
miljø og sundhed

Sundhedsstyrelsens Rådgivende Videnskabelige Udvalg for Miljø og Sundhed

Formidlingsblad 29. årgang, nr. 2, oktober 2023

Læs om

PCB i indeluft og helbredseffekter - tre artikler i en

- PCB og risiko for kræft
- PCB og risiko for hjertekarsygdomme
- PCB og risiko for diabetes

Betydning af luftfugtigheden i indeluft for

- indeklimasundhed
- produktivitet
- smitterisiko

Se også aktuelle publikationer

Indhold

Helbredssekvenser ved udsættelse for PCB i indeluften i private hjem..... 3

Luffugtighedens betydning for indeklimaets sundhed, arbejdsproduktivitet og smitterisiko: et narrativ om nye forskningsresultater..... 13

Abstracts fra aflyst temadag den 24. maj 2023 29

Ulla Vogel er udnævnt til æresdoktor..... 32

Artikler med open access maj-august 2023 samt aktuelle rapporter 33

Kalender 2023/2024 49

Miljø og sundhed

Bladet henvender sig primært til forskere, beslutningstagere og administratører, der beskæftiger sig med miljø og sundhed.

Udgives af:

Sundhedsstyrelsens Rådgivende Videnskabelige Udvalg for Miljø og Sundhed

Redaktion:

Ulla Vogel (ansv)
Karin Vorkamp
Hilde Balling

29. årgang, nr. 2, 2023.

Eftertryk mod kildeangivelse.

ISSN elektronisk 2001-4146

<https://www.sst.dk/da/udgivelser/2023/Miljoe-og-sundhed-2023-nr-2>

Indemiljø

Lad mig sige det med det samme. Dette nummer af miljø og sundhed handler om indeklima – uden at det på forhånd var planlagt.

I det forrige nummer bragte vi et resume af Laura Deens ph.d.-afhandling om udsættelse for lavt klorerede PCB-forbindelser i boligen. I aktuelle nummer beskriver forfatteren de tre studier, der ligger til grund for afhandlingen, og hvor der for første gang er undersøgt effekter af udsættelse for PCB i indeluften i boligen.

Peder Wolkoff har skrevet en omfattende artikel om den relative luftfugtighed i indemiljøet, herunder om betydningen for smitte med influenza og Covid. Et afsnit i artiklen handler om udendørs luftforurening med partikler, hvor det konkluderes, at partikelforurening er forbundet med øget smitterisiko.

Vi tilbringer størstedelen af tiden indendørs, hvor forbrændingsaktiviteter kan medføre en høj koncentration af partikler. På nuværende tidspunkt er der ikke tilstrækkelig viden om helbredseffekter af fine og ultrafine partikler fra indendørs kilder som madlavning og afbrænding af stearinlys - et område, hvor der nyligt er publiceret et dansk klimakammerstudie i et samarbejde mellem Aarhus og Københavns Universiteter.

Undersøgelsen viste tegn på mild inflammation hos unge med mild astma efter udsættelse for indendørs luftforurening fra madlavning og tændte stearinlys. Link til undersøgelsen kan ses i listen over aktuelle publikationer under juli måned.

Endelig bringer vi to abstracts fra en aflyst temadag i foråret 2023, hvor det ene handler om publikationen ”Danskernes boligmiljø i 2021 og udviklingen siden 2000” og det andet om skimmelsvamp i boligen, hvor en opdateret udgave af publikationen ”Personers ophold i bygninger med fugt og skimmelsvamp” er på vej.

God læselyst

Hilde Balling

Helbredskonsekvenser ved udsættelse for PCB i indeluften i private hjem

Af *Laura Deen*¹ og *Sandra Søgaard Tøttenborg*^{1,2}

Sammenfatning

Mange borgere udsættes dagligt for polyklorerede bifenyl (PCB), der fordampes fra byggematerialer til indeluften i hjem, skoler og på arbejdspladser, til trods for et forbud i 1977. Forbuddet blev indført på baggrund af viden om højt-kloreret ofte dioxin-lignende PCB, som vi mennesker primært får fra fødevarer, og ikke lavt-kloreret ofte ikke-dioxin-lignende PCB, som vi kommer i kontakt med i indeluften. Vi ved derfor ikke, om det er sundhedsmæssigt forsvarligt at opholde sig i PCB-forurenede bygninger. Vi undersøgte risikoen for kræft, hjertekarsygdomme og type 2-diabetes i HESPAIR-kohorten bestående af 51.921 beboere fra to boligområder i København, Farum Midtpunkt og Brøndby Strand Parkerne, hvor indeluften er forurenet med lavt-kloreret PCB i omkring 1/3 af boligerne.

Vi fandt en højere risiko for leverkræft og meningeomer blandt beboere eksponeret for PCB i indeluften, mens den overordnede risiko for kræft, samt risikoen for de fleste a priori forventede kræftformer ikke var forøget. Vi fandt også en højere risiko for akut myokardieinfarkt og type 2-diabetes blandt de højest eksponerede, dog uden tegn på dosis-respons sammenhæng.

Samlet set indikerer resultaterne en potentiel sundhedsrisiko ved at bo i indeluft forurenet med PCB, men styrken af resultaterne varierede afhængigt af det undersøgte udfald. Studiet er det første af sin slags til at undersøge

helbredskonsekvenserne af PCB-eksponering i indeluften, og resultaterne bør efterprøves i større studier med biologisk verificeret eksponering, før der kan drages konklusioner.

Baggrund

Polyklorerede bifenyl (PCB) udgør en gruppe industrielle svært nedbrydelige kemikalier, der blev anvendt i byggematerialer fra 1950'erne til 1970'erne. Selvom PCB blev forbudt i byggematerialer i Danmark i 1977, akkumuleres de stadig i miljøet på grund af deres høje persistens (1,2). I årevis var opmærksomheden hovedsageligt rettet mod PCB i fødevarer, og størstedelen af den eksisterende viden er således baseret på højt-kloreret og ofte dioxin-lignende PCB, som vi mennesker primært får fra fødevarer (1). Disse studier har vist, at PCB kan påvirke hormonsystemet, immunforsvaret og reproduktionsevnen (3,4), og WHO's International Agency for Research on Cancer (IARC) har klassificeret PCB i "Gruppe 1: karcinogen" baseret på en sammenhæng med modernærkræft, non-Hodgkin lymfom og brystkræft (4).

Da det i løbet af 00'erne blev opdaget, at personer, der boede i danske bygninger, opført med PCB-holdige byggematerialer, blev udsat for høje niveauer af lavt-kloreret PCB i indeluften, opstod der bekymringer om de potentielle helbredskonsekvenser ved at bo og arbejde i disse bygninger (5). Det var på daværende tidspunkt dog svært at rådgive ejere og brugere af disse bygninger på baggrund af den eksisterende viden, da lavt-kloreret PCB formodes at have andre virkningsmekanismer end højt-kloreret PCB (4,6), og kun få studier fokuserede på PCB i indeluften. Således har tidligere erhvervsstudier af arbejdere udsat for meget høje niveauer af luftbåren PCB fundet en sammenhæng med visse kræftformer, sær-

¹ Arbejds- og Miljømedicinsk Afdeling, Bispebjerg og Frederiksberg Hospital

² Institut for Folkesundhedsvidenskab, Københavns Universitet

ligt leverkræft (7-9), mens økologiske studier har fundet en højere risiko for hjertekarsygdom og diabetes blandt personer, der bor tæt ved forurenede områder, hvor udendørsluften er forurenede med PCB (10-14).

For at tilvejebringe den nødvendige viden om helbreds-konsekvenserne ved ophold i PCB-forurenede indeluft etablerede vi ”Health Effects of PCBs in Indoor Air” (HESPAIR) kohorten, bestående af beboere i to delvist PCB-forurenede boligområder i København. På baggrund af underpopulationer i kohorten har vi i tidligere studier fundet en sammenhæng mellem prænatal PCB-eksponering i indeluften og kryptorkisme samt marginale og inkonsistente sammenhænge med reproduktiv funktion hos sønnerne (15,16). Dog mangler der stadig viden om mulige sammenhænge med andre sundhedsudfald. Derfor ønskede vi at undersøge risikoen for kræft, hjertekarsygdom og type 2-diabetes blandt personer udsat for PCB i indeluften i private hjem.

Metode

I følgende afsnit beskriver vi kort vores metode. En mere detaljeret gennemgang af metoden kan findes i de tre videnskabelige artikler (17-19).

Design og population

HESPAIR kohorten består af 51.921 beboere, der har boet mindst én gang i Brøndby Strand Parkerne og/eller Farum Midtpunkt i perioden 1970 til 2018. Her anvendtes PCB-holdige byggematerialer i de første stadier af byggeprocessen, som senere blev erstattet af PCB-fri byggematerialer. Undersøgelser af indeluften i den tredjedel af boligerne, der blev opført med PCB-holdige byggematerialer, har vist, at niveauerne af PCB_{total} i indeluften var hhv. 58 og 40 gange højere i forurenede boliger end i de ikke-forurenede boliger i Farum og Brøndby, og at indeluften i de forurenede boliger var domineret af lavt-kloreret PCB (20,21). Blodprøver fra et subsample af beboerne viste, at forskellene i indeluften også kom til udtryk i øgede koncentrationer hos beboerne i forurenede boliger (22,23).

PCB-eksponering

PCB blev målt i indeluften i udvalgte boliger i begge boligområder i perioden 2011 til 2017 (20,24). Ved at kombinere information fra disse målinger med registerbaseret information om ind- og udflytninger, tildelte vi hvert individ to PCB-eksponeringer: ét baseret på varighed af eksponering ved at summere antal år i en forurenede bolig og ét baseret på antal år i boligen ganget med PCB-koncentrationen (PCB_{år}). Vi definerede PCB-koncentrationen som PCB_{total}, der beregnes som fem gange summen af syv indikator PCB (PCB-28, 52, 101, 118, 138, 153, 180). Faktoren fem bruges til at kompensere for alle de PCB, der ikke er målt (25). Her beskrives kun resultater for PCB_{år}, for resultaterne af varighed af eksponering henvises til de originale artikler.

Sygdomsudfald

Information om kræft blev indhentet fra Cancerregisteret, som indeholder information om alle kræftdiagnoser i Danmark siden 1943 (26). Vi inkluderede alle primære kræftformer og kiggede på overordnet kræftisiko samt risikoen for specifikke kræftformer. Information om hjertekarsygdom kom fra Landspatientregisteret (LPR), der indeholder information om alle hospitalsdiagnoser siden 1977 (27). Vi inkluderede overordnet hjertekarsygdom samt ti specifikke hjertekarsygdomme. Information om type 2-diabetes blev indhentet fra LPR fra 1977, og fra 1994 suppleredes med information om indløste recepter fra Lægemedelstatistikregisteret (28).

Statistiske analyser

Vi anvendte Cox regressionsanalyser til at estimere hazard ratioer (HR) med 95% konfidensintervaller (CI) for sammenhængen mellem PCB i indeluften og henholdsvis kræft, hjertekarsygdom og type 2-diabetes. PCB-eksponering blev inddelt i fire kategorier: reference (beboere i ikke-forurenede boliger) og eksponerede i tertiler. I analyserne tog vi højde for alder, køn, kalenderperiode, etnicitet og uddannelse.

Tabel 1. Karakteristika af studiepopulationen i HESPAIR kohorten i forhold til PCB-eksponering.

	Total population	Beboere i forurenede lejligheder	Beboere i ikke-forurenede lejligheder
Beboere 1970–2018, N	51.921	11.371 (22)	40.550 (78)
Alder start, median (P_{5%}; P_{95%})¹	24 (0;56)	25 (0;59)	24 (0;55)
Alder slut, median (P_{5%}; P_{95%})¹	48 (12;78)	51 (16;80)	47 (12;77)
Køn, % kvinder	48	49	48
Uddannelse start, n (%)			
Kort (7–10 år)	11.060 (37)	2276 (38)	8784 (37)
Mellem (11–12 år)	3430 (12)	707 (12)	2723 (12)
Lang (>12 år)	6801 (23)	1376 (23)	5425 (23)
Erhvervsuddannelser	8376 (28)	1669 (28)	6707 (28)
Missing, n	22.254	5343	16.911
Etnicitet, n (%)			
Dansk	38.270 (74)	8685 (76)	29.585 (73)
Vestlig	3736 (7)	615 (5)	3121 (8)
Ikke-vestlig	9877 (19)	2057 (18)	7820 (19)
Missing, n	38	14	24
Civilstand, start, n (%)			
Gift/samboende	14.095 (27)	3251 (29)	10.844 (27)
Ugift	33.154 (64)	6990 (61)	26.164 (65)
Skilt / enke	4672 (9)	1130 (10)	3542 (9)
Kalenderperiode start, n (%)			
1970–1979	13.766 (27)	3584 (32)	10.182 (25)
1980–1989	12.850 (25)	2862 (25)	9988 (25)
1990–1999	9574 (18)	2244 (20)	7330 (18)
2000–2009	8099 (16)	1748 (15)	6351 (16)
2010–2018	7632 (15)	933 (8)	6699 (17)

¹Pseudo-percentiler beregnet som gennemsnittet af de fem værdier tættest på den faktiske percentil
Forkortelser: PCB, polyklorede bifenyler; N, Antal; P, Percentil

Resultater

I alt havde 22 % boet i en PCB-forurenede bolig mindst én gang. Som det ses i tabel 1, adskilte beboere i forurenede og ikke-forurenede boliger sig ikke betydeligt hvad angår faktorer som alder, køn, uddannelse, etnicitet og civilstand.

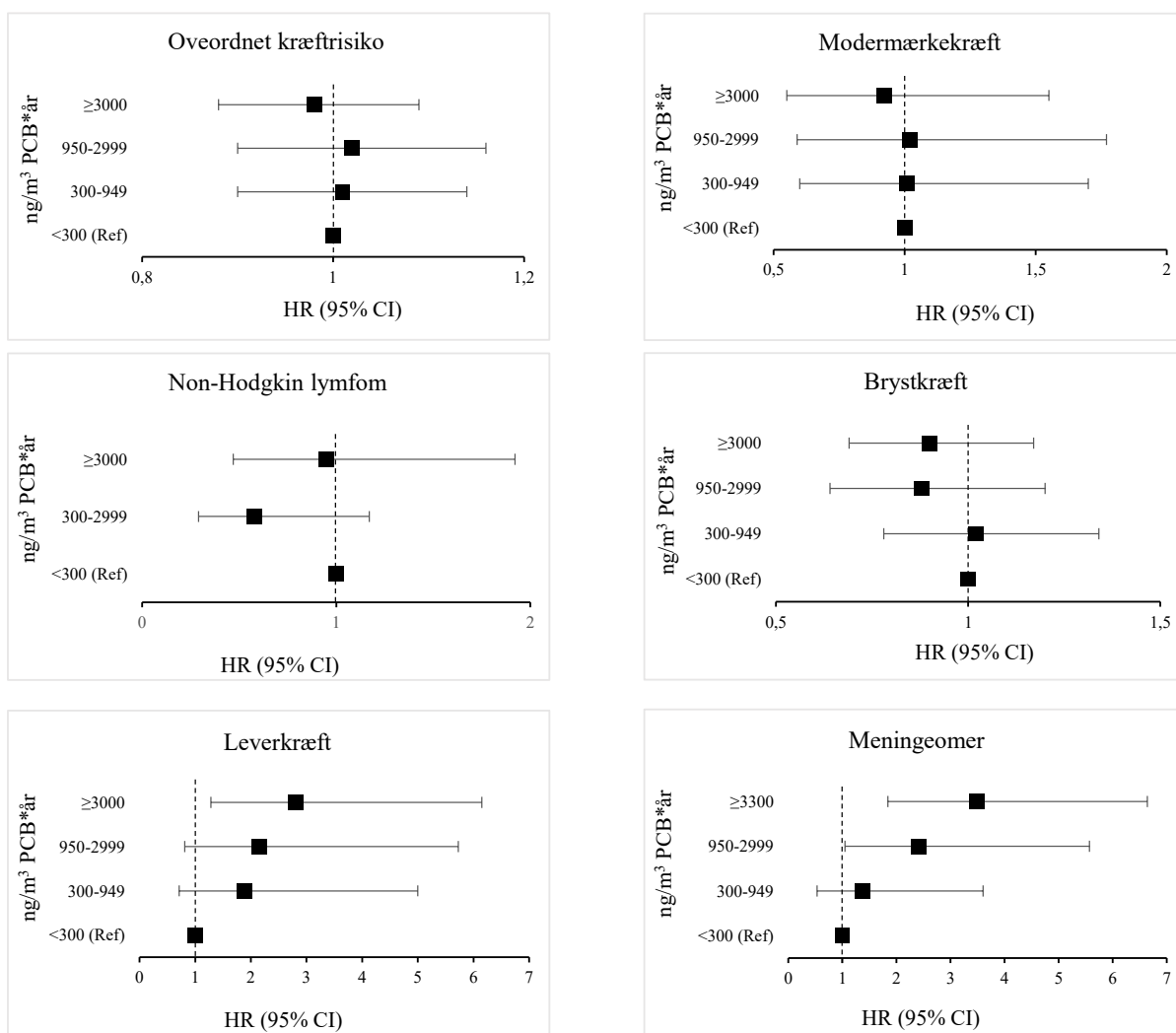
PCB og kræft

I analyserne af PCB og kræft antog vi en latenstid på 10 år og inkluderede 38.613 beboere. Blandt disse identificerede vi 3431 tilfælde af kræft. Vi fandt, at beboere i PCB-forurenede boliger havde en højere risiko for at udvikle leverkræft og meningeomer (ikke-ondartede svulster i hjernen) sammenlignet med beboere i tilstødende ikke-forurenede boliger med indikationer på dosis-respons

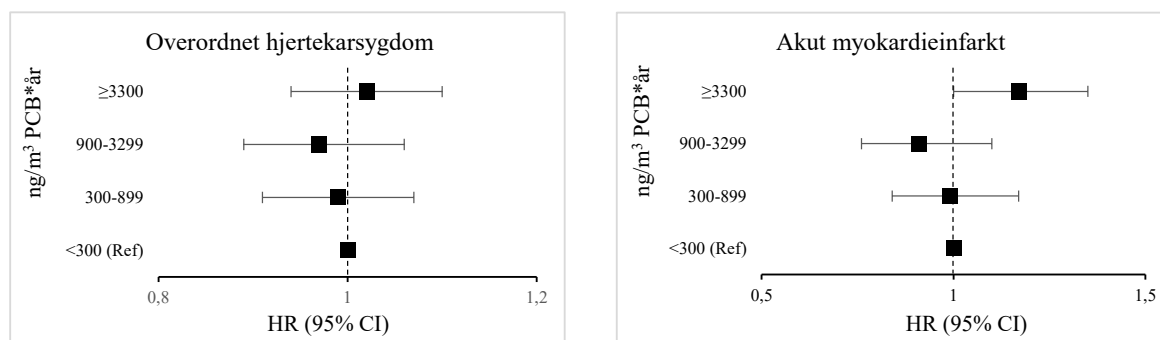
sammenhænge (figur 1). Den overordnede risiko for kræft og risikoen for de fleste på forhånd forventede kræftformer, modernærkekræft, non-Hodgkin lymfom og brystkræft, var ikke forhøjede.

PCB og hjertekarsygdom

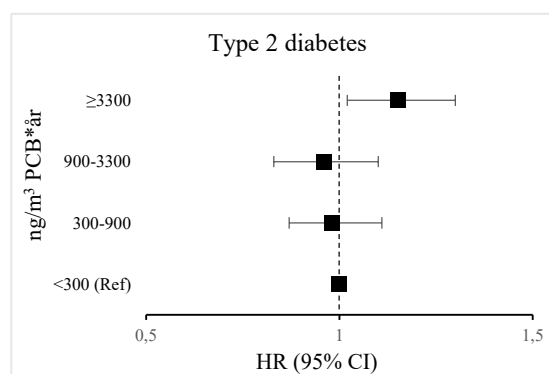
Blandt de 51.249 beboere inkluderet i disse analyser, identificerede vi 6202 hjertekartilfælde i løbet af opfølgingsperioden. Den overordnede risiko for hjertekarsygdom var ikke højere blandt beboere i PCB-forurenede boliger. Vi fandt en højere risiko for akut myokardieinfarkt (AMI) blandt de højst eksponerede beboere, men uden tegn på dosis-respons sammenhæng. Risikoen for de øvrige specifikke hjertekarsygdomme var ens mellem PCB-eksponerede beboere og beboere i ikke-forurenede boliger.



Figur 1. Hazard ratioer (HR) 95% konfidensintervaller (95% CI) for overordnet kræftisiko og udvalgte kræftformer i forhold til PCB_{år} justeret for alder, køn og kalender periode i HESPAIR kohorten.



Figur 2. Hazard ratioer (HR) 95% konfidensintervaller (95% CI) for overordnet hjertekarsygdom og akut myokardieinfarkt i forhold til PCB_{år} justeret for alder, køn, etnicitet, og kalender periode i HESPAIR kohorten.



Figur 3. Hazard ratioer (HR) 95% konfidensintervaller (95% CI) for type 2-diabetes i forhold til PCB_{år} justeret for alder, køn, etnicitet og kalender periode i HESPAIR kohorten.

PCB og type 2-diabetes

I alt var 51.574 beboere inkluderet i disse analyser, og vi identificerede 2.737 tilfælde af type 2-diabetes i løbet af opfølgingsperioden. Vi fandt en lidt forhøjet risiko for type 2-diabetes blandt de højest eksponerede beboere sammenlignet med beboere i ikke-forureneede boliger. Risikoen var ikke forhøjet blandt de lavere eksponerede beboere, og der var ingen tegn på dosis-respons sammenhæng.

Diskussion og konklusion

I dette store registerbaserede kohortestudie har vi for første gang undersøgt de helbreds-mæssige konsekvenser af PCB-eksponering i indeluften i private hjem. Vi fandt en højere risiko for leverkræft og meningeomer samt indikationer på en højere risiko for AMI og type 2-diabetes. Den overordnede risiko for kræft og hjertekarsygdom var ikke forhøjet, og de fleste specifikke kræftformer og hjertekarsygdomme var ligeledes ikke associeret med PCB-eksponering.

I overensstemmelse med vores fund har tidligere studier rapporteret en sammenhæng mellem erhvervsmæssig, primær luftbåren, PCB-eksponering og dødelighed på grund af leverkræft (7–9). Dette understøttes af dyrestudier, der har vist, at lavt-kloreret PCB kan øge forekomsten af levermutationer (29,30). Derimod fandt et studie af PCB målt i blod,

ingen sammenhæng mellem lavt-kloreret PCB og leverkræft (31). Men da lavt-kloreret PCB metaboliseres hurtigt og formentlig primært virker gennem deres metabolitter, afspejler blodniveauer ikke nødvendigvis den reelle eksponering (32). Vi har ikke identificeret nogen studier, der har undersøgt sammenhængen mellem PCB og meningeomer. Grundet de mange udfald og dermed mange sammenligninger kan vi ikke udelukke, at dette fund er tilfældigt, selvom resultaterne indikerer en dosis-responssammenhæng. Vi fandt ikke en øget risiko for modermærkekræft, non-Hodgkin lymfom, og brystkræft, som tidligere er blevet associeret med eksponering for højt-kloreret PCB i fødevarer (4). Dette tyder på, at lavt-kloreret PCB i indeluften kan have andre virkninger end højt-kloreret PCB i fødevarer, som det også er set i dyrestudier (32).

Mens adskillige studier har fundet en sammenhæng mellem højt-kloreret PCB i fødevarer og hjertekarsygdom (33–36), er vores viden om risikoen for hjertekarsygdom efter udsættelse for lavt-kloreret PCB i luften begrænset. Enkelte studier har undersøgt PCB-niveauer i blodet hos personer, der boede tæt på PCB-forureneede områder, men resultaterne har været inkonsistente (37,38). Økologiske studier peger desuden på en højere forekomst af hjertekarsygdom blandt individer bosat tæt på en PCB-forurenet losseplads (12,13,39,40). Dog var disse befolkninger også udsat for

andre luftbårne kemikalier, hvilket gør det vanskeligt at isolere effekten af PCB. Dette kan muligvis forklare, at tidligere fundne sammenhænge ikke blev bekræftet i vores studie, hvor den eneste forskel mellem eksponerede og ikke-eksponering er PCB.

En række amerikanske studier har undersøgt sammenhængen mellem luftbåren PCB og type 2-diabetes og fundet en højere risiko blandt personer bosat tæt ved PCB-forurenede områder, hvor luftbåren PCB formodes at være den primære eksponeringskilde (14,37,41). Dette stemmer overens med studier, der har observeret en sammenhæng mellem erhvervs-mæssig PCB-eksponering og diabetes (42–44). Derudover har studier i den generelle befolkning vist en sammenhæng mellem lavt-kloreret PCB i blodet og type 2-diabetes (45,46). Vores fund, der viser tendenser mod en øget risiko for type 2-diabetes blandt højt eksponerede beboere, stemmer overens med disse tidligere resultater.

Mere end fire årtier efter at PCB blev forbudt i byggematerialer, udgør eksponering i inde-luften stadig et betydeligt problem verden over. Det er estimeret, at omkring en tredjedel af den danske bygningsmasse blev opført i den periode, hvor PCB var hyppigt anvendt, og at omkring 0,7-1,5% af alle danske bygninger stadig har PCB-niveauer i indeluften, der overstiger den danske aktionsgrænse på 300 ng/m³ (47). Da vi i Danmark og andre vestlige lande typisk tilbringer omkring 90% af vores tid indendørs (48,49), kan tusindvis af mennesker, der bor, arbejder eller studerer i PCB-forurenede bygninger, være kontinuerligt udsat for lavt-kloreret PCB i indemiljøet. Da de nuværende aktionsgrænser primært er baseret på evidens fra højt-kloreret PCB, kan de være utilstrækkelige og den potentielle sundhedsrisiko underestimeret.

Metodiske overvejelser

Vores studie bygger på et unikt naturligt eksperimentelt design, hvor beboerne ubevidst har randomiseret sig selv til PCB-eksponering. Derfor forventer vi, at faktorer som socio-

økonomi, livsstil og baggrundseksponering for PCB og andre kemikalier er ligeligt fordelt mellem eksponerede beboere og beboere i ikke-forurenede boliger. For at tage højde for potentielle ændringer i livsstilsfaktorer, baggrundseksponering og sygdoms-forekomst og -registrering over tid justerede vi for kalenderperiode. Da studiet er baseret på registerdata, havde vi ikke information om mulige konfoundere såsom BMI, rygning og kost, som alle kan være forbundet med kropsbyrden af PCB (1,45,50,51), og som er kendte risikofaktorer for de inkluderede sygdomme. Grundet det unikke eksperimentelle design forventer vi dog potentiel konfounding fra disse faktorer at være begrænset.

Den store eksponeringskontrast mellem forurenede og ikke-forurenede boliger begrænsede risikoen for misklassifikation af eksponeringsmålet. Dog blev PCB-koncentrationen i inde-luften ekstrapoleret fra få boliger og over mange år. Da luftkoncentrationen af PCB påvirkes af faktorer som udluftning, rengøring, temperatur og årstid (52–55), kan dette potentielt have medført misklassifikation af PCB-målet. Denne mulige misklassifikation bør dog ikke afhænge af de forskellige udfald, og vi formoder derfor, at det vil have resulteret i en mulig underestimering.

Sygdomstilfælde blev identificeret i de danske sundhedsregistre, som primært har et klinisk formål. Cancerregisteret anses for at være meget validt og nærmest komplet (26), hvilket reducerer risikoen for misklassifikation på kræftdiagnoserne. I forhold til hjertekarsygdom fandt et studie, der undersøgte validiteten af hjertekarsygdomme i LPR, en positiv prædiktiv værdi på 75 % (95% CI 64-84) for myokardieinfarkt og 70 % (95% CI 54-80) for slagtilfælde sammenlignet med ekspertvurderinger (56). Identifikationen af type 2-diabetes var baseret på information om diagnoser fra LPR og fra 1995 også information om indløste recepter fra Lægemedelstatistikregisteret. Da størstedelen af diabetespatienter bliver behandlet i almen praksis (57), kan det ikke udelukkes, at antallet af diabetestilfælde er

undervurderet. Vi finder det dog usandsynligt, at den potentielle underestimering af cases skulle afhænge af PCB eksponering, og det vil derfor mest sandsynligt have medført en underestimering af risikoestimatet.

Samlet set indikerer resultaterne fra dette projekt en potentiel sundhedsrisiko ved at bo i indeluft forurenet med PCB, men styrken af de observerede resultater varierede afhængigt af det undersøgte udfald. I lyset af den begrænsede eksisterende litteratur på området må vores fund tolkes med forsigtighed indtil yderligere resultater fra både observationelle og mekanistiske studier foreligger.

Denne artikel er baseret på resultater publiceret i *Environmental Health Perspectives* og *Environmental Research*.

Deen L, Clark A, Hougaard KS, Petersen KU, Frederiksen M, Wise LA, Wesselink AK, Meyer HW, Bonde JP, Tøttenborg SS. *Exposure to airborne polychlorinated biphenyls and type 2 diabetes in a register-based Danish cohort*. *Environmental Research* 2023;237.

Deen L, Clark A, Hougaard KS, Meyer HW, Frederiksen M, Pedersen EB, Petersen KU, Flachs EM, Bonde JE, Tøttenborg SS. *Risk of cardiovascular diseases following residential exposure to airborne polychlorinated biphenyls: A register-based cohort study*. *Environmental Research* 2023;222.

Deen L, Hougaard KS, Clark A, Meyer HW, Frederiksen M, Gunnarsen L, Andersen HV, Hougaard T, Petersen KU, Ebbenhøj NE, Bonde JP, Tøttenborg SS. *Cancer risk following residential exposure to airborne polychlorinated biphenyls: A Danish register-based cohort study*. *Environmental Health Perspectives* 2022;130(10).

Finansiering

Studiet blev støttet af Realdania, Landsbyggefonden, og Grundejernens Investerings fond.

Yderligere information:

Laura Deen

laura.deen@regionh.dk

Referencer

1. Weitekamp CA, Phillips LJ, Carlson LM, DeLuca NM, Cohen Hubal EA, Lehmann GM. *A state-of-the-science review of polychlorinated biphenyl exposures at background levels: Relative contributions of exposure routes*. *Sci of Total Environ* [Internet] 2021;776:145912. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145912>
2. Melymuk L, Blumenthal J, Sáňka O, Shu-Yin A, Singla V, Šebková K et al. *Persistent Problem: Global Challenges to Managing PCBs*. *Environ Sci Technol* 2022.
3. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. *Toxicological Profile for Polychlorinated Biphenyls (PCBs)*. 2000.
4. International Agency for Research on Cancer (IARC). *Polychlorinated Biphenyls and Polybrominated Biphenyls - IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans*. Vol. 107, POLYCHLORINATED BIPHENYLS AND POLYBROMINATED BIPHENYLS - IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Lyon 2016.
5. Jensen AA. *Health Risks of PCB in the Indoor Climate in Denmark - background for setting recommended action levels*. Copenhagen 2013.
6. Plišková M, Vondráček J, Canton RF, Nera J, Kočan A, Petřík J et al. *Impact of polychlorinated biphenyls contamination on estrogenic activity in human male serum*. *Environ Health Perspect* 2005;113(10):1277-84.
7. Mallin K, McCann K, D'Aloisio A, Freels S, Piorkowski J, Dimos J et al. *Cohort mortality study of capacitor manufacturing workers, 1944-2000*. *J Occup Environ Med* 2004;46(6): 565-76.
8. Prince MM, Ruder AM, Hein MJ, Waters MA, Whelan EA, Nilsen N et al. *Mortality and exposure response among 14,458 electrical capacitor manufacturing workers exposed to polychlorinated biphenyls (PCBs)*. *Environ Health Perspect* 2006;114(10):1508-14.

-
9. Pedersen EB, Jacobsen P, Jensen AA, Brauer C, Gunnarsen L, Meyer HW et al. *Risk of disease following occupational exposure to Polychlorinated Biphenyls. Risk of disease following occupational exposure to polychlorinated biphenyls*. Copenhagen 2013.
 10. Weitekamp CA, Shaffer RM, Chiang C, Lehmann GM, Christensen K. *An evidence map of polychlorinated biphenyl exposure and health outcome studies among residents of the Akwesasne Mohawk Nation*. *Chemosphere* [Internet] 2022;306(June):135454. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.135454>
 11. Carpenter DO. *Exposure to and health effects of volatile PCBs*. *Rev Environ Health* 2015;30(2): 81-92.
 12. Sergeev AV, Carpenter DO. *Hospitalization rates for coronary heart disease in relation to residence near areas contaminated with persistent organic pollutants and other pollutants*. *Environ Health Perspect* 2005; 113(6):756-61.
 13. Shcherbatykh I, Huang X, Lessner L, Carpenter DO. *Hazardous waste sites and stroke in New York State*. *Environ Health* 2005;4:1-8.
 14. Kouznetsova M, Huang X, Ma J, Lessner L, Carpenter DO. *Increased rate of hospitalization for diabetes and residential proximity of hazardous waste sites*. *Environ Health Perspect* 2007;115(1):75-9.
 15. Kofoed AB, Deen L, Hougaard KS, Petersen KU, Meyer HW, Pedersen EB et al. *Maternal exposure to airborne polychlorinated biphenyls (PCBs) and risk of adverse birth outcomes*. *Eur J Epidemiol* [Internet] 2021;36(8):861-72. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10654-021-00793-x>
 16. Tøttenborg SS, Hougaard KS, Deen L, Pedersen EB, Frederiksen M, Kofoed ABB et al. *Prenatal exposure to airborne polychlorinated biphenyl congeners and male reproductive health*. *Human Reproduction*. 2022;37(7):1594-608.
 17. Deen L, Clark A, Karin S, William H, Frederiksen M, Ellen B et al. *Risk of cardiovascular diseases following residential exposure to airborne polychlorinated biphenyls: A register-based cohort study* *Environ Res* 2023; Apr 1;222:115354.
 18. Deen L, Hougaard KS, Clark A, Meyer HW, Frederiksen M, Gunnarsen L et al. *Cancer Risk following Residential Exposure to Airborne Polychlorinated Biphenyls: A Danish Register-Based Cohort Study*. *Environ Health Perspect* 2022;130(10).
 19. Deen L, Clark A, Hougaard KS, Petersen KU, Frederiksen M, Wise LA et al. *Exposure to airborne polychlorinated biphenyls and type 2 diabetes in a Danish cohort*. *Environ Res* [Internet] 2023 Nov;237:117000. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0013935123018042>
 20. Frederiksen M, Meyer HW, Ebbenhøj NE, Gunnarsen L. *Polychlorinated biphenyls (PCBs) in indoor air originating from sealants in contaminated and uncontaminated apartments within the same housing estate*. *Chemosphere* [Internet] 2012;89(4):473-9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2012.05.103>
 21. Andersen HV, Gunnarsen L, Knudsen LE, Frederiksen M. *PCB in air, dust and surface wipes in 73 Danish homes*. *Int J Hyg Environ Health* [Internet] 2020;229:113429. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2019.113429>
 22. Meyer HW, Frederiksen M, Göen T, Ebbenhøj NE, Gunnarsen L, Brauer C et al. *Plasma polychlorinated biphenyls in residents of 91 PCB-contaminated and 108 non-contaminated dwellings-An exposure study*. *Int J Hyg Environ Health* [Internet] 2013;216(6):755-62. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijheh.2013.02.008>
 23. Frederiksen M, Andersen HV, Haug LS, Thomsen C, Broadwell SL, Egsmose EL et al. *PCB in serum and hand wipes from exposed residents living in contaminated high-rise apartment buildings and a reference group*. *Int J Hyg Environ Health* [Internet] 2020;224: 113430. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2019.113430>
 24. Golder Associates. *Resultatoversigter over PCB-målinger i indeluften*. Revision 7 [Consultancy report: Summary of PCB measurements for indoor air (In Danish)]. 2015.
-

-
25. Verein Deutscher Ingenieure. *Ambient air measurement - Indoor air measurement - Measurement of polychlorinated biphenyls (PCBs) - GC/MS method for PCB 28,52, 101,138,153,180, part 1 (VDI 2464)*. Berlin 2009.
26. Gjerstorff ML. *The Danish cancer registry*. Scand J Public Health 2011;39(7):42-5.
27. Lynge E, Sandegaard JL, Rebolj M. *The Danish national patient register*. Scand J Public Health 2011;39(7):30-3.
28. Wallach Kildemoes H, Toft Sørensen H, Hallas J. *The Danish national prescription registry*. Scand J Public Health 2011;39(7):38-41.
29. Ludewig G, Lehmann L, Esch H, Robertson LW. *Metabolic activation of PCBs to carcinogens in vivo-A review*. Environ Toxicol Pharmacol 2008;25(2):241-6.
30. Robertson LW, Ludewig G. *Polychlorinated Biphenyl (PCB) carcinogenicity with special emphasis on airborne PCBs*. Gefahrstoffe Reinhaltung der Luft 2011;71(1-2):25-32.
31. Niehoff NM, Zabor EC, Satagopan J, Widell A, O'Brien TR, Zhang M et al. *Prediagnostic serum polychlorinated biphenyl concentrations and primary liver cancer: A case-control study nested within two prospective cohorts*. Environ Res [Internet] 2020;187(May):109690. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109690>
32. Grimm FA, Hu D, Kania-Korwel I, Lehmler HJ, Ludewig G, Hornbuckle KC et al. *Metabolism and metabolites of polychlorinated biphenyls*. Crit Rev Toxicol 2015;45(3):245-72.
33. Bergkvist C, Berglund M, Glynn A, Wolk A, Åkesson A. *Dietary exposure to polychlorinated biphenyls and risk of myocardial infarction - A population-based prospective cohort study*. Int J Cardiol [Internet] 2015;183:242-8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijcard.2015.01.055>
34. Bergkvist C, Berglund M, Glynn A, Julin B, Wolk A, Åkesson A. *Dietary exposure to polychlorinated biphenyls and risk of myocardial infarction in men - A population-based prospective cohort study*. Environ Int [Internet] 2016;88:9-14. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envint.2015.11.020>
35. Bergkvist C, Kippler M, Larsson SC, Berglund M, Glynn A, Wolk A et al. *Dietary exposure to polychlorinated biphenyls is associated with increased risk of stroke in women*. J Intern Med 2014;276(3):248-59.
36. Donat-Vargas C, Moreno-Franco B, Laclaustra M, Sandoval-Insausti H, Jarauta E, Guallar-Castillon P. *Exposure to dietary polychlorinated biphenyls and dioxins, and its relationship with subclinical coronary atherosclerosis: The Aragon Workers' Health Study*. Environ Int [Internet] 2020;136(October 2019):105433. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105433>
37. Aminov Z, Carpenter DO. *Serum concentrations of persistent organic pollutants and the metabolic syndrome in Akwesasne Mohawks, a Native American community*. Environmental Pollution [Internet] 2020;260:114004. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114004>
38. Raffetti E, Donato F, Speziani F, Scarcella C, Gaia A, Magoni M. *Polychlorinated biphenyls (PCBs) exposure and cardiovascular, endocrine and metabolic diseases: A population-based cohort study in a North Italian highly polluted area*. Environ Int 2018;120(April):215-22.
39. Sergeev AV, Carpenter DO. *Geospatial patterns of hospitalization rates for stroke with comorbid hypertension in relation to environmental sources of persistent organic pollutants: Results from a 12-year population-based study*. Environmental Science and Pollution Research 2011;18(4):576-85.
40. Sergeev AV, Carpenter DO. *Exposure to Persistent Organic Pollutants Increases Hospitalization Rates for Myocardial Infarction with Comorbid Hypertension*. Prim Prev Insights 2010;2:1-9.
41. Silverstone AE, Rosenbaum PF, Weinstock RS, Bartell SM, Foushee HR, Shelton C et al. *Polychlorinated biphenyl (PCB) exposure and diabetes: results from the Anniston Community Health Survey*. Environ Health Perspect 2012 May;120(5):727-32.
-

-
42. Persky V, Piorkowski J, Turyk M, Freels S, Chatterton RJ, Dimos J et al. *Polychlorinated biphenyl exposure, diabetes and endogenous hormones: a cross-sectional study in men previously employed at a capacitor manufacturing plant*. *Environ Health* 2012 Aug; 11:57.
43. Persky V, Piorkowski J, Turyk M, Freels S, Chatterton RJ, Dimos J et al. *Associations of polychlorinated biphenyl exposure and endogenous hormones with diabetes in post-menopausal women previously employed at a capacitor manufacturing plant*. *Environ Res* 2011 Aug;111(6):817-24.
44. Esser A, Schettgen T, Gube M, Koch A, Kraus T. *Association between polychlorinated biphenyls and diabetes mellitus in the German HELPCB cohort*. *Int J Hyg Environ Health* 2016 Aug;219(6):557-65.
45. Zong G, Valvi D, Coull B, Göen T, Hu FB, Nielsen F et al. *Persistent organic pollutants and risk of type 2 diabetes: A prospective investigation among middle-aged women in Nurses' Health Study II*. *Environ Int* 2018 May;114:334-42.
46. Kim KS, Lee YM, Kim SG, Lee IK, Lee HJ, Kim JH et al. *Associations of organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in visceral vs. subcutaneous adipose tissue with type 2 diabetes and insulin resistance*. *Chemosphere* 2014 Jan;94:151-7.
47. Langeland M, Jensen MK. *Kortlægning af PCB i materialer og indeluft - Samlet rapport [Survey of PCB in Materials and Indoor Air - Consolidated Report]*. 2013.
48. Klepeis NE, Nelson WC, Ott WR, Robinson JP, Tsang AM, Switzer P et al. *The National Human Activity Pattern Survey (NHAPS): A resource for assessing exposure to environmental pollutants*. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 2001;11(3):231-52.
49. Matz CJ, Stieb DM, Davis K, Egyed M, Rose A, Chou B et al. *Effects of age, season, gender and urban-rural status on time-activity: Canadian human activity pattern survey 2 (CHAPS 2)*. *Int J Environ Res Public Health* 2014;11(2):2108-24.
50. Ampleman MD, Martinez A, DeWall J, Rawn DFK, Hornbuckle KC, Thorne PS. *Inhalation and dietary exposure to PCBs in urban and rural cohorts via congener-specific measurements*. *Environ Sci Technol* 2015;49(2): 1156-64.
51. Lee DH, Lind L, Jacobs DR, Salihovic S, Van Bavel B, Monica Lind P. *Does mortality risk of cigarette smoking depend on serum concentrations of persistent organic pollutants? Prospective Investigation of the Vasculature in Uppsala Seniors (PIVUS) study*. *PLoS One* 2014;9(5):1-8.
52. Melymuk L, Bohlin-Nizzetto P, Kukučka P, Vojta Š, Kalina J, Čupr P et al. *Seasonality and indoor/outdoor relationships of flame retardants and PCBs in residential air*. *Environmental Pollution* 2016;218:392-401.
53. MacIntosh DL, Minegishi T, Fragala MA, Allen JG, Coghlan KM, Stewart JH et al. *Mitigation of building-related polychlorinated biphenyls in indoor air of a school*. *Environ Health* 2012;11(24):1-10.
54. Lyng NL, Gunnarsen L, Andersen HV. *The effect of ventilation on the indoor air concentration of PCB: An intervention study*. *Build Environ* [Internet] 2015;94(P1):305-12. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.08.019>
55. Lyng NL, Clausen PA, Lundsgaard C, Andersen HV. *Modelling the impact of room temperature on concentrations of polychlorinated biphenyls (PCBs) in indoor air*. *Chemosphere* [Internet]. 2016;144:2127-33. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2015.10.112>
56. Dalsgaard EM, Witte DR, Charles M, Jørgensen ME, Lauritzen T, Sandbæk A. *Validity of Danish register diagnoses of myocardial infarction and stroke against experts in people with screen-detected diabetes*. *BMC Public Health* 2019;19(1):1-8.
57. Jørgensen ME, Kristensen JK, Husted GR, Cerqueira C, Rossing P. *The Danish Adult Diabetes Registry*. *Clin Epidemiol* 2016;8:429-34.
-

Luftfugtighedens betydning for indeklimaets sundhed, arbejdsproduktivitet og smitterisiko: et narrativ om nye forskningsresultater

Af Peder Wolkoff, Nationale forskningscenter for arbejdsmiljø

Epidemiologisk og eksperimentel forskning om indeluftens fugt og dens betydning for akutte symptomer i luftvejenes slimhinder og øjne bekræfter tidligere resultater, at lav relativ fugtighed (tør luft) øger forekomsten af klager i kontormiljøer, svækker luftvejenes renssevne og immunforsvar, og påvirker arbejdsproduktiviteten negativt. Nye epidemiologiske og eksperimentelle undersøgelser viser også, at vilkårene for smitte med influenzavirus og COVID-19 er ringest i midtervinduet 40-60% relativ fugtighed; idet både lav relativ fugtighed og partikelforurening øger luftvejenes sårbarhed og smitterisikoen. Derudover øger lav fugtighed genereringen af virusaerosoler i udåndingsluften fra smittede personer. Befugtning af indeluften til midtervinduet øger luftvejenes sundhed samtidig med, at overlevelse og smitteevne af influenzavirus svækkes. Ventilation med tør udeluft (lav absolut fugtighed) bør derfor vurderes ud fra, at 1) luftvejenes sundhed og funktionalitet svækkes på grund af øget vandtab, 2) overlevelsen af influenzavirus favoriseres og mulig øget spredning og 3) fordampning af virusdråber til aerosoler (hvilket også gælder for høj temperatur) øger svævetiden og transmissionen i indeluften. Frafiltrering af syreholdige forureninger i indeluften øger også overlevelsen, og partikelforurening associeres med øget smitterisiko. Ventilationens funktion som fortynding af forureninger og virusaerosoler i indeluften skal derfor ses sammen med de negative effekter ved tør luft og de sundhedsmæssige gavnlige effekter som kontrol af den relative fugtighed i midtervinduet, en essentiel faktor for optimal funktion af luftvejene.

Introduktion

Fugtens betydning i indeklimaet for komfort, sundhed, arbejdsproduktivitet og risiko for smitte har været negligeret i flere årtier. Især forvekslingen af fugtskader (skimmelsvamp) på grund af forhøjet vandaktivitet i byggekstruktionen og ventilationstekniske vurderinger har været årsag dertil (Wolkoff et al., 2021). Den generelle holdning er stadigvæk, at kontrol af den relative fugtighed (RF) er ineffektiv både med hensyn til minimering af akutte symptomer i kontormiljøet, men også med hensyn til afbødning af risikoen for smitte med influenza og COVID-19, dette til trods for efterhånden massiv dokumentation, jf. de Crane D'Heyselaer et al. (2023).

De sundhedsmæssige fordele ved at undgå tør indeluft, dvs. lav relativ RF mindre end 30%, svarende til en absolut fugtighed (AF) mindre end en koncentration på 5-6 g/m³ ved 22° C (se link), diskuteres i en oversigtsartikel (Wolkoff et al., 2021). Her gennemgås nogle af de seneste studier, der belyser akutte sundhedsmæssige effekter i kontormiljøet og risiko for influenzasmitte ved udsættelse for tør indeluft.

Den relative fugtighed i bygninger

Den relative fugtighed ligger generelt på 30% eller under i danske kontorer (Pejtersen et al., 2006) og overvejende under 40% i internationale undersøgelser på den nordlige halvkugle (Jones et al., 2022). Ligeledes er RF i det lave område på hospitaler (Quraishi et al., 2020; Skoog, 2006), europæiske ældre hjem (Bentayeb et al., 2015), i vinterperioden i lejligheder i New York (Quinn and Shaman, 2017) og i den svenske boligmasse (middel AF på 1,3±1 g/m³, middeltemperatur 22°C,

<15%RF) (Psomas et al., 2021). Der blev målt en AF på generelt mindre end 3 g/m³ i otte danske boliger i vinterperioden (Jensen et al., 2011). En høj RF i udeluften i vintermånederne betyder derfor ikke en adækvat AF i inde-luften.

Akutte symptomer i kontormiljøer, arbejdsproduktivit

Epidemiologiske undersøgelser

I et etårigt longitudinelt studie i 24 kontorer (n=483) blev de termiske parametre og kul-dioxid målt kontinuerligt; derudover blev der gennemført et intensivt måleprogram af luftforureninger (VOCer, partikler (PM_{2,5}; P_{0,3-2,0}), bakterier og svampe) fire gange over en periode på 12 måneder. På basis af spørge-skemabesvarelser hver anden måned viste analysen signifikant sammenhæng mellem lav RF og øget forekomst af symptomer i luftvejene, stærkest ved RF < 38%. Forfatterne anbefaler, at der i vinterperioden fastholdes en RF på mindst 40% (Azuma et al., 2022). Studiets fund bestyrkes dels ved at målingerne blev gennemført samtidig med symptomrapportering, dels ved at niveauerne for kuldiioxid (< 1000 ppm) og koncentrationen af luftforureninger generelt var betydeligt lavere end internationale guidelines for luftkvalitet og tærskler for slimhindeirritation i øjne og luftvejene.

I et multikontinentalt studie blev symptomer løbende registreret over en etårig periode hos kontorpersonale (n=227) på en smartphone app i 32 bygninger i Indien, Kina, Mexico, Thailand, UK, og USA. Den relative fugtighed, der blev målt kontinuerligt i 43 kontorbygninger i arbejdstiden, var lavere end 40% i 42% af målingerne, og over 60% i 7%; lavest på den nordlige halvkugle. Analyserne af data peger på en signifikant sammenhæng mellem lav RF og øget rapportering af slimhindeirritation i øjne og luftveje og tør hud. Symptomerne var særligt udbredt blandt kvinder, hvorimod mænd udviste øget træthed (Jones et al., 2022). I analyserne er der justeret for rumtemperaturen, land og måletidspunkt. Forfatterne konkluderer, at kontrolleret RF og temperatur på kontorer kan reducere fore-

komsten af symptomer og samtidig promovere både oplevet bedre komfort og generel sundhed; også foreneligt med at oplevelse af 25% mindre stress (proxy målt som lavere hjerterytmevariabilitet) hos kontorpersonale, der hovedsageligt opholdt sig i vinduet 30-60% RF i forhold til dem, der var udsat for lavere RF (Razjouyan et al., 2020).

På basis af målinger af RF i den svenske boligmasse konkluderes det, at lav RF er en vigtig, men overset indeklimafaktor i vintermånederne med opvarmning. Lav RF forekommer ofte ved høj rumtemperatur, f.eks. i ældreboliger. Forfatterens analyser indikerer, at lav RF (non-optimum group) er relateret til højere forekomst af symptomer, såsom astma og øjenbesvær og oplevet tør luft (og statisk elektricitet) (Psomas et al., 2021).

I en Cochraneanalyse, primært baseret på epidemiologiske rapporter, konkluderes det, at befugtning kun har begrænset eller ingen positiv virkning på indeklimasympptomer og smitterisiko (Byder et al., 2021). Konklusionen er imidlertid utilstrækkeligt underbygget, idet forfatterne selv bemærker, at der er begrænset evidens, der underbygger deres konklusion; ydermere konkluderer de, at de ikke har tilstrækkelig tillid til deres samlede konklusioner. Cochraneanalysens konklusion svækkes yderligere ved udeladelse af kendt viden om de fysiologiske og virologiske mekanismer vedrørende fugtens betydning for luftvejenes sundhed og virusaerosolers dynamik og morfologi.

Fysiologiske undersøgelser af luftvejene

Under kontrollerede klimakammerforhold blev en række fysiologiske parametre målt hos forsøgspersoner, herunder hudens temperatur, legemsvægt, vandtab fra huden (VTH), saccharin clearance tid (SCT, der afspejler fimrehårenes (periciliary layer) aktivitet og rensningsevne i luftvejene), og øjets blinkfrekvens (lav frekvens øger udtørring af øjets tårefilm ved fordampning). Termisk komfort/perception og oplevelse af fugtigheden blev rapporteret, selvom sidstnævnte ikke kan registreres objektivt (Wolkoff, 2018b). Der blev udført to eksperimenter af 90 minutters

varighed med både ældre (n=13) og yngre forsøgspersoner (n=15) samtidigt. I det ene eksperiment blev RF reduceret fra 70 til 50% ved 28°C (affugtning), og i det andet eksperiment blev RF hævet fra 30 til 50% (befugtning) ved 25°C. Affugtningseksperimentet resulterede i signifikant lavere hudtemperatur samtidig med markant øgning af VTH, der omvendt blev reduceret betydeligt i eksperimentet med befugtning. I befugtningseksperimentet blev SCT signifikant afkortet hos begge aldersgrupper; det vil sige, at fimrehårenes renseevne (mucociliary clearance) blev øget. Generelt blev der ikke observeret væsentlige forskelle i de to aldersgrupper. De subjektive respons tydede på, at den ældre aldersgruppe var mindre følsom over for forskelle i RF (70% vs. 50% og 30% vs. 50% RF) (Hashiguchi et al., 2023). Den positive effekt på SCT i befugtningseksperimentet stemmer overens med tidligere undersøgelser (Hugentobler, 2022; Wolkoff, 2018b), dog med den forskel at effekten nu observeres både hos unge og ældre.

Arbejdsproduktivitet

For at undersøge effekten på arbejdsproduktiviteten blev studerende (n=36) i 90 minutter udsat for forskellige temperaturer (18-26°C) ved 40% RF og forskellige RF (20-80%) ved 24°C under kontrollerede forhold i klimakammer (Liu et al., 2021). De studerende udførte forskellige test og besvarede spørgsmål via et computerinterface. Resultaterne viste et signifikant fald i læsehastighed og flere læsefejl ved 20% RF i forhold til 40% RF ved 24°C og også, men i mindre grad, ved 60% RF. Træthed og psykologisk distraktion, både subjektivt og objektivt (pupildiameterstørrelsen), var signifikant forøget ved lav RF i forhold til 40% RF med henholdsvis 23% og 61%. Resultaterne bekræfter tidligere undersøgelser om lav RFs betydning for arbejdsproduktiviteten forårsaget af gradvis udtørring af øjets tårefilm og associeret træthed, der negativt påvirker arbejdsproduktiviteten (Wolkoff, 2020). Den lavere produktivitet ved 60% RF kan blandt andet skyldes mindre kontrol af kropstemperaturen forårsaget af lavere fugtafgivelse fra huden og associeret diskomfort, fornyeligt

diskuteret i et studie om indlæring i klasserum, hvor øget RF over 60% viste negative effekter (Ma et al., 2023).

Samlet set er den generelle viden om nedsat rensningsevne og sårbare luftveje ved lav RF-eksponering (Hugentobler, 2022) foreneligt med de fundne effekter i de epidemiologiske undersøgelser. Ændringer i arbejdsproduktiviteten er ligeledes forenelige med det generelle kendskab til tårefilmens sårbarhed overfor lav RF. Således fremføres vigtigheden af indeluftens fugtighed, både komfortmæssigt og sundhedsmæssigt, og at den bør indgå i en helhedsbetragtning af det termiske indeklima, f.eks. beskrevet i Amaripadath et al. (2023) og Engineer et al. (2021).

Smitterisiko (influenza og COVID)

Mange oversigtsartikler om smitterisiko af influenza- og COVID-19 virus omhandler ventilationens betydning (Morawska and et al., 2020). Risikoen for influenzasmitte tilskrives hovedsageligt inhalation af virusaerosoler i modsætning til, og i mindre grad ved kontaktsmitte fra de store dråber, som også udåndes i et kontinuum, og som hurtigt deponeres på overflader inden for relativ kort afstand (Löndahl and Alsved, 2022; Wei and Li, 2016). I ventilationsmæssige sammenhænge er indeluftens fugtighed imidlertid blevet afvist at have betydning, delvist med henvisning til selektiv udvælgelse af inadækvat litteratur, f.eks. i de Mesquita et al. (2022). I det følgende belyses, hvordan RF kan påvirke morfologien og dynamikken af de udåndede aerosolers overlevelse, svævetid og transmission og den fysiologiske virkning i luftvejene.

Epidemiologiske undersøgelser

Flere oversigtsartikler synliggør, at smitterisikoen (overlevelse (levedygtighed vs. nedbrydning), transport (svævetid/spredning) og smitteevne) for en række influenzavirus udviser en symmetrisk U-formet relation, hvor risikoen er lavest i midtervinduet 40-60% RF end ved både lavere og højere RF, se f.eks.

En aerosol forstås som en luftbåren suspension af små dråber, hvor deres størrelsesdiameter varierer i et kontinuum fra $<0,1 \mu\text{m}$ til $500 \mu\text{m}$, men overvejende fra $0,1$ til $1 \mu\text{m}$ ved ånding, tale og hosten (Alsved et al., 2022; Niazi et al., 2021b; Trancossi et al., 2021; Tang et al., 2021). Er diameteren op til $5 \mu\text{m}$ eller større er der tale om dråber (væskepartikel), der deponeres inden for kortere afstande i modsætning til aerosolerne, og de der dannes ved skrumpning af dråberne på grund af vandtab ved fordampning (Walker et al., 2021; Wang et al., 2021). Dråberne kan imidlertid opføre sig som aerosoler og transporteres over længere afstand end 1-2 meter på grund af luftstrømme forårsaget af ventilationen (Tang et al., 2021). Dråberne og aerosolerne kan også indtørres helt ved fuldstændig fordampning til partikler, der kan være krystallinsk, ikke-krystallinsk eller amorf (Pal et al., 2021; Walker et al., 2021). Disse og jo mindre aerosolerne er jo længere svævetid, og jo længere væk kan de transporteres i indeluften (Wang et al., 2021). Ydermere, afhængig af deres hygroskopiske egenskaber, kan aerosolerne nå ligevægt ved vandoptag, mens høj RF bremser fordampningen. Virus-aerosolerne indeholder en blanding af salte, proteiner, overfladeaktive stoffer og andet organisk materiale (Moriyama et al., 2020; Wang et al., 2021), blandingens sammensætning afhænger af, hvor i luftvejene de dannes (Wang et al., 2021). Aerosolernes transport begynder i udåndingen ved 100% RF og ca. 36°C , et klima de først udsættes for igen ved indåndingen hos en ny værtsperson. I den mellemliggende fase udsættes aerosolerne for store indeklimatiske ændringer; temperatur og luftens fugtighed, der påvirker deres partikelstørrelse, morfologi, fysisk-kemiske forhold, levedygtighed, transport (svævetid) og smitteevne (Groth et al., 2022; Löndahl and Alsved, 2022; Walker et al., 2021).

(Guo et al., 2021; Nienaber et al., 2021; de Crane D'Heysselaer et al., 2023; Wang et al., 2021). Der er også mere nedbrydning af influenzavirus i midtervinduet 40-60% RF, se f.eks. Fig. 4 i Yang et al. (2022). Denne U-formede afhængighed, som influenzavirus udviser, er et aktivt forskningsfelt med henblik på at forstå det termiske indeklimas indflydelse på smitterisikoen og for at opnå optimale betingelser for funktionelle luftveje og et minimum af risiko for smitte, se f.eks. (Drossinos et al., 2022; Niazi et al., 2021b; Quraishi et al., 2020).

Influenzadata på ugebasis fra perioden 1995-2019 og COVID-19 data 2020-2021 i Holland blev analyseret og sammenholdt med dugpunktet (antaget proxy for RF indendørs) (Keetels et al., 2022). Det konkluderes, at smitterisiko (mortalitet) for både influenza og COVID-19 er negativt associeret med indeluftens RF, i overensstemmelse med eksisterende viden om virusaerosolers overlevelse, stabilitet og smitteevne samt den negative effekt, som lav RF har på luftvejenes funktionalitet, jf. Edwards and Chung (2023), Moriyama et al. (2020), Hugentobler (2022). Det er sandsynligt, at ældre (og andre sårbare grupper) er mere påvirket af eksponering for lav RF, blandt andet fordi deres rensevne er svækket (Hugentobler, 2022, Wolkoff, 2018b). Dette kan dermed resultere i en højere forekomst af smittetilfælde, jf. Hugentobler (2022). Dette stemmer overens med forskernes undersøgelse af COVID-19 tilfælde i ældreplejehjem, der peger på, at den lave RF associeres med længere svævetid i indeluften. Forfatterne foreslår, at kontrol af indeluftens RF bør vurderes nøjere som en non-farmakologisk metode med henblik på minimering af smitterisikoen. Dette blev for eksempel vist i børnehaveklasser, hvor intervention over et par måneder med øgning af RF i klasserum i forhold til ikke-befugtede klasserum viste en signifikant reduktion i den totale mængde influenzavirus samtidig med en fordobling af virusdråbernes størrelse ved den øgede befugtning. Fraværspocenten blev ca. 30% lavere blandt børn i de befugtede klasserum i forhold

til børn, der opholdt sig i de ikke-befugtede klasserum (Reiman et al., 2018).

I et omfattende studie blev statistiske data for COVID-19 samt data om vejrforhold fra 121 lande indsamlet indtil august 2020; efterfølgende blev resultaterne valideret med nye data indsamlet i perioden december 2020-ultimo januar 2021 – i vid udstrækning i præ-vaccinationsperioden. Arbejdshypotesen var hvorvidt indeluftens RF kunne have påvirket dels spredning af COVID-19 og alvorligheden deraf, og delvis være ansvarlig for regionale forskelle i forekomsten af smittede (Verheyen and Bouroulba, 2022). Vejrdata var blevet midlet over en uge, og analyserne indbefattede tre regioner, den nordlige, sydlige og en tropisk hemisfære. Indeluftens RF blev beregnet på basis af meteorologiske data og givne indendørs klimatiske forhold. En beregningsmetode, der dels var baseret på generelt kendskab til indendørs/udendørs forhold om fugt, og dels valideret ud fra data fra tre hospitaler samt egne målinger, estimerede den forventede indendørs RF ved 21°C. Generelt var RF meget lav i vintermånederne trods høj udendørs RF men lav AF og efterfølgende opvarmning deraf. De meteorologiske data blev tidsmæssigt normaliseret før sammenligning med COVID-19 data. De omfattende analyser synliggør en robust sammenhæng mellem indeluftens RF og udbrud af COVID-19. Selvom studiet primært fokuserer på associerede dødsfald, så viser analyserne også, at nye smittetilfælde er associeret med de indeklimatiske forhold. Sammenlagt var der en markant stigning i dødsfald, både i den nordlige og sydlige hemisfære, jo lavere RF var indendørs. Konklusionerne må derfor antages at være robuste, da alternative analyser af data ikke påvirkede resultaterne. En systematisk litteraturgranskning når også frem til, at lav udendørs RF og lav temperatur er associeret med øget forekomst af COVID-19 tilfælde, trods en vis inkonsistens i fundne data (Starke et al., 2021); ligeledes finder (Donzelli et al., 2022), at udendørs lav AF og lav temperatur er associeret med øget risiko.

Studierne bekræfter vigtigheden af indeluftens fugtighed for smitterisiko, ikke kun for COVID-19, men også for influenzavirus, og i overensstemmelse med Moriyama et al. (2020). En konklusion som ligeledes er observeret for tempereret og subtropisk klima i Kina (Lei et al., 2023), delvis i overensstemmelse med en systematisk gennemgang af litteraturen om udendørs klimatiske forhold og nedsat risiko for COVID-19 i varme og fugtige klimaer, f.eks. Mecenas et al. (2020); Ward et al. (2020).

Luftforureningers betydning

Flere studier handler om luftforureningers betydning for øget smitterisiko (COVID-19), især eksponering for partikler (particulate matter: PM₁₀, PM_{2,5}). For eksempel viste en undersøgelse en signifikant sammenhæng mellem influenzatilfælde hos skolebørn og forekomsten af udendørs PM. PM viste sig også at interagere med lav RF, hvilket medførte en øget risiko for smitte (Zhang et al., 2022). Sammenhold af udendørs luftforurening og meteorologiske data i Lombardiet med COVID-19 udbrud i perioden februar-marts 2020 viste en positiv sammenhæng med høje koncentrationer af PM (Dragone et al., 2021). Ligeledes korrelerede PM peak-koncentrationer med COVID-19 udbrud korrigeret for inkubationstiden. Samlet set peger resultaterne på, at øget luftforurening, især PM, medvirker til svækkede luftveje, hvilket kan øge smitterisikoen; en forstærkende effekt er udsættelsen for tør luft (Edwards et al., 2021), idet renseevnen i luftvejene, som er en vigtig mekanisme til at fjerne PM, svækkes. Derudover kan PM også være bærer af virus (Pal et al., 2021; Trancossi et al., 2021).

Aerosoldynamik – reviews

Influenza virusaerosolers fugthistorik er afgørende for deres fysisk-kemiske egenskaber, idet morfologien, smitteevne, spredning i indeluften og deponering i luftvejene afhænger af aerosolernes hygroskopicitet (det at være vand-sugende) (Davies et al., 2021; Groth et al., 2022). Overlevelse (nedbrydningshastighed) og den U-formede RF-afhængighed bestyrkes i

omfattende kortlægningsstudier af eksperimentelle undersøgelser (Bu et al., 2021; Guo et al., 2021; Nienaber et al., 2021; Yang et al., 2022). Selvom de refererede undersøgelser overvejende er udført under urealistiske statiske klimatiske forhold i tromler (f.eks. Goldberg tromlen), og dannelsen og partikelstørrelsen af virusaerosolerne er urealistiske eller ubeskrevet (+ en lang række andre forhold (Peters et al., 2020), peger de på maksimal nedbrydning i midtervinduet 40-60% RF, uden at entydige nedbrydningsmekanismer dog er klarlagt. Samlet set giver både lav temperatur og lav RF de maksimale betingelser for overlevelse af influenzavirus; overlevelsen er minimal ved 50% RF og høj temperatur (Guo et al., 2021; Yang et al., 2022). Det er imidlertid vigtigt at have for øje, at de fleste rapporterede forsøg er udført med kunstigt spyt eller lungevæske, og med inadækvat proteinindhold, hvilket har betydning for virusaerosolernes fordampning og morfologi og fugtens betydning for deres transport, overlevelse og smitteevne, jf. Groth et al. (2022). Det er kun i nogle af de nyere undersøgelser, hvor væsker fra smittede personer eller mere realistiske lungevæsker er blevet anvendt, og hvor der er taget højde for sammensætningen af salte, proteiner, og overfladestoffer (se fig. 2 i Wang et al. (2021).

Ydermere kan virusaerosolernes pH (surhedsgrad) variere hurtigt afhængig af, hvor de genereres i luftvejene, og i det tidlige forløb umiddelbart efter udåndingen. Indholdet af kuldioxid ændres drastisk fra 4-5% til 0,4% i indeluften, det vil sige en markant ændring i pH (Löndahl and Alsved, 2022; Oswin et al., 2022a). Virusaerosolernes overlevelse og smitteevne påvirkes også af andre miljøforhold, f.eks. indeluftens indhold af syrer/baser (kuldioxid, salpetersyre, ammoniak) (Luo et al., 2023) og luftforureninger (NO₂, O₃, OH, PM, UV) (Ram et al., 2021). Et højt pH favoriserer virusaerosolernes overlevelse, idet syre/base udvekslingen afhænger af partikelstørrelsen, hurtigst for de små virusaerosoler (Luo et al., 2023). Frafiltrering af indeluftens indhold af syrer/baser (Nazaroff and Weschler, 2020) ved ventilation, f.eks. i museer eller

hospitaller, har derfor også betydning for overlevelsen, især syrerne, f.eks. salpetersyre (Luo et al., 2023).

En vigtig parameter med hensyn til både overlevelse, transport og smitteevne er aerosolernes partikelstørrelse (diameter) fra udåndingen til de indåndes af en rask værtsperson. Den kemiske sammensætning vil også variere afhængig af, hvorfra aerosoldråberne genereres i luftvejene (Wang et al., 2021). Her kommer tidsperspektivet ind som vigtig parameter sammen med indeluftens RF og temperatur. Nye undersøgelser med høj tidsopløsning (sek.) peger på, at virusaerosolernes smitteevne under semirealistiske og kontrollerede forhold hurtigt ændres, når de udåndes og udsættes for indeluftens miljø, idet RF falder fra højt vandindhold (100% RF), og temperaturen falder 10-20 grader fra 36°C ved udåndingen (Löndahl and Alsved, 2022). Derudover sker der ændringer i surhedsgraden ved kontakt med kuldioxid og syrer og baser i indeluften, se overfor. Både RF og temperaturen øges tilsvarende igen ved indånding hos ny værtsperson. Aerosolernes transport afhænger delvis af størrelsen, der afhænger af fordampningen af vand fra aerosolerne ved lav RF (og høj temperatur) (Yang et al., 2022). De bagvedliggende mekanismer er derfor vigtige for at kunne forstå, hvordan de termiske forhold har betydning for virusaerosolernes overlevelse.

Hastigheden hvormed de udåndede aerosoler og dråber fordamper til mindre aerosoler og forbliver i indeluften er afgørende for svævetiden og spredningen. Den lavere RF i indeluften resulterer i hurtig fordampning, hurtigst for de små aerosoler (Liu et al., 2016; Wei and Li, 2015), og inden for få sekunder, f.eks. Stiti et al. (2022), hvorefter nogle af saltene deri udkrystalliseres (udblomstring) ved RF < 45% (Groth et al., 2022), idet grænsen for opløselighed overskrides allerede ved RF < 75% for aerosoler (Walker et al., 2021). Samtidig skrumper de store dråber hurtigt 20-40% allerede ved 80% RF til aerosoler (Marr et al., 2019; Walker et al., 2021). De kan derved

svæve længere i indeluften afhængig af størrelsen (Walker et al., 2021); aerosolerne kan også indtørre helt til partikler ved fordampning (efflorescence).

Udkrystalliseringen øger smitteevnen, idet virus beskyttes fra saltens formodede antivirale (desinficerende) effekt og som følge deraf en lavere molaritet af saltet natriumklorid. Hvis udkrystalliseringen derimod udbliver i midtervinduet 40-60% RF på grund af enten gradvis udsættelse for lavere RF fra højt niveau, eller absorption af fugt fra et lavt RF-niveau (deliquescence) kan saltene forblive opløst; dermed opnås en overmættet høj molær koncentration af natriumklorid i aerosolerne med sandsynlig antiviral virkning, jf. Jarvis (2021); Niazi et al. (2021a,b,c); Wang et al. (2021). Dette kan således tilskrives en bifasisk nedbrydning af virus over for henholdsvis tør versus fugtigt miljø (French et al., 2023) i overensstemmelse med fordampning/udtørring/absorptionsmodellen som foreslået af (Morries et al., 2021; Niazi et al., 2021a). Hastigheden hvormed fordampningen (udtørringen) foregår, har derfor betydning for aerosolernes morfologi og den antivirale effekt deri, idet tiden til fordampning er betydeligt længere ved høj RF end lav RF (Wei and Li, 2015; Liu et al., 2017; Stiti et al., 2022).

Aerosoldynamik – eksperimentelle undersøgelser

Lavest overlevelse i midtervinduet 40-70% RH er blevet vist i flere tromleforsøg med forskellige typer influenzavirus. Det modsatte er imidlertid også rapporteret i enkelte tilfælde. Dette belyses i nye tromleforsøg ved lav, medium og høj RF, hvor der anvendtes forstøvet luftbåren rhinovirus-16 (<5 µm) i simuleret lungevæske med et højt protein- og saltindhold (-lungesurfaktant). Forsøgene viste, at overlevelsen var lavest i midtervinduet 40-60% RF i op til 45 minutter efter forstøvningen. Dette forløb både fra et lavt RF-niveau, men også i høj grad fra et højt RF-niveau mod midtervinduet 40-60% RF (Niazi et al., 2021a). Forfatterne spekulerer, om tidligere resultater skyldes manglende hygro-

skopiske egenskaber i de generede virusaerosoler på grund af inadækvat indhold af salte og proteiner i de simulerede lungevæsker, som kunne være årsag til de forskellige udfald. Især højt proteinindhold (>90%) er kritisk med hensyn til aerosolernes morfologiske egenskaber og fordampningens kinetik (Groth et al., 2022). En anden årsag kan også være ukontrolleret partikelstørrelsesfordeling i de forstøvede aerosoler, jf. Yang et al. (2022), og generelt forskellige urealistiske eksperimentelle betingelser. Derudover afhænger fordampningshastigheden af vand fra virusaerosolen af den kemisk/morfologiske sammensætning (Jarvis, 2021; Walker et al., 2021), som varierer alt efter om det er fra hosten, nysen, tale/synge eller vejtrækning, jf. Groth et al. (2022); Jarvis (2021); Niazi et al. (2021b).

Partikelstørrelsen spiller en vigtig rolle for fordampningshastigheden, og modsatte resultater ses for eksempel i studier med COVID-19 aerosoler i partikelstørrelsen 10-20 µm, der mister smitteevnen i midtervinduet (Oswin et al., 2022b). Et resultat som blev kraftigt kritiseret med særlig fokus på de store virusaerosoler, idet deres pH kun langsomt sænkes af indeluftens indhold af syrer/baser i forhold til de små aerosoler, som diskuteret i (Klein et al., 2022;Oswin et al., 2022a); pH øges imidlertid hurtigt til et højt niveau af indeluftens ammoniak, en fordel for overlevelsen (Luo et al., 2023).

Det afgørende spørgsmål er stadigvæk, hvorfor lave RF betingelser favoriserer overlevelsen og smitteevnen for influenzavirus og COVID-19. Ingen tvivl om, at de fysiske-kemiske og hurtige klimatiske ændringer ved kontakt med indeluften har stor betydning for aerosolernes morfologi, størrelse (svævetid) og overlevelsen af virus deri (Groth et al., 2022). Forfatterne fremfører blandt andet, at udtørring beskytter virus mod en høj molær saltkoncentration, idet saltene udkrystalliserer, mens det modsatte sker i midtervinduet (hysteresoområdet) 40-60% RF, hvor en overmættet høj molær saltkoncentration formodes at have antiviral

virkning (Niazi et al., 2021a,b. Udkrystalliseringen sker sandsynligvis hurtigere jo større forskel, der er mellem RF i udåndingszonen (100%) og lav RF i indeluften i forhold til midtervinduet, idet jo hurtigere udtørring jo mere dannelse af saltkrystaller efterladende virussen i en konserveret tilstand (Niazi et al., 2021c). I princippet maksimal overlevelse i ”sovende” tilstand, før virusaerosolen når luftvejenes slimhinder hos en rask værtsperson. Hvis forskellen mellem RF i udåndingszonen og indeluften er mindre opnås en overmættet (høj molær) antiviral saltkoncentration, idet udkrystalliseringen udebliver (Niazi et al., 2021c).

De samlede epidemiologiske og eksperimentelle resultater er i stærk kontrast til studiet af (Ijaz et al., 1985), der ofte citeres som argument mod, at lav RF er associeret med øget smitterisiko og dermed fravalg af RF som vigtig parameter til kontrol af indeluften, se f.eks. Morawska, (2006); de Mesquita et al. (2022). Gennemgang af Ijaz et als. tromlestudie viser da også, at både partikeldannelsen og karakterisering af aerosolernes partikelstørrelse er inadækvat beskrevet og ukendt, se Yang et al. (2022).

Set i lyset af årstidsafhængigheden for influenzasmitte kan man sætte spørgsmålstegn ved, hvorvidt inadækvat ventilation er den eneste årsag til øget forekomst af influenza i vinterhalvåret i tempereret klima, eller om der findes andre underliggende årsager? For eksempel argumenteres der for, at variationen i RF er den reelle årsag (Davidse and Zare, 2021). Hvilket er i modsætning til den gængse forklaring, hvor ventilation er panacea (vidundermidlet) til at mindske smitterisikoen, jf. Morawska og et al. (2020). Ikke at forglemme, at virus også kan spredes via ventilationen over store afstande; eksempelvis via ventilationskanaler på krydstogtskibe og hospitaler (Horve et al., 2021; Pease et al., 2021; van Breest et al., 2022). Davidse og Zare’s tilgang er baseret på, at der i grænsefladen mellem luft og den vandige aerosoloverflade genereres hydrogenperoxid, der reagerer med klorionen

og danner hypoklorit, som har antiviral effekt. Den spontane peroxiddannelse udviser en positiv lineær sammenhæng med RF, jf. Dulay et al. (2021; Mehrgardi et al. (2022)). Det er sandsynligt, at virusaerosoler akkumuleres i lave RF-omgivelser med en højere koncentration til følge i forhold til RF i midtervinduet og højere RF, hvor deponering gradvis øges på grund af aerosolernes hygroskopicitet (Wei and Li, 2015); alternativt, at saltkoncentrationen bliver overmættet. Davidse og Zare’s tilgang er nyskabende og bør indgå i den samlede forståelse af virusdynamikken både årstids- og indeklimamæssigt; herunder partikelstørrelse, morfologi og fysisk-kemiske ændringer og påvirkning fra forureninger i indeluften

Det første kontrollerede humane virale eksponeringsforsøg i klimakammer er foretaget med yngre forsøgspersoner (n=11), der er smittet med COVID-19. Forsøgspersonerne gennemgik en række rutineaktiviteter (f.eks. tale og hosten) enkeltvist i klimakammeret, hvor temperatur, ventilation og RF blev kontrolleret. For hver person blev der opsamlet biologiske prøver (næse), diverse luftprøver af virusaerosoler (tæt på og fjernt fra personen) og prøver af overflader (computer, stol og mobiltelefon) over forsøgsperioder på 1-2 timer ad gangen. Studiet viser klart, at belastning med respirable virusaerosoler (0,3-1 μm) i luften og deres deponering på overflader reduceres signifikant selv ved begrænset befugtning i forhold til tørre betingelser (Parhizkar et al., 2022), helt i tråd med befugtningsinterventionen i børnehaver (Reiman et al., 2018).

Effekter på luftvejene

Luftvejenes funktionalitet svækkes, når de eksponeres for tør luft. Det drejer sig om øget inflammation, hosten, slimproduktion, ændring af surhedsgraden i luftvejene, og deaktivering af fimrehårenes funktion, hvilket påvirker fjernelsen af inhalerede luftforureninger (Edwards and Chung, 2023; Hugentobler, 2022; Moriyama et al., 2020). Virusaerosolerne får derved lettere adgang til epithelaget på grund af et tyndere og mindre elastisk

slimhindelag; se fig. 4 i Moriyama et al. (2020), idet det overliggende kondenserende lag udtørres, se fig. 1 i Edwards and Chung (2023). Derudover svækkes luftvejenes immunrespons og antivirale effekt, jf. (Kudo et al., 2019), en effekt som foregår hurtigt (Kelly et al., 2021). Eksposering for tør luft kan således øge sårbarheden for virusssmitte, især blandt ældre og syge personer, hvor luftvejenes funktionalitet er svækket (Hugentobler, 2022). Derudover medvirker den lave RF til mere genophvirvling af støvpartikler forurenet med smitstof og mindre deponering af partikler på visse overflader, hvorved luftkoncentrationen af partikler, eventuelt med virus, forbliver højere end ved RF i midtervinduet, jf. Wolkoff (2018a).

Lav temperatur favoriserer både overlevelse og transport af influenzavirus, mens høj temperatur øger fordampning fra aerosolerne, der omdannes til mindre aerosoler (Yang et al., 2022; Kwak et al., 2023). Dette fører til opkoncentrering af diverse salte og ændring af syre-base forhold, og ubalancen kan medføre inaktivering på grund af en høj molær desinficerende opløsning af saltene, jf. Niazi et al., (2021c); Yang et al. (2022); hvis der ikke sker det modsatte ved en udkrystallisering af saltene. Derudover har det vist sig, at eksposering for kold luft (kulde) svækker næsens immunforsvar over for virus, blandt andet ved mindre slimsekretion (Huang et al., 2023).

Den primære smitekilde sker ved hoste, nysen, tale og sang (Alsved et al., 2022; Merghani et al., 2021; Niazi et al., 2021b). Indeluftens fugtighed spiller også her en vigtig rolle, idet udtørring af slimhindelaget og ubalance i vand- og saltindholdet (og proteiner/surfaktanter) ændrer dannelsen af de udåndede virusdråber og aerosoler fra en smittet person; de vil have forskellige indhold, der afhænger af fra hvilken region i luftvejene, de genereres fra slimhindelaget, jf. Jarvis (2021); Walker et al. (2021). For eksempel, blev antallet af aerosoler (0,3 - > 5 μm) reduceret med 50 procent i udåndingsluften fra 21 forsøgspersoner, der i to timer blev eksponeret for tør luft, og som

efterfølgende inhalerede (spray) en vandig saltholdig aerosol. Genereringen af aerosolerne begyndte igen efter 60-90 minutters eksposering for tør luft, men først 4-5 timer efter, hvis den vandige aerosol indeholdt magnesium- eller calciumsalte. I supplerende forsøg reduceredes aerosoldannelsen med 50% ved 50% RF eksposering i blot 20 minutter i forhold til kun 10% RF-eksposering (Field et al., 2021). I opfølgende undersøgelser fandt man mindst en firdobling af aerosoldannelsen ved 0,1-0,9% væsketab efter 30 min work-out ved 50% RF (George et al., 2022). Derudover fandt man øget aerosolgenerering hos ældre, personer med højt BMI i forhold til personer med lavt BMI, og man fandt en forstærket korrelation med kombinationen ældre \times BMI, og hos COVID-19 smittede personer. Sammenlagt viser de to undersøgelser dels betydningen af indeluftens RF på genereringen af aerosoler i udåndingsluften, dels hvordan den kan øges ved væsketab.

Resultaterne bekræfter, hvor vigtig status for fugtigheden i luftvejene er på genereringen af aerosoler ved udåndingen. Idet eksposering for lav RF både øger udåndingen af virusaerosoler fra smittede personer og øger koncentrationen i indeluften i forhold til RF i midtervinduet, samtidig med at luftvejene bliver mere sårbare over for smitte. Den lavere RF resulterer i mindre aerosoler på grund af hurtig fordampning (Wei and Li, 2015; Walker et al., 2021; Stiti et al., 2022), hvorved deres svævetid forlænges samtidig med at overlevelsen øges (Davies et al., 2021; Vejerano and Marr, 2018). Befugtning af tør indeluft eller RF i midtervinduet bremser fordampningen og øger aerosolernes absorption af vand, så deres størrelse og vægt øges, hvorved deres svævetid afkortes, og deponeringshastigheden på overflader øges (Pal et al., 2021). Den ophobede fugtighed ved maskebrug kan således styrke renseevnen i luftvejene ved indåndingen, men også generere færre virusaerosoler fra en smittet person (Courtney and Bax, 2021).

Intervention

Akutte symptomer

Befugtning af indeluften (40-60% RF) har vist positive effekter på symptomer i luftvejene hos kontorphonale (Azuma et al., 2022; Jones et al., 2022), delvis i overensstemmelse med en mere aktiv renseevne i luftvejene, jf. Hashiguchi et al. 2023; Wolkoff 2018b. Arbejdsproduktiviteten er også mindst påvirket i midtervinduet (Liu et al., 2021) delvis i overensstemmelse en stabil tårefilm (Wolkoff, 2020). En lav RF i boliger ser ligeledes ud til at være associeret med en række symptomer (Psomas et al., 2021). Effektiv befugtning af luftvejene, hvor der opnås fuld funktionalitet, bør derfor ses som et beskyttende middel mod forurenede indeluft (Edwards and Chung, 2023).

Smitterisiko

Udåndede virusaerosoler udsættes for en række påvirkninger, før de eventuelt når indåndingszonen hos en ny værtsperson. Ventilationen fortynder indeluften, men kan samtidig sænke indeluftens RF, især når den tørre og kolde vinterluft med lav AF bliver opvarmet og føres ind i opvarmede lokaler. For aerosolerne kan dette medføre mindre deponering på overflader, bedre levedygtighed, svævetid og transport over længere afstande samt mindre tab af smittevnen. Dels bliver aerosolerne umiddelbart udsat for store ændringer i deres kuldioxidindhold og syre/base forhold, og dels i andre ændringer i salt- og proteinkoncentrationerne ved vandfordampning ved lav RF. Dette skal ses i forhold til, at luftvejenes fysiologiske forsvarsmekanismer ved tør lufteksponering svækkes, samtidig med, at udåndingen af virusaerosoler fra smittede personer øges. Infektion med en virus i luftvejene modereres således af fugtigheden, jo mere luftvejene er udtørret, jo mindre udrensning og jo svagere immunrespons (Guanieri et al., 2023), desto større er sandsynligheden for infektion (Moriyama et al., 2020; Drossinos et al., 2022). Den U-formede fugtafhængighed af influenzavirus overlevelse og smitteevne peger ligeledes på fordelene ved en RF i midtervinduet, jf. Moriyama et al. (2020); Niazi et al. (2021c). (Niazi et al. (2021c) foreslår, at

recirkulation mellem høj RF og midtervinduet kunne have høj antiviral virkning på grund af overmættet koncentration af salte i aerosolerne, der ikke udkrystalliseres. Der er derfor gode grunde til at kontrollere indeluftens fugtighed med henblik på at minimere risikoen for influenzasmitte, ud over udluftning, social afstand og maskebrug, se f.eks. Ahlawat et al. (2020); de Crane D'Heyselaer et al. (2023).

Befugtning har ligeledes sin effekt ved at mindske smitterisikoen for influenza inklusive COVID-19 i forhold til både lav og meget høj RF. Befugtning kan derfor betragtes som et non-farmakologisk middel mod øget smitterisiko (Biktasheva, 2020; Keetels et al., 2022; Reiman et al., 2018), ud over de generelle positive effekter ved 40-60% RF (Guanieri et al., 2023; Moriyama et al., 2020; de Crane D'Heyselaer et al., 2023). For eksempel blev aerosoldannelsen ved udånding hos forsøgspersoner reduceret med 50 procent i en time ved at gå fra tør luft (10%) til et 20 minutters ophold i indeluft med 50% RF (Field et al., 2021; George et al., 2022). Ligeledes har næsespray inhalation af vandige opløsninger, men især opløsninger indeholdende magnesiumsalte, vist en gavnlig effekt, idet aerosolgenereringen reduceres op til 50% i flere timer (Field et al., 2021; George et al., 2022). Spray med en koncentreret saltopløsning øger fimrehårslaget, mens en isotonisk opløsning kun øger slimlaget i luftvejene (Edwards and Chung, 2023).

Mange virus er følsomme over for pH, idet sænkning af højt pH til lavere pH deaktiverer og nedbryder smittevnen (Luo et al., 2023). Ændringer i indeluftens surhedsgrad (Nazaroff and Weschler, 2020) mod lavere pH, f.eks. ved frafiltrering af indeluftens ammoniak, vil kunne mindske overlevelse og smittevnen af virus, mens svag forsuring af indeluften deaktiverer endnu mere effektivt. Hvis udeluften indeholder syrer, f.eks. salpetersyre, vil øget ventilation også have en deaktiverende effekt (Luo et al., 2023). Dette skal vurderes i forhold til de negative effekter, som partikler kan have på luftvejenes funktionalitet og sårbarhed.

Tabel 1. Ventilation, temperaturen og indeluftens relative fugtigheds betydning for akutte symptomer og influenza virusaerosoler.

	Akutte effekter			Virusaerosoler		Luftvejene - robusthed			Udånding	Smitterisiko			Spredning
	Symptomer		Produktivitet	Fordampning	Fortynding	Renseevne	Immunrespons	Antiviral effekt	Virusaerosoler				
	Luftveje	Øjne										Aerosolgenerering i luftvejene	Morfologi
Ventilation			(lugtafhængig)		+/-					+/-			+
Luftforurening Partikler Syrer Baser	-	-				(-)					- +		
Indeluftens relative fugtighed:													
Temperatur >26°C		-		++					(+)		++/--	(+)	(++)
<40%	-	-	-	--		--	-	-	++	++	++	++ (mindre)	++
40-60%	+	+	+	++		++			--	--	--	-- (større)	--

+ = positiv virkning. ++ = øget effekt. - = negativ virkning. -- = nedsat effekt. () = mangler dokumentation.

Sammenfatning

Det stående spørgsmål er, hvorvidt ventilation er det eneste panacea udover adækvat social og fysisk afstand og maskebrug eller, om det kan modsvares af funktionelle luftveje tilvejebragt ved en RF i midtervinduet 40-60% og en neutral eller svagt sur indeluft. Heldigvis er der et positivt samspil, hvor luftvejenes funktionalitet er optimal i midtervinduet, samtidig med en komfortabel oplevet luftkvalitet og minimering af akutte slimhinesymptomer i øjne og luftvejene, og samtidig med fastholdelse af arbejdsproduktiviteten. Nyeste resultater peger på, at dette ikke kun er gældende for ældre personer. Influenza og COVID-19 virus har også de dårligste betingelser for overlevelse, transport og smitteevne. En ekstra gevinst er, at både deponering og genophvirvling fra visse gulvoverflader resulterer i en lavere partikkelkoncentration i indeluften. Ligeledes vil RF i midtervinduet medvirke til at bremse fordampningen fra aerosolerne/dråberne og derved mindske deres svævetid og transport på grund af deponering. I Tabel 1 ses styrker og svagheder ved kontrol af ventilationen, fugtigheden og temperaturen,

idet fordele ved lav persontæthed og maskebrug ikke indgår i denne sammenligning. Der mangler dog viden om, hvordan fugtigheden og temperaturen tilsammen influerer på hinanden, og i samspil med ventilationen.

Ovenstående diskussion peger på, at ventilation i vintermånederne ikke nødvendigvis er en entydigt positiv parameter, især for ældre og andre sårbare grupper, idet fortyndingen og delvis spredning af virusaerosolerne med tør udeluft blandt andet modsvares af: 1) en generel svækkelse af luftvejenes funktionalitet, og 2) øget dannelse af virusaerosoler i smittede personers udånding ved eksponering for lav RF. Desuden vil en høj rumtemperatur øge fordampningshastigheden af store aerosoler til små aerosoler, men hurtigst for de mindre aerosoler, og desto hurtigere jo lavere RF er (Stiti et al., 2022). Disse forhold er særligt relevante i ældrepleje og hospitaler, hvor RF ofte er <30% i vintermånederne. Kombinationen af lav RF og høj temperatur vil øge fordampningen fra aerosolerne og derved deres overlevelse, svævetid og spredning i indeluften, hvilket forstærkes ved lavt luftskifte. Kombinationens effekt er imidlertid ikke

entydig, da fordampningen også øger nedbrydningen af virus (Yang et al., 2022), hvis der dannes en høj molær saltkoncentration.

Selvom der stadigvæk er mange ubesvarede spørgsmål om virusaerosolers dynamik og morfologi, er tiden moden til erkendelse af de samlede gavnlige effekter i det optimale midtervinduet på 40-60% RF, nemlig akutte symptomer, komfort og arbejdsproduktivitet og den lavere smitterisiko for influenzavirus. Dertil kommer mere funktionelle luftveje. Samtidig er der behov for en revurdering af ventilationens effekt i forhold til indeluftens fugtighed med hensyn til: i) fortynding og introduktion af tør udeluft (lav AF), ii) de fysiske-kemiske ændringer i virusaerosolers dynamik og morfologi (transport/overlevelse smitteevne) og iii) de fysiologiske virkninger i luftvejene, dels ved indånding men også ved genereringen af virusaerosoler i udåndingsluften.

Konklusion

Et kontrolleret samspil mellem ventilation, indeluftens fugtighed i midterområdet 40-60% RF og temperaturen burde være et naturligt skridt mod forbedret sundhed i luftvejene og derved minimering af diskomfort, akutte symptomer og nedsat arbejdsproduktivitet samt begrænsning af smitterisikoen. Dette bør bekræftes ved kontrollerede interventionsforsøg, hvor ude- og indeluftens indhold af PM og syrer/baser også indgår som parametre.

Yderligere information:

Peder Wolkoff

pwo@nfa.dk

Referencer

Ahlawat A, Wiedensohler A and Mishra S K. *An Overview on the Role of Relative Humidity in Airborne Transmission of SARS-CoV-2 in Indoor Environments*. *Aerosol Air Quality Res* 2020;20: 1856-61.

Alsved M, Nygren D, Thuresson S, Medstrand P, Fraenkel CJ and Löndahl J. *SARS-CoV-2 in Exhaled Aerosol Particles From COVID-19 Cases*

and Its Association With Household Transmission. *Clin Infect Dis* 2022;75:e50-56.

Amaripadath D, Rahif R, Velickovic M and Attia S. *A Systematic Review on the Role of Relative Humidity As an Indoor Thermal Comfort Parameter in Humid Climates*. *J Build Eng* 2023; 68:106039.

Azuma K, Kagi N, Yanagi U, Kim H and Osawa H. *A Longitudinal Study on the Effects of Hygro-Thermal Conditions and Indoor Air Pollutants on Building-Related Symptoms in Office Buildings*. *Indoor Air* 2022;32:e13164.

Bentayeb M, Norbäck D, Bednarek M, Bernard A, Cai G, Cerrai S, Elefthereriu K, Gratiou C, Holst GJ, Lavaud F, Nasilowski J, Sestini P, Viegi G and Annesi-Maessano I. *Indoor Air Quality, Ventilation and Respiratory Health in Elderly Residents Living in Nursing Homes in Europe*. *Eur Respir J* 2015; 45:1228-1238.

Biktasheva IV. *Role of a Habitat's Air Humidity in Covid-19 Mortality*. *Sci Total Environ* 2020;736: 138763.

Bu Y, Ooka R, Kikumoto H and Oh W. *Research on Expiratory Particles in Respiratory Viral Infection and Control Strategies: A Review*. *Sustain Cities Soc* 2021;73:103106.

Byder K, Radke T, Norbäck D, Hitzke C, Imo D, Schwenglenks M, Puhan MA, Dressel H and Mutsch M. *Humidification of Indoor Air for Preventing or Reducing Dryness Symptoms or Upper Respiratory Infections in Educational Settings and at the Workplace (Review)*. *Cochrane Database Syst Rev*, 2021.

Courtney JM and Bax A. *Hydrating the Respiratory Tract: An Alternative Explanation Why Masks Lower Severity of COVID-19 Disease*. *medRxiv*, 2021.

Davidse A and Zare RN. *Effect of Relative Humidity in Air on the Transmission of Respiratory Viruses*. *Mol Front J* 2021;5:5-16.

Davies JF, Price C L, Choczynski J and Kohli RK. *Hygroscopic Growth of Simulated Lung Fluid Aerosol Particles Under Ambient Environmental Conditions*. *ChemComm* 2021;57:3243.

-
- de Crane D'Heysselaer S, Parisi G, Lisson M, Bruyère O, Donneau A-F, Fontaine S, Gillet L, Bureau F, Sarcis G, Thiery E, Ducatez M, Snoeck CJ, Zientara S, Haddad N, Humnlet M-F, Ludwig-Begall LF, Daube G, Thiry D, Misset B, Lambermont B, Tndjaoui-Lambiotte Y, Zahar J-R, Sartor K, Noël C, Saegerman C and Haubruge E. *A Systematic Review of the Key Factors Influencing the Indoor Airborne Spread of SARS-CoV-2*. *Pathogens* 2023;12:382.
- de Mesquita PJB, Delp WW, Chan WR, Bahnfleth W and Singer BC. *Control of Airborne Infectious Disease in Buildings: Evidence and Research Priorities*. *Indoor Air* 2022;32:e12965.
- Donzelli G, Biggeri A, Tobias A and Nottmeyer L N (2022) Role of Meteorological Factors on SARS-Co-2 Infection Incidences in Italy and Spain Before the Vaccination Campaign. A Multi-City Times Series Study. *Environ Res* 2022;211:113134.
- Dragone R, Licciardi G, Grasso G, Del Gaudio C and Chanussot J. *Analysis of the Chemical and Physical Environmental Aspects That Promoted the Spread of SARS-CoV-2 in the Lombard Area*. *Int J Environ Res Pub Health* 18:1226.
- Drossinos Y, Reid JP, Hugentobler W and Stillianakis I. *Challenges of Integrating Aerosol Dynamics into SARS-CoV-2 Transmission Models*. *Aerosol Sci Technol* 2022;56:777-84.
- Dulay MT, Huerta-Aguilar CA, Chamberlayne CF, Zare RN, Davidse A and Vukovic S. *Effect of Relative Humidity on Hydrogen Peroxide Production in Water Droplets*. *QRB Discovery* 2021;2:e8:1-6.
- Edwards DA and Chung KF. *Mouth Breathing, Dry Air, and How Water Permeation Promote Upper Airway Inflammation, Activate Neural Pathways and Disrupt Clearance by Osmotic Stresses in a Water Condensation Layer Above Airway Lining Mucus*. *QRB Discovery* in press. 2023.
- Edwards DA, Norden B, Karnath L, Yaghi O, Roy CJ, Johanson D, Ott M, Brownstein J, Grove J, Tomson G and Friberg P. *Hydration for Clean Air Today*. *Mol Front J* 2021;5:1-4.
- Engineer A, Gualano RJ, Crocker RL, Smith JL, Maizes V, Weil A and Sternberg EM. *An Integrative Health Framework for Wellbeing in the Built Environment*. *Build Environ* 2021:108253.
- Field RD, Moelis N, Salzman J, Bax A, Ausiello D, Woodward SM, Wu X, Dominci F and Edwards D A. *Inhaled Water and Salt Suppress Respiratory Droplet Generation and COVID-19 Incidence and Death on US Coastline*. *Mol Front J* 2021;5.
- French AJ, Longest AK, Pan J, Vikesland PJ, Duggal NK, Marr LC and Lakdawala SS. *Environmental Stability of Enveloped Viruses Is Impacted by Initial Volume and Evaporation Kinetics of Droplets*. *mBio* 2023;14:03452-22.
- George CA, Scheuch G, Seifart U, Inbara LJ, Chandrasingh S, Nair IK, Hickey AJ, Barer MR, Fletcher E, Field RD, Salzman J, Moelis N, Ausiello D and Edwards DA. *COVID-19 Symptoms Are Reduced by Targeted Hydration of the Nose, Larynx and Trachea*. *Sci Rep* 2022;12:4599.
- Groth R, Niazi S, Johnson GR and Ruistovski Z. *Nanomechanics and Morphology of Simulated Respiratory Particles*. *Environ Sci Technol* 2022; 56:10879-10890.
- Guanieri G, Olivieri B, Senna G and Vianello A. *Relative Humidity and Its Impact on the Immune System and Infections*. *Int J Mol Sci* 2023;24:9456.
- Guo L, Yang Z, Wang S, Bai T, Xiang Y and Long E. *Systematic Review of the Effects of Environmental Factors on Virus Inactivation: Implications for Coronavirus Disease 2019*. *Int J Environ Sci Technol* 2021;18:2865-78.
- Hashiguchi N, Tochiyama Y, Takeda A and Yasuyama Y. *Effects of Indoor Summer Dehumidification and Winter Humidification on the Physiological and Subjective Responses of the Elderly*. *J Therm Biol* 2023;111:103390.
- Horve PF, Dietz L, Fretz M, Constant DA, Wilkes A, Townes JM, Martindale RG, Messer WB and van Den Wymelenberg K. *Identification of SARS-CoV-2 in Healthcare Heating, Ventilation, and Air Conditioning Units*. *Indoor Air* 2021;31:12898.
- Huang D, Taha M, Nocera AL, Workman AD, Amiji MM and Bleier BS. *Cold Exposure Impairs Extracellular Vesicle Swarm-Mediated Nasal Antiviral Immunity*. *J Allergy Clin Immunol* 2023; 151:509-525.
- Hugentobler W. *Human airways in context with indoor and outdoor climate. Technical specification of human nose*. Cao G, Holøs SB, Kim MK and
-

Schild PG. [Proc 17th Int Conf Healthy Buildings Europe 21-23 June 2021], 394-403. 2022. Oslo, SINTEF Academic Press.

Ijaz MK, Brunner AH, Sattar SA, Nair RC and Johnson-Lussenburg CM. *Survival Characteristics of Airborne Human Coronavirus 229E*. J Gen Virol 1985;66:2743-48.

Jarvis MC. *Drying of Virus-Containing Particles: Modelling Effects of Droplet Origin and Composition*. J Environ Health Sci Eng 2021;19:1987-96.

Jensen KR, Jensen RL, Justesen RO, and Bergsøe NC. *Investigation on moisture and indoor environment in eight Danish houses*. Vinha J, Piironen J and Salminen K. 3, 1127-1134. 2011. Tampere, Tampere Univ Press. Proc 9th Nordic Symposium on Building Physics.

Jones ER, Laurent JGC, Young AS, Coull BA, Spengler JD and Allen JG. *Indoor Humidity Levels and Associations With Reported Symptoms in Office Buildings*. Indoor Air 2022;32:e12961.

Keetels GH, Goodderis L and van de Wiel JH. *Associative Evidence for the Potential of Humidification As a Non-Pharmaceutical Intervention for Influenza and SARS-Co-2 Transmission*. J Exp Sci Env Epidemiol 2022;32:720-26.

Kelly SJ, Martinsen P and Tatkov S. *Rapid Changes in Mucociliary Transport in the Tracheal Epithelium Caused by Unconditioned Room Air or Nebulized Hypertonic Saline and Manitol Are Not Determined by Frequency of Beating Cilia*. Intensive Care Med Exp 2021;9:8:1-14.

Klein LK, Luo B, Bluvshstein N, Krieger UK, Schaub A, Glas I, David SC, Violaki K, Motos G, Pohl MO, Hugentobler W, Nenes A, Stertz S, Peter T and Kohn T. *Expiratory Aerosol PH Is Determined by Indoor Room Trace Gases and Particle Size*. PNAS 2022;119:e2212140119.

Kudo E, Song E, Yockey LJ, Rakib T, Wong PW, Homer RJ and Iwasaki A. *Low Ambient Humidity Impairs Barrier Function and Innate Resistance Against Influenza Infection*. PNAS 2019;116:10905-910.

Kwak D-B, Fischer HD and Pui DYH. *Saliva Droplet Evaporation Experiment and Simple Correlation of Evaporation-Falling Curve Under*

Different Temperatures and RH. Aerosol Air Quality Res 2023;23:220409.

Lei H, Yang M, Dong Z, Hu K, Chen T, Yang L, Zhang N, Duan X, Yang S, Wang D, Shu Y and Li Y. *Indoor Relative Humidity Shapes Influenza Seasonality in Temperate and Subtropical Climates in China*. Int J Infect Dis 2023;126:54-63.

Liu C, Zhang Y, Sun L, Gao W, Jing X and Ye W. *Influence of Indoor Air Temperature and Relative Humidity on Learning Performance of Undergraduates*. Case Stud Therm Engineering 2021;28:101458.

Liu L, Wei J, Li Y and Ooi A. *Evaporation and Dispersion of Respiratory Droplets From Coughing*. Indoor Air 2017;27:179-190.

Liu Y, Liu J, Chen F, Shamsi BH, Wang Q, Jiao F, Qiao Y and Shi Y. *Impact of Meteorological Factors on Lower Respiratory Tract Infections in Children*. J Int Med Res 2016;44:30-41.

Link: [Absolute Humidity Calculator \(calctool.org\)](https://calctool.org/Absolute-Humidity-Calculator)

Löndahl J and Alsvéd M. *Abrupt Decreases in Infectivity of SARS-CoV-2 in Aerosols*. PNAS 2022;119:e2208742119.

Luo B, Schaub A, Glas I, Klein LK, David SC, Bluvshstein N, Violaki K, Motos G, Pohl MO, Hugentobler W, Nenes A, Krieger UK, Stertz S, Peter T and Kohn T. *Expiratory Aerosol PH: The Overlooked Driver of Airborne Virus Inactivation*. Environ Sci Technol 2023;57:486-97.

Ma X, Liu H, Zhang Z and Li Y. *How Does Indoor Physical Environment Differentially Affect Learning Performance in Various Class Rooms*. Build Environ 2023;234:110189.

Marr LC, Tang JW, Van Mullekom J and Lakdawala SS. *Mechanistic Insights into the Effect of Humidity on Airborne Influenza Survival, Transmission, and Incidence*. J R Soc Interface 2019;16:20180298.

Mecenas P, da Rosa Moreira Bastos RT, Vallinoto ACR and Normanso D. *Effects of Temperature and Humidity on the Spread of COVID-19: A Systematic Review*. PLoS ONE 2020;15:e0238339.

Mehrgardi MA, Mofidfar M and Zare RN. *Sprayed Water Microdroplets Are Able to Generate*

Hydrogen Peroxide Spontaneously. J Am Chem Soc 2022;144:7606-09.

Merghani KMM, Sagot B, Gehin E, Da G and Motzkus C. *A Review on the Applied Techniques of Exhaled Airflow and Droplets Characterization*. Indoor Air 2021;31:7-25.

Morawska L. *Droplet Fate in Indoor Environments, or Can We Prevent the Spread of Infection?* Indoor Air 2006;16:335-347.

Morawska L et al. *How Can Airborne Transmission of COVID-19 Indoors Be Minimised?* Environ Int 2020;142:105832.

Moriyama M, Hugentobler WJ and Iwasaki A. *Seasonality of Respiratory Viral Infections*. Annu Rev Virol 2020;7:2.1-2.19.

Nazaroff WW and Weschler CJ. *Indoor Acids and Bases*. Indoor Air 2020;30:559-644.

Niazi S, Groth R, Cravigan L, He C, Tang JW, Spann K and Johnson G. *Susceptibility of an Airborne Common Cold Virus to Relative Humidity*. Environ Sci Technol 2021a;55:499-508.

Niazi S, Groth R, Spann K and Johnson GR. *The Role of Respiratory Droplet Physicochemistry in Limiting and Promoting the Airborne Transmission of Human Coronaviruses: A Critical Review*. Environ Pollut 2021b;276:115767.

Niazi S, Short KR, Groth R, Cravigan L, Spann K, Ristovski Z and Johnson GR. *Humidity-Dependent Survival of an Airborne Influenza A Virus: Practical Implications for Controlling Airborne Viruses*. Environ Sci Technol Lett 2021c;8:5.

Nienaber F, Rewitz K and Müller D. *Einfluss der Luftfeuchte auf den Menschen und seine Gesundheit*. RWTH-2021-01238, 2021;1-36. Aachen, Germany, RWTH Aachen University, E.ON Energy Research Center.

Oswin HP, Haddrell AE, Otero-Fernandez M, Mann JFS, Cogan TA, Hilditch TG, Tian J, Hardy D, Hill DJ, Finn A, Davidson AD and Reid JA. *Reply to Klein Et Al.: The Importance of Aerosol PH for Airborne Respiratory Virus Transmission*. PNAS 2022a;119:e2212556119.

Oswin HP, Haddrell AE, Otero-Fernandez M, Mann JFS, Cogan TA, Hilditch TG, Tian J, Hardy DA, Hill DJ, Finn A, Davidson AD and Reid JP.

The Dynamics of SARS-CoV-2 Infectivity With Changes in Aerosol Microenvironments. PNAS 2022b;119:e2200109119.

Pal R, Sarkar S and Mukhopadhyay A. *Influence of Ambient Conditions on Evaporation and Transport of Respiratory Droplets in Indoor Environment*. Int Comm Heat Mass Trans 2021;129:105750.

Parhizkar H, Dietz L, Olsen-Martinez A, Horve P F, Barnatan L, Northcutt D and van Den Wymelenberg K. *Quantifying Environmental Mitigation of Aerosol Viral Load in a Controlled Chamber With Participants Diagnosed With COVID-19*. Clin Infect Dis 2022;75:e74-e184.

Pease LF, Wang N, Salsbury TI, Underhill RM, Flaherty JE, Vlachokostas A, Kulkarni G and James DP. *Investigation of Potential Aerosol Transmission and Infectivity of SARS-CoV-2 Through Ventilation Systems*. Build Environ 2021; 197:107633.

Pejtersen J, Allerman L, Kristensen TS and Poulsen OM. *Indoor Climate, Psychosocial Work Environment and Symptoms in Open-Plan Offices*. Indoor Air 2006;16:392-401.

Peters A, Parneix P, Otter J and Pittet D. *Putting Some Context to the Aerosolization Debate Around SARS-CoV-2*. J Hosp Infect 2020;105:381-382.

Psomas T, Teli D, Langer S, Wahlgren P and Wargocki P. *Indoor Humidity of Dwellings and Association With Building Characteristics, Behaviors and Health in a Northern Climate*. Build Environ 2021;198:107885.

Quinn J and Shaman J. *Indoor Temperature and Humidity in New York City Apartments During Winter*. Sci Total Environ 2017;583:29-35.

Quraishi SA, Berra L and Nozari A. *Indoor Temperature and Humidity in Hospitals: Workplace Considerations During the Novel Coronavirus Pandemic*. Occup Environ Med 2020;77:508.

Ram K, Thakur RC, Singh DK, Kawamura K, Shimouchi A, Sekine Y, Nishimura H, Pavuluri C M, Singh RS and Tripathi SN. *Why Airborne Transmission Hasn't Been Conclusive in Case of COVID-19? An Atmospheric Science Perspective*. Sci Total Environ 2021;773:145525.

Razjouyan J, DeBakey E, Lee H, Gilligan B, Lindberg C, Nguyen H, Canada K, Burton A,

-
- Sharafkhaneh A, Srinivasan K, Currim F, Ram S, Mehl MR, Goebel N, Lunden M, Bhangar S, Heerwagen J, Kampschoer K, Sternberg EM and Najafi B. *Wellbuilt for Wellbeing: Controlling Relative Humidity in the Workplace Matters for Our Health*. Indoor Air 2020;30:167-179.
- Reiman JM, Das B, Sindberg GM, Urban MD, Hammerlund MEM, Lee HB, Spring KM, Lyman-Gingerich J, Generous AR, Koep TH, Ewing K, Lilja P, Enders FT, Ekker SC, Huskins WC, Fadel HJ and Pierret C. *Humidity As a Non-Pharmaceutical Intervention for Influenza A*. PLoS ONE 2018;13:e0204337:1-15.
- Skoog J. *Relative Air Humidity in Hospital Wards - User Perception and Technical Consequences*. Indoor Built Environ 2006;15:93-97.
- Starke KR, Mauer R, Karskens E, Pretzsch A, Reissig D, Nienhaus A, Seidler A L and Seidler A. *The Effect of Ambient Environmental Conditions on COVID-19 Mortality: A Systematic Review*. Int J Environ Health Res 2021;18:6665.
- Stiti M, Castanet G, Corber A, Alden M and Berrocal E. *Transition From Saliva Droplets to Solid Aerosols in the Context of COVID-19 Spreading*. Environ Res 2022;204:112072.
- Tang JW, Bahnfleth W, Bluysen PM, Buonanno G, Jimenez JL, Kurnitski J, Li Y, Miller S, Sekhar C, Morawska L, Marr LC, Melikov AK, Nazaroff WW, Nielsen PV, Tellier R, Wargocki P and Dancer SJ. *Dismantling Myths on the Airborne Transmission of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus-2 (SARS-CoV-2)*. J Hosp Infect 2021;110:89-96.
- Trancossi M, Carli C, Cannistraro G, Pascoa J and Sharma S. *Could Thermodynamics and Heat and Mass Transfer Research Produce a Fundamental Step Advance Toward and Significant Reduction of SARS-COV-2 Spread?* Int J Heat mass Trans 2021; 170:120983.
- Van Breest MRRS, Arpino F, Hlinka O, Sauret E, van Beest N R T P, Humphries R S, Buonanno G, Morawska L, Governatori G and Motta N. *Influence of Indoor Airflow on Particle Spread of a Single Breath and Cough in Enclosures: Does Opening a Window Really 'Help'?* Atmos Pollut Res 2022;13:101473.
- Vejerano EP and Marr LC. *Physical-Chemical Characteristics of Evaporating Respiratory Fluid Droplets*. J R Soc Interface 2018;15:20170939.
- Verheyen CA and Bouroulba L. *Associations Between Indoor Relative Humidity and Global COVID-19 Outcomes*. J R Soc Interface 2022;19: 20210865.
- Walker JS, Archer J, Gregson FKA, Michel SES, Bzdek BR and Reid JP. *Accurate Representations of the Microphysical Processes Occurring During the Transport of Exhaled Aerosols and Droplets*. ACS Cent Sci 2021;7:200-207.
- Wang CC, Prather KA, Sznitman J, Jimenez JL, Lakdawala SS, Tufekci Z and Marr LC. *Airborne Transmission of Respiratory Viruses*. Science 2021; 373:eabd9149.
- Ward MP, Xiao S and Zhang Z. *Humidity Is a Consistent Climatic Factor Contributing to SARS-Cov-2 Transmission*. Transbound Emerg Dis 2020; 67:3069-74.
- Wei J and Li Y. *Enhanced Spread of Expiratory Droplets by Turbulence in a Cough Jet*. Build Environ 2015;93:86-96.
- Wei J and Li Y. *Airborne Spread of Infectious Agents in the Indoor Environment*. Am J Infect Cont 2016;44:S102-S108.
- Wolkoff P. *Indoor Air Humidity, Air Quality, and Health - An Overview*. Int J Hyg Environ Health 2018a221:376-390.
- Wolkoff P. *The Mystery of Dry Indoor Air - An Overview*. Environ Int 2018b;121:1058-65.
- Wolkoff P. *Dry Eye Symptoms in Offices and Deteriorated Work Performance - A Perspective*. Build Environ 2020;172:106704.
- Wolkoff P, Azuma K and Carrer P. *Health, Work Performance, and Risk of Infection in Office-Like Environments: The Role of Indoor Temperature, Air Humidity, and Ventilation*. Int J Hyg Environ Health 2021;233:113709.
- Yang Z, Wang Q, Zhao L and Long E (2022) *Decay Characteristics of Aerosolized Viruses in the Air and Control Strategy of Thermal and Humid Environment for Epidemic Prevention*. Indoor Built Environ 2022;31:1287-1306.
- Zhang L, Li S, Wang B, Liu C, He L, Shan X, Zhang K and Luo B. *Effects of Dust Event Days on Influenza: Evidence From Arid Environments in Lanzhou*. Aerosol Air Quality Res 22:220282.
-

Abstracts fra aflyst temadag den 24. maj 2023

Temadagen med titlen ”Energikrise og sundhed” måtte desværre aflyses pga. manglende tilslutning. For to af foredragene forelå allerede abstracts, som vi, med forfatternes tilladelse, har valgt at bringe, da de indeholder væsentlig information af almen interesse.

Danskernes boligmiljø i 2021 og udviklingen siden 2000

Af Stine Kloster, Sofie Rossen Møller, Michael Davidsen, Annette Kjær Ersbøll, Lars Gunnarsen, Niss Skov Nielsen og Anne Illemann Christensen.*

**Statens Institut for Folkesundhed, SDU.*

stkl@sdu.dk

Baggrund/formål: De fleste danskere tilbringer en stor del af deres tid i deres egen bolig. I kraft af dette spiller boligmiljøet en betydelig rolle for sundhed og velbefindende i hverdagen. I rapporten beskrives forekomsten og fordelingen af de vigtigste boligmiljøfaktorer i år 2021 samt udviklingen siden år 2000.

Metode: Rapporten bygger på resultater fra Sundheds og Sygelighedsundersøgelsen (SUSY) i år 2000 (n=16.688) og 2021 (n=11.346), som havde et særligt fokus på boligmiljø. Endvidere er der indhentet oplysninger om eksempelvis boligtype og andre boligkarakteristika fra Bygnings- og Boligregisteret. Svarprocenten var henholdsvis 74,2 % og 45,4 % i år 2000 og 2021. Resultaterne er vægtet for non-response vha. vægte beregnet af Danmarks Statistik.

Resultater: I rapporten præsenteres en lang række resultater indenfor temaerne: Boligens karakteristika, boligforhold, adfærd i boligen og gener i boligen. I det følgende præsenteres få udvalgte resultater.

Andelen af personer, der bruger kakkelovn, brændeovn og pejs som opvarmingskilde i boligen, er faldet fra 24,4 % i 2000 til 20,6 % i 2021.

I perioden fra 2000 til 2021 er der sket en stigning i andelen af personer, der har én eller flere af følgende ventilationsmuligheder: et vindue eller en dør ud til det fri i badeværelset, en udluftningsventil eller åbning i væg, vindue, loft eller vinduesramme i badeværelset samt en emhætte over komfuret. Disse øgede muligheder for ventilation er sket i alle boligtyper.

Andelen af personer, der har fugtskjolder eller mugpletter på vægge, lofter eller gulve er faldet fra 2000 (17,7 %) til 2021 (13,8 %).

Der ses generelt et fald i andelen af personer, der sørger for ventilation og udluftning i deres bolig. For eksempel ses et fald i andelen af personer, der dagligt eller næsten dagligt lugter ud, fra 91,7 % til 84,0 %. Ligeledes er der sket et fald i andelen, der dagligt eller næsten dagligt bruger deres emhætte i forbindelse med madlavning, eller som sørger for ekstra ventilation eller udluftning i forbindelse med badning.

Overordnet er der sket en stigning i andelen af personer, der oplever gener fra indeklimaet i deres bolig. For eksempel oplever 25,3 % at være generet af for høje eller lave temperaturer i 2021, mens den tilsvarende andel er 6,0 % i 2000. Der er ligeledes sket en stigning i andelen, der oplever støjgener fra trafik- og nabostøj, og flere oplever også lugtgener på grund af naboens aktiviteter og brændeovne i kvarteret. Omvendt oplever færre at være generet af tobaksrøg i deres bolig (15,4 % i 2000 vs. 3,8 % i 2021).

Andelen af personer, der støvsuger mindst én gang ugentligt, er uændret fra 2000 til 2021, mens der er en mindre andel, der vasker gulv ugentligt.

Konklusion: Resultaterne danner et overblik over danskernes boligmiljø i 2021 og hvordan

det har udviklet sig siden år 2000. Resultaterne viser, hvilke boligmiljøproblemer, som er mest udbredt, og hvordan de er steget og faldet hen over tid og kan bruges til at identificere grupper, der er særligt udsatte i deres hverdag.

Projektet er støttet af Realdania.

Reference:

Kloster S, Møller SR, Davidsen M, Ersbøll AE, Gunnarsen L, Nielsen NS og Christensen AI. *Danskernes Boligmiljø i 2021 og udviklingen siden 2000*. 2022, Syddansk Universitet. Statens Institut for Folkesundhed.

https://www.sdu.dk/da/sif/rapporter/2022/danskernes_boligmiljoe

Skimmelsvampe i bygninger – regulering og forebyggelse

Af Casper Hillestrøm Pold, Social- og Boligstyrelsen og Pierre Viala, Styrelsen for Patientsikkerhed

piov@stps.dk

caspol@sbst.dk

Ophold i bygninger med vedvarende fugt og skimmelsvampevækst kan medføre helbredsproblemer af forskellig karakter. Forekomst af fugt og skimmelsvampe i bygninger er tæt forbundne, og det er i praksis svært at adskille hvilke symptomer, der skyldes skimmelsvamp og hvilke, der skyldes fugt alene.

Der er til gengæld stærk evidens for, at ophold i bygninger, hvor der forekommer fugt samt vækst af skimmelsvampe, er associeret med visse helbredsproblemer:

- Ophold i bygninger med fugt og skimmelsvampevækst er associeret til indeklima-symptomer (for eksempel irritation i øjne, næse, svælg, hovedpine og træthed). Disse symptomer er kendetegnet ved, at de forsvinder, når eksponeringen ophører.
- Derudover er eksponering for fugt og skimmelsvampe associeret til øvre og nedre luftvejssymptomer, udvikling og forværring af astma samt høfeber. Især er der stærk evidens for at børn, der eksponeres for fugt og skimmelsvampe indendørs, har højere

risiko for at udvikle astma samt at opleve en forværring af astma.

Fugt- og skimmelsvampevækst i bygninger er som udgangspunkt ikke akut skadelig, men kan ved en længere eksponering medføre sygdom. Det er ikke muligt at angive grænseværdier for, hvornår væksten er sundhedsskadelig. Udgangspunktet bør altid være, at forholdene skal bringes i orden for at undgå en unødigt eksponering for indendørs fugt og skimmelsvampe og derved reducere risikoen for udvikling af hertil relateret sygdom. Styrelsen for Patientsikkerhed arbejder aktuelt med opdatering af vejledningen fra 2009 om ”Personers ophold i bygninger med fugt og skimmelsvamp”, hvor der blandt andet oprindes sundhedsfaglige anbefalinger i forhold til personers ophold i boliger og institutioner.

I forbindelse med en skimmelsvampesag vil en række forskellige aktører kunne blive involveret. Det kan for eksempel være tale om bygningsejer, tekniske rådgivere, kommunen, praktiserende læge, andre speciallæger, Arbejdstilsynet, Styrelsen for Patientsikkerhed eller Social- og Boligstyrelsen.

Som udgangspunkt har udlejer/ejer ansvar for, at deres ejendom ikke er sundhedsfarlig for personer, der opholder sig i den. Udlejer/ejer skal undersøge forholdet nærmere, hvis lejer henvender sig med mistanke om problemer med fugt og vækst af skimmelsvamp i bygningen.

I nogle situationer kan kommunen inddrages i sagen. Kommunens behandling af sager om fugt og vækst af skimmelsvamp i boliger og opholdsrum er reguleret i Byfornyelsesloven, Byggesloven og Almenboligloven. Kommunen skal føre tilsyn med ejendomme for blandt andet at sikre, at brug af boliger og opholdsrum ikke udgør en sundhedsfare.

Kommunen kan indhente sundhedsfaglig rådgivning hos Styrelsen for Patientsikkerhed omkring sundhedsrisiko, eventuel sundhedsfare i den konkrete sag. Ligeledes kan kommunen søge rådgivning hos Social- og

Boligstyrelsen ved spørgsmål vedrørende lovgivning på området.

Vurderingen af, hvorvidt ophold i en bygning med fugt og skimmelsvamp udgør en sundhedsrisiko eller sundhedsfare, har betydning for kommunernes handlemuligheder, herunder mulighed for påbud om udbedrende foranstaltninger, fastsættelse af tidsfrister samt beslutning om kondemnering. Sagsgangen om kommunens handlepligt er beskrevet i vejledning nr. 47/2008 fra Social-, Bolig- og Ældreministeriet om kommunernes mulighed for at gribe ind overfor fugt og skimmelsvamp i boliger og opholdsrum.

I tilfælde, hvor de eksponerede borgere oplever symptomer, vil der ofte ske en udredning ved praktiserende læge, alternativt ved andre speciallæger. Ved helbredsproblemer relateret til en udsættelse for fugt og skimmelsvamp i en bygning vil bygningens tilstand som udgangspunkt vurderes at udgøre en nærliggende sundhedsfare.



Billedtekst: Ulla Vogel og hendes officielle vært ved arrangementet, Joakim Pagels (Lunds Tekniske Højskole, Lunds Universitet). Fotograf: Jessica Wadin.

Ulla Vogel er udnævnt til æresdoktor

Professor i toksikologi ved Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø og formand for Sundhedsstyrelsens udvalg for miljø og sundhed Ulla Vogel er blevet udnævnt til æresdoktor ved Lunds Universitet.

I Lunds promoveringstekst fremhæves Ulla Vogel som en internationalt ledende forsker i helbreds-effekter af indånding af partikler med fokus på cancer, hjerte-kar-sygdomme og reproduktion. Som leder af det danske Center for Nanosikkerhed med fokus på sikker anvendelse af nanopartikler og nanomaterialer var Ulla Vogel medlem i Scientific Advisory Board for NanoLund 2017-2022. Doktoranden fremhæves også som et forbillede, når det drejer sig om at sprede og implementere ny forskning, som anvendes i rådgivningen af bla. Arbejdstilsynet. En rådgivning, der eksempelvis har ført til nye grænseværdier for asbest, dieseludstødningspartikler og krom6 i arbejdsmiljøet.

Det fremhæves også, at Ulla Vogel har været taler ved mange workshops og seminarer ved Lunds Universitet og har deltaget i flere tværvideenskabelige forskningsprojekter ved Lunds Tekniske Højskole, som hun aktuelt samarbejder med i EU-projekterne HARMLESS og NanoPass.

Om selve dagen siger doktoranden ”Jeg havde en fantastisk dag. Det var en 4-timers seance i Lund Domkirke på latin, og der blev affyret en kanonsalut, da promotor satte doktorhatten på mit hoved”.

Stort til lykke til Ulla.

Hilde Balling

Artikler med open access maj-august 2023 samt aktuelle rapporter

Maj

Antibiotikaresistens

Jimenez CEP, Keestra S, Tandon P, Cumming O, Pickering AJ, Moodley A, Chandler CIR. *Biosecurity and water, sanitation, and hygiene (WASH) interventions in animal agricultural settings for reducing infection burden, antibiotic use, and antibiotic resistance: a One Health systematic review.* Review Lancet Planet Health 2023 May;7(5):e418-e434. doi: 10.1016/S2542-5196(23)00049-9. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37164518/>

Su H, Xia T, Xu W, Hu X, Xu Y, Wen G, Cao Y. *Temporal variations, distribution, and dissemination of antibiotic resistance genes and changes of bacterial communities in a biofloc-based zero-water-exchange mariculture system.* Ecotoxicol Environ Saf 2023 May; 256:114904. doi: 10.1016/j.ecoenv.2023.114904 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37054468/>

Tuvo B, Scarpaci M, Bracaloni X, Esposito E, Costa AL, Ioppolo M, Casini B. *Microplastics and Antibiotic Resistance: The Magnitude of the Problem and the Emerging Role of Hospital Wastewater.* Review Int J Environ Res Public Health 2023 May 18;20(10):5868. doi: 10.3390/ijerph20105868. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37239594/>

Wang Q, Liu C, Sun S, Yang G, Luo J, Wang N, Chen B, Wang L. *Enhance antibiotic resistance and human health risks in aerosols during the COVID-19 pandemic.* Sci Total Environ 2023 May 1;871:162035. doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.162035. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36754321/>

Arbejds miljø

Santurtún A, Shaman J. *Work accidents, climate change and COVID-19.* Review Sci Total Environ 2023 May 1;871:162129. doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.162129. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9911145/>

Yun S, Zhong S, Alavi HS, Alahi A, Licina D. *Proxy methods for detection of inhalation exposure in simulated office environments.* J Expo Sci Environ Epidemiol.2023 May;33(3):396-406. doi: 10.1038/s41370-022-00495-w. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36347935/>

Indeklima

Burdon J, Budnik LT, Baur X et al. *Health consequences of exposure to aircraft contaminated air and fume events: a narrative review and medical protocol for the investigation of exposed aircrew and passengers.* Environ Health 2023 May 16;22(1):43. doi: 10.1186/s12940-023-00987-8. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37194087/>

Guarnieri G, Olivieri B, Senna G, Vianello A. *Relative Humidity and Its Impact on the Immune System and Infections.* Review Int J Mol Sci. 2023 May 29;24(11):9456. doi: 10.3390/ijms24119456. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37298409/>

Jin S, Zhong L, Zhang X, Li X, Li B, Fang X. *Indoor Volatile Organic Compounds: Concentration Characteristics and Health Risk Analysis on a University Campus*. Int J Environ Res Public Health 2023 May 16;20(10):5829. doi: 10.3390/ijerph20105829.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37239556/>

Klausen FB, Amidi A, Kjærgaard SK, Schlünssen V, Ravn P, Østergaard K, Gutzke VH, Glasius M, Grønberg TK, Hansen SN, Zachariae R, Wargocki P, Sigsgaard T. *The effect of air quality on sleep and cognitive performance in school children aged 10-12 years: a double-blinded, placebo-controlled, crossover trial*. Randomized Controlled Trial. Int J Occup Med Environ Health 2023 May 23;36(2):177-191. doi: 10.13075/ijomeh.1896.02032.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36861764/>

Mazoterias-Pardo V, Losa-Iglesias ME, Casado-Hernández I et al. *Indoor air quality in a training centre used for sports practice*. PeerJ 2023 May 1;11:e15298. doi: 10.7717/peerj.15298. eCollection 2023.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10158773/>

O'Brien S, Rauert C, Ribeiro F et al. *There's something in the air: A review of sources, prevalence and behaviour of microplastics in the atmosphere*. Review Sci Total Environ 2023 May 20;874:162193. doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.162193.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36828069/>

Park YM, Chavez D, Sousan S, Figueroa-Bernal N, Alvarez JR, Rocha-Peralta J. *Personal exposure monitoring using GPS-enabled portable air pollution sensors: A strategy to promote citizen awareness and behavioral changes regarding indoor and outdoor air pollution*. J Expo Sci Environ Epidemiol 2023 May;33(3):347-357. doi: 10.1038/s41370-022-00515-9.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36513791/>

Rufo JC, Annesi-Maesano I, Carreiro-Martins P, Moreira A, Sousa AC, Pastorinho MR, Neuparth N, Tabora-Barata L. *Issue 2 - "Update on adverse respiratory effects of indoor air pollution" Part 1): Indoor air pollution and respiratory diseases: A general update and a Portuguese perspective*. Review Pulmonology 2023 May 23;S2531-0437(23)00085-5. doi: 10.1016/j.pulmoe.2023.03.006.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37230882/>

Ruiz-Jimenez J, Raskala S, Tanskanen V, Aattela E, Salkinoja-Salonen M, Hartonen K, Riekkola M-L. *Evaluation of VOCs from fungal strains, building insulation materials and indoor air by solid phase microextraction arrow, thermal desorption-gas chromatography-mass spectrometry and machine learning approaches*. Environ Res 2023 May 1;224:115494. doi: 10.1016/j.envres.2023.115494.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36804318/>

Sarno G, Stanisci I, Maio S, Williams S, Ming KE, Diaz SG, Ponte EV, Lan LTT, Soronbaev T, Behera D, Tagliaferro S, Baldacci S, Viegi G. *Issue 2 - "Update on adverse respiratory effects of indoor air pollution". Part 2): Indoor air pollution and respiratory diseases: Perspectives from Italy and some other GARD countries*. Review Pulmonology 2023 May 19;S2531-0437(23)00083-1. doi: 10.1016/j.pulmoe.2023.03.007.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37211526/>

Toyoda A, Shibata Y, Matsuo Y et al. *Diversity and compositional differences of the airborne microbiome in a biophilic indoor environment*. *Sci Rep* 2023 May 20;13(1):8179. doi: 10.1038/s41598-023-34928-9.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37210416/>

Zhu L, Hajeb P, Fauser P, Vorkamp K. *Endocrine disrupting chemicals in indoor dust: A review of temporal and spatial trends, and human exposure*. *Review Sci Total Environ* 2023 May 20;874:162374. doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.162374.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36828075/>

Kemiske stoffer

Arnold WA, Blum A, Branyan J et al. *Quaternary Ammonium Compounds: A Chemical Class of Emerging Concern Review*. *Environ Sci Technol* 2023 May 23;57(20):7645-7665. doi: 10.1021/acs.est.2c08244.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37157132/>

Cardoso IMF, da Silva LP, da Silva JCGE. *Nanomaterial-Based Advanced Oxidation/Reduction Processes for the Degradation of PFAS*. *Nanomaterials (Basel)* 2023 May 18;13(10):1668. doi: 10.3390/nano13101668.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37242085/>

Castiello F, Suárez B, Gómez-Vida J, Torrent M, Fernández MF, Olea N, Freire C. *Exposure to non-persistent pesticides and sexual maturation of Spanish adolescent males*. *Chemosphere* 2023 May;324:138350. doi: 10.1016/j.chemosphere.2023.138350.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36907483/>

Dolce A, Torre SD. *Sex, Nutrition, and NAFLD: Relevance of Environmental Pollution*. *Review Nutrients* 2023 May 16;15(10):2335. doi: 10.3390/nu15102335.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37242221/>

Dutta S, Sengupta P, Bagchi S, Chhikara BS, Pavlík A, Sláma P, Roychoudhury S. *Reproductive toxicity of combined effects of endocrine disruptors on human reproduction*. *Review Front Cell Dev Biol* 2023 May 12;11:1162015. doi: 10.3389/fcell.2023.1162015.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37250900/>

Escher BI, Altenburger R, Blüher M et al. *Modernizing persistence-bioaccumulation-toxicity (PBT) assessment with high throughput animal-free methods*. *Arch Toxicol* 2023 May;97(5):1267-1283. doi: 10.1007/s00204-023-03485-5.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36952002/>

Jiang W, Ding K, Huang W, Xu F, Lei M, Yue R. *Potential effects of bisphenol A on diabetes mellitus and its chronic complications: A narrative review*. *Review Heliyon* 2023 May 17;9(5):e16340. doi:10.1016/j.heliyon.2023.e16340.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37251906/>

Jorgensen A, Svingen T, Miles H, Chetty T, Stukenborg J-B, Mitchell RT. *Environmental Impacts on Male Reproductive Development: Lessons from Experimental Models*. *Review Horm Res Paediatr* 2023;96(2):190-206. doi: 10.1159/000519964.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34607330/>

Khalil WJ, Akeblersane M, Khan AS, Moin ASM, Butler AE. *Environmental Pollution and the Risk of Developing Metabolic Disorders: Obesity and Diabetes*. Review Int J Mol Sci 2023 May 17;24(10):8870. doi: 10.3390/ijms24108870.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37240215/>

Lee Y, Cho J, Sohn J, Kim C. *Health Effects of Microplastic Exposures: Current Issues and Perspectives in South Korea*. Review Yonsei Med J 2023 May;64(5):301-308.

doi: 10.3349/ymj.2023.0048.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37114632/>

Lei R, Xue B, Tian X, Liu C, Li Y, Zheng J, Luo B. *The association between endocrine disrupting chemicals and MAFLD: Evidence from NHANES survey*. The association between endocrine disrupting chemicals and MAFLD: Evidence from NHANES survey. Ecotoxicol Environ Saf 2023 May;256:114836. doi: 10.1016/j.ecoenv.2023.114836.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37001192/>

Liu B, Zhu L, Wang M, Sun Q. *Associations between Per- and Polyfluoroalkyl Substances Exposures and Blood Lipid Levels among Adults - A Meta-Analysis*. Environ Health Perspect 2023 May;131(5):56001. doi: 10.1289/EHP11840.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37141244/>

Mahfouz M, Harmouche-Karaki M, Matta J et al. *Maternal Serum, Cord and Human Milk Levels of Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS), Association with Predictors and Effect on Newborn Anthropometry*. Toxics 2023 May 14;11(5):455. doi: 10.3390/toxics11050455.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37235269/>

McAdam J, Bell EM. *Determinants of maternal and neonatal PFAS concentrations: a review*. Review Environ Health 2023 May 10;22(1):41. doi: 10.1186/s12940-023-00992-x.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37161484/>

Mikkonen AT, Martin J, Upton RN et al. *Spatio-temporal trends in livestock exposure to per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) inform risk assessment and management measures*. Environ Res 2023 May 15;225:115518. doi: 10.1016/j.envres.2023.115518.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36841522/>

Müller ML, Busch AS, Ljubcic ML, Upners EN, Fischer MB, Hagen CP, Albrethsen J, Frederiksen H, Juul A, Andersson A-M. *Urinary concentration of phthalates and bisphenol A during minipuberty is associated with reproductive hormone concentrations in infant boys*. Int J Hyg Environ Health 2023 May;250:114166. doi: 10.1016/j.ijheh.2023.114166.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37058994/>

Thomsen AH, Gaml-Sørensen A, Brix N, Tøttenborg SS, Hougaard KS, Ernst A, Arendt LH, Toft G, Bonde JP, Ramlau-Hansen CH. *Maternal alcohol intake in early pregnancy and biomarkers of fecundity in adult sons: A cohort study*. Reprod Toxicol 2023 May 20;119:108396.

doi: 10.1016/j.reprotox.2023.108396

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37217037/>

Wang Y, Howe C, Gallagher LG et al. *Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS) Mixture during Pregnancy and Postpartum Weight Retention in the New Hampshire Birth Cohort Study (NHBCS)*. *Toxics* 2023 May 10;11(5):450. doi: 10.3390/toxics11050450.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37235264/>

Luftforurening

Ebelt ST, D'Souza RR, Yu H, Scovronick N, Moss S, Chang HH. *Monitoring vs. modeled exposure data in time-series studies of ambient air pollution and acute health*. *J Expo Sci Environ Epidemiol* 2023 May;33(3):377-385. doi: 10.1038/s41370-022-00446-5.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35595966/>

Mamić L, Gašparović M, Kaplan G. *Developing PM2.5 and PM10 prediction models on a national and regional scale using open-source remote sensing data*. *Environ Monit Assess* 2023 May 6;195(6):644. doi: 10.1007/s10661-023-11212-x.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37149506/>

Pedersen M, Liu S, Zhang J, Andersen ZJ, Brandt J, Budtz-Jørgensen E, Bønnelykke K, Frohn LM, Andersen A-MN, Ketzler M, Khan J, Stayner L, Brunekreef B, Loft S. *Early-Life Exposure to Ambient Air Pollution from Multiple Sources and Asthma Incidence in Children: A Nationwide Birth Cohort Study from Denmark*. *Environ Health Perspect* 2023 May;131(5):57003. doi: 10.1289/EHP11539.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37162236/>

Poulsen AH, Sørensen M, Hvidtfeldt UA et al. *Source-Specific Air Pollution Including Ultrafine Particles and Risk of Myocardial Infarction: A Nationwide Cohort Study from Denmark*. *Environ Health Perspect* 2023; 131(5):057010. DOI: 10.1289/EHP10556.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37235386/>

Stafoggia M, Ranzi A, Ancona C et al. *Long-Term Exposure to Ambient Air Pollution and Mortality among Four Million COVID-19 Cases in Italy: The EpiCovAir Study*. *Environ Health Perspect* 2023 May;131(5):57004. doi: 10.1289/EHP11882.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37167483/>

Zoonoser

Esposito MM, Turku S, Lehrfield L, Shoman A. *The Impact of Human Activities on Zoonotic Infection Transmissions*. *Review Animals (Basel)* 2023 May 15;13(10):1646. doi: 10.3390/ani13101646.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37238075/>

Juni

Antibiotikaresistens

Chen P, Yu K, He Y. *The dynamics and transmission of antibiotic resistance associated with plant microbiomes*. *Review Environ Int* 2023 Jun;176:107986. doi: 10.1016/j.envint.2023.107986.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37257204/>

Mauri F, Pianta E. *Distribution and quantification of antibiotic resistance genes in a large subalpine lake (Lugano Lake) and tributary rivers*. *J Glob Antimicrob Resist* 2023 Jun;33:249-255. doi: 10.1016/j.jgar.2023.04.012.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37100240/>

Vlaanderen EJ, Ghaly TM, Moore LR, Focardi A, Paulsen JT, Tetu SG. *Plastic leachate exposure drives antibiotic resistance and virulence in marine bacterial communities*. Environ Pollut 2023 Jun 15;327:121558. doi: 10.1016/j.envpol.2023.121558.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37019264/>

Arbejds miljø

Devlin H. *A historical review of 'phossy jaw'*. Br Dent J 2023 Jun;234(11):825-826. doi: 10.1038/s41415-023-5859-9.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37291314/>

Indeklima

Di Carlo C, Ampollini M, Antignani S, Caprio M, Carpentieri C, Caccia B, Bochicchio F. *Extreme reverse seasonal variations of indoor radon concentration and possible implications on some measurement protocols and remedial strategies* Environ Pollut 2023 Jun 15;327:121480.

doi: 10.1016/j.envpol.2023.121480.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37019261/>

Deng S, Lau J, Wang Z, Wargocki P. *Associations between illness-related absences and ventilation and indoor PM2.5 in elementary schools of the Midwestern United States*. Environ Int 2023 Jun;176:107944. doi: 10.1016/j.envint.2023.107944.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37216835/>

Holden KA, Lee AR, Hawcutt DB, Sinha JP. *The impact of poor housing and indoor air quality on respiratory health in children*. Review Breathe (Sheff) 2023 Jun;19(2):230058.

doi: 10.1183/20734735.0058-2023.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37645022/>

Matheson S, Fleck R, Irga PJ, Torpy FR. *Phytoremediation for the indoor environment: a state-of-the-art review*. Review Rev Environ Sci Biotechnol 2023;22(1):249-280. doi: 10.1007/s11157-023-09644-5.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9968648/>

Yang R, Wang X, Niu Y, Chen X, Shao B. *Fluorinated liquid-crystal monomers in paired breast milk and indoor dust: A pilot prospective study*. Environ Int 2023 Jun;176:107993.

doi: 10.1016/j.envint.2023.107993.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37263127/>

Kemiske stoffer

Chen S, Gong Y, Luo Y, Cao R, Yang J, Cheng L, Gao Y, Zhang H, Chen J, Geng N. *Toxic effects and toxicological mechanisms of chlorinated paraffins: A review for insight into species sensitivity and toxicity difference*. Review Environ Int 2023 Jun 5;178:108020.

doi: 10.1016/j.envint.2023.108020.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37354881/>

Forthun IH, Roelants M, Line Haug LS et al. *Levels of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in Norwegian children stratified by age and sex - Data from the Bergen Growth Study 2*. Int J Hyg Environ Health 2023 Jun 7;252:114199. doi: 10.1016/j.ijheh.2023.114199.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37295275/>

Guckert M, Rupp J, Nürenberg G et al. *Differences in the internal PFAS patterns of herbivores, omnivores and carnivores - lessons learned from target screening and the total oxidizable precursor assay*. *Sci Total Environ* 2023 Jun 1;875:162361. doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.162361.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36842595/>

He T-R, Liu H-X, Zhang G, Li L, Shen W, Ge W. *Single-cell transcriptomics allows novel insights into the endocrine-disrupting chemicals induced mammalian reproductive disorder*. *Review Ecotoxicol Environ Saf* 2023 Jun 15;258:114971. doi: 10.1016/j.ecoenv.2023.114971. Epub 2023 May 8.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37163908/>

Liu M, Liu J, Xiong F, Xu K, Pu Y, Huang J, Zhang J, Pu Y, Sun R, Cheng K. *Research advances of microplastics and potential health risks of microplastics on terrestrial higher mammals: a bibliometric analysis and literature review*. *Review Environ Geochem Health* 2023 Jun;45(6):2803-2838. doi: 10.1007/s10653-022-01458-8.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36598611/>

Lynch MT, Lay CR, Sokolinski S, Antezana A, Ghio C, Chiu WA, Rogers R. *Community-facing toxicokinetic models to estimate PFAS serum levels based on life history and drinking water exposures*. *Environ Int* 2023 Jun;176:107974. doi: 10.1016/j.envint.2023.107974.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37245445/>

Martínez-Pinna J, Sempere-Navarro R, Medina-Gali RM, Fuentes E, Quesada I, Sargis RM, Trasande L, Nadal A. *Endocrine disruptors in plastics alter β -cell physiology and increase the risk of diabetes mellitus*. *Review Am J Physiol Endocrinol Metab* 2023 Jun 1;324(6):E488-E505.

doi: 10.1152/ajpendo.00068.2023.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37134142/>

Ravinder Kumar R, Tewodros Kassa Dada TK, Anna Whelan A et al. *Microbial and thermal treatment techniques for degradation of PFAS in biosolids: A focus on degradation mechanisms and pathways*. *Review J Hazard Mater* 2023 Jun 15;452:131212. doi: 10.1016/j.jhazmat.2023.131212.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36934630/>

Street ME, Shulhai A-M, Rotondo R, Gianni G, Caffarelli C. *Current knowledge on the effects of environmental contaminants in early life nutrition*. *Review Front Nutr* 2023 Jun 1;10:1120293.

doi: 10.3389/fnut.2023.1120293.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37324741/>

Wang Y, Wang X, Sui S, Liu Z. *Endocrine disrupting and carcinogenic effects of decabromodiphenyl ether*. *Review Front Endocrinol (Lausanne)*. 2023 Jun 2;14:1183815.

doi: 10.3389/fendo.2023.1183815.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37334308/>

Luftforurening

Hassanipour S, Nikbakht H-A, Amrane A et al. *The Relationship between Air Pollution and Brain Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis*. *Meta-Analysis Ann Glob Health* 2023 Jun 23;89(1):45. doi: 10.5334/aogh.3889. eCollection 2023.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37362828/>

Van Pee T, Nawrot TS, van Leeuwen R, Hogervorst J. *Ambient particulate air pollution and the intestinal microbiome; a systematic review of epidemiological, in vivo and, in vitro studies*. Review Sci Total Environ 2023 Jun 20;878:162769. doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.162769.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36907413/>

Xie H, Cao Y, Li J, Lyu Y, Roberts N, Jia Z. *Affective disorder and brain alterations in children and adolescents exposed to outdoor air pollution*. Review J Affect Disord 2023 Jun 15;331:413-424.

doi: 10.1016/j.jad.2023.03.082.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36997124/>

Støj

Veber T, Pyko A, Carlsen HK, Holm M, Gislason T, Janson C, Johannessen A, Sommar JN, Modig L, Lindberg E, Schlünssen V, Toompere K, Orru H. *Traffic noise in the bedroom in association with markers of obesity: a cross-sectional study and mediation analysis of the respiratory health in Northern Europe cohort*. BMC Public Health 2023 Jun 27;23(1):1246.

doi: 10.1186/s12889-023-16128-2.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37370100/>

Zoonoser

Beermann S, Dobler G, Faber M et al. *Impact of climate change on vector- and rodent-borne infectious diseases*. J Health Monit 2023 Jun 1;8(Suppl 3):33-61. doi: 10.25646/11401.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37342429/>

Benkacimi L, Diarra AZ, Bompar J-M, Bérenger J-M, Parola P. *Microorganisms associated with hedgehog arthropods*. Review Parasit Vectors 2023 Jun 22;16(1):211.

doi: 10.1186/s13071-023-05764-7

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37349802/>

Birkhead M, Grayson W, Grobbelaar A et al. *Tanapox, South Africa, 2022*. Emerg Infect Dis 2023 Jun;29(6):1206-1209. doi: 10.3201/eid2906.230326.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37022936/>

Cho YS, Park Ji-H, Kim JW. *Current Status of Q Fever and the Challenge of Outbreak Preparedness in Korea: One Health Approach to Zoonoses Review*. J Korean Med Sci 2023 Jun 19;38(24):e197.

doi: 10.3346/jkms.2023.38.e197.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37337811/>

England SJ, Lihou K, Robert D. *Static electricity passively attracts ticks onto hosts*. Current Biology June 30, doi: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2023.06.021>.

<https://www.cell.com/action/showPdf?pii=S0960-9822%2823%2900772-8>

de França DA, de Souza Ribeiro Mioni M, Fernandes J et al. *Overview of Q fever in Brazil: an underestimated zoonosis*. Review Rev Inst Med Trop Sao Paulo.2023 Jun 23;65:e39.

doi: 10.1590/S1678-9946202365039. eCollection 2023.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37377322/>

Hayes L, Robinson G, Chalmers RM et al. *The occurrence and zoonotic potential of Cryptosporidium species in freshwater biota*. Parasit Vectors 2023 Jun 21;16(1):209. doi: 10.1186/s13071-023-05827-9. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37344906/>

Jato-Espino D, Mayor-Vitoria F, Moscardó V, Capra-Ribeiro F, Del Pino LEB. *Toward One Health: a spatial indicator system to model the facilitation of the spread of zoonotic diseases*. Front Public Health 2023 Jun 29;11:1215574. doi: 10.3389/fpubh.2023.1215574. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37457260/>

Shepherd JG, Davis C, Streicker DG, Thomson EC. *Emerging Rhabdoviruses and Human Infection*. Biology (Basel) 2023 Jun 17;12(6):878. doi: 10.3390/biology12060878. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37372162/>

Ulrich RG, Drewes S, Haring V et al. *Viral zoonoses in Germany: a One Health perspective*. Review Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz 2023 Jun;66(6):599-616. doi: 10.1007/s00103-023-03709-0. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37261460/>

Villarroel PMA, Gumpangseth N, Songhong T et al. *Emerging and re-emerging zoonotic viral diseases in Southeast Asia: One Health challenge*. Review Front Public Health 2023 Jun 13;11:1141483. doi: 10.3389/fpubh.2023.1141483. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37383270/>

Andet

Recio-Vega R, Facio-Campos RA, Hernández-González SI, Olivas-Calderón E. *State of the Art of Genomic Technology in Toxicology: A Review*. Review Int J Mol Sci 2023 Jun 1;24(11):9618. doi: 10.3390/ijms24119618. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37298568/>

Juli

Antibiotikaresistens

Pan J, Zheng N, An Q, Li Y, Sun S, Zhang W, Song X. *Effects of cadmium and copper mixtures on antibiotic resistance genes in rhizosphere soil*. Ecotoxicol Environ Saf 2023 Jul 1;259:115008. doi: 10.1016/j.ecoenv.2023.115008. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37196522/>

Kim C, Goodwyn B, Albukhaytan S, Nartea T, Ndegwa E, Dhakal R. *Microbiological Survey and Antimicrobial Resistance of Foodborne Bacteria in Select Meat Products and Ethnic Food Products Procured from Food Desert Retail Outlets in Central Virginia, USA*. Pathogens 2023 Jul 23;12(7):965. doi: 10.3390/pathogens12070965. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37513812/>

Arbejdsmiljø

Guth M, Coste A, Lefevre M et al. *Testicular germ cell tumour risk by occupation and industry: a French case-control study – TESTIS*. Multicenter Study Occup Environ Med 2023 Jul;80(7):407-417. doi: 10.1136/oemed-2022-108601. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37230752/>

Rasmussen PU, Frederiksen MW, Carøe TK, Madsen AM. *Health symptoms, inflammation, and bioaerosol exposure in workers at biowaste pretreatment plants*. Waste Manag 2023 Jul 15;167:173-182. doi: 10.1016/j.wasman.2023.05.042.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37269581/>

Rico MS, Plessz M, Airagnes G, Ribet C, Hoertel N, Goldberg M, Zins M, Meneton P. *Distinct cardiovascular and cancer burdens associated with social position, work environment and unemployment: a cross-sectional and retrospective study in a large population-based French cohort*. BMJ Open 2023 Jul 31;13(7):e074835. doi: 10.1136/bmjopen-2023-074835.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37524560/>

Indeklima

Branco PTBS, Martin-Gisbert L, Sá JP et al. *Quantifying indoor radon levels and determinants in schools: A case study in the radon-prone area Galicia-Norte de Portugal Euroregion*. Sci Total Environ 2023 Jul 15;882:163566. doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.163566.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37084905/>

Feng Y-L, Yang C, Cao X-L. *Intermediate volatile organic compounds in Canadian residential air in winter: Implication to indoor air quality*. Chemosphere 2023 Jul;328:138567.

doi: 10.1016/j.chemosphere.2023.138567.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37023898/>

Laursen KR, Christensen NV, Mulder FAa et al. *Airway and systemic biomarkers of health effects after short-term exposure to indoor ultrafine particles from cooking and candles - A randomized controlled double-blind crossover study among mild asthmatic subjects*. Randomized Controlled Trial Part Fibre Toxicol 2023 Jul 10;20(1):26. doi: 10.1186/s12989-023-00537-7.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37430267/>

Kemiske stoffer

Dunder L, Salihovic S, Lind PM, Elmståhl S, Lind L. *Plasma levels of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) are associated with altered levels of proteins previously linked to inflammation, metabolism and cardiovascular disease*. Environ Int 2023 Jul;177:107979.

doi: 10.1016/j.envint.2023.107979.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37285711/>

Durcik M, Grobin A, Roškar R, Trontelj J, Mašič LP. *Estrogenic potency of endocrine disrupting chemicals and their mixtures detected in environmental waters and wastewaters*. Chemosphere 2023 Jul;330:138712. doi: 10.1016/j.chemosphere.2023.138712.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37068617/>

Martínez SAH, Melchor-Martínez EM, González-González RB et al. *Environmental concerns and bioaccumulation of psychiatric drugs in water bodies - Conventional versus biocatalytic systems of mitigation*. Review Environ Res 2023 Jul 15;229:115892. doi: 10.1016/j.envres.2023.115892.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37084948/>

Maitre L, Jedynak P, Gallego M, Ciaran L, Audouze K, Casas M, Vrijheid M. *Integrating -omics approaches into population-based studies of endocrine disrupting chemicals: A scoping review*. Review Environ Res. 2023 Jul 1;228:115788. doi: 10.1016/j.envres.2023.115788.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37004856>

Sørmo E, Castro G, Hubert M et al. *The decomposition and emission factors of a wide range of PFAS in diverse, contaminated organic waste fractions undergoing dry pyrolysis*. J Hazard Mater 2023 Jul 15;454:131447. doi: 10.1016/j.jhazmat.2023.131447.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37121036/>

Tian T, Hao Y, Wang Y, Xu X, Long X, Yan L, Zhao Y, Qiao J. *Mixed and single effects of endocrine disrupting chemicals in follicular fluid on likelihood of diminished ovarian reserve: A case-control study*. Chemosphere 2023 Jul;330:138727. doi: 10.1016/j.chemosphere.2023.138727.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37086983/>

Yang S, Li M, Kong RYC, Li L, Li R, Chen J, Po Lai KP. *Reproductive toxicity of micro- and nanoplastics*. Environ Int 2023 Jul;177:108002. doi: 10.1016/j.envint.2023.108002.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37276763/>

Luftforurening

Chen J, Dan L, Sun Y et al. *Ambient Air Pollution and Risk of Enterotomy, Gastrointestinal Cancer, and All-Cause Mortality among 4,708 Individuals with Inflammatory Bowel Disease: A Prospective Cohort Study*. Environ Health Perspect 2023 Jul;131(7):77010. doi: 10.1289/EHP12215.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37505744/>

Choudhury A, Simnani F, Singh D et al. *Atmospheric microplastic and nanoplastic: The toxicological paradigm on the cellular system*. Review Ecotoxicol Environ Saf 2023 Jul 1;259:115018. doi: 10.1016/j.ecoenv.2023.115018.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37216859/>

Jia Y, Lin Z, He Z et al. *Effect of Air Pollution on Heart Failure: Systematic Review and Meta-Analysis*. Environ Health Perspect 2023 Jul;131(7):76001. doi: 10.1289/EHP11506Effect of Air.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37399145/>

Khomenko S, Pisoni E, Thunis P, Bessagnet B, Cirach M, Iungman T, et al. *Spatial and sector-specific contributions of emissions to ambient air pollution and mortality in European cities: a health impact assessment*. The Lancet Public Health 2023; 7: E546-E558.

[https://doi.org/10.1016/S2468-2667\(23\)00106-8](https://doi.org/10.1016/S2468-2667(23)00106-8)

[https://www.thelancet.com/journals/lanpub/article/PIIS2468-2667\(23\)00106-8/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanpub/article/PIIS2468-2667(23)00106-8/fulltext)

Lin L-Z, Chen J-H, Yu Y-J, Dong G-H. *Ambient air pollution and infant health: a narrative review*. Review EBioMedicine 2023 Jul;93:104609. doi: 10.1016/j.ebiom.2023.104609.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37169689/>

Lara R, Megido L, Suárez-Peña B et al. *Impact of COVID-19 restrictions on hourly levels of PM10, PM2.5 and black carbon at an industrial suburban site in northern Spain*. Atmos Environ (1994) 2023 Jul 1;304:119781. doi: 10.1016/j.atmosenv.2023.119781.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37090909/>

Sheppard N, Carroll M, Gao C, Lane. *Particulate matter air pollution and COVID-19 infection, severity, and mortality: A systematic review and meta-analysis*. Review Sci Total Environ 2023 Jul 1;880:163272. doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.163272.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37030371/>

Vos S, De Waele E, Goeminne P et al. *Pre-admission ambient air pollution and blood soot particles predict hospitalisation outcomes in COVID-19 patients*. Eur Respir J 2023 Jul 7;62(1):2300309. doi: 10.1183/13993003.00309-2023.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37343978/>

Wen F, Xie Y, Li B, Li P, Qi H, Zhang F, Sun Y, Zhang L. *Combined effects of ambient air pollution and PM2.5 components on renal function and the potential mediation effects of metabolic risk factors in China*. Ecotoxicol Environ Saf 2023 Jul 1;259:115039. doi: 10.1016/j.ecoenv.2023.115039.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37235899/>

Zoonoser

Cheung J, Bui AN, Younas S et al. *Long-Term Epidemiology and Evolution of Swine Influenza Viruses, Vietnam*. Emerg Infect Dis 2023 Jul;29(7):1397-1406. doi: 10.3201/eid2907.230165.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37347532/>

Horefti E. *The Importance of the One Health Concept in Combating Zoonoses*. Pathogens 2023; 12(8), 977; <https://doi.org/10.3390/pathogens12080977>

<https://www.mdpi.com/2076-0817/12/8/977>

McKenzie SN, Hodges NF, Sherman T, VandeWoude S, Bosco-Lauth AM, Mayo CE. *Role of Spillover and Spillback in SARS-CoV-2 Transmission and the Importance of One Health in Understanding the Dynamics of the COVID-19 Pandemic*. Review J Clin Microbiol 2023 Jul 20;61(7):e0161022. doi: 10.1128/jcm.01610-22. 26.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37098970/>

Andet

Ormsby MJ, Akinbobola A, Quilliam RS. *Plastic pollution and fungal, protozoan, and helminth pathogens - A neglected environmental and public health issue?* Sci Total Environ 2023 Jul 15;882:163093. doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.163093.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36996975/>

August

Antibiotikaresistens

Gajdoš S, Zuzáková J, Pacholská T et al. *Synergistic removal of pharmaceuticals and antibiotic resistance from ultrafiltered WWTP effluent: Free-floating ARGs exceptionally susceptible to degradation*. J Environ Manage 2023 Aug 15;340: 117861. doi: 10.1016/j.jenvman.2023.117861

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37116413/>

Arbejds miljø

Kojo K, Turtiainen T, Holmgren O, Kurtio P. *Radon Exposure Concentrations in Finnish Workplaces*. Health Phys 2023 Aug 1;125(2):92-101. doi: 10.1097/HP.0000000000001692.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37022176/>

Indeklima

Amin H, Šantl-Temkiv T, Cramer C, Finster K, Real FG, Gislason T, Holm M, Janson C, Jögi NO, Jogi R, Malinowski A, Marshall IPG, Modig L, Norbäck D, Shigdel R, Sigsgaard T, Svanes C, Thorarindottir H, Wouters IM, Schlunssen V, Bertelsen RJ. *Indoor Airborne Microbiome and Endotoxin: Meteorological Events and Occupant Characteristics Are Important Determinants*. Environ Sci Technol 2023 Aug 15;57(32):11750-11766. doi: 10.1021/acs.est.3c01616.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37523308/>

Blechter B, Cardenas A, Shi J et. al. *Household air pollution and epigenetic aging in Xuanwei, China*. Environ Int 2023 Aug;178:108041. doi: 10.1016/j.envint.2023.108041.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37354880/>

Buonomano A, Forzano C, Giuzio GF, Palombo A. *New ventilation design criteria for energy sustainability and indoor air quality in a post Covid-19 scenario*. Renew Sustain Energy Rev 2023 Aug;182:113378. doi: 10.1016/j.rser.2023.113378.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37250178/>

Dimitroulopoulou S, Dudzińska MR, Gunnarsen L, Hägerhed L, Maula H, Singh R, Toyinbo O, Haverinen-Shaughnessy U. *Indoor air quality guidelines from across the world: An appraisal considering energy saving, health, productivity, and comfort*. Review Environ Int 2023 Aug;178:108127. doi: 10.1016/j.envint.2023.108127.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37544267/>

Johnny C. Lorentzen JC, Harderup L-E, Johanson G. *Evidence of Unrecognized Indoor Exposure to Toxic Chlorophenols and Odorous Chloroanisoles in Denmark, Finland, and Norway*. Indoor Air Volume 2023, Article ID 2585089, 9 pages.
<https://downloads.hindawi.com/journals/ina/2023/2585089.pdf>

Mehta SS, Hodgson ME, Lunn RM, Ashley CE, Arroyave WD, Sandler DP, White AJ. *Indoor wood-burning from stoves and fireplaces and incident lung cancer among Sister Study participants*. Environ Int 2023 Aug;178:108128. doi: 10.1016/j.envint.2023.108128.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37542784/>

Moghadam TT, Morales CEO, Zambrano MJL, Bruton K, O'Sullivan DTJ. *Energy efficient ventilation and indoor air quality in the context of COVID-19 - A systematic review*. Review Renew Sustain Energy Rev.2023 Aug;182:113356. doi: 10.1016/j.rser.2023.113356.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10186986/>

Kemiske stoffer

Calero-Medina L, Jimenez-Casquet MJ, Heras-Gonzalez L et al. *Dietary exposure to endocrine disruptors in gut microbiota: A systematic review*. Review Sci Total Environ 2023 Aug 15;886:163991. doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.163991.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37169193/>

Khodasevich D, Holland N, Hubbard A, Harley K, Deardorff J, Eskenazi B, Cardenas A. *Associations between prenatal phthalate exposure and childhood epigenetic age acceleration*. Environ Res 2023 Aug 15;231(Pt 1):116067. doi: 10.1016/j.envres.2023.116067.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37149020/>

Sevelsted A, Pedersen C-ET, Gürdeniz G, Rasmussen MA, Schullehner J, Sdougkou K, Martin JW, Lasky-Su J, Morin A, Ober C, Schoos A-MM, Stokholm J, Bønnelykke K, Chawes B, Bisgaard H. *Exposures to perfluoroalkyl substances and asthma phenotypes in childhood: an investigation of the COPSAC2010 cohort*. EBioMedicine 2023 Aug;94:104699. doi: 10.1016/j.ebiom.2023.104699.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37429082/>

Zuri G, Karanasiou A, Lacorte S. *Microplastics: Human exposure assessment through air, water, and food*. Review Environ Int 2023 Aug 14;179:108150. doi: 10.1016/j.envint.2023.108150.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37607425/>

Luftforurening

Azzouz M, Xu Y, Barregard L et al. *Long-term ambient air pollution and venous thromboembolism in a population-based Swedish cohort*. Environ Pollut 2023 Aug 15;331(Pt 1):121841. doi: 10.1016/j.envpol.2023.121841.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37209899/>

Bergmann ML, Andersen ZJ, Massling A et al. *Short-term exposure to ultrafine particles and mortality and hospital admissions due to respiratory and cardiovascular diseases in Copenhagen, Denmark*. Environ Pollut 2023 Aug 16;336:122396. doi: 10.1016/j.envpol.2023.122396.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37595732/>

McArdle CE, Dowling TC, Carey K et al. *Asthma-Associated Emergency Department Visits During the Canadian Wildfire Smoke Episodes - United States, April-August 2023*. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 2023 Aug 25;72(34):926-932. doi: 10.15585/mmwr.mm7234a5.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37616233/>

Ogurtsova K, Soppa VJ, Weimar C, Jöckel K-H, Jokisch M, Hoffmann B. *Association of long-term air pollution and ambient noise with cognitive decline in the Heinz Nixdorf Recall study*. Environ Pollut 2023 Aug 15;331(Pt 1):121898. doi: 10.1016/j.envpol.2023.121898.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37244536/>

Willis MD, Hill EL, Ncube CN et al. *Changes in Socioeconomic Disparities for Traffic-Related Air Pollution Exposure During Pregnancy Over a 20-Year Period in Texas*. JAMA Netw Open 2023 Aug 1;6(8):e2328012. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2023.28012.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37566419/>

Zheng Y, McElrath T, Cantonwine D, Hu H. *Longitudinal Associations between Ambient Air Pollution and Angiogenic Biomarkers among Pregnant Women in the LIFECODES Study, 2006-2008*. Environ Health Perspect 2023 Aug;131(8):87005. doi: 10.1289/EHP11909.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37556304/>

Wei, Y, Danesh YM, Ma T et al. *Additive effects of 10-year exposures to PM2.5 and NO2 and primary cancer incidence in American older adults*. Environmental Epidemiology 7(4):p e265, August 2023. DOI: 10.1097/EE9.0000000000000265

https://journals.lww.com/environepidem/Fulltext/2023/08000/Additive_effects_of_10_year_exposures_to_PM2_5_and.12.aspx

Zoonoser

Alsufyani D, James Lindsay J. *Evidence of cancer-linked rodent zoonoses from biophysical genomic variations*. Sci Rep 2023 Aug 26;13(1):13969. doi: 10.1038/s41598-023-41257-4.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37634038/>

Mollentze N, Streicker DG. *Predicting zoonotic potential of viruses: where are we?* Review Curr Opin Virol 2023 Aug;61:101346. doi: 10.1016/j.coviro.2023.101346.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1879625723000469?via%3Dihub>

Aktuelle rapporter

Acute inhalation toxicity of quaternary ammonium compounds. RIVM letter report 2023-0312.

<https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2023-0312.pdf>

Ammonia deposition measured with Conditional Time-Averaged Gradient (COTAG) systems in the Netherlands- Methodological advances and results for 2012 - 2020. RIVM report 2022-0202.

<https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2022-0202.pdf>

An overview of the available data on the mutagenicity and carcinogenicity of styrene. RIVM letter report 2022-0129.

<https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2022-0129.pdf>

Assessing antibiotic resistance of microbial plant protection products using whole genome sequencing. RIVM letter report 2023-0150.

<https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2023-0150.pdf>

Final report Literature review and assessment of available toxicological data for PFAS. UmweltBundesAmt 129/2023.

<https://www.umweltbundesamt.de/en/publikationen/literature-review-assessment-of-available>

Kortlægning og risikovurdering af frit formaldehyd i kosmetiske produkter. Kortlægning af kemiske stoffer i forbruger produkter Nr. 194. Miljøstyrelsen, september 2023.

<https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2023/09/978-87-7038-557-2.pdf>

Monitoring of radioactivity in the Netherlands. Surface water and seawater - results 2020 and 2021. RIVM letter report 2023-0072.

<https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2023-0072.pdf>

Monitoring of radioactivity in the Netherlands. Milk, Food and Feed – results 2020 and 2021. RIVM letter report 2023-0078.

<https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2023-0078.pdf>

Monitoring of radioactivity in the Netherlands. National Radioactivity Monitoring Network – results 2020 and 2021. RIVM letter report 2023-0083.

<https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2023-0083.pdf>

Monitoring of radioactivity in the Netherlands. Air dust and deposition – results 2020 and 2021. RIVM letter report 2023-0087.

<https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2023-0087.pdf>

Nationalt program for reduktion af luftforurening (NAPCP) - Udvikling i luftkvalitet og kvælstofafsætning frem til 2030. Aarhus Universitet DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Videnskabelig rapport nr. 538, 2023.

<https://dce2.au.dk/pub/SR538.pdf>

NOVANA

Det nationale overvågningsprogram for vandmiljø og natur 2023-27. Novana september 2023.

<https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2023/09/978-87-7038-556-5.pdf>

Risk assessment of exposure to PFAS through food and drinking water in the Netherlands. RIVM report 2023-0011.

<https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2023-0011.pdf>

Status for måling af luftkvalitet i 2022. Aarhus Universitet DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi. Teknisk rapport nr. 279, 2023.

https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Tekniske_rapporter_250-299/TR279.pdf

Kalender 2023

Oktober

3.-5.: NIVA: Applications of Biological Monitoring in Occupational Health. Online course.

<https://niva.org/course/applications-of-biological-monitoring-in-occupational-health/>

9.-11.: The World Mycotoxin Forum, Antwerpen, Belgien.

<https://worldmycotoxinforum.org/>

16.-17.: 12th World Conference on Climate Change, Vancouver, Canada.

<https://climatechange.insightconferences.com/>

November

6.-7.: 17. International Conference on Occupational Medicine and Environmental Health, San Francisco, United States.

<https://waset.org/occupational-medicine-and-environmental-health-conference-in-november-2023-in-san-francisco>

13.-14.: 17. International Conference on Health and Environmental Effects of Air Pollution, Venedig, Italien.

<https://waset.org/health-and-environmental-effects-of-air-pollution-conference-in-november-2023-in-venice>

22.: Temadag og webinar om Risiko – rangering, opfattelse og kommunikation, København

https://www.sst.dk/da/arrangementer/2023/Temadag-og-webinar-om-risiko---rangering_-opfattelse-og-kommunikation

27.-28.: International Conference on Microbiology, Soil Microbiology and Microbial Biogeochemistry, Montreal, Canada.

<https://environmentalmicrobiology.conferenceseries.com/>

December

5.: NIVA: Short introduction to REACH - "A4 REACH" (EU). Online webinar 10.00-12.00 am CET (Central European Time).

<https://niva.org/course/short-introduction-to-reach-a4-reach-eu/>

5.-6.: 2nd International Conference and Expo on Medical Toxicology and Applied Pharmacology, Zurich, Switzerland.

<https://toxicologycongress.pharmaceuticalconferences.com/>

Kalender 2024

Januar

11.-12.: International Conference on Environmental Noise Pollution, Noise Mapping and Public Health Singapore, Singapore.

<https://waset.org/environmental-noise-pollution-noise-mapping-and-public-health-conference-in-january-2024-in-singapore>

11.-12.: International Conference on Changing Climate and Environmental Health ICCCEH, Zurich, Schweiz.

<https://waset.org/changing-climate-and-environmental-health-conference-in-january-2024-in-zurich>

Februar

15.-16.: 5th Global Summit on Environmental Health. Advancing Environmental Health for Future Generations, Rom, Italien.

<https://environmentalhealth.conferenceseries.com/>

25.-26.: International Conference on Environmental Health and Safety, Sydney, Australien.

<https://waset.org/environmental-health-and-safety-conference-in-february-2024-in-sydney>

Marts

4.-5.: International Conference on Pharmaceutical, Medical and Environmental Health Sciences, Rom, Italien.

https://waset.org/pharmaceutical-medical-and-environmental-health-sciences-conference-in-march-2024-in-rome?utm_source=conferenceindex&utm_medium=referral&utm_campaign=listing

22.-23.: International Conference on Nanotechnology, Health and Environmental Sciences, Prag, Tjekkiet.

<https://waset.org/nanotechnology-health-and-environmental-sciences-conference-in-march-2024-in-prague>

29.-30.: 18. International Conference on Environmental Noise Pollution, Noise Mapping and Public Health, Sydney, Australien.

<https://waset.org/environmental-noise-pollution-noise-mapping-and-public-health-conference-in-march-2024-in-sydney>

April

8.-9.: 18. International Conference on Health and Environmental Effects of Air Pollution, Athen, Grækenland.

<https://waset.org/health-and-environmental-effects-of-air-pollution-conference-in-april-2024-in-athens>

8.-10.: NIVA: Associations between work environment, sleep, health, and safety, Oslo, Norge.

<https://niva.org/course/associations-between-work-environment-sleep-health-and-safety/>

15.-16.: 18. International Conference on Nanotechnology, Health and Environmental Sciences, Lissabon, Portugal.

<https://waset.org/nanotechnology-health-and-environmental-sciences-conference-in-april-2024-in-lisbon>

16.-18. NIVA From Research to Practice in Occupational Health and Safety, Reykjavik, Island.

<https://niva.org/course/from-research-to-practice-in-occupational-health-and-safety-2/>

26.-27.: International Conference on Environmental Pollution, Public Health and Impacts, Nicosia, Cypern.

<https://waset.org/environmental-pollution-public-health-and-impacts-conference-in-april-2024-in-nicosia>

Maj

17.-18.: International Conference on Occupational Medicine and Environmental Health. Bucharest, Rumænien.

https://waset.org/occupational-medicine-and-environmental-health-conference-in-may-2024-in-bucharest?utm_source=conferenceindex&utm_medium=referral&utm_campaign=listing

20.-21.: International Conference on Fish Health and Environmental Health, Berlin, Tyskland.

<https://waset.org/fish-health-and-environmental-health-conference-in-may-2024-in-berlin>

20.-24.: World Congress on Environmental Health, Perth, Western Australia.

<https://www.ifeh.org/>

26.-31.: 7th Environmental Dimension of Antimicrobial Resistance conference (EDAR7) Montreal, Quebec, Canada.

<https://www.mcgill.ca/amrcentre/edar7>

Juni

24.-25.: International Conference on Water, Sanitation, Environmental and Public Health, Paris, Frankrig.

<https://waset.org/water-sanitation-environmental-and-public-health-conference-in-june-2024-in-paris>

Juli

29.-30.: International Conference on Environmental Pollution and Public Health, Wien, Østrig.

<https://waset.org/environmental-pollution-and-public-health-conference-in-july-2024-in-vienna>

August

19.-20.: International Conference on Changing Climate and Environmental Health, London, UK.

<https://waset.org/changing-climate-and-environmental-health-conference-in-august-2024-in-london>

September

20.-21.: International Conference on Environmental Health and Climate Change. Toronto, Canada.

<https://waset.org/environmental-health-and-climate-change-conference-in-september-2024-in-toronto>

24.-26.: NIVA Climate Change and Work: How can work organizations take an active role?, Helsinki region, Finland.

<https://niva.org/course/climate-change-and-work-how-can-work-organizations-take-an-active-role/>

November

1.-2.: International Conference on Occupational Medicine and Environmental Health, San Francisco, USA:

https://waset.org/occupational-medicine-and-environmental-health-conference-in-november-2024-in-san-francisco?utm_source=conferenceindex&utm_medium=referral&utm_campaign=listing

4.-5.: International Conference on Environmental Health and Preventive Medicine, Amsterdam, Holland.

<https://waset.org/environmental-health-and-preventive-medicine-conference-in-november-2024-in-amsterdam>

5.-7.: NIVA Occupational Skin Diseases - diagnostics and prevention, Malmö, Sverige.

<https://niva.org/course/occupational-skin-diseases-diagnostics-and-prevention-2/>

19.-21.: NIVA Asbestos - past and present exposures, Oslo, Norge.

<https://niva.org/course/asbestos-past-and-present-exposures/>

26.-28.: NIVA Occupational Regulatory Toxicology, København.

<https://niva.org/course/occupational-regulatory-toxicology/>

Skriv til **miljø og sundhed**

skriv om forskningsresultater

skriv til synspunkt

skriv et mødereferat

send nye rapporter

husk også kalenderen

Ring, skriv eller send en e-mail til:

Hilde Balling
Sundhedsstyrelsen
Islands Brygge 67
2300 København S
tlf. 72 22 74 00, lokal 77 76
e-mail hib@sst.dk

også hvis du bare har en god idé!