for vehicle-induced non-tailpipe emissions of particles along Swedish roads,* Atmospheric Environment, 39, 6088–6097.

5. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019, Technical guidance to prepare national emission inventories EEA, Report No 13/2019. ISSN 1977-8449EMEP

6. Berkowicz, R., 2000: *OSPM, a parameterised street pollution model, Environment Monitoring and Assessment*, 65, 323–331.

7. Norman, M., Sundvor, I., Denby, B.R., Johansson, C., Gustafsson, M., Blomqvist, G. och Janhäll, S. *Modelling road dust emission abatement measures using the NORTRIP model: Vehicle speed and studded tyre reduction.* Atmospheric Environment 134:96-108, 2016

8. Engardt, M. och Norman, M., *Beräkningar med NORTRIP-modellen för att uppskatta emissionsfaktorer för PM10-slitagepartiklar för svenska förhållanden*, SLB 35:2023

9. Englund, D., Windmark, F., Leung, W., Ortiz, C., Petterson, E. , Gerner, A. , Guban, P. , Yaramenka, K. , Danielsson, H. *Metod och kvalitetsbeskrivning för geografiskt fördelade emissioner till luft (submission 2022)* SMED rapport, Nr. 5. 2022.

10. ASEK 7.1, Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 7.1 https://bransch.trafikverket.se/contentassets/4b1c1005597d47bda386d81dd3444b24/2023/11_luftfororeningar_a71.pdf

Appendix NORTRIP-konfiguration

Konfigurationen avser NORTRIP v3.6 fortran.
Modellen har anpassats för att skriva direkta emissioner uppdelade på däck, bromsar och vägbana.

```
# NORTRIP model text parameter file (flags)
# ----------------------------------------
# WEAR
road_wear_flag                  1       Allows road wear
tyre_wear_flag                  1       Allows tyre wear
brake_wear_flag                 1       Allows brake wear
exhaust_flag                    1       Includes exhaust in calculations
road_suspension_flag            1       Allow road suspension
dust_deposition_flag            0       Allows deposition of background PM
abrasion_flag                   1       Allows road abrasion due to sand
crushing_flag                   0       Allows crushing to occur, shifting size bins
dust_drainage_flag              2       Allows drainage1. instantaneous, 2. continuous
dust_spray_flag                 1       Allows dust and salt to be sprayed from the road
dust_ploughing_flag             1       Allows dust and salt to be ploughed off the road
wind_suspension_flag            0       Allows wind blown dust suspension

# MOISTURE
retention_flag                  2       1 linear,2 exponential,0 none,3 all
use_obs_retention_flag          0       Uses the observed moisture if available
water_spray_flag                1       Allows spray from the road surface
drainage_type_flag              2       1 exponential, 2 instantaneous, 3 combined
surface_humidity_flag           2       1 linear, 2 exponential
use_salt_humidity_flag          1       Allows salt conc to infl. humidity and melt temp

# ENERGY BALANCE
evaporation_flag                1       1 energy balance, 0 none
canyon_shadow_flag              1       Use the street canyon
canyon_long_rad_flag            1       Use the street canyon
use_subsurface_flag             1       Use subsurface in the energy balance
use_traffic_turb_flag           1       Enhanced turbulence and heat flux for traffic

# ACTIVITY
use_salting_data_1_flag         1       Allows salting for salt type 1(NaCl)
use_salting_data_2_flag         1       Allows salting for salt type 2 (Binder)
use_sanding_data_flag           1       Allows sanding
use_ploughing_data_flag         1       Allows ploughing
use_cleaning_data_flag          1       Allows cleaning
use_wetting_data_flag           1       Allows wetting to occur
auto_salting_flag               1       Allows sating to occur
auto_binding_flag               0       Allows dust binding to occur
auto_sanding_flag               0       Allows sanding to occur
auto_ploughing_flag             1       Allows ploughing to occur
auto_cleaning_flag              1       Allows cleaning to occur
binding_salt_flag               2       Allows salting to occur
```

NORTRIP params.txt

ROAD DUST SUB-MODEL PARAMETERS					
Road wear					
W0,roadwear (g km-1 veh-1)	*Studded tyres (st)*	*Winter tyres (wi)*	*Summer tyres (su)*		
Heavy (he)	*14.4*	*0.72*	*0.72*		
Light (li)	*2.88*	*0.144*	*0.144*		
Parameters for speed dep.	*a1*	*a2*	*a3*	*Vref,roadwear*	*Vmin,roadwear*
Eq. W=W0(a1+a2*(V/Vref)a3)*	*0*	*1*	*1*	*70*	*30*
Tyre wear					
W0,tirewear (g km-1 veh-1)	*Studded tyres (st)*	*Winter tyres (wi)*	*Summer tyres (su)*		
Heavy (he)	*0.5*	*0.5*	*0.5*		
Light (li)	*0.1*	*0.1*	*0.1*		
Parameters for speed dep.	*a1*	*a2*	*a3*	*Vref,tyrewear*	*Vmin,tyrewear*
Eq. W=W0(a1+a2*(V/Vref)a3)*	*0*	*1*	*1*	*70*	*30*
Brake wear					
W0,brakewear (g km-1 veh-1)	*Studded tyres (st)*	*Winter tyres (wi)*	*Summer tyres (su)*		
Heavy (he)	*0.05*	*0.05*	*0.05*		
Light (li)	*0.01*	*0.01*	*0.01*		
Parameters for speed dep.	*a1*	*a2*	*a3*	*Vref,brakewear*	*Vmin,brakewear*
Eq.W=W0(a1+a2*(V/Vref)a3)*	*1*	*0*	*0*	*100*	*30*

Snow depth wear threshold	
Parameter	*Value*
sroadwear,thresh (mm w.e.)	*5*

Pavement type scaling factor		
Number of pavement types	*10*	
Index(p)	*Name*	*hpave (p)*
1	*Hornsgatan*	*0.98*
2	*Mannerheimintie*	*1*
3	*Essingeleden*	*0.83*
4	*RV4*	*1.6*
5	*NB_sletta*	*1*
6	*HCAB_before_2008*	*4*
7	*Runeberg*	*1*
8	*HCAB_after_2008*	*2*
9	*Stavanger*	*1*
10	*Finish*	*0.5*

Driving cycle scaling factor		
Number of driving cycle types	*4*	
Index(d)	*Name*	*hdrivingcycle (d)*
1	*Reference*	*1*
2	*Urban*	*1.5*
3	*Highway*	*0.5*
4	*Congested*	*2*

Road suspension					

f0,suspension(veh-1)	Studded tyres (st)	Winter tyres (wi)	Summer tyres (su)		
Heavy (he)	2.5e-05	2.5e-05	2.5e-05		
Light (li)	2.5e-06	2.5e-06	2.5e-06		
Parameters for speed dependence	a1	a2	a3	Vref,suspension	Vmin,suspension
Equation fsus=fsus0*(a1+a2*(V/Vref)a3)	0	1	1	50	0

Suspension scaling factors				
Source	PMall - PM200	PM200 - PM10	PM10 - PM2.5	PM2.5
h0,roadwear	1	1	1	1
h0,tyrewear	1	1	1	1
h0,brakewear	1	1	1	1
h0,sand	100	1	1	1
h0,depo	1	1	1	1
h0,fugitive	1	1	1	1
h0,exhaust	1	1	1	1
h0,salt(1)	1	1	1	1
h0,salt(2)	1	1	1	1
h0,q_road	0	1	1	1

Abrasion factor				
f0,abrasion (veh-1)	Studded tyres (st)	Winter tyres (wi)	Summer tyres (su)	
f0,abrasion,he	1e-05	1e-05	1e-05	
f0,abrasion,li	1e-06	1e-06	1e-06	
Reference speed Vref,abrasion (km/hr)	60			
Abrasion scaling factor	PMall - PM200	PM200 - PM10	PM10 - PM2.5	PM2.5
h0,abrasion	{abrasion_scaling_factors}			
Crushing factor				
f0,crushing (veh-1)	Studded tyres (st)	Winter tyres (wi)	Summer tyres (su)	
f0,crushing,he	1e-05	1e-05	1e-05	
f0,crushing,li	1e-06	1e-06	1e-06	
Reference speed Vref,crushing (km/hr)	60			
Crushing scaling factor	PMall - PM200	PM200 - PM10	PM10 - PM2.5	PM2.5
h0,crushing	{crushing_scaling_factors}			

Sources participating in abrasion and crushing		
Source	*Abrasion*	*Crushing*
p0,roadwear	*1*	*1*
p0,tyrewear	*0*	*0*
p0,brakewear	*0*	*0*
p0,sand	*1*	*1*
p0,depo	*1*	*1*
p0,fugitive	*1*	*1*
p0,exhaust	*0*	*0*
p0,salt(1)	*0*	*0*
p0,salt(2)	*0*	*0*

Direct emission factor	
Source parameter	*Value*
f0,dir-roadwear	*1*
f0,dir-tyrewear	*1*
f0,dir-brakewear	*1*
f0,dir-crushing	*0*
f0,dir-abrasion	*0*
f0,dir-exhaust	*0.98*

Fractional size distribution				
Source	*PMall*	*PM200*	*PM10*	*PM2.5*
fPM,roadwear	*1*	*1*	*0.28*	*0,014*
fPM,tyrewear	*1*	*1*	*0.1*	*0,01*
fPM,brakewear	*1*	*1*	*0.8*	*0,5*
fPM,sand	*1*	*0.02*	*0.004*	*0,0016*
fPM,depo	*1*	*1*	*0.2*	*0,04*
fPM,fugitive	*1*	*1*	*0.28*	*0,028*
fPM,exhaust	*1*	*1*	*1*	*1*
fPM,salt(1)	*1*	*1*	*0.28*	*0,014*
fPM,salt(2)	*1*	*1*	*0.28*	*0,014*
fPM,crushing	*1*	*1*	*1*	*0,2*
fPM,abrasion	*1*	*1*	*1*	*0,2*

Reference speed Vref,PM-fraction (km/hr)	*50*
cPM-fraction (km/hr)-1	*0.012*

Wind blown dust emission factors	
Parameter	*Value*
twind (hr)	*12*
FFthresh (m/s)	*5*

Activity efficiency factors for dust and salt				
Efficiency parameter dust	*PMall - PM200*	*PM200 - PM10*	*PM10 - PM2.5*	*PM2.5*
hploughing-eff	*0.01*	*0.01*	*0.01*	*0,01*
hcleaning-eff	*0.001*	*0.001*	*0.001*	*0,001*
hdrainage-eff	*0.01*	*0.01*	*0.01*	*0,01*
hspraying-eff	*0.1*	*0.1*	*0.1*	*0,1*
Efficiency parameter salt	*Salt(1)*	*Salt(2)*		
hploughing-eff	*0.1*	*0.1*		
hcleaning-eff	*0.2*	*0.2*		
hdrainage-eff	*1*	*1*		
hspraying-eff	*1*	*1*		

Deposition velocity			
	PM200 - PM10	*PM10 - PM2.5*	*PM2.5*
wx (m/s)	*0.003*	*0.001*	*0.0005*

Concentration conversion limit values	
Parameter	*Value*
NOX,concentration-min (ug/m3)	*5*
NOX,emission-min (g/km/hr)	*50*

MOISTURE SUB-MODEL PARAMETERS

Spray and splash factors			
Parameter	*Water*	*Snow*	*Ice*
f0,spray (veh-1) (he)	*0.0012*	*0.00012*	*1.2e-05*
f0,spray (veh-1) (li)	*0.0002*	*2e-05*	*2e-06*
Vref,spray (km/hr)	*80*	*80*	*80*
groad,sprayable-min (mm)	*0.05*	*0.05*	*0.05*
Power law factor for spray aspray	*2*	*2*	*2*
Vthresh,spray (km/hr)	*20*	*20*	*20*

Drainage parameters		
Parameter	*Value (min all types)*	*Val (thresh for type 3)*
gdrainable (mm)	*0.5*	*0.25*
Snow retainment limit (mm)	*2*	
Drainage time scale(hr)	*6*	

Ploughing parameters			
Parameter	*Water*	*Snow*	*Ice*
Ploughing efficiency for snow removal	*0*	*0.8*	*0.3*
Ploughing threshold (mm)	*100*	*3*	*3*

Energy balance parameters			
Parameter	*Value*		
groad,evap-thresh (mm)	*0.02*		
Roughness length (mm)	*1*		
Snow albedo	*0.4*		
Suburface slab depth (m)	*0*		
Suburf temperature average time (h)	*36*		
Subsurface parameters	*s (kg/m3)*	*cs (J/kg/K)*	*ks (W/m/K)*
Subsurface parameters	*2400*	*800*	*2*
Traffic turbulent exchange and heat flux	*Heavy (he)*	*Light (li)*	
atraffic (veh-1)	*0.01*	*0.001*	
Hveh (W m-2 veh-1)	*30*	*10*	

Retention parameters			
Parameter	*Road*	*Brake*	*Dust binder (g/m2)*
gretention-thresh (mm)	*0.06*	*0.5*	*250*
gretention-min (mm)	*0.02*	*0.3*	*50*

INTER-TRACK AND SHARED SUB-MODEL PARAMETERS

Surface texture parameters		
Adjusted parameter	*texture_scaling(i)*	*Master texture scaling*
gdrainable (mm)	*1*	*1*
f0,suspension(veh-1)	*1*	
f0,spray (veh-1)	*1*	
hdrainage-eff (dust)	*1*	
hspraying-eff (dust)	*1*	

Road track parameters				
Track type	*Include which tracks*	*Fraction road area*	*Fraction vehicles*	*Migration factor (1/veh)*
falltrack	*1*	*1*	*1*	*0,01*
fouttrack	*0*	*0.5*	*0.5*	*0,01*
fintrack	*0*	*0.5*	*0.5*	*0,01*
fshoulder	*0*	*0*	*0.01*	*0,01*
fkerb	*0*	*0*	*0.01*	*0,01*
Track type	*Suspension rescaling*	*Spray rescaling*	*None*	*None*
falltrack	*1*	*1*	*0*	*0*
fouttrack	*1*	*1*	*0*	*0*
fintrack	*100*	*100*	*0*	*0*
fshoulder	*0.1*	*1*	*0*	*0*
fkerb	*0.1*	*1*	*0*	*0*

NORTRIP model text input file (metadata)
Alla värden inom parenteser anpassas utifrån varje specifik väg.

Number of roads	*1*
Hours between saving init files	*0*
Calculation type	*Clair*
Number of skyview angles	*0*
Road ID	*0*
Road width	*{road_width} (m)*
Driving cycle	*{driving_cycle}*
Pavement type	*{pavement_type}*
Road type	*1*
Number of lanes	*{number_of_lanes}*
Width of lane	*{lane_width} (m)*
Street canyon width	*{canyon_width} (m)*
Street canyon height north	*{canyon_height_north} (m)*
Street canyon height south	*{canyon_height_south} (m)*
Street orientation	*{street_orientation} (deg)*
Street slope	*{street_slope} (deg)*
Latitude	*{location[1]} (deg)*
Longitude	*{location[0]} (deg)*
Elevation	*0 (m)*
Height obs wind	*10 (m)*
Height obs temperature	*2 (m)*
Height obs other temperature	*25*
Surface albedo	*0,15*
Time difference	*0 (hr +west)*
Surface pressure	*1000 (mbar)*
Wind speed correction	*0.5 (m/s)*
Observed moisture cut off	*1.5 (mV)*
Suspension rate scaling factor	*1*
Surface texture scaling	*1*