

NILU-ACTION

lærerworkshop

12.1.2021

Sonja Grossberndt, sg@nilu.no

NILU-Norsk institutt for luftforskning

Innhold

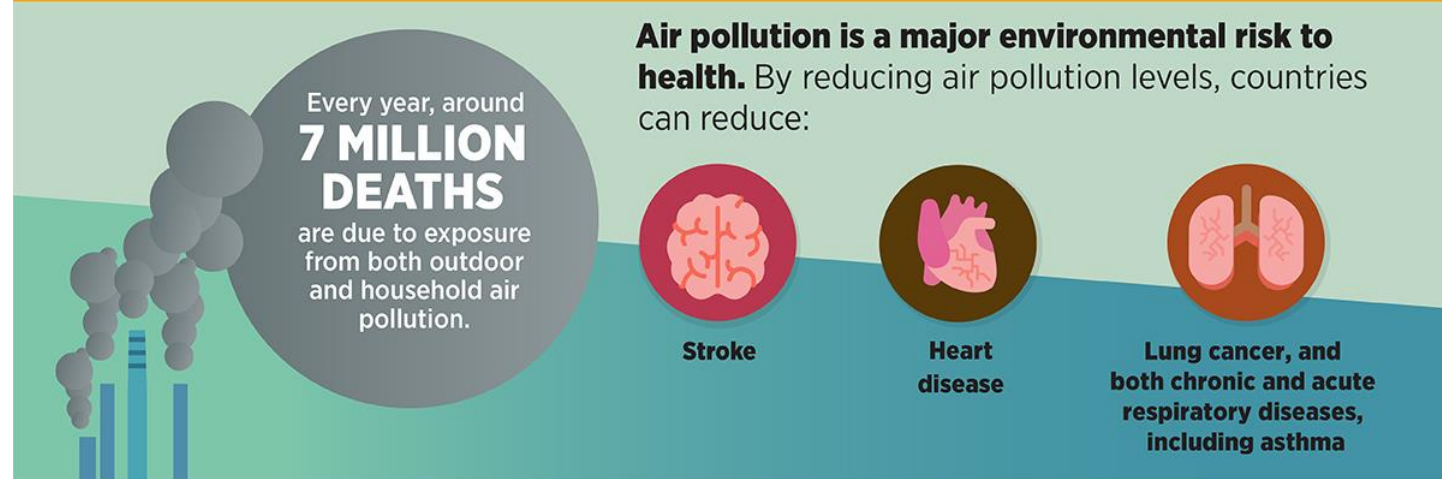
- Luftkvalitet og luftforurensning
- Helseeffekter
- Forurensningskilder og hvordan luftkvaliteten påvirkes
- Luftkvalitet og klima
- Hva sier loven?
- Måling og overvåkning av luftkvalitet
- Bruk av mikrosensorer og data

Luften vi puster

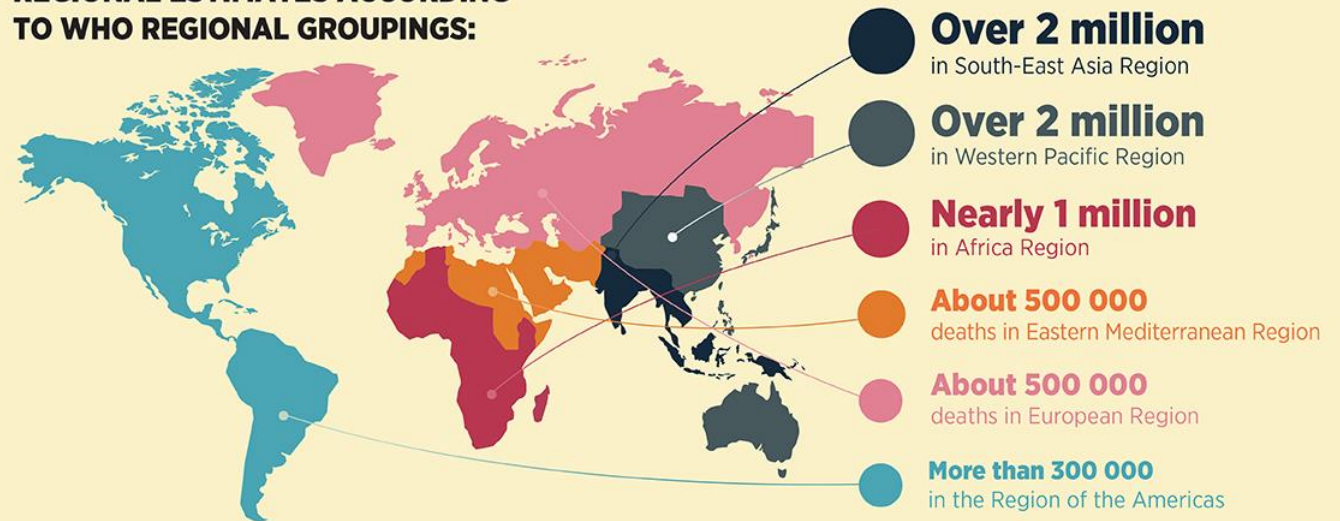
Vi puster ca. 10.000 liter luft/døgn → stor betydning for vår helse

Luftforurensning har den største andel sykdomsbyrde fra miljøet, både globalt og i Europa
(Lim et al., 2012; WHO, 2014a)

AIR POLLUTION – THE SILENT KILLER



REGIONAL ESTIMATES ACCORDING TO WHO REGIONAL GROUPINGS:

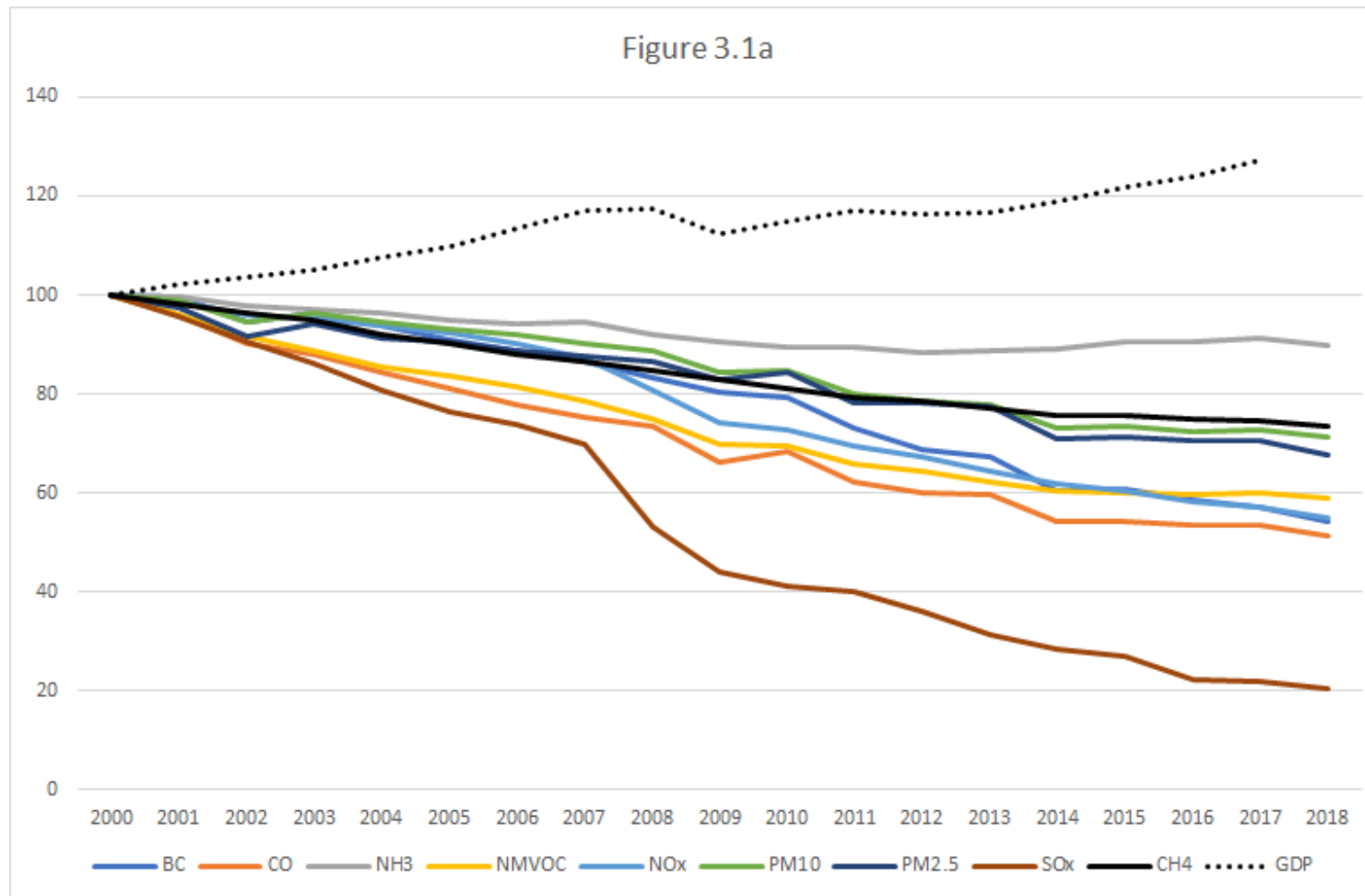


CLEAN AIR FOR HEALTH

#AirPollution



Luftkvalitet i Europa 2000-2018



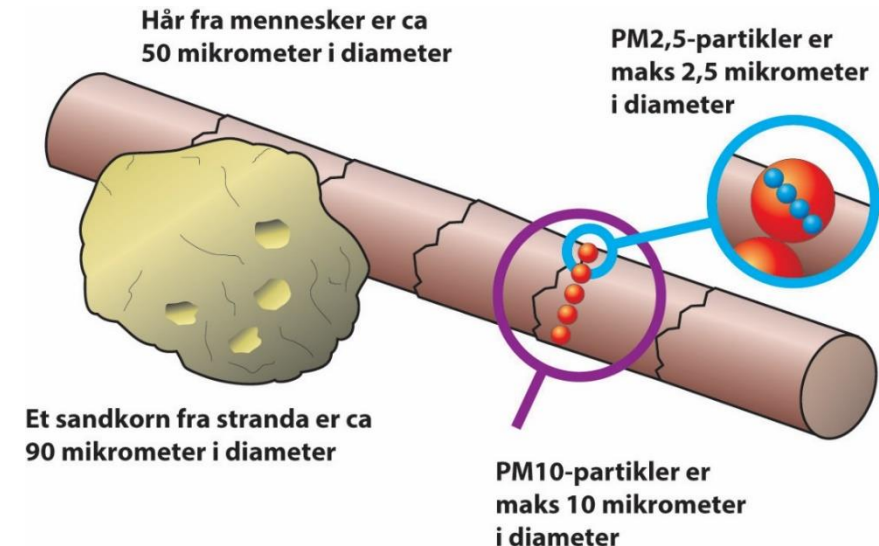
Kilde: EEA, 2020

Utvikling i EU-28 emisjoner, 2000-2018 (% av 2000 nivåer)

Luftforurensning

- Luftforurensning er en kompleks blanding av partikler og gasser
- Viktigste lokale luftforurensningskomponenter:
 - Svevestøv (PM_{10} , $PM_{2,5}$)
 - Nitrogenoksider ($NO_x = NO + NO_2$)

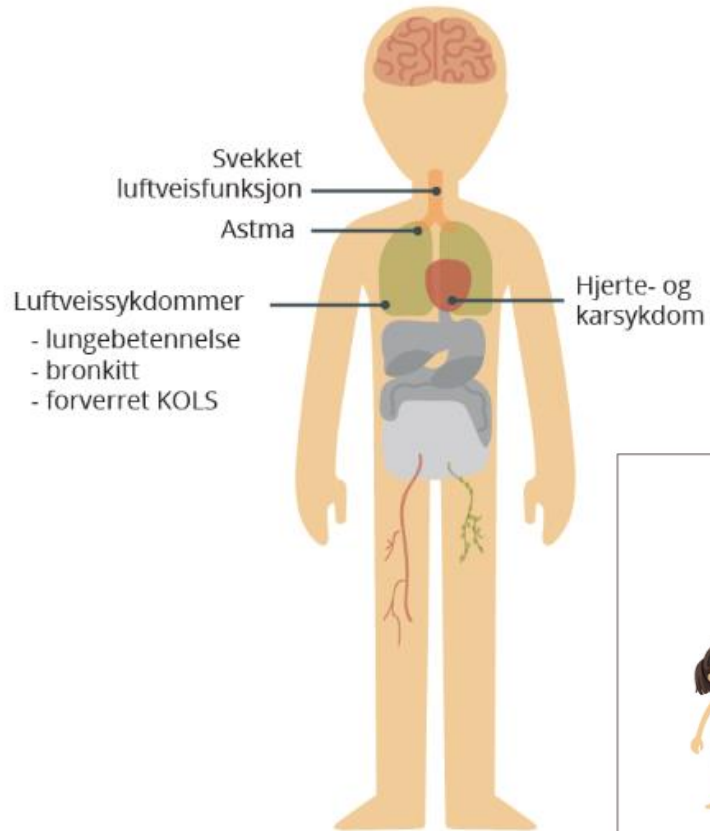
Luftforurensning er helseskadelig



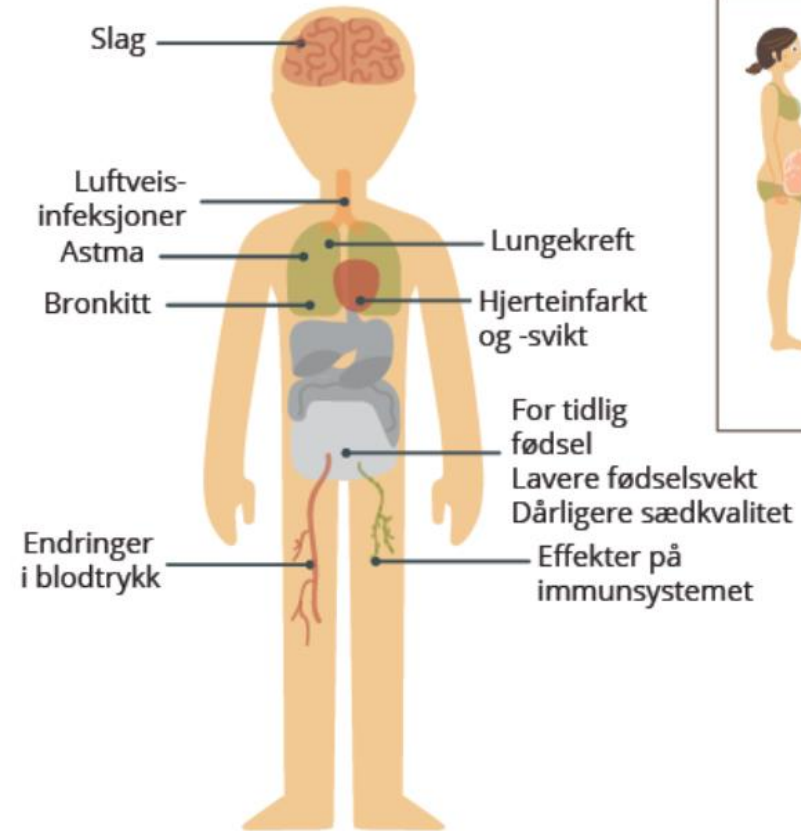
Bilde: NILU

Helseeffekter av luftforurensning

NO₂



Svevestøv



Viktigste forurensningskilder i Norge



Bilde: NILU



Bilde: NILU



Bilde: NILU



Bilde: Colourbox

Veitrafikk

Industri

Vedfyring

Skipstrafikk

Partikler (svevestøv)	Nitrogenoksider
PM ₁₀ , PM _{2.5} Ultrafine partikler	NO _x = NO + NO ₂ NO = nitrogenmonoksid NO ₂ = nitrogendioksid
Trafikk, veislitasje, fyring, byggearbeid, industri	Utslipp fra dieselskjøretøy er hovedkilde
Flere kilder – flere muligheter å redusere utslipp	Mindre trafikk og/eller lavutslippskjøretøy

A vibrant rainbow arches across a dark, stormy sky. Below the rainbow, a line of green trees, including several tall evergreens, is visible. The scene is captured from a low angle, looking up at the sky and trees.

Mange faktorer kan påvirke lokal luftkvalitet

Luftforurensning kan komme langveis fra

Luftkvalitet.info

FORSIDEN | BEDRE BYLUFT FORUM | RAPPORTER | RELEVANTE LENKER | OM NETTSTEDET | MODLUFT | KONTAKT

LUFTKVALITETEN NÅ

Målt luftkvalitet

Bergen	■ Høy	Bodo	■ Lite	Brumunddal	■ Høy
Bærum	■ Høy	Drammen	■ Høy	Elverum	■ Høy
Fredrikstad	■ Moderat	Gjøvik	■ Lite	Grenland	■ Høy
Hamar	■ Moderat	Harstad	■ Lite	Kristiansand	■ Høy
Lillehammer	■ Lite	Lillesand	■ Lite	Lillestrøm	■ Høy
Lørenskog	■ Moderat	Mo i Rana	■ Lite	Moss	■ Moderat
Narvik	■ Lite	Oslo	■ Høy	Stavanger	■ Lite
Sør-Varanger	■ Lite	Tromsø	■ Lite	Trondheim	■ Lite
Tønsberg	■ Høy	Ålesund	■ Lite		

Forurensningsnivå

Forurensningsnivåene er vist ved hjelp av fargekoder (forurensningsklasser).

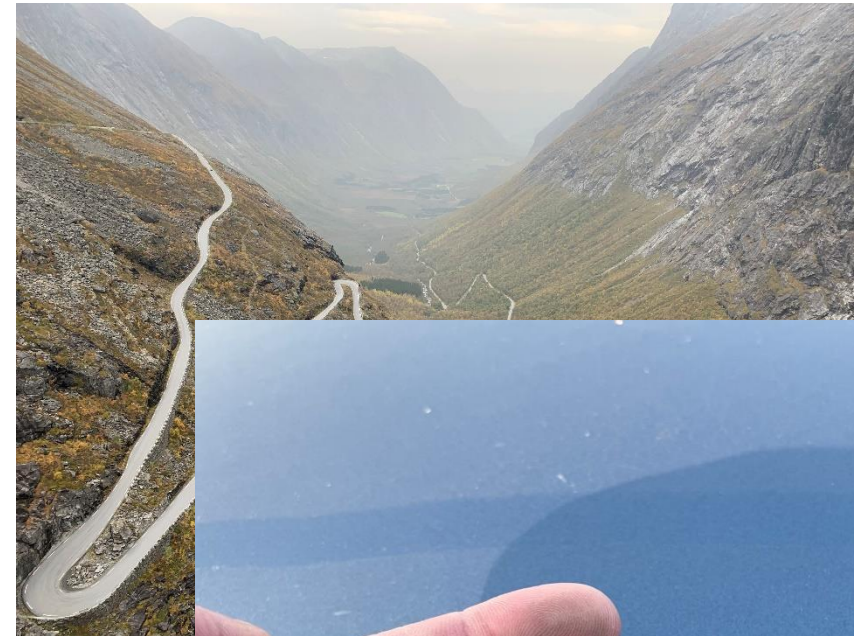
Luftforurensning

- Svært høy
- Høy
- Moderat
- Lite
- Ingen data

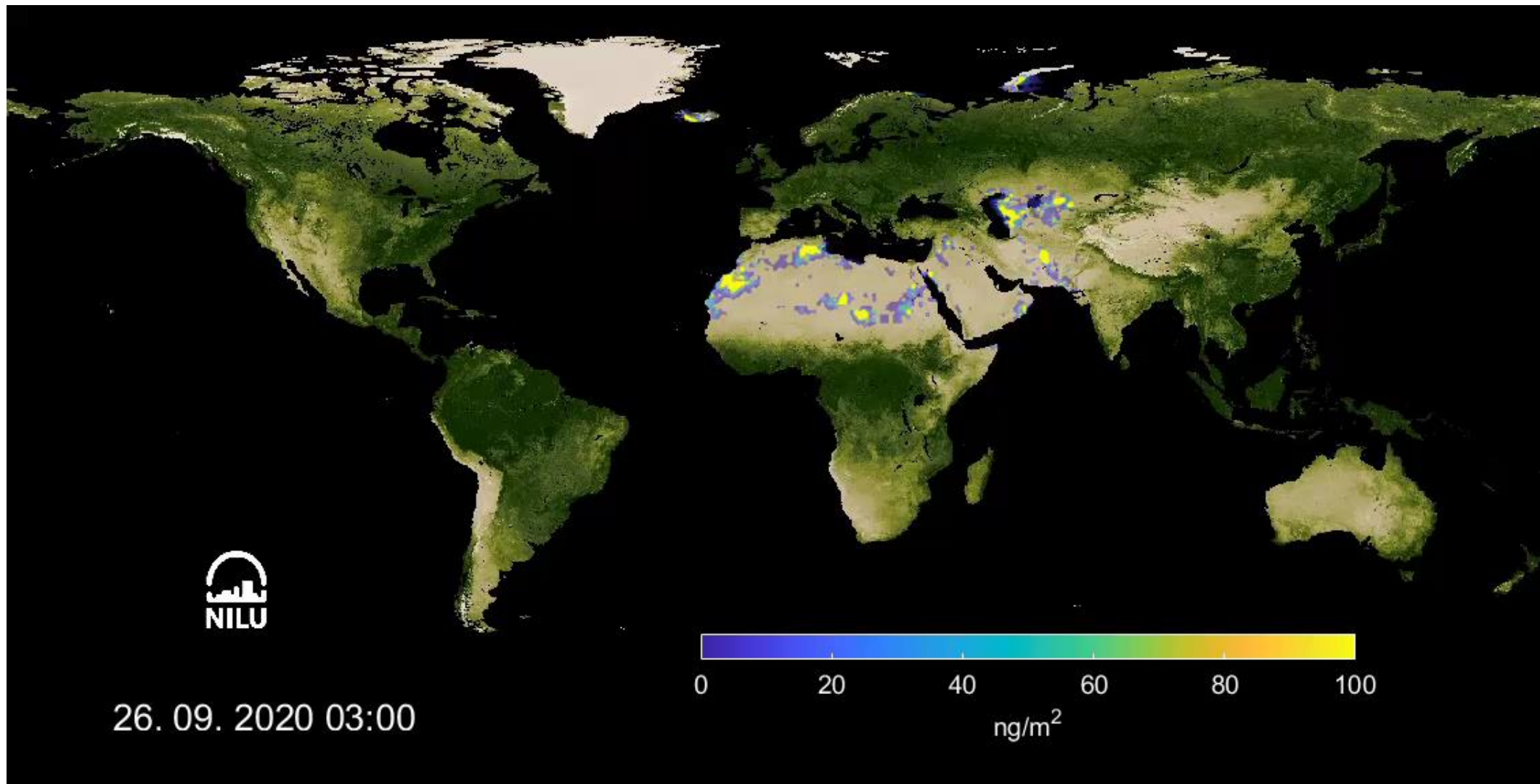
Lær mer om hva de ulike forurensningsklasserne betyr og hvilke betydning forurensningsnivået har for din helse [her](#)

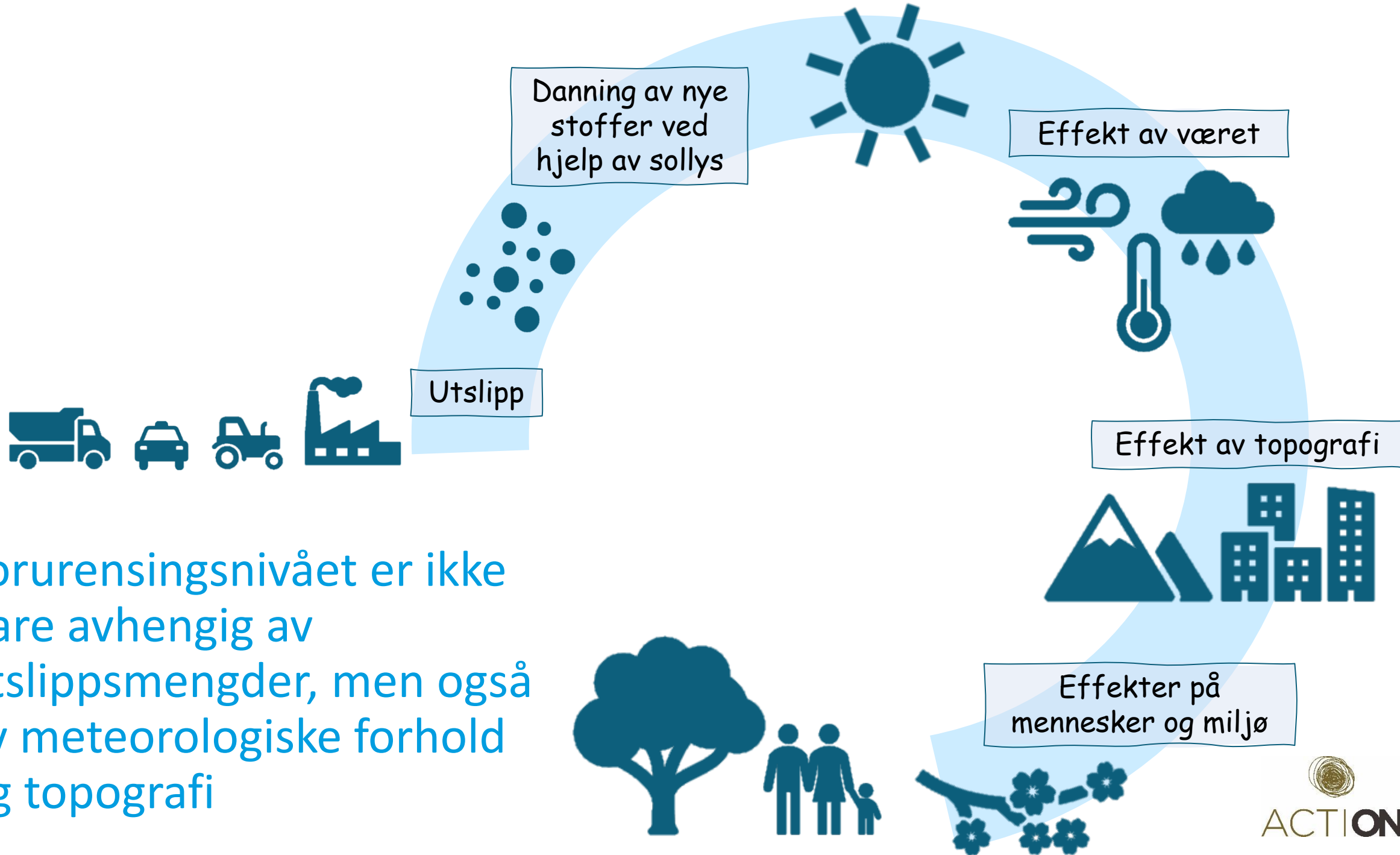
Alle målinger på luftkvalitet vises i vintertid. For å få riktig tid, legg til en time.

Det er også overvåkning av luftforurensning utenfor byene. For å se alle målestasjonene i Norge gå til [Luftforurensning på kart](#)



2. oktober 2020 lyser det rødt....





Forurensingsnivået er ikke bare avhengig av utslippsmengder, men også av meteorologiske forhold og topografi

Luftforurensning pga inversjon



Bilde: NILU

Luftforurensning pga inversjon



1. Om vinteren står sola lavt på himmelen og sender mindre varme til jordens overflate

2. Varm luft høyt oppe fungerer som et lokk, og holder kald luft nede på bakken.

4. Fjell kan øke effekten av inversjonen

3. Utslipp fra vedfyring og trafikk kan holdes nede av inversjonen.

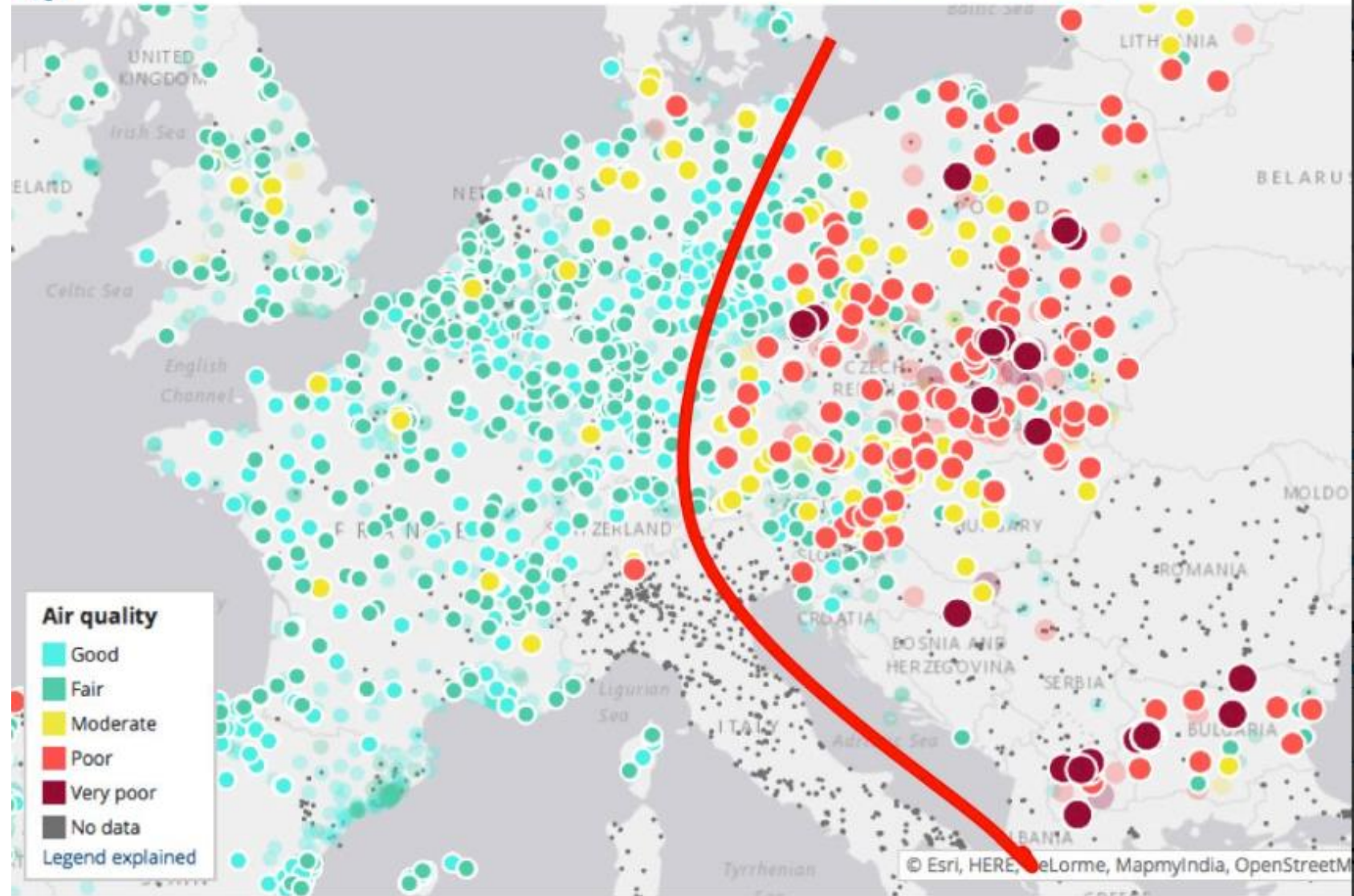


Luftkvalitet i Europa



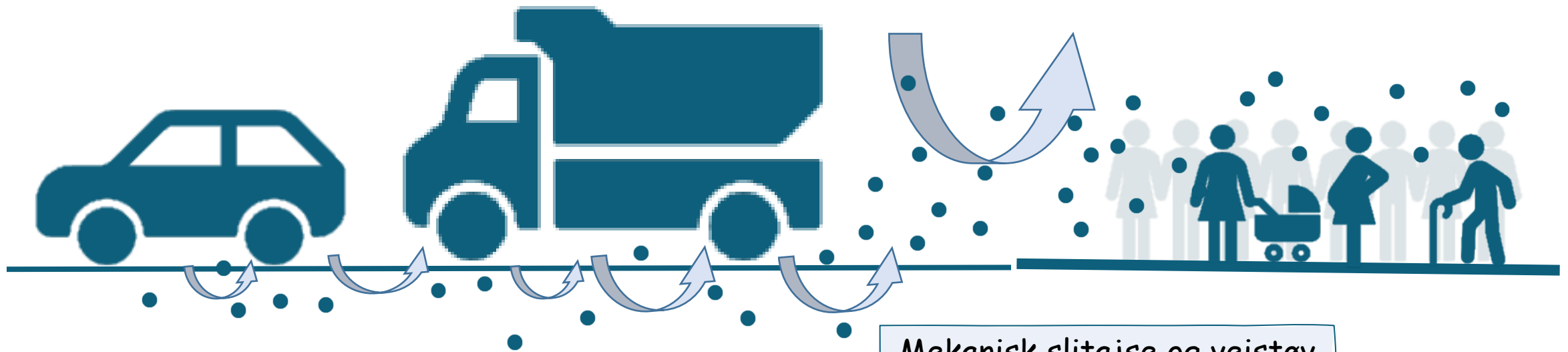
European Air Quality Index

The European Air Quality Divide



Luftforurensning er også verst om våren

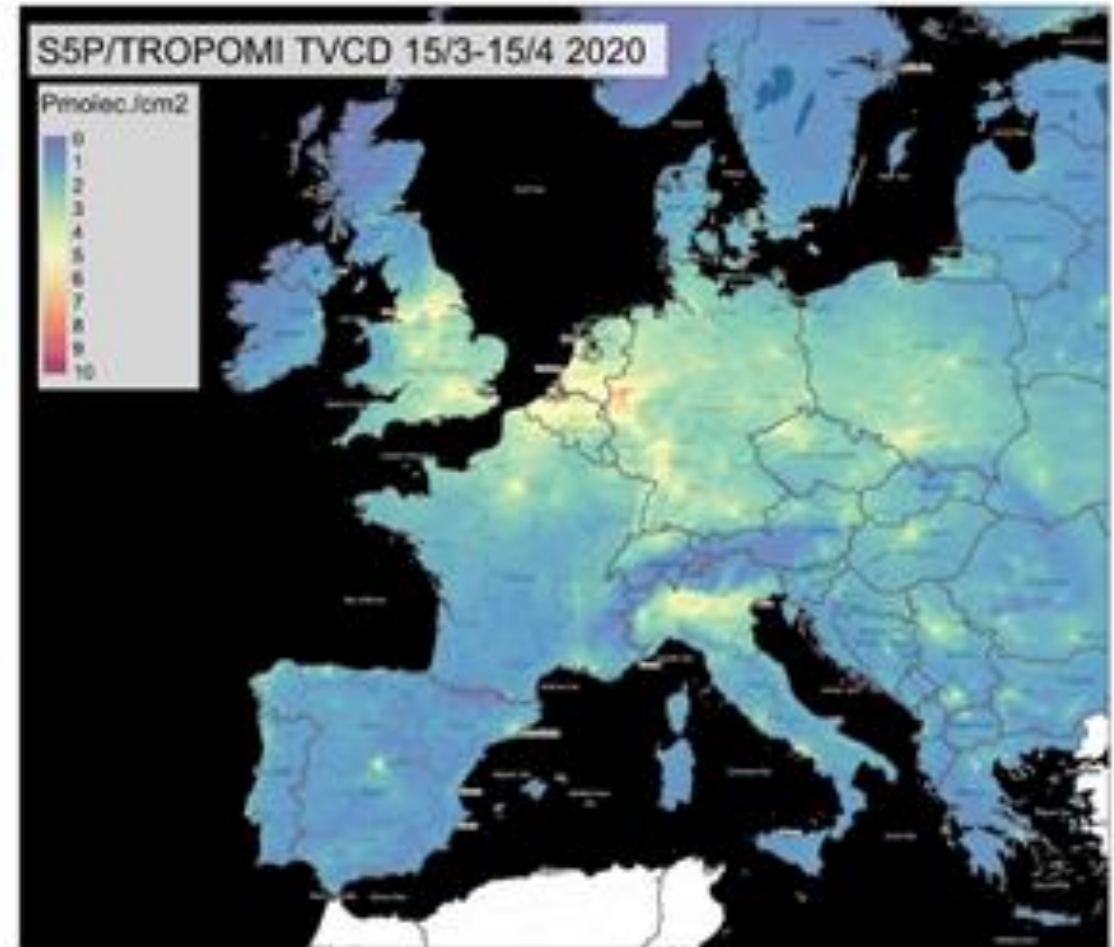
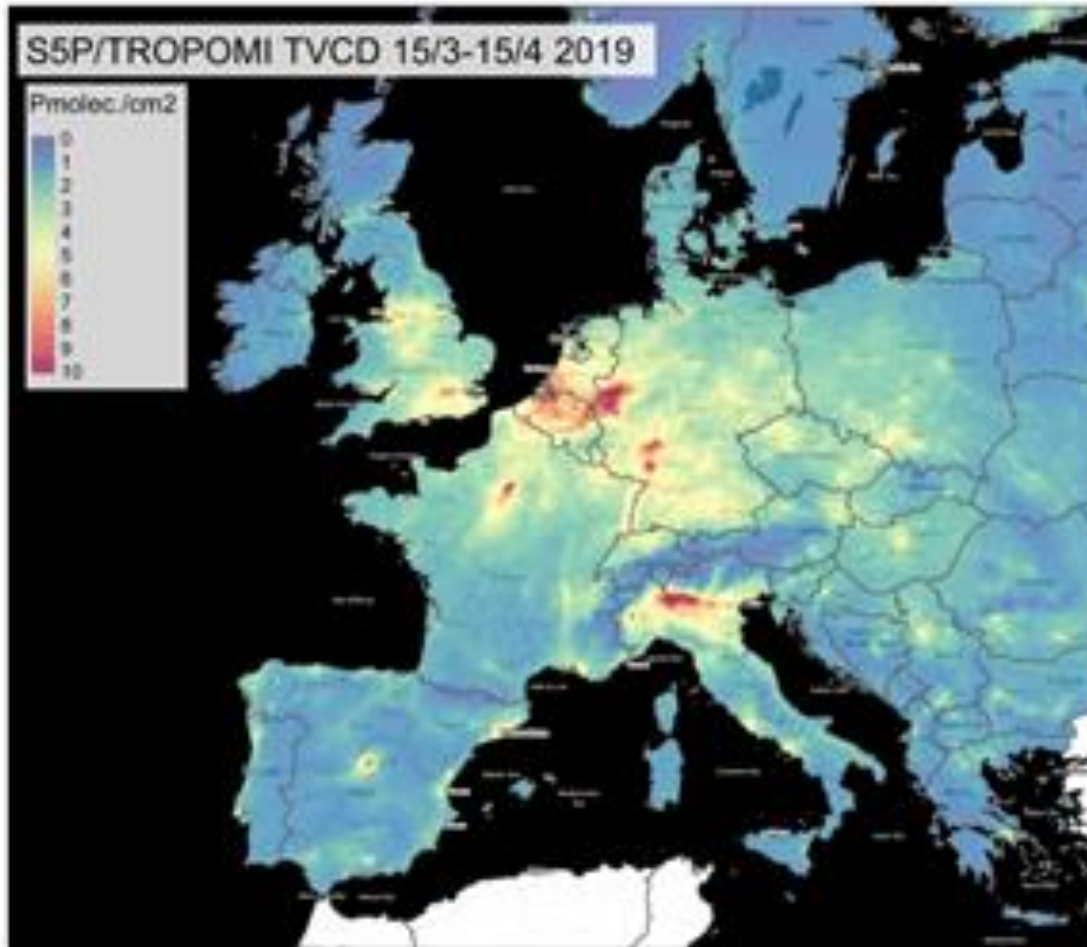
Oppvirvling av svevestøv gjennom vind og trafikk fører til forhøyde mengder av svevestøv i luften vi puster



Partikler fra ising og salting fra vinteren slippes fri etter at snø og is har smeltet om våren

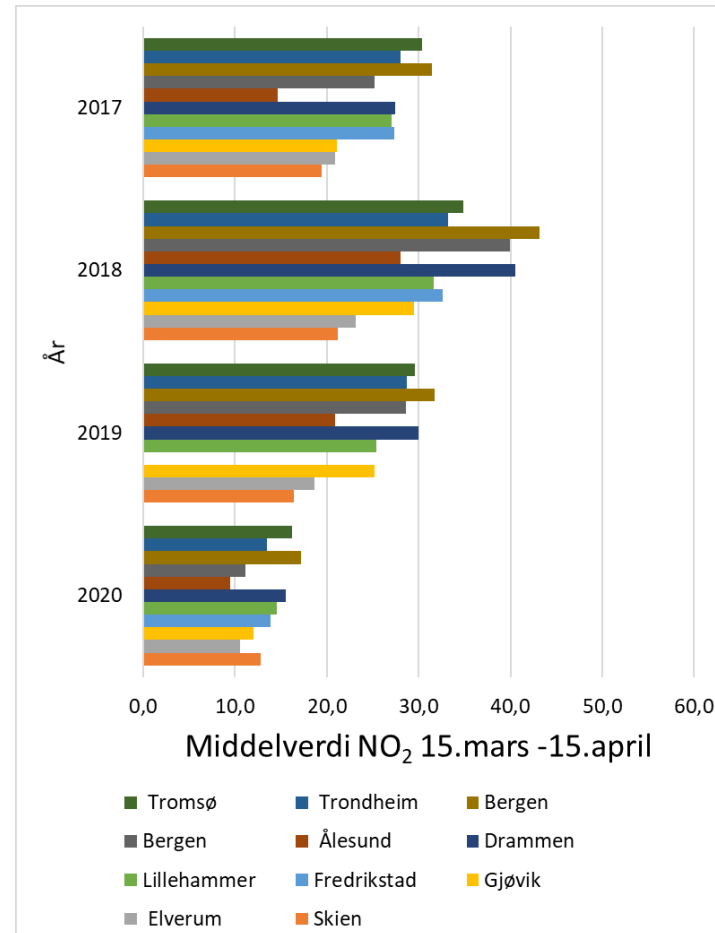
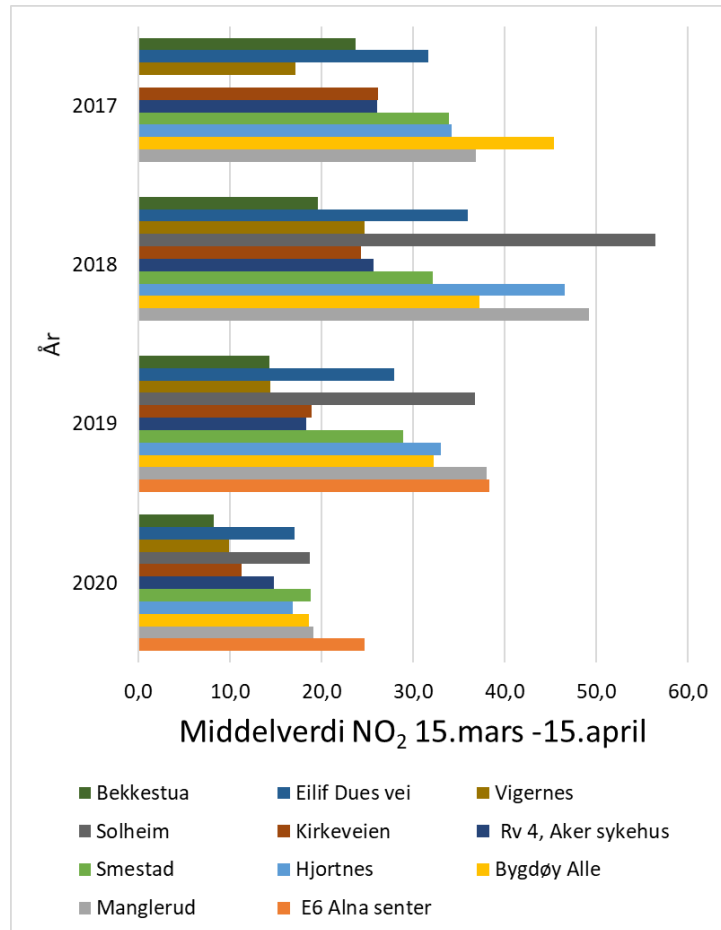
Mekanisk slitajse og veistøv forårsaker også svevestøv

Covid-19



Kilde: EEA, 2020

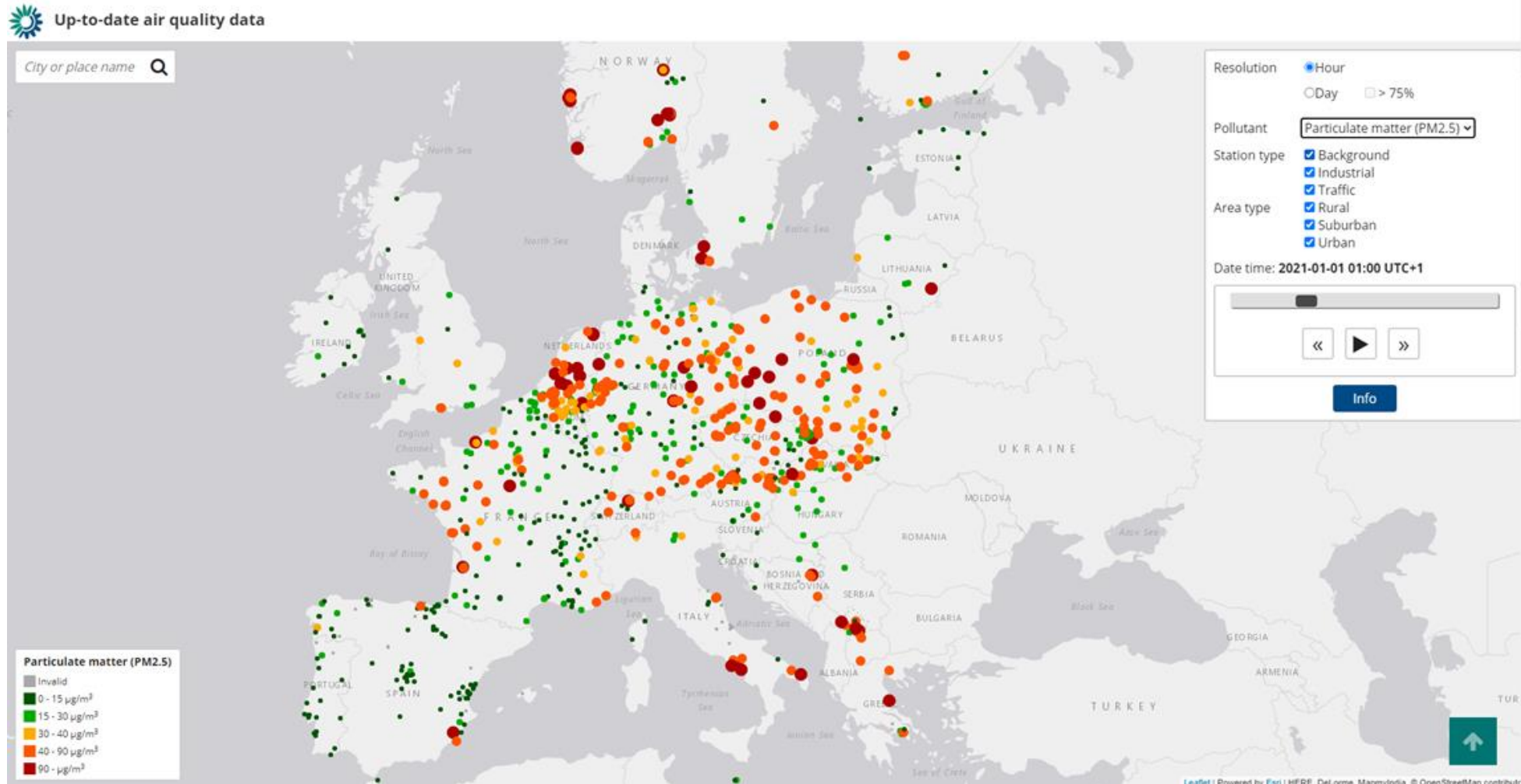
Kan vi se effekt av covid-19 på luftkvalitet i Norge?



- Middelverdien av NO₂ for perioden vist er ca. 50% lavere enn gj. snitt for tre foregående årene
- Skyldes flere årsaker:
 - Lavere utslipp som følge av Covid-19 tiltakene
 - Meteorologiske forhold
 - Utslippene er på vei ned som følge av renere kjøretøypark
- Må ta hensyn til alle forhold for å si hvor mye Covid-19 har påvirket NO₂-nivåene

Kilde: NILU

Nyttårsaftnen i Europa



Kilde: EEA; [lenke](#)

Nyttårsaftenen i Oslo



Kilde: EEA; [lenke](#)

Luftkvalitet og klima



Bilde: NILU



Bilde: NILU



Bilde: Colourbox



Bilde: NILU

Nitrogenoksider

Svevestøv

Sot

...

CO₂, CH₄, N₂O

...

Nitrogenoksider

Svevestøv

Sot

...

CO₂, CH₄, N₂O

...

Nitrogenoksider

Svevestøv

Tungmetaller

...

CO₂, CH₄, N₂O

...

Luftforurensning

Klimagasser



Det kreves nye teknologier og alternative drivstoffer. Men disse kan danne nye forbindelser som ikke er kjent per i dag og der man ikke vet hvor skadelige de er.



Også svevestøv (PM_{2.5}) har effekter på klima

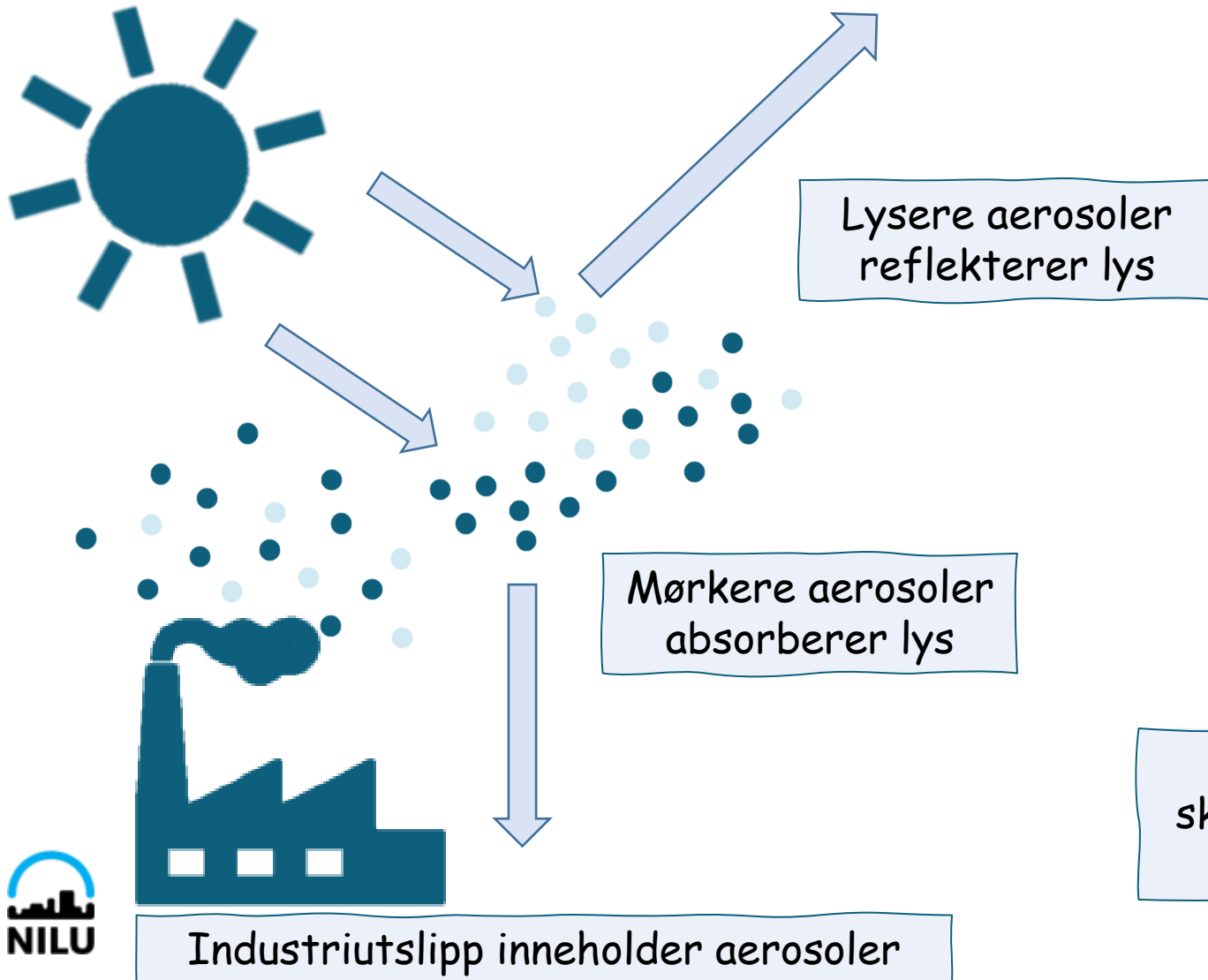
Sot er hovedbestanddel av PM_{2.5}.

Konsentrasjoner av sot har kontinuerlig økt i hele verden pga økt menneskeskapte aktiviteter.

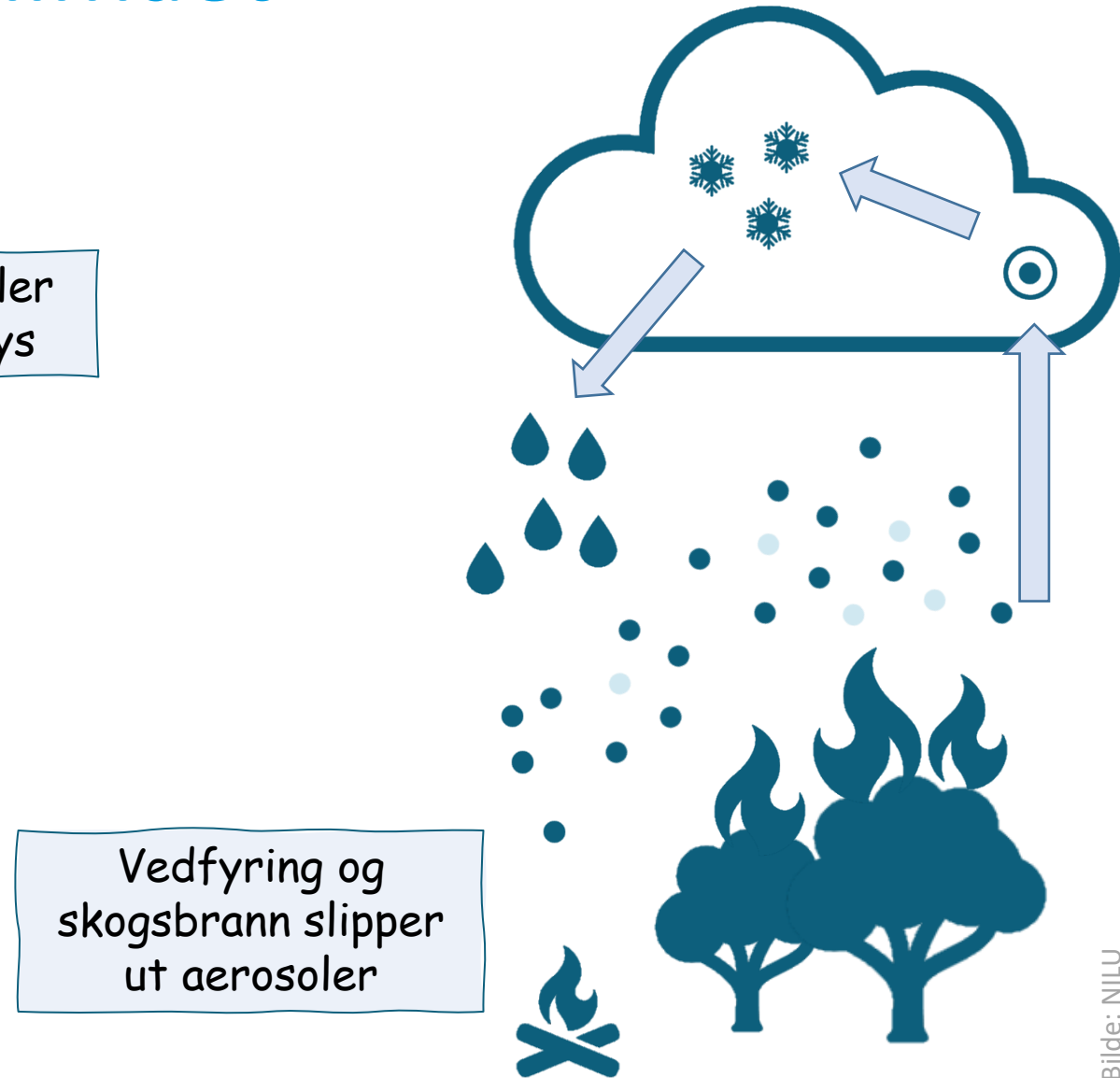
Sot bidrar direkte til oppvarming av atmosfæren og har i tillegg negative effekter på menneskers helse.



Slik påvirker svevestøv klimaet



Aerosoler kan føre til økt danning av skyer og økning av nedbør



Styringsmål for lokal luftkvalitet i Norge

Grenseverdier

- Minimumsnivå for luftkvalitet som skal overholdes
- Utløser tiltak; juridisk bindende grenseverdier

Nasjonale mål

- Regjeringens ambisjonsmål der de fleste befolkningsgruppene beskyttes mot helseeffekter

Luftkvalitetskriterier

- Trygt nivå for alle befolkningsgrupper, rene helsemessige vurderinger av luftkvaliteten

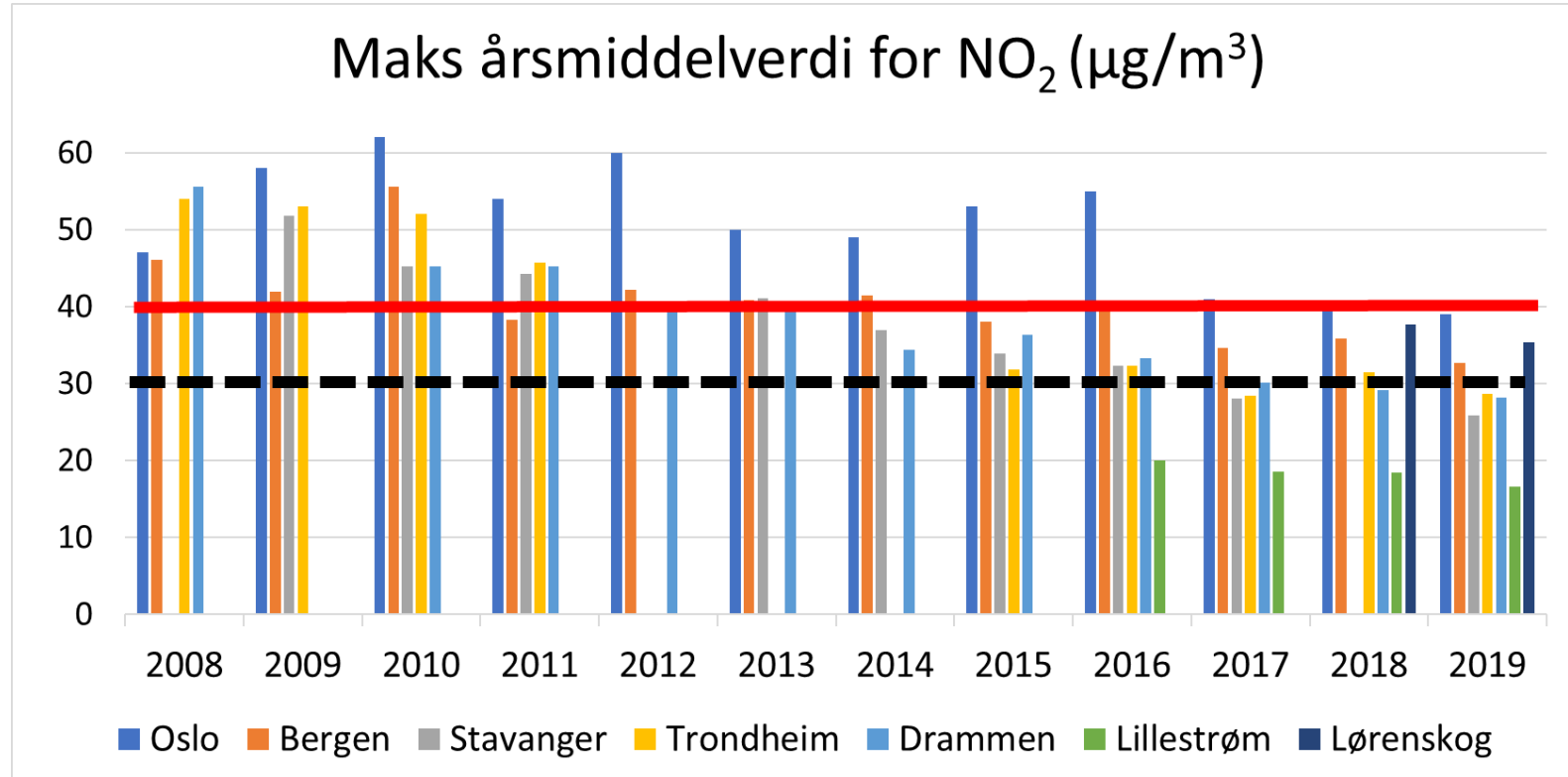
Forurensningsklasser i Norge

Forurensningsklasser for PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂, SO₂ og O₃

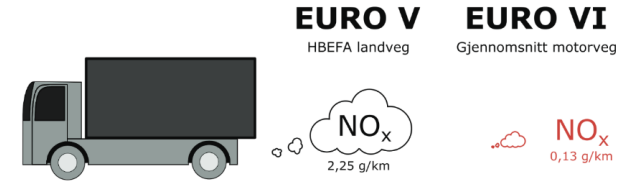
Klasser	Nivå	Helse- risiko	PM ₁₀ Døgn (µg/m ³)	PM _{2,5} Døgn (µg/m ³)	PM ₁₀ Time* (µg/m ³)	PM _{2,5} Time* (µg/m ³)	NO ₂ Time (µg/m ³)	SO ₂ Time (µg/m ³)	O ₃ Time (µg/m ³)
	Lite	Liten	<30	<15	<60	<30	<100	<100	<100
	Moderat	Moderat	30-50	15-25	60-120	30-50	100-200	100-350	100-180
	Høyt	Betydelig	50-150	25-75	120-400	50-150	200-400	350-500	180-240
	Svært høyt	Alvorlig	>150	>75	>400	>150	>400	>500	>240

Kilde: Miljødirektoratet

NO₂-nivåene er på vei ned



——— Juridisk grenseverdi
- - - - - Helsemyndighetens anbefalinger



Bilde: TØI, 2015



Bilde NILU



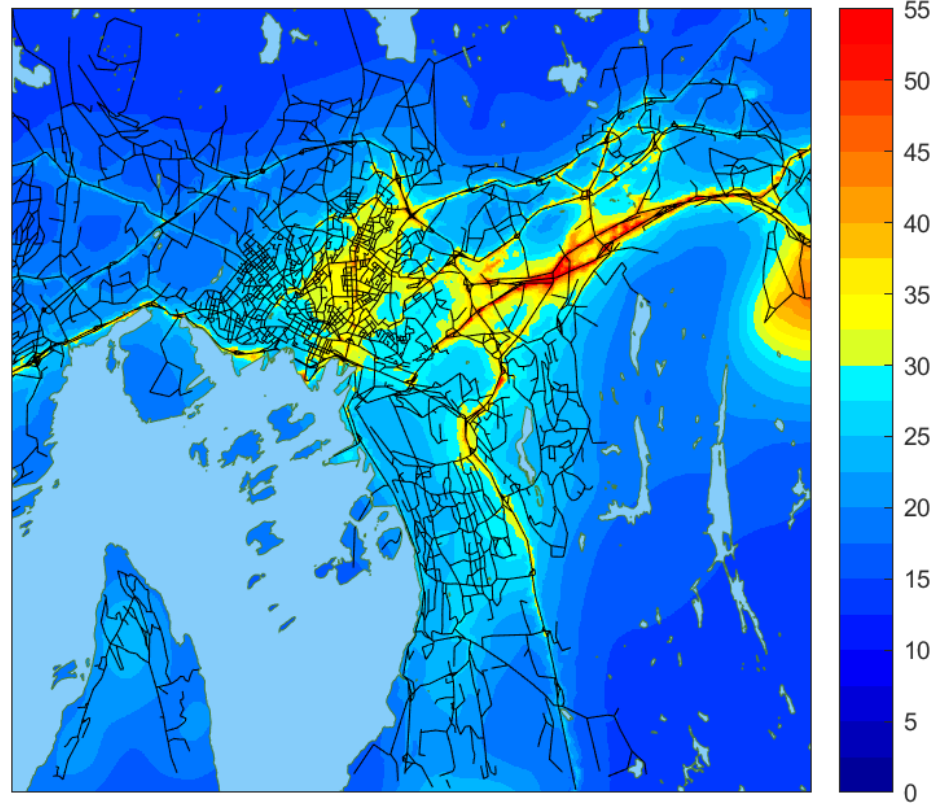
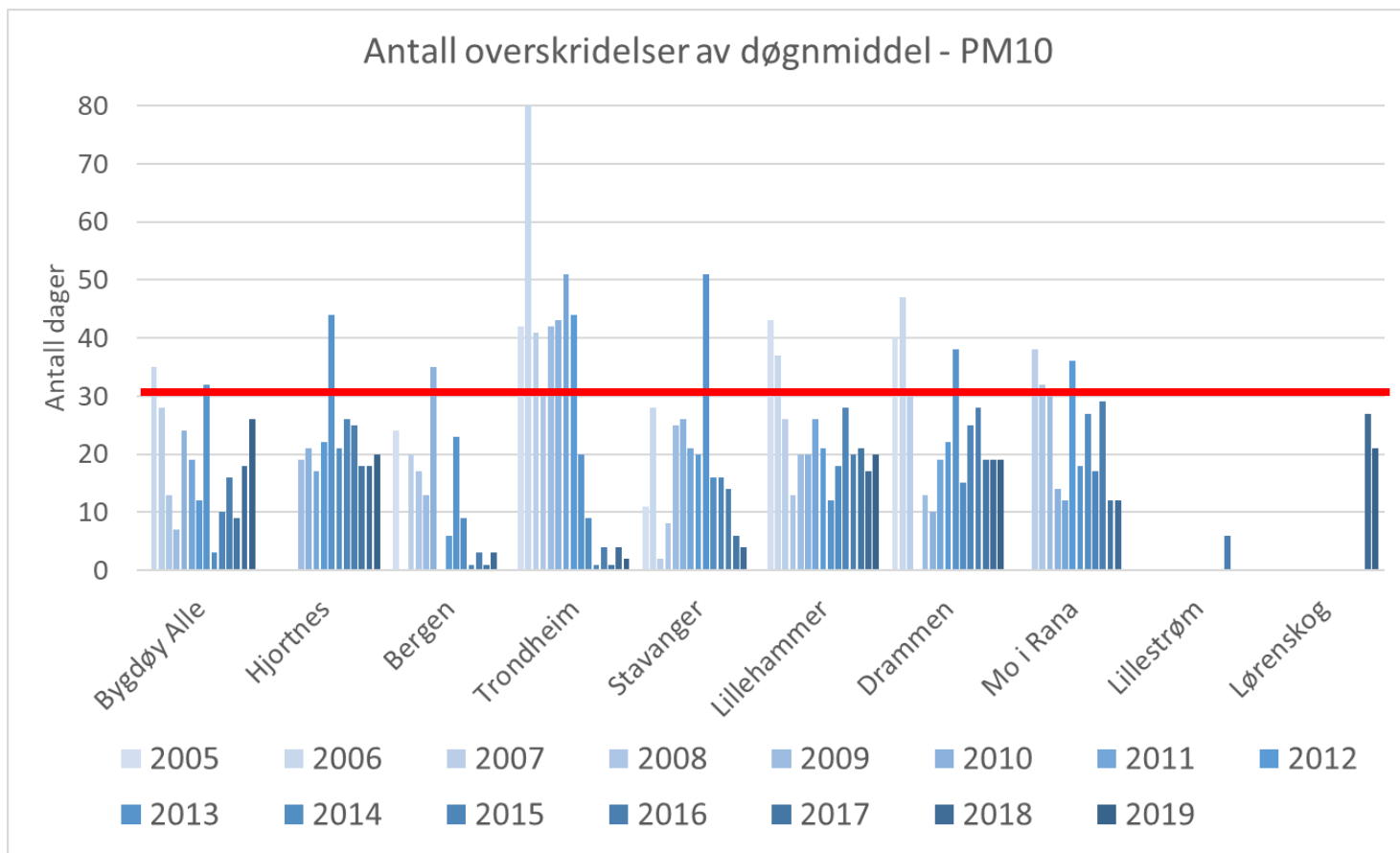
Bilde: Stein Manø

Kilde: NILU



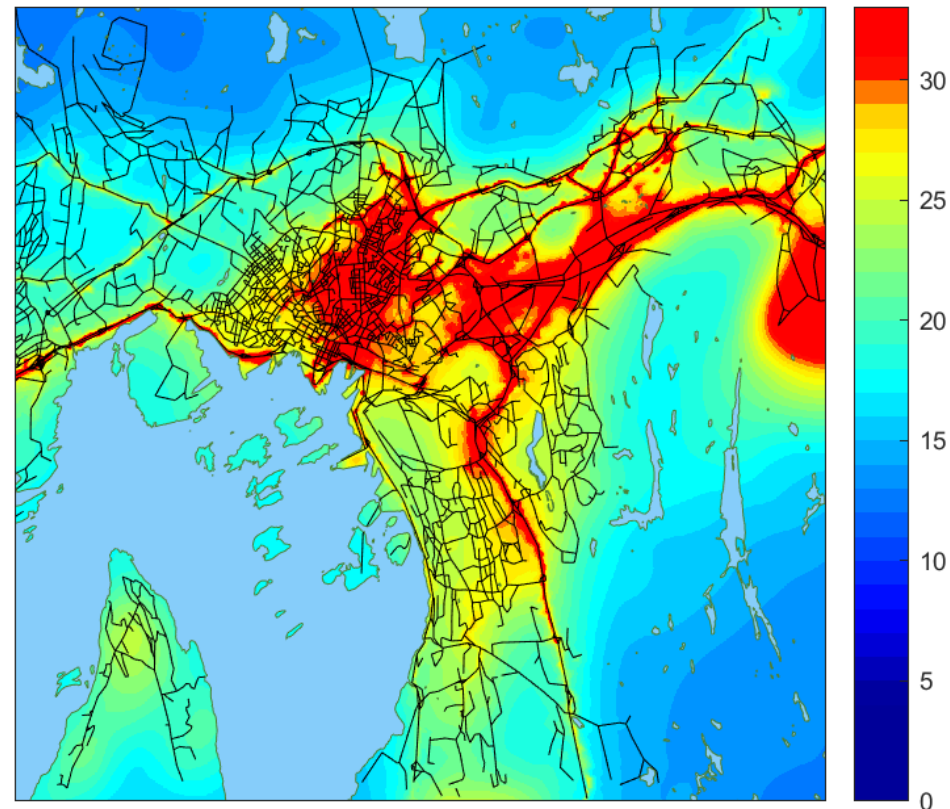
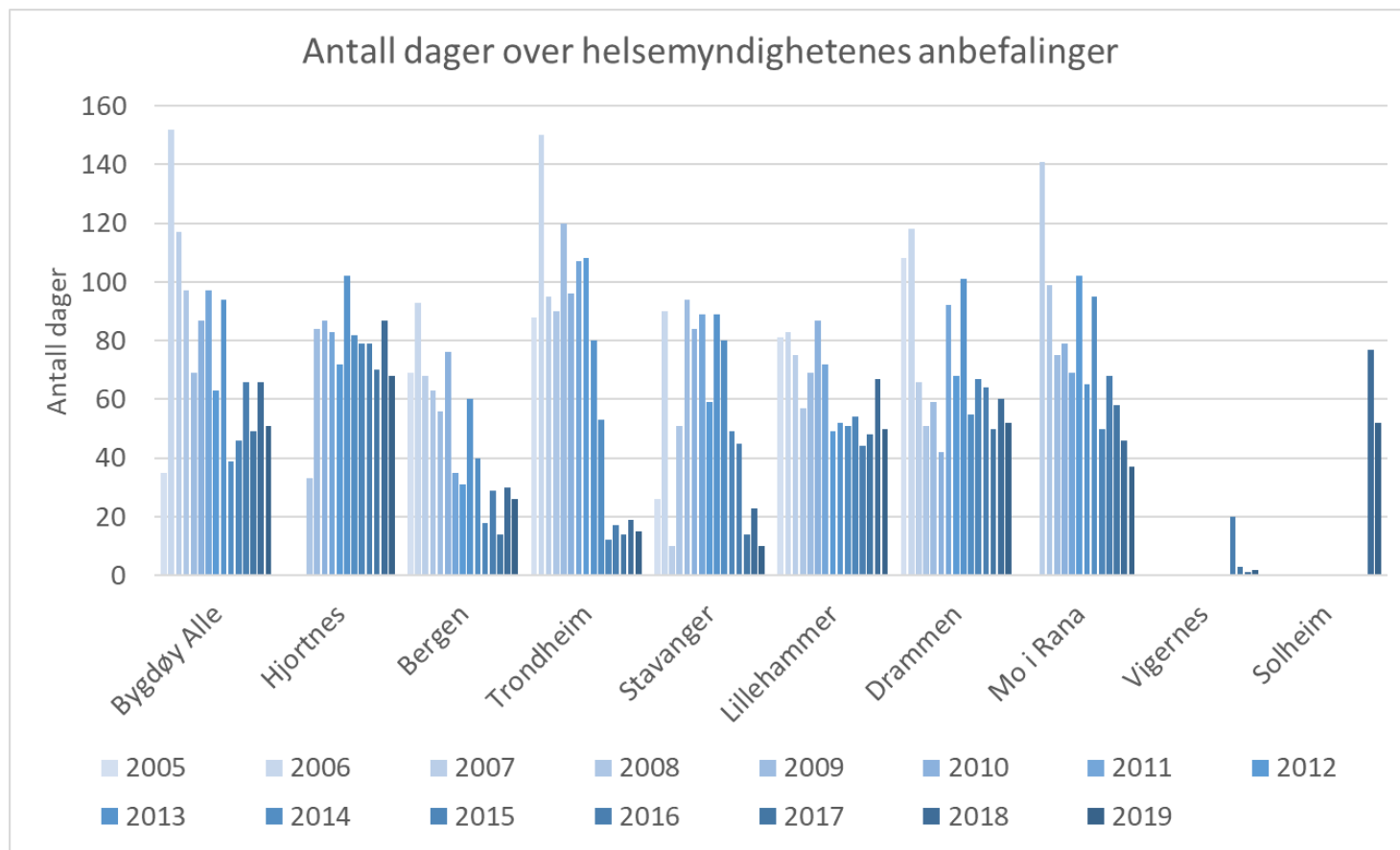
Bilde: Konstanchin/Wikipedia

PM₁₀ – fremdeles utfordringer



Kilde: NILU

PM₁₀ – fremdeles utfordringer



Kilde: NILU

Veistøv – utfordringer og tiltak



Bilde NILU

Redusert
piggdekkbruk



Bilde: Stein Manø

Redusert fart



Bilde: Konstanchin/Wikipedia

Redusert trafikk



Bilde: Bymiljøetaten

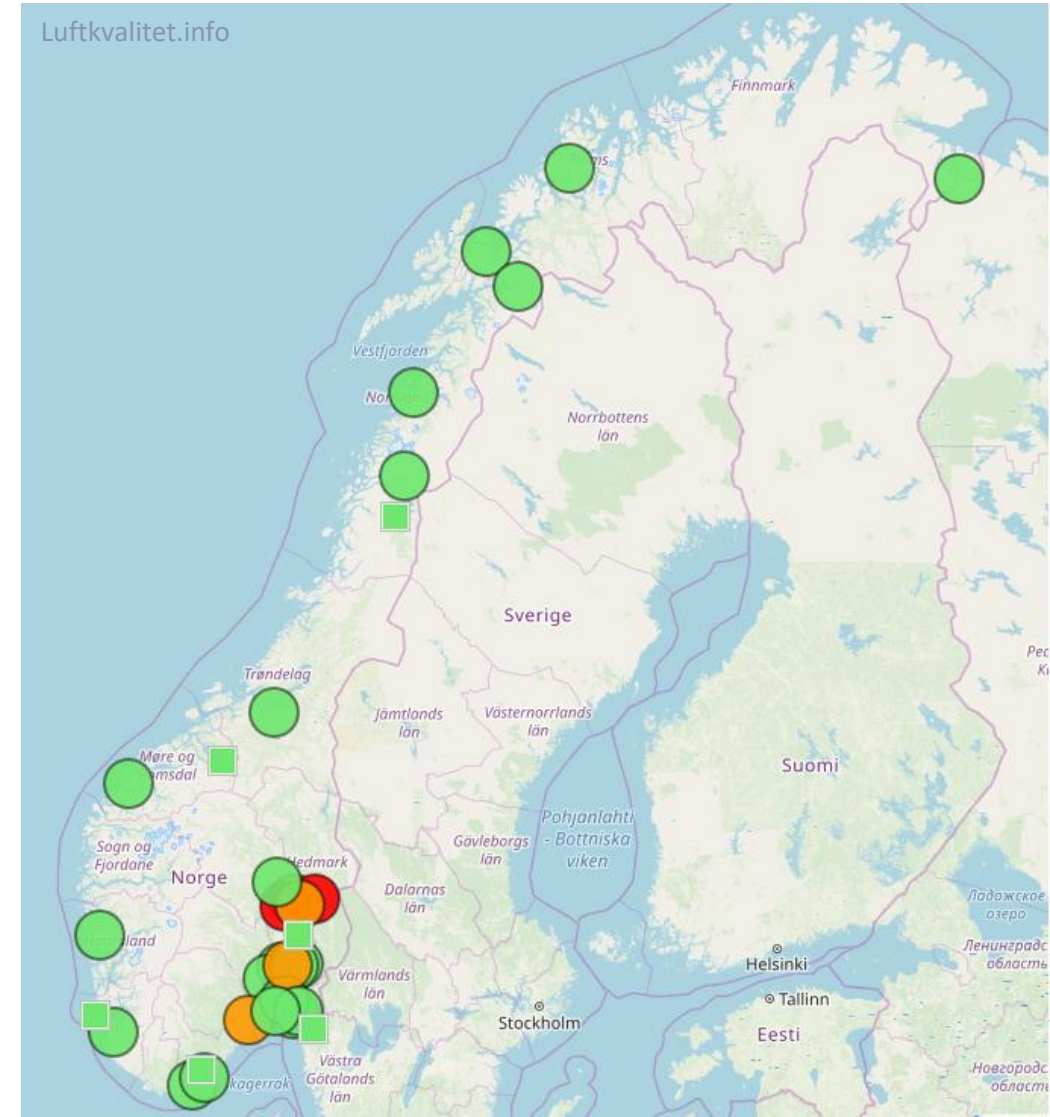
Støvdemping/
renhold

Men el-biler vil ikke redusere veistøv...

Hvordan måler vi luftkvaliteten?

- Målestasjoner opereres av Statens vegvesen, kommunene og NILU
- 70 målestasjoner over hele Norge:
 - 37 trafikk
 - 16 bybakgrunn
 - 2 «bynær» bakgrunn
 - 7 industri
 - 8 regional bakgrunn

→ Data fra målestasjonene rapporteres til EU



www.luftkvalitet.info

Luftkvalitet.

FORSIDEN | BEDRE BY

LUFTKVALITETEN NÅ

Målt luftkvalitet

Bergen	Lite
Bærum	Moderat
Fredrikstad	Lite
Halden	Moderat
Hønefoss	Høy
Lillesand	Moderat
Mo i Rana	Lite
Oslo	Moderat
Sør-Varanger	Lite
Tønsberg	Lite


Luftforurensning: Her kan du finne informasjon om luftkvalitetet.

Luftkvalitet.

FORSIDEN | BEDRE BY

Forurensningsnivå » Oslo

LUFTKVALITETEN NÅ



Luftforurensning: Her kan du finne informasjon om luftkvalitetet.

Luftkvalitet.

FORSIDEN | BEDRE BY

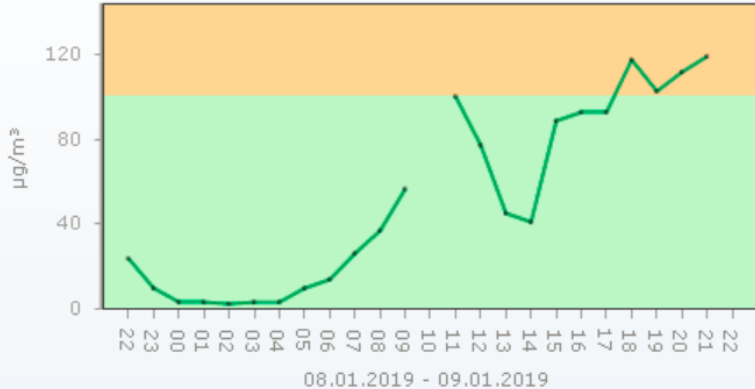
Forurensningsnivå » Oslo » Alna senter

LUFTKVALITETEN NÅ

Luftkvalitetsindikator

Komponent	Luftkvalitet	Tid
NO2	21:00	
PM10	21:00	
PM2.5	21:00	

Komponent: NO2 | Intervall: 24 timer | [Vis/skjul tegnforklaring](#)



● Alna senter ● Grenseverdi for NO2 (2019)

08.01.2019 - 09.01.2019

Status: I drift
Eiet av: Statens Vegvesen

Detaljer

- [Se kart](#)
- [Se luftkvalitetsindikator \(Tabell\)](#)
- [Se luftkvalitetsdata \(Tabell og graf\)](#)

Luftkvalitet.info

FORSIDEN | BEDRE BYLUFT FORUM | RAPPORTER | RELEVANTE LENKER | OM NETTSTEDET | MODLUFT | KONTAKT

Forurensningsnivå » Oslo » Alna senter

LUFTKVALITETEN NÅ

Luftforurensning

Her kan du finne informasjon om luftkvalitetet.

Tiltak

Her kan du finne informasjon om tiltak for å redusere

Aktuelle rapporter

- Tiltaksutredning mot svevestøv i Ålesund januar 24, 2018

Tradisjonell luftovervåkning



- Veldig nøyaktig
- Konsistente dataserier
- Sporbare (kvalitetssikring)
- Arkiv med flere tiårs data fra hele verden



- Store, komplekse stasjoner
- Dyrt vedlikehold (?)
- Begrenset antall



Bilde: Claudia Hak



Bilde: NILU

Mikrosensoren



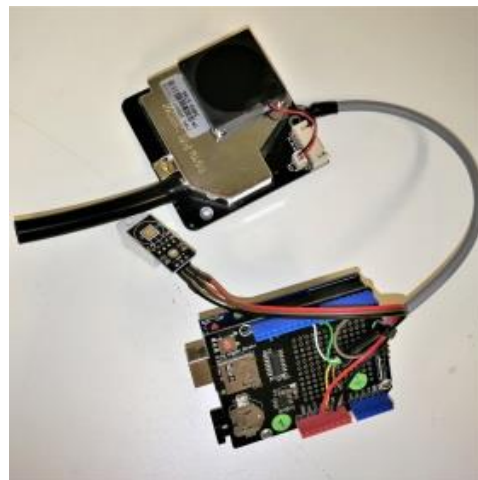
AQmesh



Sensirion



Sensirion



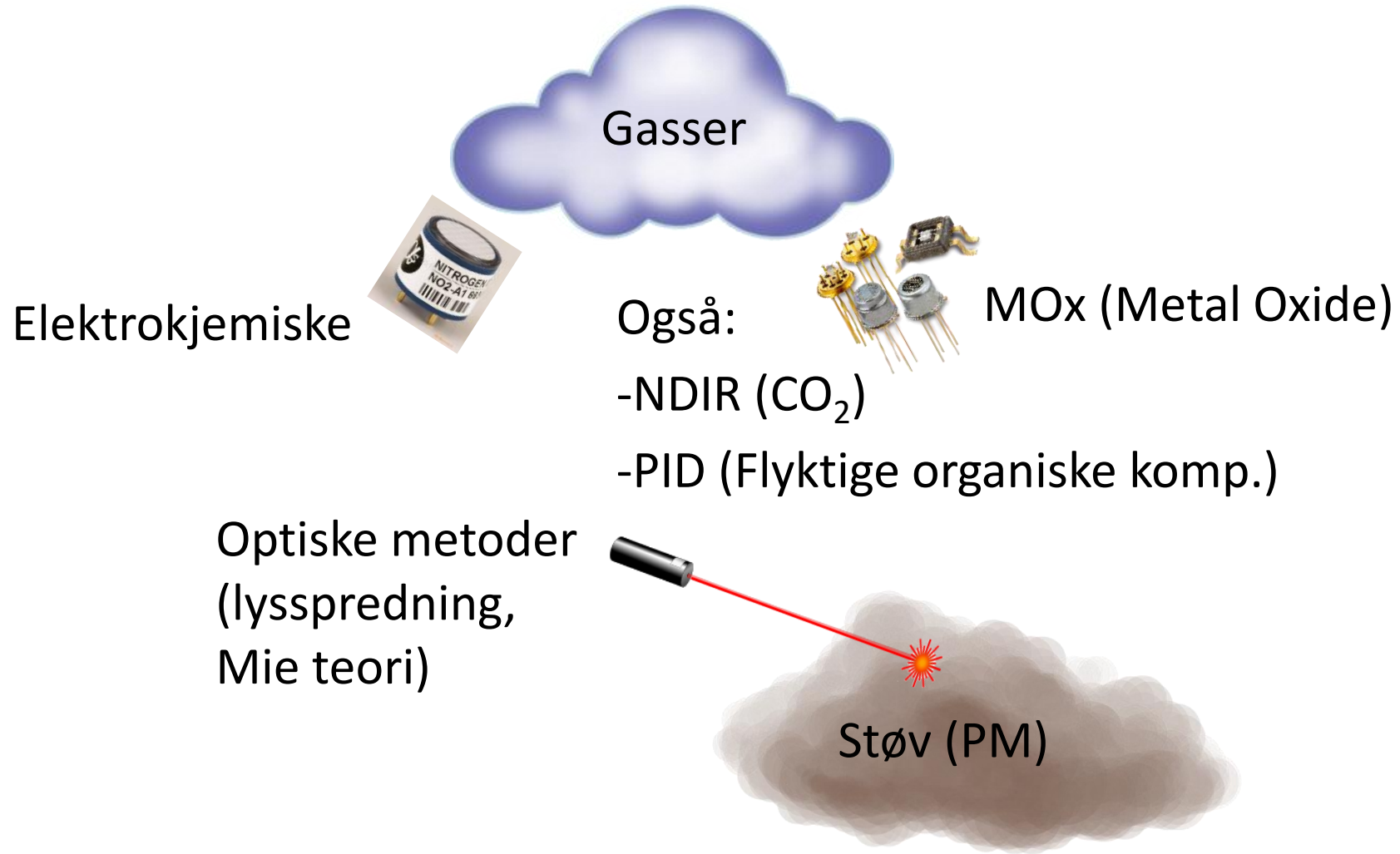
hackAIRs Nova PM SDS011



AirSenseEUR



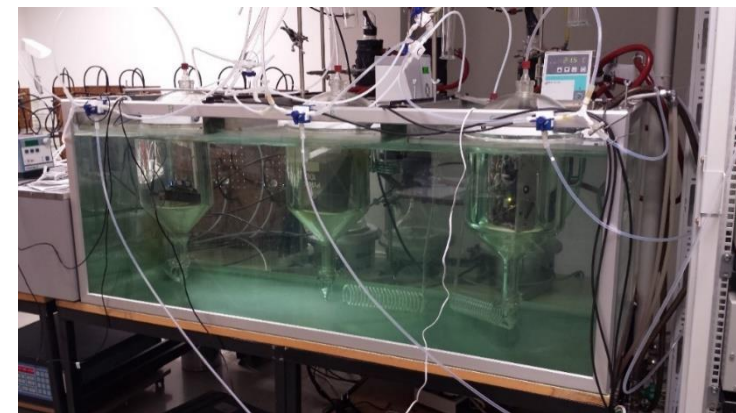
Hvordan fungerer mikrosensorer?



Bilde: NILU

Testing av mikrosensorer

- Gode resultater på lab betyr ikke nødvendigvis gode resultater i felt
- Betydelig lavere samsvar (korrelasjon) i felt enn på lab
- Stor variasjon fra sensorenhet til sensorenhet
- Helt nødvendig å kalibrere hver enkelt sensor i felt
- Testing av Nova PM SDS011 sensorer over 4 og 12 måneder i trafikknær område



Bilder: NILU



Article

Performance Assessment of a Low-Cost PM_{2.5} Sensor for a near Four-Month Period in Oslo, Norway

Hai-Ying Liu *, Philipp Schneider, Rolf Haugen and Matthias Vogt

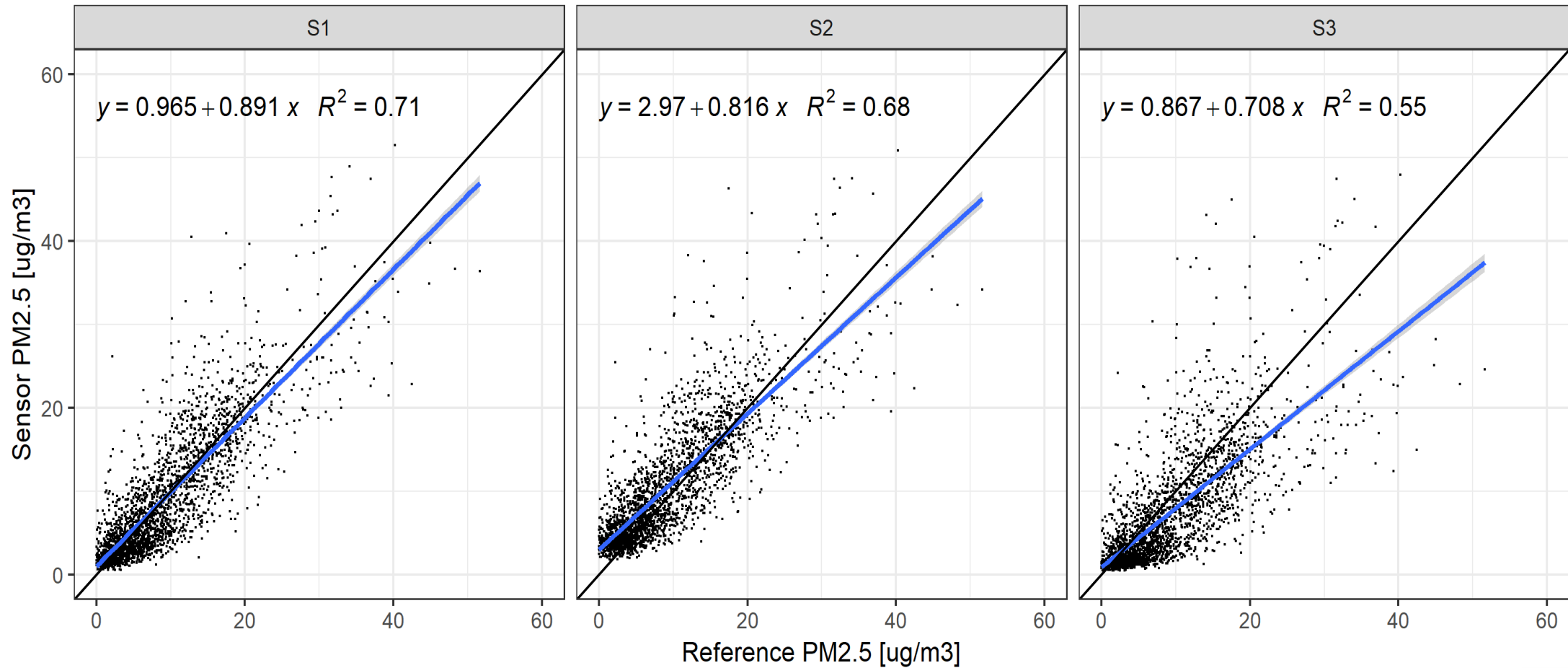
NILU—Norwegian Institute for Air Research, Postboks 100, 2027 Kjeller, Norway;
Philipp.Schneider@nilu.no (P.S.); Rolf.Haugen@nilu.no (R.H.); Matthias.Vogt@nilu.no (M.V.)

* Correspondence: Hai-Ying.Liu@nilu.no; Tel.: +47-63898048

Received: 18 December 2018; Accepted: 21 January 2019; Published: 22 January 2019

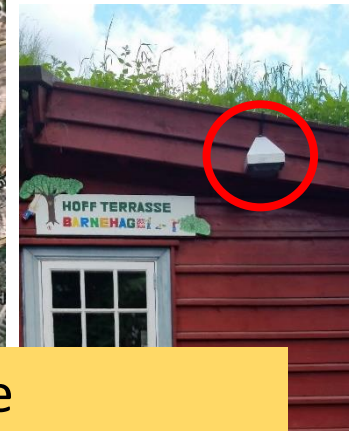
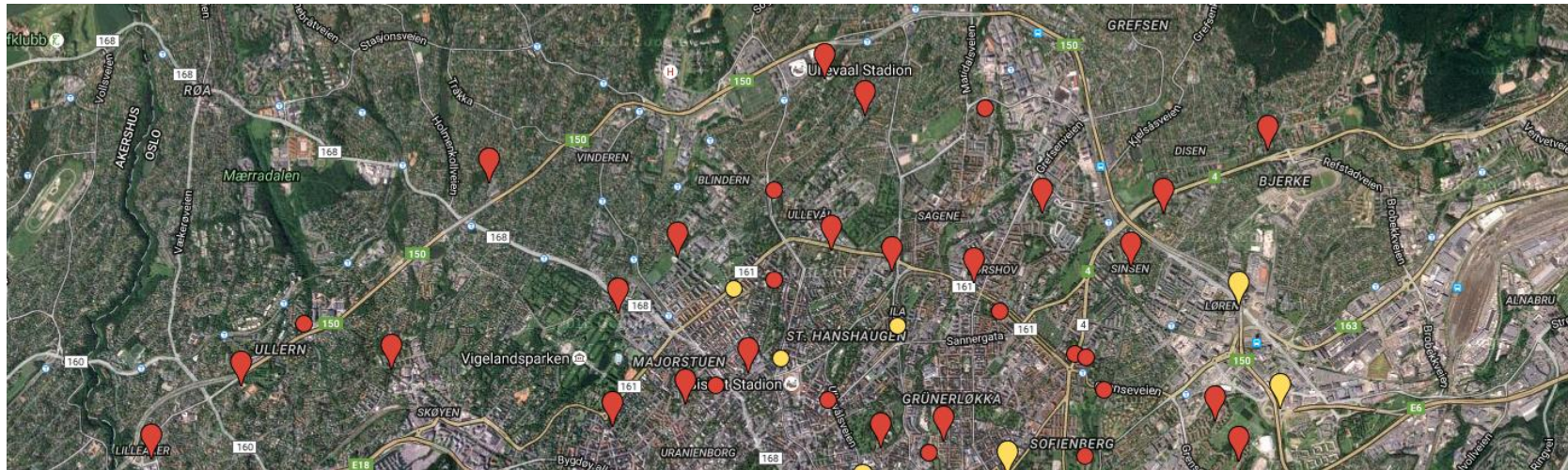


Testing av Nova PM SDS011 – 4 måneder

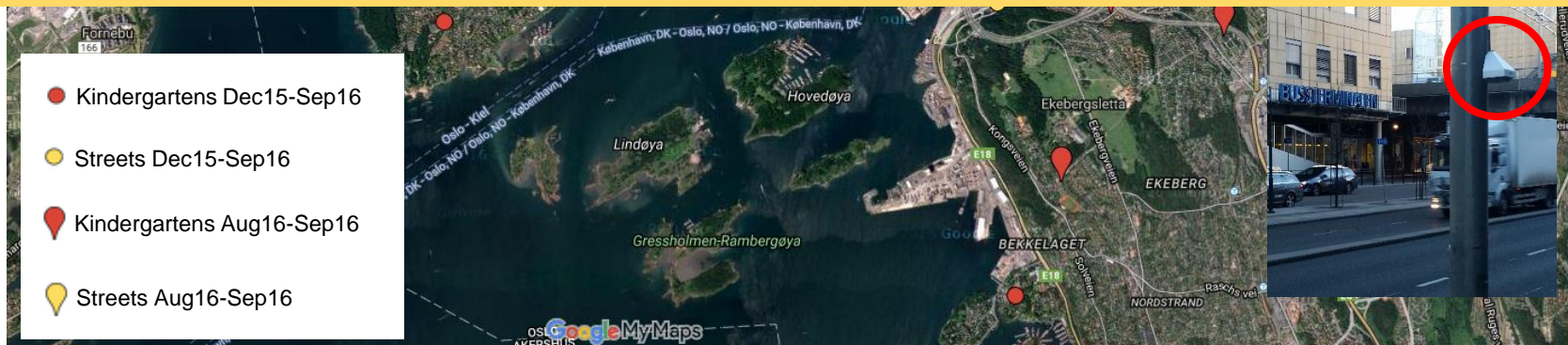


Slik bruker vi mikrosensorer i dag

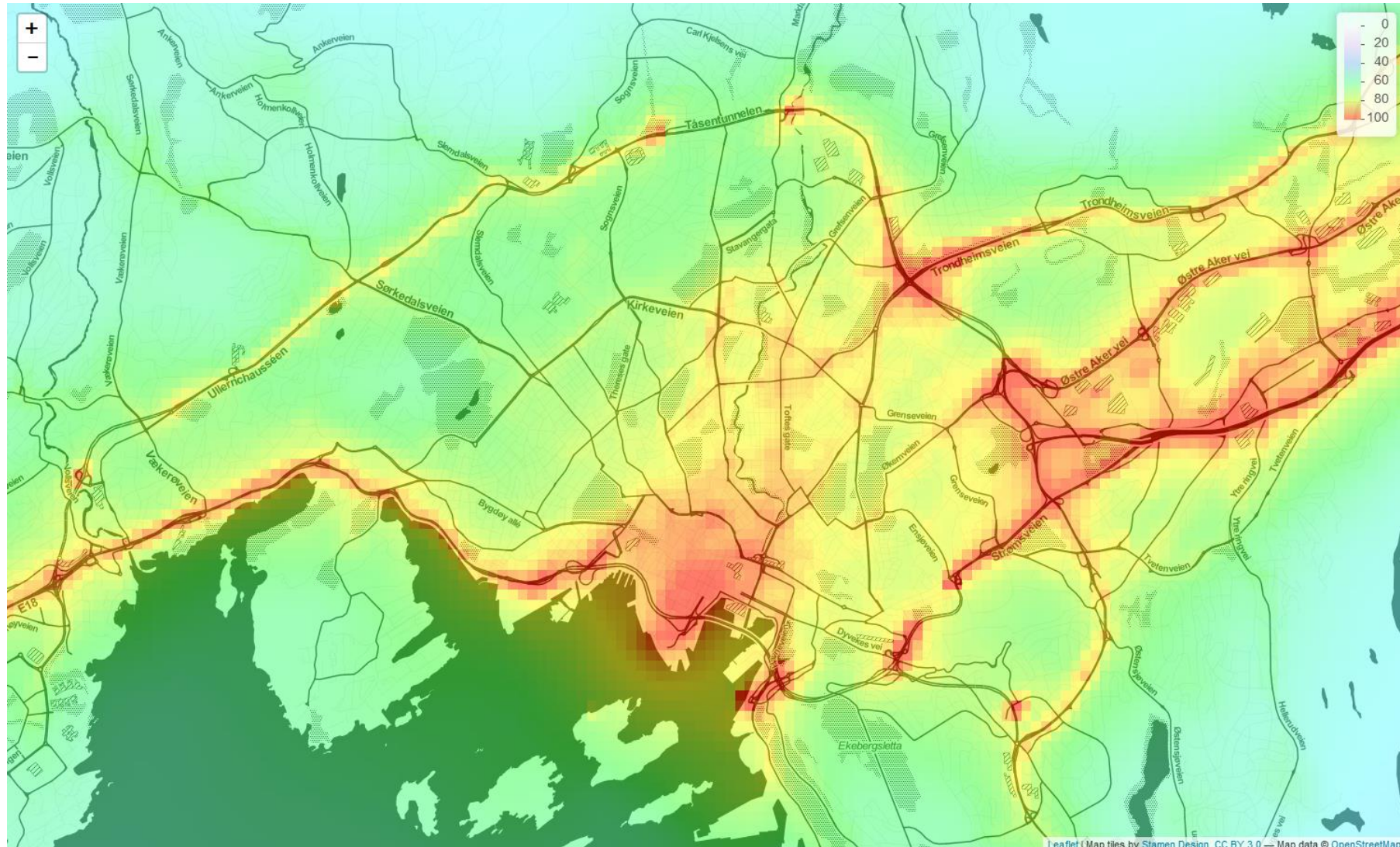
Mikrosensorerer som komplementær informasjon



Mikrosensorerer kan brukes for å oppdage forurensnings«hotspots», identifisere forurensningskilder, supplere stasjonære forurensningsdata, måle personlig eksponering for forurensning, undervise og forbedre bevissthet rundt luftkvalitet.



Kombinasjon med modelldata



Kilde: Philipp Schneider/NILU

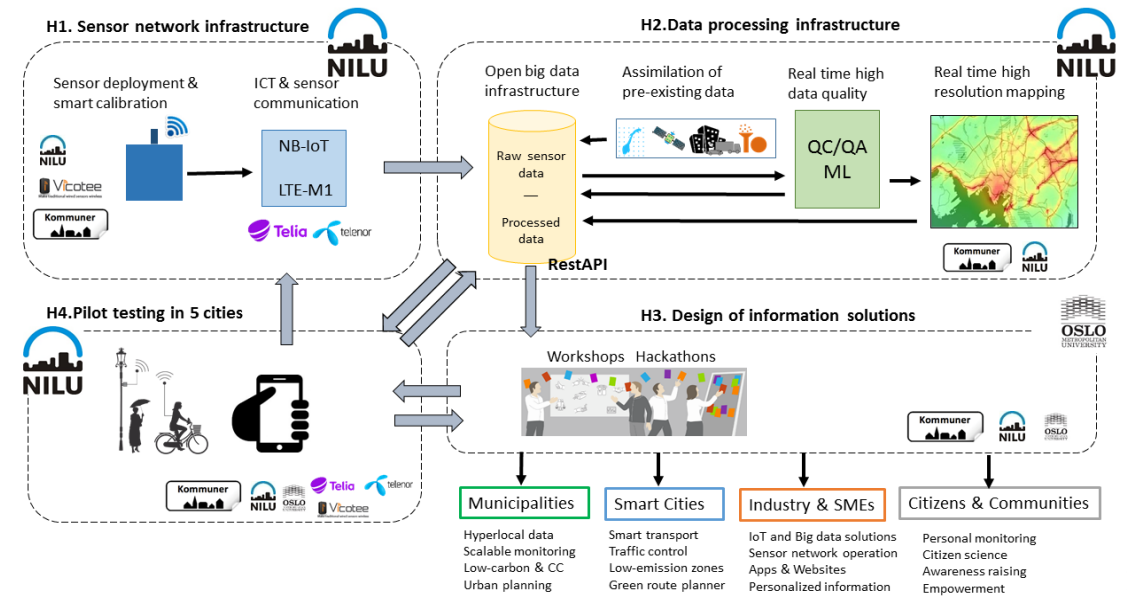
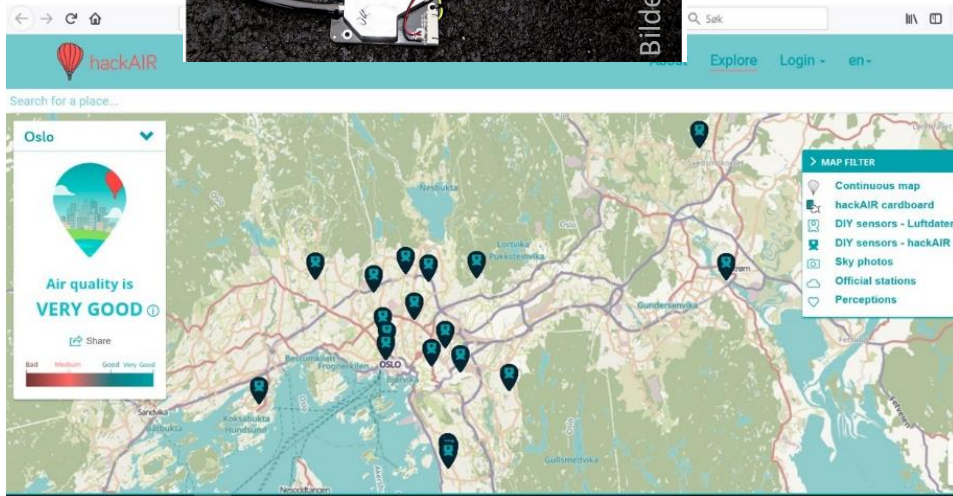
Prosjektarbeid



ACTION



Bilde: NILU



Bilde: NILU

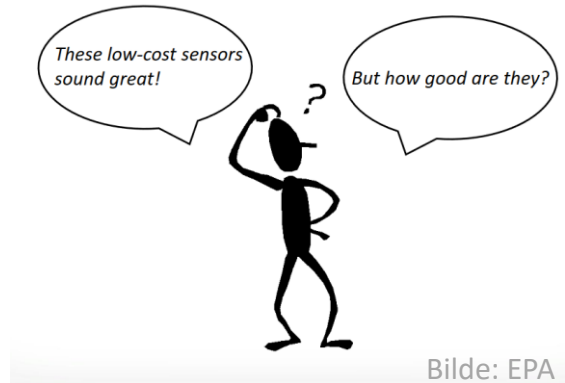


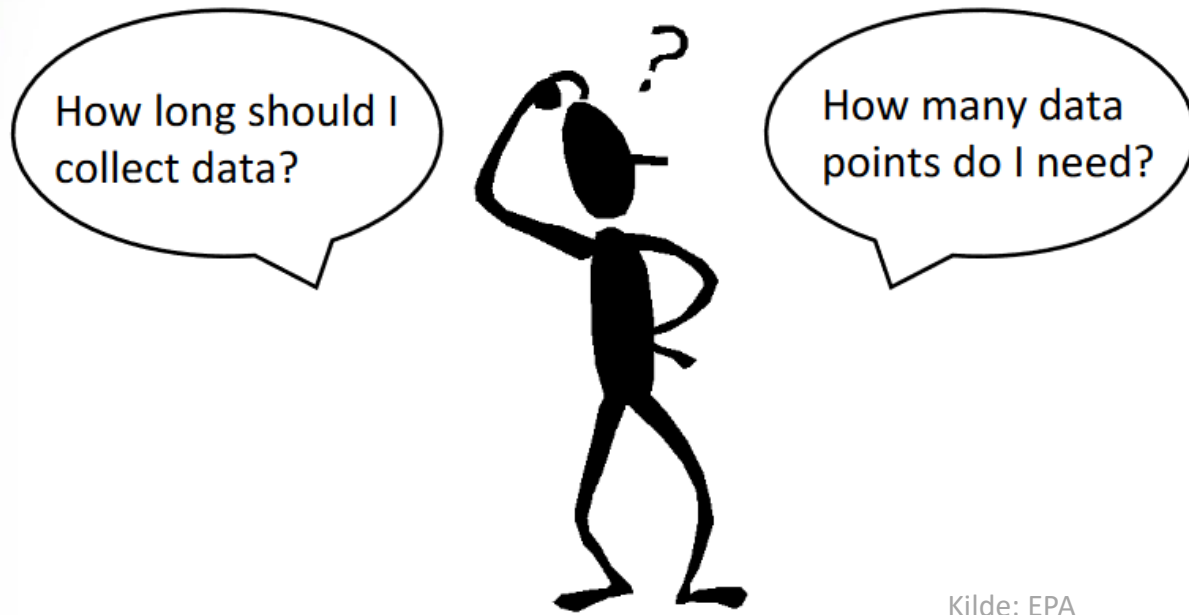
Litt om bruk av mikrosensorer og data

Evaluering av mikrosensorer: samlokalisering

Hva er samlokalisering?

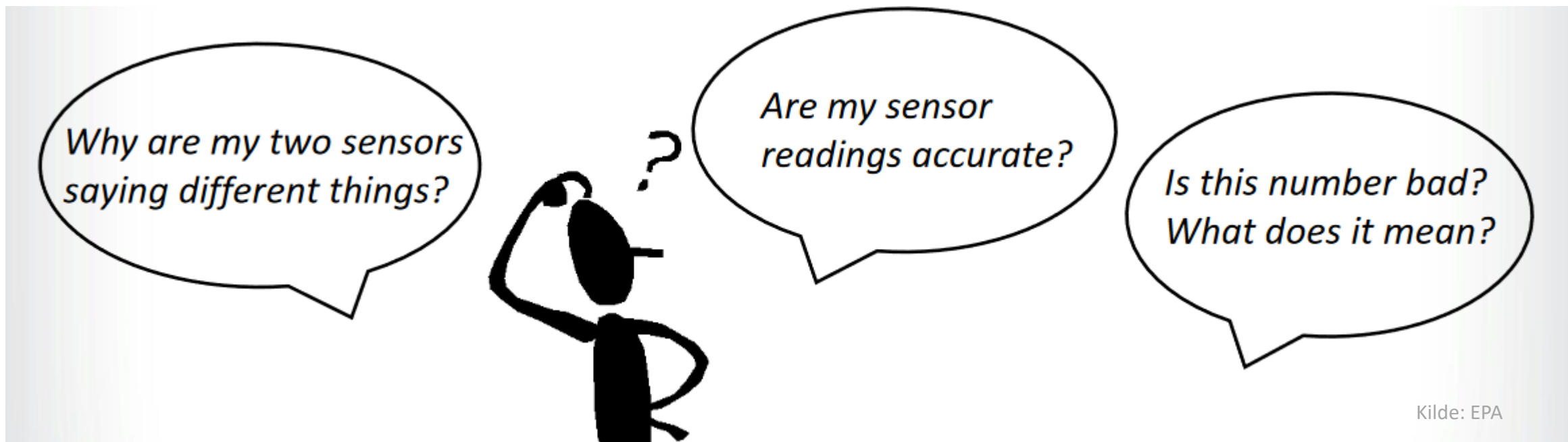
- En mikrosensor (ikke-referanseinstrument) blir installert ved siden av et referanseinstrument i felt der begge instrumenter måler de samme forurensningskomponentene over et definert tidsrom
- Måleresultatene blir sammenlignet og datakvalitet av mikrosensordata kan bli forbedret ved bruk av feks. maskinlæring





Kilde: EPA

- Hvor lenge vi måler på et bestemt sted er avhengig av formålet. Men vi må i hvert fall være sikre på at målingene er representative.
- **Tipps:**
 - La sensoren stå på samme sted i minst tre dager, om ikke en uke
 - Ta med sensoren på samme rute flere ganger om dagen på forskjellige tidspunkt og på forskjellige dager



Overview of Quality Assurance for Citizen Science: Ron Williams, EPA

<https://www.youtube.com/watch?v=2wCSkaF0sDo&feature=youtu.be>

https://www.epa.gov/sites/production/files/2018-01/documents/collocation_instruction_guide.pdf

Now that I have data, what should I do?

- Once you have data, it's important to review it to evaluate quality and identify problems.
- It's a good idea to review your data during the collection phase to identify problems that may affect your data and correct them, as well as at the end of your data collection to evaluate the whole data set.
- Things to look for when reviewing your data:
 - Abnormally high or low values (outliers)
 - Expected Patterns
 - Interferences
 - Drift or Shift



These features are defined, with examples, on the following slides. Use information and observations recorded in your field notebook to help you understand any problems you find in the data, and to help you decide how to handle them (e.g., exclude certain data points.)

Outliers – data points that look out of place – much lower or higher than nearby data points

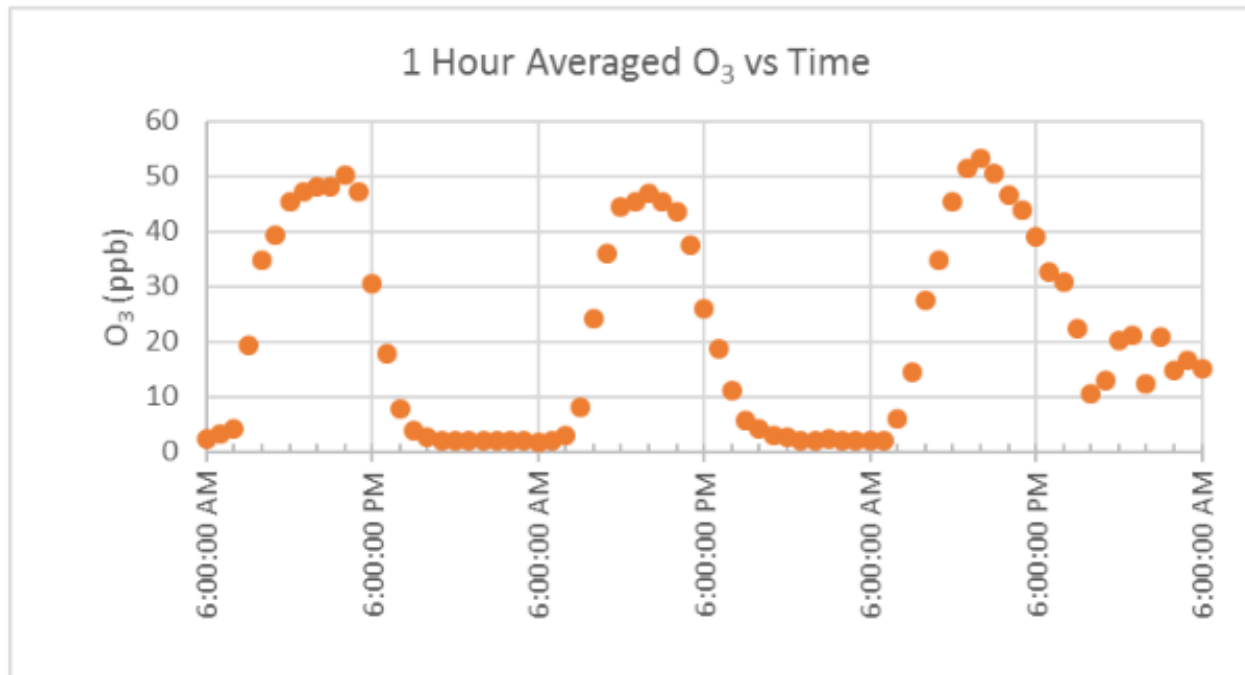
	A	B
1	Timestamp	PM 2.5 (ug/m ³)
2	12/7/2016 18:15	33.57
3	12/7/2016 18:20	35.91
4	12/7/2016 18:25	105.69
5	12/7/2016 18:30	110.24
6	12/7/2016 18:35	37.44
7	12/7/2016 18:40	38.16
8	12/7/2016 18:45	38.51
9	12/7/2016 18:50	39.18
10	12/7/2016 18:55	37.32
11	12/7/2016 19:00	38.16
12	12/7/2016 19:05	37.72
13	12/7/2016 19:10	38.14
14	12/7/2016 19:15	0.00
15	12/7/2016 19:20	37.55
16	12/7/2016 19:25	36.57

Field notes confirm I was visiting the sensor and left my car idling. That likely explains these high values.

This zero value is unusual. I wonder if this is a problem with the sensor or maybe data communication. I will keep an eye on the data to see if it happens again.

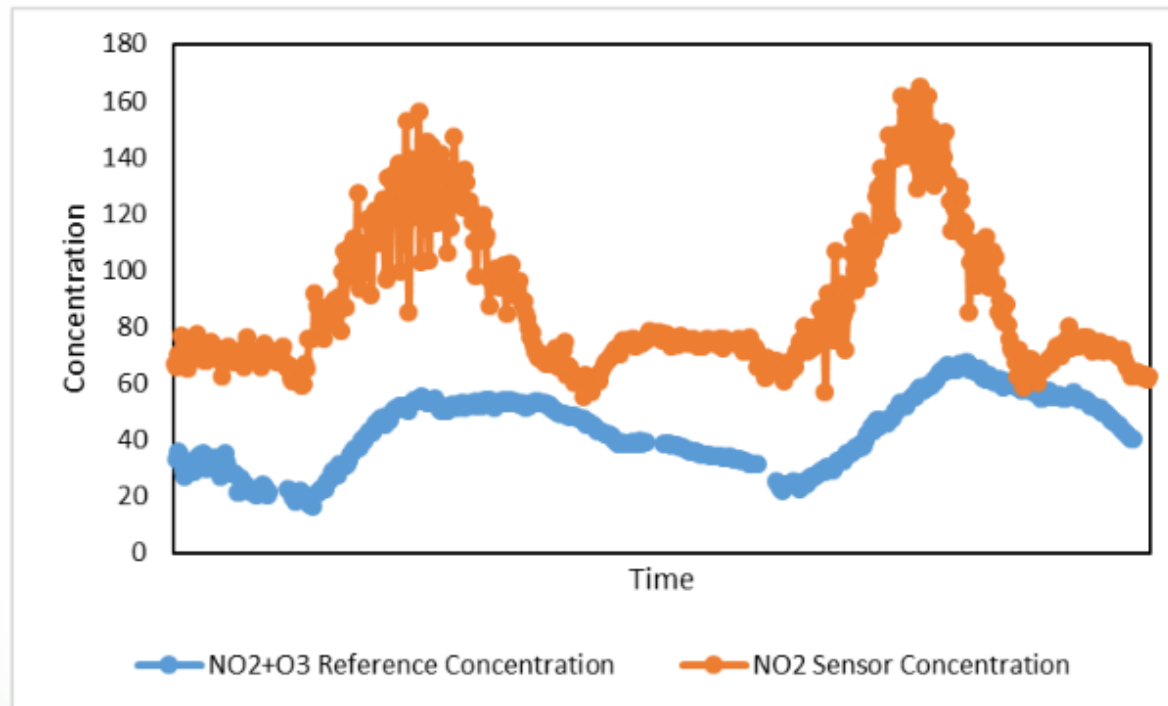
Kilde: EPA

Expected Patterns – could be seasonal, day/night, or weekday/weekend patterns - absence of expected patterns may indicate a problem with your sensor or with your measurement approach



Ozone concentrations peak in late afternoon, as expected.

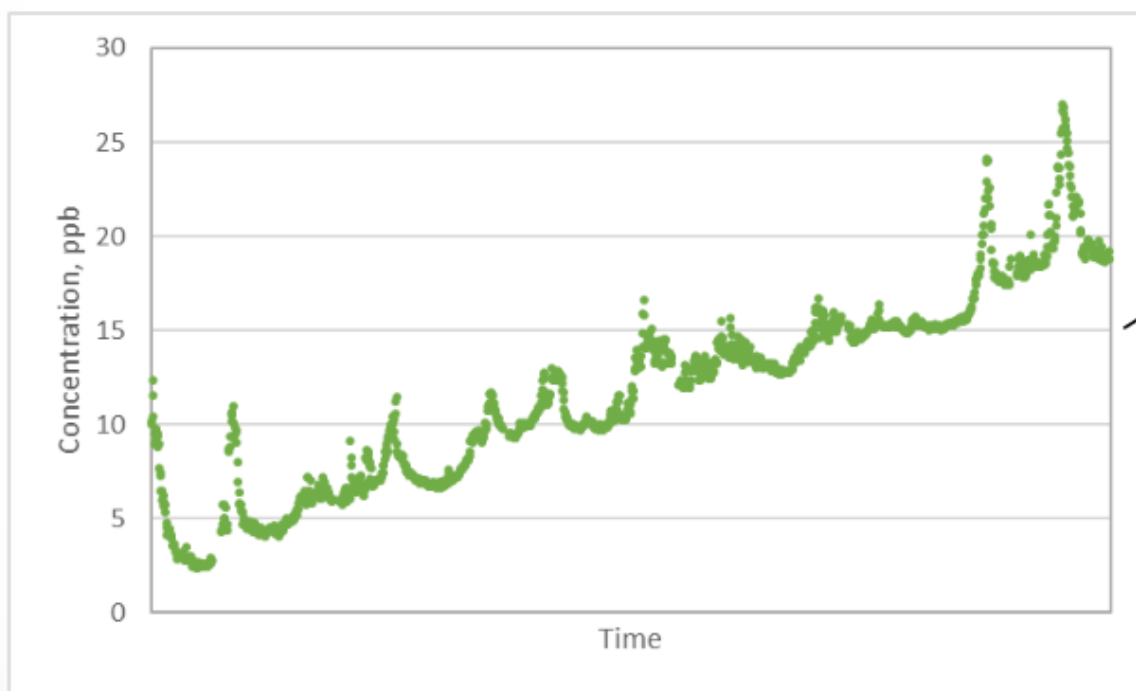
Interferences - may have a positive or negative effect on sensor response - can include pollutants or other chemical compounds that are not of interest, weather conditions, dirt/dust/insects.



The sensor is supposed to be measuring NO₂, but it's reporting concentrations higher than the combined reference NO₂ and O₃ concentrations. Could be a measurement interference.

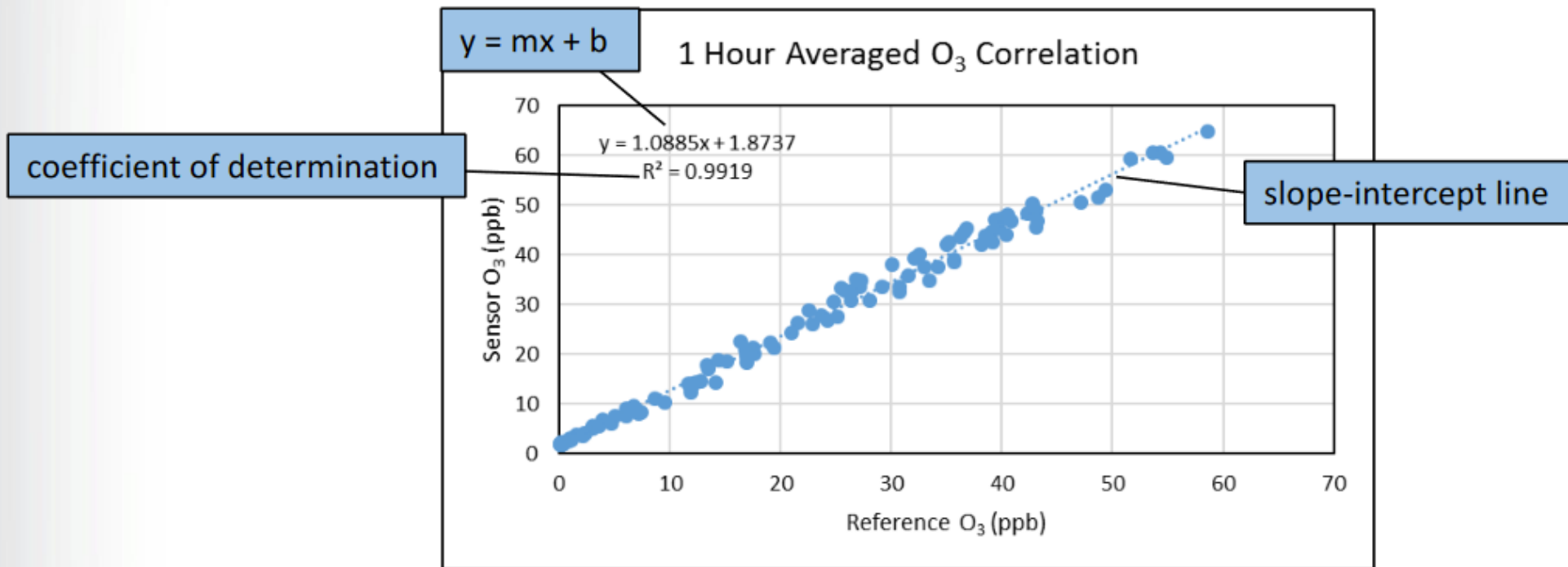
Kilde: EPA

Drift or Shift - a gradual (drift) or sudden (shift) change in a sensor's response characteristics over time – can be positive or negative - may lead you to wrongly conclude that concentrations have increased or decreased over time



Kilde: EPA

One way to compare the sensor data with the reference data is to plot the data in a correlation graph, as shown here:

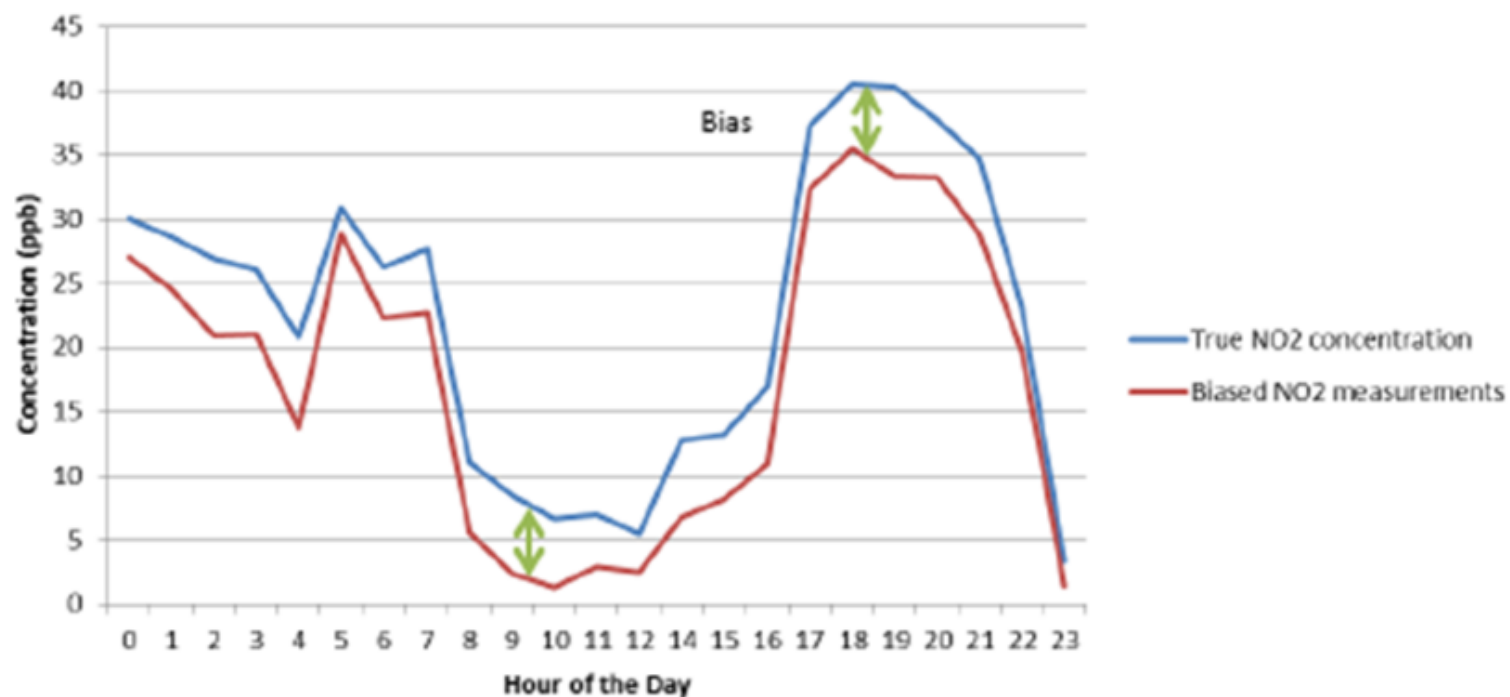


The line going through the data is called the “slope-intercept” line and is represented by the equation $y = mx + b$. This equation is a statistical means of comparing the sensor data with the reference data. The coefficient of determination, represented by R^2 , is a measure of how close the data are to the slope-intercept line.

Kilde: EPA

More about bias

Bias is a persistent error in a measurement process that causes all measured values to be too high or too low by a certain amount, compared to the true (reference) value. This is the *intercept* value in the slope-intercept equation $y = mx + b$.

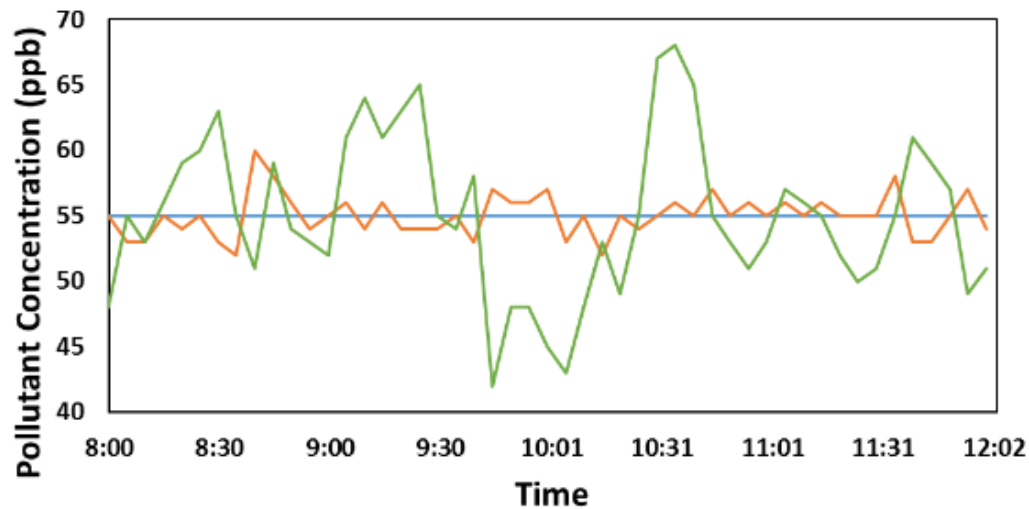


Comparison of a true value of NO₂ and biased measurements of NO₂.

Kilde: EPA

More about precision

Precision is a measure of how close repeated measurements are to each other. It could be the same device making repeated measurements under the same conditions, or several of the same type of device making measurements at the same place and time.



- Known Concentration (Mean: 55ppb; Standard Deviation: 0ppb)
- Sensor 1 (Mean: 55ppb; Standard Deviation: 2ppb)
- Sensor 2 (Mean: 55ppb; Standard Deviation: 6ppb)

What is standard deviation?

Standard deviation is a statistical measure of precision to describe how spread out numbers are. It is calculated by taking the square root of the variance.

And what is variance?

Variance is the average of the squared differences from the mean. Mean is just another word for average.

Kilde: EPA

Nyttige lenker 1

- <https://luftkvalitet.nilu.no> – NILUs portal «Måledata for luftkvalitet». Her finnes det luftkvalitetsdata fra målestasjonene for luftkvalitet fra hele landet
- www.nilu.no – hjemmesiden til NILU – Norsk institutt for luftforskning
- <https://www.fhi.no/ml/miljo/luftforurensninger/> - Folkehelseinstituttets temaside som inneholder faktaark, nyheter og artikler om luftkvalitet og forurensning
- <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/forurensning/luftkvalitet/lokal-luftkvalitet/lokal-luftkvalitet---hvem-har-ansvar-for-hva/> - Miljødirektoratets nettside om ansvarsfordeling for lokal luftkvalitet
- <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/forurensning/lokal-luftforurensning/> - Miljøstatus om lokal luftforurensning
- <https://luftkvalitet.miljodirektoratet.no/> - Miljødirektoratets nettsider om luftforurensning

Nyttige lenker 2

- https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_1 – Verdens helseorganisasjons nettsider om luftforurensning internasjonalt
- <https://earth.esa.int/eogateway/> - Earth Observation information discovery platform, nettside til den europeiske romfartsorganisasjon med tilgang til mange ulike data
- ... eller bare send mail til nilu@nilu.no

Takk for oppmerksomheten!

sg@nilu.no

www.nilu.no



Nuria Castell
ncb@nilu.no



Britt Ann K. Høiskar
bah@nilu.no



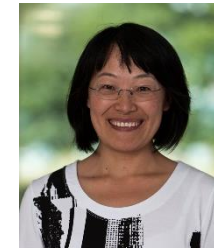
Franck René Dauge
frd@nilu.no



Philipp Schneider
ps@nilu.no



Alena Bartonova
aba@nilu.no



Hai-Ying Liu
hyl@nilu.no