



Skolernes Indeklima

Stig Koust

stko@teknologisk.dk

Agenda

- Status på skolernes indeklima



- Tekniske interventioner til reduktion af smittespredning og forbedring af indeklimaet



Luftvejsinfektioner og indeklima

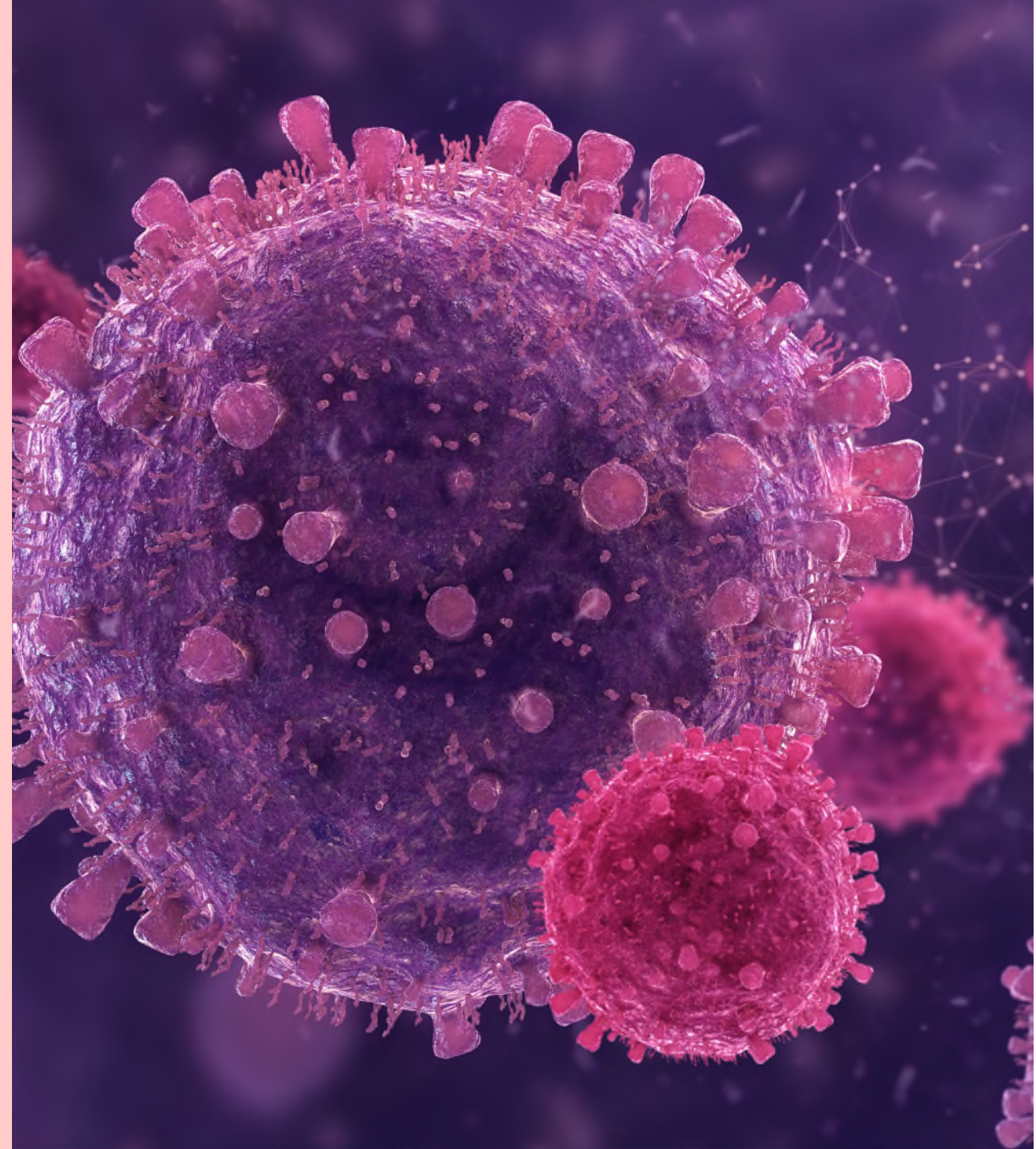
Luftvejsinfektioner skyldes smitte med virus

Luftvejsinfektioner smitter primært gennem luften via aerosoler

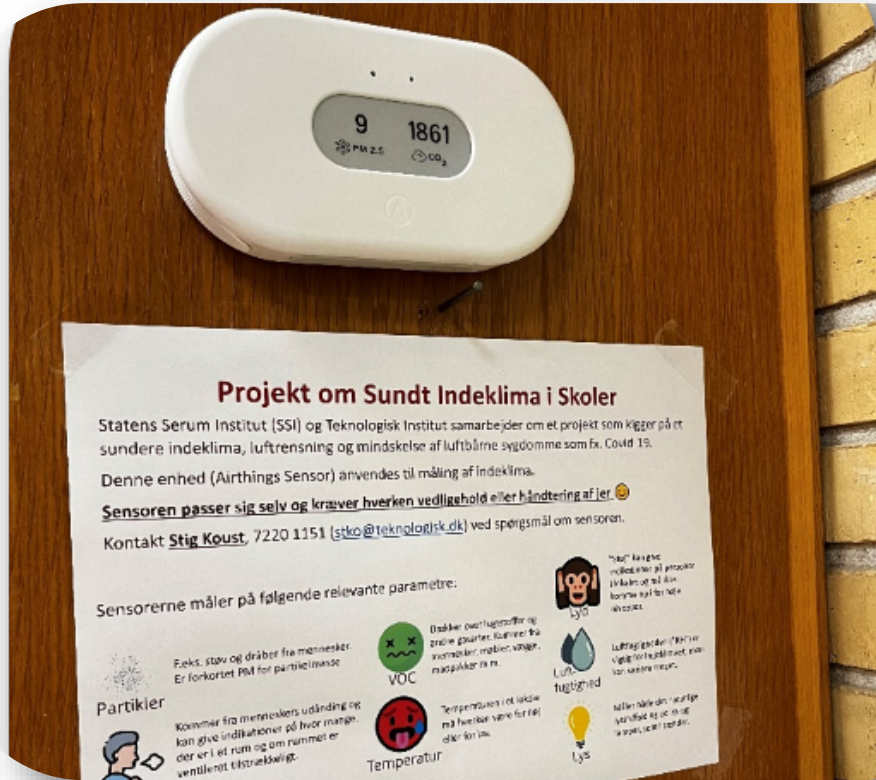
- **Aerosoler (små dråber) udskilles ved host, nys, tale, sang og simpel vejrtrækning**
- **Temperatur og luftfugtighed har betydning for virus overlevelse og spredning**

Luftvejsinfektioner er den væsentligste årsag til sygefravær

- **voksne har typisk 2-4 infektioner per år**
- **børn har 4-8 infektioner per år**
- **10-15% af skolebørn har mere end 8 infektioner per år**



Dokumentation af Indeklima



- Online og realtidsmåling af relevante indeklimaparametre hvert minut ved hjælp af sensorer
- (CO2, partikler, VOC, Temperatur, RH, støj...)

Virusmåling som output for indeklima status



Combined nasal- and oropharyngeal self-swab provides equivalent performance compared to professionally collected oropharyngeal swabs in detecting SARS-CoV-2 in a real-life setting

Sofie Hørlyck^a, Sofie Holdflod Nielsen^a, Tobias Gress^a, Uffe Schneider^b, Cyril Jean-Marie Martel^a, Nina Steenhard^a, Niels Tobias Gredal^c, Shila Mortensen^b, Arieh S. Cohen^{a,*}

^a Test Center Denmark, Statens Serum Institut, Artillerivej 5, 2300 Copenhagen, Denmark

^b Department of Virus & Microbiological Special Diagnostics, Statens Serum Institut, Artillerivej 5, 2300 Copenhagen, Denmark

^c Test Center Denmark Valby, Værkstedvej 56, 2500 Copenhagen, Denmark

Projektets formål er desuden at udvikle metoder til at måle luftbårne virus partikler i indendørs miljøer

Dokumentation af Indeklima

- 3 skoler – 26 klasser

- December:



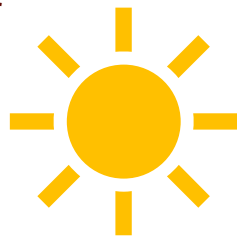
- Opsætning af indeklima-sensorer

- Februar:

- Opsætning tekniske interventioner

- Juli:

- Nedtagning af indeklima-sensorer

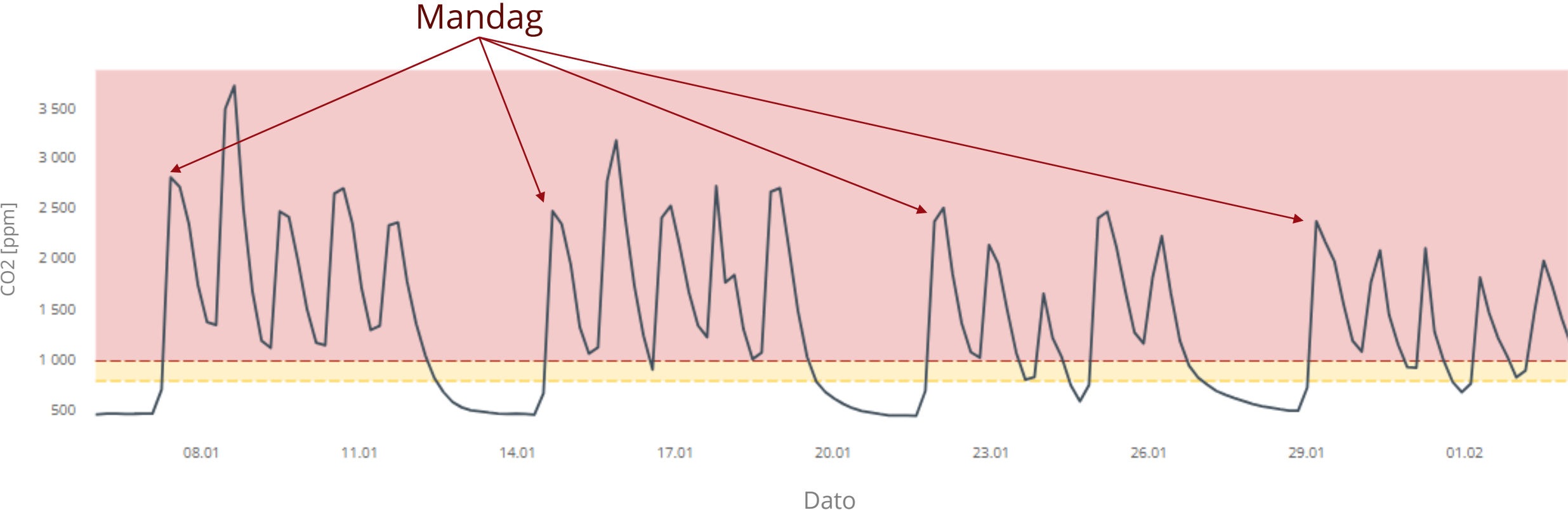


Indeklimaet

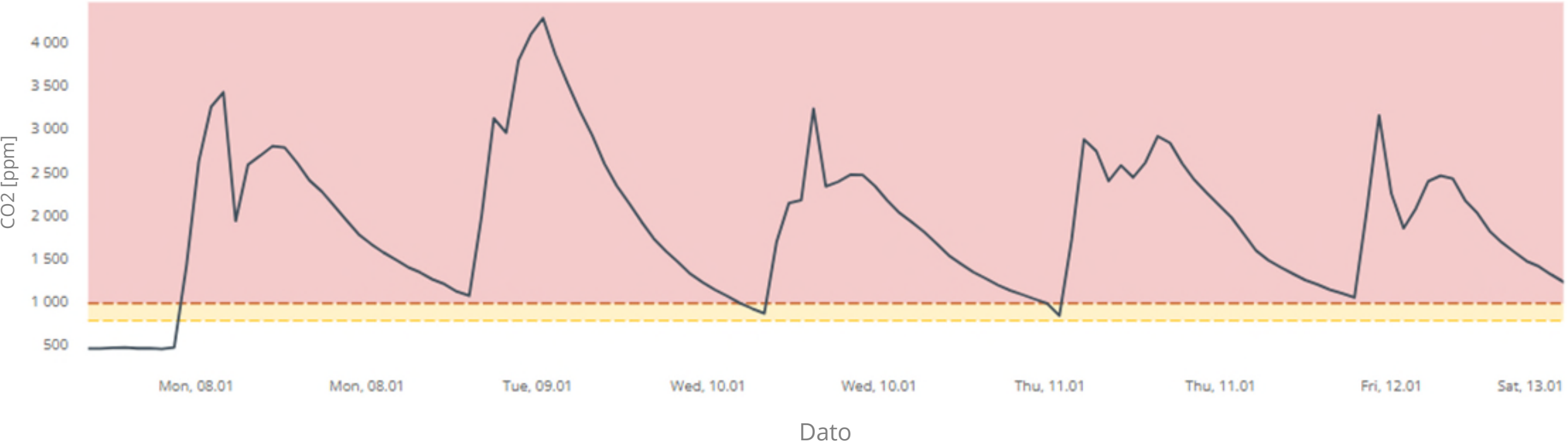


Et par nedslag...

CO2 koncentration

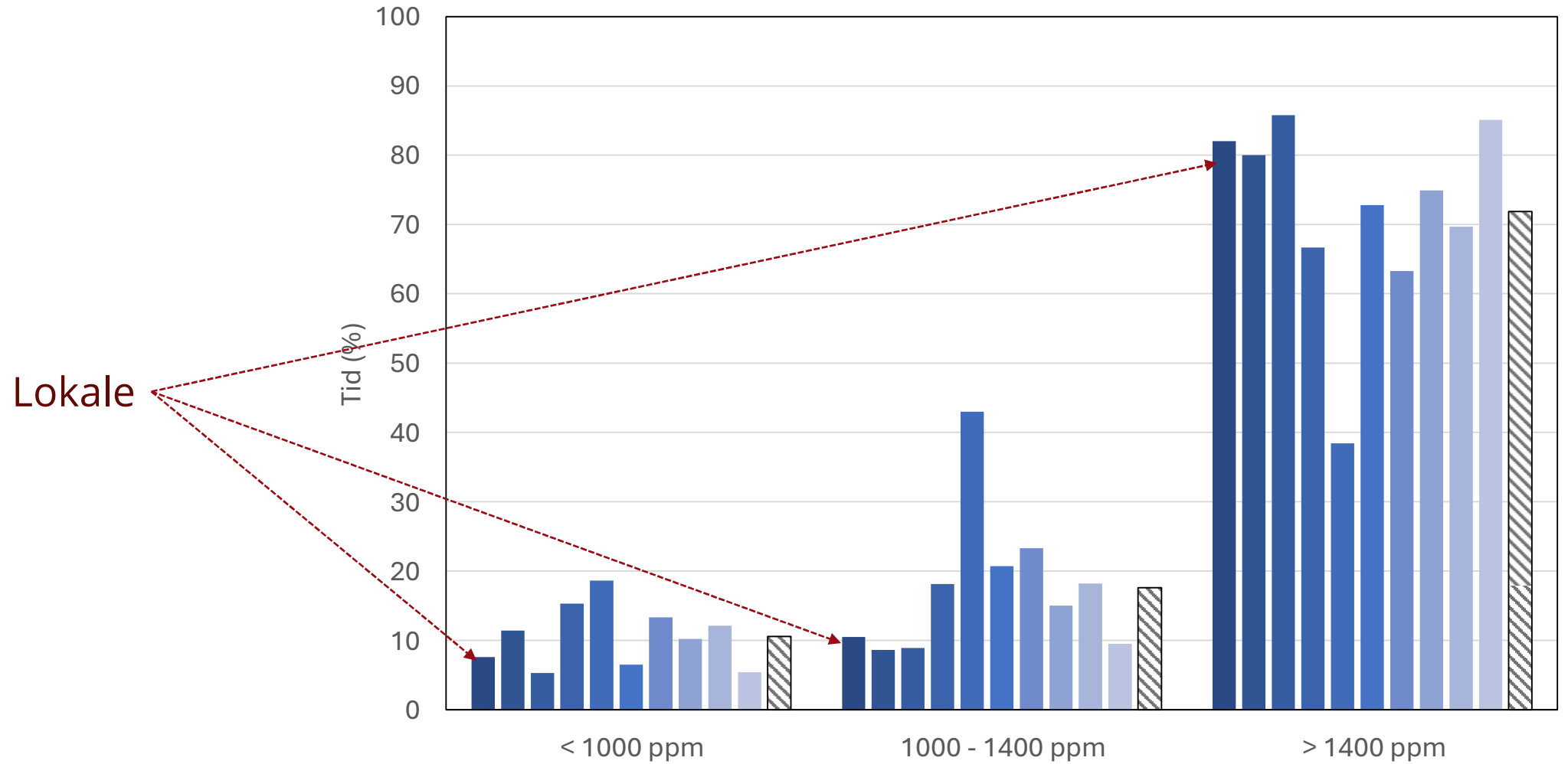


CO2 koncentration



CO2

Tranbjerg



Samlede resultater

20 % af tiden er CO₂-niveauet under 1000 ppm

25 % af tiden er CO₂-niveauet mellem 1000 – 1400 ppm

55 % af tiden er CO₂-niveauet over 1400 ppm

Samlede resultater

29 % af tiden er PM2.5-niveauet under 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

66 % af tiden er PM2.5-niveauet mellem 5 og 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

6 % af tiden er PM2.5-niveauet over 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Samlede resultater

45 % af tiden er TVOC-niveauet under 250 ppb

51 % af tiden er TVOC-niveauet mellem 250 og 750 ppb

4 % af tiden er TVOC-niveauet over 750 ppb

Tidligere indeklima undersøgelser

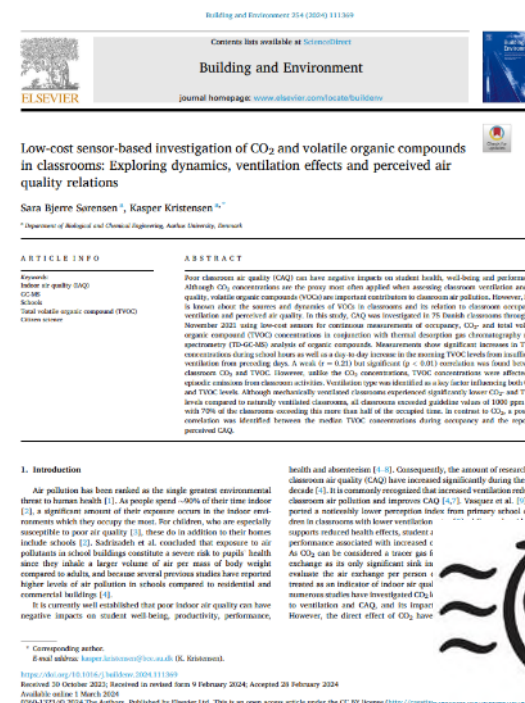
> 50% af tiden er CO₂-niveauet over 1000 ppm



Masseeksperimentet 2021
Jørn Toftum, Geo Clausen DTU



Lasse Frost, Casper Bæk
ÅBN: Kristoffer Jensen, Valdemar Østergaard



1. Introduction

Air pollution has been ranked as the single greatest environmental threat to human health [1]. As people spend ~90% of their time indoors [2], a significant amount of their exposure occurs in the indoor environments which they occupy the most. For children, who are especially susceptible to poor air quality [3], these do in addition to their homes include schools [4]. Subrametti et al. concluded that exposure to air pollutants in school buildings constitute a severe risk to public health since they intake a larger volume of air per mass of body weight compared to adults, and because several previous studies have reported higher levels of air pollution in schools compared to residential and commercial buildings [4].

It is commonly well established that poor indoor air quality can have negative impacts on student well-being, productivity, performance, health and absenteeism [1–4]. Consequently, the amount of research on classroom air quality (CAQ) have increased significantly during the last decade [5]. It is commonly recognized that increased ventilation reduces classroom air pollution and improves CAQ [4,7]. Vaquer et al. [8] reported a noticeably lower perception index from primary school children in classrooms with lower ventilation supports reduced health effects, student performance associated with increased e. As CO₂ can be considered a tracer gas & exchange as its only significant sink in evaluate the air exchange per person & treated as an indicator of indoor air quality numerous studies have investigated CO₂ as ventilation and CAQ, and its impact. However, the direct effect of CO₂ have



* Corresponding author.
E-mail address: kasper.kristensen@au.dk (K. Kristensen).
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.113309>
Received 20 October 2023; Received in revised form 9 February 2024; Accepted 28 February 2024
Available online 1 March 2024
© 2024 Elsevier B.V. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Sara Bjerre Sørensen, Casper Vita Kristensen,
Aarhus Universitet

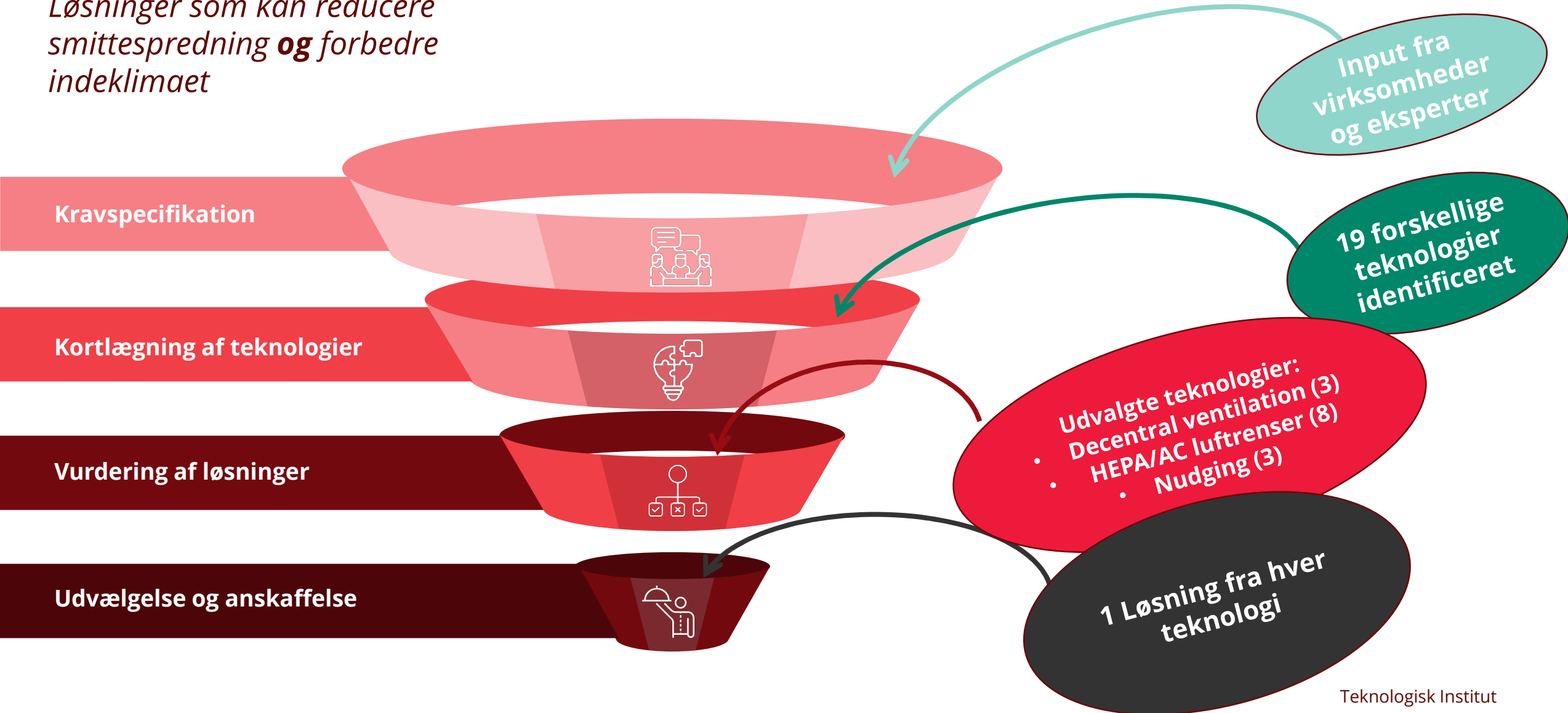
Tekniske Interventioner

Vores studie indikerer...



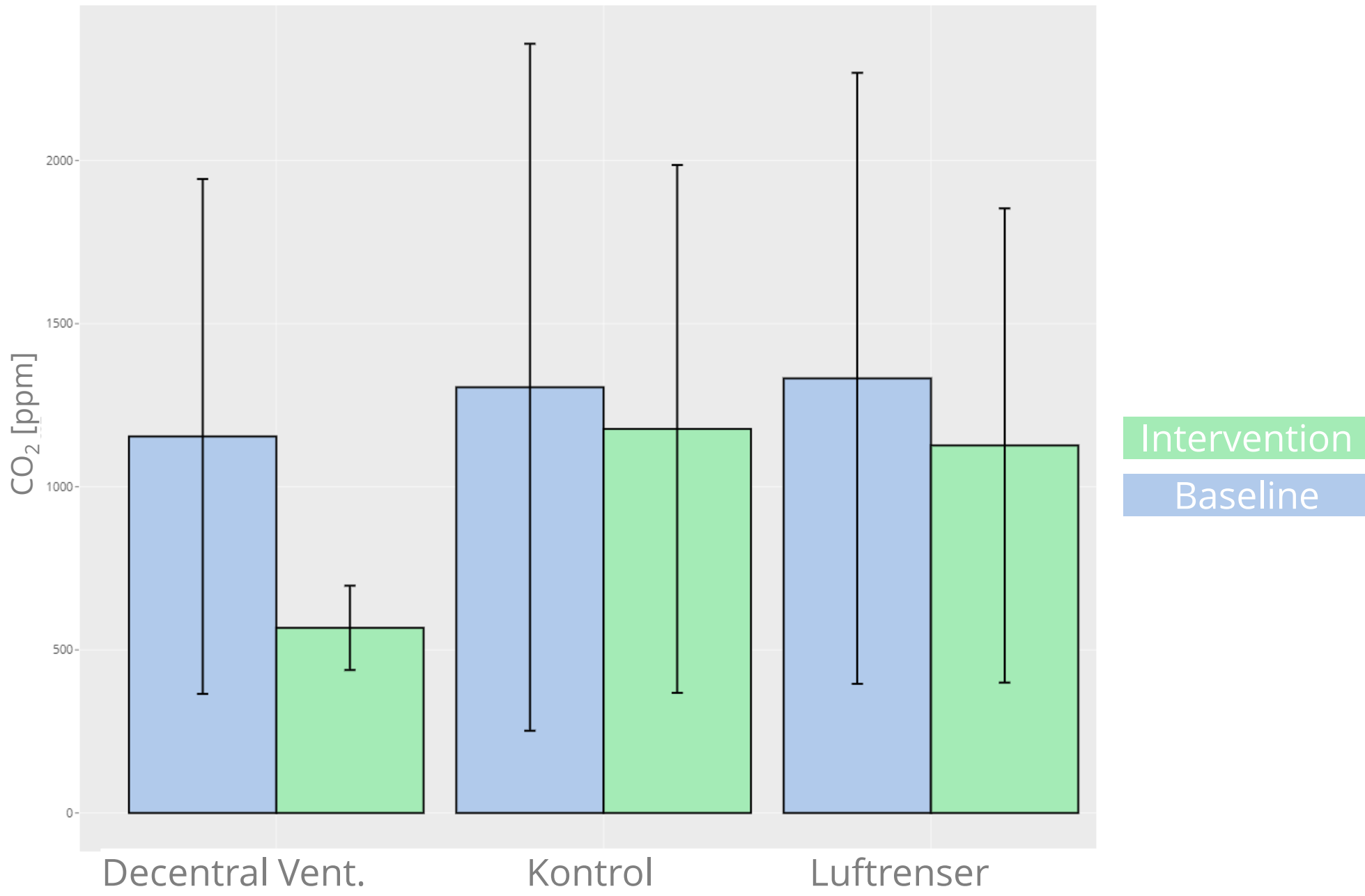
Metode til udvælgelse

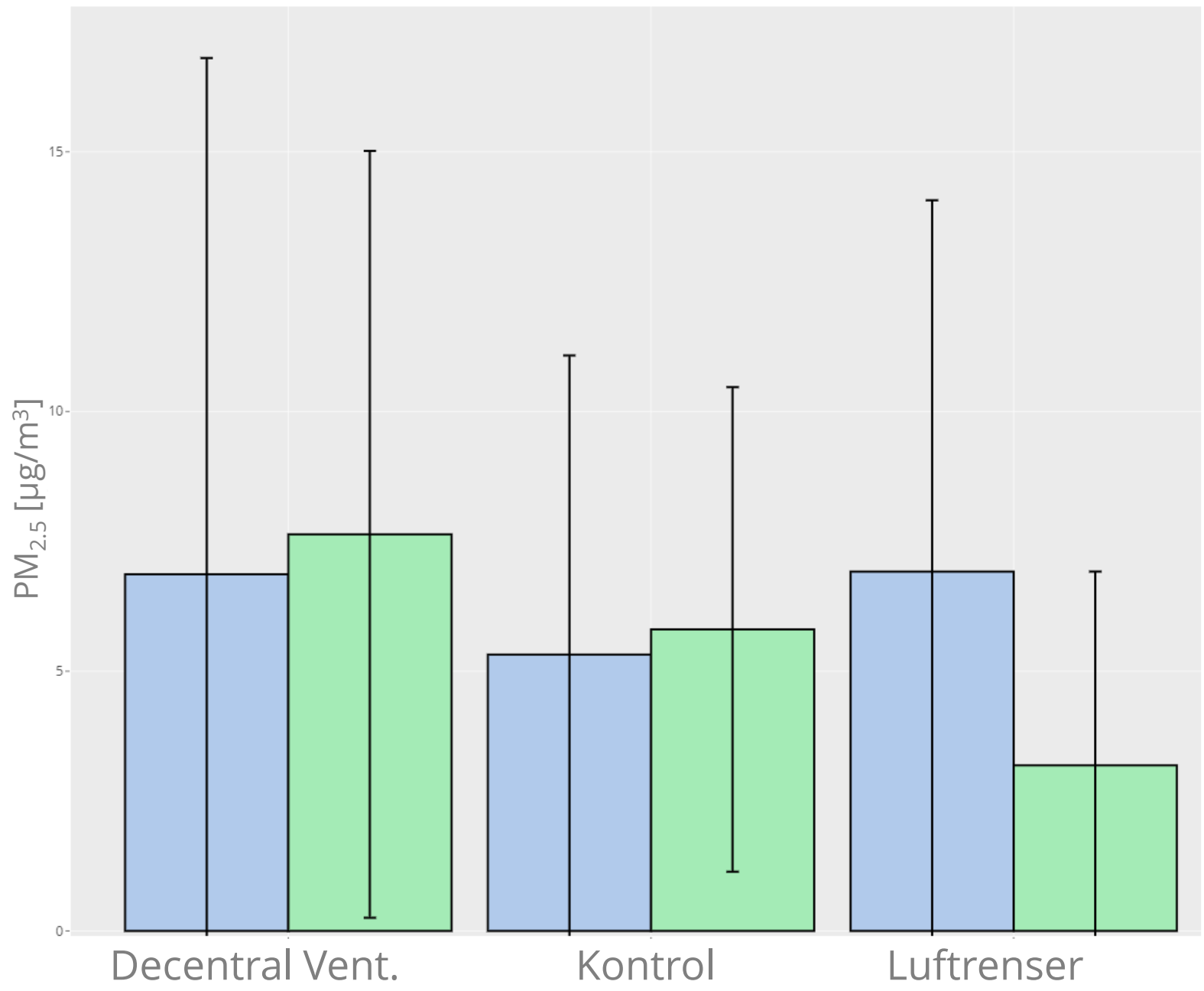
Løsninger som kan reducere smittespredning **og** forbedre indeklimaet



Tekniske Interventioner







Intervention
Baseline

Resultater opsummeret

	Intervention	Skole 1	Skole 2	Skole 3
CO₂	Kontrol	90%	84%	87%
	Decentral	49%	66%	--
	Luftrensere	85%	91%	69%
	Nudging	80%	94%	64%
Partikler [PM2.5]	Kontrol	109%	73%	65%
	Decentral	111%	119%	--
	Luftrensere	46%	79%	81%
	Nudging	81%	90%	70%

$$\text{Relativ Koncentration} = \frac{\text{Interventionsperiode}}{\text{Baselineperiode}}$$

- > 100% indeklimaet er forværret
- < 100 & indeklimaet er forbedret

Virusmåling – på overflader

- Opsamling af luftbårne viruspartikler deponeret på overflader
- Opsamling udføres med sterile vatpinde med opsamlingsmedie som føres i Z-mønster i et område på 15x15 cm
- Opsamling udføres sidst på dagen, efter eleverne var taget hjem og før rengøring fandt sted
- Opsamlingssteder:
 - elevborde
 - elevstole
 - dørhåndtag
 - lyskontakt
 - tavle/smartboard
- Opsamlingsperiode: februar – juli 2024
- Prøveantal: 322 prøver



Virusmåling – i luft: Coriolos μ air sampler

Detection and Quantification of Airborne Norovirus During Outbreaks in Healthcare Facilities

Laetitia Bonifait,¹ Rémi Charlebois,¹ Allison Vimont,² Nathalie Turgeon,¹ Marc Veillette,¹ Yves Longtin,³ Julie Jean,^{2,4} and Caroline Duchaine^{1,5}

Journal of Hospital Infection 108 (2021) 33–42

Available online at www.sciencedirect.com



Journal of Hospital Infection



journal homepage: www.elsevier.com/locate/jhin

Detection of influenza virus in air samples of patient rooms

A. Chamseddine^a, N. Soudani^{b,c}, Z. Kanafani^d, I. Alameddine^a, G. Dbaibo^e, H. Zaraket^b, M. El-Fadel^{a,*}

Journal of Virological Methods 287 (2021) 113988

Contents lists available at ScienceDirect



Journal of Virological Methods



journal homepage: www.elsevier.com/locate/jviromet

Environmental and air sampling are efficient methods for the detection and quantification of foot-and-mouth disease virus

Emma Brown^{a,*}, Noel Nelson^{a,b}, Simon Gubbins^a, Claire Colenutt^a



Article

Evidence of Air and Surface Contamination with SARS-CoV-2 in a Major Hospital in Portugal

Priscilla Gomes da Silva^{1,2,3}, José Gonçalves^{4,5}, Ariana Isabel Brito Lopes⁶, Nury Alves Esteves⁶, Gustavo Emanuel Enes Bamba⁶, Maria São José Nascimento⁷, Pedro T. B. S. Branco³, Ruben R. G. Soares⁸, Sofia I. V. Sousa³ and João R. Mesquita^{1,2,*}

Clinical Infectious Diseases

MAJOR ARTICLE



Maternally-derived antibodies do not prevent transmission of swine influenza A virus between pigs

Charlie Cador^{1,4*}, Séverine Hervé^{2,4}, Mathieu Andraud^{1,4}, Stéphane Gorin^{2,4}, Frédéric Paboeuf Nicolas Barbier^{2,4}, Stéphane Quéguiner^{2,4}, Céline Deblanc^{2,4}, Gaëlle Simon^{2,4} and Nicolas Rose¹

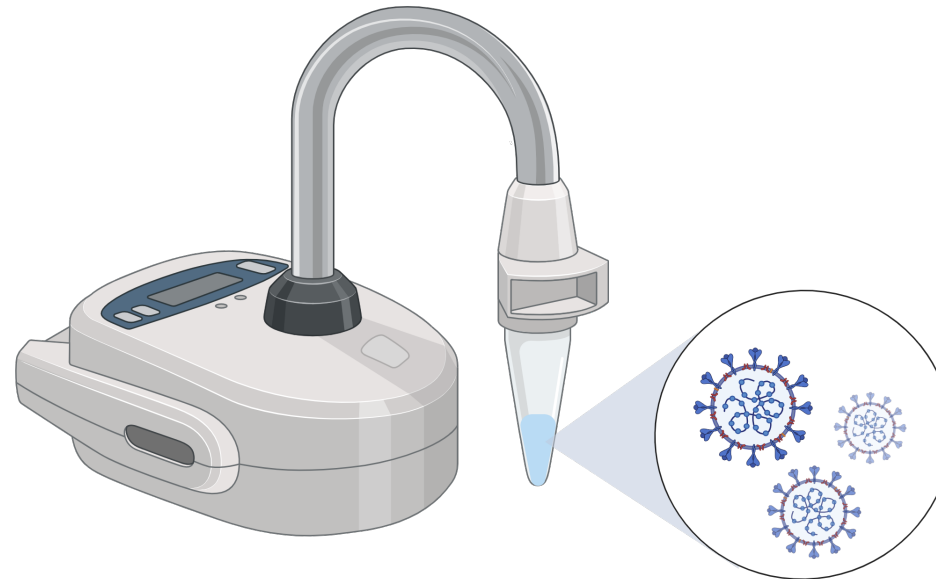
RESEARCH ARTICLE

Aerosol SARS-CoV-2 in hospitals and long-term care homes during the COVID-19 pandemic

Gary Mallach^{1,4*}, Samantha B. Kasloff^{2,4}, Tom Kovesi^{3,4}, Anand Kumar^{4,4}, Ryan Kulka¹, Jay Krishnan², Benoit Robert⁵, Michaeline McGuinty², Sophia den Otter-Moore², Bashour Yazji⁶, Todd Cutts²

Investigating Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) Surface and Air Contamination in an Acute Healthcare Setting During the Peak of the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Pandemic in London

Jie Zhou,^{1,4} Jonathan A. Otter,^{2,3,4} James R. Price,^{2,3} Cristina Cimpeanu,² Daniel Meno Garcia,² James Kinross,^{2,4} Piers R. Boshier,^{2,4} Sam Mason,^{2,4} Frances Bolt,^{2,4} Alison H. Holmes,^{2,4} and Wendy S. Barclay²



Luftstrømhastighed

Opsamlingstid

Placering

Opsamlingsvæske

Prøverør

Transport og opbevaring af prøver

Opkoncentrering af prøvemateriale

Ekstraktion af virus materiale (RNA)

Virusmåling – i luft: Field sampling

- Opsamlingsperiode: februar – juli 2024
- Opsamlingssteder: kontrol klasselokaler på Måløvvej og Egelund skoler
- Prøveantal: 21 prøver fra 7 opsamlingsdage
- Parametre:
 - Luftstrømhastighed: 100-200-300 L/min
 - Opsamlingstid: 10, 20, 30, 60 min
 - Tidspunkt på dagen: før skole, i undervisning, i spisepause, efter skole
 - Opsamlingsvæske: PBS, RNAlater baseret buffer
 - Transport: tøris, i køleboks



Virusmåling: Resultater

Virus	Selvpodning	Overfladeswabs	Luft
Influenza A	0	1	0
Influenza B	0	0	0
Parainfluenza 1		0	0
Parainfluenza 2		0	0
Parainfluenza 3		1	0
Parainfluenza 4		0	0
Corona 229E		5	1
Corona OC43		2	0
Corona NL63		6	0
Corona HKU1		3	0
Entero		0	0
RSV A	0	1	0
RSV B	0	0	0
Adeno		8	0
Rhino		4	1
HMPV		1	0
SARS-CoV-2	0	9	0
Antal positive prøver	0	41	2
Prøver i alt	10	322	21

Luftprøve #1

Person med Corona 229E i lokalet
(påvist gennem projektet "Virusmåling i Danmark")

Luftprøve #2

Lærer med tydelig symptomer på
luftvejsinfektion tilstede i klassen

Konklusioner



- Vi kan måle og agere på indeklimaet – relativt simpelt og i real-tid
- Virusmåling er (fortsat) vanskeligt i luften, mens overflademåling giver flere positive svar
- Indeklimaet i de danske skoler i dag er ringe. Til en grad som forventeligt nedsætter læringsevne og trivsel

Resultaterne indikerer

- Decentral ventilation reducerer CO₂ koncentrationer markant
- Luftrensere reducerer mængden af partikler i luften

Virusmåling som output for indeklima status



Combined nasal- and oropharyngeal self-swab provides equivalent performance compared to professionally collected oropharyngeal swabs in detecting SARS-CoV-2 in a real-life setting

Sofie Hørlyck^a, Sofie Holdflod Nielsen^a, Tobias Gress^a, Uffe Schneider^b, Cyril Jean-Marie Martel^a, Nina Steenhard^a, Niels Tobias Gredal^c, Shila Mortensen^b, Arieh S. Cohen^{a,*}

^a Test Center Denmark, Statens Serum Institut, Artillerivej 5, 2300 Copenhagen, Denmark

^b Department of Virus & Microbiological Special Diagnostics, Statens Serum Institut, Artillerivej 5, 2300 Copenhagen, Denmark

^c Test Center Denmark Valby, Værkstedvej 56, 2500 Copenhagen, Denmark

SSI's formål med projektet er at udvikle metoder til at måle luftbårne virus partikler i indendørs miljøer

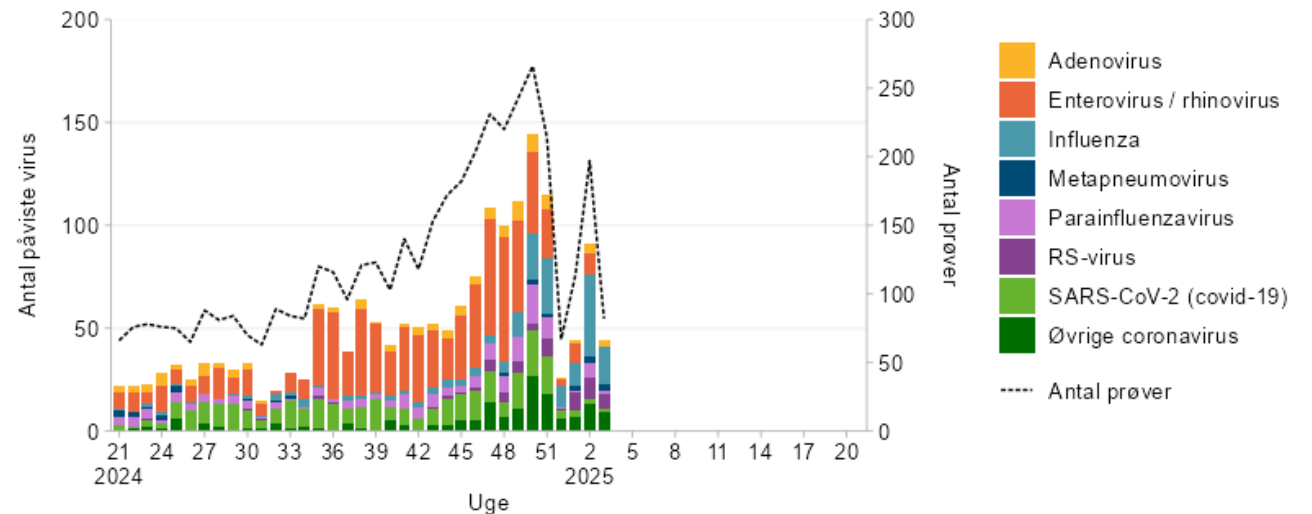
Analysemetode

PCR test for vira som giver luftvejsinfektioner

- Influenzavirus (A og B)
- RS-virus (A og B)
- SARS-CoV-2 (COVID-19)
- Coronavirus (229E, OC43, NL63, HKU1)
- Parainfluenzavirus (1, 2, 3, 4)
- Adenovirus
- Enterovirus
- Rhinovirus
- Metapneumovirus (HMPV)

Sentinelprøver fordelt på virus, siden uge 21, 2024

Opdateret den 20. januar 2025



<https://www.ssi.dk/sygdomme-beredskab-og-forskning/overvaagning-af-luftvejssygdomme>

PCR testen afprøves på overfladeswabs og prøver indsamlet med air samplers

Virusmåling – på individniveau: Selvpodning og webapp

1. Invitation

2. Tilmelding til projektet

3. Modtag et testkit



4. Ved sygdom:
Registrer og udfør selvpodning



5. Indsend prøve
til analyse



6. Se testsvar



Webapp



**Tak for jeres
tid**

