

# Gatudrift - bästa praxis mot PM<sub>10</sub>

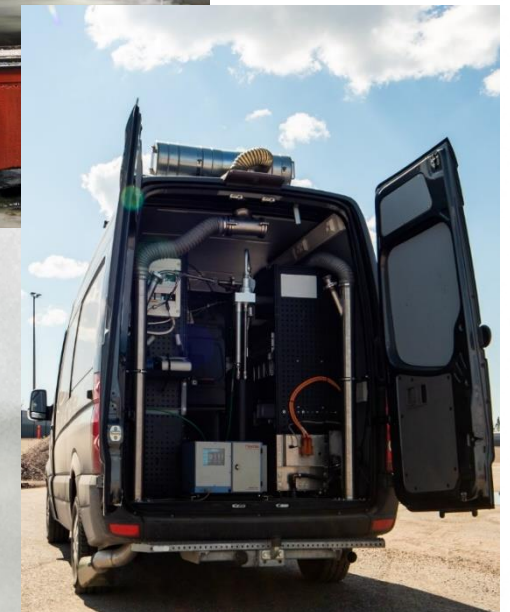


*Mats Gustafsson, Göran Blomqvist, Magnuz Engardt, Henrik Grythe, Eivind Grøtting Wærsted, Christer Johansson, Anton Josefsson, Ida Järllskog, Niko Karvosenoja, Sami Kulovuori, Michael Norman, Bruce Rolstad Denby, Ana Stojiljkovic, Nina Svensson, Throstur Thorsteinsson, Karl-Espen Yttri*



# Bakgrund och motiv

- Nordiska länderna har samma eller liknande problem med PM10, kopplade till vägdamm
- Många nationella initiativ och lite utbyte mellan länder har lett till delvis olika prioriteringar och åtgärder
- Behov av utveckling av NORTRIP, en emissionsmodell som kan hantera de faktorer som påverkar vägdammsemission
- Nordiska trafikverkens forskningsorganisation NordFOU lämplig finansiär
- Norge, Sverige, Finland, Island och Danmark deltar.





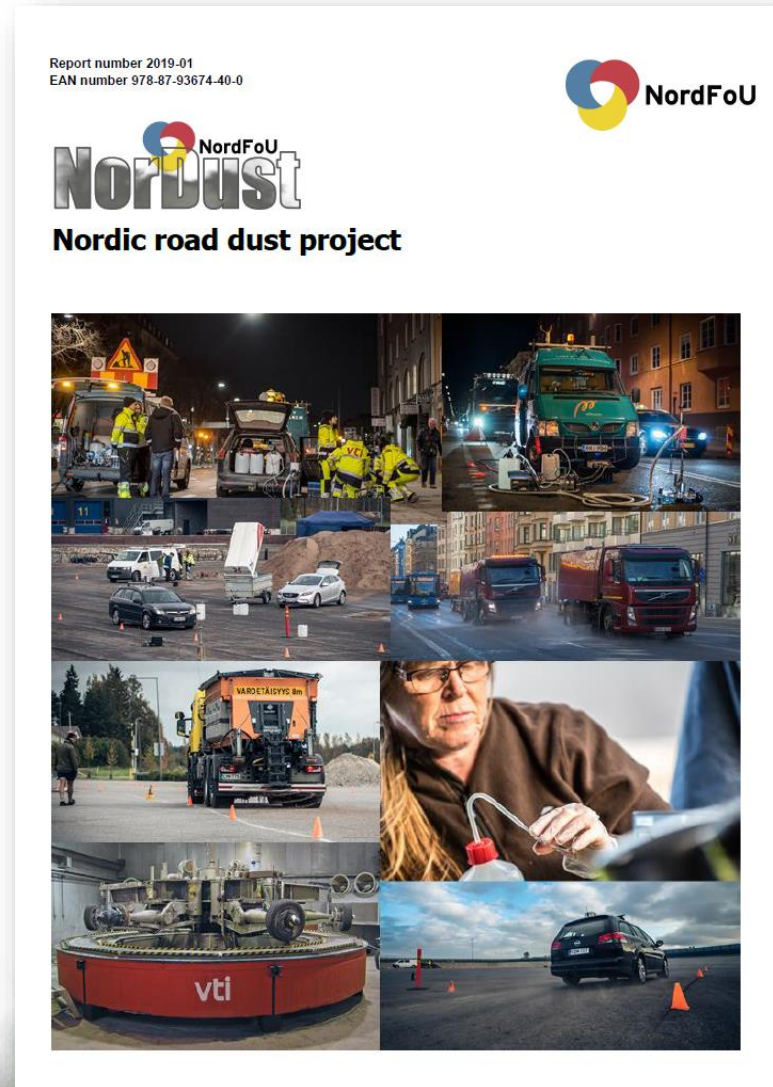
# NORDUST 2015-2018

- Studier av effekter på dammförråd och PM10-halter av bl.a.:

- Städning
- Spolning
- Dammbindning
- Sandning
- Nya typer av dubbdäck
- Etc...

- Modellutveckling av NORTRIP

Rapport tillgänglig på [www.nordfou.org](http://www.nordfou.org) (sök på NorDust)



# NORDUST II 2019-2023

- Sammanställning av ”best practises” från Nordiska länderna
- Studier av effekter på dammförråd och PM10-halter av bl.a.:
  - Fordonsvikt och -hastighet
  - Dammbindning
  - Sandning (krossning och borttransport)
- Mikroplast från däck
- Åtgärder och hälsoeffekter t.ex. av elektrifiering av fordonsflottan
- Vägdamm på Island
- Modellutveckling
- Rapport: [NORDUST II : Nordic Road Dust Project Phase II \(diva-portal.org\)](https://diva-portal.org)



# WP1 – Bästa praxis

Sammanställning av resultat från:

- Flera nationella projekt i Finland, Norge och Sverige
  - I Sverige t.ex. ett flertal projekt i Stockholm
- Nordiska projekt som NORTRIP, NorDust och NorDust II
- Utomnordiska projekt (få dock)



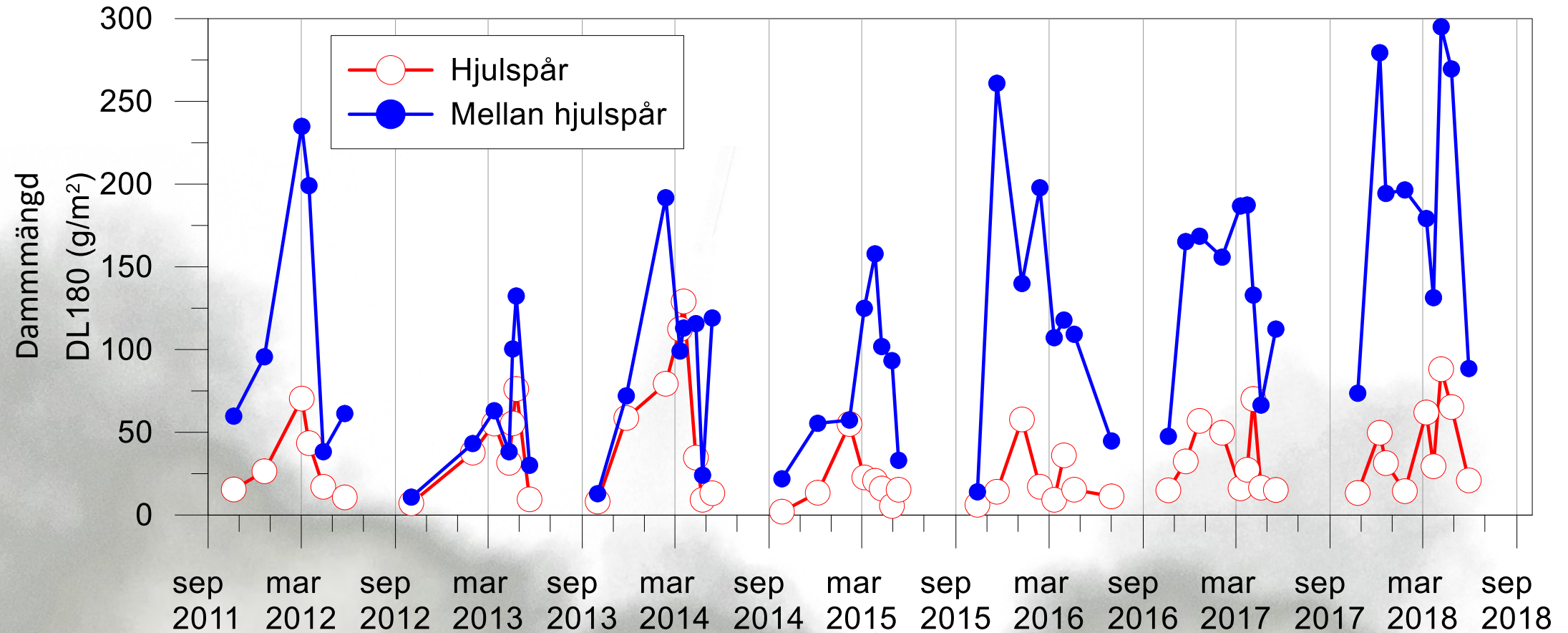
# Vägdamm – kort bakgrund

- Allt damm som ansamlas på vägytan
- Damm mängden på vägen beror av tillförsel och borttransport
- Källor till damm
  - slitage av vägyta, däck och bromsar
  - nedmald vintersand
  - damm från omgivande verksamhet (byggen, grusvägar, jordbruksmark etc.)
- Borttransport genom:
  - trafikens uppvirvling och bortstänkning
  - avrinning
  - vind
  - städning
- Trafiken påverkar fördelningen av damm på vägen



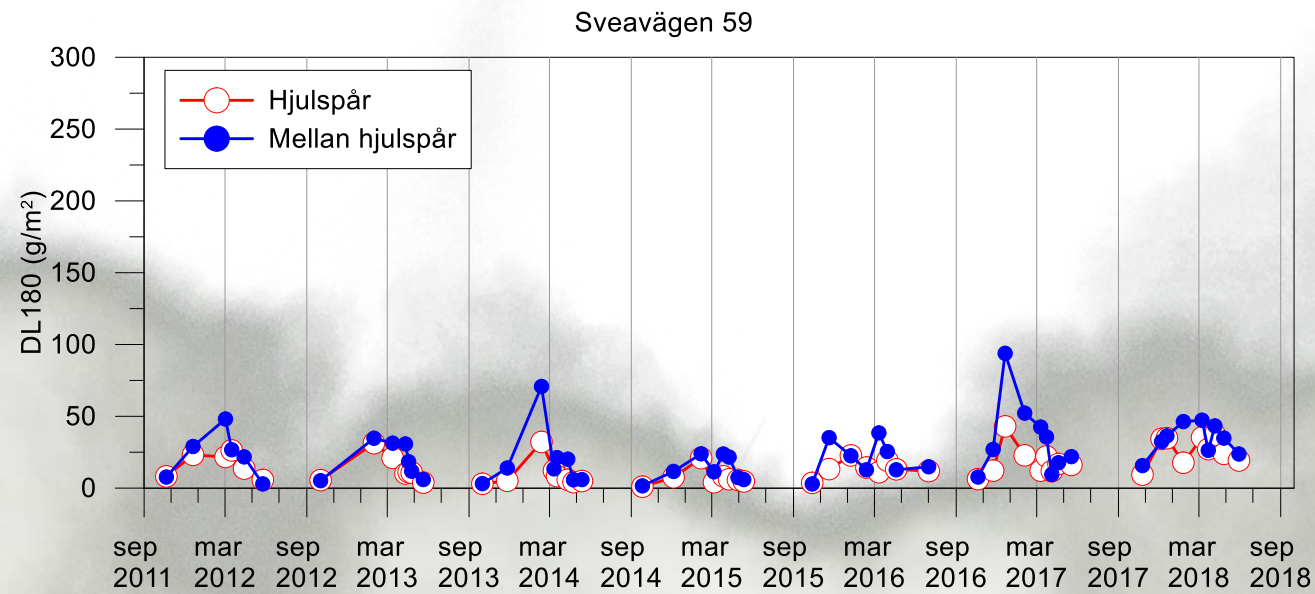
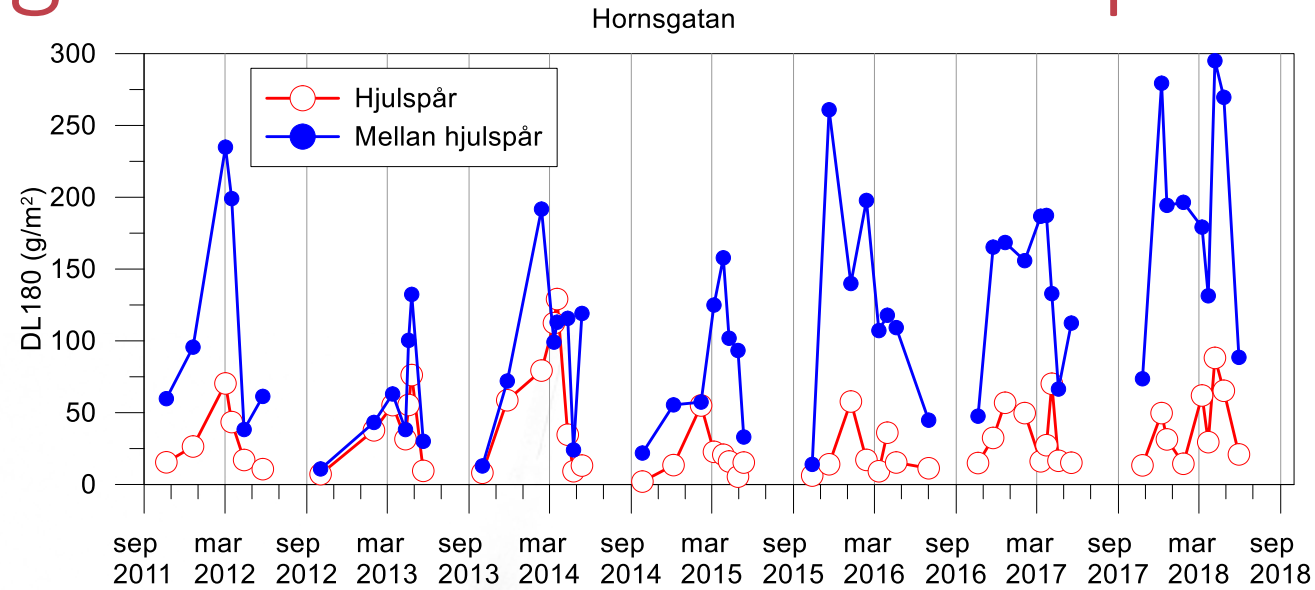
# Dammängderna varierar med säsong

Hornsgatan



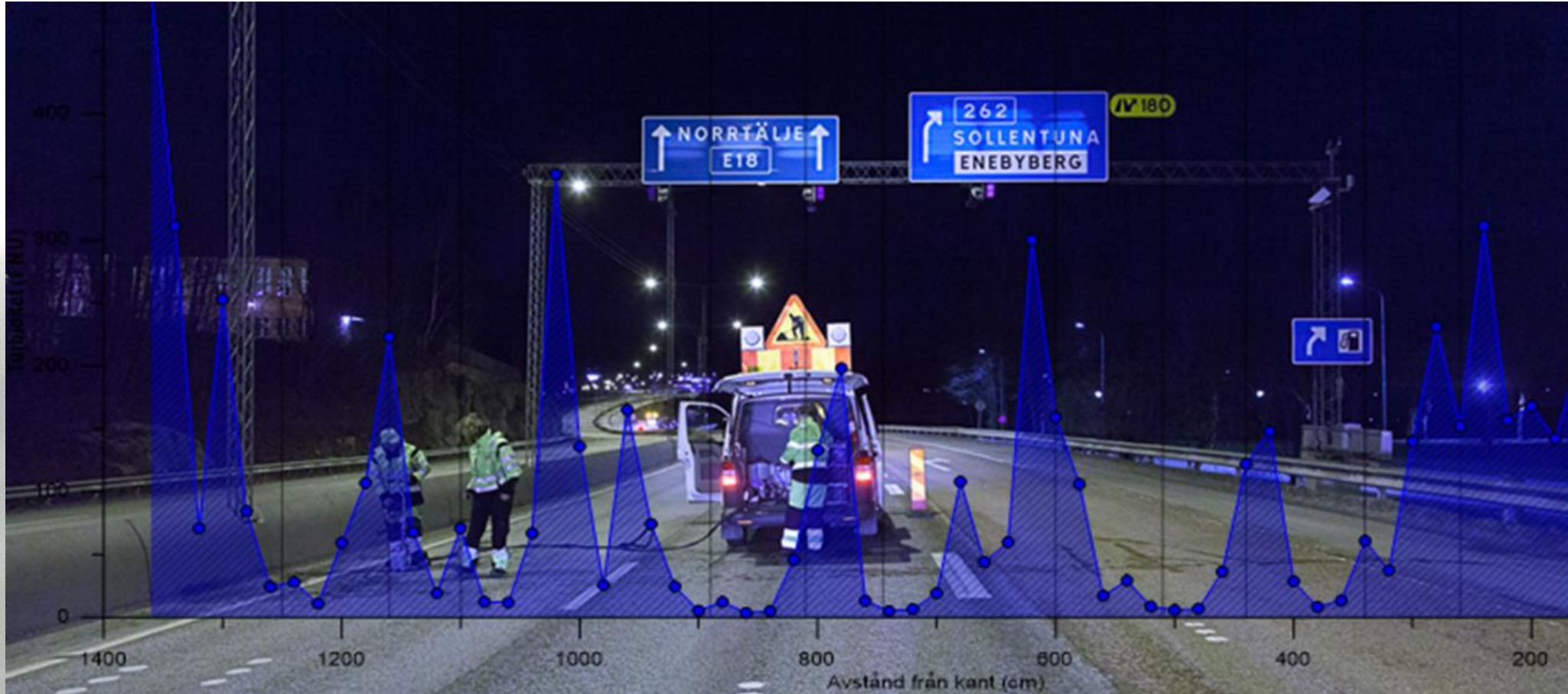


# Dammängderna varierar mellan platser

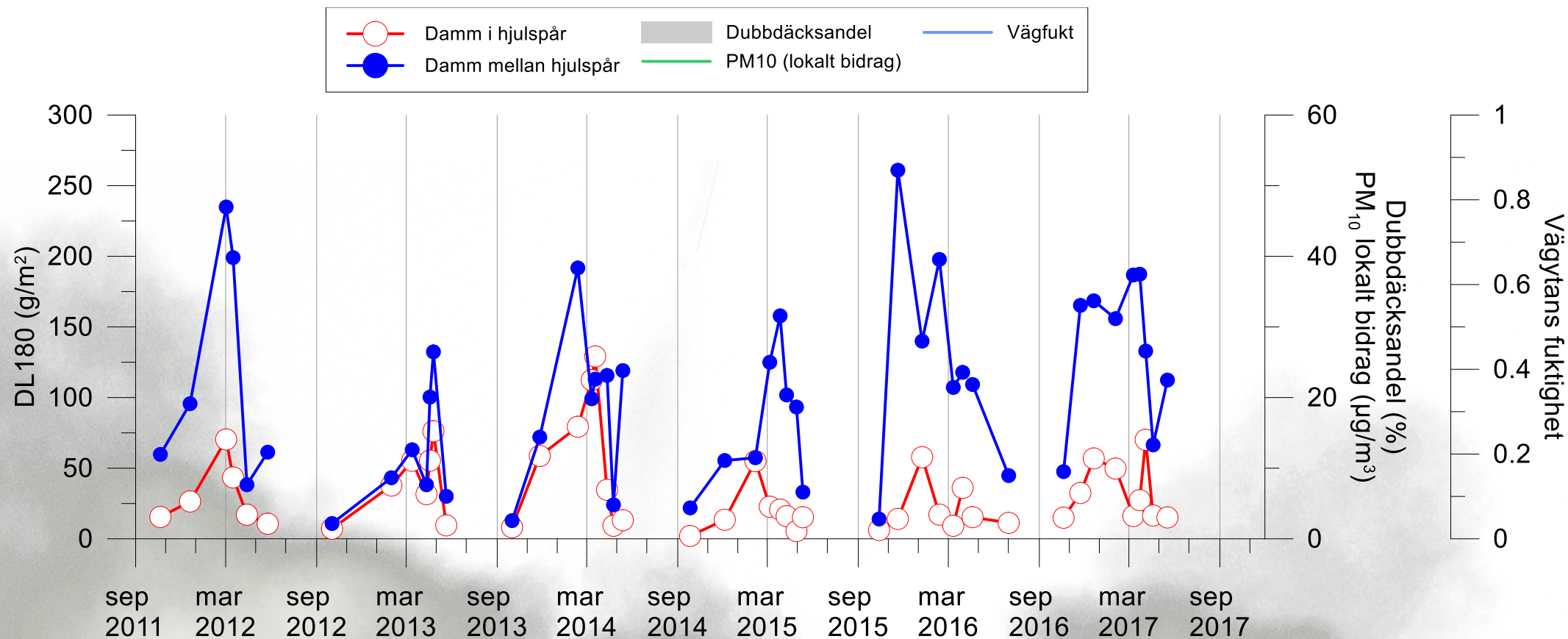




# Dammängderna varierar tvärs vägen



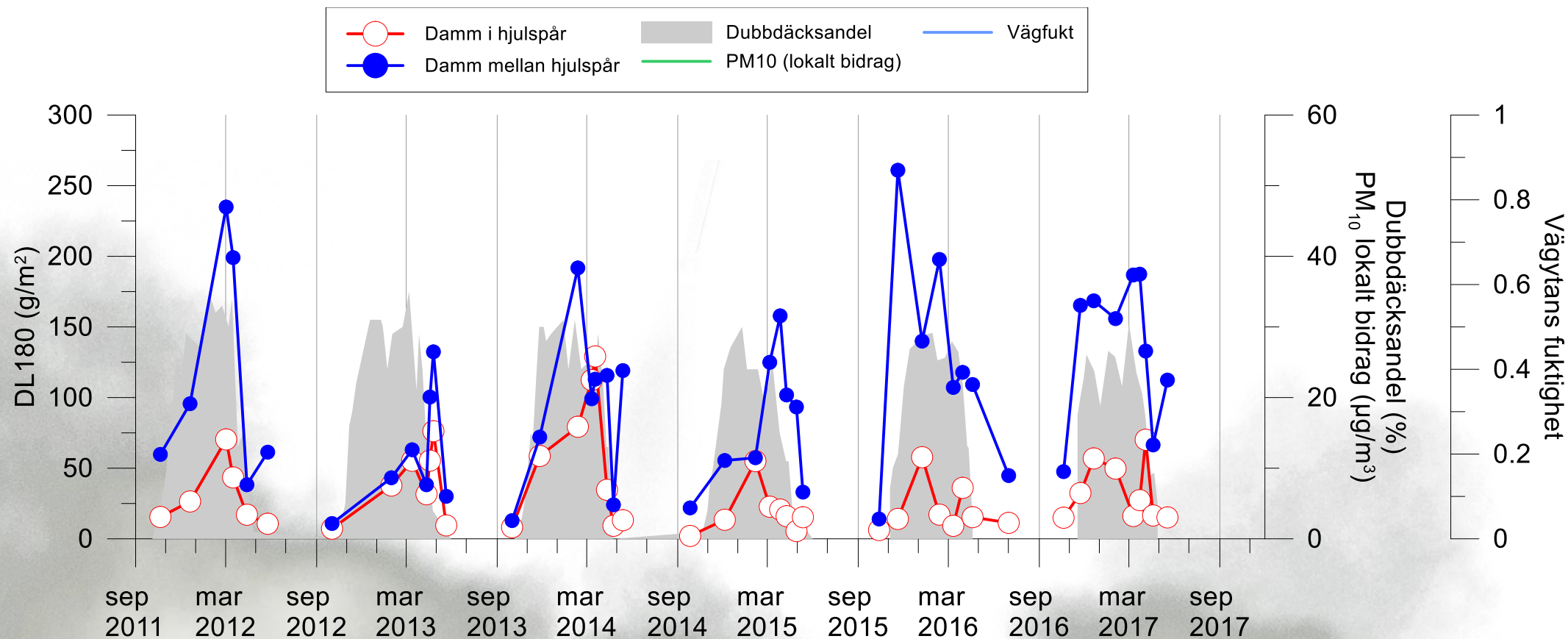
# Vägdamm på Hornsgatan, Stockholm



Data från VTI och SLB-analys

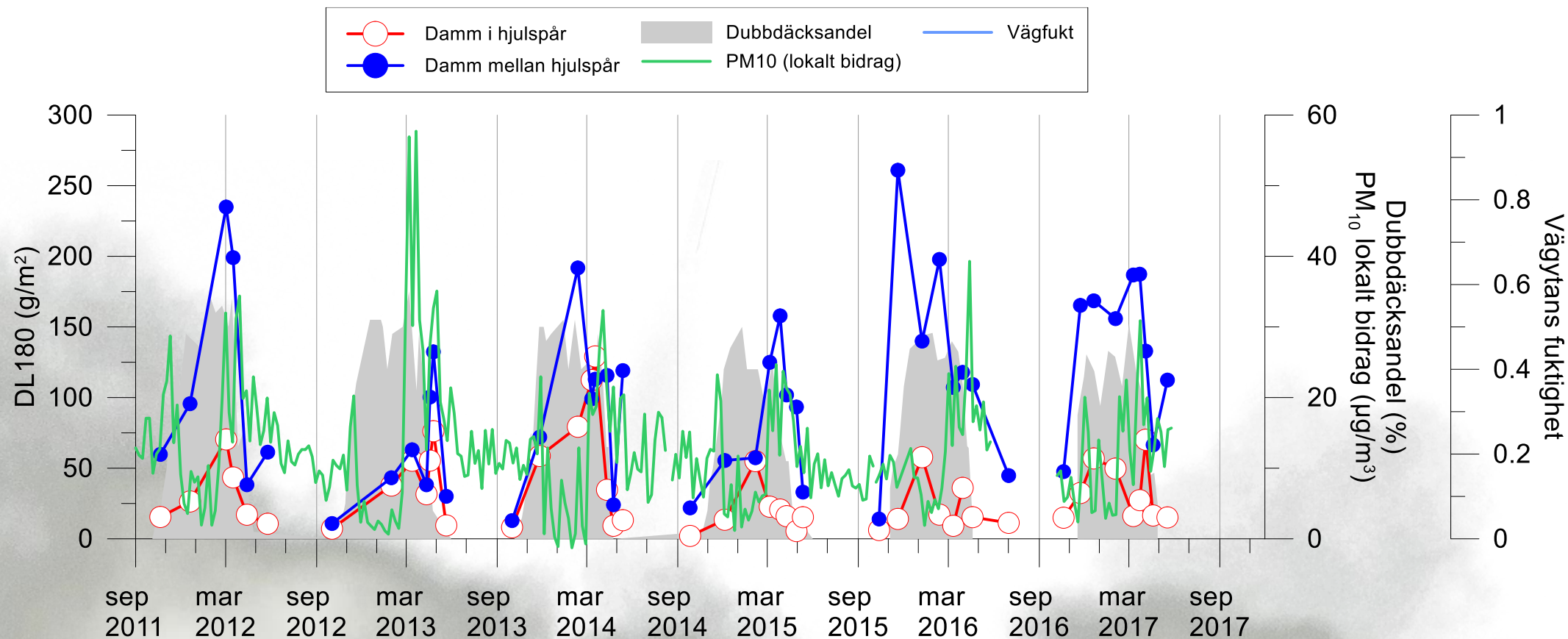


# Vägdamm på Hornsgatan, Stockholm



Data från VTI och SLB-analys

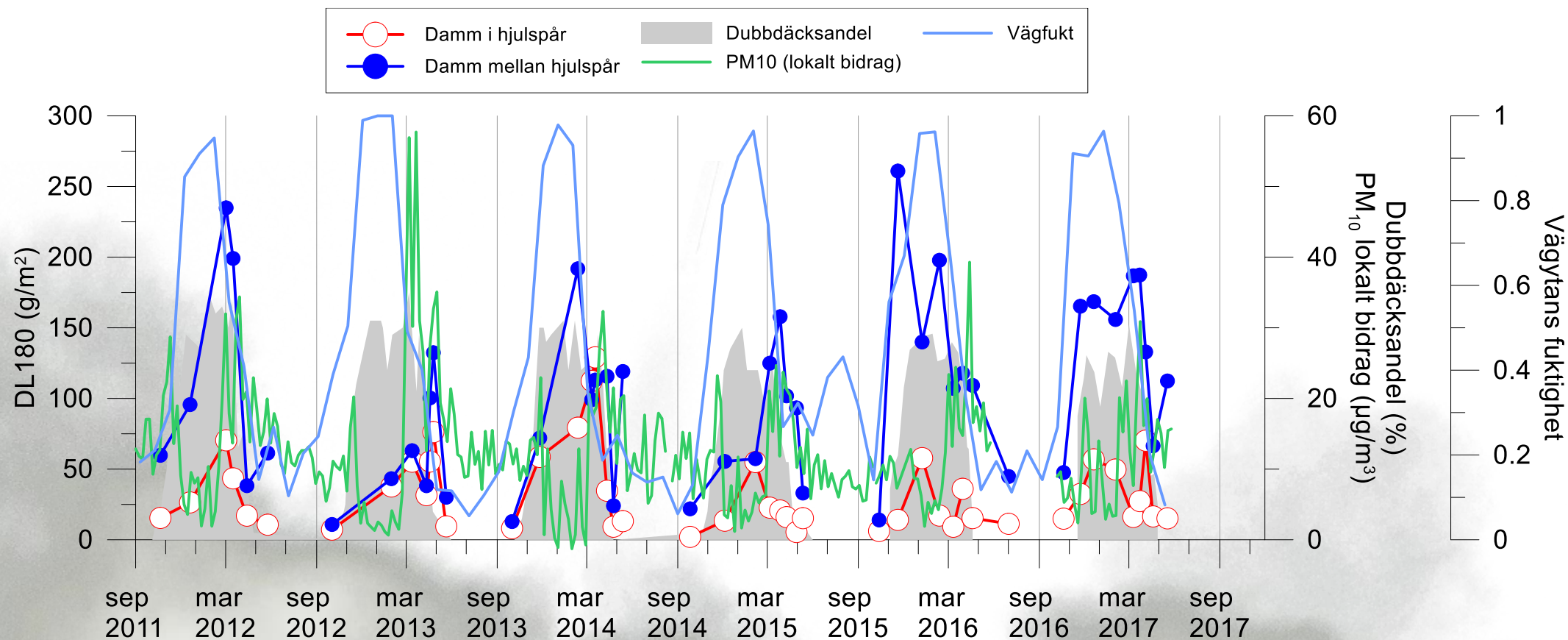
# Vägdamm på Hornsgatan, Stockholm



Data från VTI och SLB-analys



# Vägdamm på Hornsgatan, Stockholm



Data från VTI och SLB-analys



# Vilka driftåtgärder påverkar partikelhalterna?

Driftåtgärd som i sig själv utgör en källa till partiklar, men som kan anpassas för att bidra mindre

Driftåtgärder som redan används och kan ha en positiv effekt på PM10, men som kan anpassas för bättre effekt

Driftåtgärd specifikt ämnad att minska utsläpp av damm



Sandning



Städning



Dammbindning



Snöröjning



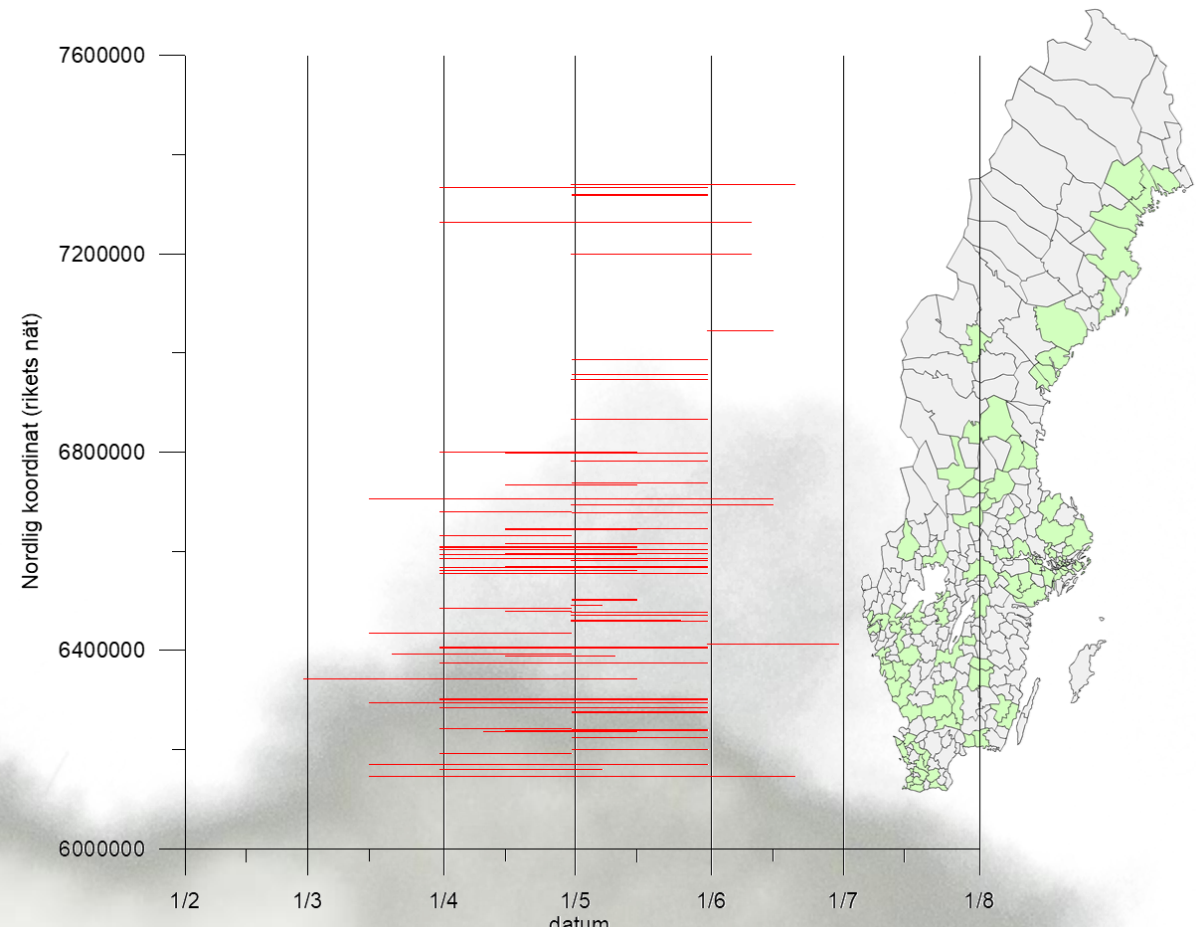
# Sandning

- Sand innehåller oftast fint material från början, även om det är siktat, då materialet nöts internt och vittrar under lagring
- Sand mals ner i vägmiljön och bidrar till partikelhalterna
- Barmark och hög trafikhastighet gör att sand snabbt lämnar hjulspåren.



# Bästa praxis - sandning

- Ersätt sand med salt där det är möjligt
- Material
  - Använd bra material med hög slitstyrka och högt fragmenteringsmotstånd
  - Undvik att lägga ut fint damm från början genom att använda siktat och/eller tvättat material grövre än 1-2 mm (inte 0-X mm fraktioner)
- Drift
  - Använd bara där det verkligen behövs (busshållplats, branta backar) och där spridningen är mindre (gång- och cykelbana)
  - Lagg inte ut onödigt stora givor
  - Ta upp sanden torra perioder under vintern (åtminstone i miljöer där många vistas och utsätts för höga halter)
  - Tidigarelägg vårstädningen och prioritera miljöer där många vistas





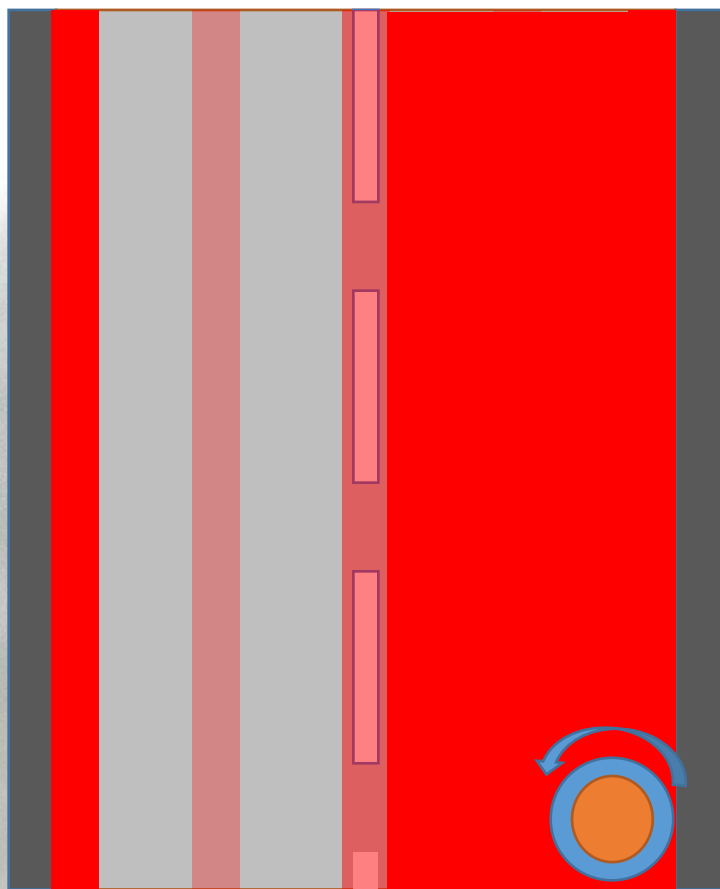
# Städning

- Effektivt för att få bort grövre material från vägytan, men oftast sämre på fint damm.
- Ju mer damm desto tydligare effekt
- Få studier har kunnat visa att städning är effektivt mot PM10 på kort sikt (dag efter jämfört med dag före).
- Höga halter under städning och ganska ofta minst lika höga halter dagen efter.
- Varför?

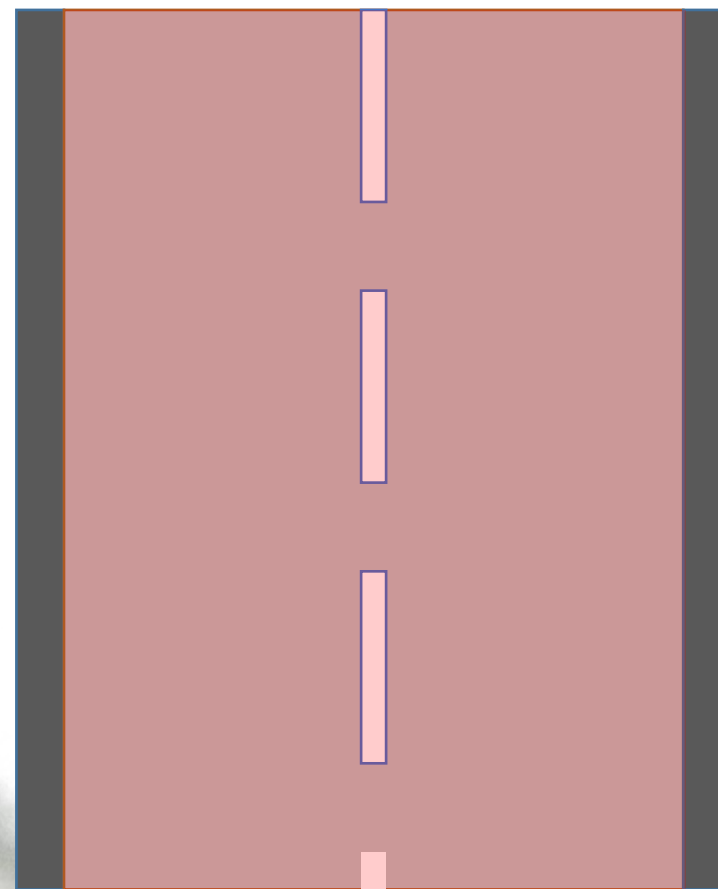


# Omfördelning av damm vid städning

Damm ansamlat utanför hjulspår



Lager med fint damm som kan virvlas upp av trafiken igen.



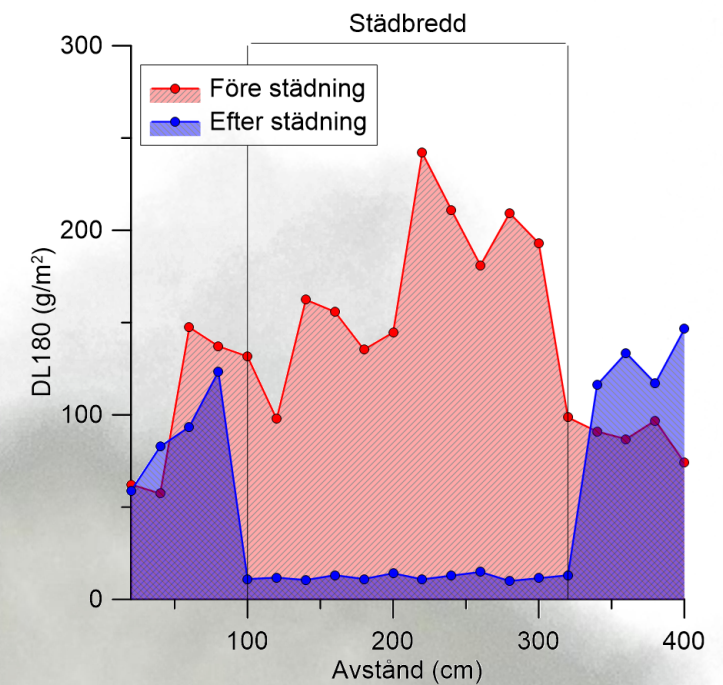


# Bästa praxis - städning

*Konventionell städning har effekt över säsong genom att ta bort en del fint damm men främst grövre material som kan malas ner till PM10 av trafiken.*

- Utrustning

- Vakuumsug generellt bättre än mekanisk för PM10
- Kombination högtryckstvätt och vakuumsug ger bäst effekt på vägdammsförrådet
- Om möjligt använd PM10/PM2.5-certifierade maskiner
- Lägre hastighet ger bättre effekt



# Bästa praxis - städning

- Utförande
  - Städa så tidigt som möjligt på säsongen för att undvika uppbyggnad av dammförrådet och minska det som redan ansamlats
  - Vid temperaturer under noll kan torr vakuumsugning användas
  - Lägre hastighet ger bättre effekt
  - Städning bör göras områdesvis för att minska risken att damm dras in från ostädade gator
  - Städning av gångbanor, cykelbanor bör göras före eller samtidigt som gatan





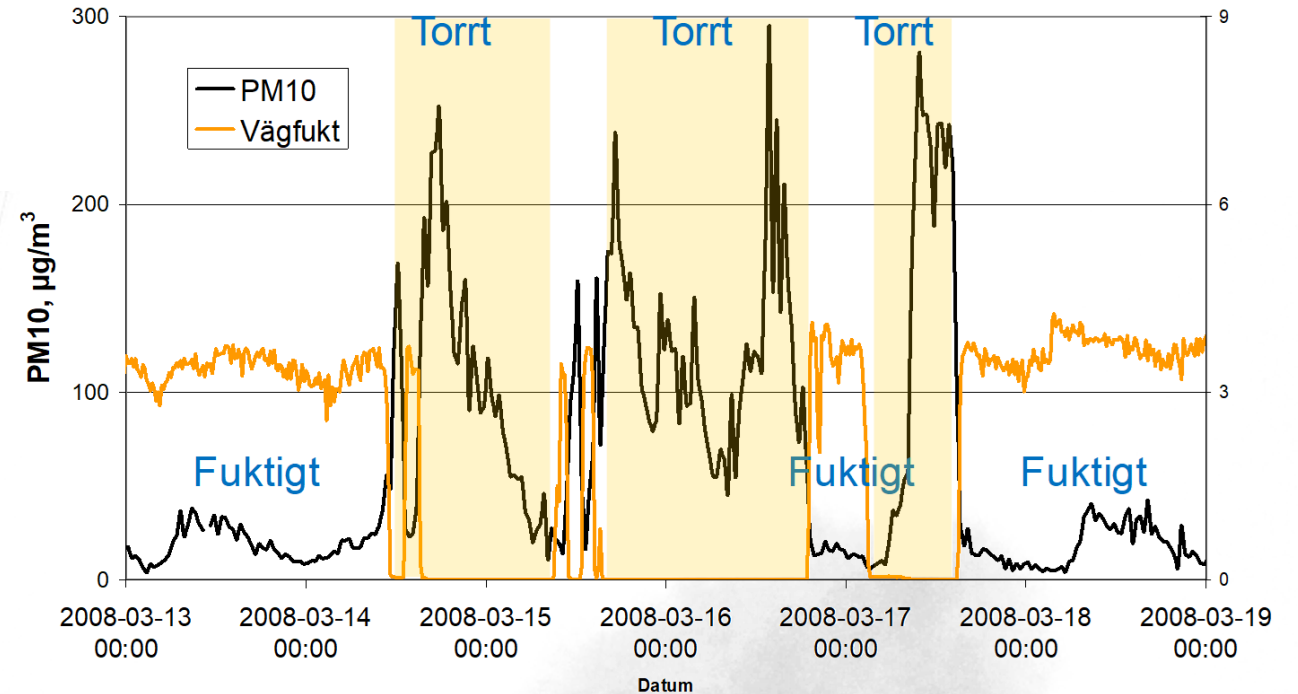
# Snöröjning

- I urban snö ansamlas damm och sand under vintern
- När snön smälter lämnas mycket material kvar i vägmiljön, som kan fortsätta att malas till damm.
- Vid upptorkning virvlas dammet upp och bidrar till PM10.
- **Bästa praxis: forsla bort snö från gaturum innan den smälter**



# Dammbindning

- Driftåtgärd specifikt avsedd att minska uppvirvling av damm
- Fuktig vägyta = ingen uppvirvling av damm
- Har visats ha tydlig effekt på kort sikt (dag till dag)
- Effekt upp till ca 40% lägre PM10-halter dagen efter utläggning
- Effekten är kortvarig och beror på damm- och väderförhållanden





# Bästa praxis - dammbindning

- Medel
  - Hygroskopiska salter lämpliga
  - Vanligast är klorider som magnesiumklorid ( $\text{MgCl}_2$ ), kalciumklorid ( $\text{CaCl}_2$ ) och CMA (kalciummagnesiumacetat). Även kaliumformiat har provats.
  - Vanligt salt ( $\text{NaCl}$ ) är inte alls lika hygroskopiskt och fungerar dåligt för dammbindning
  - Val av medel bör även beakta miljö, korrosion och ekonomi
    - CMA och KF är mer miljövänliga och mindre korrosiva
    - Klorider är billigare

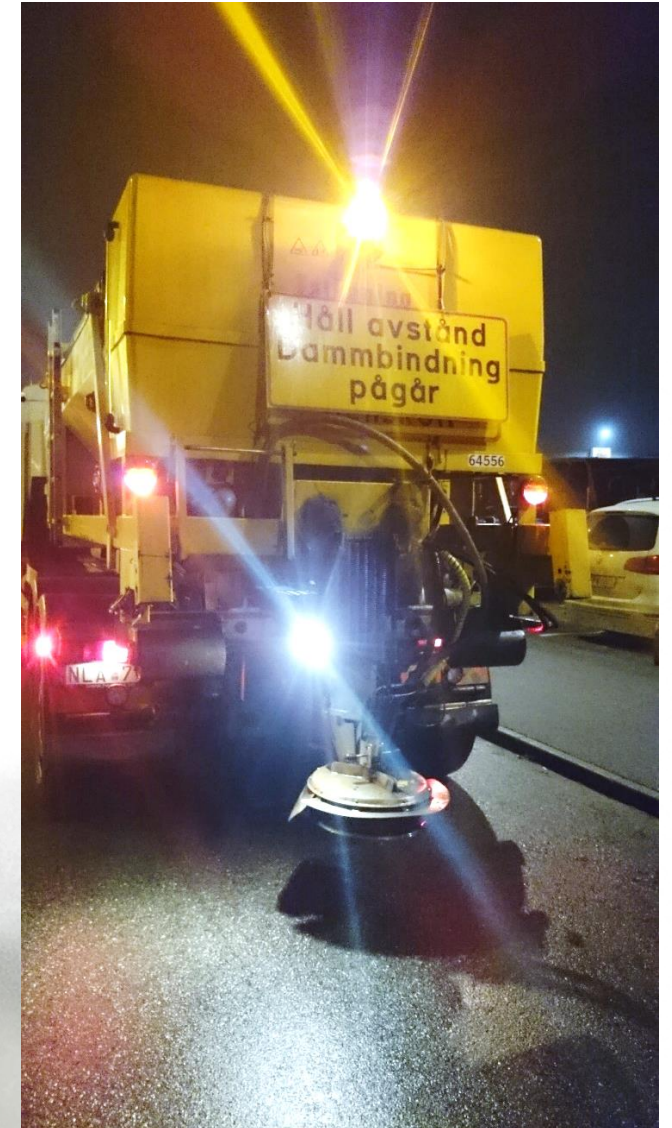




# Bästa praxis - dammbindning

- Utförande

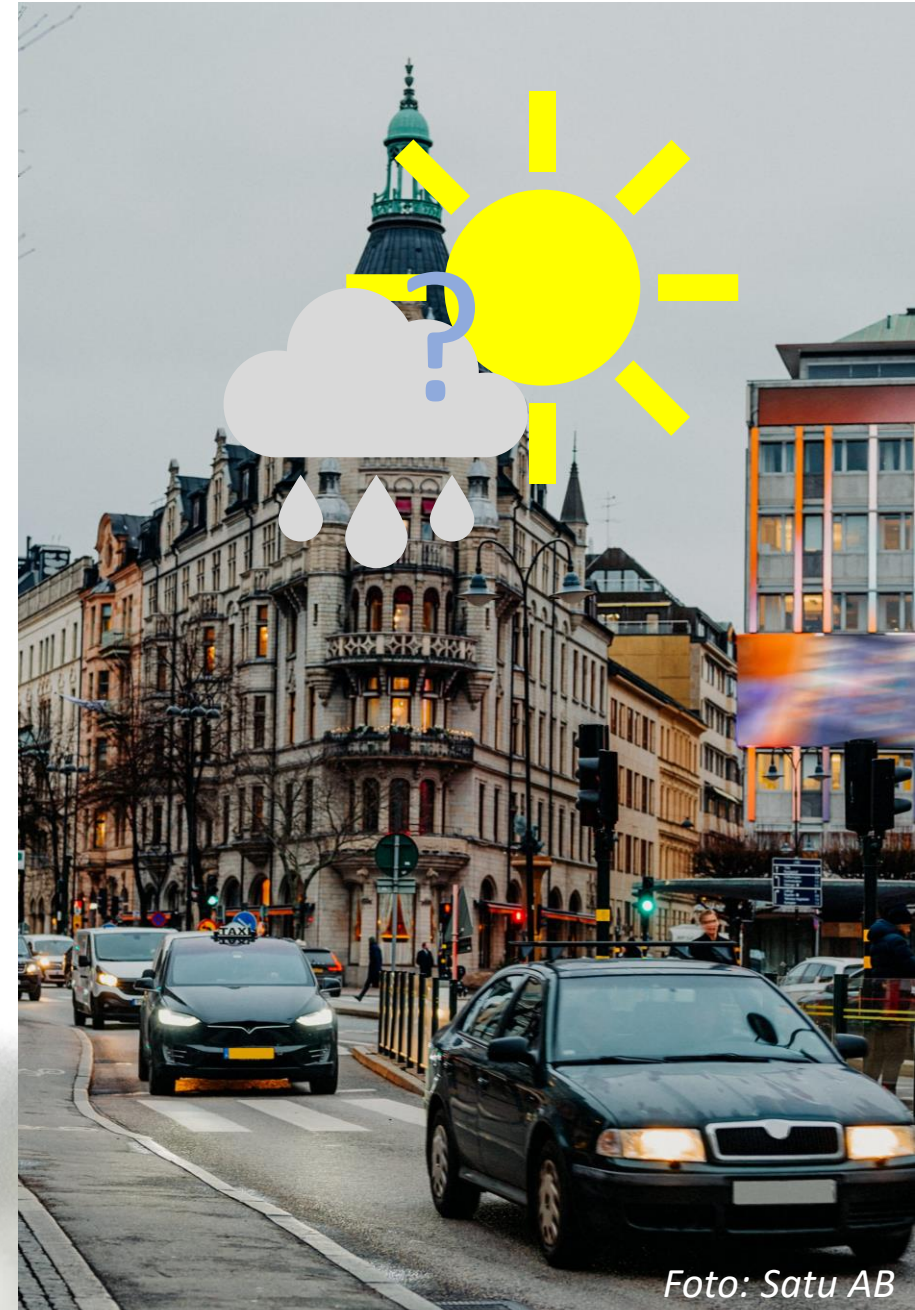
- Tallriksspridare eller dysramp av olika slag används
- CMA och  $MgCl_2$  används ofta i 25% lösning och med dosen  $10 \text{ g/m}^2$ .
- $CaCl_2$  används ofta i 10% lösning.
- För hög dos, koncentration och lång tids ansamling (utan bortsköljning) kan försämra friktionen
- Dammbindning av hela gatubredden ger bäst effekt, men kostar mer
- Dammbindning av vädkant och mellan körfält lämpligt när dubbanvändningen upphört på våren. Mindre risk för friktionsproblem. Kräver dock specialutrustning.





# Bästa praxis - dammbindning

- Utförande – ”timing”
  - Bör baseras på väderprognos och partikelhalt
  - Bör göras så nära morgontrafikens start som möjligt
  - Vid oförändrade förhållanden upprepas åtgärden med 2-3 dagars mellanrum
  - Vattensprayning kan återaktivera torkat medel





# Bästa praxis - dammbindning

- Val av gator och vägar för dammbindning
  - Prioritera gator med:
    - hög exponering för PM10 (höga halter och många som utsätts)
    - stora dammförråd
  - Att kategorisera gator/vägar efter mängden som bor/vistas och trafikmängd underlättar prioritering
  - Undvik att sprida på vägar med hastighetsgräns 70 km/h och högre (pga halkrisken)





# Slutsatser

- Driftåtgärder är centrala för att minska höga PM10-halter orsakade av vägdamm.
- Sand – minskad sandanvändning och anpassat material
- Städning – bra teknik så tidigt som möjligt på säsongen
- Snöröjning – undvik att stora förorenade snömängder smälter i gatumiljö
- Dammbindning – många medel fungerar, rätt dos vid rätt tid, initiera baserat på väder och partikelhalter

# Optimerings- och förbättringsmöjligheter?

- Dammbindningsmedel är också halkbekämpningsmedel
  - Kan dammbindningsmedel användas för halkbekämpning i övergångsperioden vinter/vår för dubbel effekt?
- Dammbindning motverkar städningens effekt på fina partiklar
  - Hur kan båda åtgärderna användas optimalt i förhållande till varandra?
- Kan man städa upp dammet på plats vid kanten utan att sopa ut det i körfältet först? Vilka tekniker finns på marknaden?
- Finns andra medel, nya eller utvecklade metoder som inte provats än?
- ...?



**Behov av forskning och uppföljning!**



# Svenska publikationer, exempel

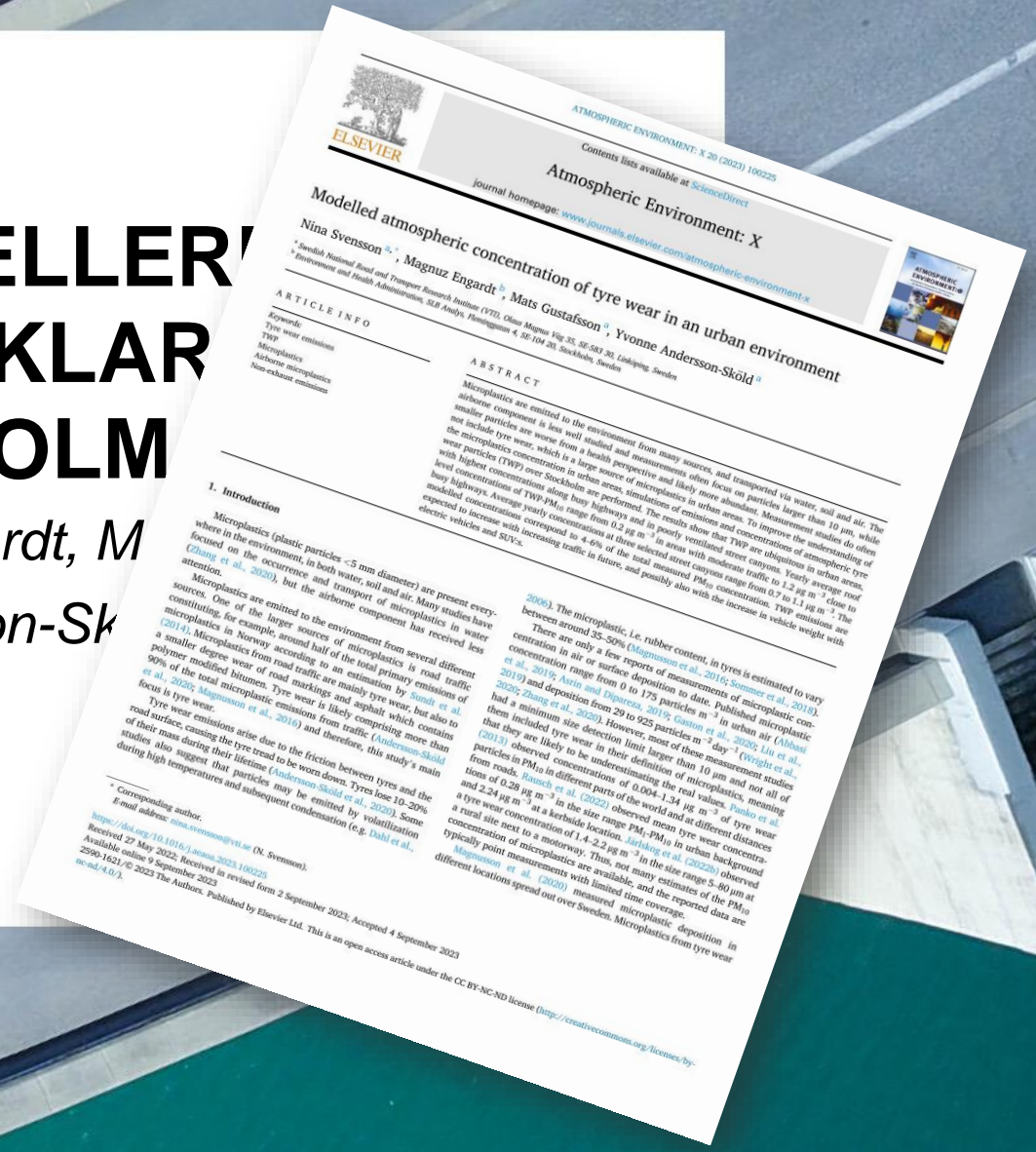
- Optidrift : optimerad vinter- och barmarksdrift för bättre luftkvalitet. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:vti:diva-13669>
- Driftåtgärder mot PM10 i Stockholm : utvärdering av vintersäsongen 2017–2018. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:vti:diva-13579>
- Driftåtgärder mot PM10 i Stockholm : utvärdering av vintersäsongen 2016–2017. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:vti:diva-13344>
- Driftåtgärder mot PM10 i Stockholm : utvärdering av vintersäsongen 2015–2016. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:vti:diva-11889>
- Driftåtgärder mot PM10 i Stockholm : utvärdering av vintersäsongen 2014–2015. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:vti:diva-10735>
- Driftåtgärder mot PM10 i Stockholm : utvärdering av vintersäsongen 2013–2014. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:vti:diva-7799>
- Driftåtgärder mot PM10 i Stockholm : utvärdering av vintersäsongen 2012–2013. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:vti:diva-6858>
- Driftåtgärder mot PM10 på Hornsgatan och Sveavägen i Stockholm : utvärdering av vintersäsongen 2011-2012. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:vti:diva-1847>
- Utvärdering av städmaskiners förmåga att minska PM10-halter (No. TRV 2010/19773). <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:vti:diva-1805>
- Vägbeläggningar och PM10 : sammanställning av Trafikverksfinansierade forskningsresultat kring hur vägbeläggningars egenskaper påverkar emissioner och egenskaper hos slitagepartiklar. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:vti:diva-5372>

Fler på:  
[vti.diva-portal.org](http://vti.diva-portal.org)  
[www.slb.nu](http://www.slb.nu)

# SPRIDNINGSMODELLER DÄCKSLITAGEPARTIKLAR I STOCKHOLM

Nina Svensson, Magnus Engardt, M

Yvonne Andersson-Skold



\* Corresponding author.  
E-mail address: [nina.svensson@vti.se](mailto:nina.svensson@vti.se) (N. Svensson).  
<https://doi.org/10.1016/j.atmosx.2023.100225>  
Received 27 May 2022; Received in revised form 2 September 2022; Accepted 4 September 2022  
Available online 9 September 2022  
2594-1621/© 2023 The Authors. Published by Elsevier Ltd. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).





# MIKROPLAST FRÅN DÄCKSLITAGE

- Däckslitage är den största enskilda källan till primära mikroplastutsläpp – motsvarar ca hälften av utsläppen (11 000 ton/år i Sverige)
- Storstäder hotspots
- Mikroplast från däckslitage sprids till mark, vatten och luft (ca 10 %)
- Mätningar visar att mikroplaster kan transporteras långa sträckor i luft – har hittats ex. i Pyrenéerna och på Svalbard



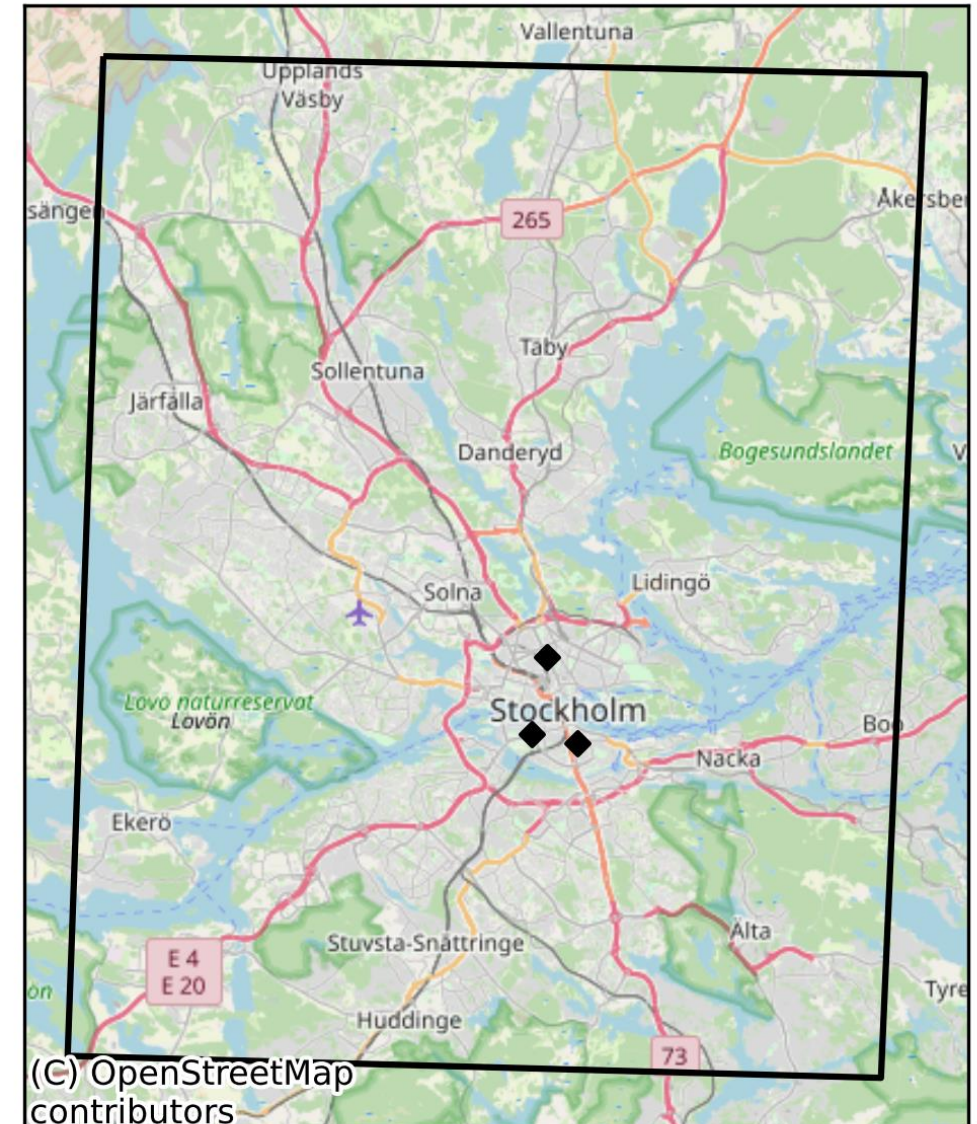
# MIKROPLAST FRÅN DÄCKSLITAGE

- Mikroplaster i luft har uppmätts i flera studier, men däckpartiklar räknas sällan in och många studier fokuserar på grövre partiklar (>10 um) → underskattade halter
- Precis som andra partiklar är mikroplaster skadliga vid inandning
- Finns även risk att andra föroreningar fäster på däckpartiklarnas yta
- Däcken i sig innehåller ämnen som kan vara skadliga
- Miljöeffekter



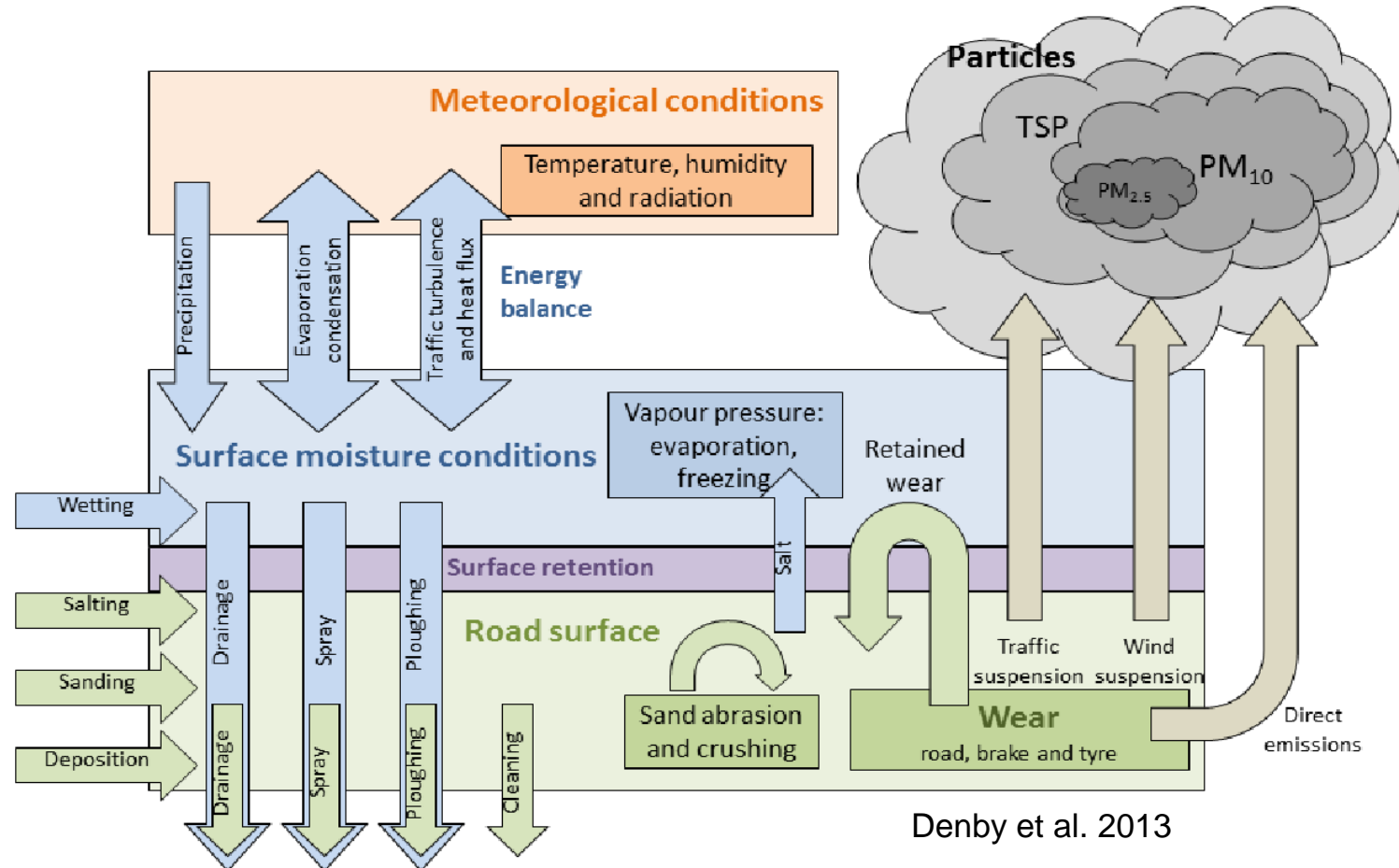
# MODELLERING

- Beräkning av bakgrundshalter i Stockholmsområdet i ett rutnät med 100\*100 m stora rutor under ett år
- Ger halter på 2 m höjd över marken eller taknivå
- Kompletteras med gaturumsberäkningar på tre gator i centrala Stockholm (Hornsgatan, Folkunggatan, Sveavägen)



# MODELLERING

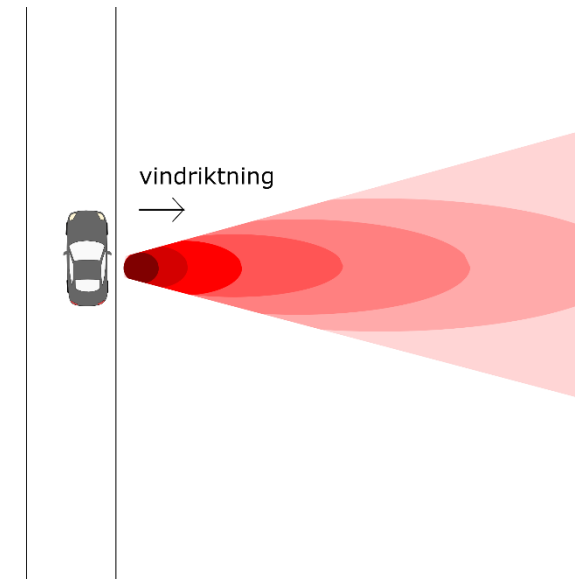
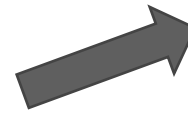
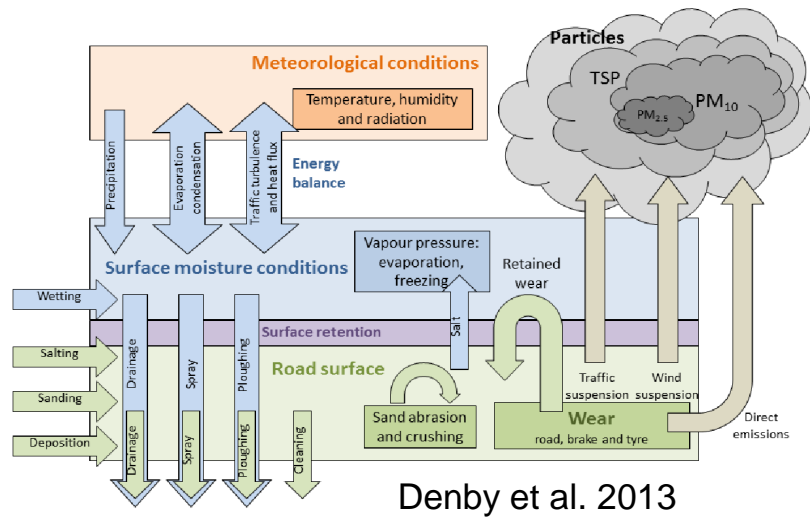
## NORTRIP emissionsmodell





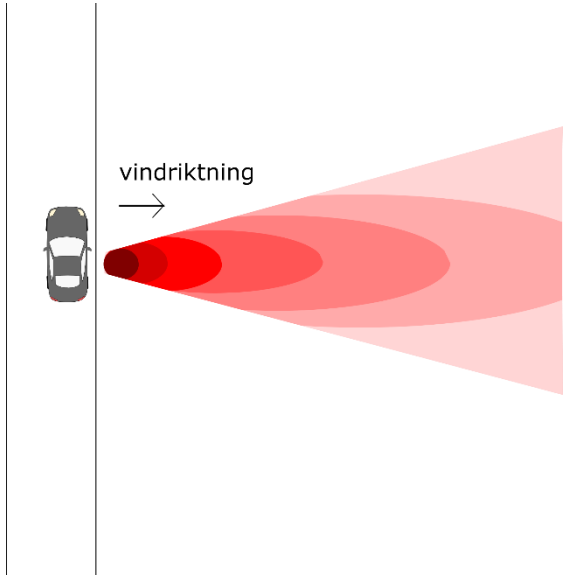
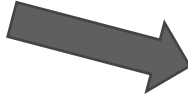
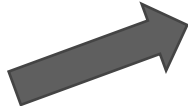
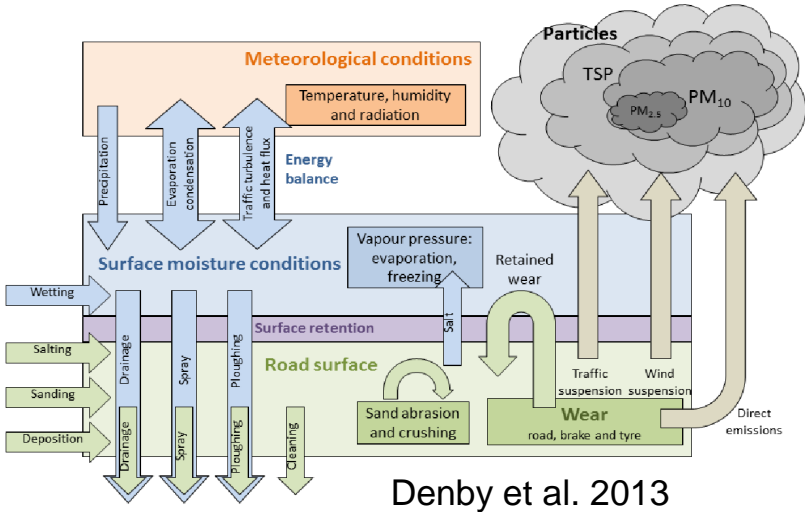
# MODELLERING

## NORTRIP emissionsmodell

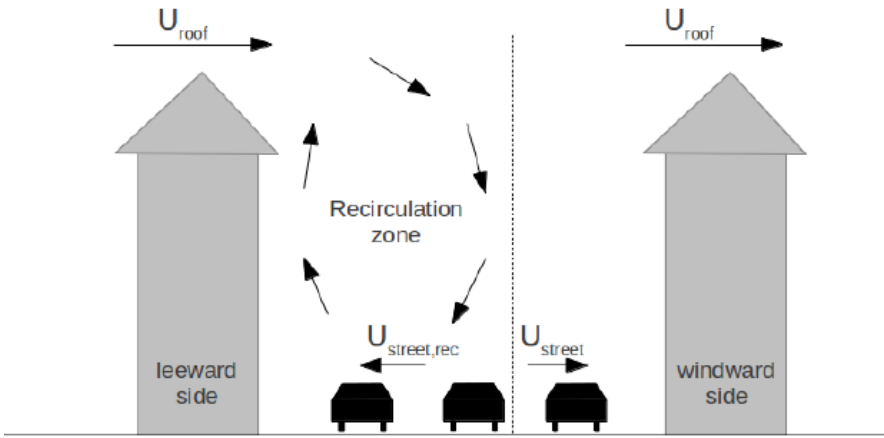


# MODELLERING

NORTRIP emissionsmodell



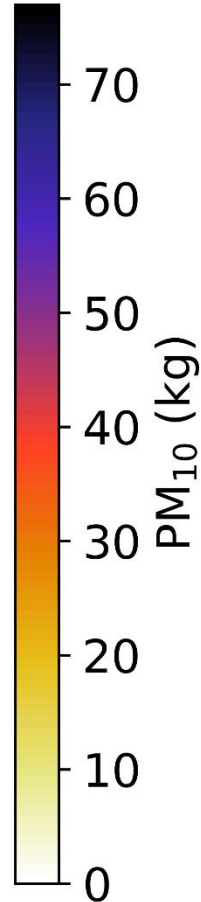
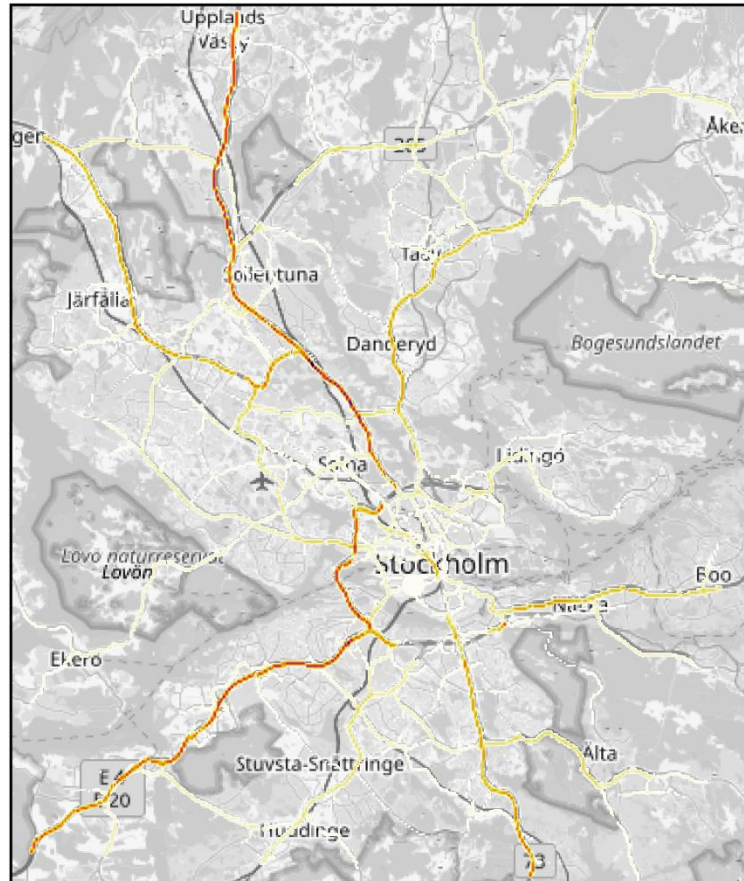
OSPM gaturummodell



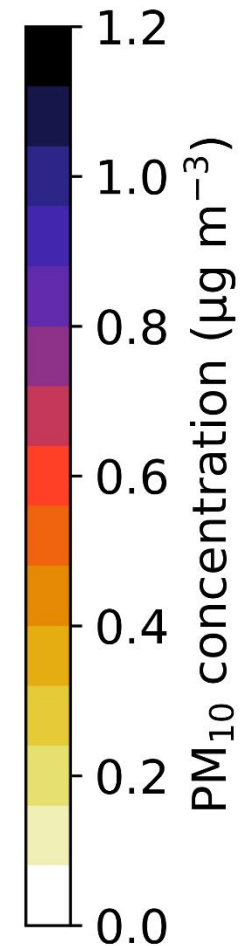
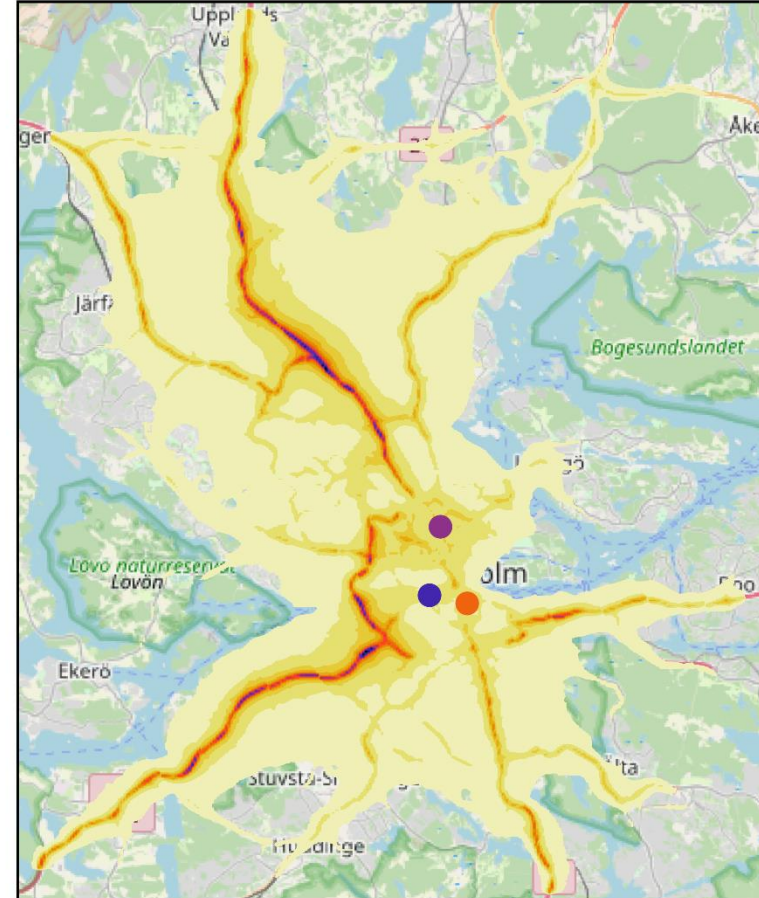


# RESULTAT

## Yearly total emission

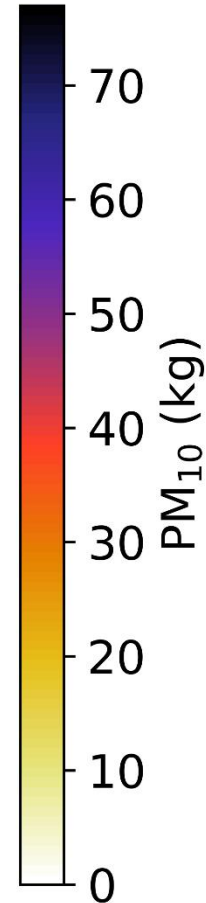


## Yearly mean PM<sub>10</sub>

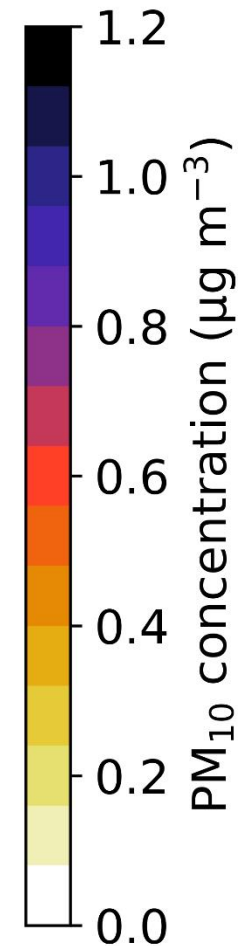
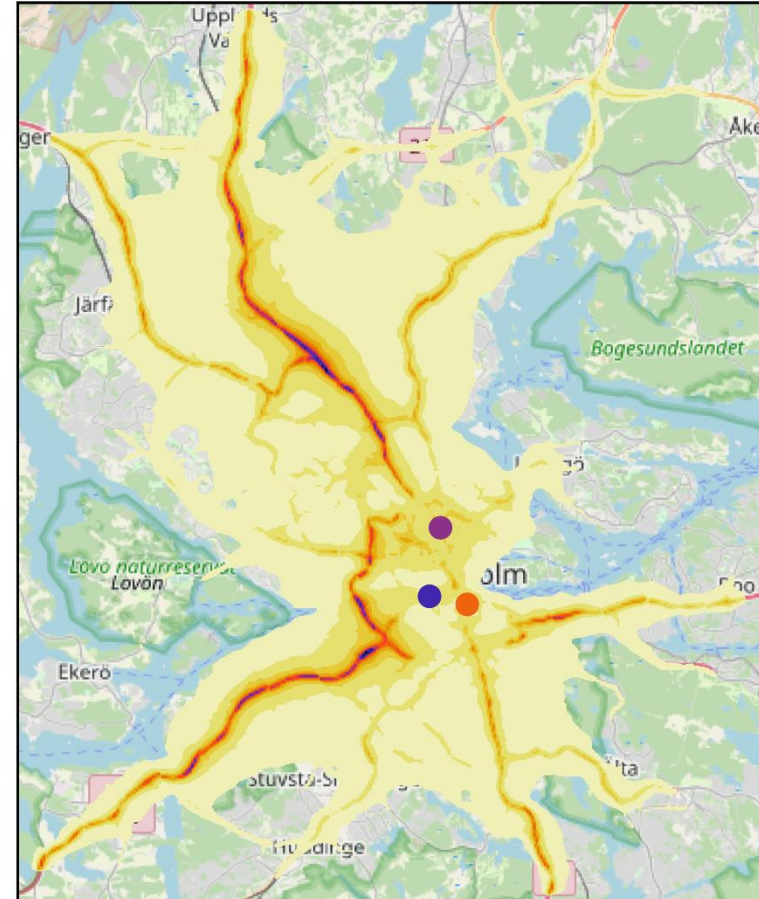


# RESULTAT

## Yearly total emission



## Yearly mean PM<sub>10</sub>



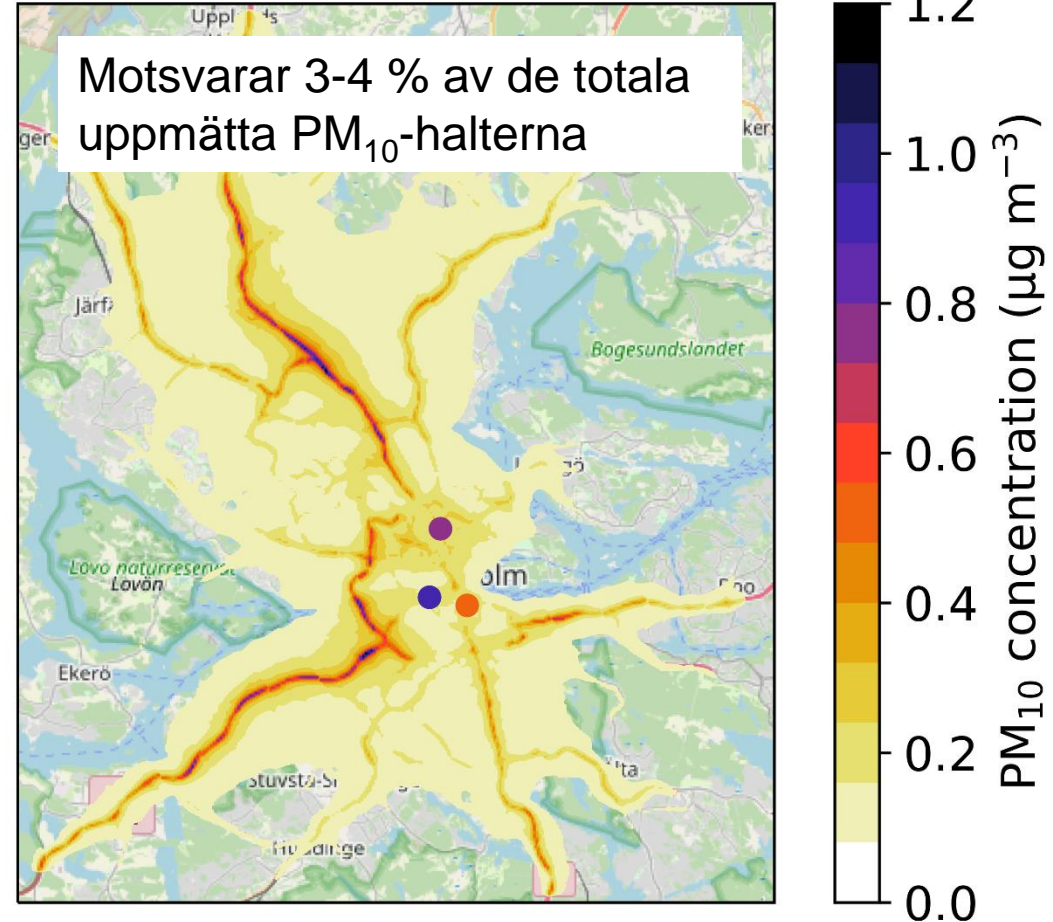


# RESULTAT

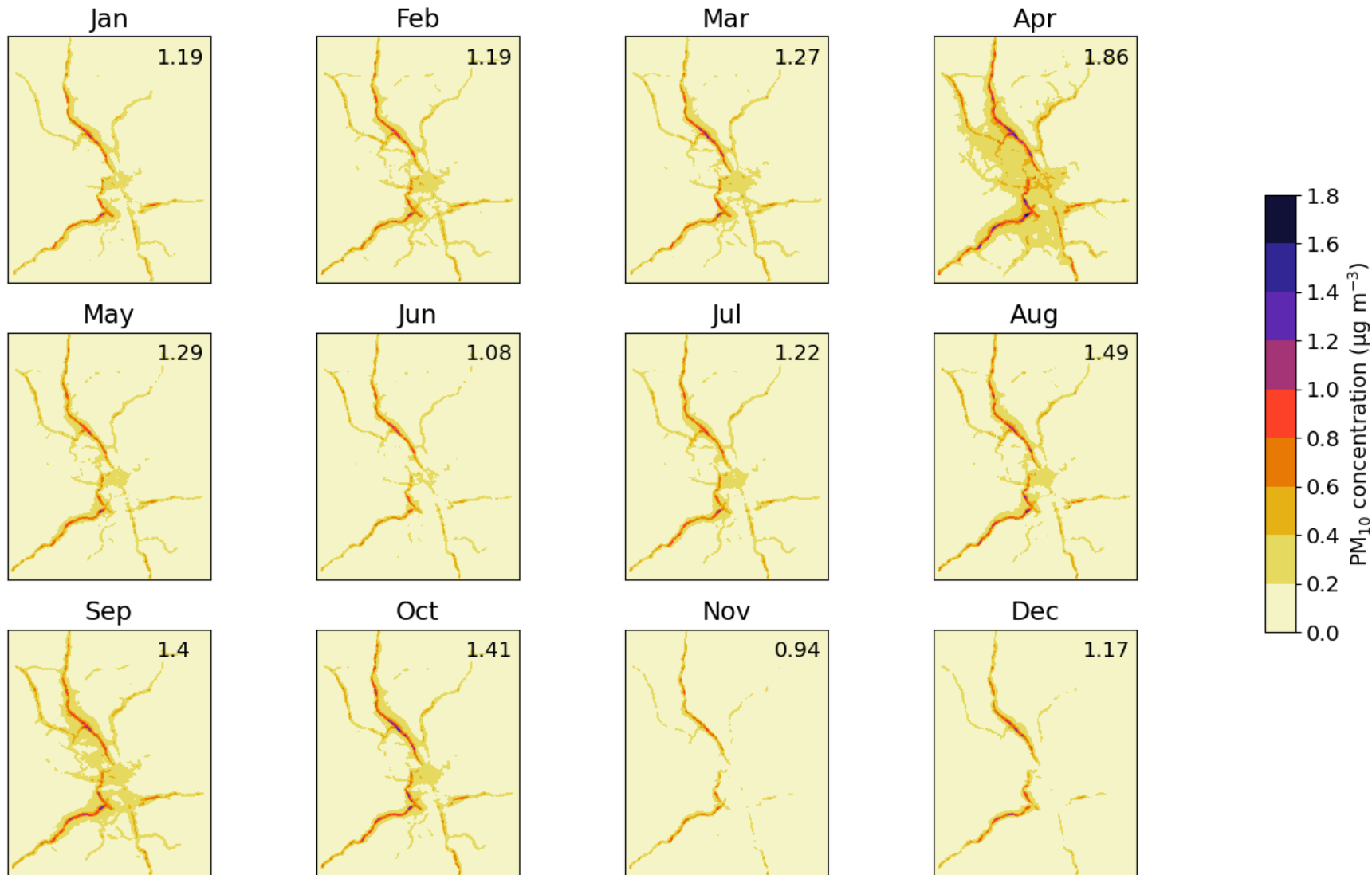
## Yearly total emission



## Yearly mean PM<sub>10</sub>

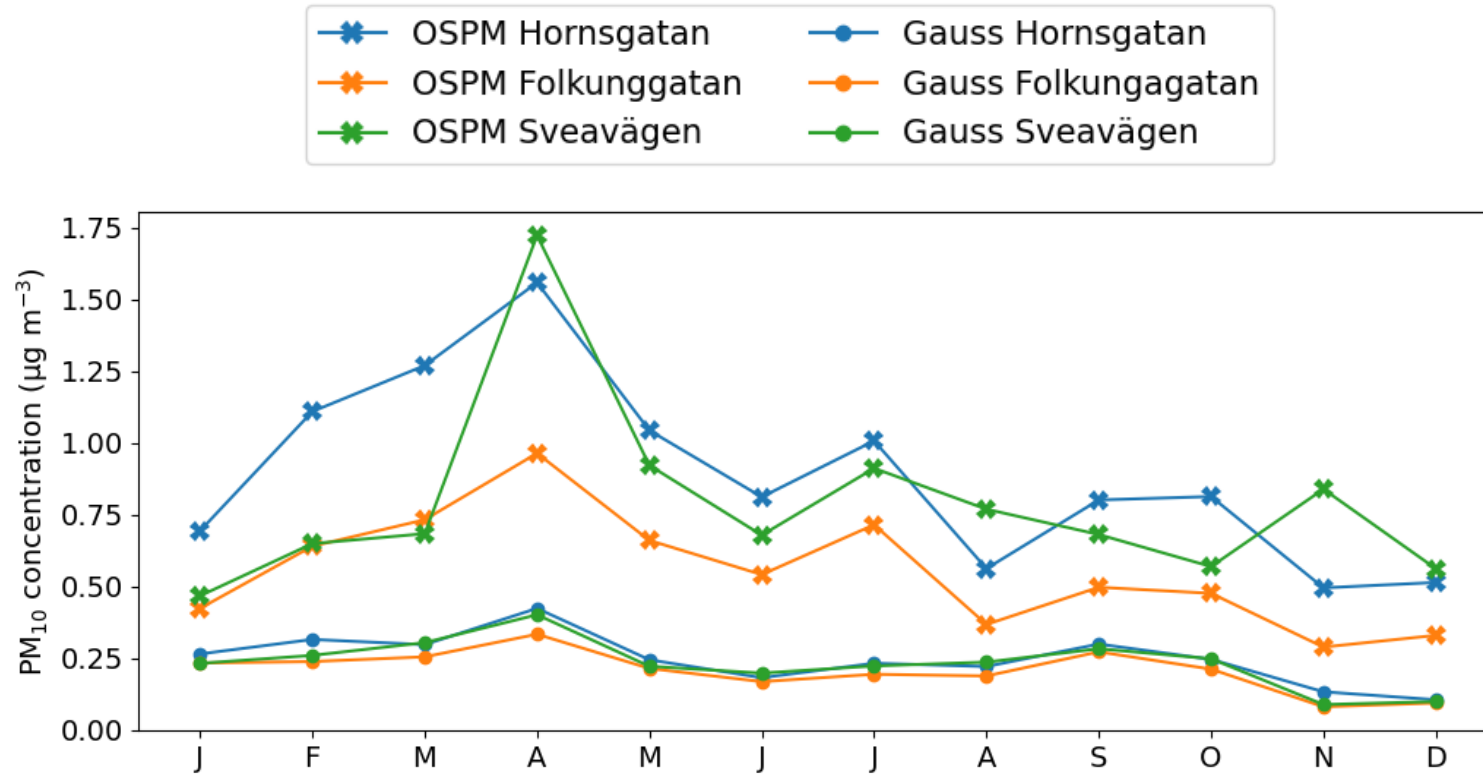


# ÅRSTIDSVARIATION





# GATURUMSHALTER ÅRSTIDSVARIATION





# SLUTSATSER

- Utsläppen i samma storleksordning som avgaspartiklar
- Högst halter på vinter och vår, vid högtrafikerade vägar och i gaturum
- Utsläpp av avgaspartiklar minskar, medan däckslitage (och andra slitagepartiklar) följer trafikens utveckling
- Elektrifieringen kan medföra högre utsläpp av däck- och vägsnitage pga tyngre fordon med högt vridmoment





Foto:Roland Magnusson/ Mostphotos

# BEHOV

- Förbättrade emissionsfaktorer för däckslitage (särskilt för tunga fordon)
- Förbättrade mätmetoder och fler mätningar för validering av modeller
- Fler modellstudier som beskriver spridning på både stor och liten skala
- Mer forskning om miljö- och hälsoeffekter av däckslitagepartiklar och mikroplast
- Tekniska lösningar och styrmedel för att minska däckslitage, ex. uppsamling vid hjulet, filter i vägbanan, däckmärkning



An aerial photograph of a city street, likely in Stockholm, Sweden, showing a mix of old and new buildings, a river, and a boat. The image is rotated 90 degrees clockwise.

**TACK FÖR UPPMÄRKSAMHETEN!**

*[mats.gustafsson@vti.se](mailto:mats.gustafsson@vti.se)*

*[www.vti.se](http://www.vti.se)*

**vti**