

Afslutningsnotat for projektet:

Forebyggelse af luftvejsinfektioner i vuggestuer

19. december 2024, Lars Andrup

Ny viden viser, at de vigtigste virus som forårsager luftvejsinfektioner (coronavirus, influenza, RS-virus, og forkølelsesvirus) primært smitter gennem små dråber (aerosoler) i luften. Derfor er ventilation og udluftning afgørende for at forebygge smitte. Vi ønskede med dette projekt kortlægge indeklimaet og undersøge betydningen af dette ved at sammenholde luftkvaliteten med sygefravær for børn og ansatte i daginstitutioner.

Forskningsprojektets formål var at undersøge indeklimaet og om vi kunne påvise en sammenhæng med sygefravær.

Budskaber:

- * Omkring halvdelen af de undersøgte vuggestuer havde bekymrende høje niveauer af CO₂. Det kan betyde dårligt indeklima og øget risiko for smitte.
- * Vi fandt, at luftvejsinfektioner er ansvarlige for op til 66 % af børnenes sygefravær og op til 64 % af de ansattes sygefravær.
- * ca 25% af sygefraværet for både børn og ansatte skyldes dårlig mave (opkast og diarre).
- * Opfordringer til udluftninger og informationsmateriale havde kun begrænset betydning for forbedring af indeklimaet.
- * Vi så ikke en direkte sammenhæng med CO₂-koncentrationen og børn eller de ansattes sygefravær.

Baggrund

Luftvejsinfektioner er den primære årsag til sygefravær for både børn og voksne. Typisk står luftvejsinfektioner for omkring 50% af det samlede sygefravær og endnu mere for børn (1). Voksne oplever typisk mellem to og fire luftvejsinfektioner årligt, mens børn typisk oplever mellem fire og otte. Det er velkendt, at børn, der går i daginstitutioner, har to til tre gange så mange luftvejsinfektioner som børn, der passes hjemme. Især børn, der lige er startet i daginstitution, oplever mange infektioner i det første år (2). Omkring 10-15 % af børn i daginstitutioner vil have mindst 12 infektioner om året (3).

I Danmark og i de øvrige nordiske lande tilbringer børn en stor del af deres tid i daginstitutioner, hvilket fører til en dramatisk stigning i antallet af infektioner blandt små børn, der starter i vuggestue i forhold til hvis de var blevet passet i hjemmet. Derudover oplever ansatte i daginstitutioner højt sygefravær. De omfattende økonomiske og personlige konsekvenser af disse infektioner påvirker ikke kun institutionerne og samfundet, men også børnene og deres forældre.

I mange år har forebyggende foranstaltninger fokuseret på hånd- og generel hygiejne, da det har været den udbredte opfattelse, at den primære transmissionsrute for de mest almindelige luftvejsvirus er via hænder og overflader. Der er ingen tvivl om, at en infektion kan udløses ved at påføre levende virus direkte i næseslimhinden eller gennem øjnene, men hvor realistisk denne smittevej er i normale arbejdsmiljøer, når det for visse virus kræver store mængder frisk vådt snot, er tvivlsom. Moderne teknikker har påvist, at mange virus forbliver smitsomme på overflader i flere timer, så den indirekte smitte via overflader og hænder kan ikke udelukkes. Så fokus på god rengøring og hygiejne skal fortsat betragtes som en væsentlig forebyggelsesforanstaltning.

Der er heller ingen tvivl om, at mange virus inficerer via luften. Tidlige eksperimenter med marsvin viste, at infektion kunne overføres mellem bure flere meter væk. For virus, der forårsager mæslinger og røde hunde samt tuberkulosebakterien har det længe været velkendt, at den dominerende transmissionsvej har været gennem luftbårne aerosoler.

COVID-19-æraen har givet os ny viden, ikke kun om coronavirusset og dets varianter, men også om hvordan disse virus overføres, og hvilke forebyggende foranstaltninger, der er mest effektive. Blandt andet virussets evne til at overleve i luften og på overflader, udskillelsen af små infektiøse aerosoler ved forskellige aktiviteter såsom vejtrækning og tale, samt betydningen af temperatur, luftfugtighed og målrettet hygiejne.

Især luftbåren infektion, som er vanskelig at kontrollere, er blevet stadig vigtigere i den videnskabelige litteratur. Fokus har været rettet mod hoste og nys, der danner en stor mængde store aerosoler (dråber), som udsendes med høj hastighed. Mens det tidligere blev antaget, at store dråber hurtigt ville falde til jorden og have begrænset rækkevidde, har nyere forskning vist, at en betydelig del af disse dråber kan tørre ud og krympe til mindre aerosoler, der er i stand til at forblive luftbårne i timer og sprede sig over betydelige afstande indendørs.

Med den nye viden og indsigt, der viser, at en større del af infektioner med de mest almindelige luftvejsvirus foregår via luften, kan man forebygge mere kvalificeret. Forbedring af luftkvaliteten bliver en nøgleforebyggende foranstaltning, opnået ved at reducere antallet af personer i lokalerne og ved at øge luftudskiftningen gennem foranstaltninger som forbedrede ventilationsanlæg med øget effektivitet og åbne vinduer og etablering af hyppig gennemtræk. Derudover er det vigtigt at opretholde et bestemt niveau af luftfugtighed for at begrænse virussets smitsomhed. Studier har vist, at virus med lipidmembraner som influenza-, corona- og RS-virus, hurtigst inaktiveres ved en relativ luftfugtighed på 40-60%, hvor luftvejenes funktionalitet desuden er optimal.

Projektets formål

Projektets formål var at besvare to forskningsspørgsmål:

1. Kan vi nedsætte sygefravær ved fokus på vigtigheden af udluftning i daginstitutioner?
2. Er der lavere sygefravær i børnehuse med god ventilation?

Desuden var det målet, at svare på en række delspørgsmål som:

- Hvordan er indeklimaet, målt som CO₂, temperatur og luftfugtighed, på vuggestuer i Gentofte?
- Hvad er årsagerne til sygefravær for børnene og de ansatte?
- Er der særlige faktorer, der har indflydelse på børn eller ansattes sygefravær (indeklima, sovevaner, antal børn per m², ventilation)

Metode

I projektet registreredes børns og ansattes sygefravær anonymt via ”postkort”, og luftkvaliteten blev målt via CO₂, relativ luftfugtighed (RH) og temperatur. CO₂ udskilles ved udånding sammen med potentielle smittefarlige virus. Derfor er CO₂ en anerkendt metode til vurderer smitterisiko i indeklimaet. CO₂-niveauet stiger med antallet af personer i lokalerne, men falder med ventilation og udluftning.

På et møde med deltagelse af alle ledere fra dagtilbud i Gentofte Kommune, blev projektet præsenteret, og institutionerne blev inviteret til at deltage. Efterfølgende indvilligede 22 institutioner i at deltage med i alt 671 børn under 3 år og 219 medarbejdere, eksklusive ledere, administrativt personale og servicepersonale.

To vuggestuer med børn under 3 år i hver institution blev udvalgt til målingerne. Hvis institutionen havde mere end to grupper, blev de med de mest forskelligartede typer rum valgt.

Målinger af indeklima blev udført ved hjælp af kuldioxidmålere, som måler CO₂-koncentration, relativ luftfugtighed (RH) og temperatur. En måler blev placeret i hvert rum, og der blev gjort en indsats for at placere den i en højde på 1,5 til 2 meter og så langt væk fra døre, vinduer og ventilationskanaler som muligt. Målingerne blev registreret hvert 10. minut fra 1. december 2023 til 29. februar 2024. Data fra kl. 7 til kl. 17 på hverdage, eksklusive helligdage, blev anvendt.

Areal pr. barn blev beregnet ved at dividere antallet af kvadratmeter i centrale rum med antallet af børn. Data for indeklimate målinger blev indsamlet ved slutningen af hver måned.

Institutionernes ledere gav oplysninger om antallet af børn, deres gennemsnitsalder og hvordan de var organiseret (fx antallet af børnegrupper, tid brugt i fællesrum, udendørstid og tid sammen med børn fra andre grupper). Elleve af vuggestuerne havde mekanisk udsugning på badeværelse og/eller køkken, mens én institution kun havde naturlig ventilation. Ti vuggestuer havde balancerede meka-

niske ventilationssystemer. Her er både udsug og indblæsning af frisk luft styret af ventilationsanlægget. Oplysninger om ventilationstypen blev indsamlet fra kommunens tekniske afdeling og verificeret ved besøg.

Registrering af sygefravær: Under måleperioden blev alle tilfælde af fravær (sygefravær) blandt børn og personale registreret anonymt ved hjælp af ”postkort” med afkrydsningsfelter for følgende symptomer: feber, løbende eller tilstoppet næse, ørepine, hoste, ondt i halsen, almen utilpashed, hovedpine, diarré/opkastning/maveproblemer, øjenbetændelse, anden sygdom og fravær ikke grundet sygdom. Metoden blev testet i et pilotstudie i en anden kommune uden for København i februar 2023, og postkortet blev efterfølgende tilpasset (postkortet kan rekvireres). Pilotstudiet gav også et forventet niveau for de forskellige symptomgrupper. Postkortene blev udfyldt af personalet selv for deres egen sygdom og af forældre eller personale, når det gjaldt børns sygdom, på den første dag efter sygdom. Postkortene blev lagt i en forseglet kasse indtil slutningen af registreringsperioden. Akutte luftvejsinfektioner blev defineret som tilstedeværelsen af mindst to af de første syv symptomer nævnt ovenfor. En anden kategori var feber uden andre symptomer, og en tredje kategori var mave-tarmsymptomer, angivet ved afkrydsning af enten opkastning eller diarré. Postkort og institutioner var anonyme for dem, der indsamlede data. Alle dagtilbud blev besøgt cirka hver anden uge for at kontrollere CO₂-målere og motivere til registrering af sygefravær.

Intervention: Institutionerne blev opdelt i to grupper med en lige fordeling af balancerede mekaniske ventilationssystemer og naturlig ventilation gennem strategisk randomisering. Interventionen omfattede 30-45 minutters undervisning for lederne og udvalgte pædagoger om, hvordan luftvejsinfektioner spredes, med vægt på betydningen af ventilation, udendørsaktiviteter og udluftning som forebyggende foranstaltninger. Illustrative plakater, der opfordrede til at åbne vinduer, blev opsat i centrale områder. Alle institutioner blev udstyret med CO₂-målere, men i interventionsgruppen blev displayet synligt, og personalet blev instrueret i at overvåge CO₂-niveauerne og åbne vinduer, hvis koncentrationen oversteg 1000 ppm. Dette blev suppleret med små beskrivelser ved siden af CO₂-målerne. Alle dagtilbud blev besøgt ca. hver 14. dag, og i interventionsinstitutionerne blev personalet mindet om vigtigheden af frisk luft og udluftning for at reducere risikoen for smittespredning. Dialog om sygefravær og forebyggelse blev også opfordret.

Resultater:

Der blev indsamlet indeklimate-data fra december 2023 til marts 2024 for 2 stuer på hver af de 22 vuggestuer i Gentofte Kommune, som havde valgt at deltage. For hver institution blev der i alt registreret mellem 6000 og 8000 målinger i dagtimerne på hverdage af hhv. CO₂, luftfugtighed (RH) og temperatur.

Endvidere blev følgende data indhentet via interview, opmåling eller via anonym sygdomsregistrering:

- Antal børn pr vuggestue
- Antal ansatte
- Volumen og areal (m³ og m²) for stuerne hvor børn og ansatte opholder sig ca 80% af tiden
- Børnenes gennemsnitsalder
- Symptomer og årsager for børns og ansattes sygefravær (anonymt)
- Ventilationstype

I tabel 1 er vist en oversigt over de 22 institutioner og de gennemsnitslige målinger af CO₂, RH og temperatur henover vinteren.

Tabel 1. Oversigt over de deltagende vuggestuer og indeklimamålinger

Vuggestue	Antal Børn	Børnenes alder (måned)	Antal ansatte	Volumen per barn (m ³)	CO ₂ (ppm)*	Luftfugtighed (RH)*	Temperatur*
1	44	20.20	13	6.54	843.70	38.70	20.65
2	28	27.60	10	8.13	659.05	32.15	21.30
3	33	22.80	9	12.11	692.95	36.35	21.25
4	15	22.30	5	12.03	915.90	40.15	19.95
5	27	24.40	9	8.76	684.65	34.40	21.00
6	26	19.00	10	9.33	1152.60	43.55	20.20
7	42	23.60	12	6.59	955.60	41.20	20.10
8	26	18.00	7	10.58	527.65	34.00	21.95
9	29	23.60	8	14.12	519.75	33.35	21.80
10	21	20.30	8	8.94	993.05	42.55	20.50
11	33	21.70	12	15.19	601.50	34.65	21.55
12	46	20.37	14	7.81	1086.50	44.90	18.95
13	30	16.50	14	9.41	680.75	38.65	19.70
14	26	20.80	8	10.24	830.20	40.35	21.35
15	28	23.80	8	12.97	744.55	36.65	21.15
16	33	23.00	11	15.26	559.75	33.70	22.20
17	30	23.20	10	11.24	1309.35	46.30	20.15
18	32	23.00	13	7.95	1384.95	45.65	21.00
19	24	20.80	7	8.44	846.10	39.50	21.10
20	22	21.20	7	12.90	663.40	38.55	19.35
21	42	20.80	13	7.68	835.05	39.85	20.45
22	34	23.10	11	7.48	1001.40	39.65	21.25
Total:	671		219				
Snit:	30.50	21.82	9.95	10.17	840.38	38.85	20.77

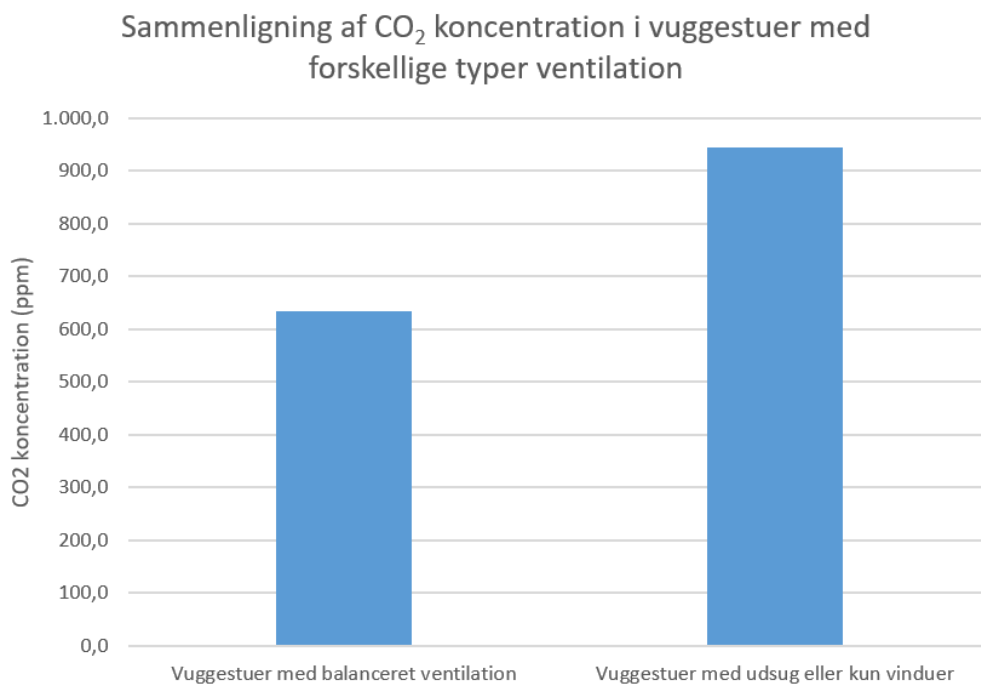
*Gennemsnit af målinger på 2 stuer i hver institution; målt i dagtimerne på hverdage
Yderligere data kan ses i den videnskabelige artikel om projektet (4).

En opsummering af resultaterne er:

1. **Store forskelle i sygefravær mellem de forskellige institutioner.** Både for børn og ansatte er der store forskelle fra institution til institution på det gennemsnitlige antal sygefraværperioder. For børnenes vedkommende varierer antallet fra 1,5 til 4,5 gange i løbet af de tre måneder. For de ansattes vedkommende varierer antallet af gennemsnitlige sygefraværperioder fra 0,1 til 3 gange. Antallet af sygefraværperioder for de ansatte kan dog være højere, da det var op til de ansatte selv at udfylde de anonyme fraværregistreringskort, og det kan være, at ikke alt sygefravær blev registreret. Den store variation mellem institutionerne peger på, at der er et potentiale for at reducere det samlede sygefravær ved at reducere sygefraværet i de institutioner med det højeste sygefravær.

2. **Stor variation i CO₂ koncentration.** Vi målte CO₂ i tre vintermåneder på 2 stuer på hver af de 22 vuggestuer. Vi fandt store forskelle på de forskellige institutioner. Gennemsnitskoncentrationen var fra ca. 500 til 1400 ppm (se tabel 1). Arbejdstilsynet og Bygningsreglementet siger, at CO₂-koncentrationen ikke bør overstige 1000 ppm (= 0,1%). Når gennemsnittet ligger over 8-900 ppm, vil der være koncentrationer over 1000 ppm i væsentlige dele af dagen. Ved så høje koncentrationer er CO₂ i nogle studier fundet at kunne påvirke koncentrationsevnen, indlæring og beslutningstagen. De høje gennemsnitlige CO₂-koncentrationer, som vi fandt i nogle institutioner, kan indikere en forøget risiko for at blive smittet med virus i de pågældende institutioner, dog kunne vi ikke dokumentere dette.

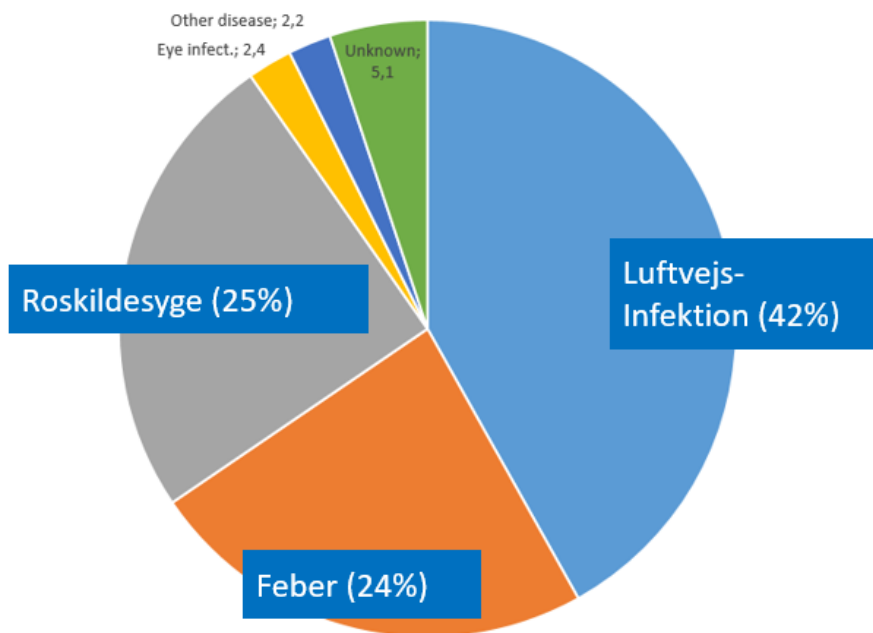
3. **Cirka halvdelen af vuggestuerne var udstyret med balanceret ventilation** og havde en lavere CO₂-koncentration end øvrige vuggestuer. Her er både udsug og indblæsning af frisk luft styret af ventilationsanlægget. De øvrige institutioner havde kun mekanisk udsug (fx kun på toiletter) eller ingen anden ventilation end via åbne vinduer og døre. Hos de vuggestuer der har balanceret ventilation, lå CO₂-koncentrationen betydeligt lavere end øvrige vuggestuer (se figur 1). Luftfugtigheden lå også lavere hos vuggestuer med balanceret ventilation og det betyder, at risikoen for skimmelsvamp er mindre. Modsat, kan den tørre luft øge risikoen for smitte med nogle luftvejsvirus (1). Disse resultater peger på, at balanceret ventilation er effektivt i forhold til at holde CO₂-koncentrationen nede. Det er dog vigtigt, at ventilationsanlæg ikke alene holder CO₂-koncentrationen nede, men også holder luftfugtigheden inden for acceptable grænser



Figur 1

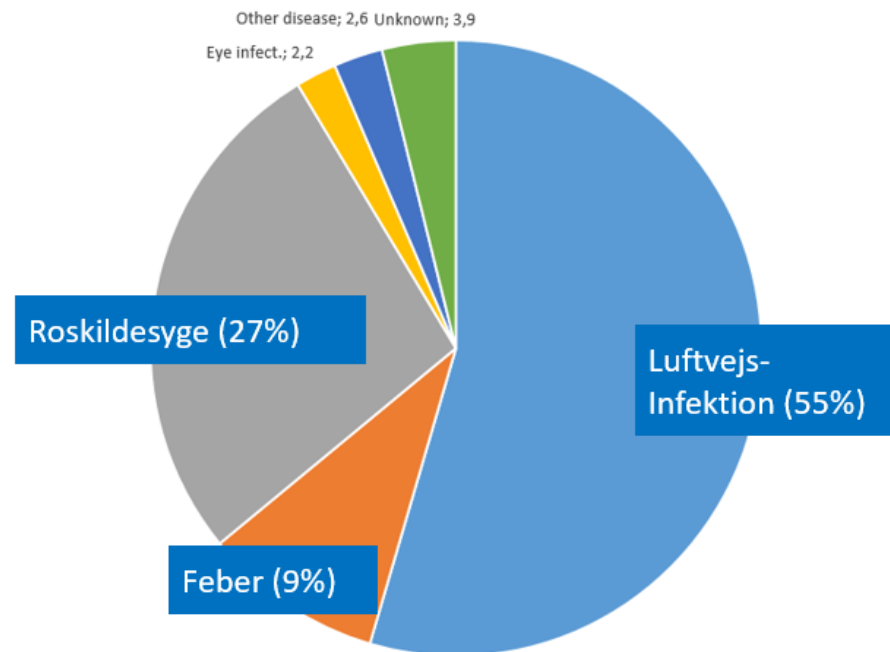
4. **Luftvejsinfektioner er den hyppigste årsag til sygefravær hos både børn og ansatte.** Vi kortlagede årsagerne til både børns og ansattes sygefravær. Som det ses i figuren (figur 2), er luftvejsinfektioner ansvarlige for langt det meste sygefravær. Når fraværet skyldes "kun feber," vil der i de fleste tilfælde også være tale om en mild luftvejsinfektion. Vi fandt altså, at luftvejsinfektioner er ansvarlige for op til 66 % af børnenes sygefravær og op til 64 % af de ansattes sygefravær. Overraskende er det måske, at mave-problemer (registreret som opkast og/eller diarre; roskildesyge) fylder så meget for både børn og voksne. Resultaterne indikerer, at luftvejsinfektioner er et betydeligt arbejdsmiljøproblem i vuggestuer, og at der er et stort potentiale for at forebygge sygefravær ved at minimere risikoen for luftvejsinfektioner.

Årsager til sygefravær - Børn



936 absenteeism registrations with symptoms

Årsager til sygefravær - Ansatte



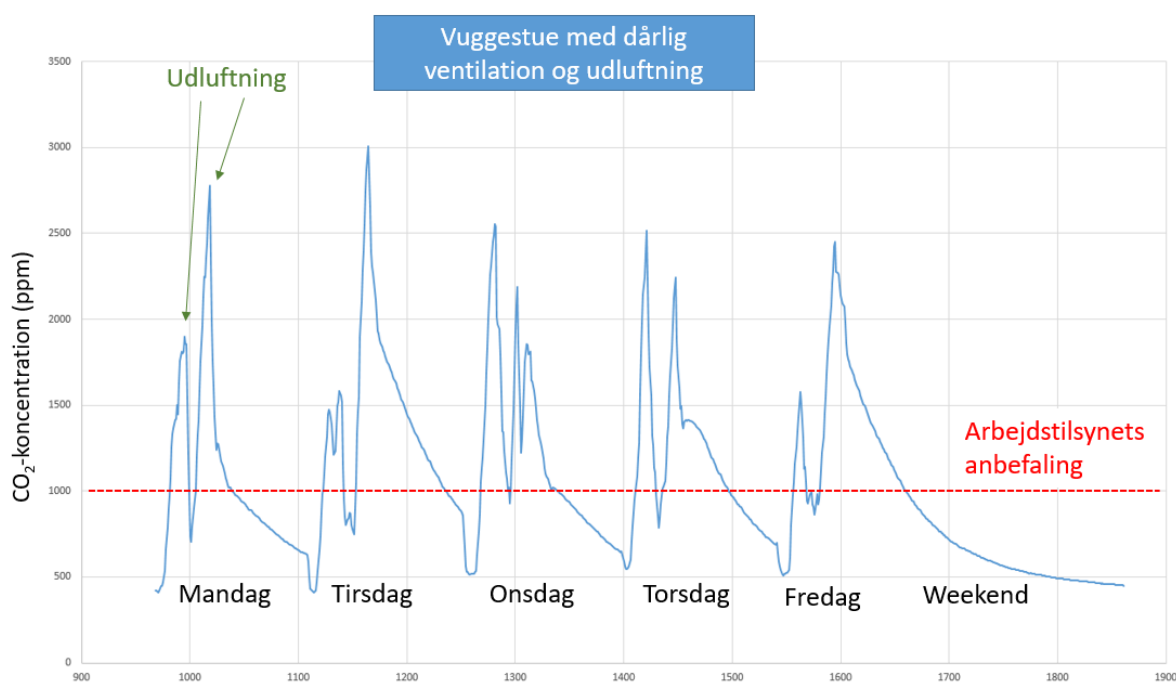
231 absenteeism registrations with symptoms

Figur 2

5. **Signifikant statistisk sammenhæng mellem temperatur på stuerne og mave-symptomer for både børn og ansatte.** Resultaterne viser, at i vores undersøgelse, er der bydelig højere forekomst af mave-symptomer på stuer med højere temperatur. Dette er interessant og ikke tidligere beskrevet i litteraturen. Imidlertid kræves yderligere undersøgelser for at bekræfte disse resultater, før de kan accepteres som valide.

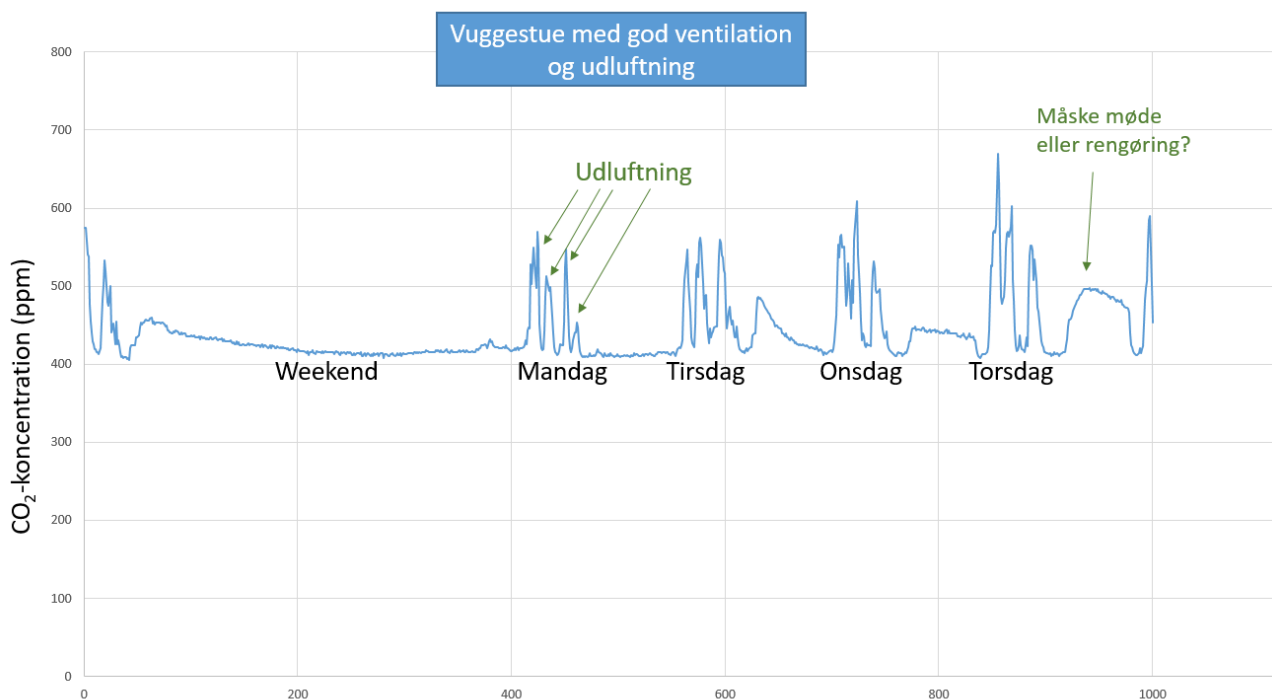
6. **Undervisning og plakater om betydningen af udluftning havde kun begrænset effekt på indeklimaet.** I interventionsgruppen blev der luftet mere ud - i gennemsnit 1,6 gange per dag mod 1,2 i kontrolgruppen. Forskellen er ikke statistisk signifikant. Vi så heller ikke en signifikant forskel på CO₂-koncentrationerne eller sygefraværet hverken hos børn eller de ansatte.

Et eksempel på en uges CO₂-målinger i en vuggestue med mangelfuld ventilation er vist i denne figur:



Figur 3

Et eksempel på en uges CO₂-målinger i en vuggestue med balanceret ventilation er vist i denne figur:



Figur 4.

Bemærk forskellen i CO₂-koncentrationerne mellem de to figurer (figur 3 og figur 4), og hvor meget udluftninger bidrager til at sænke CO₂-koncentrationen.

Konklusion & Perspektiv

Med den nye viden og indsigt, der viser, at en betydelig andel af infektioner med de mest almindelige luftvejsvirus smitter via luften, kan man forebygge mere kvalificeret (1, 5). Forbedring af luftkvaliteten bliver en nøgleforebyggende foranstaltning, opnået ved at øge luftudskiftningen gennem foranstaltninger som forbedrede ventilationsanlæg, at åbne vinduer og lave gennemtræk og eventuelt ved at filtrere luften med luftrensere (6).

Hidtil har megen forebyggelse haft fokus på håndvask og afspritning af overflader, som vi alle oplevede i begyndelsen af corona-pandemien, men denne forebyggelse har vist sig ikke at have stor betydning for smitte med luftvejsvirus (7, 8). Forebyggelsespotentialer er ganske betydeligt for både børn og ansatte, og alle institutioner vil kunne forbedre deres indeklima. Dette projekt har ved omfattende kortlægning af indeklimaet og sygefraværet i 22 vuggestuer bidraget med ny viden, blandt andet om omfanget af sygefravær på grund af luftvejsinfektioner, måling af høje CO₂-koncentrationer i ca. halvdelen af vuggestuerne, og måling af lave luftfugtigheder i de vuggestuer, der har balanceret ventilation. Endvidere så vi, at der var stor forskel i sygefraværet for både børn og voksne mellem

de forskellige vuggestuer. Man kunne argumentere for, at denne forskel udgør et forebyggelsespotentiale; altså hvis alle institutioner havde det lave sygefravær, ville der være en omfattende besparelse både økonomisk og i personlige omkostninger.

Vi havde to forskningsspørgsmål: Kan vi nedsætte sygefravær ved fokus på vigtigheden af udluftning i daginstitutioner? Og: Er der lavere sygefravær i børnehuse med god ventilation? Til begge spørgsmål må, vi på baggrund af resultaterne af dette projekt, svare nej.

Vi havde forventet, at smitterisikoen og dermed sygefraværet ville vise sig at hænge sammen med CO₂-koncentrationen på stuerne. Trods det relativt omfattende materiale kunne vi ikke statistisk signifikant påvise dette. Forholdene i vuggestuer er muligvis anderledes end i skoler og kontormiljøer, hvor denne sammenhæng er blevet fundet i andre studier. Måske den tætte kontakt mellem de små børn og mellem de ansatte og børnene og den høje forekomst af snot og andre kropsskuder medfører, at andre smitteveje end den luftbårne alligevel har betydning. Ventilationen skal muligvis være betydeligt mere effektiv for at kunne fjerne de smittefarlige aerosoler fra udånding til indånding på grund af den tætte kontakt. Måske den tørre luft i de institutioner med ventilationsanlæg bidrager til at øge smitterisikoen og modvirker den luftfortyndende effekt.

Resultaterne er publiceret i en videnskabelig, international artikel: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0196655324008915?via%3Dihub#ec0005>

Finansiering: Projektet er gennemført med støtte fra BUPL's forskningspulje

Referencer

1. Andrup L, Krogfelt KA, Stephansen L, Hansen KS, Graversen BK, Wolkoff P, et al. Reduction of acute respiratory infections in day-care by non-pharmaceutical interventions: a narrative review. *Front Public Health*. 2024;12:1332078. DOI: 10.3389/fpubh.2024.1332078.
2. Schuez-Havupalo L, Toivonen L, Karppinen S, Kaljonen A, Peltola V. Daycare attendance and respiratory tract infections: a prospective birth cohort study. *BMJ Open*. 2017;7(9):e014635. DOI: 10.1136/bmjopen-2016-014635.
3. Turner RB. The common cold. *Pediatr Ann*. 1998;27(12):790-5. DOI: 10.3928/0090-4481-19981201-06.
4. Andrup L, Kolarik B, Klingenberg AM, Stephansen L, Krogfelt KA, Madsen AM. Indoor air quality and symptoms of acute respiratory infections and gastrointestinal issues in children and employees in day-care nurseries. *American Journal of Infection Control*. 2024;In Press. DOI: doi.org/10.1016/j.ajic.2024.12.006.
5. Morawska L, Li Y, Salthammer T. Lessons from the COVID-19 pandemic for ventilation and indoor air quality. *Science*. 2024;385(6707):396-401. DOI: 10.1126/science.adp2241.
6. Braggion A, Dugerdil A, Wilson O, Hovagemyan F, Flahault A. Indoor Air Quality and COVID-19: A Scoping Review. *Public Health Rev*. 2023;44:1605803. DOI: 10.3389/phrs.2023.1605803.
7. Tang JW, Marr LC, Tellier R, Dancer SJ. Airborne transmission of respiratory viruses including severe acute respiratory syndrome coronavirus 2. *Curr Opin Pulm Med*. 2023. DOI: 10.1097/mcp.0000000000000947.
8. Tang JW, Tellier R, Li Y. Hypothesis: All respiratory viruses (including SARS-CoV-2) are aerosol-transmitted. *Indoor Air*. 2022;32(1):e12937. DOI: 10.1111/ina.12937.