

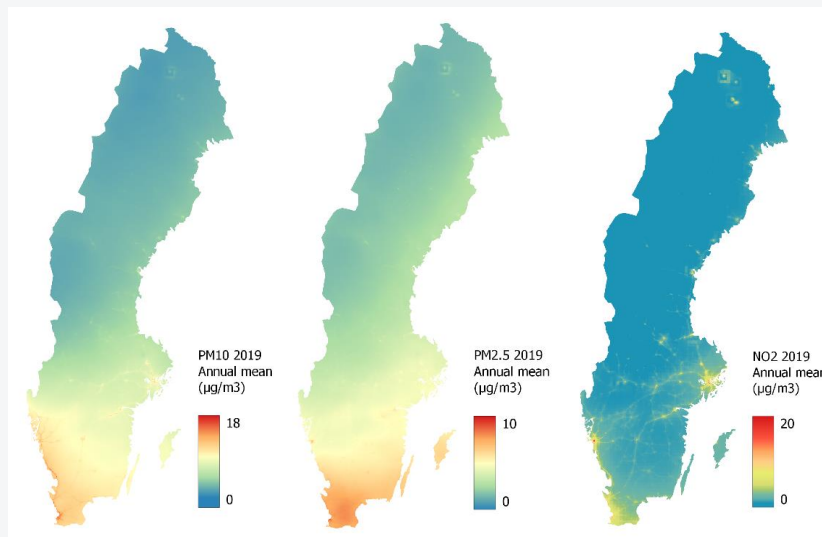
Helene Alpfjord Wylde, David Segersson (SMHI), Bertil Forsberg (Umeå Universitet)

EN STUDIE BASERAD PÅ SPRIDNINGSMODELLERING

HALTER, EXPONERING OCH HÄLSOKONSEKVENSER FÖR LUFTFÖRORENINGAR I SVERIGE ÅR 2019 OCH 2030

Innehåll

- Bakgrund
- Metodik
- Resultat
 - Halter
 - Exponering
 - Hälsoeffekter
- Slutsatser

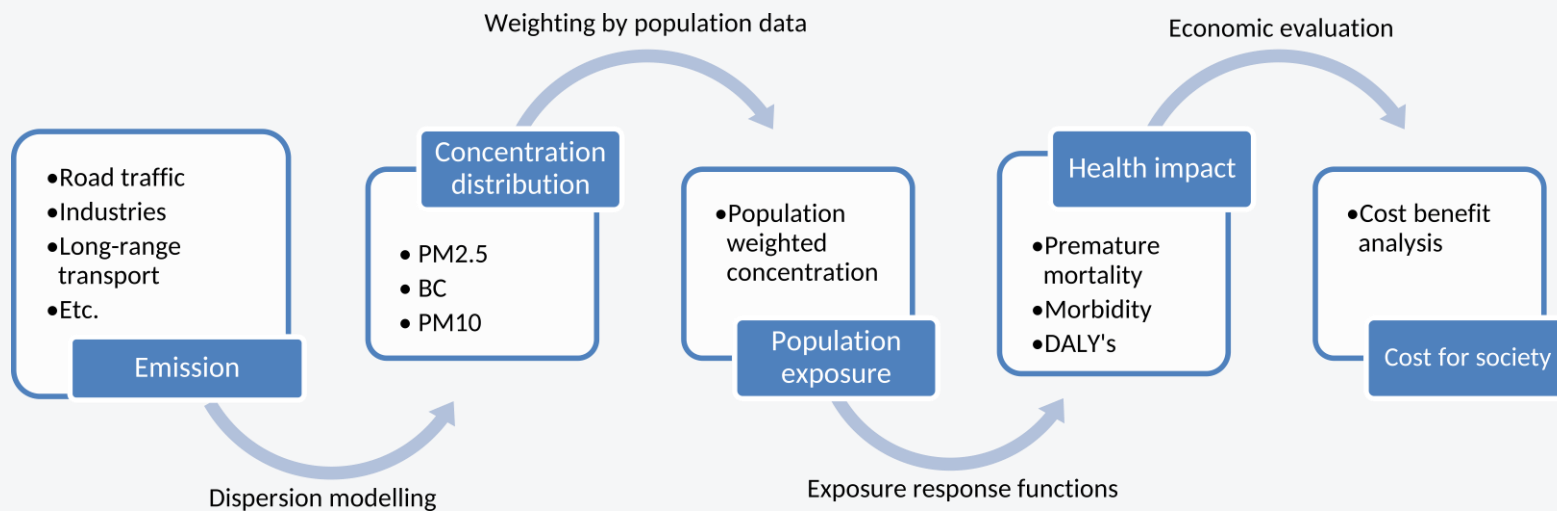


Årsmedelhalter av PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$ och NO_2 över Sverige 2019

Syfte och mål

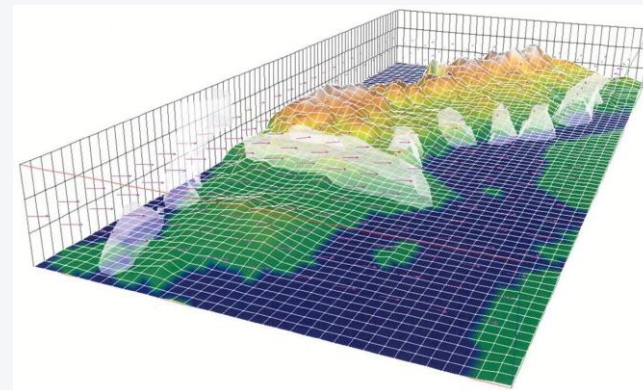
- Att för hela Sverige beräkna:
 - halter av NO₂, PM₁₀ och PM_{2.5}
 - befolkningsexponering
 - hälsoeffekter
- Beräkningarna skall:
 - avse år 2019 och för två scenarier 2030 (referens och alternativ)
 - omfatta källspecifika haltbidrag (för PM och NO_x)
 - så långt som möjligt baseras på officiella utsläppssiffror vilket möjliggör scenarioanalys av olika projektioner och styrmedel
 - använda rumslig upplösning om minst 250x250m och utgöra grund för fortsatt högupplöst nationell spridningsmodellering

Metodik – impact pathway



Modeller på olika skalor

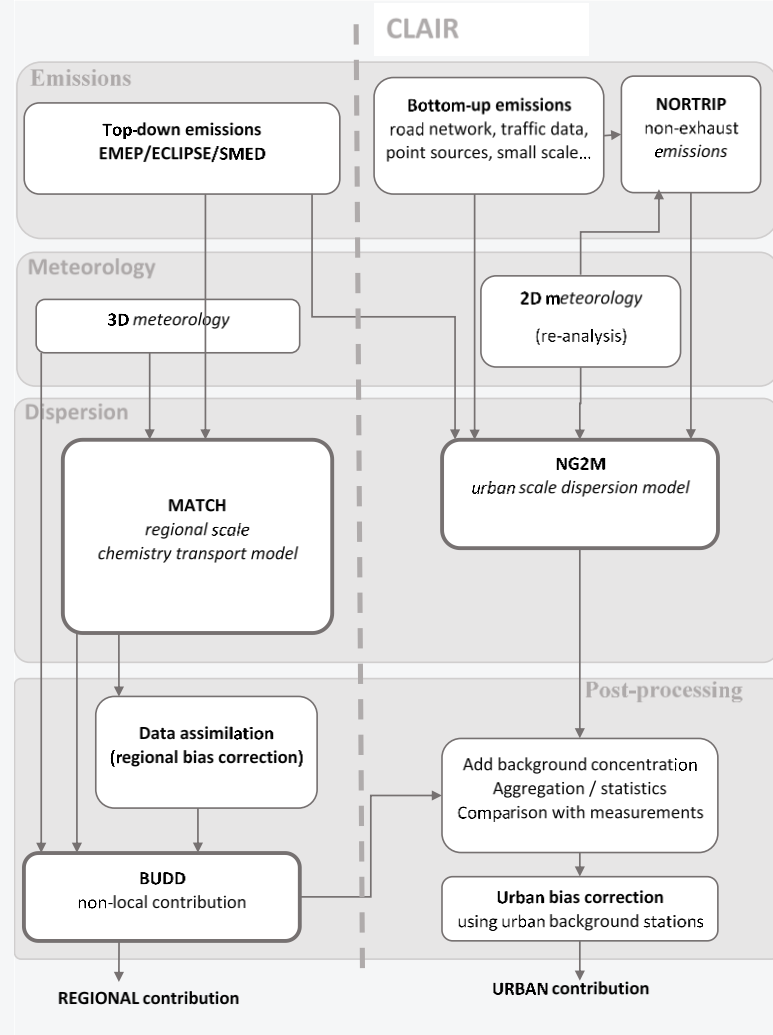
1. **MATCH**, SMHI:s regionalskaliga atmosfärskemiska spridningsmodell
2. **BUDD**: efterbearbetnings av modellerad regional bakgrund för att exkludera haltbidrag från lokala källor.
3. **NG2M**: gaussiska modeller för punkt, area och linjekällor. Ingår i SMHIs modellsystem CLAIR.



MATCH
Multi-scale Atmospheric Transport
and CHemistry

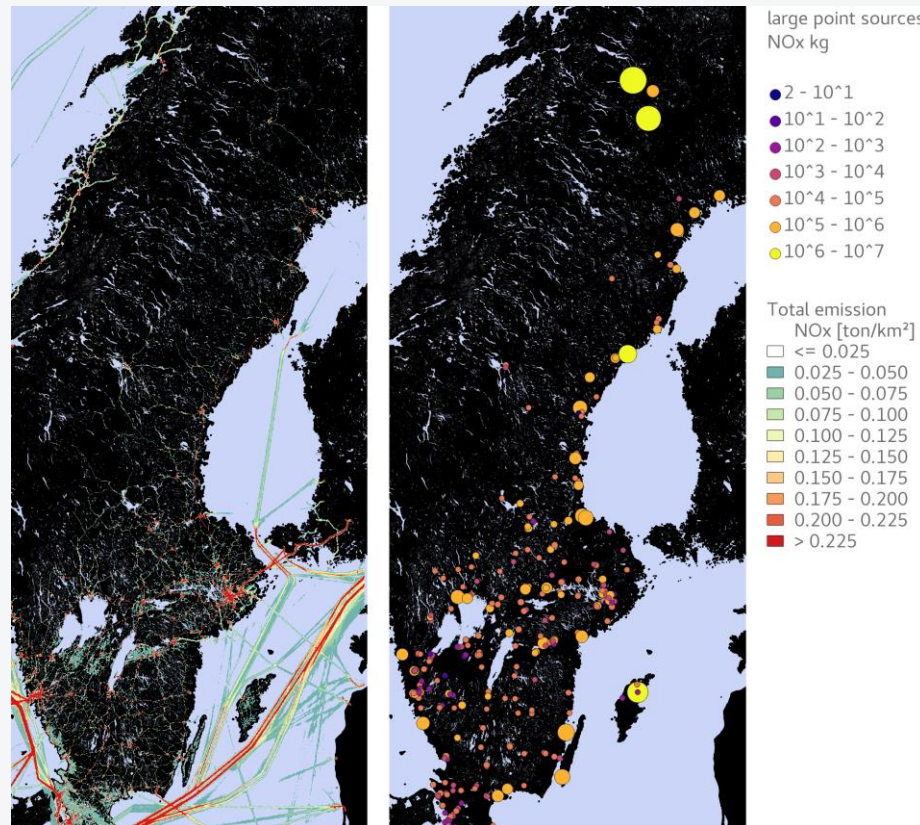
CLAIR

- Fokus på luftmiljö och urbant klimat
- Omfattar
 - automatiserade modellkedjor
 - emissions inventering & beräkning
 - meteorologisk pre-processing
 - spridningsmodeller
 - verktyg för analys och efterbearbetning av resultat
- Påbörjades 2015
- Utvecklat i python med lagring i Postgresql och netCDF



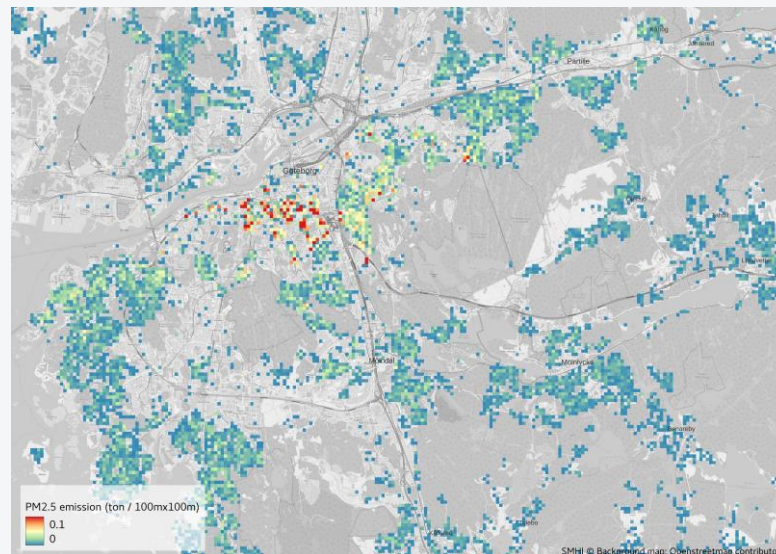
Emissioner

- Griddade emissioner från SMED, 1x1km upplösning
- Mer detaljerade emissioner för:
 - Vedeldning
 - Vägtrafik
 - Sjöfart
 - Punktkällor från miljörapporter



Småskalig uppvärmning

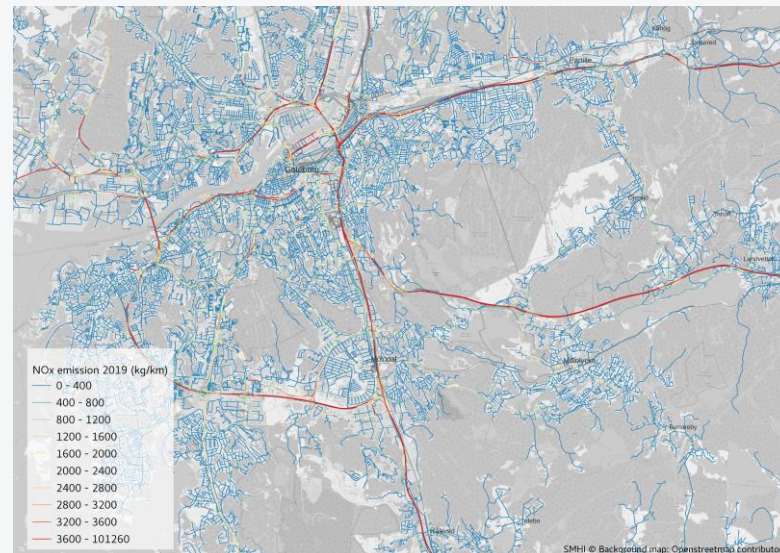
- Sotarregister, enkäter och intervjuer inom vissa områden
- Statistik inom områden med sotardata generaliseras och tillämpas för områden utan sotardata
- Skalning nationellt för konsistens med officiella emissioner



Emissioner av PM2.5 från småskalig uppvärmning för 2019 kring Göteborg, med 100 m upplösning.

Vägtrafik

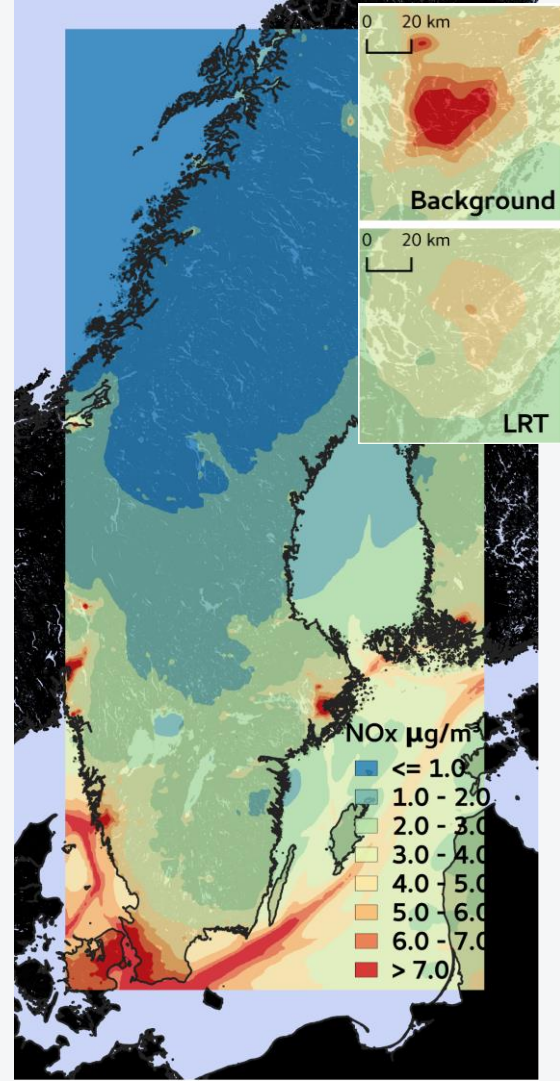
- Flottans sammansättning baserad på trafikverkets statistik
- Trafikflöde och andel tunga fordon bygger på mätningar och modellering av Trafikverket
- Emissionsfaktorer för avgaser från HBEFA 4.1
- Slitagepartiklar och resuspension modelleras med NORTRIP



Vägtrafikemissioner av NO_x för 2019 kring Göteborg.
Emissionerna beskrivs som linjekällor.

Regional bakgrund

- The MATCH (Multi-scale Atmospheric Transport and Chemistry) model
- Kan ta hänsyn till fotokemi, kväve och svavelkemi, aerosoldynamik, samt våt- och torrdeposition
- Biaskorrigering
 - Beräkna korrektion mellan modellerad och uppmätt dygnsmedelhalt vid alla regionala bakgrundsstationer
 - Interpolera korrektion från dygn till timme
 - Extrapolera korrektion över hela landet med Kriging.
- BUDD (Back-trace Upwind Diffuse Downwind), exkluderar bidrag från lokala källor inom ett rullande fönster motsvarande ett lokalskaligt beräkningsområde

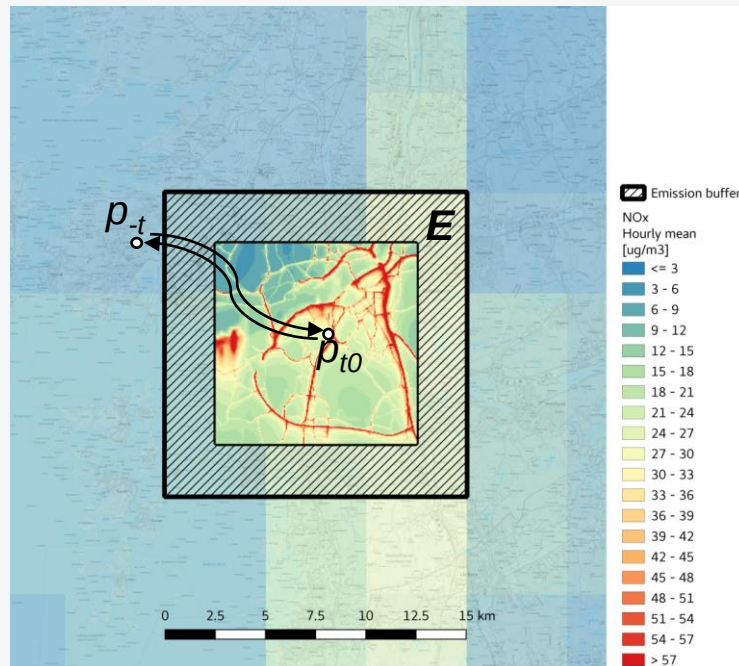


BUDD

- Backtrace Upwind Diffuse Downwind

Utifrån haltfält på minst 2 vertikala nivåer, samt meteorologiska data med 5x5 km² upplösning. För varje grid-cell på marknivå:

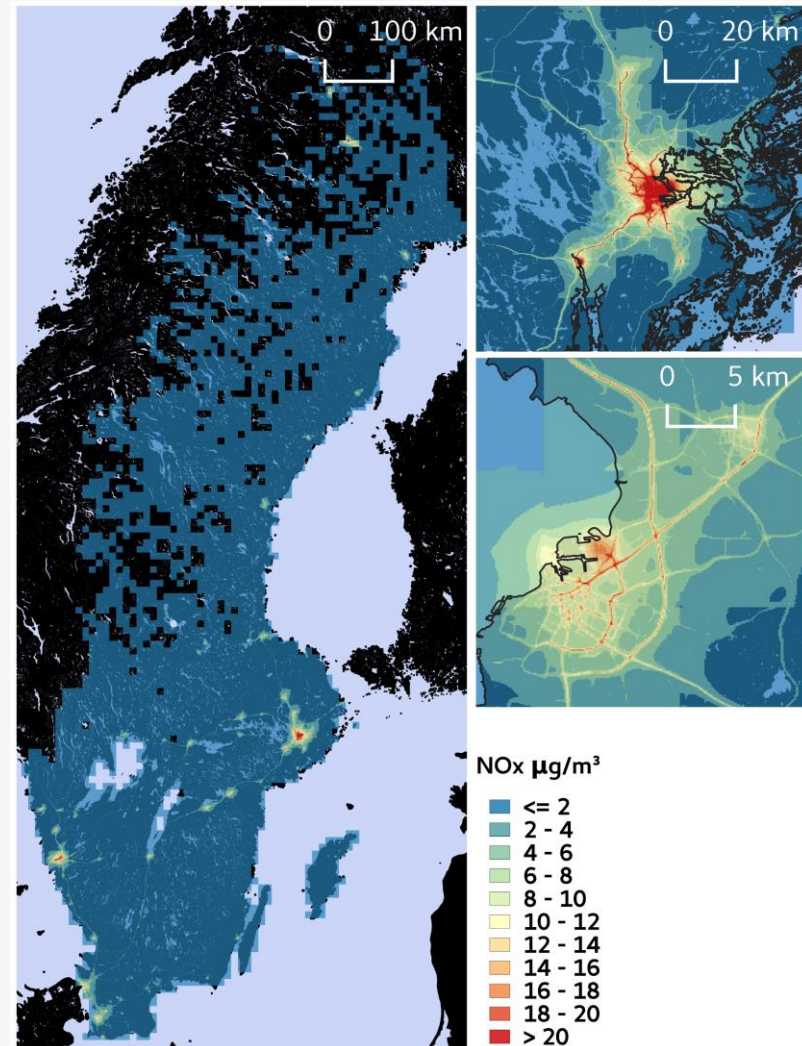
1. Följ en trajektorie bakåt till ytterkanten på emissionsområdet E .
2. Vid p_{-t} , interpolera en vertikal haltprofil upp till blandningshöjd z_i .
3. Beräkna en diffusivitetsprofil från mark till blandninghöjd (beror på vindhastighet och atmosfärisk stabilitet)
4. Låt haltprofilen följa trajektorien framåt, tillbaks till utgångspunkten, under inverkan av diffusion vertikalt.

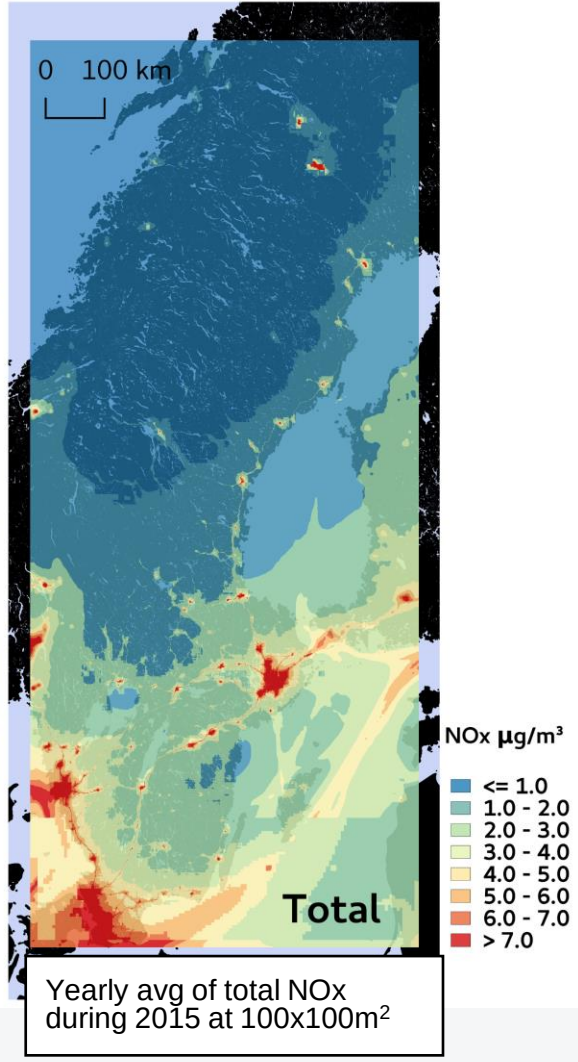
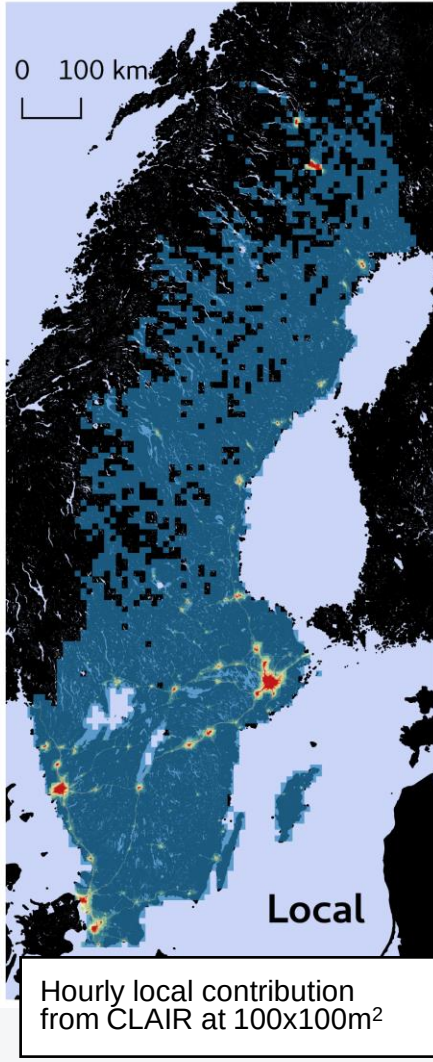
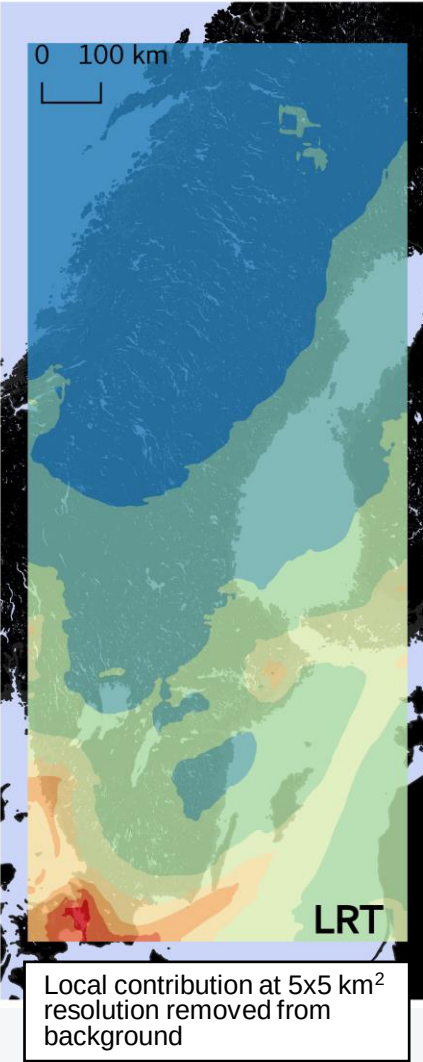
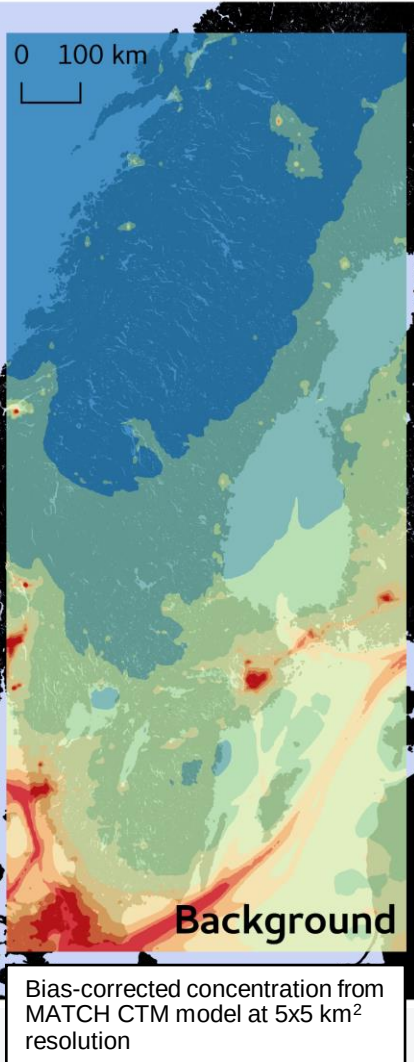


Lokalt haltbidrag

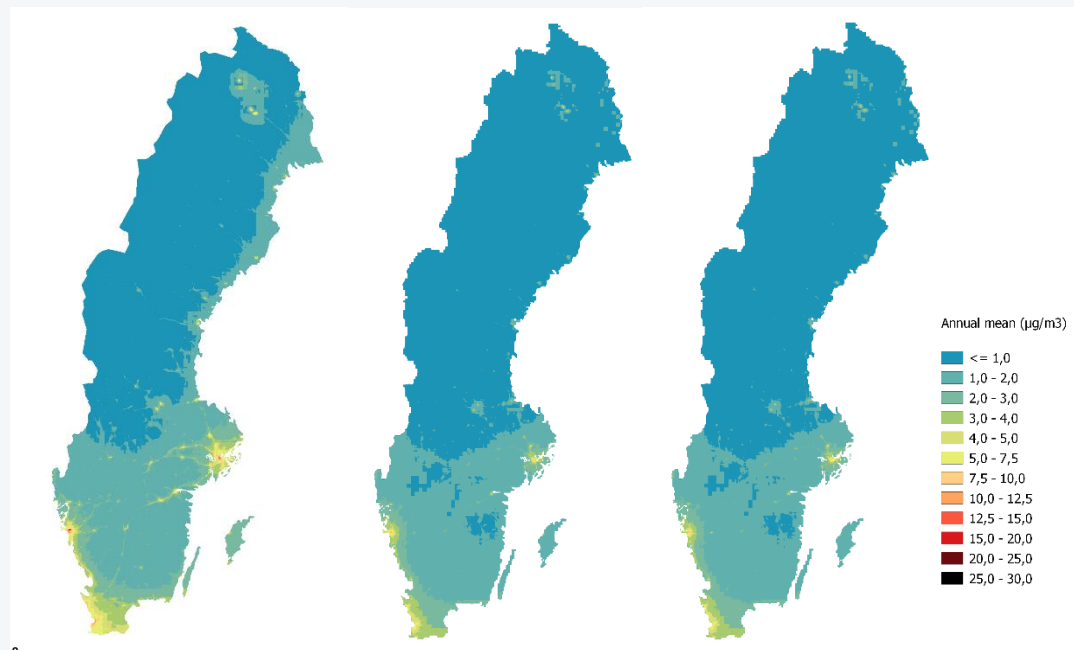
- Gaussiska modeller från CLAIR för punkt, area och linjekällor, giltiga inom ca 20-30 km från källan
- Nationell domän delas upp i lokala modellområden á 10x10 km²
- Utsläppskällor inkluderas inom ett område om 15 km
- Separata beräkningar för olika urbana haltbidrag

1. CLAIR, air quality modelling system used as basis for the national air quality modelling system SIMAIR

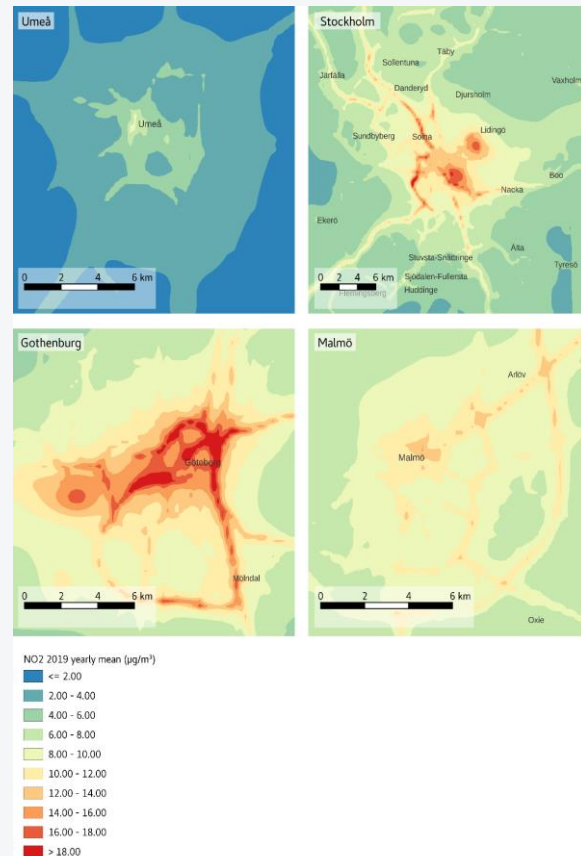




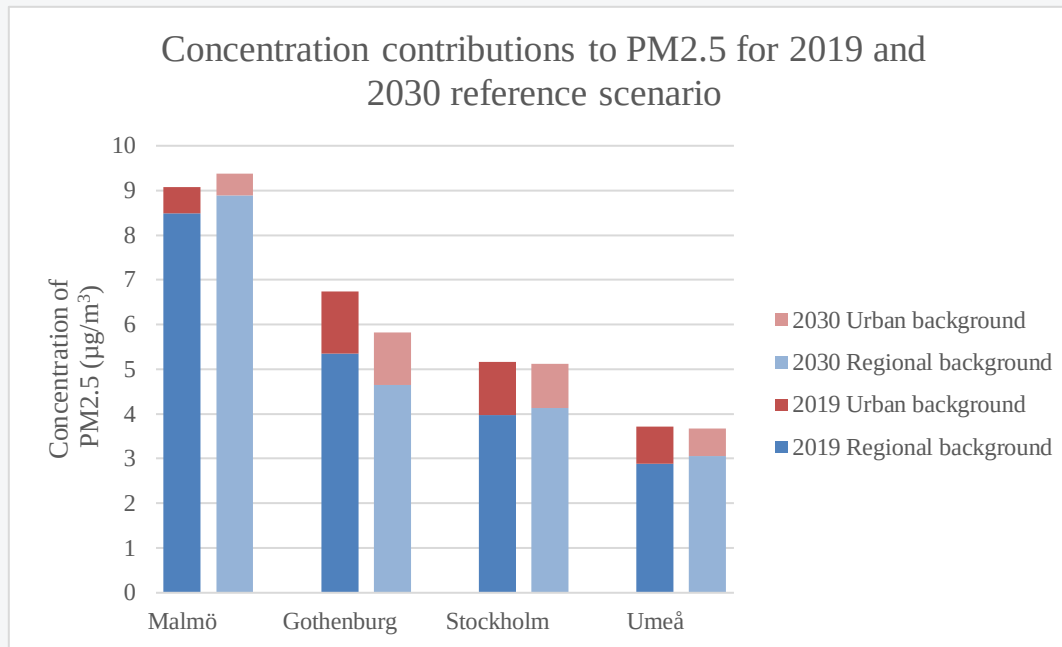
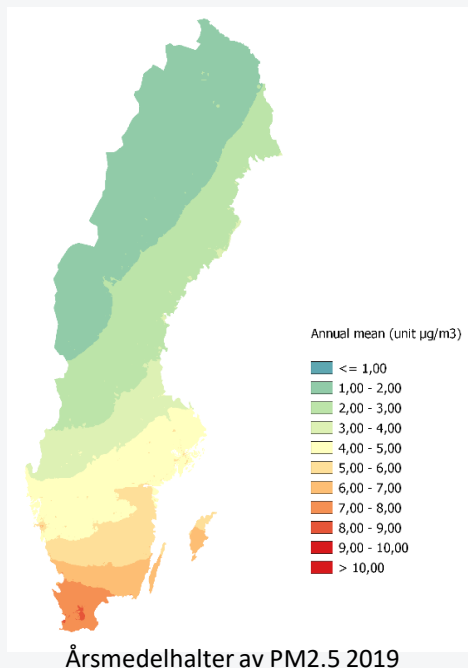
Resultat NO₂-halter



Årsmedelhalter av NO₂ för 2019 (vänster) och 2030, referensscenariot (mitten) och alternativscenariot (höger) på 250 m upplösning.



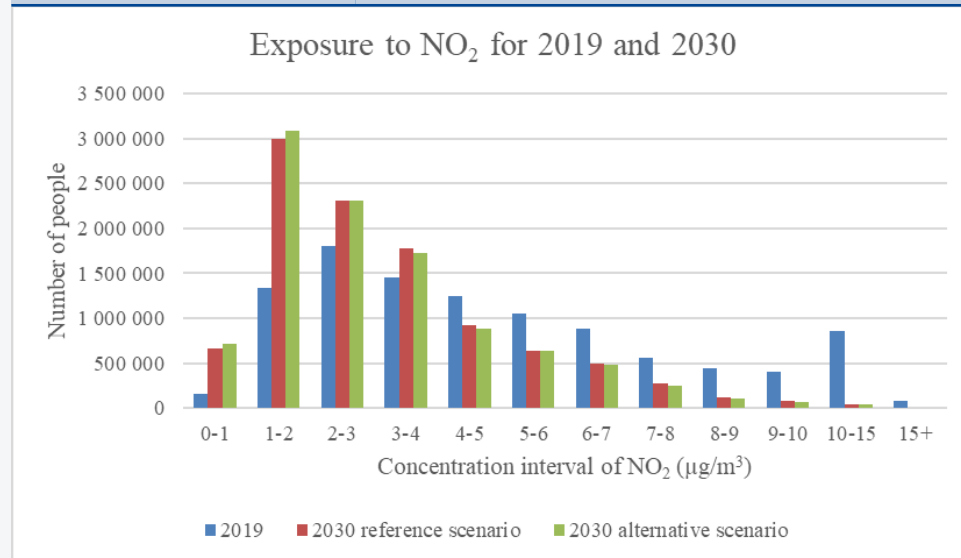
Resultat PM2.5-halter



Resultat exponering NO₂

- Avser utomhusluft vid bostadsadress
- Förhöjda halter i gaturum eller vid andra mycket lokala hotspots inkluderas inte
- Samma befolkning 2019 och 2030
- Uppdelning i åldersintervall

Year/scenario	2019 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2030 ref ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2030 alt ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Total mean exposure	5.08	3.10	3.03
- urban sources	2.52	1.25	1.21
- regional background	2.56	1.85	1.82

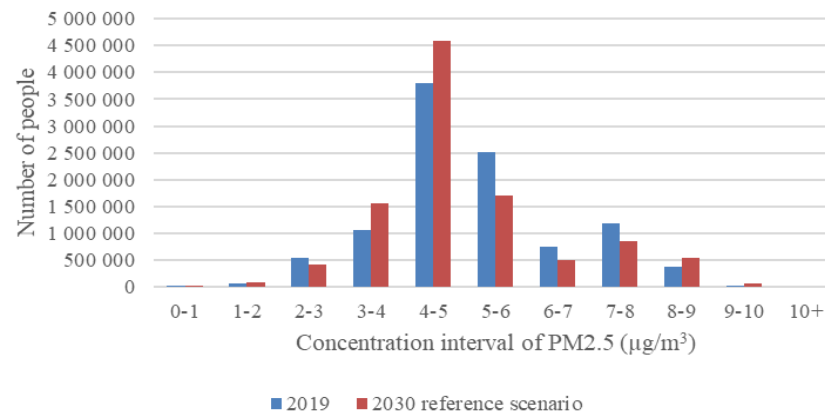


Resultat exponering PM

- Källspecifik exponering för PM från urbana källor

Mean exposure	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Total	9.95	5.21
- urban small-scale residential heating	0.18	0.18
- urban shipping	0.03	0.03
- urban road traffic (exhaust)	0.04	0.03
- urban road traffic (non-exhaust)	0.58	0.05
- other urban sources	0.15	0.11
- regional background	8.97	4.80

Exposure to PM2.5 for 2019 and 2030



Hälsokonsekvensberäkningar

- Health Impact Assessment (HIA) avseende luftföroreningar görs för olika nivåer (WHO/GBD – lokal åtgärd)
- HIA baseras på exponerings-responssamband (ERF), exponeringsnivå/förändring, grundförekomst (baseline) i populationen
- Osäkerheten i HIA hänförs till ERF, exponering respektive baseline
- Osäkerhet kring ERF avser bl.a. riskökning per haltökning (slope), haltoberoende (linjäritet), tröskel för effekt, kausalitet
- Problem med exponeringsdata avser bl.a. systematiska fel (bias), geografisk upplösning som ej matchar med ERF
- I fokus står oftast långtidseffekter på mortalitet

Beräkningar avseende mortalitet

- Lokalt PM2.5 och mortalitet: 26% per 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Lokalt NO2: 2% per 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Regionalt PM2.5 och mortalitet: 8%, ingen tröskel

Tillskrivna dödsfall 2019 års exponering utan tröskel (per år)

Type of exposure	Estimate	95% LCL	95% UCL
Regional background PM2.5	3296	2408	3566
Urban small-scale residential heating PM2.5	433	318	457
Urban shipping PM2.5	80	59	85
Urban traffic exhaust PM2.5	79	58	84
Urban traffic non-exhaust PM2.5	122	89	128
Other urban sources PM2.5	254	187	268
Urban sources NO2	428	213	841
Total (urban sources)	4692 (1396)		

Alternativa antaganden:
RR 8% per 10 µg/m³ bara > 5:
417 (95% CI 304 – 451)

ELAPSE RR < 12, men bara > 5:
3542 (95% CI 1384 – 4204)

Tillskrivna nya fall 2019 års exponering för PM2.5 över AQG (= 5) (per år)

Health outcome	Estimate	95% LCL	95% UCL
Myocardial infarction >30 yrs	115	10	216
Stroke >30 yrs	433	78	653
Lung cancer > 30 yrs	46	16	75
Dementia >50 yrs	218	78	324
Diabetes >15 yrs	512	196	745
COPD > 50 yrs	71	44	87
Childhood asthma < 20 yrs	193	56	281
Preterm birth	104	34	152

Utan tröskel på 5 blir det 4 ggr fler

Slutsatser

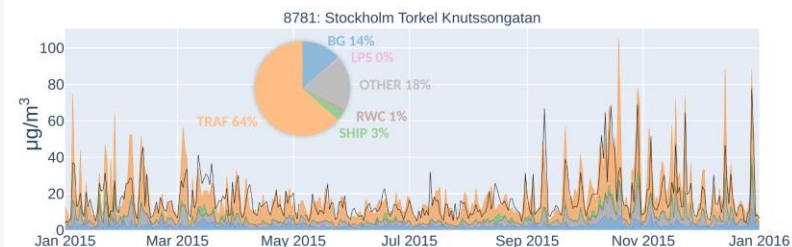
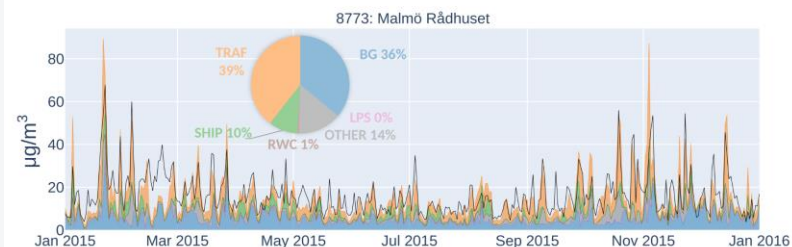
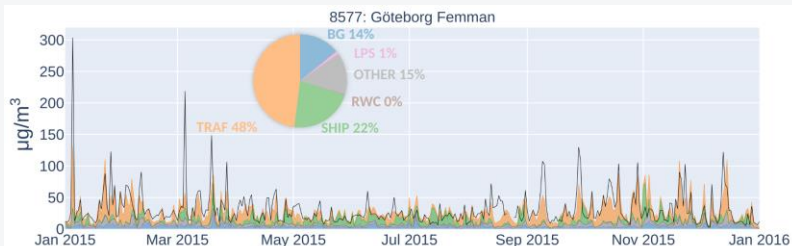
- Ett unikt komplett och detaljerat nationellt dataset för halter och exponering har framtagits utifrån officiella emissionsinventeringar
- Resultatet utgör en grund för pågående arbete med nationell modellering
- Andel av befolkningen som exponeras över tröskelvärden

Tröskel	2019	2030
Miljömål NO2 (20 µg/m3)	0.1%	0%
Miljömål / WHO, PM10 (15 µg/m3)	1.4%	2.3%
WHO, NO2 (10 µg/m3)	9%	0.4%
WHO, PM2.5 (5 µg/m3)	47%	35%

- Lägre exponering och antal tillskrivna fall 2019 än i IVLs rapport
- Europeiska beräkningar med en gemensam RR antar lägre aktuell effekt på mortalitet

Modellutvärdering, NO_x

Källspecifika haltbidrag NO_x vid urbana bakgrundsstationer, år 2015



Mätningar (av NO_x eller NO₂ omräknat med regressionsformel) vs modellerade halter vid urbana bakgrundsstationer, dygnsmedelhalt NO_x, 1990-2015

