

Vidensnotat 2

Partikelforurening fra skabs- og bordovne

Dette vidensnotat omhandler partikelforurening fra ovne der ikke er placeret under emhætter i køkkener. Formålet er at oplyse om forureningen og helbredsskader, regler for køkkenventilation og simple løsninger til at reducere forureningen.

Notatet er udarbejdet i 2026 af Kåre Press-Kristensen og Rikke Bøgebo fra Rådet for Godt indeklima, Karin Rosenkilde Laursen og Torben Sigsgaard fra Institut for Folkesundhed på Aarhus Universitet og Kasper Bach Johannsen og Astrid Nørgaard fra Artelia A/S. Det er andet notat i en række af 5 notater om partikelforurening i boliger finansieret af den filantropiske forening Realdania med Bolius som formidlingspartner.

Citering, kopiering og enhver anden anvendelse af notatet kan frit foretages med kildeangivelse.

Løsninger

Du kan effektivt nedbringe boligens skadelige partikelforurening fra skabs- og bordovne i dit køkken ved at:

- 1) Holde ovnen og bageplader, ovnrister m.v. rene.
- 2) Sørge for ikke at brænde maden på og brænde maden mindst muligt.
- 3) Holde køkkendøren lukket, så partiklerne fra køkkenet ikke spredes til resten af boligen.
- 4) Placere ovnen i et køkkenskab eller på køkkenbordet tættest muligt på din emhætte.
- 5) Bruge en effektiv emhætte med aftræk til det fri på højt trin, hver gang du bruger ovnen.
- 6) Slukke varmluftfunktionen et lille minut før du åbner ovnlågen og åbne lågen langsomt.
- 7) Lukke ovnlågen og lufte ud gennemtræk i 5-10 minutter efter at alt maden er tilberedt.
- 8) Installere mekanisk ventilation, der er afbalanceret¹ og understøtter emhættens funktion.

Hvis du ikke kan få en emhætte med aftræk til det fri (f.eks. grundet fredningsbestemmelser for ejendommen), er det desuden vigtigt at have køkkenvinduet stående godt åbent, mens du tilbereder varm mad i ovnen.

Baggrund

Luftforurening med partikler er ifølge Sundhedsstyrelsen den tredjestørste risikofaktor i forhold til dødelighed og bidrager markant til de store folkesygdomme. Partikelforureningen øger risikoen for hjertekarsygdomme, blodpropper, kræft, lungesygdomme og andre alvorlige lidelser.

Danskerne opholder sig en stor del af livet i boligen, hvor mados er en væsentlig kilde til partikelforurening, der kan nå meget højere niveauer end på landets mest trafikerede veje i myldretiden. Partiklerne inde i boliger kan være lige så skadelige som partikler i udeluften. Men til forskel fra udendørs luftforurening, så er det ofte beboerne, der er herre over forureningen i deres bolig. Gode vaner og korrekt brug af effektive emhætter med aftræk til det fri kombineret med god udluftning er således en let vej til at opnå et bedre indeklima og dermed bedre folkesundhed. Alligevel er der forbløffende lidt fokus på - og regulering af - indeklimaforureningen.

En undersøgelse fra *YouGov* udført for *Bolius* i december 2024 viste imidlertid, at godt hver tredje dansker aldrig tænder emhætten, når de tilbereder mad i ovnen, mens kun 12 procent altid tænder emhætten, når de tilbereder mad i ovnen. Samtidig sælges fortsat flere populære skabs- og bordovne, der ikke er under emhætte.

Der er således akut behov for oplysning om forurening og helbredsskader af partikler fra tilberedning af mad i ovne, og hvordan forureningen effektivt kan reduceres via forbedrede vaner og tekniske løsninger i køkkener. Nærværende notat fokuserer på luftforurening fra skabs- og bordovne, der ikke er placeret under emhætte og derved kan udgøre en større forureningsrisiko end ovne placeret under en effektiv emhætte.

¹ Dvs. det undertryk emhætten kan skabe i tætte boliger udlignes af øget lufttilførsel via den mekanisk ventilation.

Testdeltagere

Testdeltagere til undersøgelser af partikelforurening fra skabs- og bordovne, der ikke er placeret under emhætter blev fundet blandt 44 respondenter i en *Survey Monkey* undersøgelse i 2025 udsendt gennem nyhedsbreve fra Rådet for Godt Indeklima og miljøpunkterne i København samt svar fra 102 respondenter i en undersøgelse hos Bolius' brugerpanel. Det skal fremhæves, at respondenterne ikke anses for repræsentative for den danske befolkning, da modtagere af de aktuelle nyhedsbreve og brugerpanelets deltagere alt andet lige interesserer sig mere for indeklima end den generelle befolkning.

Blandt de 146 respondenter har godt halvdelen ovne, der er placeret under emhætte. Størstedelen af boligerne (77 %) har emhætter med aftræk til det fri, mens 16 boliger har emhætter med recirkulation, 10 har emhætter med ukendte aftræksforhold og 7 har ikke emhætter. I køkkener med recirkulationsemhætter og uden emhætter er der behov for effektiv udluftning (køkkenvinduet godt åbent og/eller gennemtræk) under og efter brug af ovnen for at reducere forureningen med partikler. Køkken-alrum er udbredt i boligerne (64 %), hvorved det således ikke er muligt at lukke døren mellem stue og køkken for at forhindre spredning af partikelforureningen, hvorfor der er særlig behov for god køkkenadfærd, effektive emhætter og udluftning med gennemtræk.

Blandt de 44 respondenter fra *Survey Monkey* undersøgelsen blev der spurgt specifikt ind til adfærd og ovns ventilation. I 37 af boligerne (84 %) anvendes ovnen dagligt eller et par dage om ugen og ovnen udgør derved en væsentlig forureningskilde i boligen. Kun 10 ud af 34 boliger (10 svarer ikke) har ovn under emhætte, hvor den varme forurenede ovnluft udledes bagerst mod væggen og stiger direkte op i emhætten. Ovne, der i stedet puster den forurenede luft ud foran, gør det sværere for emhætten at fange forureningen. I 28 boliger (64 %) bruges normalt ikke emhætte, når ovnen anvendes, hvorved forureningen ikke fjernes. Selv i de 22 boliger, hvor ovnen i komfuret står lige under emhætten, er det under halvdelen, der normalt bruger emhætten, når de anvender ovnen. Partikelforureningen kan således let reduceres via helt simple adfærdsændringer.

Forureningskriterier

Der er ikke en nedre grænse for, hvornår partikler ikke længere skader vores helbred: Jo færre partikler desto mindre er risikoen for at blive alvorlig syg. I tabel 1 er angivet forureningskriterier for partikelforurening i køkkener fastsat ud fra de kriterier for partikler, som Verdenssundhedsorganisationens (WHO) har fastsat.

Tabel 1: Forureningskriterier for partikelforurening i køkkener

	Forureningskriterier	Bemærkning
Ultrafine partikler ($\geq 20\text{nm}$)¹⁾	10.000 partikler/cm ³	Målt som gennemsnitlig timemiddelkoncentration. Anses for et højt forureningsniveau, der bør undgås.
Fine partikler (PM_{2.5})	Max. 15 µg/m ³	Målt som gennemsnitlig døgnmiddelkoncentration. Bør ikke overskrides mere end 3-4 døgn om året.

- 1) Da P-Traks i projektet, ikke måler partikler fra 10-20 nm, er WHO's retningslinjer for antal ultrafine partikler justeret herfor, ud fra en antagelse om, at omkring halvdelen af partikelantallet ligger i intervallet 10-20 nm.

Partikelmålinger

Dette vidensnotat bygger på partikelmålinger i seks danske hjem. Målingerne blev gennemført i 6 boliger med emhætte, der havde aftræk til det fri, da tidligere forsøg har vist, at recirkulationsemhætter ikke fjerner partikler. Boligerne havde skabs- eller bordovne som ikke var placeret under emhætte og køkkener i separate rum uden loft til kip, hvilket letter opblanding af luften og effektiv udluftning mellem forsøgene.

Partikelmålingerne blev foretaget i køkkenet under standardiserede forhold ved stegning af to stykker (fire halve stykker) bacon i ovn (bilag 1) med og uden brug af emhætte samt under udluftning med køkkenvinduet åbent. Der var lukket dør til køkkenet under målingerne. Før forsøgene blev effektiviteten af boligens emhætte testet via en tidligere udviklet metode for standardiseret pandestegning af bacon². Ingen andre forureningskilder var aktive i boligerne under målingerne.

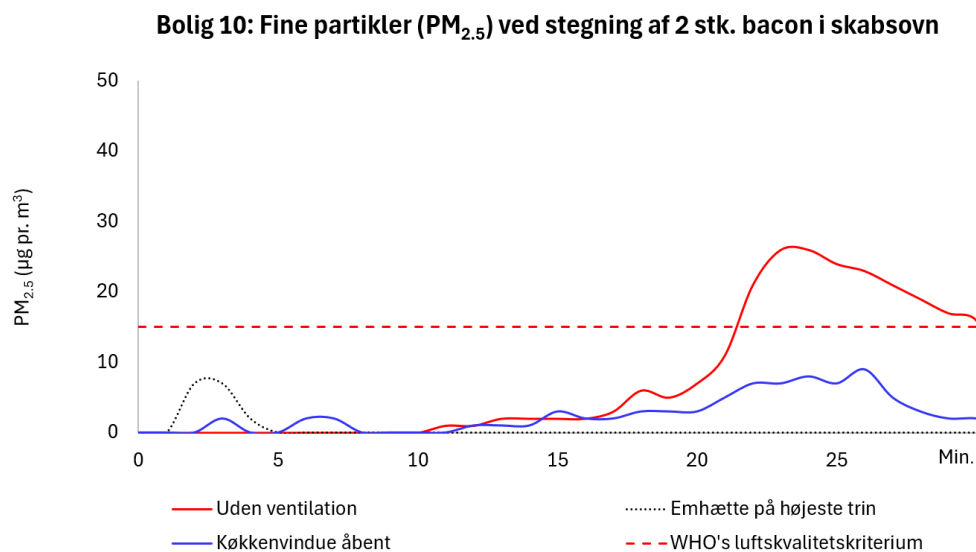
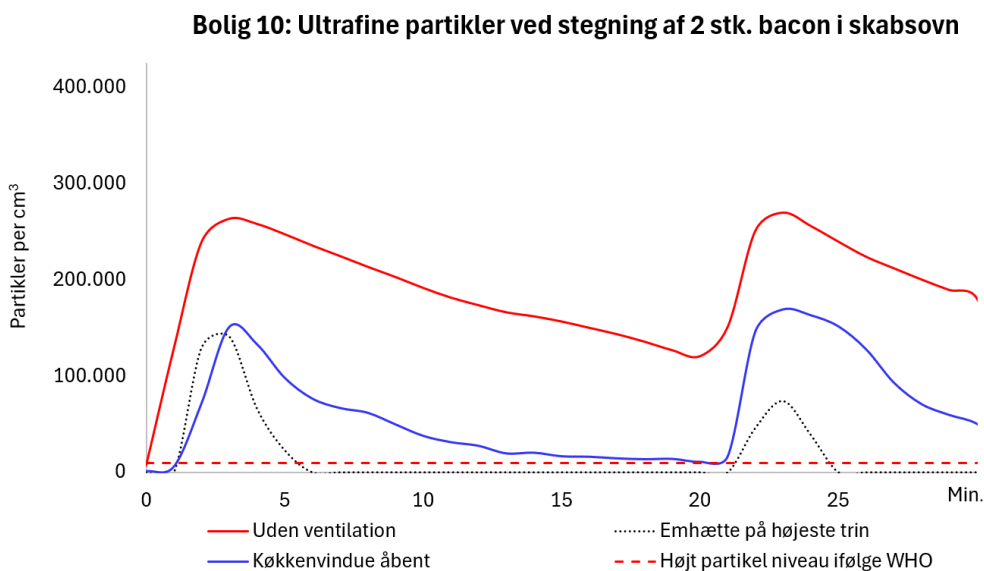
² <https://godtindeklima.nu/wp-content/uploads/2024/12/emhaetterapport-realdania-final-inkl-bilag.pdf>

Metoden til standardiseret baconstegning i ovn (jf. bilag 1) blev udviklet og forbedret ud fra en række forsøg, for at sikre, at partikelniveauerne i små køkkener ikke (kun kortvarigt) oversteg udstyrets øvre målegrænse. Samtidig skulle metoden være overkommelig tidsmæssigt og robust. Før målingerne blev reproducerbarheden (robustheden) af den udviklede testprocedure for stegning af bacon i ovn dokumenteret (bilag 2).

Der blev udført systematiske partikelmålinger (ultrafine partikler, partikelantal: 20-1.000 nm; og fine partikler: $PM_{2.5}$) ved brug af P-Traks (Ultrafine Particle Counter, model 8525) og DustTraks (Bordmodel, model 8530) fra TSI, der blev krydskalibreret med uafhængige instrumenter før, under og efter målingerne.

I figur 1 nedenfor ses partikelforureningen i et køkken med effektive emhætter fra standardiseret tilberedning af to stykker bacon i en skabsovn, der ikke er under emhætte. Til tiden 0 minutter åbnes den forvarmede ovn og ovnfadet med bacon sættes ind. Til tiden 20 minutter tages bacon ud og ovnen lukkes. Der er målt ultrafine partikler og fine partikler helt uden ventilation, med emhætten kørende på højeste trin og ved udluftning med køkkenvinduet åbent (figur 1). For at gøre målingerne sammenlignelige er baggrundsforurening (niveauet i køkkenet) før forsøgene fratrasket. Detaljerede resultater fra alle 6 boliger findes i bilag 3.

Figur 1: Partikelforurening ved stegning af to stykker bacon med/uden emhætte og med køkkenvinduet åbent



Af figuren ses, at niveauet af ultrafine partikler stiger betydeligt allerede, når ovnen åbnes, og ovnfadet med bacon sættes ind i den forvarmede ovn til tiden 0 minutter. Det skyldes sandsynligvis svært tilgængeligt snavs, som ikke blev fjernet ved den forudgående rengøring af ovnen. For fine partikler ses derimod først en stigning, når baconen tages ud efter 20 minutter, da forureningen dannes under tilberedning af bacon. Der er således ikke et fast forhold mellem ultrafine partikler og fine partikler hen gennem forsøgsperioden.

For ultrafine partikler ses, at en effektiv emhætte er mere effektiv end udluftning med køkkenvindue åbent. Emhætten er mest effektiv til at fjerne fine partikler (den lille peak fra 1-4 min. med emhætte kan ikke forklares). At emhætten ikke har endnu større fjernelse af de ultrafine partikler, skyldes sandsynligvis, at den varme forurenede ovnluft ikke udledes under emhætten. Derved er det sværere for emhætten at "fange" forureningen. Af bilag 3 fremgår, at der ikke er en sammenhæng mellem, hvor effektive emhætterne er til at fjerne partikler fra stegning under emhætterne (gøres ved vurdering af emhætternes effektivitet jf. bilag 1), og hvor effektive emhætterne er til at fjerne køkkenluft forurenede med partikler fra en ovn der ikke er under emhætte. Men brug af emhætte reducerer partikelforureningen fra skabs- og bordovne markant ved at øge luftskiftet i køkkenet.

Tabel 2 viser gennemsnitlig ekstra partikelforurening fra tilberedning af 2 stk. bacon i Bolig 10 sammenholdt med bidraget fra trafikken på en af landets mest forurenede gader i myldretiden.

Tabel 2: Gennemsnitlige ekstra partikelforurening fra tilberedning af to stykker bacon i ovn og lokal vejtrafik

	Ventilationsforhold	Ultrafine partikler (partikler 20-1.000 nm/cm ³)	Fine partikler (µg/m ³)
Bolig 10	Uden ventilation	187.400	7,6
	Med emhætte	16.200	0,5
	Køkkenvindue åbent	63.000	2,5
Trafikbidrag på HCAB¹⁾ i myldretiden		5-10.000	1-2

1) H.C. Andersens Boulevard i det centrale København, der anses for en af landets mest forurenede gader.

Af tabel 2 fremgår, at stegning af to stykker bacon i en ovn uden brug af ventilation let kan bidrage over 10 gange så meget til forureningen i køkkenet med ultrafine partikler, som den lokale trafik i myldretiden bidrager til forureningen på H.C. Andersens Boulevard i det centrale København. Dette skyldes i høj grad, at trafikken har partikelfiltre, og at forureningen fra trafikken fortyndes i et meget stort luftvolumen, mens røgen fra ovnen koncentrerer i køkkenet, hvis der ikke ventileres. En høj indendørs forurening er særlig problematisk, fordi vi opholder os en stor del af livet - og derved indånder meget luft - i vores bolig.

Hvis ovnen og bageplader m.v. ikke rengøres ordentligt efter brug, og der tilberedes mere end to stykker bacon, så må der forventes væsentlig højere forurening end målt ovenfor. Forureningen spredes til hele boligen, hvis døren mod køkkenet ikke er lukket. Tilberedning af varm mad i ovne bidrager således ofte til, at danskere udsættes for et højt forureningsniveau (jf. tabel 1). Eksponeringen reduceres signifikant, hvis der anvendes effektiv emhætte eller luftes grundigt ud under madlavning. Hvis der ikke anvendes emhætte eller luftes ud ved brug af ovnen, så kan beboerne udsættes for højere forureningsniveauer end WHO's kriterium for ultrafine partikler (jf. tabel 1), da forureningen kun langsomt fjernes fra boligens luft.

I bilag 3 findes resultaterne fra de 6 boliger. Det ses, at særlig koncentrationen af fine partikler varierer en del (selv når der tages højde for forskellige køkkenvolumen), hvilket ikke umiddelbart kan forklares statistisk ud fra dokumentation af metoden (jf. bilag 2), men sandsynligvis skyldes, at bacon branker mere i nogle ovne, da boligernes ovne ikke varmer ens ved samme temperatur (dette kunne ses på farve/form af det tilberedte bacon).

Helbredsskader

Mange forbinder luftforurening inklusiv skadelige partikler med udstødning fra biler eller røg fra brændeovne. Men som det fremgår af ovenstående målinger, så kommer en betydelig del af de partikler, som vi udsættes for i hverdagen, fra indendørs kilder f.eks. tilberedning af varm mad i vores boliger. Disse partikler minder kemisk og fysisk om de partikler, der opstår ved forbrændingsprocesser udendørs.

Partikler fra forbrændingsprocesser - uanset om kilden er trafik, brændeovne eller madlavning - hører til blandt de mest helbredsskadelige partikler. Verdenssundhedsorganisationen (WHO) vurderer, at fine partikler (PM_{2,5}) er en af de største sundhedsrisici på globalt plan. Ifølge WHO og international forskning er både kort og lang tids udsættelse for fine partikler forbundet med øget risiko for en række alvorlige sygdomme. Det Internationale Agentur for Kræftforskning (IARC) har desuden klassificeret partikulær luftforurening, herunder fine partikler, som kræftfremkaldende. Ultrafine partikler (målt som partikelantal) er endnu ikke fuldt undersøgt, men den eksisterende viden tyder på, at de kan være mindst lige så skadelige for helbredet som fine partikler.

Fine partikler er så små, at de kan passere de øvre luftvejenes forsvarsmekanismer og trænge ned i lungerne. De ultrafine partikler er endnu mindre, og kan nå ud i lungernes yderste forgreninger, alveolerne, hvor udveksling af ilt og kuldioxid med blodet finder sted. Herfra kan de ultrafine partikler diffundere over i blodbanen og transporteres rundt i kroppen, hvor de potentielt kan nå hjerte, hjerne og andre vitale organer.

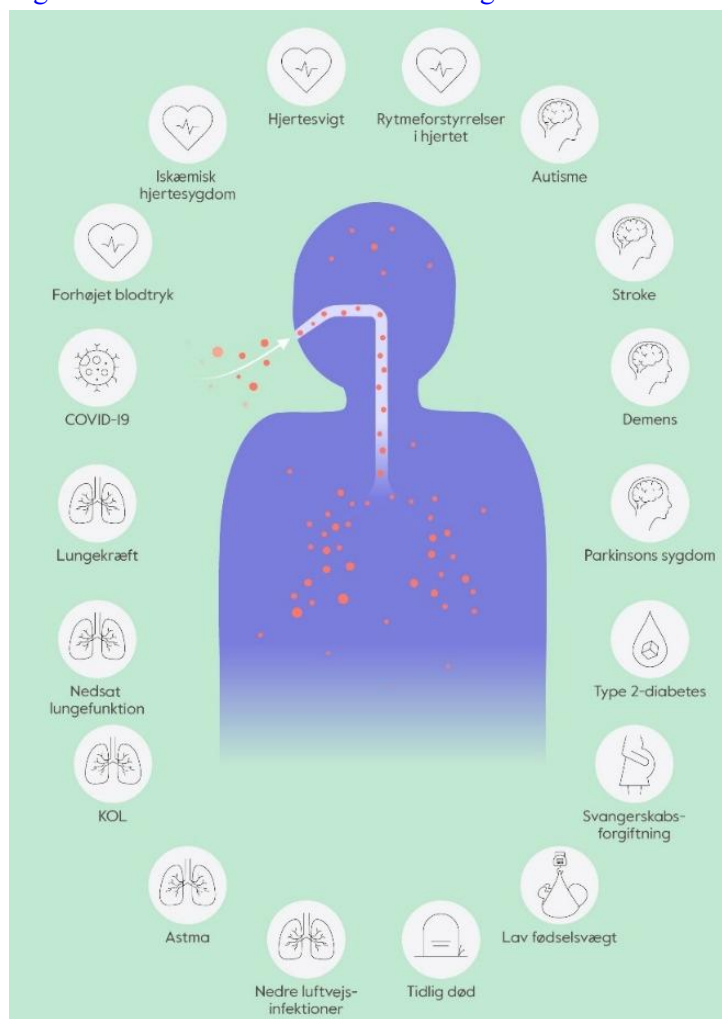
På nogle områder kan der drages paralleller mellem partikler fra madlavning og tobaksrøg, særligt i forhold til partikelstørrelser. Begge kilder indeholder store mængder fine og ultrafine partikler, og nogle af de kemiske forbindelser overlapper, herunder tjærestoffer (PAH'er), aldehyder og andre organiske forbindelser. Tobaksrøg indeholder dog en bredere vifte af skadelige stoffer, blandt andet nikotin, nitrosaminer og tobaksspecifikke toksiner. Det er derfor vigtigt at understrege, at indånding af partikler fra madlavning ikke uden videre kan sidestilles med at ryge, selv om der findes en række ligheder.

Korttidseffekter: Når vi indånder partikler (f.eks. fra madlavning), reagerer kroppen hurtigt. Partiklerne kan forårsage irritation i både øvre luftveje (næse, mund, strube og lufrør) og nedre luftveje (lunger). Det kan opleves som hoste, irritation i næse og hals samt svie i øjnene. Disse påvirkninger skyldes, at partiklerne fysisk sætter sig på slimhinder og udløser lokale reaktioner. Dertil kan partiklerne også udløse en betændelseslignende reaktion (inflammation) i kroppen. Det kan blandt andet måles som aktivering af immunforsvaret og øget dannelse af "stressmolekyler" (oxidativt stress). Samtidig kan partiklerne påvirke blodkarrenes funktion, hvilket kan ses som midlertidige ændringer i blodets evne til at størkne, øget puls eller ændringer i blodtrykket.

Langtidseffekter: Gentagen udsættelse for fine og ultrafine partikler over år kan bidrage til udviklingen af flere kroniske sygdomme. Lungerne kan tage skade, og risikoen for kroniske lungesygdomme såsom astma, kronisk bronkitis og kronisk obstruktiv lungesygdom (KOL) øges. Hos raske personer kan lungefunktionen påvirkes så meget, at den falder hurtigere med alderen end normalt. Særligt personer, der ofte laver mad uden effektiv ventilation, kan ophobe en betydelig belastning gennem livet. Lang tids udsættelse for partikelforurening øger risikoen for hjertekar- og kredsløbssygdomme. Det gælder blandt andet åreforkalkning og øget risiko for blodpropper i hjerte eller hjerne, der hænger sammen med langvarig inflammation og kroniske ændringer i blodkarrenes funktion. Samtidig kan ultrafine partikler trænge helt ind i cellerne og påvirke deres funktion direkte, hvilket over tid kan svække cellernes evne til at reparere sig selv og dermed bidrage til udviklingen af kroniske sygdomme. Nogle af de skadelige kemiske stoffer, der findes på overfladen af partikler fra stegeos (f.eks. tjærestoffer) er kendt for at være kræftfremkaldende.

Sårbare grupper: Langvarig eksponering for selv lave niveauer af partikler i indeklimaet øger risikoen for helbredsskader hos alle, men særligt for børn, ældre, gravide samt personer med hjerte- eller lungesygdomme. Luftforurening rammer således ikke alle lige hårdt. Børn og fostre er særligt sårbare, fordi deres lunger, hjerne og immunsystem endnu ikke er færdigudviklede, og fordi børn trækker vejret hurtigere og indånder mere luft end voksne. Ældre har ofte nedsat lungefunktion og svækket immunforsvar og kan derfor reagere kraftigere. Gravide er også mere udsatte på grund af kroppens fysiologiske forandringer under graviditeten. Omkring 700.000 danskere lever med en lungesygdom, typisk astma eller KOL. Som lungesyg kan man oftere opleve vejtrækningsproblemer på grund af en midlertidig nedsættelse af lungefunktionen ved luftforurening. Fine og ultrafine partikler kan påvirke immunforsvaret i lungerne, og dermed fremme ophobning af bakterier og forstærke eksisterende inflammation. Denne kombination øger risikoen for akutte forværringer med infektion, som ofte kræver hospitalsindlæggelse på grund af behov for intensiv behandling og overvågning.

Figur 3: Helbredsskader af luftforurening



Kilde: Vidensråd for Forebyggelse

Stegeos: Institut for Folkesundhed på Aarhus Universitet har undersøgt effekten af stegeos (fra flæsk i ovn) på unge voksne med mild astma ved korttidseksponering hos 36 ikke-rygere på 18-25 år. Forsøget var blindet og randomiseret og blev udført i specialbyggede eksponeringskamre. Før og efter eksponering fik deltagerne målt lungefunktion og fik taget blodprøver. Under opholdet i kammeret rapporterede de løbende deres symptomer. Forsøget viste, at mados indeholder store mængder skadelige partikler og kemiske stoffer. Ved eksponering for stegeos oplevede deltagerne mere øjenirritation, stoppet næse, hvæsende vejrtrækning, hovedpine og trykken for brystet end ved eksponering for ren luft. Helbredsundersøgelserne viste mild, forbigående inflammation i luftveje og blod samt DNA-skader. Selvom DNA-skader oftest repareres, øger mange samtidige skader risikoen for fejl i processen, hvilket på sigt kan føre til mutationer og kræft.

Krav til køkkenventilation

Tilberedning af mad i ovn giver anledning til høje koncentrationer af fine og ultrafine partikler i boliger, hvilket udgør en væsentlig helbredsrisiko. Køkkenventilation spiller en central rolle i forhold til at begrænse ophobning og spredning af forureningen fra madlavning. Alligevel er det kun i meget begrænset omfang, at lovgivningen har fokus på og understøtter en effektiv reduktion af denne forurening.

Bygningsreglementet (BR) regulerer alene krav til køkkenventilation i nye boliger. For eksisterende boliger (hvor der ikke foretages væsentlige ændringer) stilles der ingen krav - uanset om køkkenets indretning og/eller ventilation er utilstrækkelig i forhold til at fjerne helbredsskadelig forurening fra madlavning. Størstedelen af den eksisterende boligmasse er således ikke omfattet af krav til køkkenventilation.

For nybyggeri fastslår BR, at køkkener i boliger skal forsynes med emhætte med mekanisk udsugning og afkast til det fri. Emhætten skal have tilstrækkelig effekt til at fjerne fugt og luftformige forureninger fra madlavning. Kravet er imidlertid formuleret overordnet og fokuserer primært på fugt og lugt, mens der ikke stilles specifikke krav til fjernelse af helbredsskadelige partikler - hverken fine eller ultrafine. Der findes heller ingen præcise funktionskrav eller dokumentationskrav til emhættens effektivitet.

BR stiller heller ikke krav til placeringen af ovne i forhold til emhætten eller hvor ovnene udleder den varme forurenede luft, hvilket har stor betydning for emhættens evne til at opfange forureningen. Manglende krav til disse forhold betyder, at der fortsat installeres ovne og komfurer, hvor selv gode emhætter reelt har begrænset mulighed for at bortventilere partiklerne effektivt, selv når emhætterne anvendes korrekt.

Der eksisterer således hverken krav til eksisterende eller nye boliger, der sikrer en effektiv fjernelse af skadelige partikler fra ovne i køkkener og derved effektivt begrænser sundhedsrisikoen ved forurening fra madlavning. I BR indgår der hverken specifikke funktionskrav, krav til placering af ovne eller fokus på partikelforurening og derved folkesundheden. Der er således behov for krav i BR, der understøtter en forbedring af folkesundheden ved at minimere den helbredsskadelige forurening af indeklimaet med partikler fra madlavning. Ligeledes kunne med fordel indføres krav om, at væsentlige forureningskilder som ovne skal være placeret under effektive emhætter ved indretning af nye køkkener og ved ejerskifte af boliger.

Mere viden

Rådet for Godt Indeklima: www.godtindeklima.nu/viden/

Bolius: www.bolius.dk/indeklima

Realdania: <https://realdania.dk/publikationer/faglige-publikationer/slutrapport-for-ultrafine-projektet>

Helbredsskader: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37430267/> ; <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ina.12902>

Bilagsfortegnelse

Bilag 1: Testprocedure for standardiseret stegning af bacon i ovne og målinger i de udvalgte boliger.

Bilag 2: Referenceforsøg til dokumentation af reproducerbarheden (robustheden) af testproceduren.

Bilag 3: Nøgleoplysninger, måleresultater og en samlet vurdering af forureningen i de 6 testboliger.

Bilag 1

Bilaget indeholder testproceduren for standardiseret stegning af bacon i ovn og målinger i de udvalgte boliger.

Forud for målingerne af stegepartikler fra boligernes ovne, blev effektiviteten af boligernes emhætte på højeste trin testet via en metode for standardiseret pandestegning af bacon³. Ingen andre forureningskilder var aktive i boligerne under målingerne. Forsøgene blev udført med lukket dør til køkken.

Under målingerne af stegepartikler fra ovne blev måleudstyret (P-Traks og DustTraks) placeret i en afstand på 1-2 m fra ovnene alt afhængigt af køkkenforholdene. Ventilatoren blev placeret på et overskab, køleskab eller emhætten, så ventilatoren ikke blæste direkte mod ovnen, men blæste ud i rummet for at skabe cirkulation af luften og sikre så opblandet luft som muligt. Ventilatoren blev tændt mindst 10 minutter før målingerne.

Materialer

Glasfad: IKEA 365+ 1.0L rektangulær/glasfad.

Stænklåg: Daily stænklåg Ø29 cm rustfrit stål (plasthåndtag fjernet).

Bacon: 2 skiver Tulip Original BACON skiver (125g, 7 skiver pr. pakke).

Ovnrens: STERLING ovn- og grillrens.

Varmeblæser: Bright DT-000073 2000W (anvendes uden varmefunktion).

Rengøring af ovne før forsøg: Først blev rist og løst tilbehør fjernet fra ovnene. Et ovnrensemiddel blev sprayeret på ovnens flader og efter 20 minutter blev skummet fjernet med en våd svamp og efterfølgende tørret med en tør klud. Sideløbende blev ovnrysten og ribber lagt i blød i en balje med varmt vand og en opvasketab i 15 min, herefter blev de rengjort med en skuresvamp, skyllet i rent vand og tørret med et viskestykke.

Til hvert forsøg blev anvendt et rent sæt bestående af et ovnfast glasfad og et stænklåg (for at sikre at eventuelle stænk fra bacon blev i glasfadet og derfor ikke forurenede ovnen i efterfølgende forsøg).

Måleudstyret blev startet i god tid inden målingerne. Ovnens blev tændt på over- og undervarme og 200 °C (uden varmluftfunktion). Centralt i et glasfad blev lagt 4 halve stykker bacon (uden overlap) og et stænklåg blev lagt ovenpå. Selve forsøget blev påbegyndt til tiden 0, når ovnen var 200 °C varm.

Forsøgsprocedure

00:00 Ovnens åbnes og glasfad med baconstykker og stænklåg sættes på rist ind midt i 200 °C varm ovn.

20:00 Ovnens lukkes og åbnes.

Fad med bacon og stænklåg tages ud af ovnen, sættes på kogepladen og ovnlågen lukkes.

Bacon flyttes til tallerken med køkkenrulle.

30:00 Forsøg slutter, hvorefter der luftes grundigt ud inden næste forsøg.



³ <https://godtindeklima.nu/wp-content/uploads/2024/12/emhaetterapport-realdania-final-inkl-bilag.pdf>

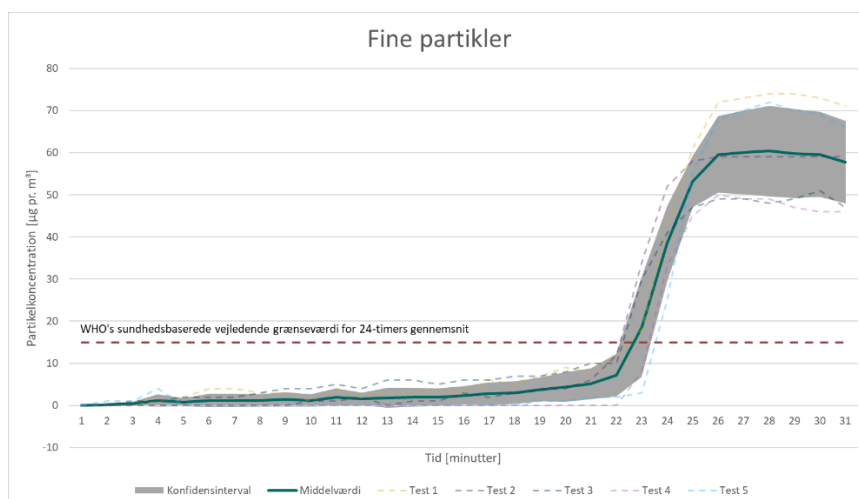
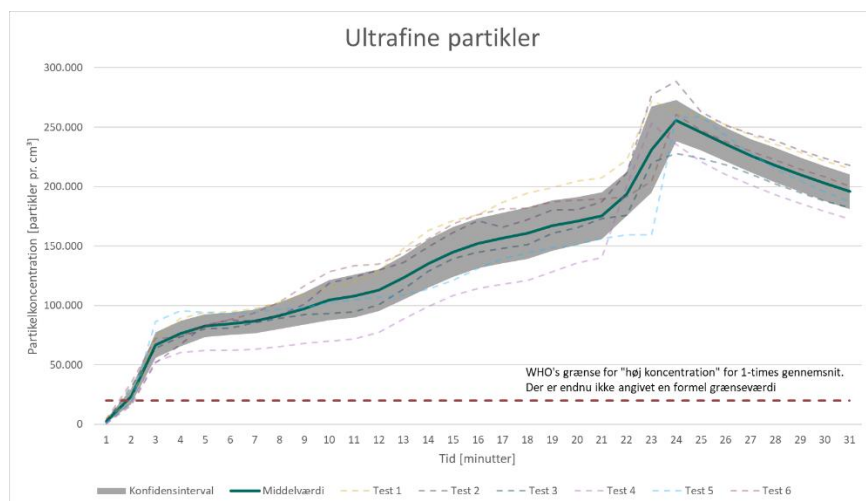
Bilag 2

Bilaget indeholder referenceforsøg til dokumentation af reproducerbarheden (robustheden) af testproceduren.

Der er udført seks identiske referenceforsøg uden brug af emhætte med testproceduren beskrevet i bilag 1. En måling af fine partikler blev dog afbrudt undervejs, hvorfor der kun er medtaget fem målinger af fine partikler.

Resultaterne fra referenceforsøgene er behandlet statistisk, hvor der er beregnet middelværdier samt tilhørende konfidensintervaller. Beregningen af konfidensintervallerne tager udgangspunkt i, at måledata kan beskrives ved en normalfordeling.

Konfidensintervallet anvendes som et estimat for den underliggende, "sande" middelværdi. I en stikprøve som den foreliggende, bestående af fem eller seks målinger, opnås én middelværdi for datasættet. Ved gentagelse af forsøget vil middelværdien naturligvis variere, men forventes fortsat at ligge tæt på den oprindelige. Et 95 % konfidensinterval angiver således, at den "sande" middelværdi med 95 % sandsynlighed befinder sig inden for det angivne interval. Af konfidensintervallerne angivet i figurerne ses det, at den udviklede testproceduren for stegning af bacon (jf. bilag 1) har en høj reproducerbarhed og derved er robust i forhold til målingernes formål.



Målingerne giver et indblik i partikelmønsteret, men der kan ikke drages entydige konklusioner på baggrund af enkeltstående målinger. De individuelle måleresultater kan således befinde sig uden for det beregnede konfidensinterval. For de ultrafine partikler varierer konfidensintervallet med op til 36.300 partikler pr. cm³ omkring middelværdien, mens variationen for de fine partikler er op til omkring 11,8 µg/m³.

Bilag 3

Bilaget indeholder nøgleoplysninger og måleresultater for forureningen i de 6 testboliger.

Vurdering af emhætter

Før forsøgene blev effektiviteten af boligernes emhætte testet via en tidligere udviklet metode for standardiseret pandestegning af bacon⁴. Selve vurderingen af emhætten blev dog gradueret yderligere med en ny kategori (*Rigtig god*) og specifikt vurderet i forhold til volumen af det enkelte køkken (se nedenfor).

For et køkken på 15 m³ blev brugt følgende kriterier for de enkelte kategorier (afrundede forureningsniveauer):

Kategori	Ultrafine Partikler	Fine Partikler	Signatur
Rigtig god	≤ 5.000	≤ 10	● ● ● ●
God	6.000-20.000	11-15	● ● ● ○
Middel	21.000-40.000	16-30	● ● ○ ○
Uegnet	> 40.000	> 30	● ○ ○ ○

For køkkener større eller mindre end 15 m³ blev korrigeret for volumen ved at gange forureningsniveauet med en korrektionsfaktor, $k = \text{Aktuelt køkkenvolumen} / 15 \text{ m}^3$, før emhættens kategori blev vurderet.

På de følgende sider ses nøgleoplysninger og måleresultater for forureningen i de 6 boliger.

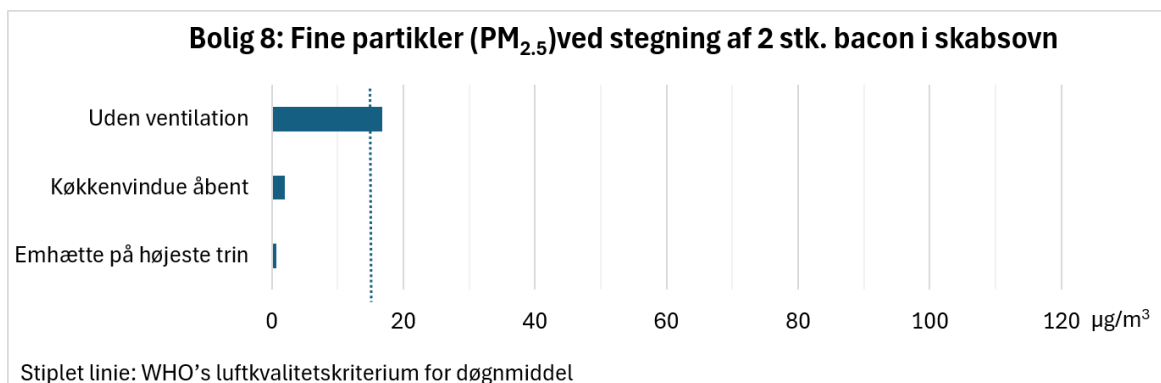
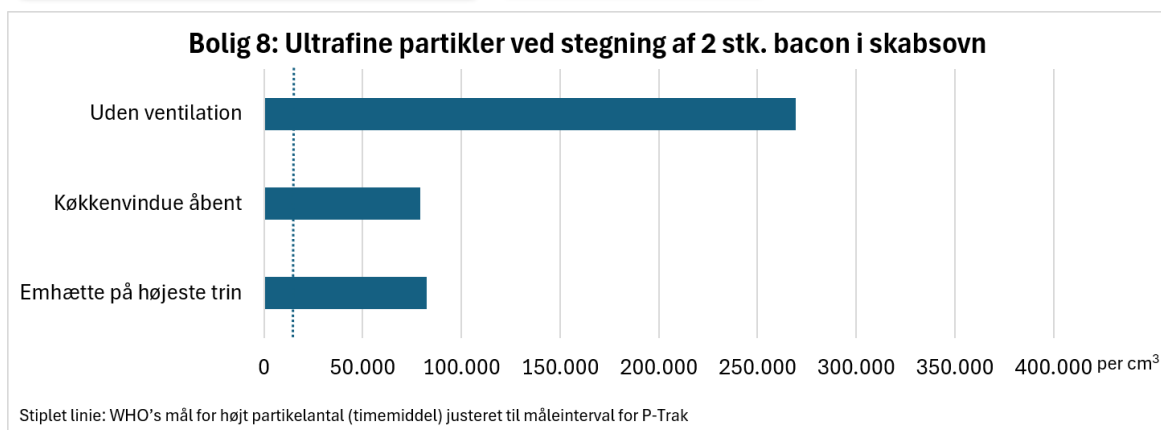
OBS

Bemærk at der ikke nødvendigvis forventes en lineær sammenhæng mellem emhættens effektivitet overfor en forureningskilde direkte under emhætten, hvilket testes når emhættens effektivitet vurderes, og emhættens evne til at udskifte køkkenluft forurenet med partikler fra skabs- og bordovne, som der måles i ovnforsøgene.

Bemærk desuden, at boligernes køkkener har markant forskellige volumener, hvilket er vigtigt for fortynding, og at de forskellige ovne varmer meget forskelligt, hvilket ikke giver samme partikeldannelse fra baconstegning ved samme temperatur og tid i forskellige ovne. Derfor forventes ikke, at baconstegningen bidrager til samme partikkelkoncentration i de forskellige køkkener.

⁴<https://godtindeklima.nu/wp-content/uploads/2024/12/emhaetterapport-realdania-final-inkl-bilag.pdf>

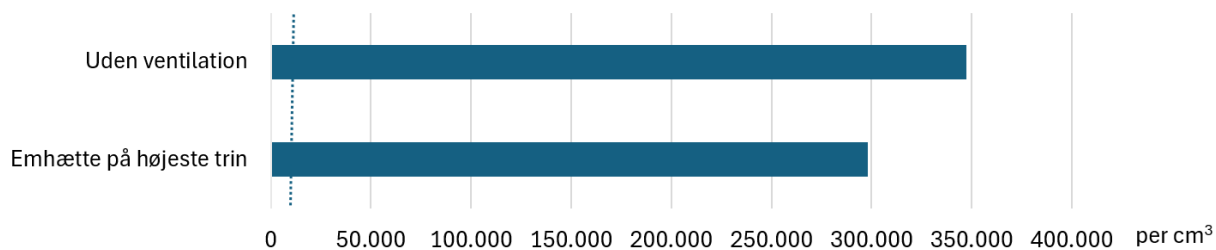
Bolig 8		
Familie		2 voksne
Emhætte-fabrikant		Thermex
Emhætte-test	Ultrafine partikler	●●○○ (Middel; gennemsnit: 29.700 per cm ³)
	Fine Partikler	●○○○ (Uegnet; gennemsnit: 245 µg/m ³)
Køkken-rumfang		17,6 m ³
Udluftning		0,33 m ²
Vinduet åbner		Lodret
Ovn mærke		VOSS
Ovn udblæsning		Foran over lågen (blæser ned mod gulvet)
Ovn placering		Skabsovn i bordhøjde
Tænder emhætte når ovnen er i brug		Nej
Ovn bruges		Ugentligt



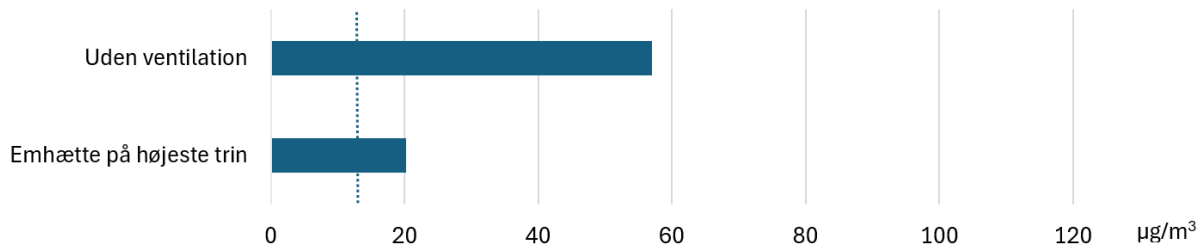
Bolig 9		
Familie		2 voksne og 1 barn
Emhætte-fabrikant		Asko
Emhætte-test	Ultrafine partikler	●○○○ (Uegnet; gennemsnit: 135.000 per cm ³)
	Fine Partikler	●○○○ (Uegnet; gennemsnit: 1.200 µg/m ³)
Køkken-rumfang		48,5 m ³
Udluftning		Der laves ikke forsøg med åbent vindue da forholdene ikke er optimale
Vinduet åbner		Kip vindue i loftet
Ovn mærke		SIEMENS
Ovn udblæsning		Foran over lågen
Ovn placering		Skabsovn i bordhøjde
Tænder emhætte når ovnen er i brug		Nej
Ovn bruges		Ugentligt



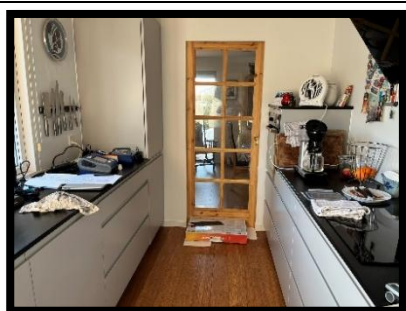
Bolig 9: Ultrafine partikler ved stegning af 2 stk. bacon i skabsovn



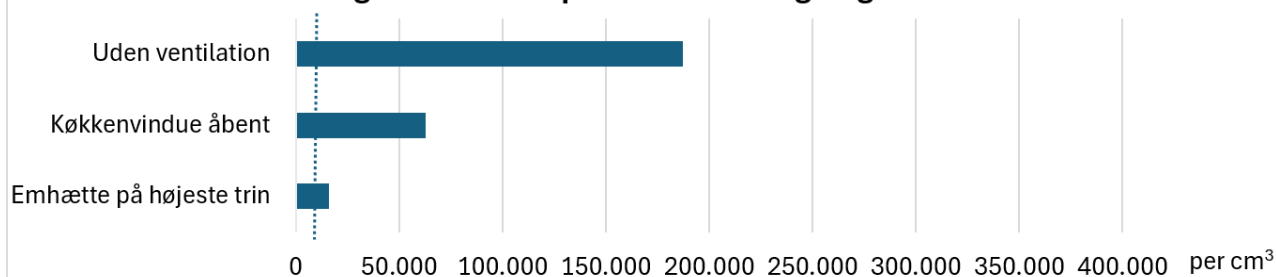
Bolig 9: Fine partikler (PM_{2,5}) ved stegning af 2 stk. bacon i skabsovn



Bolig 10		
Familie		2 voksne
Emhætte-fabrikant		Siemens
Emhætte-test	Ultrafine partikler	●●○○ (Middel; gennemsnit: 32.200 per cm ³)
	Fine Partikler	●○○○○ (Uegnet; gennemsnit: 63 µg/m ³)
Køkken-rumfang		19 m ³
Udluftning		Køkkenvindue åbent (0,16 m ²)
Vinduet åbner		lodret/vandret
Ovn mærke		Voss Elektrolux
Ovn udblæsning		Foran over lågen
Ovn placering		Skabsovn i bordhøjde
Tænder emhætte når ovnen er i brug		nej
Ovn bruges		ugentligt

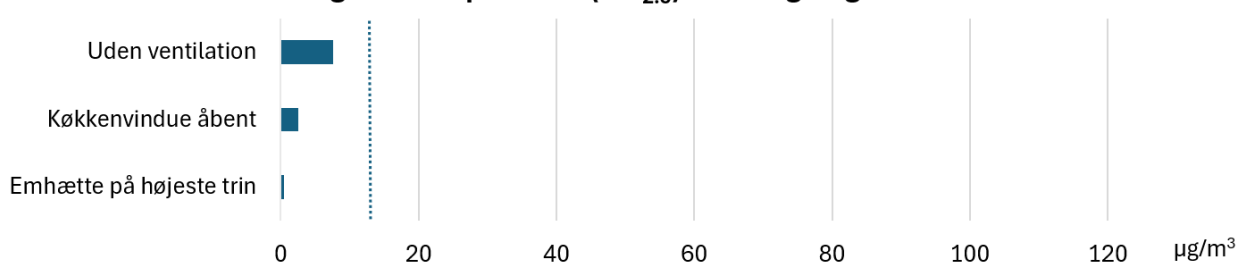


Bolig 10: Ultrafine partikler ved stegning af 2 stk. bacon i skabsovn



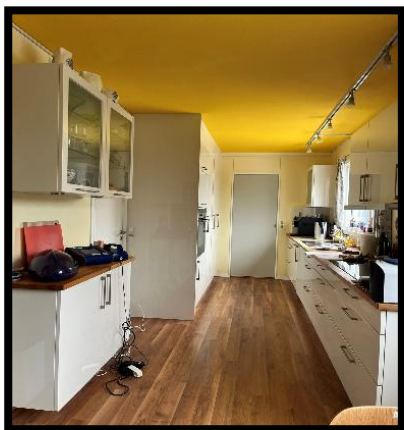
Stiplet linie: WHO's mål for højt partikelantal (timemiddel) justeret til måleinterval for P-Trak

Bolig 10: Fine partikler (PM_{2,5}) ved stegning af 2 stk. bacon i skabsovn

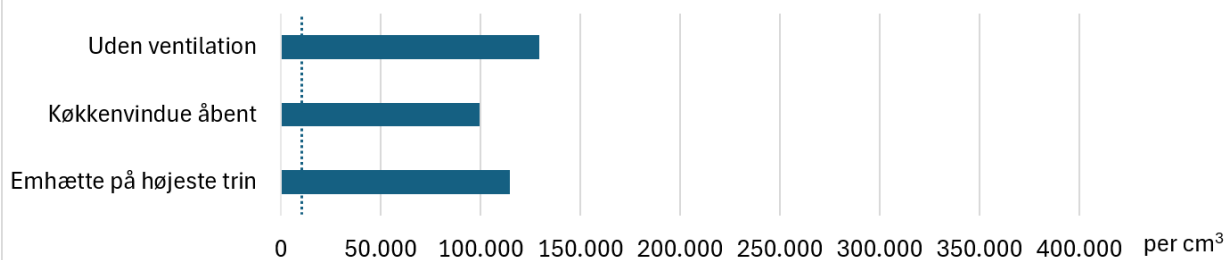


Stiplet linie: WHO's luftkvalitetskriterium for døgnmiddel

Bolig 11		
Familie		2 voksne
Emhætte-fabrikant		Siemens
Emhætte-test	Ultrafine partikler	●●●○ (God; gennemsnit: 15.300 per cm ³)
	Fine Partikler	●●○○ (Middel; gennemsnit: 28 µg/m ³)
Køkken-rumfang		48m ³
Udluftning		Køkkenvindue åbent (0,14m ²)
Vinduet åbner		lodret
Ovn mærke		Siemens
Ovn udblæsning		Fortil over lågen
Ovn placering		skabsovn
Tænder emhætte når ovnen er i brug		nej
Ovn bruges		Ugentligt

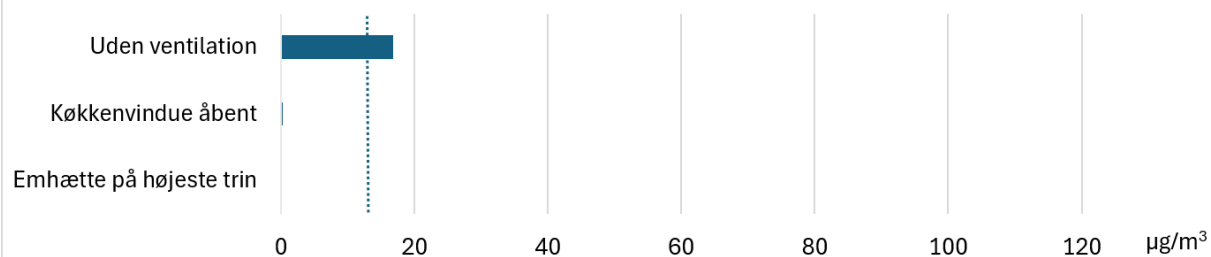


Bolig 11: Ultrafine partikler ved stegning af 2 stk bacon i skabsovn



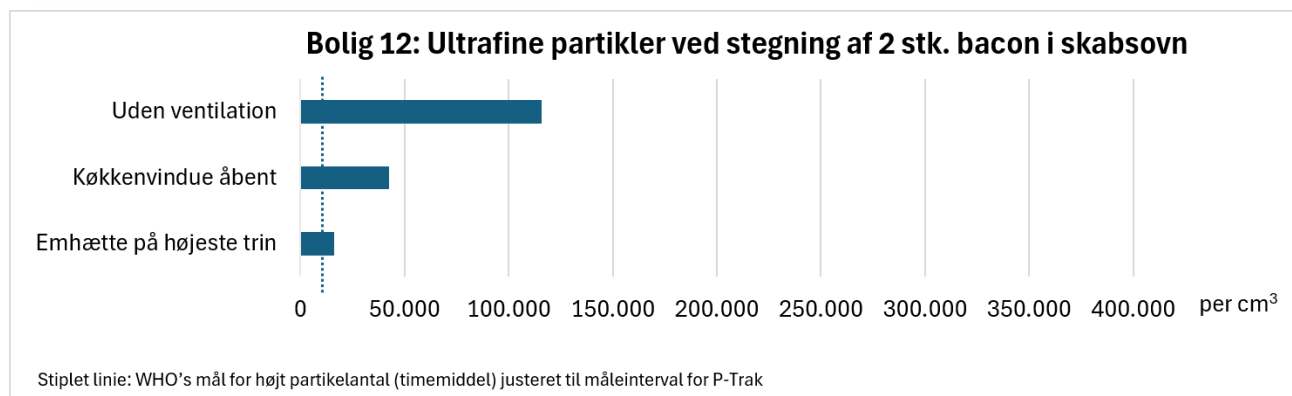
Stiplet linie: WHO's mål for højt partikelantal (timemiddel) justeret til måleinterval for P-Trak

Bolig 11: Fine partikler (PM_{2.5}) ved stegning af 2 stk. bacon i skabsovn



Stiplet linie: WHO's luftkvalitetskriterium for døgnmiddel

Bolig 12		
Familie		2 voksne og 1 teenager
Emhætte-fabrikant		
Emhætte-test	Ultrafine partikler	●●●●● (Rigtig god; gennemsnit: 2.700 per cm ³)
	Fine Partikler	●●●●● (Rigtig god; gennemsnit: 0,14 µg/m ³)
Køkken-rumfang		29,9m ³
Udluftning		Køkkenvindue åbent (0,15m ²)
Vinduet åbner		lodret
Ovn mærke		SAMSUNG
Ovn udblæsning		fortil over lågen
Ovn placering		skabsovn (underskab)
Tænder emhætte når ovnen er i brug		nej
Ovn bruges		Ugentligt

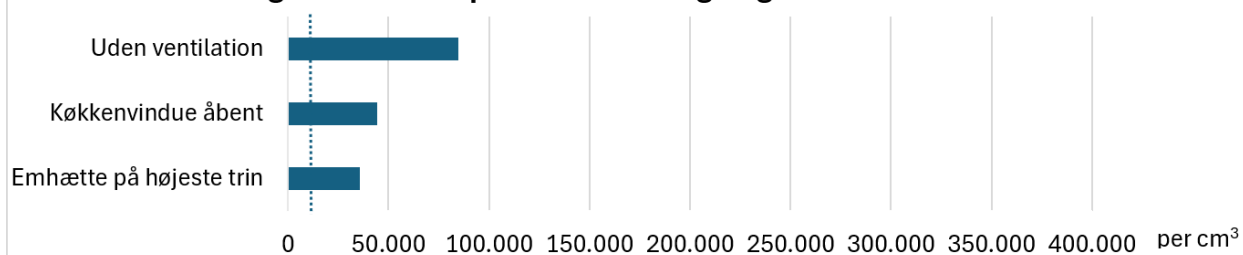


Teknisk fejl i måling af fine partikler betød at data desværre ikke er tilgængelige.

Bolig 13		
Familie		2 voksne
Emhætte-fabrikant		Glentco
Emhætte-test	Ultrafine partikler	●○○○ (Uegnet; gennemsnit: 148.000 per cm ³)
	Fine Partikler	●○○○ (Uegnet; gennemsnit: 865 µg/m ³)
Køkken-rumfang		37,8m ³
Udluftning		Køkkenvindue åbent (0,36m ²)
Vinduet åbner		Vandret
Ovn mærke		Husquarne
Ovn udblæsning		Indvendigt aftræk
Ovn placering		Skabsovn til venstre for emhætte
Tænder emhætte når ovnen er i brug		nej (der er tilsluttet et genvex system)
Ovn bruges		Ugentligt

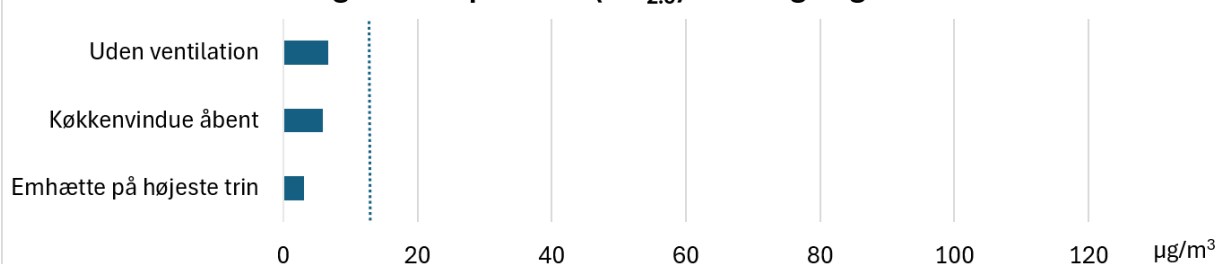


Bolig 13: Ultrafine partikler ved stegning af 2 stk. bacon i ovn



Stiplet linie: WHO's mål for højt partikelantal (timemiddel) justeret til måleinterval for P-Trak

Bolig 13: Fine partikler (PM_{2.5}) ved stegning af 2 stk. bacon i skabsovn



Stiplet linie: WHO's luftkvalitetskriterium for døgnmiddel