



D2.7 Tutorial for air quality projects in high schools



This project is co-financed by the European Union

Grant Agreement No.: 824603
Call: H2020-SwafS-2018-1
Type of action: RIA
Starting date: 1/02/2019



D2.7 Tutorial for air quality projects in high schools

Coordinator: NILU
Quality reviewer: DRIFT

Deliverable nature	OTHER
Dissemination level	PU
Work package and Task	WP2
Contractual delivery date	M12 (01/2020)
Actual delivery date	M12 (12/2019)

Authors

Author name	Organization	E-Mail
Sonja Grossberndt	NILU	sg@nilu.no
Nuria Castell	NILU	ncb@nilu.no
Esteban González Guardia	UPM	egonzalez@fi.upm.es
Antonella Passani	T6	a.passani@t-6.it

Abstract	This deliverable serves as a handbook for air quality projects in high schools. It contains information about the ACTION air quality pilot in high schools, tips and lessons learned as well as material that has been used and created within the high school projects.
Keywords	Citizen science in high schools; air quality project; Arduino based sensors; tutorial

Disclaimer

The information, documentation and figures available in this deliverable, is written by the ACTION project consortium under EC grant agreement 824603 and does not necessarily reflect the views of the European Commission. The European Commission is not liable for any use that may be made of the information contained herein.



This deliverable is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

How to quote this document

Grossberndt, S., Castell, N., González Guardia, E., Passani, A. (2020), Tutorial for air quality projects in high schools

TABLE OF CONTENTS

Authors	1
EXECUTIVE SUMMARY	4
1 INTRODUCTION	5
2 PREPARATION PHASE	6
3 PROJECT PHASE	8
4 STUDENT CONFERENCE	9
5 EVALUATION	12
6 DATA REPOSITORY	14
7 CONCLUSIONS	15
7.1 The pilot in relation to the ACTION objectives	15
7.2 Lessons learned	16
Annex	17

EXECUTIVE SUMMARY

This deliverable contains a tutorial for air quality projects in high schools, based on the experience from the ACTION pilot in Norway. It is targeting primarily scientists that would like to carry out similar projects in (high) schools, but it can also be used by teachers and other interested persons (e.g., from grassroot organisations) to get inspiration on transdisciplinary school projects, combining natural science and technology. The materials in the Annex will be useful examples for designing own initiatives.

ACTION partner NILU was coordinating this pilot with the aim to give high-school students in Oslo and the larger Oslo area the opportunity to carry out their own air quality projects. For carrying out measurements and collecting data, the students used an Arduino-based air quality sensor platform, equipped with a Nova SDS011 sensor to measure pollutant levels of particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀) in the air. They could add additional components for measuring e.g., relative humidity, temperature, noise or CO₂. The students worked in groups of 3-5 persons who were in charge of the technical part of mounting and programming the Arduino based sensor, as well as the scientific part of defining the research question, methodology, data analysis and conclusions. Each group presented a scientific poster with the results at a joint student conference.

Based on our experiences, we can provide the following lessons learned:

- Dedicate enough time for preparations so that the activities fit into the teachers' curriculum and they have enough time to buy equipment, prepare their teaching and the way they want to consider the project outcomes in their exams
- Expectation management is important. Communicate early to the teachers what you expect from them and what they can expect from you. At the same time, give the teachers as much room as they need to implement the activities into their curriculum.
- Be available for both teachers and students. Establish a communication forum where questions can get answered quickly and in an informal way and where participants can communicate between themselves and share good and bad practices (e.g., Facebook group).
- A public event like a student conference is a nice way to bring students in contact with other students to open their mind to the "bigger picture". It is also a good opportunity for the students to present their activities and results to a larger audience and have direct contact with the scientists.
- Evaluation of the activities is as important as in any other project.

1 INTRODUCTION

A key element of the ACTION project is drawing on the experiences of pollution-based citizen science initiatives to understand the diversity of the design space, refine the project's research and innovation goals and offer solutions that meet real needs. To do so, the project has set up a citizen science accelerator that includes funding, mentoring, training, technology, tools, promotion and networking opportunities to help the citizen science initiatives to reach their goals effectively and sustainably. The accelerator started with a set of five citizen science pilots, one of them being "Air quality measurements in high schools", the project that this deliverable is about.

Although air quality is generally good in Norway, PM_{2.5} and PM₁₀ pollution often exceeds limit values during wintertime, due to wood burning, use of studded tires, road sanding, salting and during springtime due to road cleaning activities. This is why the pilot activities focused on particulate matter levels during winter/spring time.

ACTION partner NILU was coordinating this pilot, giving high-school students in Oslo and the larger Oslo area the opportunity to carry out their own air quality projects. For carrying out measurements and collecting data, the students used an Arduino-based air quality sensor platform, equipped with a Nova SDS011 sensor to measure PM_{2.5} and PM₁₀ pollution levels. They could add additional components for measuring e.g., relative humidity, temperature, noise or CO₂. The results were presented by the students themselves at a joint student conference.

This deliverable serves as a tutorial for air quality projects in high schools, based on lessons learned in the Oslo pilot. It serves as a field report, providing insight into the preparation process, the actual project phase, the student conference and the evaluation. All materials are attached in the Annex and they will also be made available for download at <https://actionproject.eu/>. However, since the material has been prepared for Norwegian high schools, most of it is only available in Norwegian. The material is available in open source and can be freely modified and used.

2 PREPARATION PHASE

The pilot for air quality in high schools was planned for winter/spring 2019, but the preparations started as early as October 2018, when NILU contacted 23 high schools in Oslo and the larger Oslo area, informing them about the possibility to carry out air quality projects in their high school as part of the European ACTION project (letter - Annex 1). Many high schools in Norway have a special focus, such as on media and design, theater or natural sciences. We targeted those high schools with a special focus on technology and research, of which seven schools participated with in total more than 100 students. The students were in the age between 17 and 18.

Through contacting the schools that early, we wanted to ensure that the project could be implemented into the curriculum of the school for 2019. We invited the interested teachers to a meeting at NILU in November 2018, introducing the ACTION project, describing the pilot idea and discussing the timeline, expectations and requirements for the execution of the pilot. At that meeting, we agreed on the following timeline (Fig. 1):

Timeline 2019

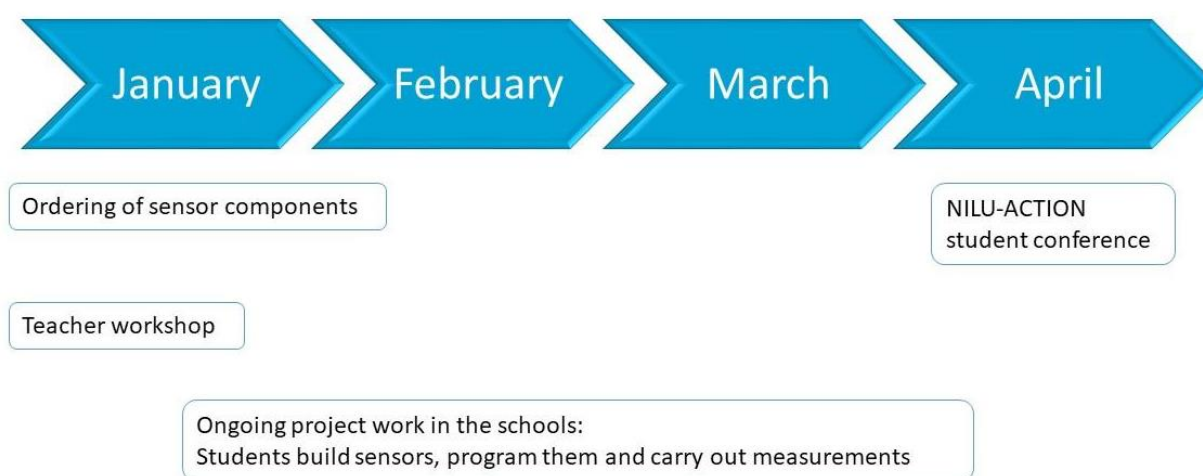


Figure 1. Timeline of the school pilot for 2019

The first event on our timeline was the teacher workshop in January 2019. We met with 11 teachers at one of the participating high schools. First, we provided basic information about air pollution, its effects on health, pollution sources, legal aspects, measurement of air quality and possibilities and challenges connected with the low-cost sensor platforms that we were planning to use in the pilot. The presentation is attached as Annex 2. During this session, we were able to answer many questions of the teachers. Not all of them felt the need to stay to the second part of the workshop, where a participating teacher offered a hands-on session about assembling the sensor(s) to the Arduino board, attaching an SD-card component and other parts, such as display, temperature sensor, GPS, etc. In addition, he introduced Arduino coding which is required to get the sensor measuring.

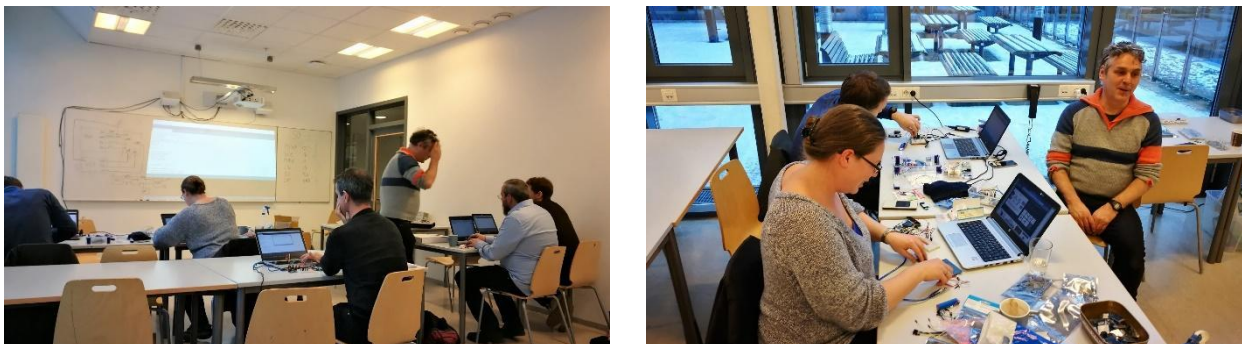


Figure 2. Teacher workshop

At the workshop, we agreed upon the following: (1) The teachers have freedom to introduce the topic to the students as they wish and to give also the students as much freedom as possible to design and carry out their air quality measurement project. They were also free to choose the time when they would carry out the projects with their students so that it would fit with their curriculum. (2) NILU would be helping the teachers/students if necessary, in different ways – with the technology, scientific background, information material or a physical visit. (3) The teachers ordered the required equipment themselves, each teacher for their own school/class. The costs could be reimbursed through the ACTION project after the student conference. (4) A student conference for all participating students was planned for April at one of the participating schools. There, the students should present their results by help of a scientific poster. (5) A NILU-ACTION Facebook group has been created by the teachers, to communicate with each other during the project phase and to exchange problems and questions they would come across. NILU-ACTION scientists were also invited.

ACTION Tips: Preparation phase is crucial, start as early as possible. If you have to order equipment, do this as soon as possible, there will always be some delay in delivery. Allow for open dialogue between teachers and scientists, including expectation management. Plan time to train the teachers and involve them in as many activities as possible. Allow for as much freedom as possible (also within the schools) to promote ownership.

3 PROJECT PHASE

Each teacher was free to start the actual project work with their students whenever this fitted best into their semester plan. Some teachers started as early as January, whereas other teachers waited until March. Regardless of the point of time when they carried out the project work, the projects were integral part of the curriculum and the students would receive grades from the teachers on this.

In order to comply with the GDPR requirements, we prepared a consent form that the participating students (or their legal guardians in case they had not filled 18 yet) had to sign and return to us. By signing the students agreed that participation in the ACTION project was voluntarily, that they could resign any time that we would not collect their personal data and they could indicate if they agreed that pictures were being taken from them. The form (in Norwegian) is attached as Annex 3.

During the actual project phase, the teachers applied different approaches. Several teachers used the presentation we gave at the teacher workshop for their teaching. One teacher asked NILU for additional information on health effects caused by air pollution (Annex 4). A NILU scientist has been invited to one high school to give an introductory presentation about air quality and measuring methods (Annex 5). Another high school teacher invited a NILU scientist to discuss the plans his students had for measuring air pollution. E.g., some students wanted to measure indoor air pollution in classrooms and compare the results with noise and temperature measurements. Other students wanted to measure air pollution from the metro in town and another group planned to measure air pollution along a very busy ring road at different times of the day and the week. Other teachers were very keen on visiting the NILU laboratories with his students, so that they would learn more about air quality and scientific work. Thus, they came to the NILU laboratories for a guided tour.

Working on the scientific posters was a new experience for the students. One teacher invited a PhD student from the University of Oslo to introduce scientific thinking and designing scientific posters to the students. A group of that school later won the prize for the best poster at the student conference.

Apart from the activities described here, the teachers worked very independently on the projects.

ACTION Tips: Make sure all certificates/agreements are in place to be signed at the start of the project phase. This includes also an agreement on what type of data should be delivered by the citizen scientists and to whom, by when and in which format. Be transparent and provide updates on project activities and on what happens with the data. Create suitable ways for communication, e.g. a Facebook or What's app group.

4 STUDENT CONFERENCE

The NILU-ACTION Student Conference was held on 08. April 2019 with more than 80 students participating. One of the participating high schools (“Kuben”) offered their new auditorium as meeting venue. It was centrally located in Oslo, with public transportation access close by and thus easily accessible for the students and the teachers.

The final agenda looked as follows:

10.00-10.30	Show-up at Kuben high school, poster installation
10.30-10.40	Welcome by NILU and Kuben
10:40-11:00	Presentation by NILU scientist Chris Lunder about NILU’s work in the Arctic and Antarctic
11.00-11.45	Presentation by Cautus Geo about sensing technologies
11.45-12.30	Lunch and finalising poster preparation
12.30-14.00	Poster presentations, jury is going from poster to poster, listening to the students’ presentations.
14.00-14.15	Distribution of diplomas and finish by NILU and Kuben

The students had to bring their scientific posters that described their work, results and conclusions. Some students also brought the sensors they had built, some of them even built sensor casings for easy and safe transport and measurements. The pictures below provide some insight into the conference (Fig. 3 and 4).



Figure 3. Impressions from the student conference

D2.7 Tutorial for air quality projects in high schools

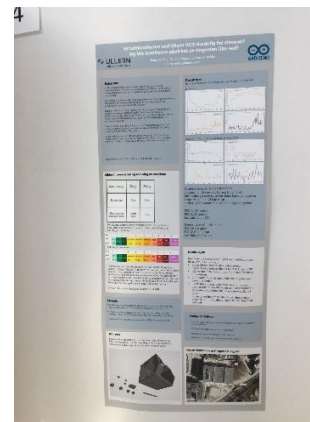
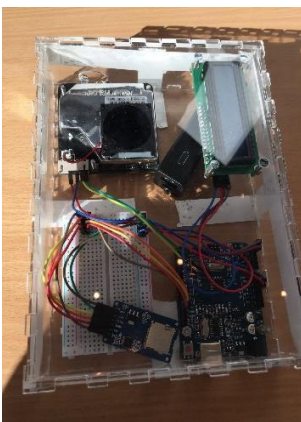
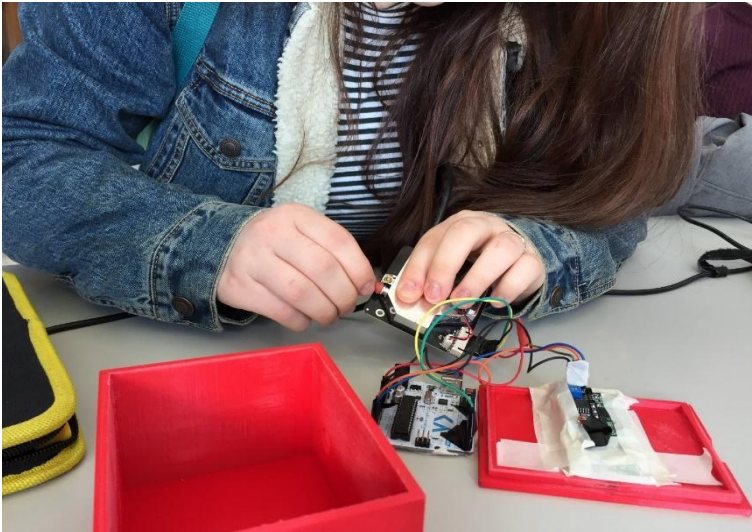


Figure 4. Examples of sensor platforms and scientific poster made by the students

As mentioned in the agenda, a jury had been formed to judge the posters (for example of the posters developed by the students, see Annex 6). The jury was divided into two groups to make sure that in the relative short amount of time all posters could be judged. Each jury group consisted of three members: a NILU scientist, a teacher and the headmaster of Kuben high school and the second speaker of the sensor company respectively. The students' work was judged based on criteria for the categories "Best research project – researcher award" and "Best poster – poster award". In addition, the whole audience could vote for their favorite poster in the category "Audience award". The winner groups received their diplomas from the "Kuben" headmaster in a ceremony at the end of the student conference (Fig.5).



Figure 5. The proud winners with their diplomas

ACTION Tips: The student conference has been appreciated by both teachers and students. A public event like this can motivate students to perform better since the result of their work/project will be made public. It is a nice way to bring citizen scientists in contact with other citizen scientists, opening their mind to the "bigger picture".

5 EVALUATION

Together with T6 ECO/WP6, we have designed an evaluation form both for the teachers and the students. They completed the form after the student conference and the teachers sent the forms to NILU. We translated the open replies to English and sent an overview of the replies to T6 who are working on the interpretation. Annex 7 contains the English version of the questionnaire for the teachers and the students. Deliverable D2.8 is dedicated to the evaluation of the activities around air quality projects in high schools. It will include evaluation results from the pilot activities in 2019 and 2020. Thus, the chapter at hand provides only a short summary of the evaluation results from 2019 without any deeper (statistical) analysis. The evaluation that will be carried out in 2020 will be based on the ACTION impact assessment methodology that is currently under development. This first evaluation focused on the following aspects:

- What was perceived as positive in the project and what was perceived as difficult or to be improved?
- Knowledge and skills acquired
- Results in terms of awareness raising on air quality-related issues
- Impact on pro-environmental behaviours
- Changes in class/school social relationships thanks to the performed activities
- Chances in the perception of science

Most of the students claim that they have learned something new about air pollution, technology and scientific work. However, the majority indicates that they will not change their habits based on what they learned about the topic. Almost half of the respondents claim that they feel that they can do more and better at school after working with air quality projects, especially in science-related topics. Asked about what they liked most, the students mentioned that they enjoyed the freedom they had within the projects, that they learned something new and useful and that it was fun working in groups. Asked about what should be improved next time, many students complained that they did not have enough time for the project and some also felt that more knowledge on the Arduino programming and the introduction to the topic has been missing and that the activities would benefit from better communication/more involvement of the scientists.

In general, also the teachers seemed to be content about the project. Beforehand, they told us that they were very excited about this kind of project, since it brings together different topics (technology, programming, natural sciences, effects on society) and would be an interdisciplinary experience for the students. The technology part seemed to not work properly in several cases, that might be due to the fact that the quality of the measuring devices is not comparable to standardized monitoring equipment commonly used in science. The teachers claimed that the project increased their awareness about air pollution and they also see increased awareness in their students. Asked about new skills and competences, the teachers claim that they have gained new skills in dealing with Arduinos and sensors, whereas for the students they claim that they now have a better understanding about air pollution, science/scientific work and the technology used in the project. The teachers claim they have a more pro-environmental behavior after the project, but that this does not apply to the students.

ACTION Tips: Evaluation is a crucial part of your project. Even more important is to improve your activities based on the obtained feedback and provide feedback to your participants.

6 DATA REPOSITORY

The sensors built by the students is the Nova SDS011 for measuring particles in the fraction of PM_{2.5} and PM₁₀. During the measuring activities, the students will take measurements at different locations. A file will be generated in the SD card of each sensor. The format of this file is:

- Date
- Time (in local time)
- GPS location (if the module is connected to the sensor)
- PM_{2.5}
- PM₁₀

More details on data management can be found in D1.1 Data Management Plan.

Once the activity is ended, the files generated are sent to the NILU coordinator by the teachers. The teachers attach other relevant information to the dataset such as the identifier and the location of the sensor.

With this information, NILU will upload the dataset to our future data portal, together with the metadata. From there, it will be deposited at our community at Zenodo.

The diagram below shows the process followed by data (Fig. 6).

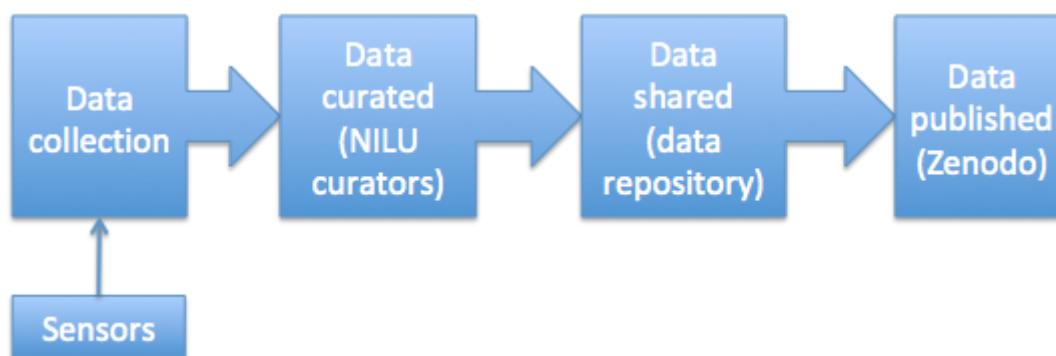


Figure 6. Data flow for the Norwegian pilot

ACTION Tips: Make as much data openly accessible and available in formats that can be read and used by other potential citizen scientists. They will benefit a lot!

7 CONCLUSIONS

7.1 The pilot in relation to the ACTION objectives

This deliverable provides an overview of the activities within the ACTION pilot “air quality projects in high schools”. It describes the preparation, execution and evaluation phases. In this chapter, we would like to share our lessons learned and position the pilot in the context of the ACTION project as a whole.

The pilot on air quality measurement by high school students has been carried out in different schools, in different ways, depending on the teachers and the curriculum. However, the evaluation sheets seem to show that the pilot has been a good way to raise awareness about the topic of air pollution amongst Norwegian high school students. The results also show that the students have learned something new, not only about pollution, but also about technology and its importance for society. A more in-depth evaluation analysis of the activities will be available in deliverable D2.8.

The pilot on air quality has been contributing positively to the objectives of WP2 – Citizen Science Accelerator through providing real world experiences and giving feedback from both students and teachers. This will contribute to shaping and validating the infrastructure, toolkit, training and other resources delivered by WPs 4-7.

The pilot on air quality has further contributed to the ACTION project’s main objectives by:

- contributing to methodologies, tools and guidelines to understand requirements of different stakeholder groups in CS;
- contributing to a digital infrastructure to help citizen scientists easily set up and manage projects in all their online and offline manifestations, manage and share their data openly, and comply with RRI;
- contributing to the socio-technical toolkit;
- partnering with researchers and stakeholders from education to establish a multi-stakeholder ecosystem for responsible citizen science and innovation and promote ACTION and our pilots in this ecosystem to receive valuable feedback and have broad impact.

The high school pilot has further contributed to expanding the canvas of more “traditional” citizen science projects, providing an example of CS on air pollution in education. This kind of project is very beneficial for the students from several perspectives:

1. transdisciplinary learning – natural sciences, technology, human health
2. practical application – building and coding sensors
3. benefit for society – where does pollution come from? What are the effects? How can society be protected from these effects?
4. working in groups – working with other students, distribution of tasks, mutual learning
5. learning how to work scientifically – hypothesis, study design, data collection and analysis, discussion of results and conclusion.

This pilot is contributing to the ACTION infrastructure and toolkit with examples of information material, Arduino codes and measurement data obtained from different student projects. Together with our lessons learned, this “information package” provides useful insight and information for people interested in carrying out similar projects with students.

7.2 Lessons learned

Although NILU has carried out similar activities previously, the school activities related to the ACTION project were quite challenging at times. Here are our lessons learned.

Preparation phase:

- Start with your preparations as early as possible. Teachers have to adapt the activities to the frame of their curriculum.
- Plan as detailed as possible and at the same time leave the teachers as much freedom as possible. They are the experts when it comes to pedagogic skills.
- Continuously offer your help with science and technology. It's useful to establish an uncomplicated forum with quick communication routes (in our case it was a facebook group for the teachers and NILU scientists).
- Prepare all documentation in advance (information sheets, agreement forms, evaluation forms, etc).
- Expectation management: explain the teachers from the beginning what is required from them, when and why. E.g., you will need the collected data after the projects are finished, you will ask both teachers and students to sign an agreement form in the beginning and complete an evaluation form at the end of the project activities; you will pay equipment for all schools up to a certain amount, etc.

Project phase:

- Keep in contact with the teachers and offer your help. We visited some schools to give an introduction about air pollution, help supervising the students and offered visits to NILU so that the students could get insight into the bigger picture of the project work they were doing.

Student conference:

- Include the teachers in the preparation work. In our case, one high school offered their school to be the venue for the student conference
- Arrange for some interesting programme for the students and allow for enough time for the students to present their posters. They have spent several weeks on this and want not only one minute to present it. Arrange for a jury, food and diplomas/awards.

Evaluation:

- An absolutely necessary tool to assess your activities and the outcome
- Important if you plan for another project to learn from the mistakes made

Annex

Annex 1 - Invitation letter for the teachers (in Norwegian)

Annex 2 - Presentation at the teachers' workshop (in Norwegian & English)

Annex 3 - Consent form (in Norwegian)

Annex 4 - Information material about health effects of air pollution (in Norwegian)

Annex 5 - Presentation for Lillestrøm high school (in Norwegian)

Annex 6 - Examples of scientific posters at the student conference

Annex 7 - Evaluation forms for both teachers and students (in Norwegian)

Annex 1 - Invitation letter for the teachers



Forskningsprosjekt luftforurensning i videregående skoler

Sammendrag

Vi ønsker å involvere elever i måling av lokal luftforurensning ved bruk av Nova PM SDS011-sensorer. Elevene bygger sine egne luftmålesensorer, koder dem og gjennomfører deretter sitt eget forskningsprosjekt med sensorene. Resultatene presenteres bl.a. på Urban Future Global Conference i mai 2019, som arrangeres i forbindelse med at Oslo er kåret til Europas Miljøhovedstad i 2019.

Bakgrunn

NILU – Norsk institutt for luftforskning er partner i det Europeiske forskningsprosjektet ACTION (PArTicipatory sCIence ToolKit against pOllutioN). I den forbindelse ønsker vi å involvere elever i måling av lokal luftforurensning i sitt nærmiljø. NILU har hatt samarbeid med flere videregående skoler tidligere og har gode erfaringer med å samarbeide med skolene om å lage et opplegg som passer inn i TOF-undervisningen ([Elever og forskning i samarbeid om inn klima](#)).

De siste årene har det skjedd en rivende utvikling innenfor mikrosensorer – rimelige sensorer som er små og enkle å håndtere. Vi vet at kvaliteten på disse sensorene er svært varierende og har lavere kvalitet enn referanseinstrumentene som benyttes i den regulære miljøovervåkingen. Som del av EU-prosjektet hackAIR (www.hackair.eu) har NILU testet noen «do it yourself»-luftmålesensorer av type Nova PM SDS011. Resultatene var positive, og derfor ønsker vi å bruke disse sensorene i ACTION-prosjektet.

Vi har pågående prosjekter med to videregående skoler i Oslo/Akershus der elevene bygger Nova PM SDS011-sensorer,

koder dem og gjennomfører egne målinger. De ser ut til å være prosjekter som er meget godt egnet til undervisning innen TOF.

Prosjekt mål og beskrivelse

Målet er å bevisstgjøre elevene om luftforurensning og sette dem i stand til å endre adferd og gjennomføre egne målinger.

Planen er å organisere en workshop for lærerne der vi informerer om luftforurensning og målemetoder, og viser hvordan man bygger sensorene og koder dem. Materialet brukes deretter i lærernes egen undervisning der elevene bygger sine egne luftmålesensorer, koder dem og deretter gjennomfører sitt eget forskningsprosjekt innen «luftkvalitet». Forskere og teknikere fra NILU vil bistå med nødvendig veiledning og informasjon.

Elevene vil få muligheten til å presentere resultatene på Urban Future Global Conference i mai 2019. Dette er en konferanse som arrangeres i forbindelse med at Oslo er kåret til Europas Miljøhovedstad i 2019.

Tidslinje og tidsbruk (skisse)

Januar	Bestilling av sensordeler
Februar	Workshop for lærere (1-2 dager)
Mars	Besøk på/fra NILU; oppdragsbrev e.l. (1/2 dag per skole)
Mars-April	Elevene bygger/koder sensorene og gjennomfører målinger
Mai	Presentasjoner av resultater (format kan diskuteres – for eksempel UFGC, «student conference», e.l.) (1-2 dager)

Kontakt



Forsker Sonja Grossberndt
sonja.grossberndt@nilu.no



Seniorforsker Nuria
Castell



Annex 2 - Presentation at the teachers' workshop

NILU-ACTION

lærerworkshop

Sonja Grossberndt
Nuria Castell

NILU-Norsk institutt for luftforskning

10.1.2019

Innhold

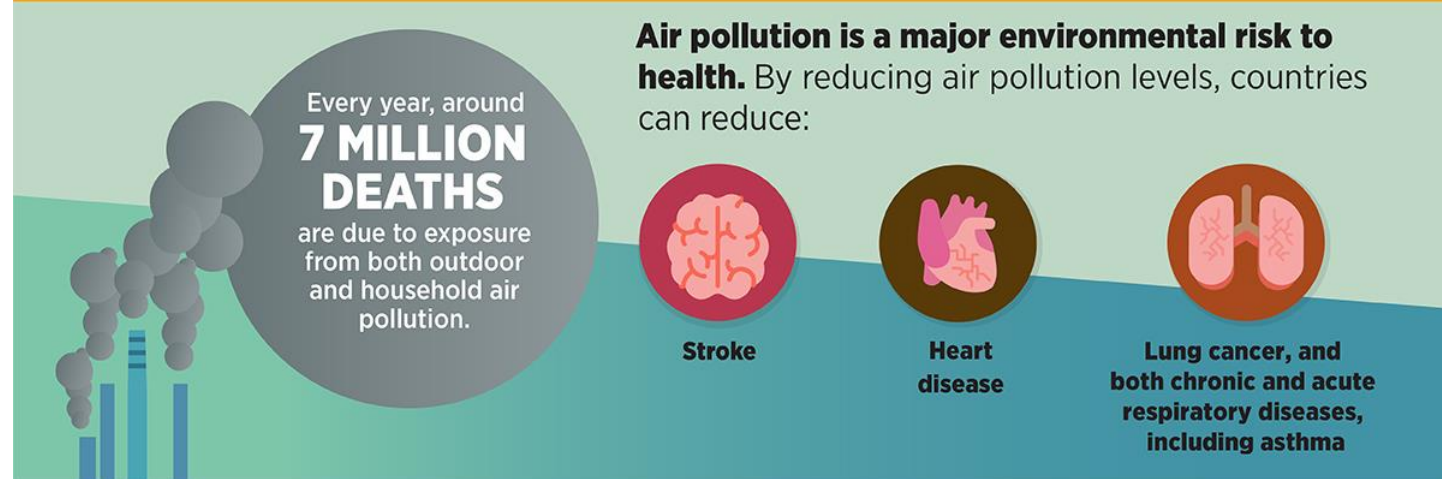
- Luftkvalitet og luftforurensning
- Helseeffekter
- Forurensningskilder
- Hva sier loven?
- Måling og overvåkning av luftkvaliteten
- Hvordan skal man bruke mikrosensorer?

Luften vi puster

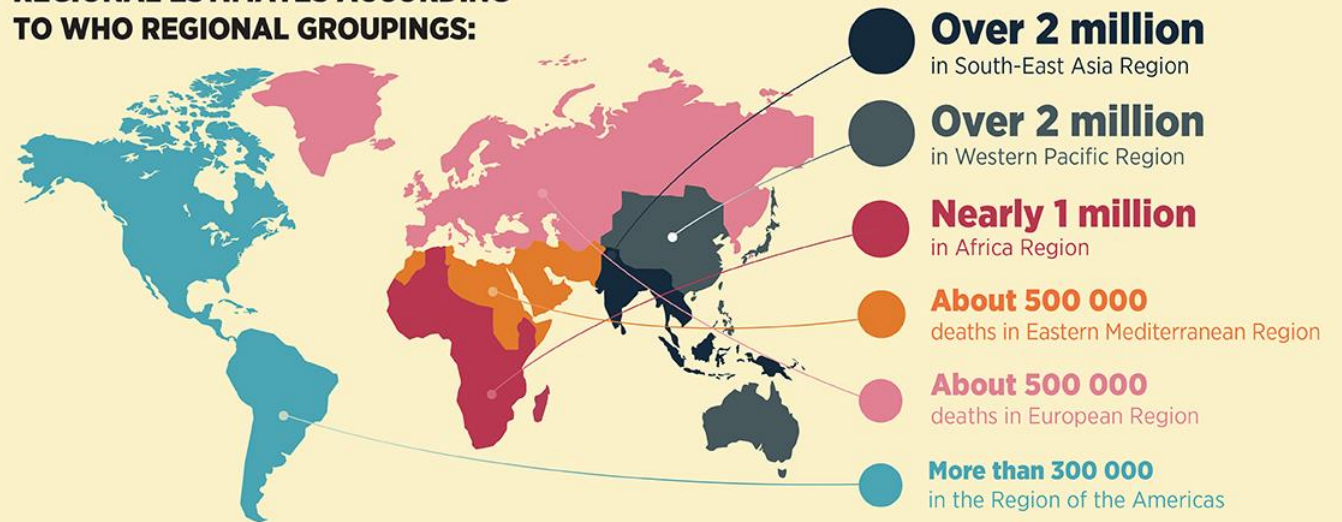
Vi puster ca. 10.000 liter luft/døgn → stor betydning for vår helse

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:

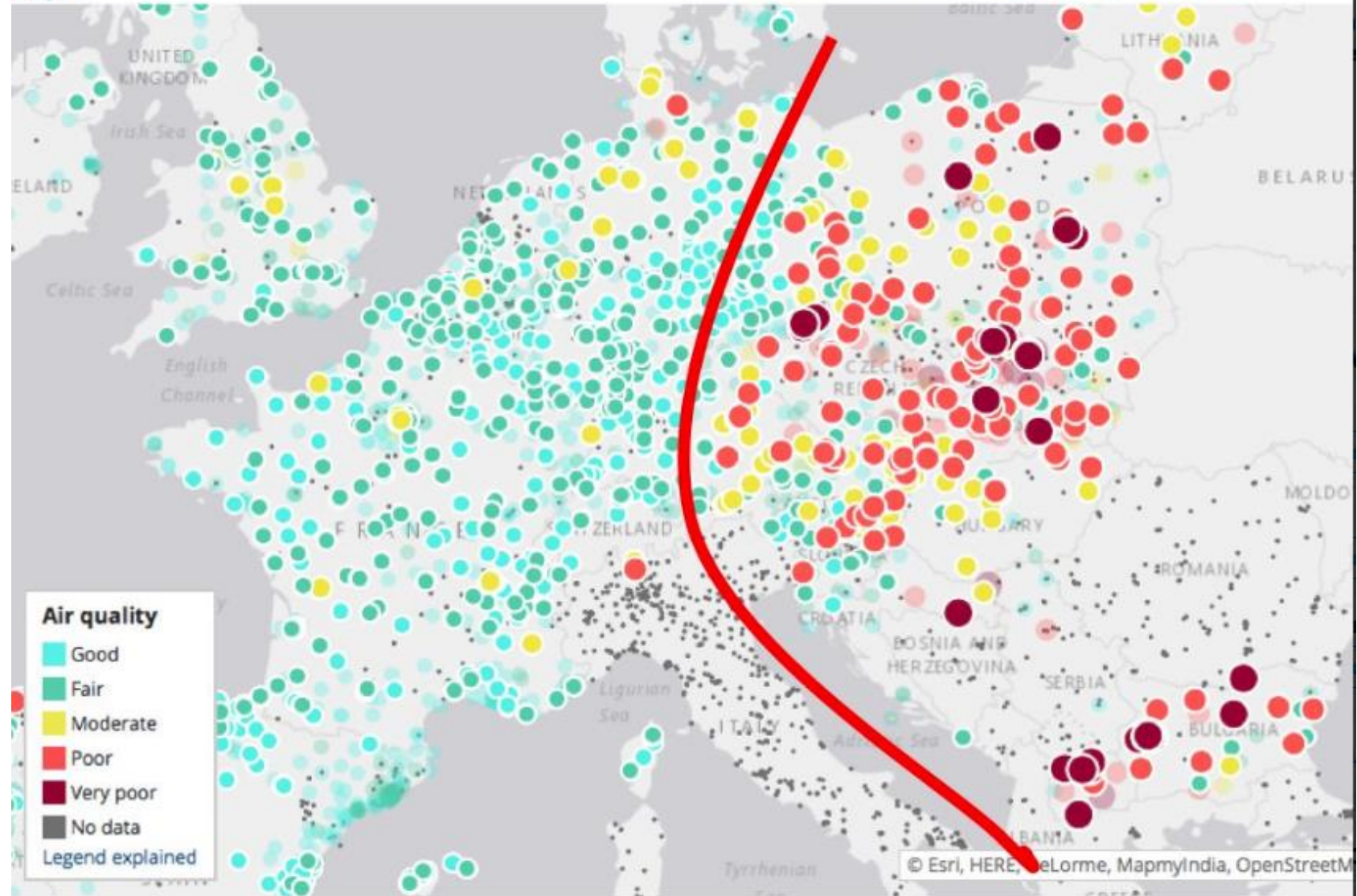


Luftkvalitet i Europa



European Air Quality Index

The European Air Quality Divide



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.

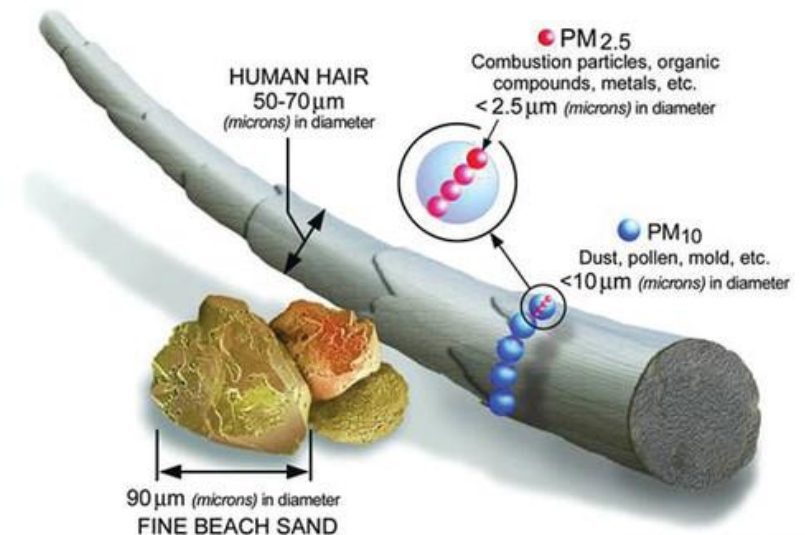
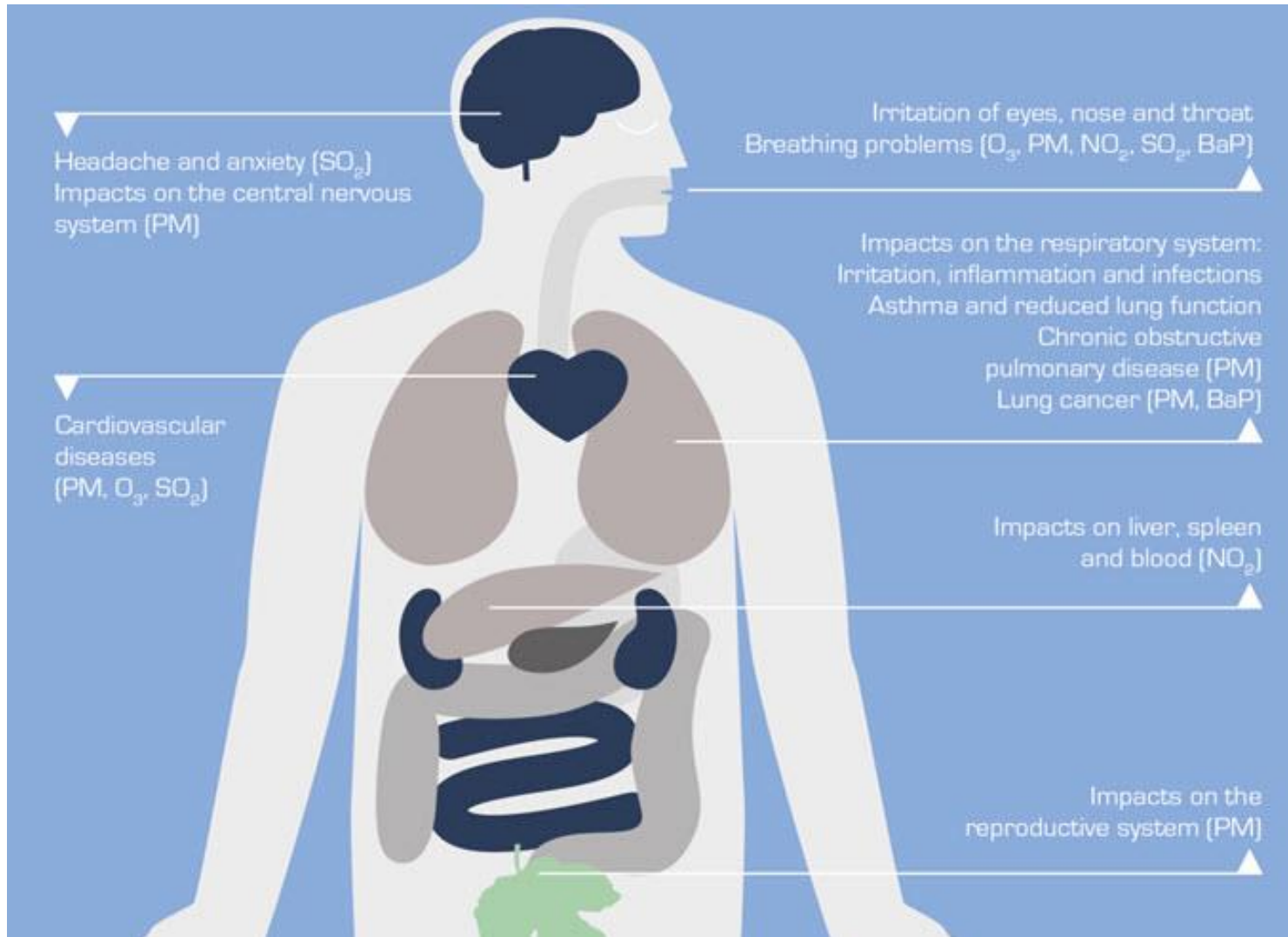


Image courtesy of the U.S. EPA

Helseeffekter av luftforurensning



Kilde: European Environment Agency, 2013

Viktigste forurensningskilder i Norge



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 dieselkjøretøy er hovedkilde
Flere kilder – flere muligheter å redusere utslipp	Mindre trafikk og/eller lavutslippskjøretøy



JUDGMENT OF THE COURT 2 October 2015

(Failure by an EFTA State to fulfil its obligations – Directive 2008/50/EC on ambient air quality and cleaner air for Europe – Limit values for certain pollutants in ambient air – Air quality plan)

ULOVLIG: Norge gjør ikke nok for å bekjempe luftforurensning, ifølge den ferske EFTA-dommen. FOTO: ARKIV

Norge felt for dårlig luftkvalitet

Luftkvaliteten i flere områder av Norge er så dårlig at den bryter med EØS-reglene, konkluderer EFTA-domstolen.

Les hele saken med abonnement på Bergens Tidende

Allerede abonnent? Logg inn

Styringsmål for lokal luftkvalitet i Norge

Grenseverdier

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

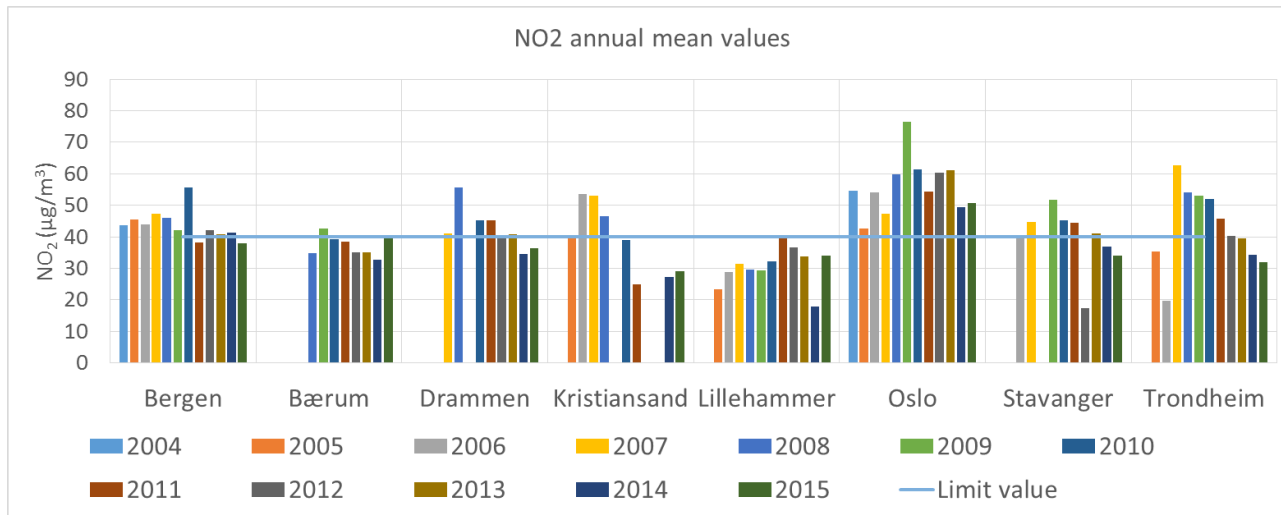
Nasjonale mål

- Regjeringens ambisjonsmål der de fleste befolkningsgruppene beskyttes mot helseeffekter

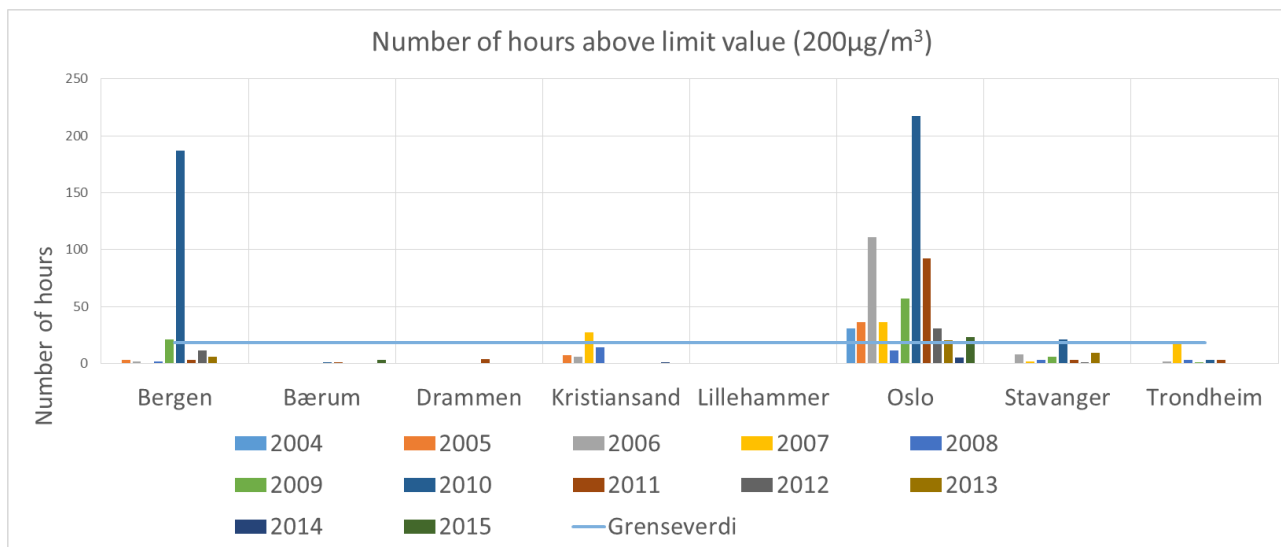
Luftkvalitetskriterier

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

Luftforurensning i norske byer – NO₂



- NO₂ årsgjennomsnitt overstiger grenseverdiene i mange byer

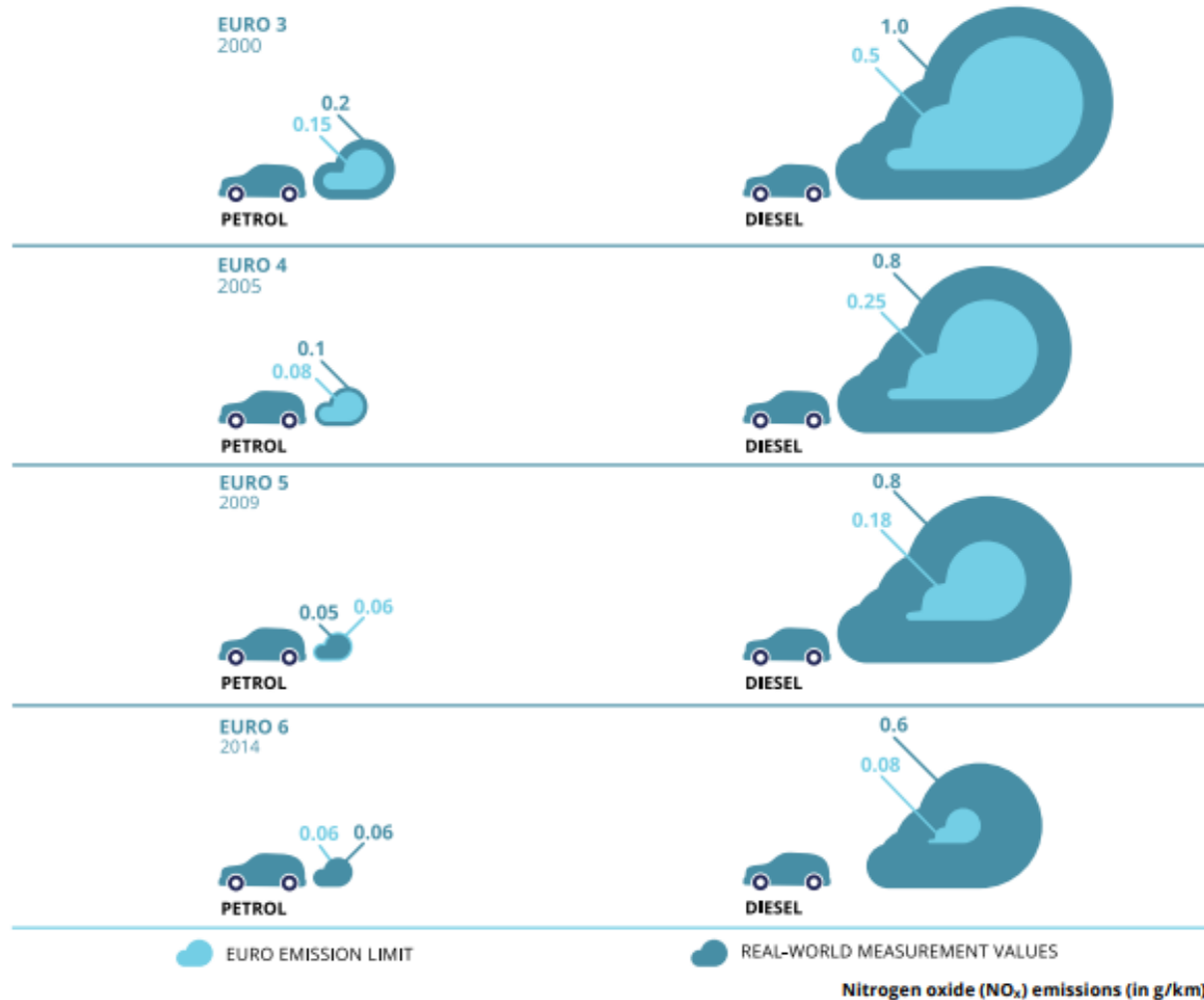


- Antall timer som overskrider grenseverdier for NO₂

Hovedkilde: utslipp fra dieselbiler

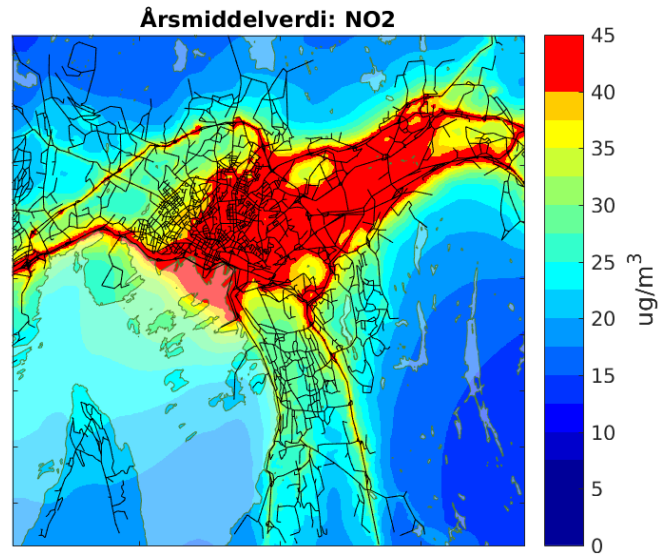
Hvorfor har vi et NO₂-problem?

Figure 6.3 Comparison of NO_x standards and emissions for different Euro classes

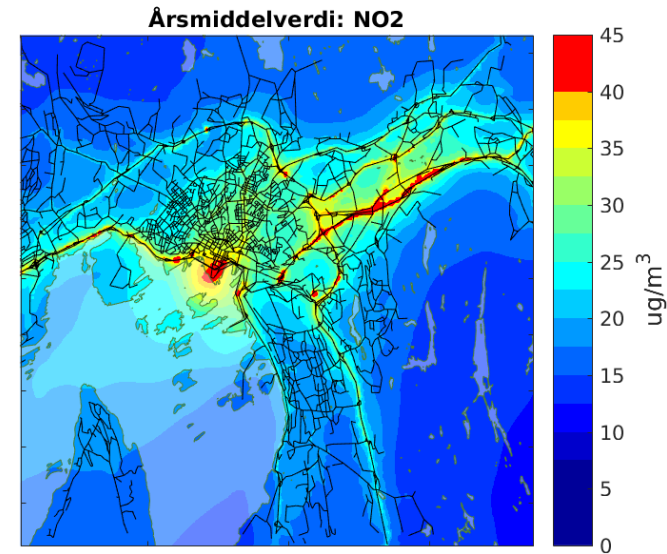


Hvordan blir situasjonen i 2020?

2014



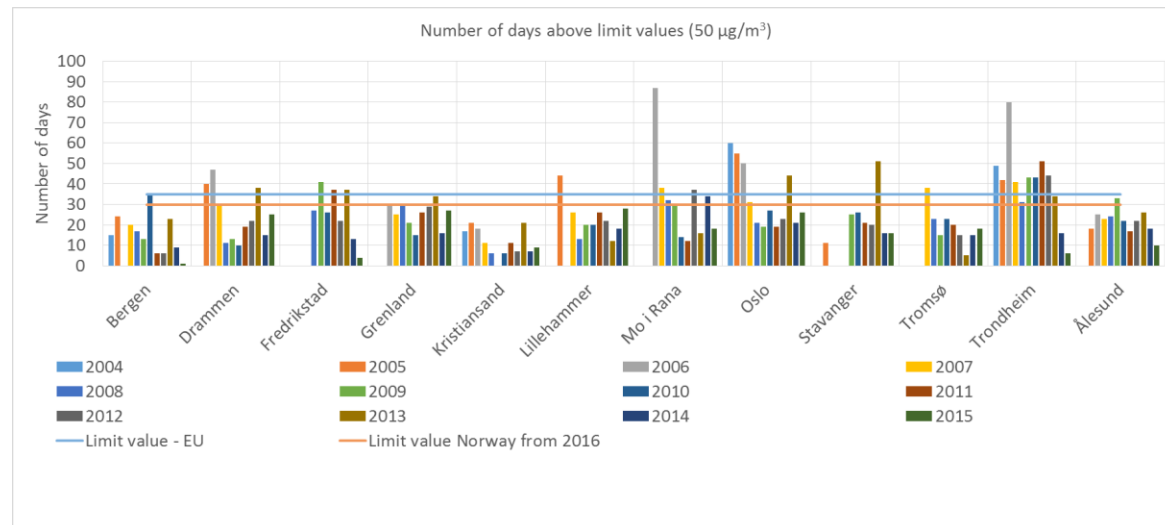
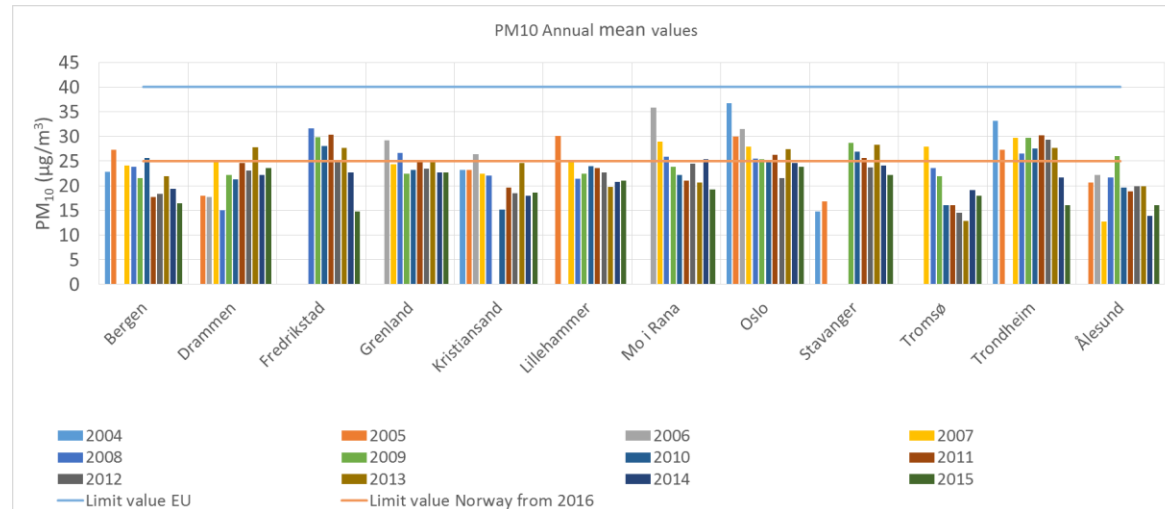
2020



Vi forventer en nedgang av NO₂-konsentrasjoner:

- Euro VI tunge kjøretøy har veldig lav NO_x-utslipp
- Flere elbiler og hybridbiler

Luftforurensning i norske byer – PM₁₀

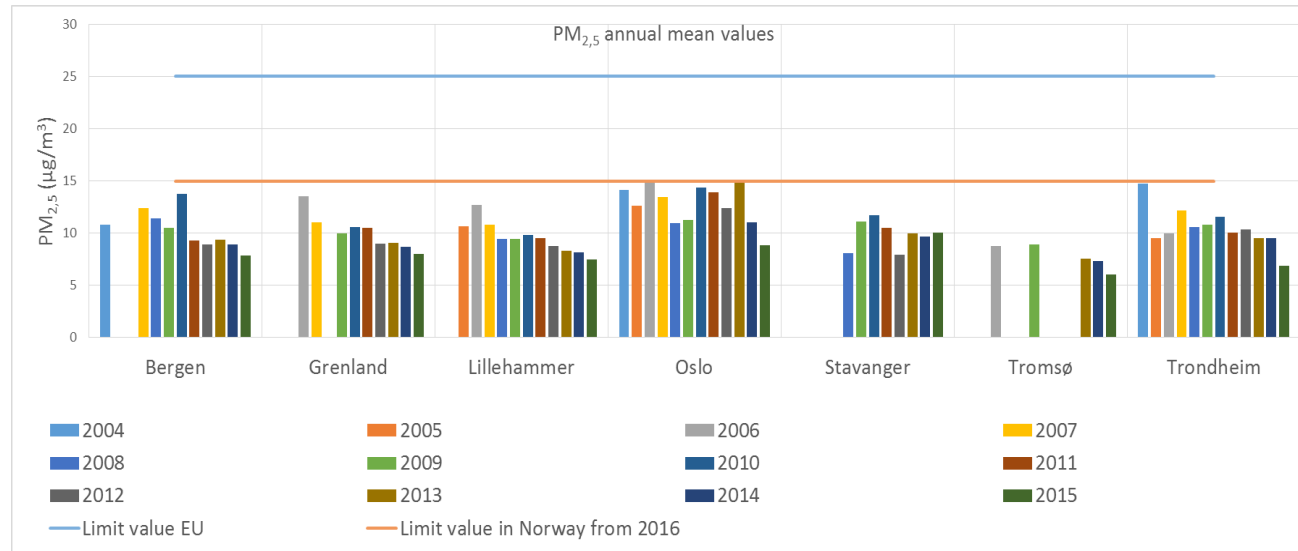


- PM₁₀ årsgjennomsnitt i nærheten av/over nye grenseverdiene i norske byer

- Antall dager med overskridelser av grenseverdiene for PM₁₀

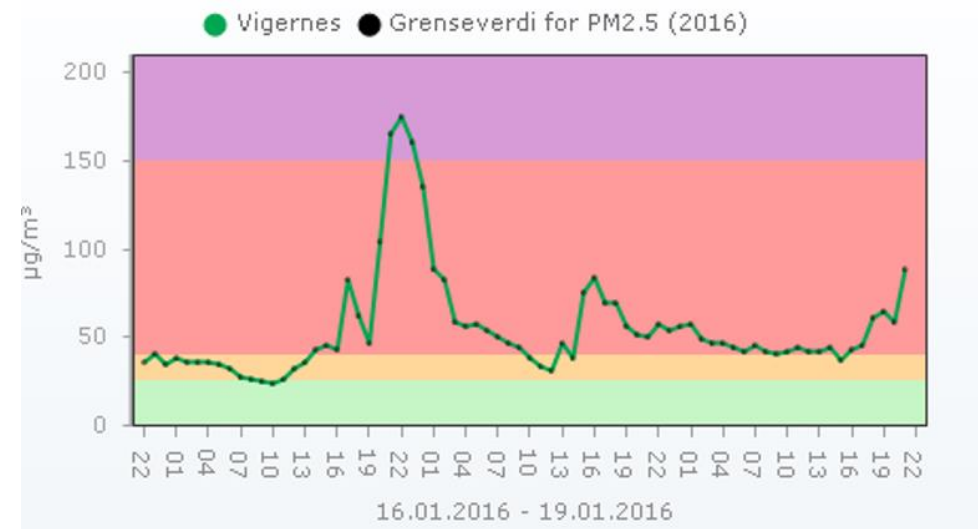
Hovedkilde: Veislitasje

Luftforurensning i norske byer – PM_{2.5}



- Årlig gjennomsnittsverdier for PM_{2.5} er lav for alle byer
- Men – under inversjon kan PM_{2.5} verdier være veldig høye

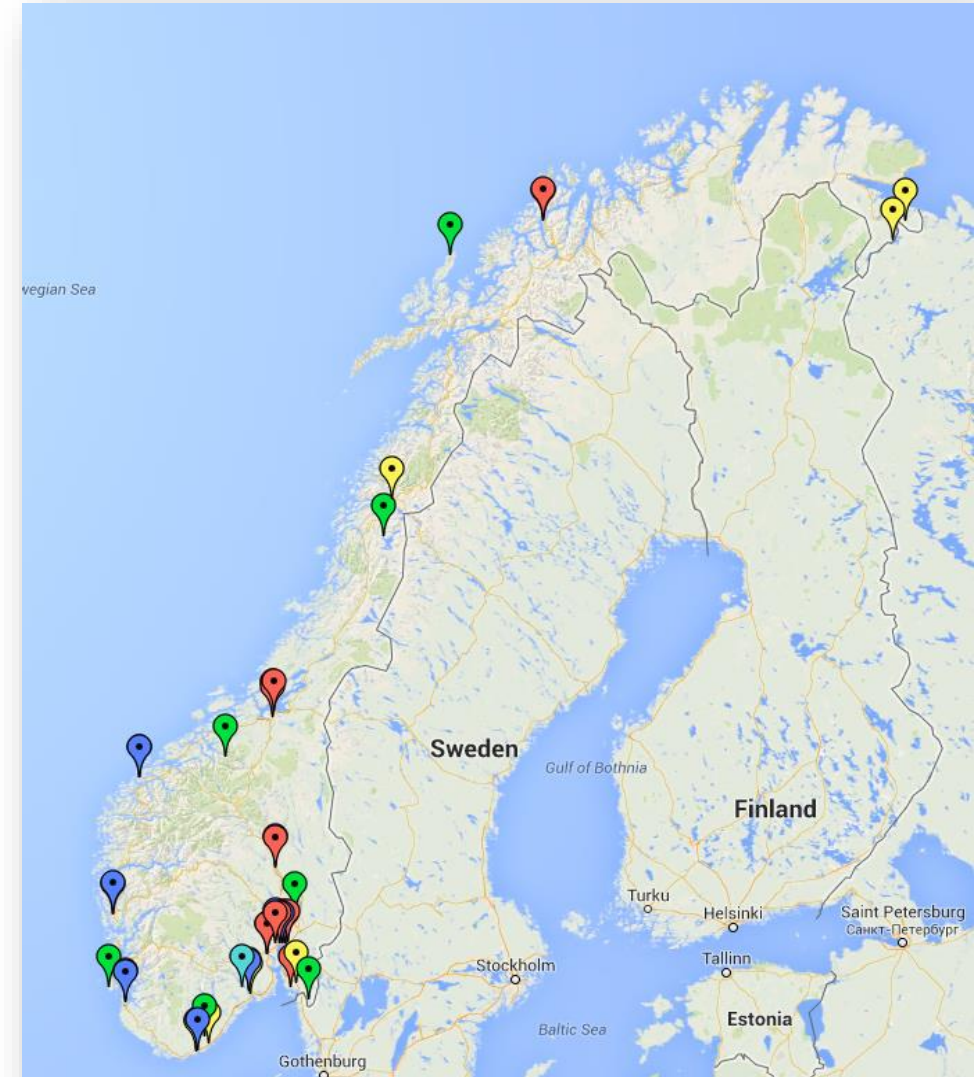
Hovedkilde: Vedfyring



Hvordan måler vi luftkvaliteten?

- Målestasjoner opereres av Statens vegvesen, kommunene og NILU
- 59 målestasjoner over hele Norge:
 - 29 trafikk
 - 13 urban bakgrunn
 - 3 «bynær» bakgrunn
 - 6 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)

µg/m³

08.01.2019 - 09.01.2019

Status: I drift
Eiet av: Statens Vegvesen

Detaljer

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

Aktuelle rapporter

- [Tiltaksutredning mot svevestøv i Ålesund januar 24, 2018](#)

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

Tradisjonell luftovervåkning



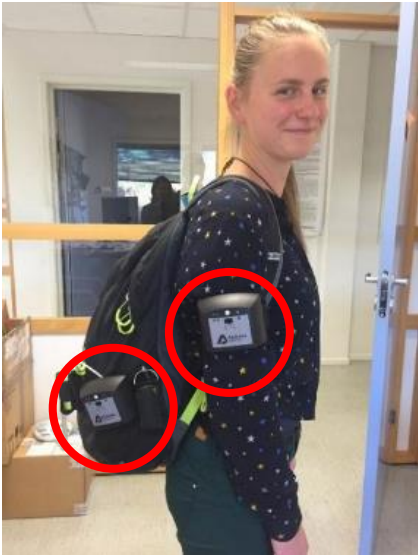
- Veldig nøyaktig
- Konsistente dataserier
- Sporbare (kvalitetssikring)
- Arkiv med flere tiårs data fra hele verden



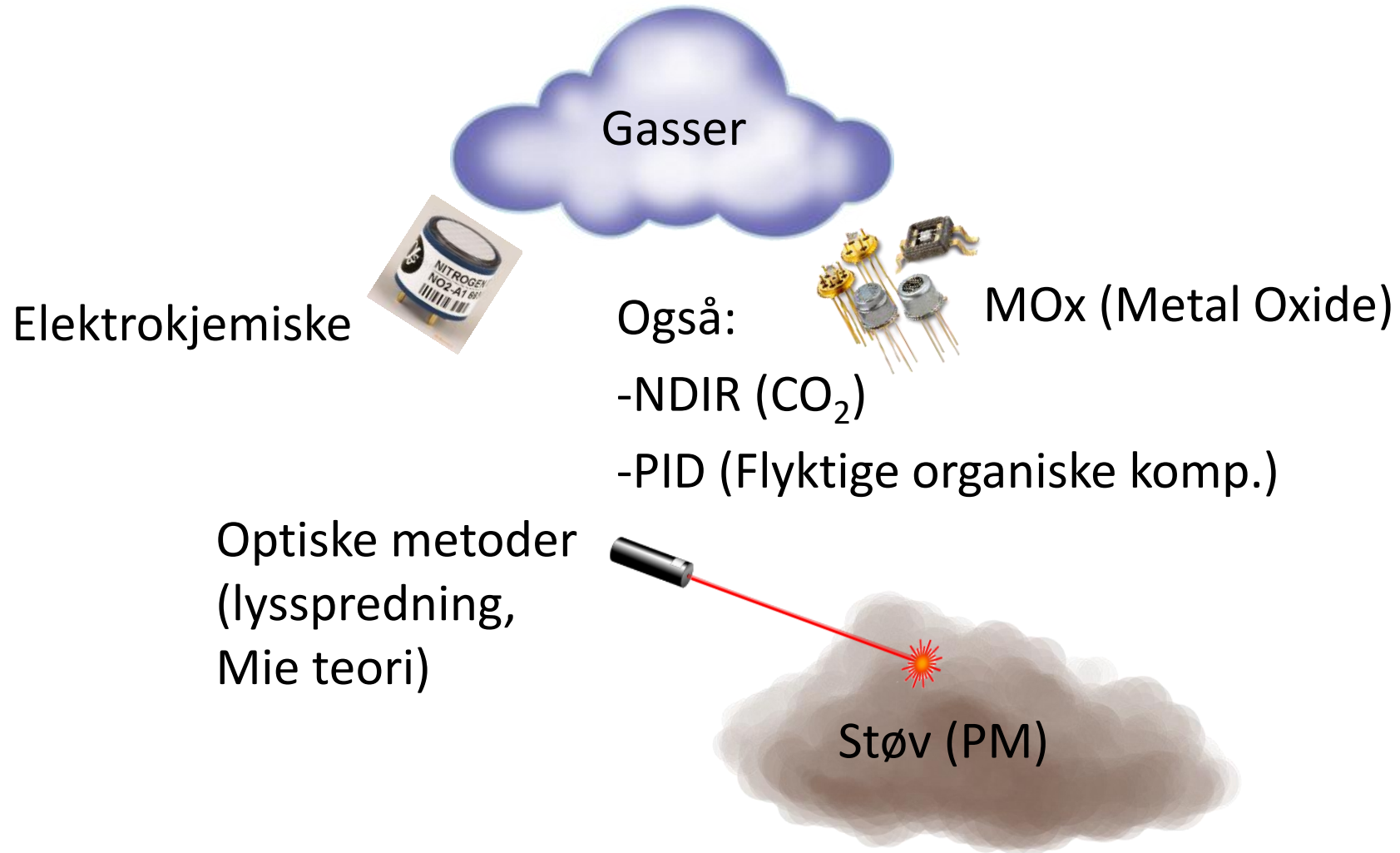
- Store, komplekse stasjoner
- Dyrt vedlikehold (?)
- Begrenset antall



Alternative: mikrosensorer

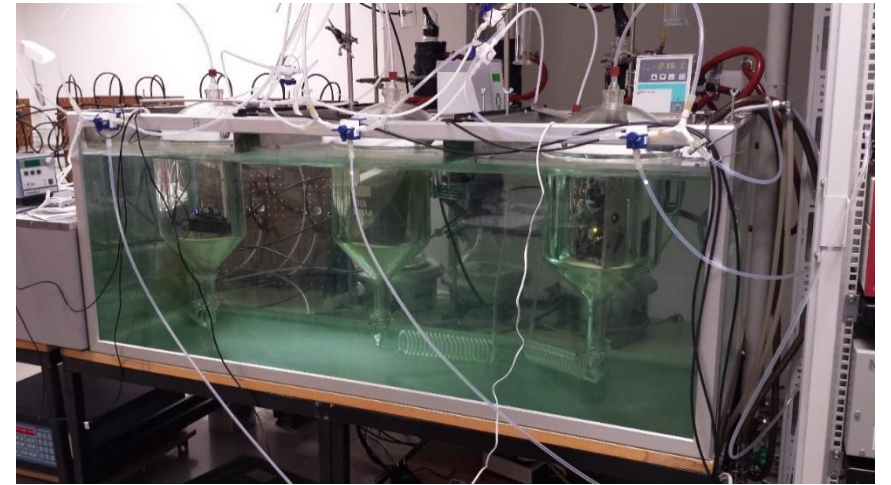


Hvordan fungerer mikrosensorer?



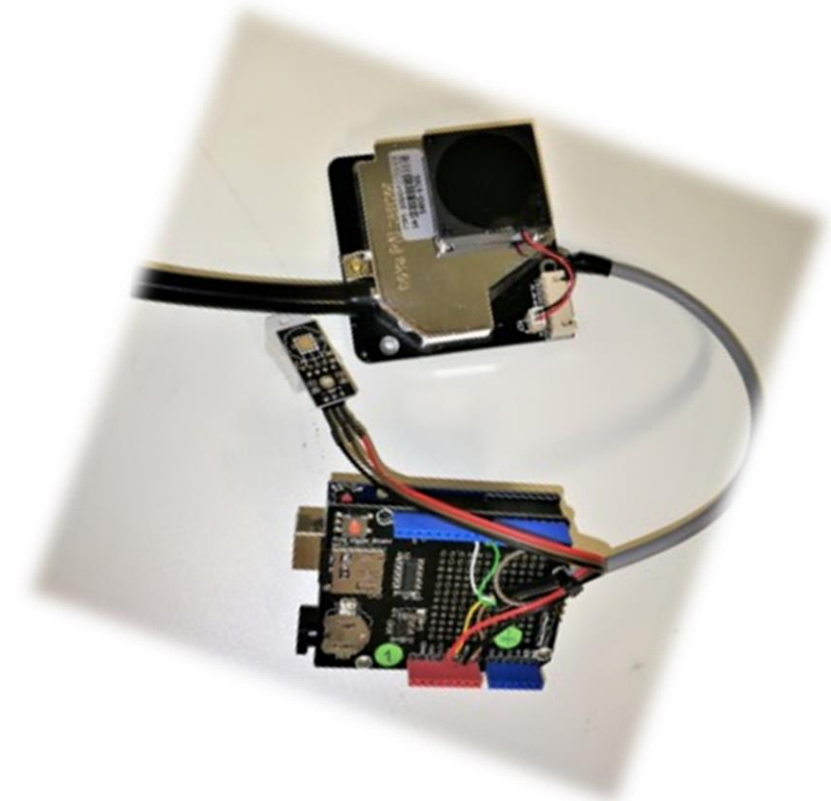
Testing på lab og i felt

- NILU har testet flere mikrosensorer på lab og i felt
- Betydelig lavere korrelasjon i felt enn på lab
- Stor variasjon fra sensorenhet til sensorenhet
- Helt nødvendig å kalibrere hver enkelt sensor i felt
- Sensorene kan endre seg i løpet av den tiden de er samlokalisert som følge av variasjon i meteorologiske forhold og konsentrasjonsnivåer
- Dette kan føre til økt usikkerhet i målingene og avvik som kan være vanskelig å oppdage



Dermed ...

- Mikrosensor-teknologien er fremdeles umoden
 - Høy usikkerhet
 - Krever kompleks dataanalyse og ekspertise
 - Enorme datamengder som må håndteres
- Ikke bare plug-and-play
- Men har stort brukspotensial!
- Viktig å engasjere folk og øke bevissthet
- Like viktig å håndtere forventninger

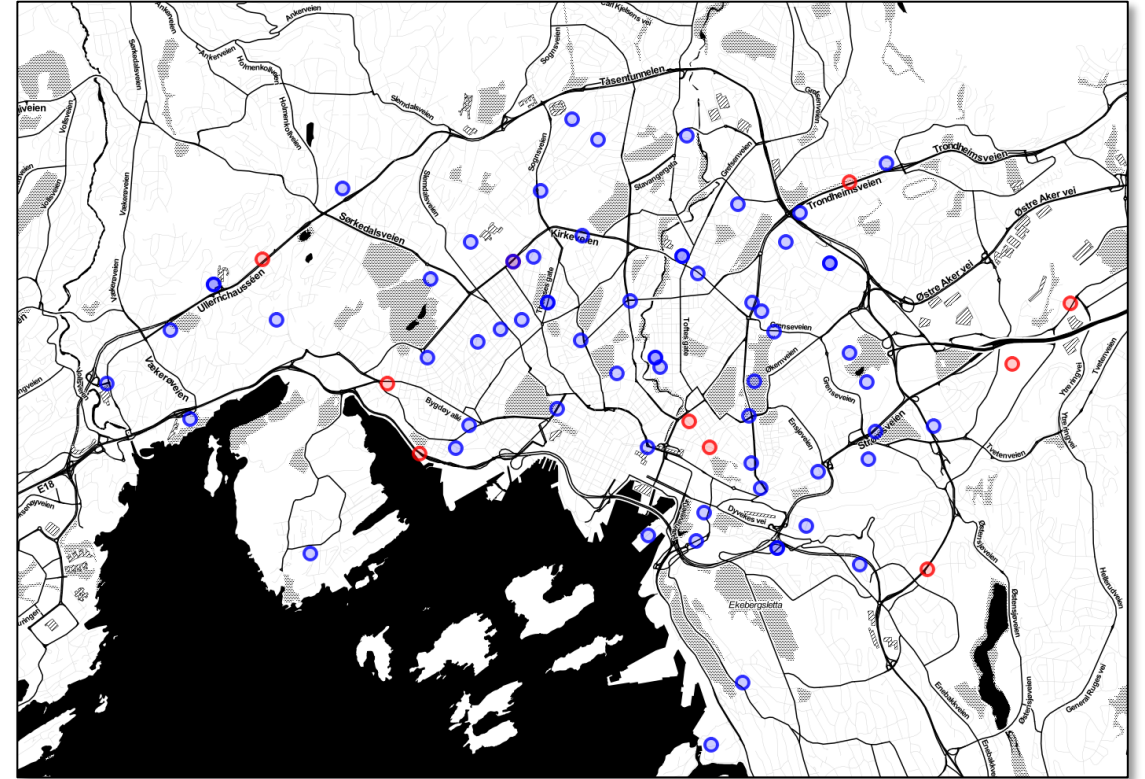


Videre på engelsk ...

How to use low-cost sensor systems?

Background

- The low cost and portability of these sensors makes it possible to measure air quality in more locations.
- Many of these sensors can report measurements at a frequency on the order of minutes, or even seconds, making it possible to learn about changes in air quality throughout the day.



Red markers: Locations of Air Quality Monitoring stations for NO₂
Blue markers: Deployment sites of low-cost microsensors

Low-cost sensors may be used to locate pollution hotspots, identify sources of pollution, supplement fixed-site monitoring data, measure personal exposure to pollutants, educate, and enhance air quality awareness.

*These low-cost sensors
sound great!*

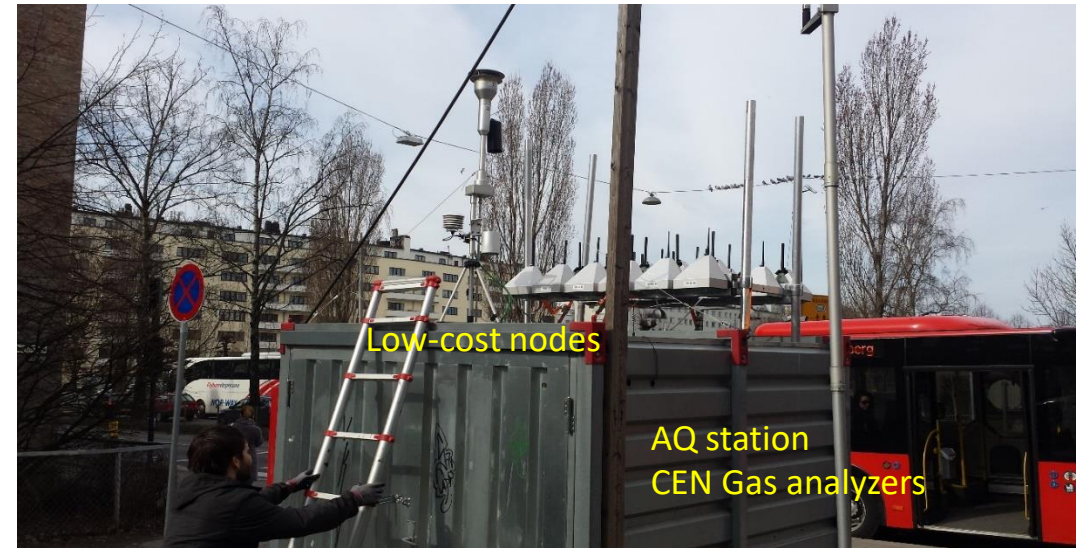
But how good are they?

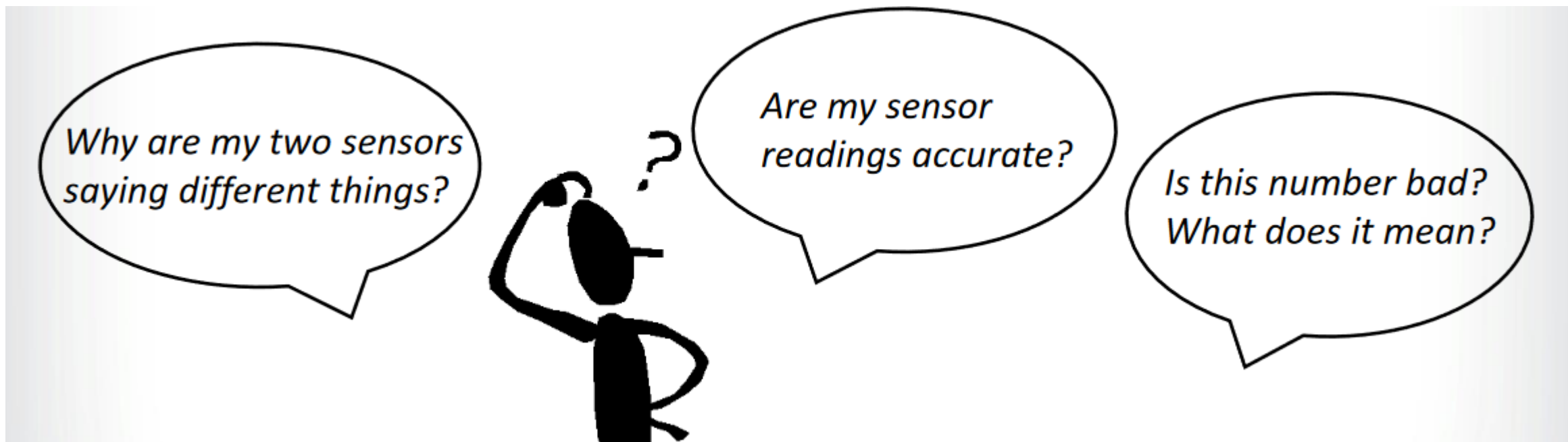


Evaluating low-cost sensors: collocation

What is collocation?

- Collocation is the process by which a reference monitor and non-reference monitor (sensor) are operated at the same time and place under real world conditions for a defined evaluation period.
- Sensor performance can be evaluated and data accuracy improved by comparing sensor data with reference monitor data.





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.)

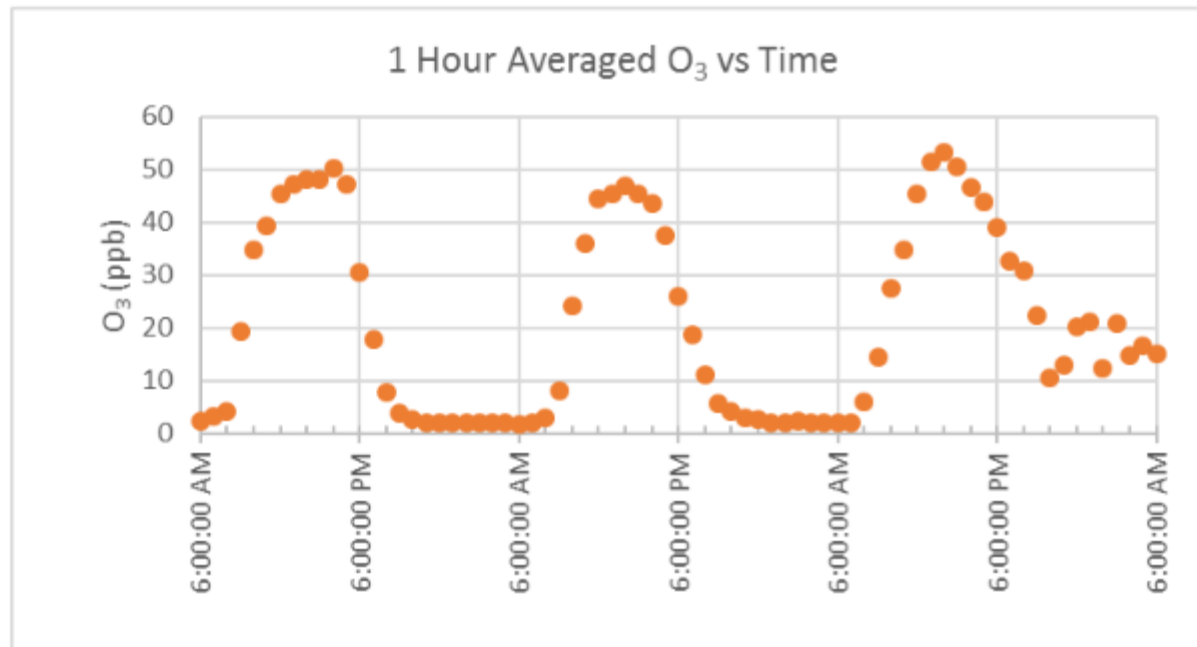
Outliers – data points that look out of place – much lower or higher than nearby data points

	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.

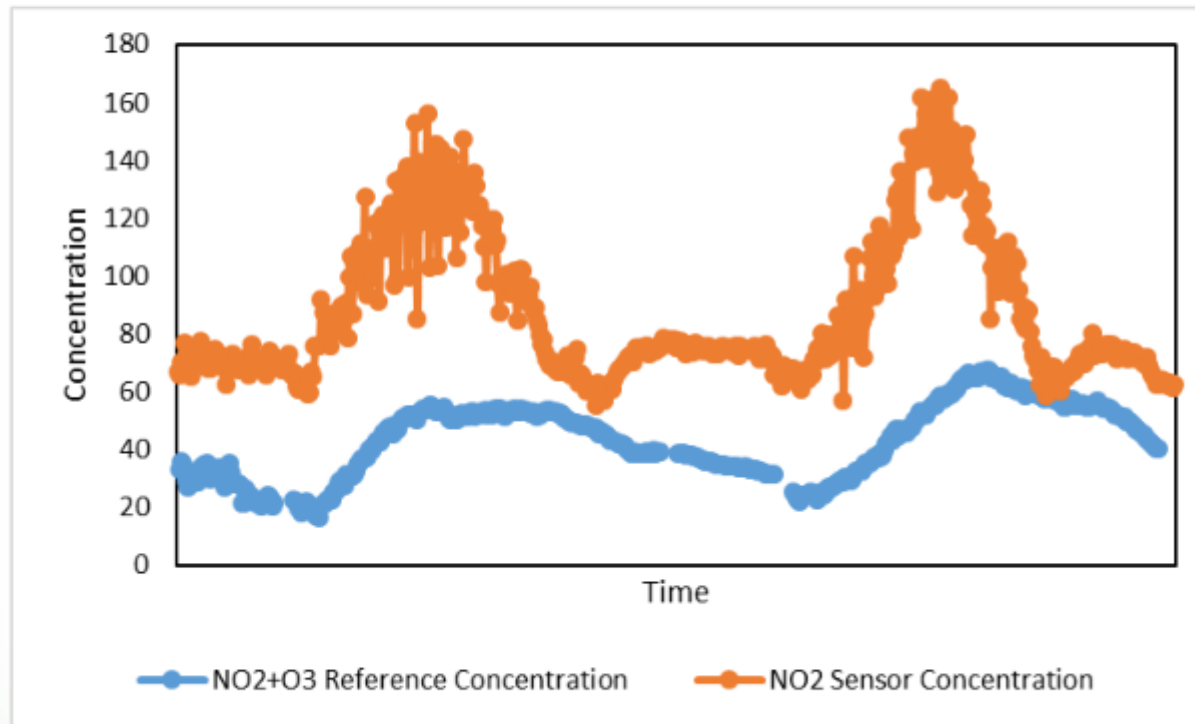
This zero value is unusual. I wonder if this is a problem with the sensor or maybe data communication. I will keep an eye on the data to see if it happens again.

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



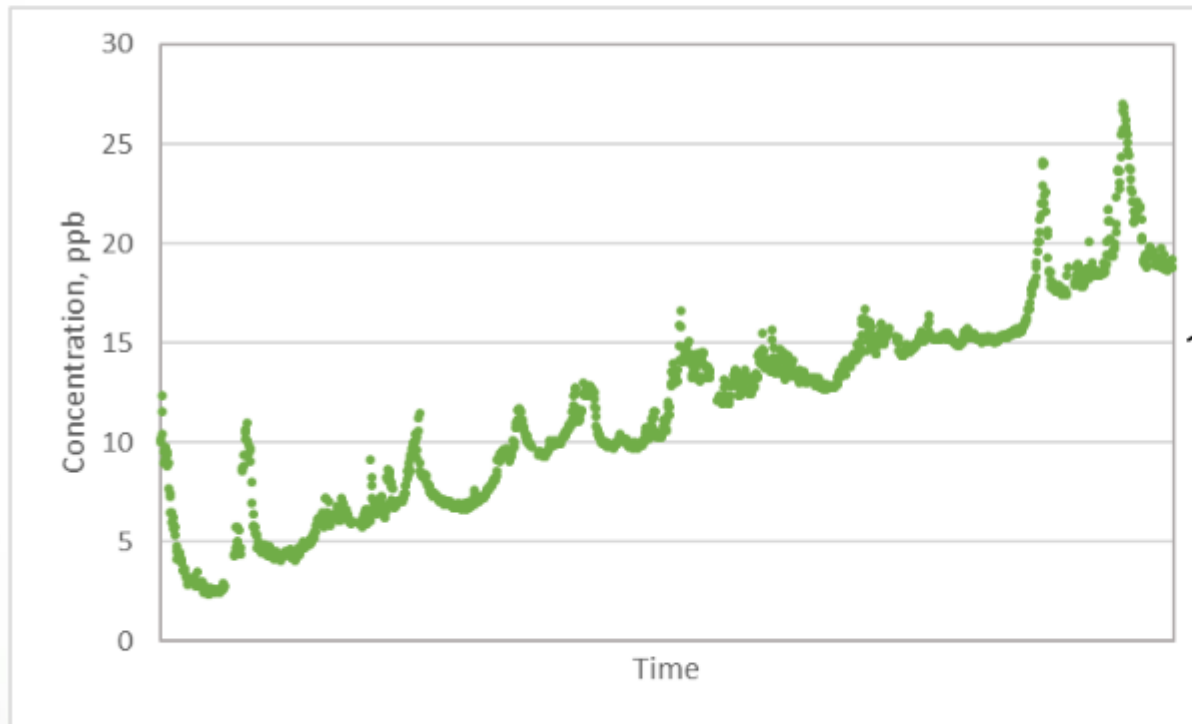
Ozone concentrations peak in late afternoon, as expected.

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.

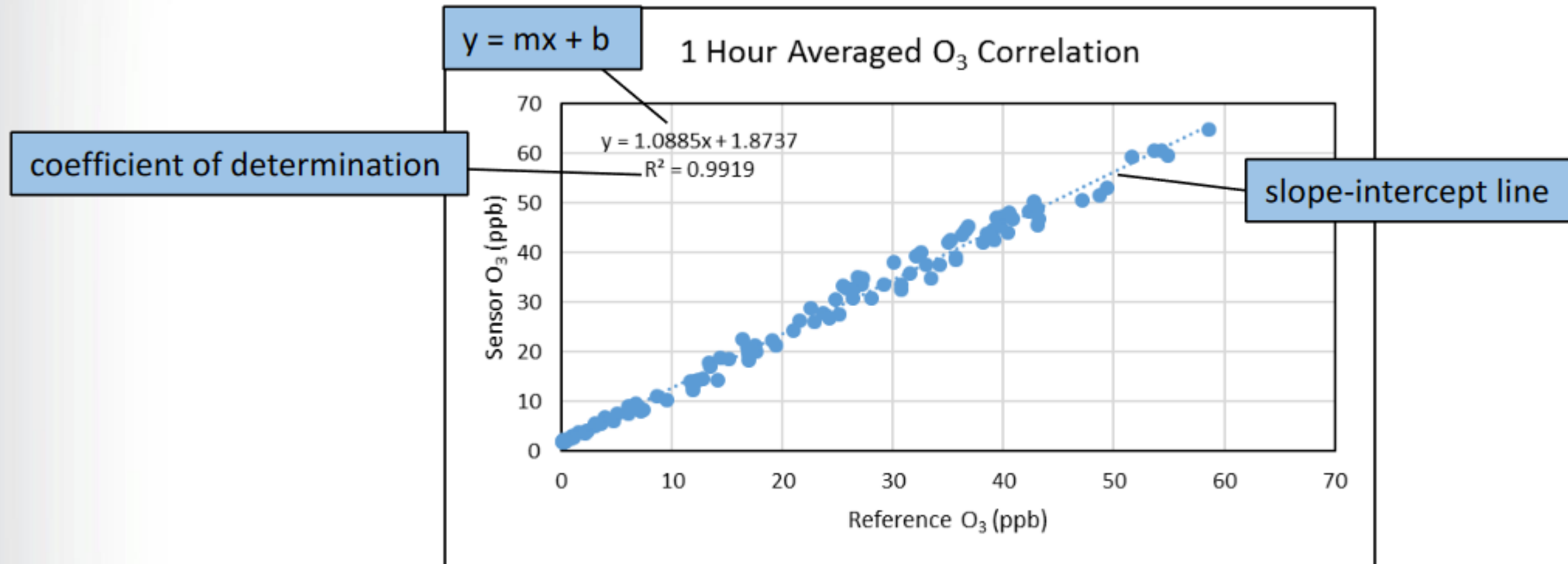
Drift or Shift - a gradual (drift) or sudden (shift) change in a sensor's response characteristics over time – can be positive or negative - may lead you to wrongly conclude that concentrations have increased or decreased over time



Concentrations reported by the sensor are increasing gradually over time. Looks like the sensors response is drifting.

Click [here](#) to go back to the Approach steps slide.

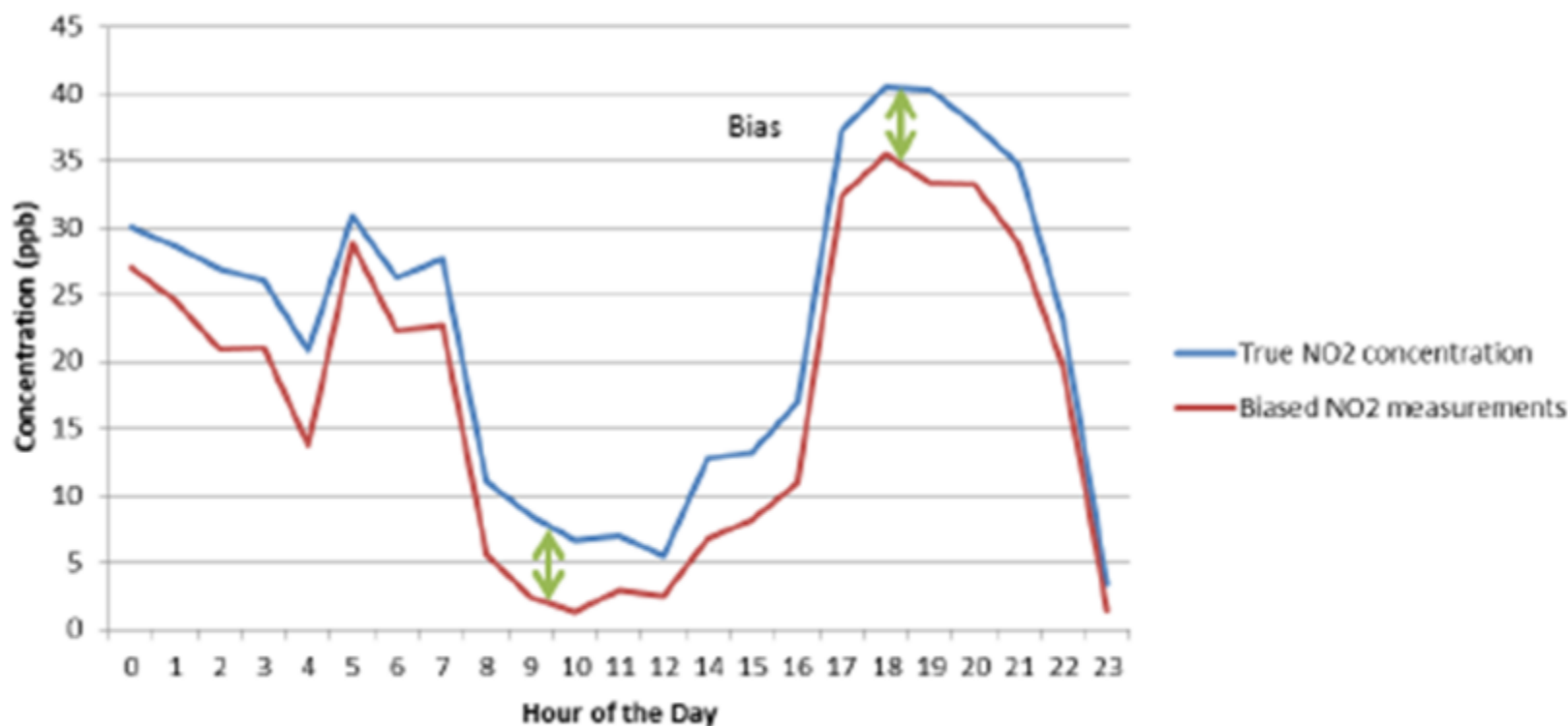
One way to compare the sensor data with the reference data is to plot the data in a correlation graph, as shown here:



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.

More about bias

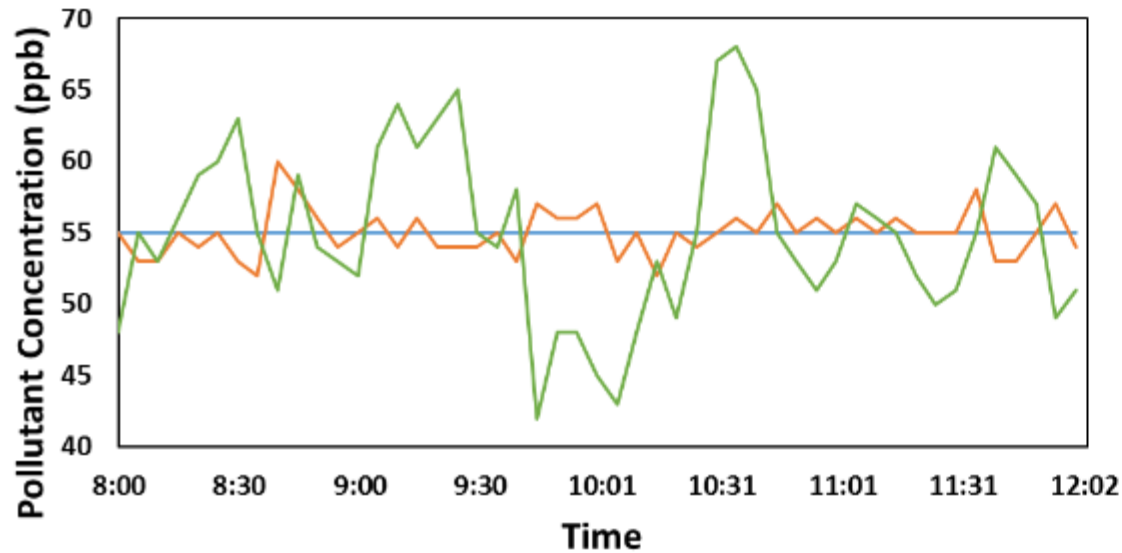
Bias is a persistent error in a measurement process that causes all measured values to be too high or too low by a certain amount, compared to the true (reference) value. This is the *intercept* value in the slope-intercept equation $y = mx + b$.



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

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.

How long should I collect data?



How many data points do I need?

For how long we will measure in a certain location will depend on what is our purpose. However, we need to ensure that our measurement is representative.

TIPS:

- If your sensor is static, leave it in the location for at least 3 days, better if over a week
- If your sensor is mobile, do the same route several times on different days and time of the day

Luftkvalitet.info

Tabell 1. Varslingsklasser for PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂, SO₂ og O₃

Varslingsklasser	Forurensningsnivå	Helserisiko	PM10 Døgn (µg/m ³)	PM2,5 Døgn (µg/m ³)	PM10 Time* (µg/m ³)	PM2,5 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

* Timenivåene for PM₁₀ og PM_{2,5} er vurdert ut ifra statistisk sammenheng mellom døgnet høyeste timemiddel og tilsvarende døgnmiddel. Timenivåene ble endret desember 2018 etter en ny statistisk evaluering.

Takk for oppmerksomheten!

Ved spørsmål ta kontakt med sg@nilu.no eller ncb@nilu.no

Annex 3 - Consent form



SAMTYKKEERKLÆRING

Kjære deltager,

Du har blitt spurt om å delta i forskningsprosjektet ACTION. Denne samtykkeerklæringen inneholder informasjon som kan hjelpe deg med å avgjøre om du ønsker å delta eller ikke. Deltagelse er helt frivillig, og hvis du ikke lenger ønsker å delta i prosjektet etter å ha lest gjennom dette skjemaet, står du fritt til å trekke deg. Selv om du signerer denne avtalen kan du trekke deg når som helst om du ønsker det. Spørsmål kan rettes til kontaktpersonen oppgitt nedenfor.

Formålet med prosjektet

Mange europeiske innbyggere bekymrer seg over luftforurensing, og føler at de ikke vet nok om luftkvaliteten der de bor. Det europeiske forskningsprosjektet **ACTION** har som mål å gi innbyggere mulighet til å gjennomføre egne luftkvalitetsmålinger og gjennom dette øke kunnskap og bevissthet om tematikken. I denne sammenheng skal vi gjennomføre aktiviteter i samarbeid med elever på videregående skoler i Oslo og Akershus. Aktivitetene vil være spesielt tilrettelagt for elever som tar Teknologi- og forskningslære (TOF).

Beskrivelsen av aktiviteten

Målet med aktiviteten er at TOF-elever skal få mulighet til å bygge sin egen luftmålesensor, gjennomføre målinger og evaluere måleresultatene. Resultatene skal presenteres på en elevkonferanse i slutten av semesteret. Vi vil ta en del bilder av utstyr og elevene gjennom aktivitetene og på konferansen. Bildene skal kun brukes til kommunikasjonsformål og uten å bruke navn på deltakerne. Ønsker du ikke å være med på bildene kan du reservere deg mot dette nedenfor. Etter elevkonferansen vil vi be deg om å fylle ut et evalueringsskjema.

Personvern og konfidensialitet

All personlig informasjon behandles strengt konfidensielt. Behandling av evalueringsskjema skal skje anonymisert og besvarelsene vil ikke kunne spores tilbake til den enkelte elev (navn skal ikke oppgis).

Samtykke

Jeg har lest og forstått informasjonen over. Jeg gir mitt samtykke til å delta i aktiviteten. Ved å signere bekrefter jeg at jeg er minst 18 år gammel og at jeg har fått en kopi av dette skjemaet. I det tilfelle at jeg ikke har fylt 18 år enda, har en av mine foresatte signert dette skjemaet for meg:

Navn: _____

Dato: _____

Underskrift: _____

Det er greit at det blir tatt bilder av meg under prosjektaktivitetene.

Ja

Nei

Kontaktinformasjon

Sonja Grossberndt
NILU – Norsk institutt for luftforskning
Instituttveien 18, 2007 Kjeller

Telefon: 63 89 82 45
E-post: sg@nilu.no

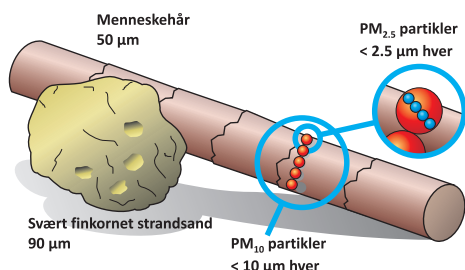
Annex 4 - Information material about health effects of air pollution

Svevestøv - hva er det egentlig?

Svevestøv er støv som oppholder seg i luften over en viss periode. Det kalles også for PM (Particulate Matter).

PM₁₀ og PM_{2,5}

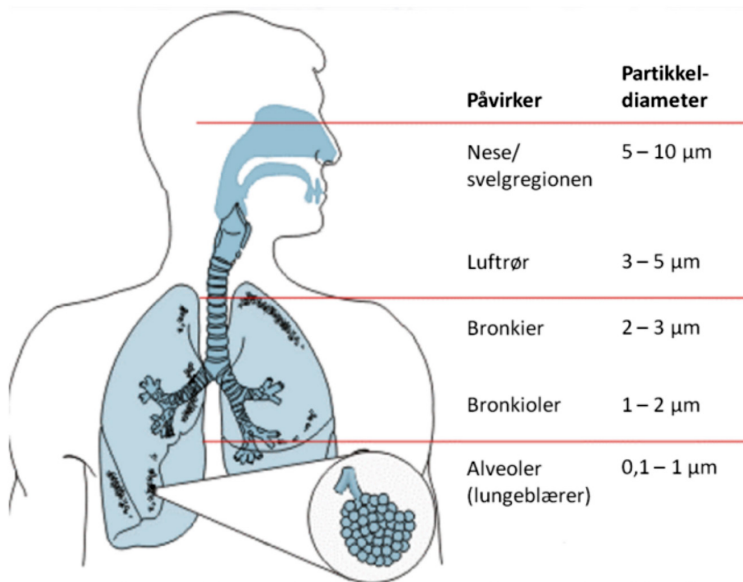
Svevestøvet deles vanligvis i to kategorier: PM₁₀ og PM_{2,5}. Tallet angir størrelsen i mikrometer (1 μm = 1/1000 mm = 1/10 000 cm = 1/1 000 000 m). PM₁₀ kommer først og fremst fra mineraler, som fra slitasje på vei etter piggdekkavrivning og oppvirvling, men kan også være av naturlig opprinnelse (pollen). PM_{2,5} er en type svevestøv som for det meste inneholder partikler fra forbrenningsprosesser som vedfyring og eksos. Dieselskjøretøyer bidrar særlig med utslipp som skaper svevestøv av denne typen.



Kilder

Ca 44 % av PM₁₀ utslippet i Norge skyldes biltrafikken (eksos). I tillegg kommer partiklene fra veislitasje fra veidekk. Noe av dette støvet virvles opp og kan bli et miljøproblem. Det meste av støvet består av grove partikler som faller ned nær

kjørebanelen (innenfor de nærmeste 10 til 20 meterne). Mindre enn 10 % av støvet blir svevestøv (PM₁₀) og bidrar til luftforurensning på en større skala. I tillegg til partikkelutslipp fra trafikken, kan utslippene fra fyring (særlig bruk av ved og annet fossilt brensel) være betydelig



på kalde vinterdager. I Norge står denne oppvarmingen for ca. 47 % av PM₁₀-utslippene.

Hvordan partiklene påvirker helsen

Partiklenes egenskaper som kjemisk sammensetning, størrelse, form og antall, påvirker hvor de avsettes, hvor lenge de forblir i kroppen og hvordan de påvirker

helsen. Svevestøv er særlig knyttet til økt hyppighet og forverring av luftveisproblemer (hoste, bronkitt og bihulebetennelse) og hjerte- og karsykdommer. Svevestøv kan også forverre sykdom hos folk med kroniske luftveislidelser, eldre og små barn med luftveissykdommer. De kan også være bærere av stoffer som gir økt forekomst av allergier og kreft.



Svevestøv fra utslipp av bensinmotorer og slitasje av veibanen.

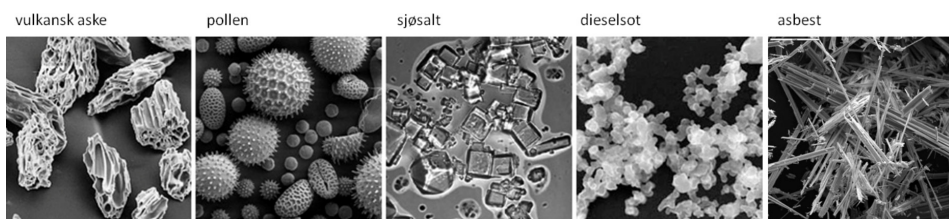
Grenseverdier

I tabellen nedenfor oppgis varslingsklasser for partikkelkonsentrasjoner i gjennomsnittlig timeverdi, med benevnningen i mikrogram pr. kubikkmeter (µg/m³). En kubikkmeter luft veier ca. 1 kg.

Konsentrasjon	Helsevirkninger knyttet til luftforurensning	PM ₁₀	PM _{2,5}
Svært mye	Svært stor helserisiko	>200	>100
Mye	Helserisiko forekommer i visse områder	100-200	50-100
Noe	Moderat helserisiko	50-100	25-50
Lite	Liten helserisiko	<50	<25

Hvordan partikler ser ut

Utseendet av partikler varierer sterkt, som man kan se i bildene nedenfor. Avhengig av partiklenes sammensetning kan man skille partikler ved å betrakte de gjennom mikroskopet.



Kilde: www.luftkvalitet.info

Tiltak

Det finnes en rekke tiltak for å redusere utslipp av svevestøv:

Redusere lokal trafikk ved for eksempel veiprisning, parkeringsrestriksjoner eller kollektivsatsing.

Renhold av gatene ved å fjerne støvdepotet i rennesteinen.

Nedsatt hastighet vil redusere dannelsen av piggdekkstøv, fordi det reduserer turbulensen bilene skaper og kraften som piggene slås ned i asfalten med. Permanent nedsatt hastighet er mer kostnadseffektivt enn nedsatt hastighet som akutttiltak.

Utslppsreducerende tiltak som tekniske tiltak for å redusere eksosutslipp fra kjøretøy for eksempel eller forbedring av kvaliteten på bensin og diesel.

Drivstoff kan bli erstattet med alternative drivstoff, for eksempel gass, hydrogen eller elektrisitet.

Piggdekkgebyr kan redusere bruk av piggdekk.

Vedfyring kan forbedres ved å installere nye rentbrennende ovner, renseenheter på piper eller montering av etterbrennere i eldre, forurensende ovner. Lovgivning kan bidra til reduksjon av utslipp av svevestøv fra nye vedovner.

Når er det mest forurensning i lufta vår?

Her i Norge nyter vi godt av stort sett frisk luft og sunt miljø. Vi er heldige!
Men det hender at vi opplever dager med mye luftforurensning – kan du gjette når det er?

Det er om vinteren. Da er det flest aktive kilder til forurensning, blant annet vedfyring og piggdekkbruk.

Ett av de viktigste stoffene som bidrar til lokal luftforurensning i norske byer er nitrogenoksider (NO og NO_2 , omtalt som NO_x). Dette er reaktive gasser som dannes ved forbrenning, og eksos fra tunge og lette dieselkjøretøy er den dominerende kilden.

En annen viktig forurensningstype er svevestøv, som deles inn etter størrelse. $\text{PM}_{2,5}$ er partikler mindre enn 2,5 mikrometer, og lokale kilder er vedfyring om vinteren, veistøv og eksos. PM_{10} er partikler mindre enn 10 mikrometer, med veistøv fra piggdekkbruk som hovedkilde. Noe kommer også fra eksos og vedfyring.

Om vinteren kjører vi bil, vi bruker piggdekk og vi fyrer med ved. Dermed kan svevestøvnivåene bli høye. I tillegg slipper kalde bilmotorer i kuldegrader ut litt mer NO_2 enn ellers.

Kulda jobber mot oss

Årstid og meteorologi spiller også en stor rolle for luftkvaliteten. Vinteren er den verste tiden på året når det gjelder luftforurensning, fordi det oftere er værtyper som gjør at konsentrasjonene av forurensende stoffer blir høyere.

Noen ganger får vi såkalt «inversjon» over lengre tid, et værphenomen der temperaturen øker jo høyere du kommer i troposfæren (i stedet for det vanlige, at det blir kjøligere høyere opp), og den kalde lufta legger seg nærmest bakken. Kald luft er tyngre enn varm luft, så et luftlag med en inversjon er svært stabilt, og fungerer som et «lokk» over byen. Dermed blir forurensningen nede ved bakken fanget der, og dersom inversjonen varer i flere dager vil luftkvaliteten stadig bli dårligere.

Skifter fra time til time

Mengden forurensning i lufta henger sammen med antallet aktive utslippskilder. I rushtidsperioden, når det er mange biler og mye trafikk i en gitt periode, begynner nivåene av både svevestøv og NO_2 å stige rundt kl. 07 om morgenen. Så dabber det raskt av igjen fra kl. 09, før vi får en ny forurensningstopp under ettermiddagsrusket mellom kl. 15 og 17.



Tilsvarende ser vi at det er mest forurensning i form av det fine svevestøvet fra vedfyring om ettermiddagen og kvelden. Det er jo fordi vi som regel fyrer opp i peisen når vi kommer hjem fra jobb og skole.

Været kan også bidra til brå endringer i forurensningsmengdene i lufta. Hvis det f.eks. begynner å regne tar nedbøren med seg mesteparten av svevestøvpartiklene ned mot bakken og holder det der – helt til det tørker og kan virvles opp igjen av vindkast eller passerende trafikk.

Følg med, og bidra til så god luft som mulig!

Målestasjonene for luftkvalitet måler forurensning i lufta fortløpende, 24 timer i døgnet hele året. Hver time registreres data om forurensningstype og -nivå, og disse dataene vises i sanntid på portalen www.luftkvalitet.info. For å se hvordan luftkvaliteten er i dag, kan du altså gå inn der.

Hvis du ser at luftkvaliteten er dårlig en dag, bør du unngå de mest trafikkerte områdene om du kan. Velg en vei med minst mulig trafikk når du skal til jobb eller skole, og luft via vinduer som vender vekk fra veien.

Så hva kan du gjøre for å være med på å sikre god luft? Du kan la være å kjøre bil når det er mulig, og bytte til piggfrie dekk om du ikke allerede har gjort det. Uansett hva slags bil du har er det også viktig at du overholder fartsgrensene, også miljøfartsgrensene som bare gjelder om vinteren, da blir den totale produksjonen av svevestøv mindre.

Annex 5 - Presentation for Lillestrøm high school

Det er noe i luften

Sonja Grossberndt
Nuria Castell

NILU-Norsk institutt for luftforskning

18.1.2019

Innhold

- Om NILU
- Luftforurensning
- Helseeffekter
- Forurensningskilder
- Hva sier loven?
- Måling og overvåkning av luftkvaliteten
- Hva kan dere måle selv?

NILU-Norsk institutt for luftforskning

- Uavhengig stiftelse etablert i 1969
- Hovedkontor på Kjeller med ca. 150 ansatte
- Kontor på Framsenteret i Tromsø med 15 ansatte
- 3 hovedområder:
 - Forskning
 - Tjeneste- og produktutvikling
 - Forskningsformidling og rådgiving

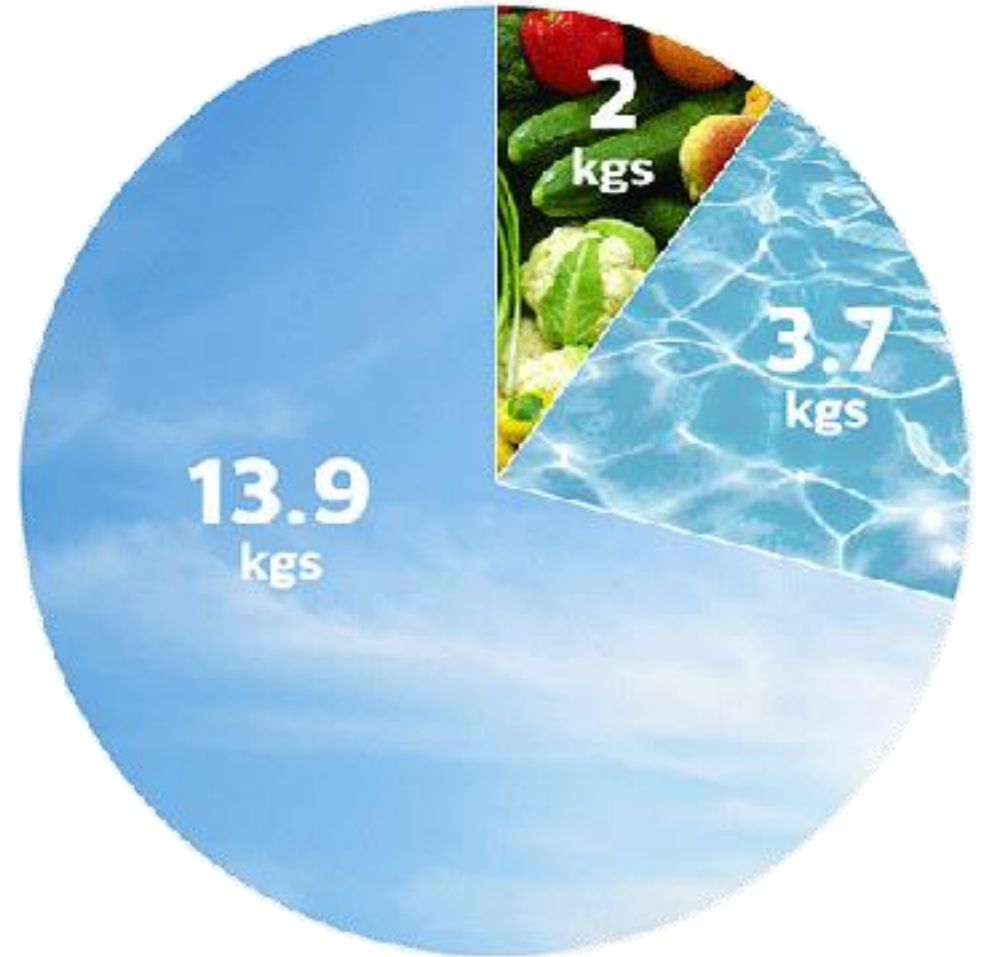


NILUs forskningsområder



Luften vi puster

- Vi puster ca. 12-15 kg luft/døgn (eller ca. 10.000 liter)
- Vi er opptatt av maten vi spiser og vannet vi drikker – men hvor opptatt er vi av luften vi puster?



Hva er luft?

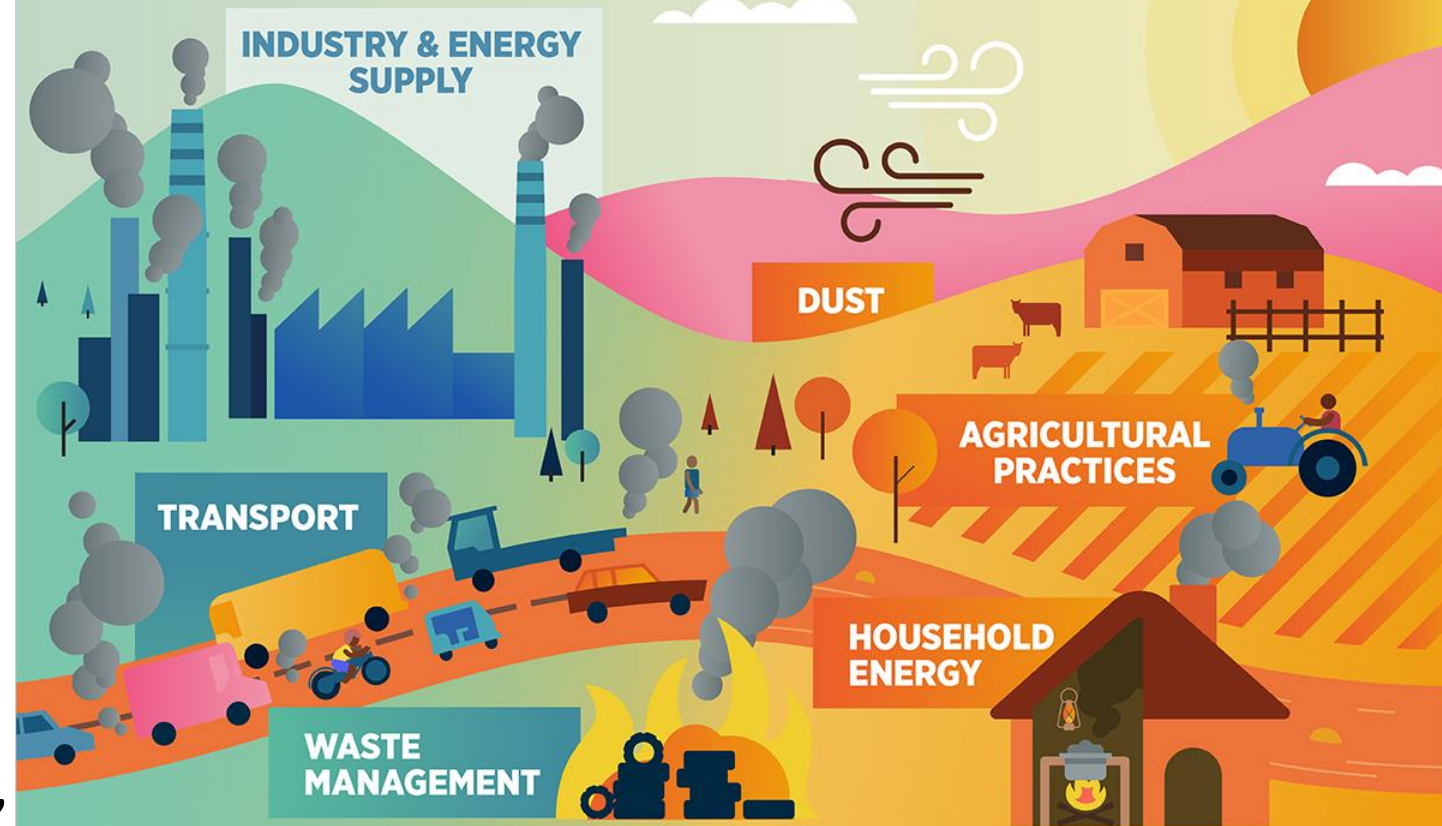
- Består av forskjellige gasser og partikler
- Vi puster luft
- Noen av gasser er skadelig for mennesker og naturen (luftforurensning)
- Andre gasser (for eksempel CO_2) er kanskje ikke skadelig, men fører til endring av klima (klimagasser)

Luftforurensning

- Luftforurensning er en blanding av partikler og gasser
- Det finnes naturlige og menneskeskapte kilder
- Naturlige kilder: Vulkanutbrudd, sand + støv, pollen
- Menneskeskapte kilder: forbrenning, trafikk, industri, byggearbeid

WHAT ARE THE SOURCES OF AIR POLLUTION?

Outdoor air pollution affects urban and rural areas and is caused by multiple factors:



Countries cannot tackle air pollution alone.

It is a global challenge we must all combat together.

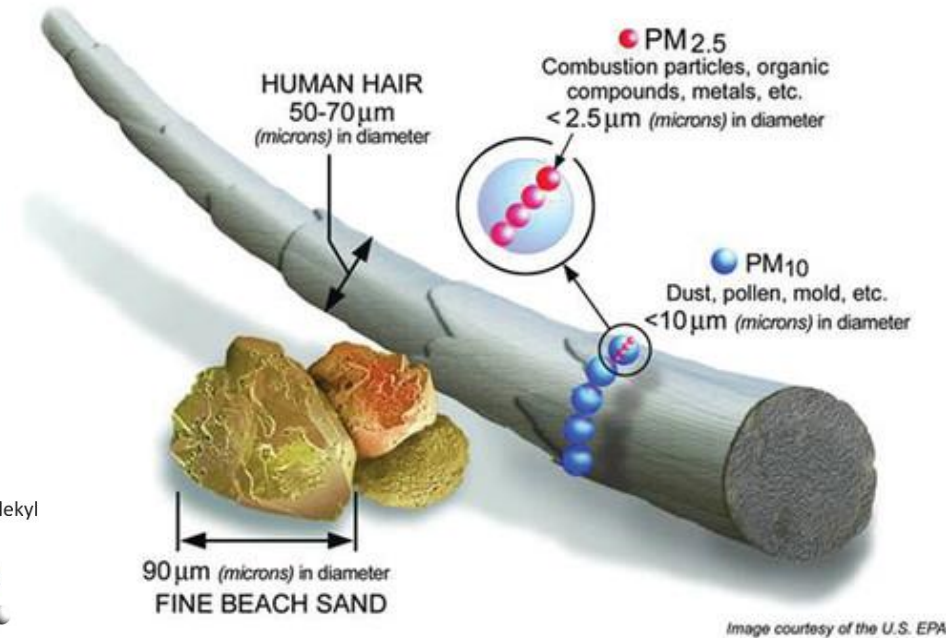
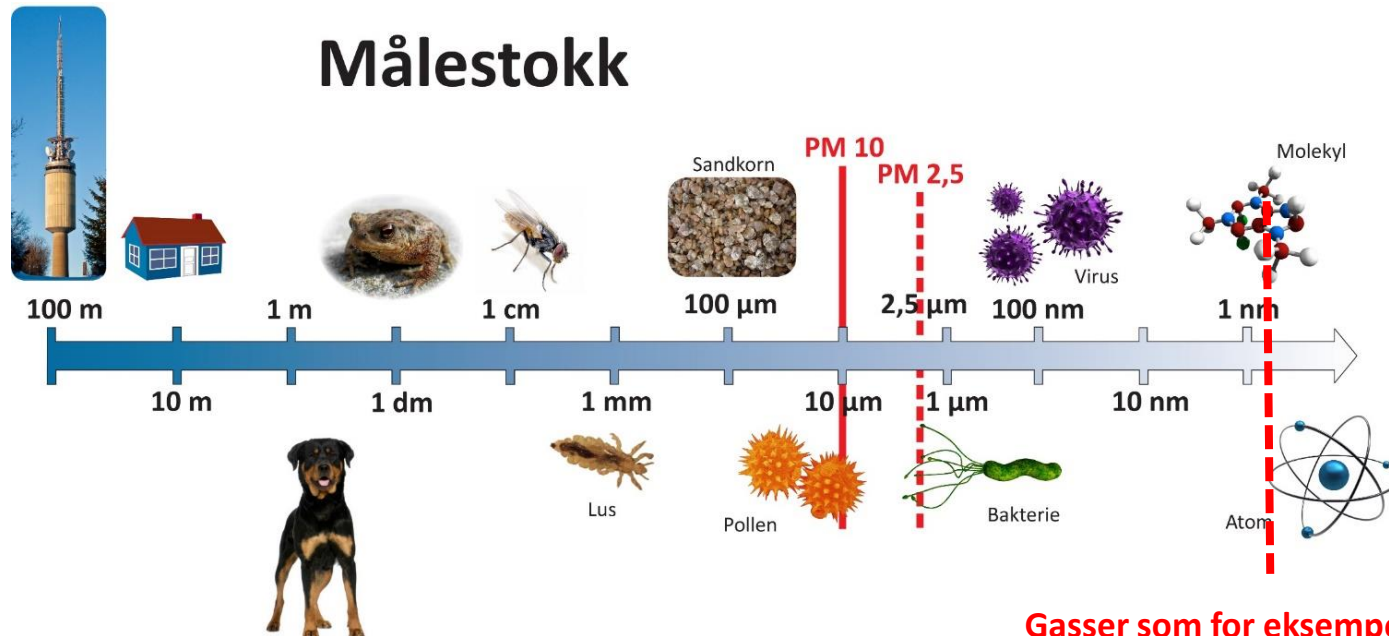
CLEAN AIR FOR HEALTH

#AirPollution



Luftforurensningskomponenter

- Svevestøv (PM₁₀, PM_{2,5})
- Nitrogendioksid (NO₂)



Gasser som for eksempel NO₂

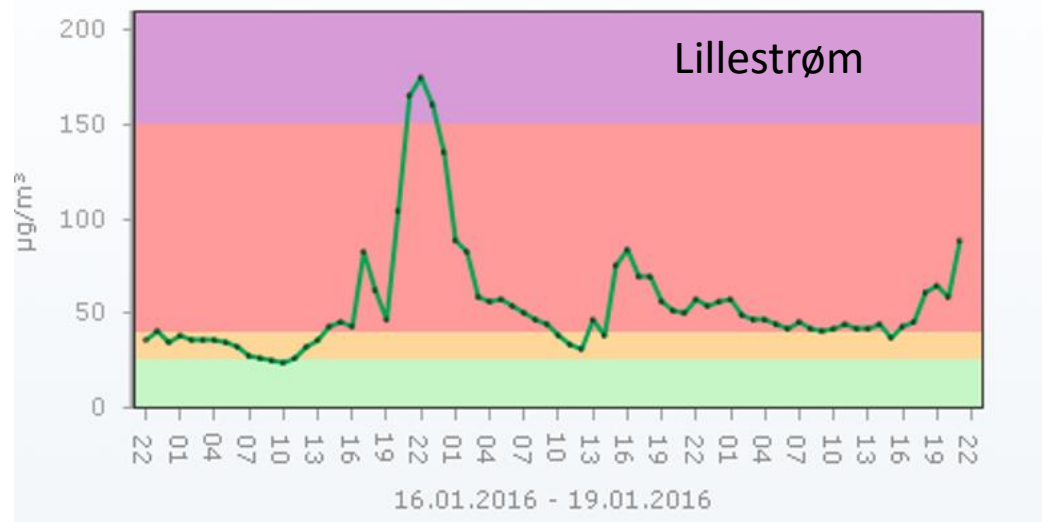
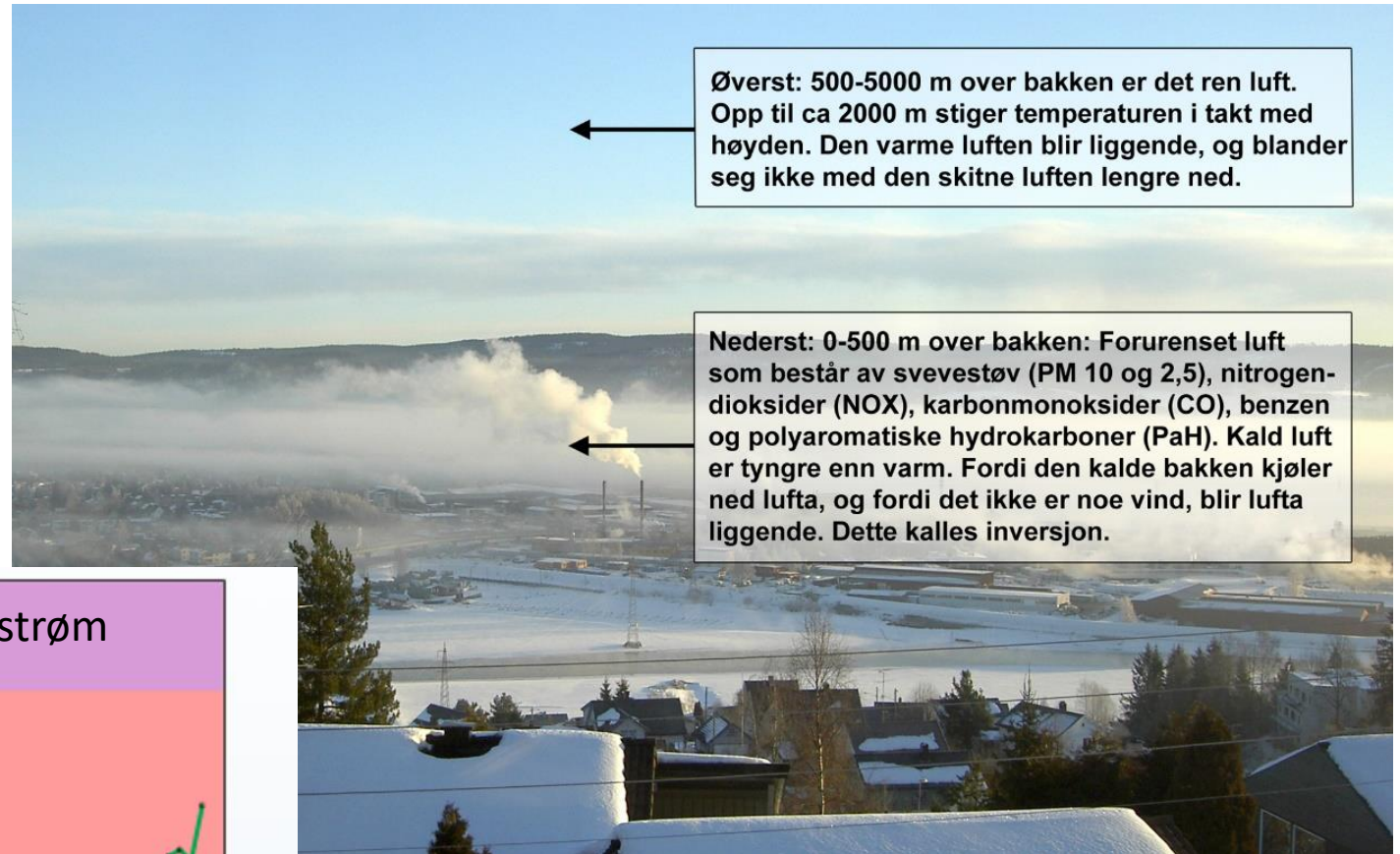
Hva er svevestøv?

- Små partikler som holder seg svevende i luften over lengre tid
- Partiklene kan være naturlige eller menneskeskapte
- Naturlige partikler: vulkanutslipp, skogbrann
- Menneskeskapte partikler: eksos, industriutslipp, vedfyring



Hvorfor er forurensning høyere om vinteren?

- Kaldt, stabilt vær
- mye utslipp fra vedfyring



Luftforurensningsepisoder



Kuala Lumpur i en klar dag (over)
og i en veldig forurenset dag (nede)

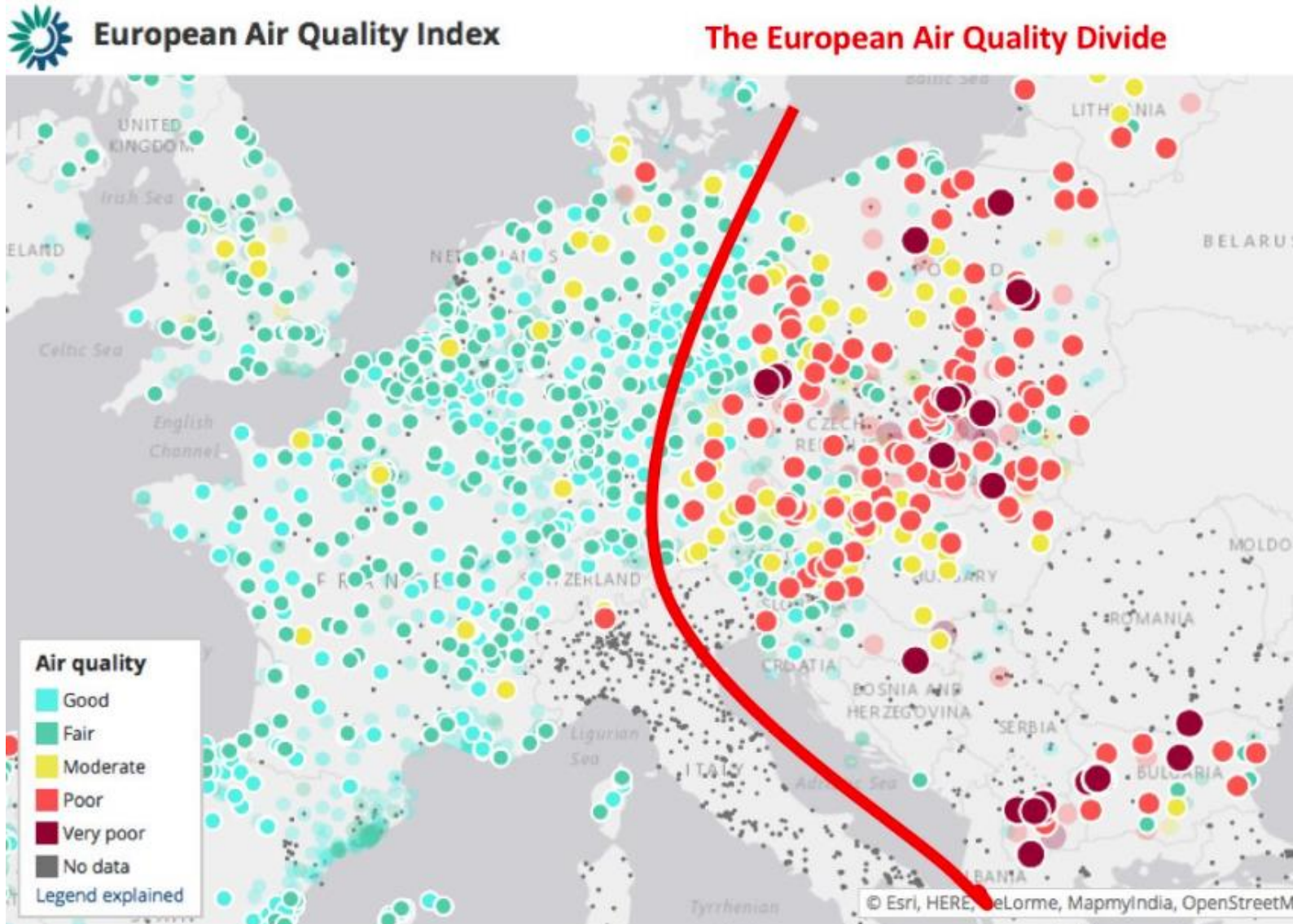


Paris, mars 2014



Bergen, januar 2010

Episode med høy luftforurensning i Europa

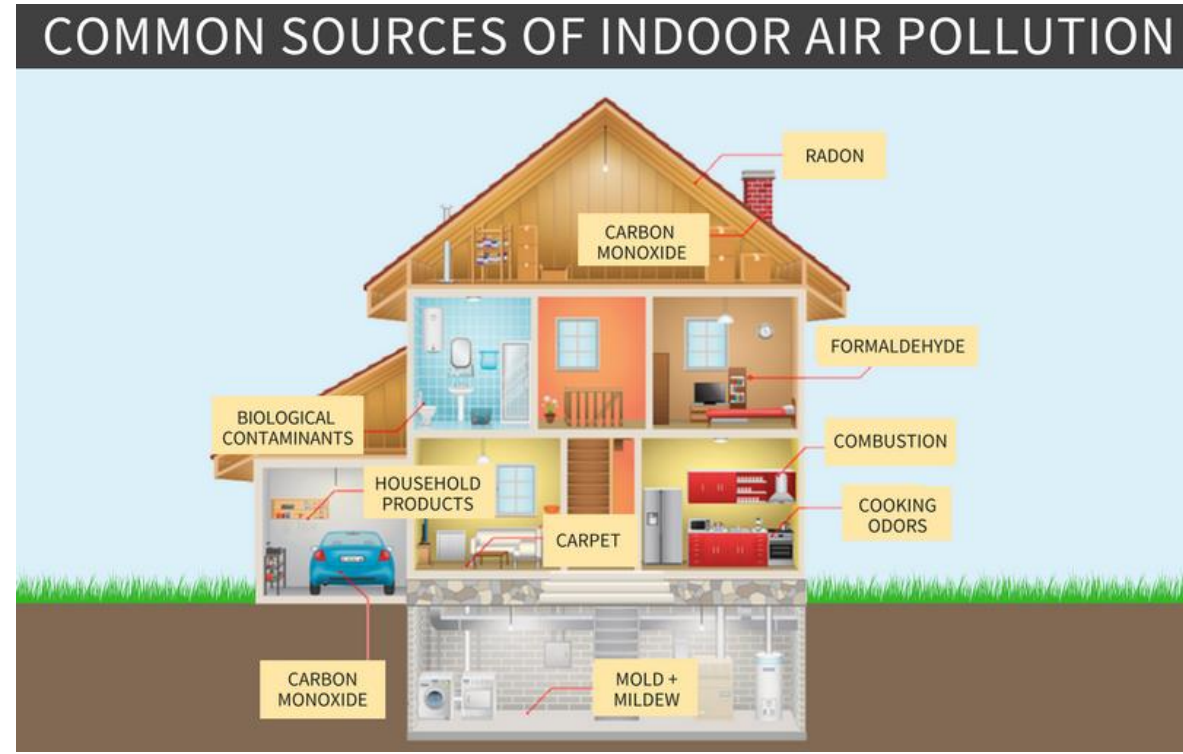


Et problem også inne

Vi tilbringer 80-90% av vår tid innendørs!



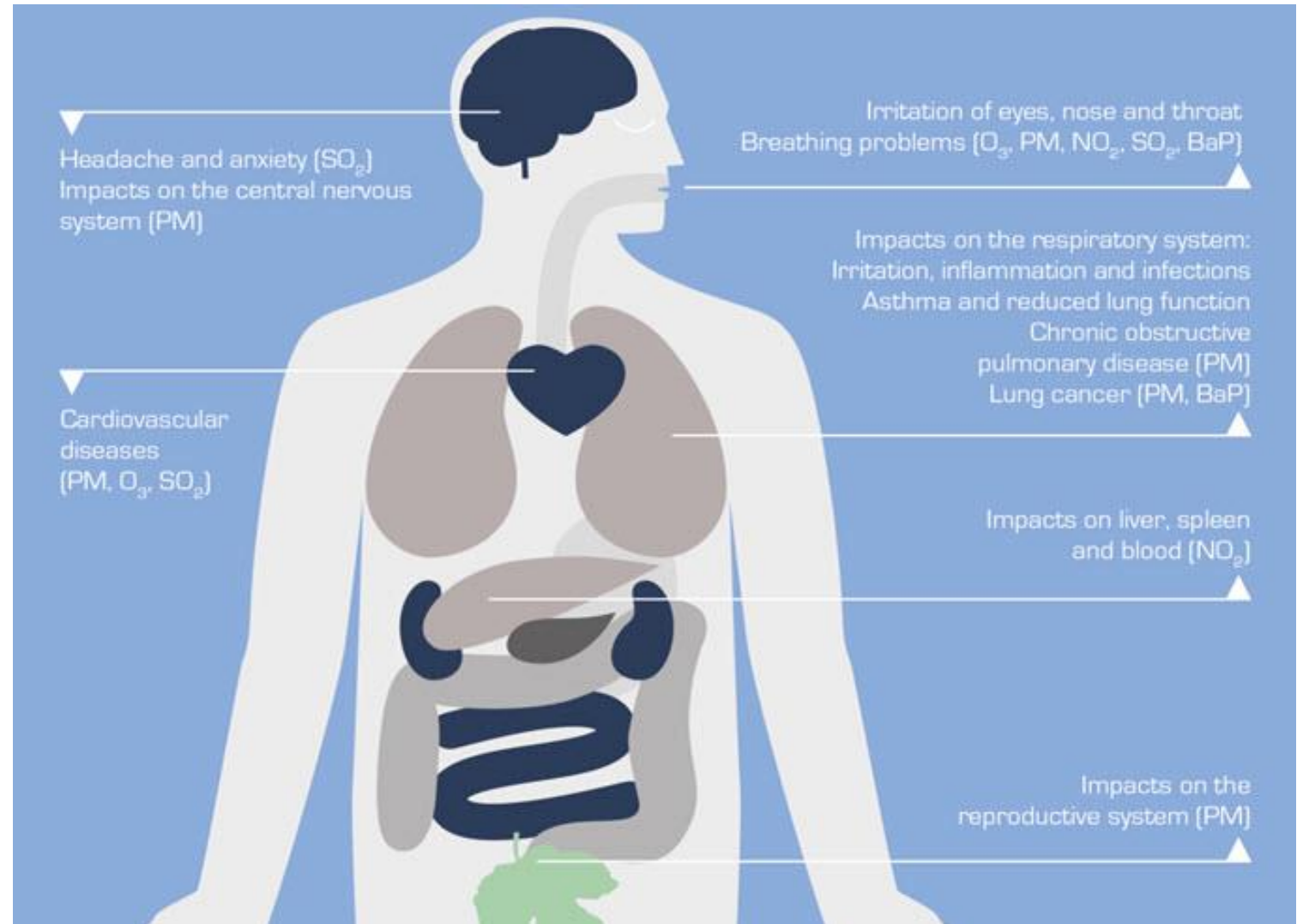
Kilde: Global Alliance for Clean Cookstoves



Kilde: BEYOND BY AERUS JOURNAL

Helseeffekter av luftforurensning

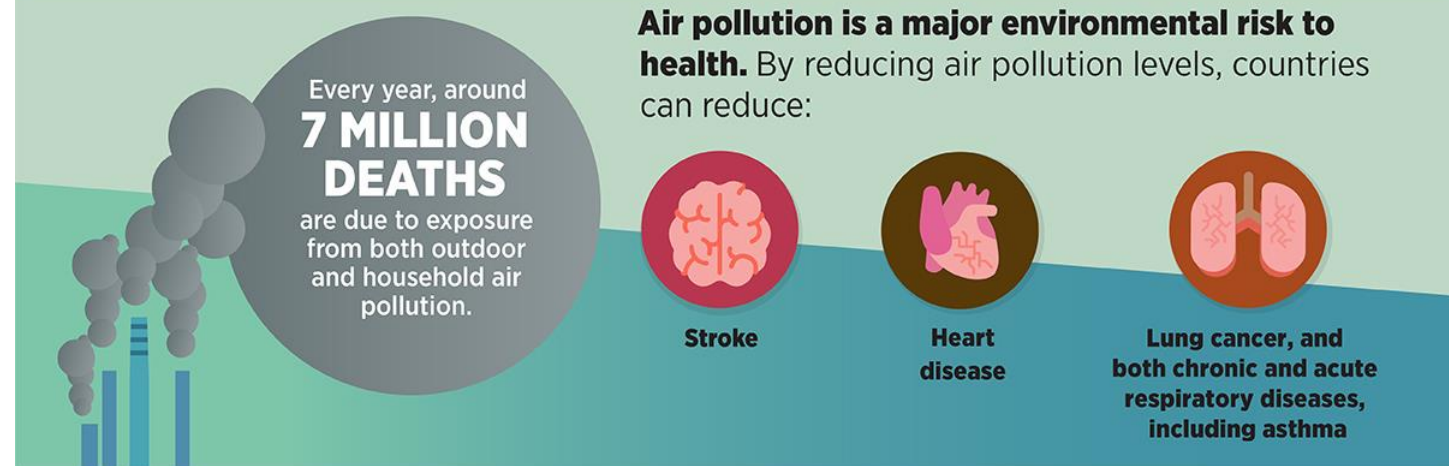
- Forurenset luft pustes inn og kan gjennom lungene spre seg gjennom hele kroppen



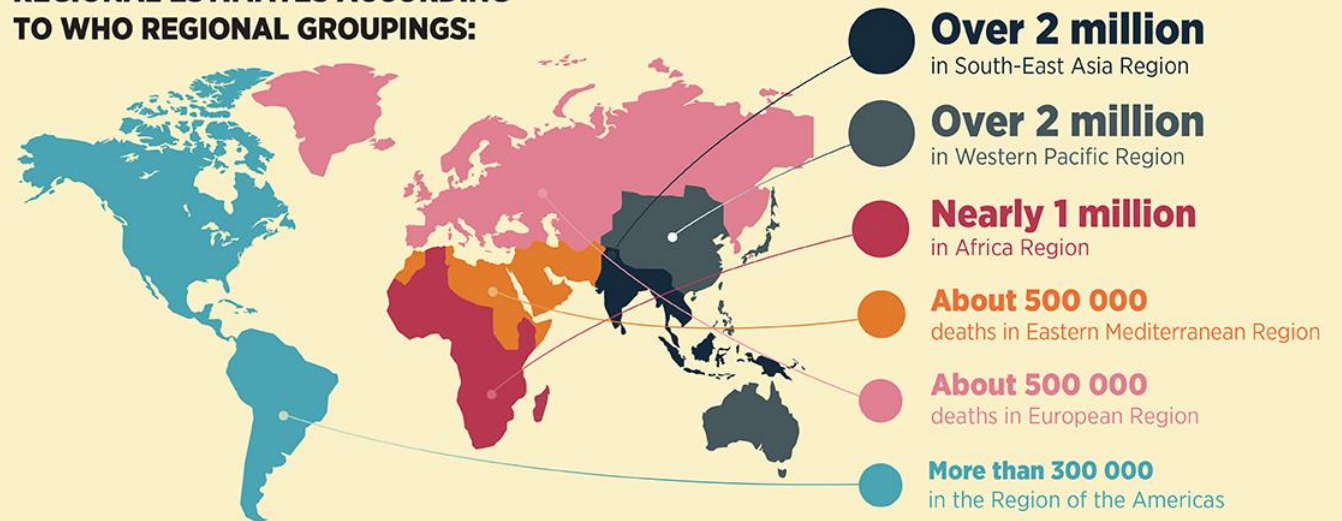
Helseeffekter

- Hyppigste sykdom som følge av luftforurensning: hjerte- og karsykdommer
- Opp til 7 mill. mennesker dør for tidlig hvert år som følge av forurenset luft

AIR POLLUTION – THE SILENT KILLER



REGIONAL ESTIMATES ACCORDING TO WHO REGIONAL GROUPINGS:



Viktigste forurensningskilder i Norge



Veitrafikk



Industri



Vedfyring



Skipstrafikk

Partikler (svevestøv)

Trafikk, veislitasje, fyring, byggearbeid, industri

Flere kilder – flere muligheter å redusere utslipp

Nitrogendioksid

Utslipp fra dieselskjøretøy er hovedkilde

Mindre trafikk og/eller lavutslippskjøretøy

Da Dags



JUDGMENT OF THE COURT 2 October 2015

(Failure by an EFTA State to fulfil its obligations – Directive 2008/50/EC on ambient air quality and cleaner air for Europe – Limit values for certain pollutants in ambient air – Air quality plan)

ULOVLIG: Norge gjør ikke nok for å bekjempe luftforurensning, ifølge den ferske EFTA-dommen. FOTO: ARKIV

Norge felt for dårlig luftkvalitet

Luftkvaliteten i flere områder av Norge er så dårlig at den bryter med EØS-reglene, konkluderer EFTA-domstolen.

Les hele saken med abonnement på Bergens Tidende

Allerede abonnent? Logg inn

Varslingsklasser og helseanbefalinger

Tabell 2. Helsevirkninger og helseråd for PM₁₀, PM_{2,5} og NO₂

Nivå	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)	Varslings- klasser	Helsevirkninger	Helseråd
Lite	<30	<15	<50	<25	<100		Liten eller ingen helseisisiko	Utendørs aktivitet anbefales
Moderat	30-50	15-25	50-80	25-40	100-200		Moderat helseisisiko Helseeffekter kan forekomme hos enkelte astmatikere og personer med andre luftveissykdommer, samt alvorlige hjertekarsykdommer	Utendørsaktivitet kan anbefales for de aller fleste, men enkelte bør vurdere sin aktivitet i områder med mye trafikk eller høye andre utslipp
Høyt	50-150	25-75	80-400	40-150	200-400		Betydelig helseisisiko Helseeffekter kan forekomme hos astmatikere og personer med andre luftveissykdommer, samt alvorlige hjertekarsykdommer	Barn med luftveislidelser (astma, bronkitt) og voksne med alvorlige hjertekar- eller luftveislidelser bør redusere utendørsaktivitet og ikke oppholde seg i de mest forurensede områdene
Svært høyt	>150	>75	>400	>150	>400		Alvorlig helseisisiko Følsomme grupper i befolkningen kan få helseeffekter. Luftveisirritasjoner og ubehag kan forekomme hos friske personer	Personer med hjertekar- eller luftveislidelser bør redusere utendørsaktivitet og ikke oppholde seg i de mest forurensede områdene

www.luftkvalitet.info

Luftkvalitet.info

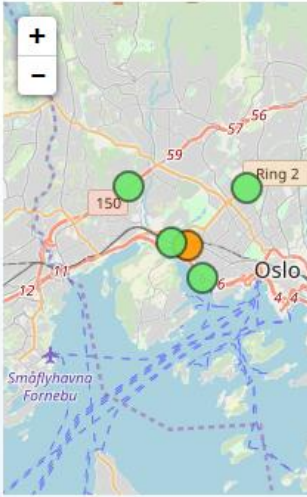
FORSIDEN | BEDRE BYLUFT FORUM

Forurensningsnivå » Oslo

LUFTKVALITETEN NÅ

Målt luftkvalitet

Bergen	Lite	Bodø
Bærum	Lite	Drammen
Fredrikstad	Moderat	Gjøvik
Halden	Høy	Hamar
Hønefoss	Moderat	Kristiansø
Lillesand	Moderat	Lillestrøm
Mo i Rana	Lite	Moss
Oslo	Høy	Sarpsborg
Sør-Varanger	Lite	Tromsø
Tønsberg	Lite	Alesund



Luftkvalitetsindikator

Komponent	Tid	Verdi
PM2.5	09:00	11,8
PM10	09:00	12,6
NO2	09:00	224,4

Luftkvalitet.info

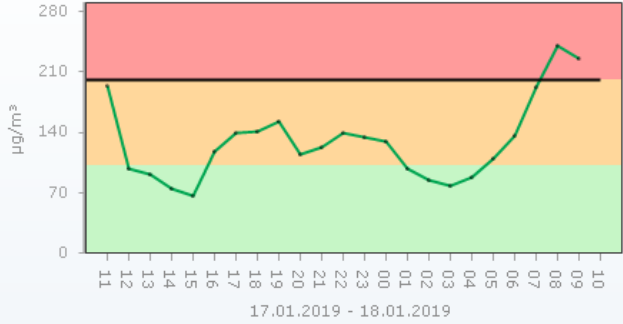
FORSIDEN | BEDRE BYLUFT FORUM | RAPPORTER | RELEVANTE LENKER | OM NETTSTEDET | MODLUFT | KONTAKT

Forurensningsnivå » Oslo » Alnabru

LUFTKVALITETEN NÅ

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


● Alnabru ● Grenseverdi for NO2 (2019)



17.01.2019 - 18.01.2019

Alnabru

Ved Tittutgrenda på Alnabru er det plassert en gatestasjon ved Strømsveien. Her måles PM10, PM2.5 og nitrogenoksider. Stasjonen driftes på helårig basis. Bymiljøetaten i Oslo kommune bekoster disse målingene.



Status:
Eiet av: Oslo kommune

Detaljer

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

Luftforurensing

Her kan du finne informasjon om luftkvalitetet.

Luftforurensing

Her kan du finne informasjon om luftkvalitetet.

Luftforurensing

Her kan du finne informasjon om luftkvalitetet.

Luftforurensing

Her kan du finne informasjon om luftkvalitetet.

60 Tiltak

Her kan du finne informasjon om tiltak for å redusere luftforurensningen.

Aktuelle rapporter

- Tiltaksutredning mot svevestøv i Ålesund januar 24, 2018
- Strengere krav til luftkvaliteten januar 05, 2016

Varsling

Ny varslingstjeneste for luftkvalitet

Varsling

Ny varslingstjeneste for luftkvalitet

Varsling







Ny varslingstjeneste for luftkvalitet

Varsling

Ny varslingstjeneste for luftkvalitet

Historiske data

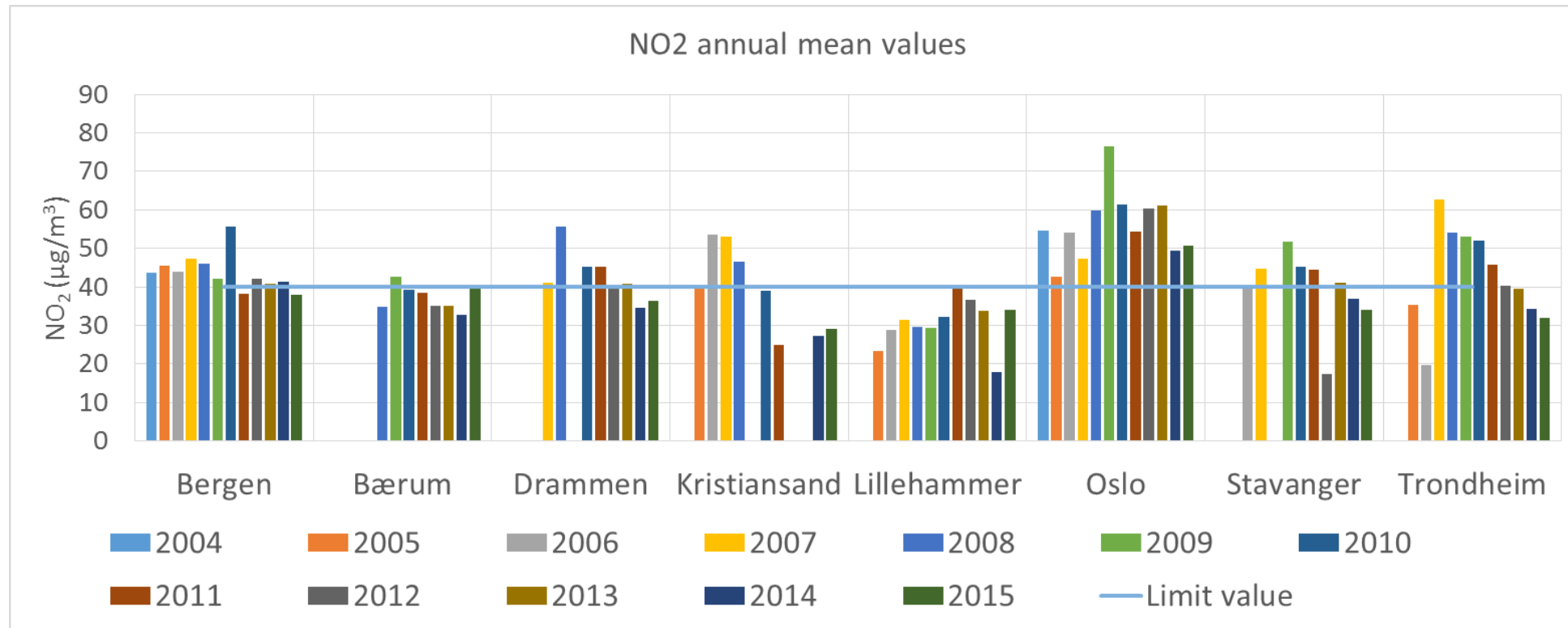
Grafisk oversikt over data fra norske byer de siste årene



Luftkvalitet.info er utviklet og driftes av NILU, Norsk institutt for luftforskning. NILU er også ansvarlig for kvalitetssikring av måledata og faglig innhold

19

Luftforurensning i norske byer – NO₂

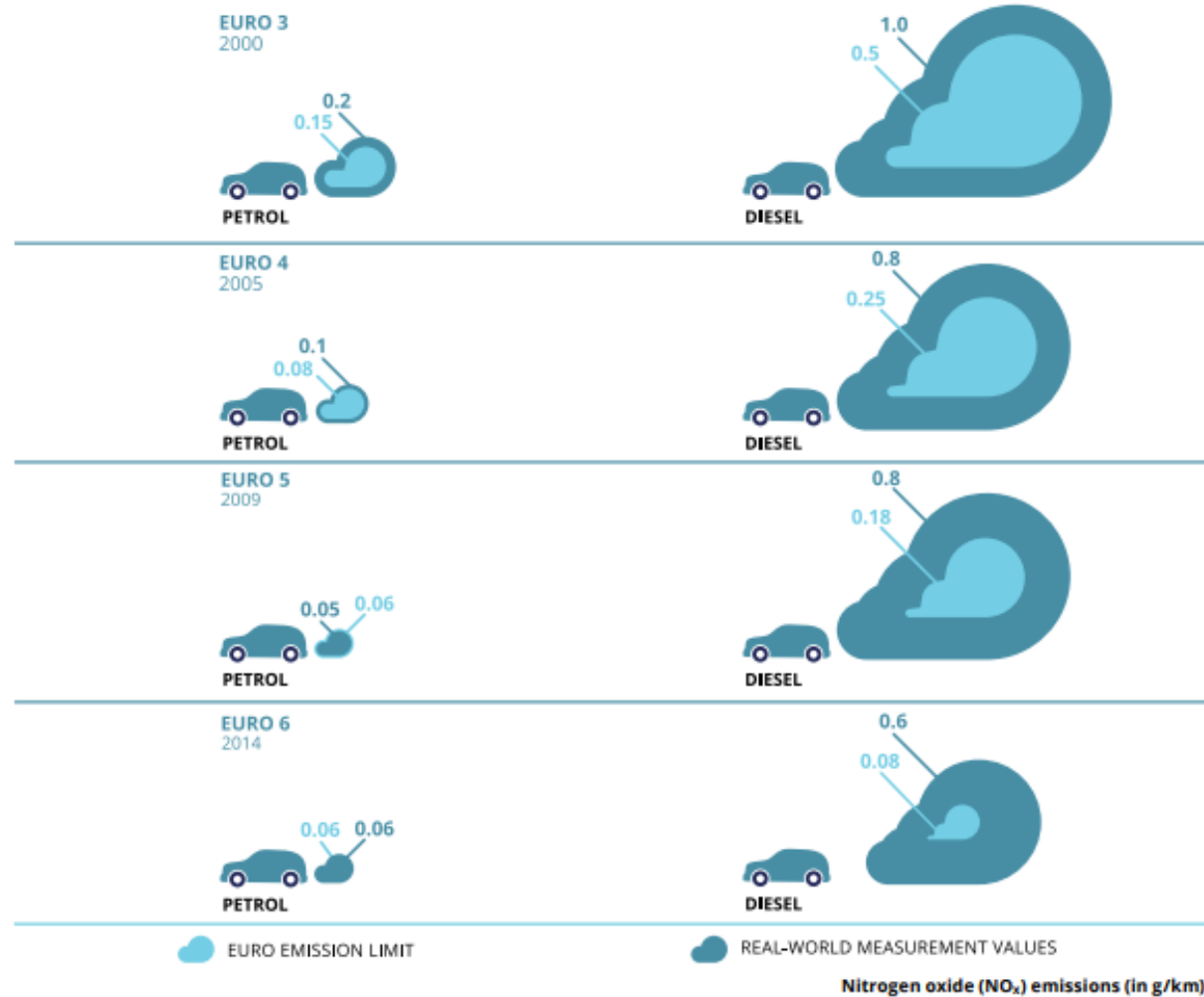


- NO₂ årsgjennomsnitt overstiger grenseverdiene i mange byer

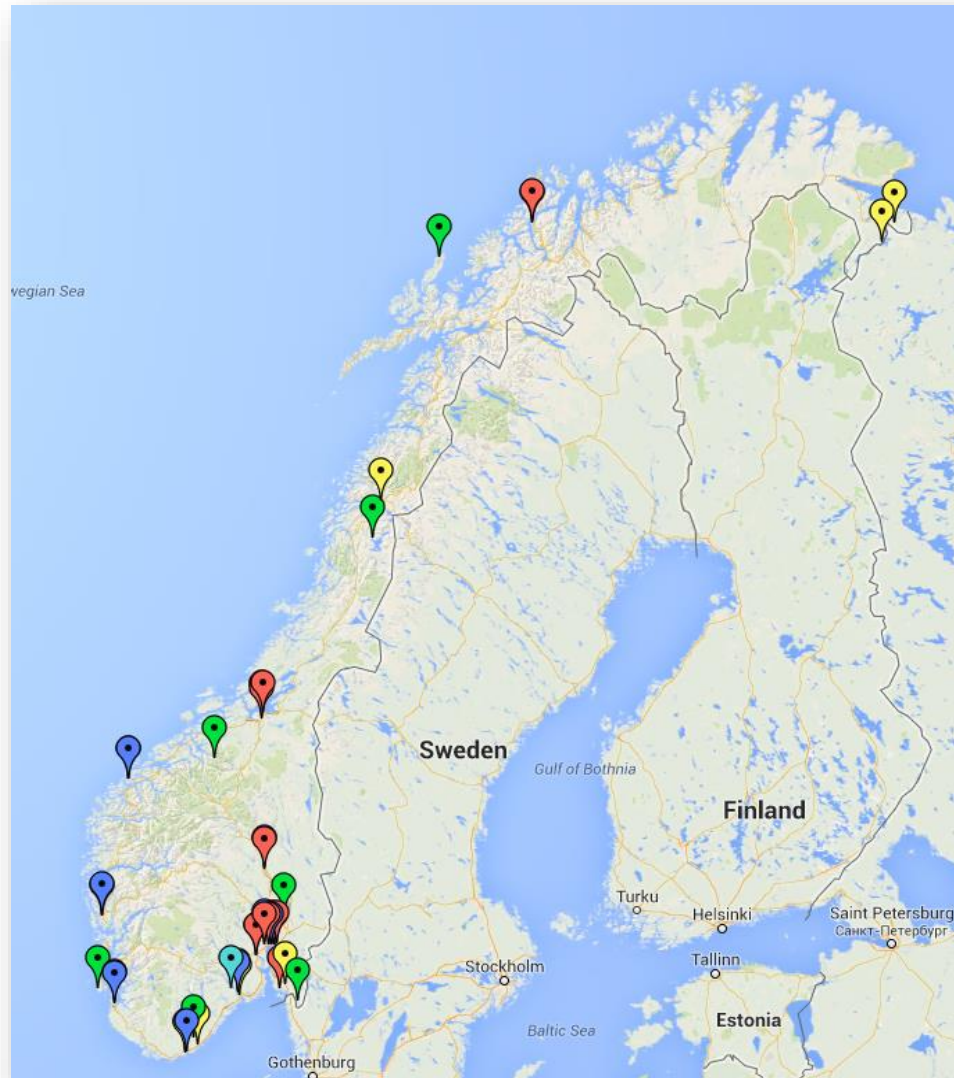
Hovedkilde: utslipp fra dieselbiler og tunge kjøretøy

Hva er kilden til problemet med NO₂?

Figure 6.3 Comparison of NO_x standards and emissions for different Euro classes



Hvordan måler vi luftkvaliteten?



Tradisjonell luftovervåkning



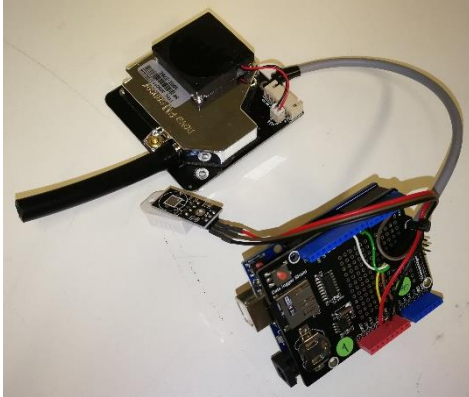
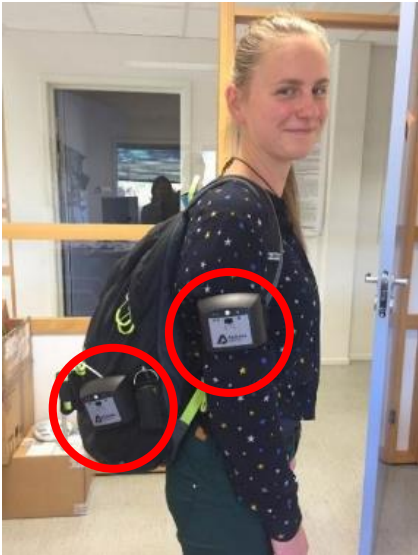
- Veldig nøyaktig
- Konsistente dataserier
- Arkiv med flere tiårs data fra hele verden



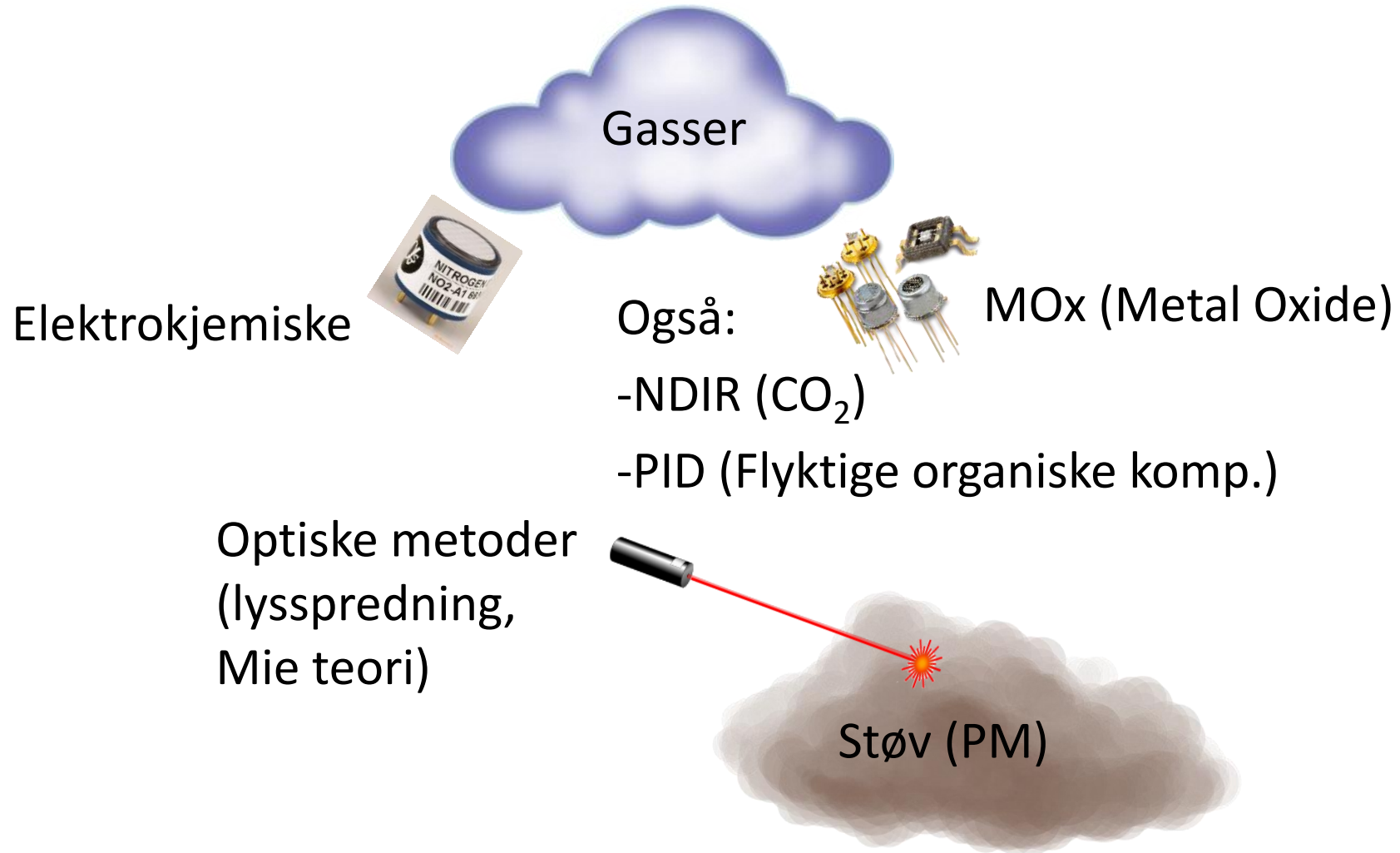
- Store, komplekse stasjoner
- Dyrt vedlikehold
- Begrenset antall



Alternativet: mikrosensorer

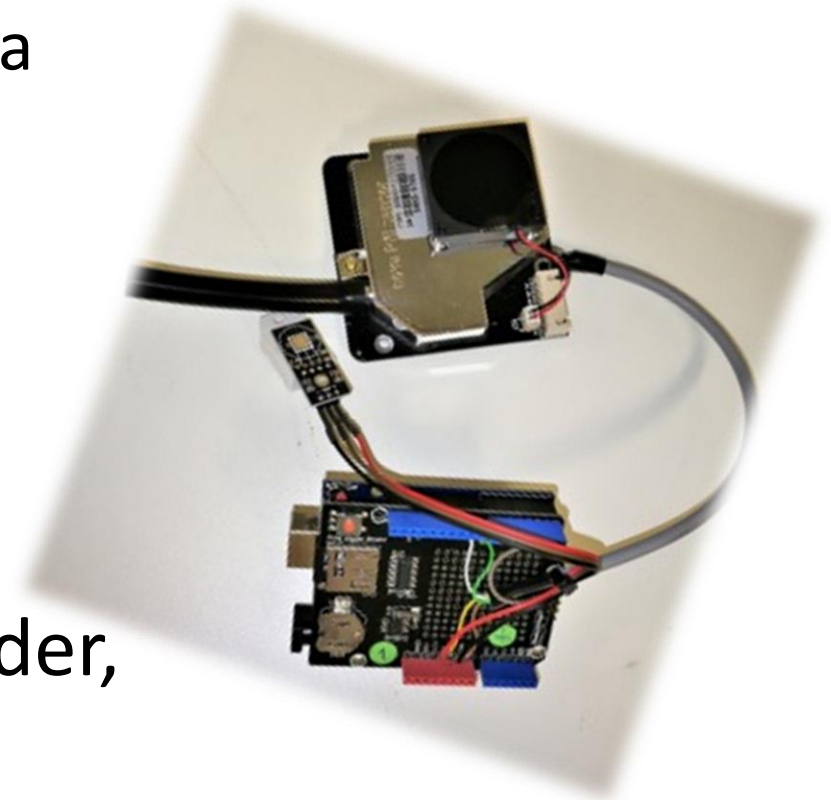


Hvordan fungerer mikrosensorer?



Godt å vite

- Mikrosensor-teknologien er fremdeles umoden
 - Høy usikkerhet og mange enheter gir feil data
 - Hver enhet bør kalibreres før bruk
- Resultater fra mikrosensorer kan ikke brukes på samme måte som målinger fra målestasjoner
- Men det kan brukes til å se hvordan luftforurensning varierer med avstand til kilder, eller over en kort tidsperiode



Hva kan dere måle?

- Etter at dere har bygd sensoren kan dere undersøke utslippskilder til svevestøv
- Dere kan se på ulike nivåer fra ulike kilder og hvordan verdiene varierer over tid. Hvorfor det?
- Hvis dere måler på kun ett sted, la sensoren bli stående på samme sted i flere dager. Hvis dere måler på ulike steder, ta samme rute på forskjellige tidspunkt på dagen og på flere dager
- Husk at været påvirker og varierer. Utslipp varierer gjennom dagen

Nå kan dere sette i gang!

Ved spørsmål ta kontakt med sg@nilu.no eller ncb@nilu.no

Annex 6 - Examples of scientific posters at the student conference

HVOR PRESISE MÅLINGER KAN VI FÅ?

Hypoteser:

1. Sensoren har god presisjon og nøyaktighet hvis vi ikke får systematiske avvik.
2. Kan vi komme nærmere riktige måleverdier når vi måler med flere sensorer?

Standardavvik:

Standardavviket defineres som kvadratroten av variansen.

Standardavvik for x:

$$\sigma_x = \sqrt{V_x} \quad \sigma_x = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Variansen:

Er gjennomsnittlig kvadratavvik fra gjennomsnittet.

Varians for x:

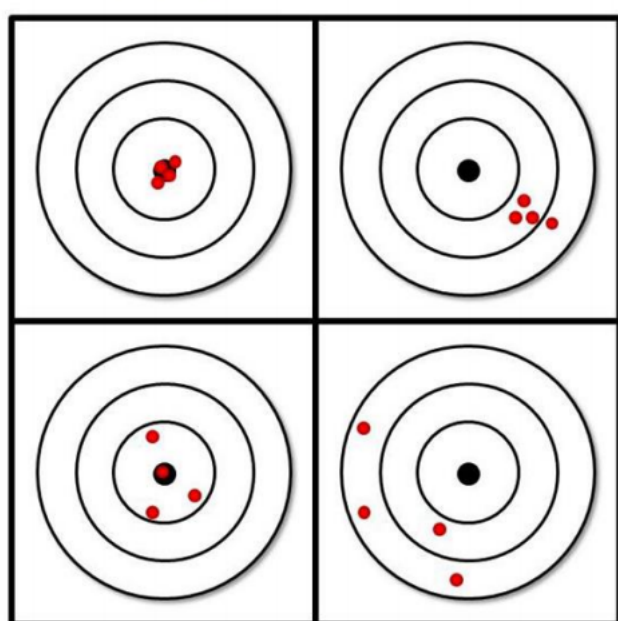
$$V_x = \sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

Presisjon og nøyaktighet:

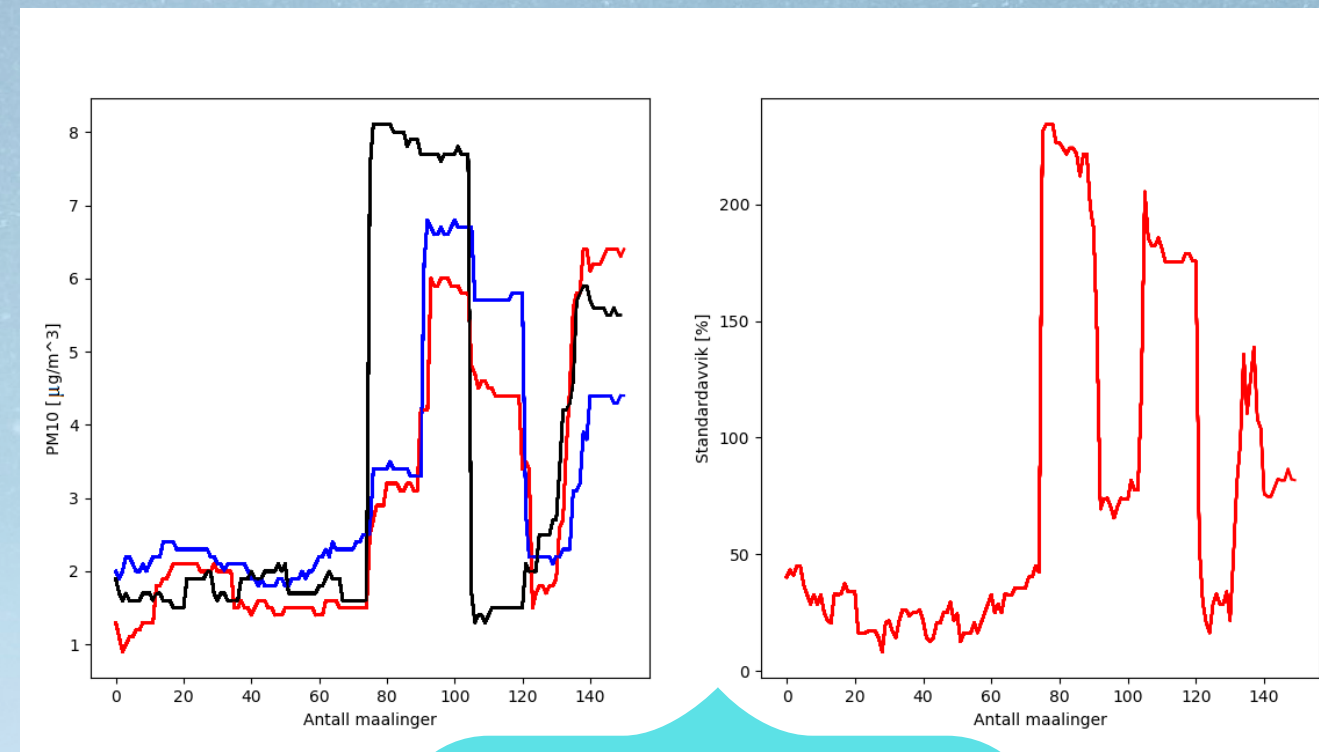
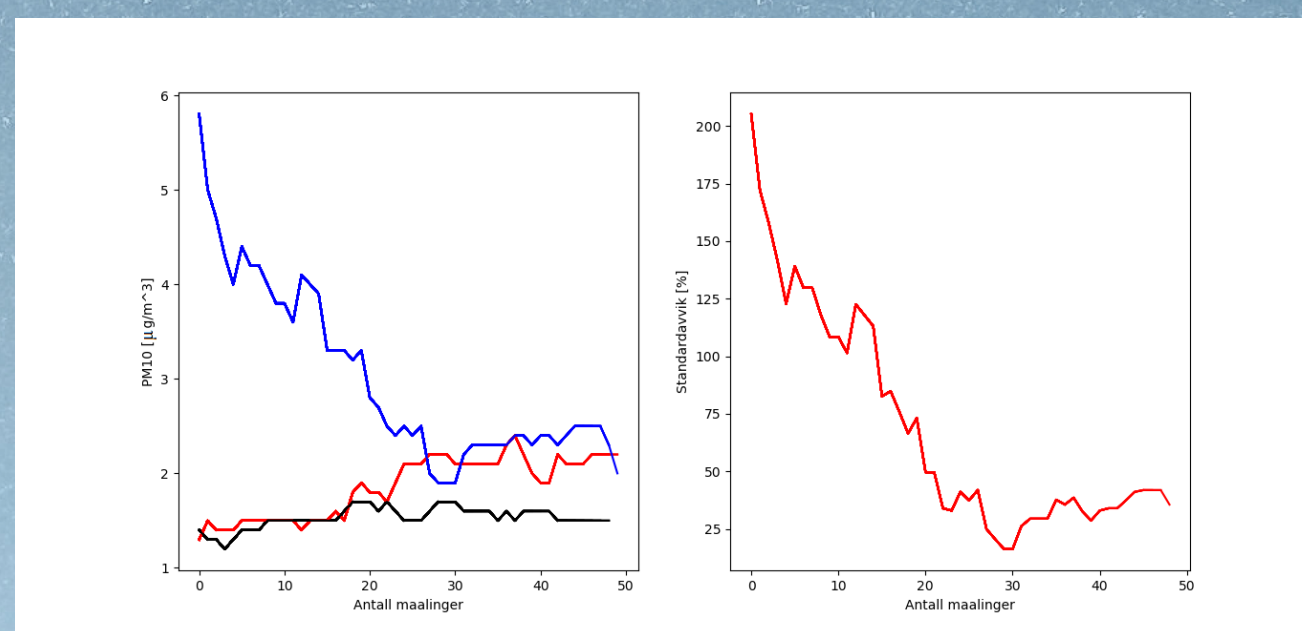
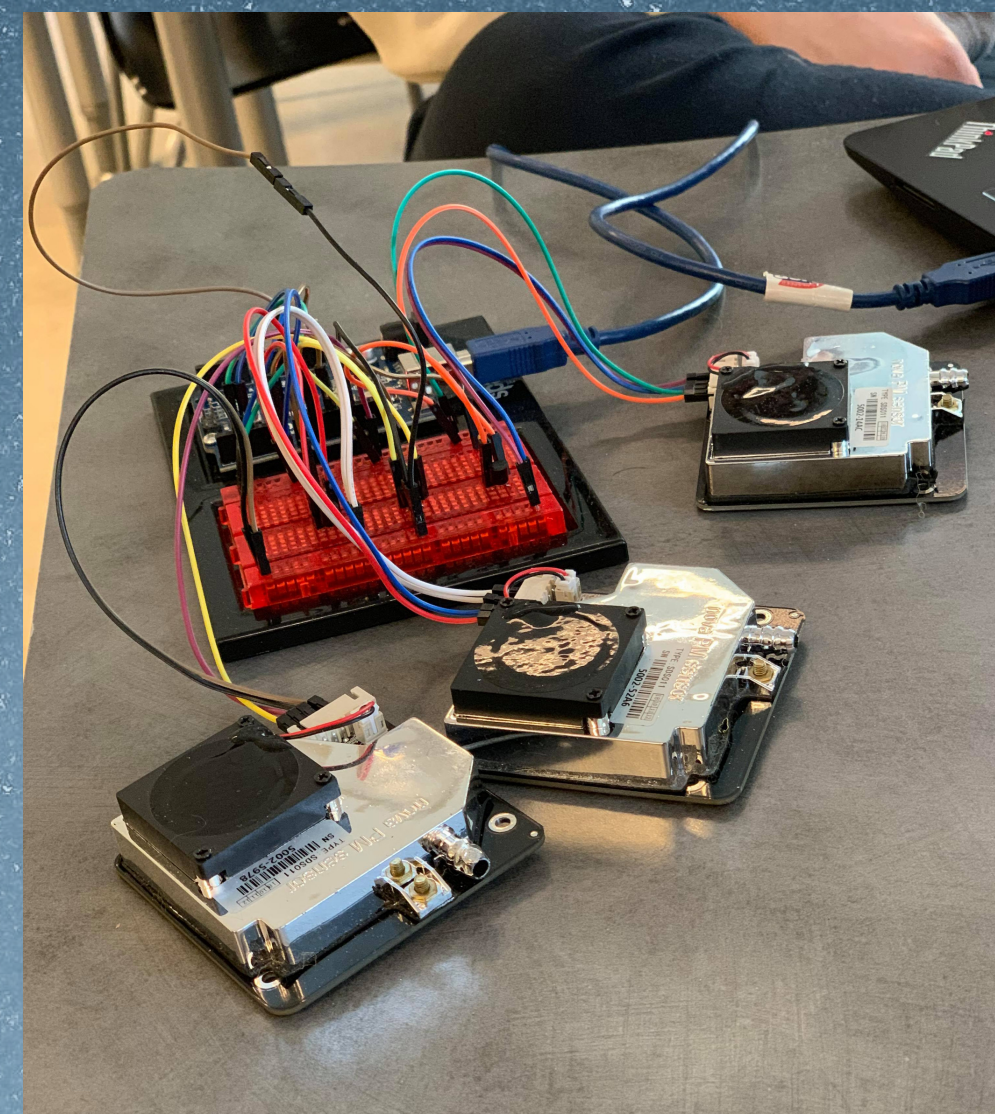
Høy nøyaktighet betyr at snittet av flere målinger ligger nær referanseverdien (riktig verdi).

Høy presisjon betyr at måleverdiene fra flere målinger har nær samme verdi. Høy presisjon sier ikke noe om hvor "riktige" måleverdiene er, men hvor nære referanseverdien vi er.

Høy nøyaktighet Lav nøyaktighet



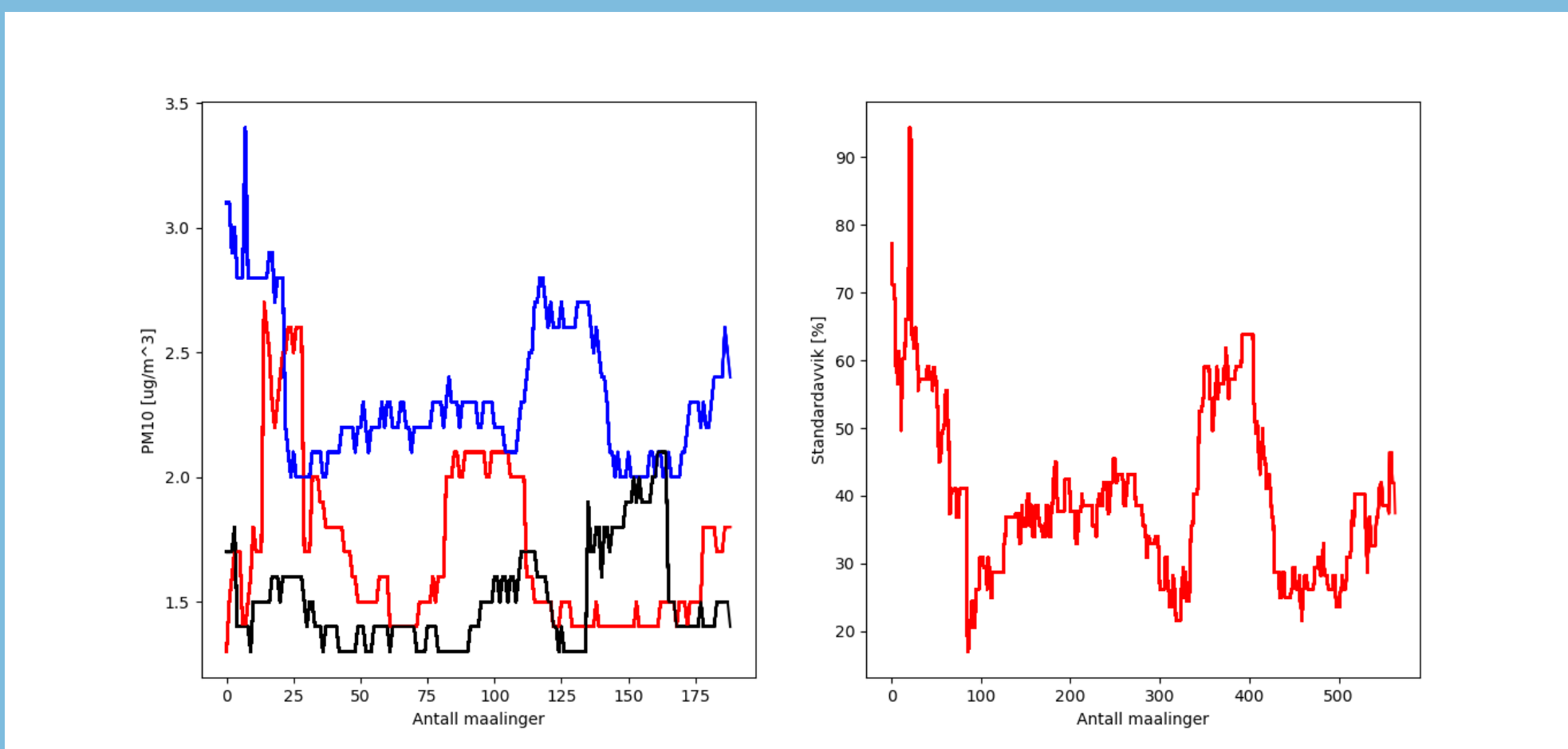
Figuren (venstre): Rad 1, første kolonne, ser vi at alle verdiene treffer blinken (i midten) som vil si at vi har høy nøyaktighet og presisjon. I rad 1, andre kolonne, er verdiene nære hverandre som gir høy presisjon men lav nøyaktighet. I rad 2, første kolonne, treffer vi midt på med en av som gir høy nøyaktighet med lav presisjon fordi alle verdiene har ulike verdier. I rad 2, andre kolonne er verdiene ikke i nærheten av riktig verdi som gir lav nøyaktighet og alle verdiene er ikke nære hverandre som vil si det er lav presisjon.



Grafene (over): viser oss at man bør la vifta i sensoren gå litt før man starter målingene av PM 10. Da får vi bedre målinger.

Konklusjon:

Sensorene gir god presisjon i snitt, men er veldig sensitive for bråe forandringer og derfor kan vi se at standardavviket øker, når PM 10 øker.



RESULTAT AV MÅLINGENE I GRAF:

Her ser vi en fremstilling av målingene fra de 3 sensorene som måler PM 10 i lufta. Grafen til høyre viser oss at når PM 10 øker, øker også standardavviket.

Er luftkvaliteten ved Ullern VGS skadelig for elevene? Og blir kvaliteten påvirket av ringveien like ved?



Bakgrunn

Luftforurensning i byer og tettsteder i dagens Norge bidrar til helseproblemer. Verdens helseorganisasjon (WHO) vurderer nedsatt luftkvalitet til å være en av de største risikofaktorene for tidlig død og helseskader.

Barn, unge, gravide og eldre er spesielt følsomme. Det er imidlertid også stadig sterkere holdepunkter for at luftforurensning kan påvirke nervesystem og sykdommer som diabetes.

Den største kilden til lokal luftforurensning i Norge er veitrafikk med utslipp av eksos og asfaltstøv særlig fra bruk av piggedekk, og dekkslitasje. Andre kilder er mer stedsavhengige, men viktige kilder er vedfyring, industri, havneanlegg, bygg- og anleggsvirksomhet og forbrenningsanlegg.

Utenfor Ullern, langs ringveien, er det satt en miljøfartsgrense for å minke utslipp av klimagasser og svevestøv. Eksempelvis CO₂, NO_x-gasser, svevestøv (PM₁₀, PM_{2,5}) etc.

Vi har målt temperatur, luftfuktighet og svevestøv på to forskjellige lokasjoner; ved veien som går 50 meter utenfor Ullern videregående skole, og på taket til Ullern VGS, som er ca. 100 meter fra ringveien.

(Miljødirektoratet, 2014), (Folkehelseinstituttet (FHI), 2015)

Kilder til svevestøv og tolkning av verdiene

Kilde / bidrag	PM ₁₀	PM _{2,5}
Eksosutslipp	Noe	Mye
Slitasje fra vei, dekk og bremser	Svært mye	Noe

For å kunne sammenligne resultatene våre med anbefalte Krav, bruker vi indeksen til *UK Air Information Resource*. For PM_{2,5} er indeksen:

Index	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Band	Low	Low	Low	Moderate	Moderate	Moderate	High	High	High	Very High
µgm ⁻³	0-11	12-23	24-35	>36-41	>42-47	>48-53	54-58	59-64	65-70	71 or more

For PM₁₀ er indeksen:

Index	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Band	Low	Low	Low	Moderate	Moderate	Moderate	High	High	High	Very High
µg/m ³	0-16	17-33	34-50	51-58	59-66	67-75	76-83	84-91	92-100	101 or more

I vårt forsøk er vi bare interessert i de lave, moderate og høye verdiene. Ifølge indeksen vi følger vil de lave verdiene ikke utgjøre en helserisiko, og man kan være ute som vanlig. De moderate verdiene kan påvirke personer med lunge- eller hjerteproblemer. Ved høye verdier er det anbefalt at eldre, astmapasienter, unge, og personer med hjerte- og lungeproblemer tar ekstra forhåndsregler. Dette kan for eksempel være å bruke inhalatoren oftere.

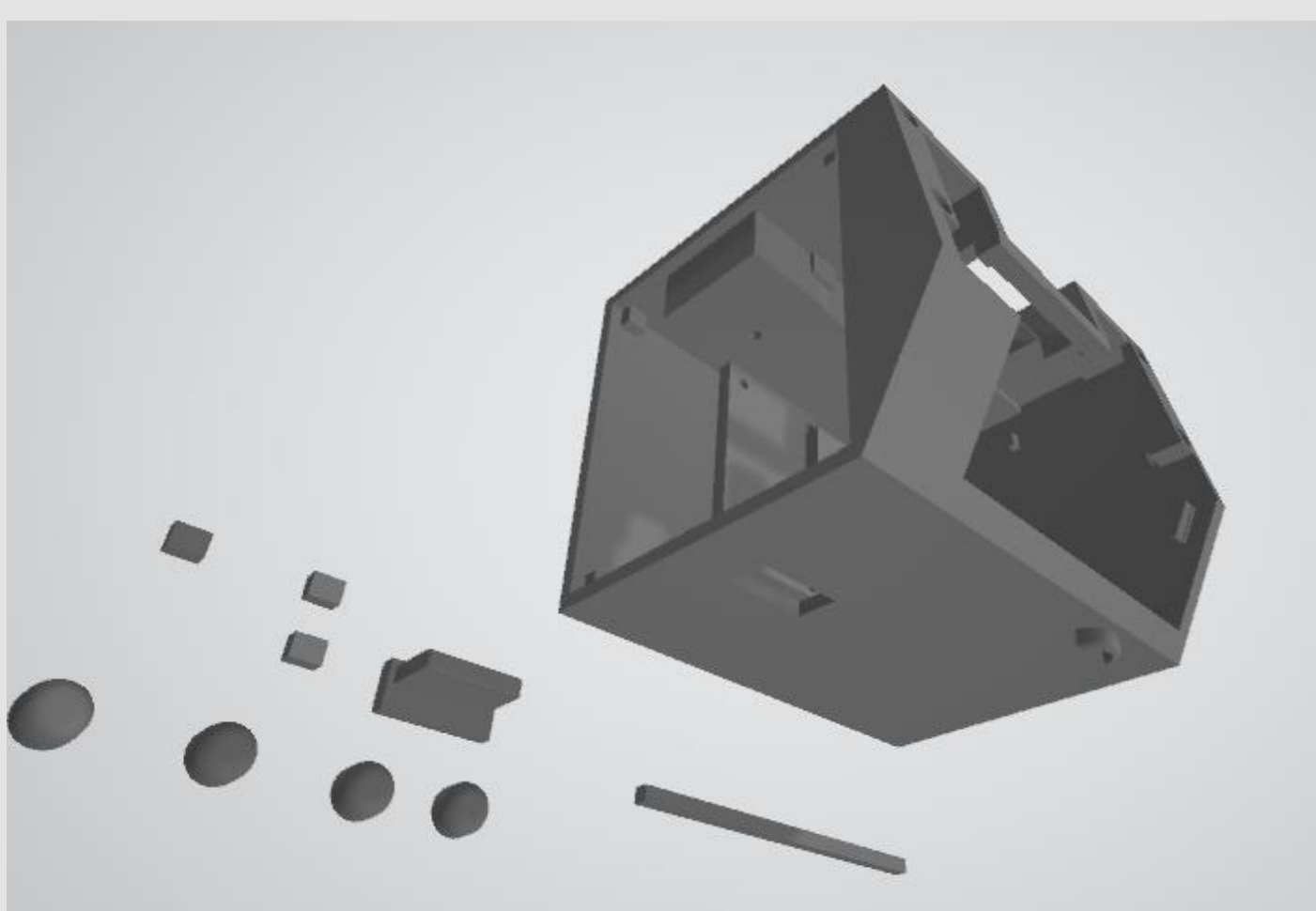
(UK Air Information Resource, hentet 03.04.2019)

Metode

- Et sensorsystem bestående av en humiture-sensor, en PM-sensor (10 og 2,5), en klokke, et SD-kort, en LCD-skjerm og en arduino uno
- Vi måler og lager informasjon på tre ulike steder; et høyt påvirket område, et lavt påvirket område og et område med ukjent påvirkning.
- Sammenlikne data for å se om områdene fyller de gitte kriteriene

Oppsett

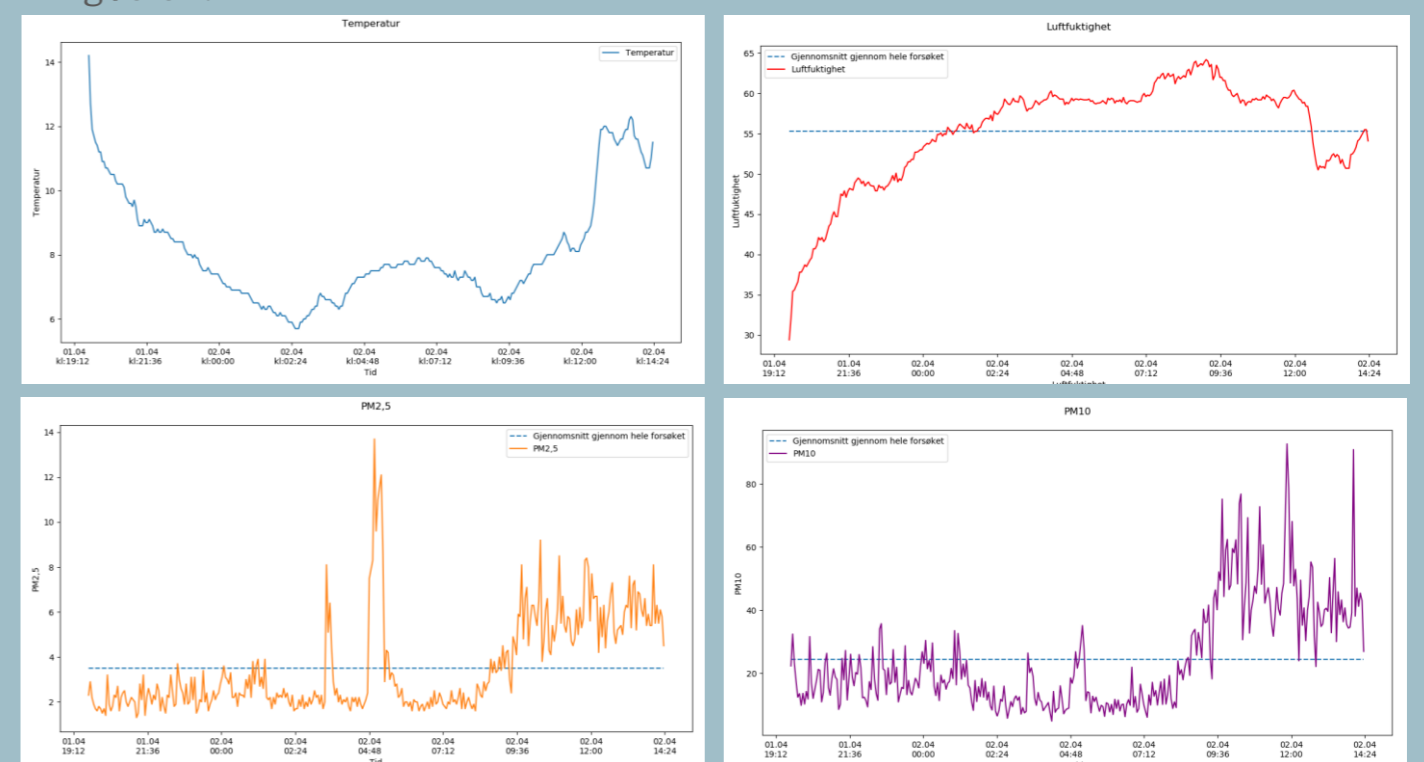
Boksen vår er modellert for at alle sensorene, skjermen og batteriet skal passe inn. Den ble 3D-printet i PLA-materiale. Boksen skal i utgangspunktet tåle små mengder vann.



Resultater

Her er målingene fra rett ved ringveien, og fra taket til Ullern VGS:

Ringveien:



Fra taket til Ullern VGS (ca. 100 meter fra ringveien):



Grafene viser en stiplet linje med gjennomsnittsverdier. Denne linja gir en indikasjon på svevestøvverdiene både på taket og langs ringveien. Vi kan først studere gjennomsnittsverdiene langs ringveien:

PM_{2,5}: 3,8 µg/m³
PM₁₀: 25 µg/m³
Luftfuktighet: 55%

Svevestøvverdier fra taket:
PM_{2,5}: 3,9 µg/m³
PM₁₀: 10,3 µg/m³
Luftfuktighet: 42,5%

Konklusjon

Resultatene våre sammenlignet med anbefalingene til UK Air Resource sier:

- Ingen direkte helserisiko ved ringveien
- Ingen direkte helserisiko på taket til Ullern VGS
- Alle verdiene har vært innenfor de lave verdiene til indeksen
- Luftkvaliteten er dermed ikke skadelig for noen elever på skolen
- Svevestøvgrafene langs ringveien får høyere verdier etter kl: 08:00. Siden dette er i rushtiden, tyder det på at bilene øker svevestøvverdiene i luften
- Siden det er høyere verdier langs ringveien enn på taket, blir luftkvaliteten påvirket av ringveien rett ved

Mulige feilkilder

- Kan aldri stole 100% på at sensorene måler helt riktig. Sensorene er derfor feilkilder
- Målingene foregikk over en kort tidsperiode
- Daglige variasjoner kan ha påvirket resultatet
- Målingene fra taket gikk i under 10 timer, siden batteriet gikk tomt

Kartet viser hvor målingene ble gjort



Annex 7 - Evaluation forms for both teachers and students



Hei!

Takk for at du tar deg tid til å fylle ut dette korte spørreskjemaet.

Skjemaet inneholder noen spørsmål rundt luftkvalitetsprosjektet du nylig har gjennomført i samarbeid med ACTION-prosjektet. Vil du gjerne at du gir tilbakemelding på hvordan du likte aktivitetene, om du lærte noe og hva du synes kan forbedres. Det finnes ingen riktige eller gale svar – alt du svarer vil hjelpe oss med å forbedre våre fremtidige aktiviteter. Dette spørreskjemaet er en del av det europeiske forskningsprosjektet ACTION der vi utvikler løsninger for å involvere folk flest i forskningsaktiviteter. Ved hjelp av dette skjemaet, og andre forskningsaktiviteter, undersøker vi fordeler og utfordringer med prosjekter som det du nylig har vært med på. Derfor trenger vi din hjelp!

Takk for at du deltar!

Vennlig hilsen

**Sonja Grossberndt, NILU
Dr. Antonella Passanti, T6**

1) Alder

_____ år.

2) Kjønn

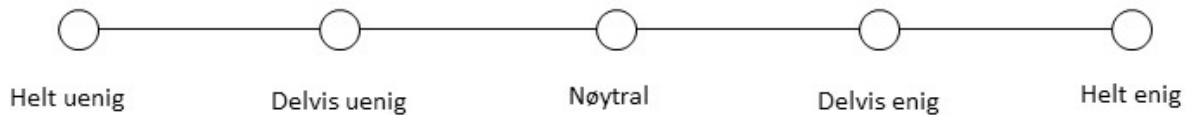
mann

kvinne

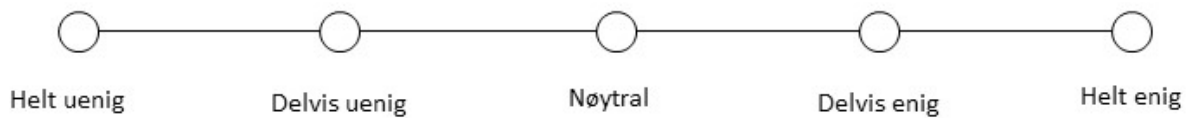
ønsker ikke å svare

Vennligst les gjennom følgende utsagn. I hvilken grad er du enig/uenig? Kryss av på skalaen.

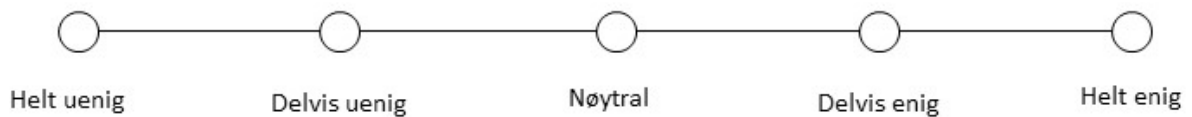
3) Denne aktiviteten har lært meg noe nytt om luftforurensning



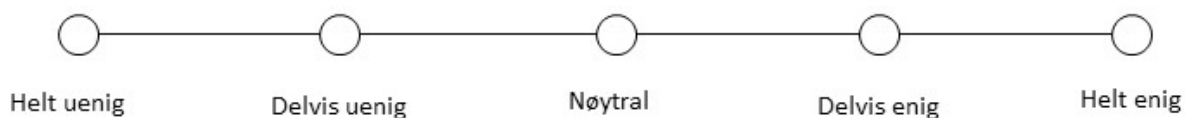
4) Denne aktiviteten har lært meg noe nytt om teknologi



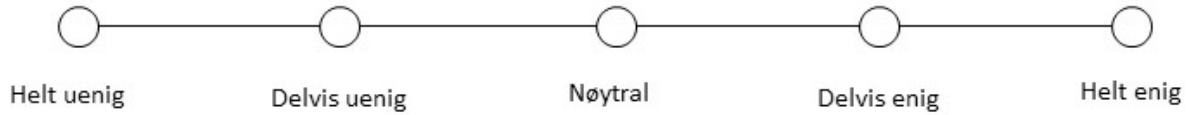
5) Denne aktiviteten har forbedret min forståelse for hvordan forskningsprosesser foregår



6) Denne aktiviteten har ført til at jeg vurderer å endre vaner for å redusere min eksponering for luftforurensning eller redusere mitt karbonutslipp.



7) Denne aktiviteten har ført til at jeg føler at jeg kan oppnå mer og prestere bedre i realfag.



8) Hva likte du med denne aktiviteten?

.....
.....
.....
.....

9) Har du forslag til hva som kan forbedres og hvordan?

.....
.....
.....
.....

10) Vennligst skriv ned hvis du synes det er noe mer vi burde få med oss rundt aktiviteten du har deltatt i.

.....
.....
.....
.....

Tusen takk for at du deltok!

Hvis du har spørsmål om dette skjemaet eller forskningsprosjektet kontakt:

Sonja Grossberndt, NILU – sg@nilu.no

Dr. Antonella Passanti, T6 – a.passanti@t-6.it



ACTION project: teachers' point of view on the citizen science activities carried out with high school students (NILU-ACTION project)

Within the ACTION project, a team of researchers and practitioners is developing technical and non-technical solutions to enable citizen science in becoming more open and inclusive. Within the project we have different citizen science initiatives (amongst them the NILU-ACTION project on air quality), and we are carrying out investigations to better understanding the benefits and challenges related to this practice. To understand these aspects, we need your help!

We kindly ask you to fill in this questionnaire and answer in line with your current mind-set. Please note that data collected during this study will be used solely for research purpose and will remain anonymous.

We acknowledge that you have read and signed the information sheet and the consent form for this research.

Thank you very much for completing this form!



If you answered yes, how?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

If you answered no, why not?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

9. Did this activity, and the engagement with the ACTION project team, provide you with new skills and competences?

- Yes
- No

If you answered yes, how?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

10. Did this activity provide new skills and competences to your students?

- Yes
- No

If you answered yes, how? Please specify if any difference emerged among students.

(For example: on average the group showed improved ICT skills and a better understanding of the scientific research process. Especially students that were not particularly interested in science/technology related topics now show an increment of competences. Or, there is a clear difference among boys and girls in the way they achieved new skills.)

If you answered no, why not?

11. Do you think you will now have a more pro-environmental behaviour thanks to the knowledge gained with this activity?

- Yes
- No

If you answered yes, how?

If you answered no, why not?

12. Do you think your students will now have a more pro-environmental behaviour thanks to the knowledge gained with this activity?

- Yes
- No

If you answered yes, how?

If you answered no, why not?

13. Do you think the activity carried has influenced the way in which students view and value science?

- Yes
- No

If you answered yes, how?

14. Thinking of the activity carried out, please describe in short what did you like most and what did not work out so well

15. Thinking of the activity carried out, please describe in short what do you think your students liked most and what they found less interesting or difficult to understand

16. Do you think this activity will change the relationships among your students and the way they interact on a daily base?

- Yes
- No

If you answered yes, how?

17. Do you think this activity raised the motivation and self-esteem of your students?

- Yes
- No

If you answered yes, how? Can you provide an example?

Thank you for your time!

For information and questions about this questionnaire you can contact:

a.passani@t-6.it

sg@nilu.no