

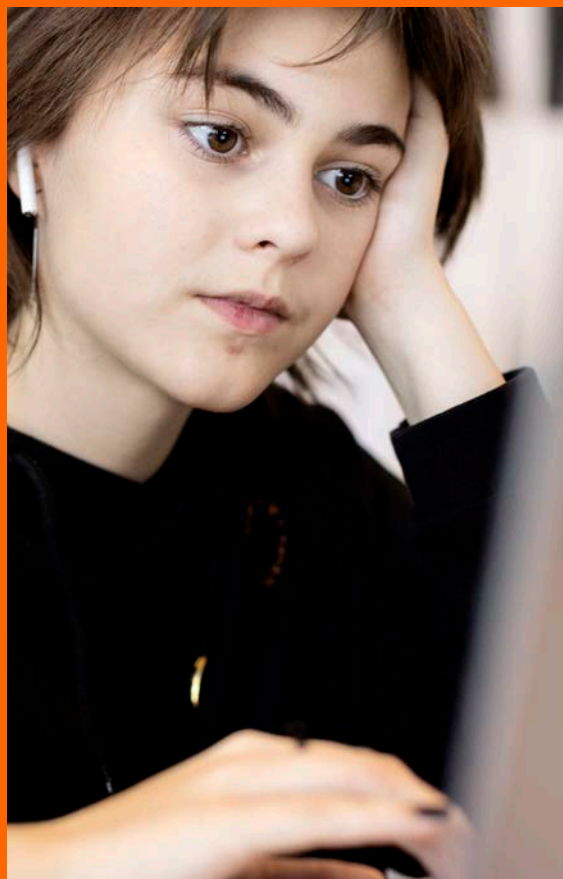
*masse eksperiment

astra*

Kemi i luften i klasselokaler

Resultatrapport for Masseeksperiment 2021:
Kemi i luften i undervisningsmiljøer

masseeksperiment.dk



Kolofon

Forfattere

Adjunkt Kasper Vita Kristensen, Institut for Bio- og Kemiteknologi, Aarhus Universitet.
Phd-studerende Sara Bjerre Sørensen, Institut for Bio- og Kemiteknologi, Aarhus Universitet.
Lene Christensen, programleder for Masseeksperiment, cand. scient, Astra.

Redaktion

Karin Mortensen, chefkonsulent og teamchef, Astra

Layout

Karin Skovrød, Astra

Foto

Tor Trads, Jakob Vind

Udgiver

Astra
Mærsk Mc-Kinney Møller Videntcenter
Akademigrunden 18
4180 Sorø
E: astra@astra.dk
T: +45 2427 0024
W: masseeksperiment.dk



astra*

Indhold

Side 4

**Handlekompetencer efter deltagelse i
Masseeksperimentet**

Side 5

Tak for jeres deltagelse

Side 6

Hilsen fra forskerne

Side 7

Eksperimentdesign

Side 8

Masseeksperimentet 'Kemi i luften' kort fortalt

Side 10

Hvor kommer kemien i luften fra?

Side 12

**Tilstedeværelsen af 'kemi i luften' i
klasselokalet**

Side 14

Ventilation hjælper

Side 16

**Sammenhæng mellem kemi og opfattelse af
klasseluften**

Side 18

Opsummering af resultater

Side 19

Anbefalinger på baggrund af eksperimentet



Handlekompetencer efter deltagelse i Masseeksperimentet

Et vigtigt formål med Masseeksperimentet er, at eleverne bliver oplyst på et naturvidenskabeligt grundlag, som giver dem kompetencer til at handle. Vi har derfor udarbejdet en plakate 'I kan selv gøre noget', som præsenterer de handlinger eleverne selv kan gennemføre for at sikre et højt niveau af luftkvalitet, herunder lavt niveau af kemi i luften.

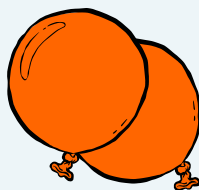
Plakaten kan hænges op i klasselokalet, og sammen med 'Duksehjulet' er det redskaber, som guider eleverne til egne handlinger.

Find plakaten 'I kan selv gøre noget' og 'Duksehjulet' på masseeksperiment.dk/tidligere-eksperimenter/indeklimate-iii/



Tak for jeres deltagelse

For første gang har vi undersøgt kemien i luften i undervisningsmiljøer i danske grundskoler og ungdomsuddannelser, og vi har fået et meget stort datasæt, som danner grundlag for værdifuld viden.



Tak fordi I har været med til at indsamle data. Det har kun været muligt at få så stort et datasæt, fordi I deltog i undersøgelsen, og fordi I var villige til at opsætte sensorer og indsamle luftprøver.

Det gør Masseeksperimentet 2021 'Kemi i luften' til den første større undersøgelse af kemi i luften i undervisningsmiljøer i Danmark.

Forskerne fra Aarhus Universitet har arbejdet intenst på at analysere de data, som I har samlet ind. I kan se forskernes resultater og konklusioner præsenteret i denne rapport.

Vi håber, at I med deltagelse i årets Masseeksperiment er blevet klogere på kemi i luften og dens betydning for oplevelsen af luftkvaliteten.

Vi håber også, at I har prøvet kræfter med og fået indsigt i autentiske naturvidenskabelige forskningsmetoder, og at I selv føler, at I er blevet klogere og mere oplyste i forhold til, hvad I selv kan gøre.

Endnu engang tak for jeres deltagelse og god læselyst.

Lene Christensen, programleder
Masseeksperiment 2021

Hilsen fra forsker

Masseeksperimentet 2021 har været en enestående mulighed for mig som forsker for at udforske og belyse nogle af de hvide pletter, som vi stadig har på indeklima-kortet.



Gennem ekstra-eksperimentet "Kemi i luften" har vi med hjælp fra elever og lærere opnået en unik og omfattende kortlægning af de mange kemiske stoffer, vi oplever i klasserne. Både de stoffer vi kan lugte, men især også de stoffer vi sjældent selv bemærker. Derudover har vi gennem Masseeksperimentet fået et unikt indblik i, hvor kemien i klasseluften kommer fra, hvordan den påvirker os, og hvordan vi bedst reducerer mængden heraf.

Alt dette er enormt vigtig for at fremme vores forståelse af luften omkring os, men især også for vores muligheder for sammen at finde de rigtige løsninger på dårligt indeklima i klasselokalerne.

Til sidst skal nævnes, at Masseeksperimentet også har bragt mig, som forsker, tættere på de mennesker, min forskning skal komme til gavn. Det har været en fornøjelse at arbejde tæt sammen med de mange ildsjæle rundt omkring på de danske skoler, og gennem eksperimentet

har jeg fået en værdifuld indsigt i elevers og læreres oplevelser af indeklimaet samt deres daglige stræben efter et sundt og nærende miljø.

Med afslutningen på Masseeksperimentet 2021 fortsætter jeg nu min forskning i det kemiske indeklima både styrket af ny viden fra eksperimentet og stærkt motiveret af dets deltagere.

Tusind tak.



Adjunkt Kasper Vita Kristensen, Institut for Bio- og Kemiteknologi, Aarhus Universitet.

Eksperiment-design

Ekstra-eksperimentet 'Kemi i luften' bestod af fire dele:

1. Opsætning af indeklima-sensorer

76 klasser fik i eksperimentet løbende målt niveauer af CO₂ samt den totale mængde af flygtige organiske stoffer, også kaldet VOC'er. Disse målinger blev foretaget over minimum fire uger ved brug af indeklima-sensorer monteret i de enkelte klasser.

2. Punktmålinger: Opsamling af luftprøve via 'rør' en dag med udluftning, en dag uden udluftning og i tomt lokale

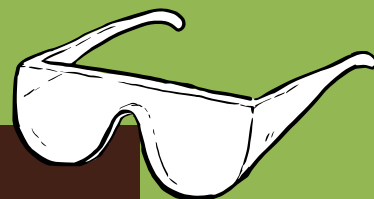
53 klasser indsamlede prøver af klasselokalets luft til analyse af, hvilke specifikke VOC'er der kunne opleves i netop deres klasse. Prøverne indsamlede de på dage med og dage uden ekstra ventilation samt i det tomme lokale.

3. Spørgeskema med spørgsmål relateret til oplevelsen af luftens kvalitet (besvaret af læreren)

43 lærere fra 73 klasser giver supplerende oplysninger om udluftningsvaner, ventilation og oplevelsen af indeluften gennem spørgeskema.

4. Kobling til elevernes trivsels- og koncentrationstests

De indsamlede data blev desuden sammenholdt med resultater fra de udførte trivsels- og koncentrationstests knyttet til eksperimentet og gennemført sammen med Institut for Miljø- og Ressourceteknologi, Danmarks Tekniske Universitet.

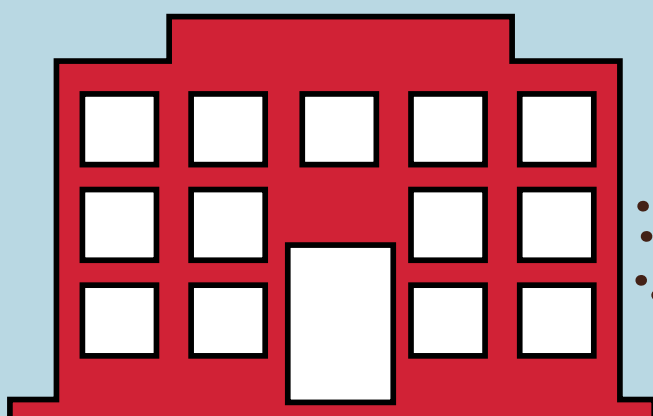


Hvad er VOC'ere?

VOC står for Volatile Organic Compound. VOC'ere er flygtige organiske forbindelser (gasser) og findes overalt i luften, både indenfor og udenfor. VOC'er afgasses fra en meget lang række af kilder, fx menneskers udånding og sved, fra kilder vi er omgivet af såsom bygninger, møbler og tøj samt fra menneskelig aktivitet såsom rengøring, trafik, madpakker og madlavning.

TVOC står for den totale mængde af VOC. Anbefalede niveauer for den maksimale mængde af TVOC er ofte 750 ppb (parts per billion).

Masseeksperimentet 'Kemi i luften' kort fortalt



53

klasser
indsamlede
prøver af luften
med rør

43

lærere, der
repræsenterede

73 klasser,
besvarede
spørgeskema

76

klasser opsatte
indeklima-
sensorer

Over
450
forskellige
VOC'ere blev
fundet

60 af de
450 fundne
VOC'ere gik
igen i mere
end 50% af
klasserne

65%
af klasserne
oplevede
TVOC-
koncentra-
tioner over
anbefalede
grænseværdi-
er i **mindre**
end 25% af
tiden

10% af
klasserne
oplevede
TVOC- koncen-
trationer over
anbefalede
grænseværdi-
er i **mere** end
50% af tiden

15% af de
målte 60
VOC'ere er
klassificerede
som potentielt
sundheds-
skadelige,
men i **ingen**
af klasserne
oversteg kon-
centrationen
det anbefale-
de maksimum.

38% af
de målte 60
VOC'ere er
koblet til lugt-
gener eller
ubehag. I 100%
af klasserne
blev der målt
en eller flere af
disse VOC'ere
i koncentrationer
over lugt-
grænsen.



‘I alle klasser er der tilstedeværelse af VOC’ere, og 96% af klasserne oplever TVOC-koncentrationer over anbefalede grænseværdier’

Der blev fundet >450 forskellige VOC’ere, hvoraf de 60 går igen i mere end 50% af klasserne. Næsten alle klasserne (96 %) oplevede TVOC-koncentrationer over det anbefalede maksimale niveau i november 2021.

Ingen af klasserne oplevede sundhedsskadelige VOC’ere over grænseværdierne, mens alle klasserne (100%) oplevede VOC’ere i koncentrationer over lugtgrænsen.

‘Højt niveau af TVOC’ere er ofte kortvarigt’

Stigninger af TVOC’ere ses ofte som kortvarige peaks og er ofte forbundet til aktiviteter i lokalet. Naturlig udluftning, som benyttes strategisk, har en positiv effekt på disse peaks.

‘Oplevelsen af luftens kvalitet er forbundet til koncentrationen af VOC’ere’

Der er en sammenhæng mellem lærernes oplevelser af luftens kvalitet og VOC-koncentrationen. Jo højere koncentration af TVOC, jo dårligere opleves luftens kvalitet.

‘Lokaler og anden aktivitet har betydning’

Lokalernes overflader afgasser VOC’ere og udgør et ‘konstant’ baggrundsniveau i lokalet. Aktiviteter i klasselokalet efter skoletid bidrager til øget udledning af VOC’ere. Afgasning fra aktiviteter efter skoletid, fx rengøring, kan stadig måles dagen efter, hvis der ikke har været tilstrækkelig udluftning.

Resultater

Hvor kommer kemien i luften fra?



Figur 1A og 1B viser, hvorledes både CO₂ og den totale mængde VOC'ere (her angivet som TVOC) varierer i løbet af dagen i de målte klasser. Målinger fra weekender og hverdage er angivet med henholdsvis grøn/brun og orange/gul farve.

'Kemi i luften', når eleverne er i lokalerne

Fra målingerne ses det tydeligt, hvordan luftens indhold af både CO₂ og TVOC stiger i hverdagene, når lokalet indtages af elever og lærere fra klokken 8. For CO₂ opnås et maksimum hurtigt (efter blot 1-2 timer), hvorimod TVOC-koncentrationerne er højest senere på dagen. Fald i CO₂-koncentrationerne kl. 10 og kl. 12 markerer tydeligt pauser i undervisningen, hvor elever forlader lokalet. For TVOC ses ofte stigninger i koncentrationen i pauserne, hvilket formentlig kan tilskrives kemi frigivet fra aktiviteter i lokalet, herunder især madpakkespisning.

Ved skoledagens afslutning ses, at koncentrationerne for CO₂ og TVOC falder igen. Målingerne viser derfor tydeligt, at tilstedeværelsen af elever bidrager med meget af den kemi, som sensoren registrerer i klasseluften. Dette bekræftes af de kemiske prøver fra klasserne, som i alle klasser viste betydeligt bidrag af kemikalier fra udånding, afgangninger fra hud og sved samt kemi fra

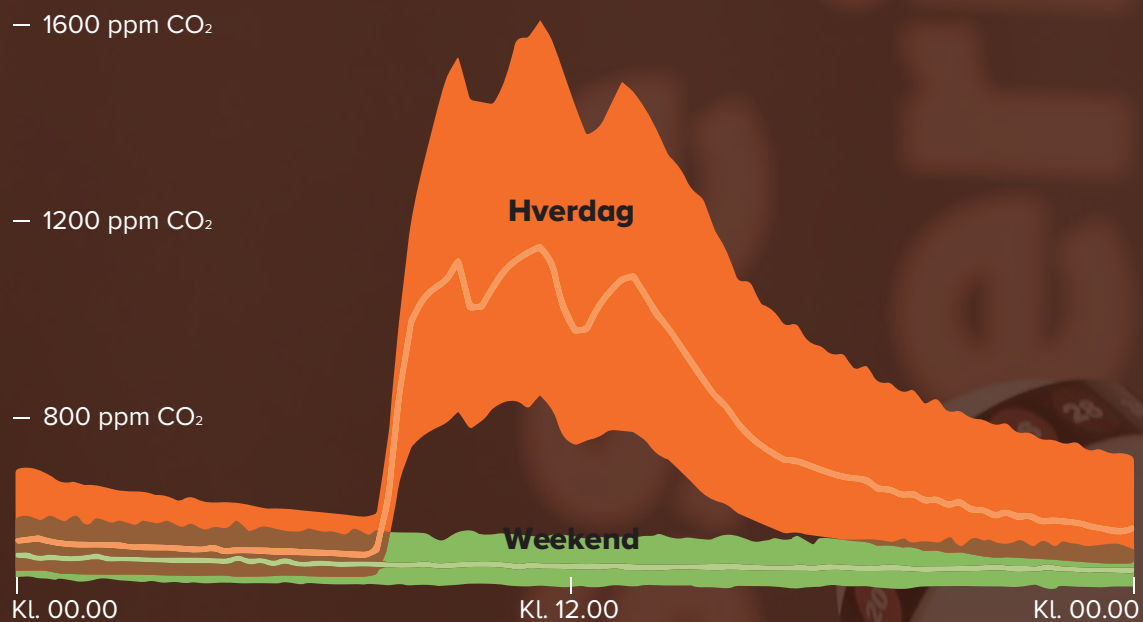
personlige plejeprodukter og især brugen af håndsprit. Derudover kunne der ses væsentlige bidrag fra specifikke kemikalier associeret med mad og drikkevarer. Disse er formodentlig frigivet til klasseluften fra madpakker i pauserne.

'Kemi i luften', når eleverne ikke er i lokalerne

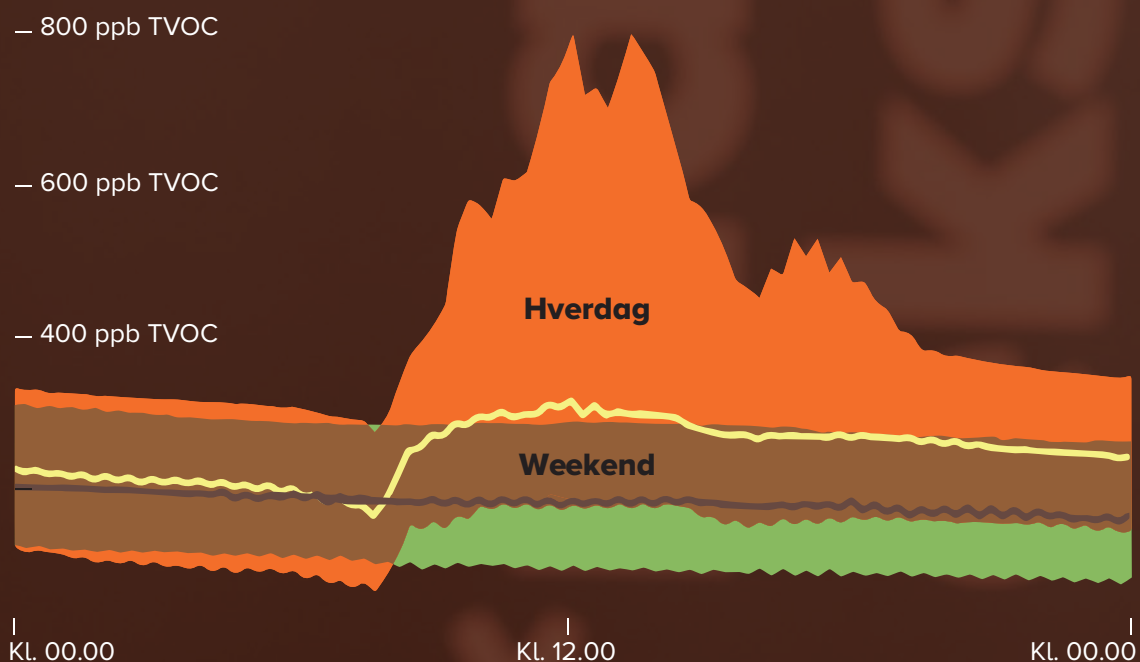
En anden vigtig kilde til kemien i klasserne ses fra hverdagsmålingerne i Figur 1A, hvor tilførsel af VOC'ere om eftermiddagen og aftenen (mellem kl. 16-20) medvirker til forlængelse af de forhøjede TVOC-niveauer. Sandsynligvis er kilderne hertil brug af klasselokalet efter eleverne er taget hjem samt rengøring af lokalet. I enkelte klasser medførte gårsdagens aktiviteter, og her især rengøring, ofte forhøjede niveauer af TVOC, når eleverne mødte ind.

'Kemi i luften' fra selve lokalet

Til sidst skal nævnes de fysiske rammer i lokalet, som fx maling på vægge, som kilde til kemien i luften. Indikationer herpå ses især fra sensormålinger foretaget i weekenden, hvor et baggrundsniveau af VOC'ere blev opretholdt til trods for fravær af elever, lærere og andre aktiviteter som fx rengøring. Dette baggrundsniveau kan skyldes kemi frigivet fra lokalets overflader. Dette bakkes op af, at flere kemikalier fra byggematerialer kunne ses i analyserne af klasseluften.



Figur 1A: Median (linje) og 25.-75. percentil (skraveret).
CO₂-koncentrationer i løbet af hverdage (orange) og weekender (grøn)



Figur 1B : Median (linje) og 25.-75. percentil (skraveret).
TVOC-koncentrationer i løbet af hverdage (orange) og weekender (grøn)

Tilstedeværelsen af 'kemi i luften' i klasselokalet

Tilstedeværelsen af 'kemi i luften' over de anbefalede retningslinjer varierer

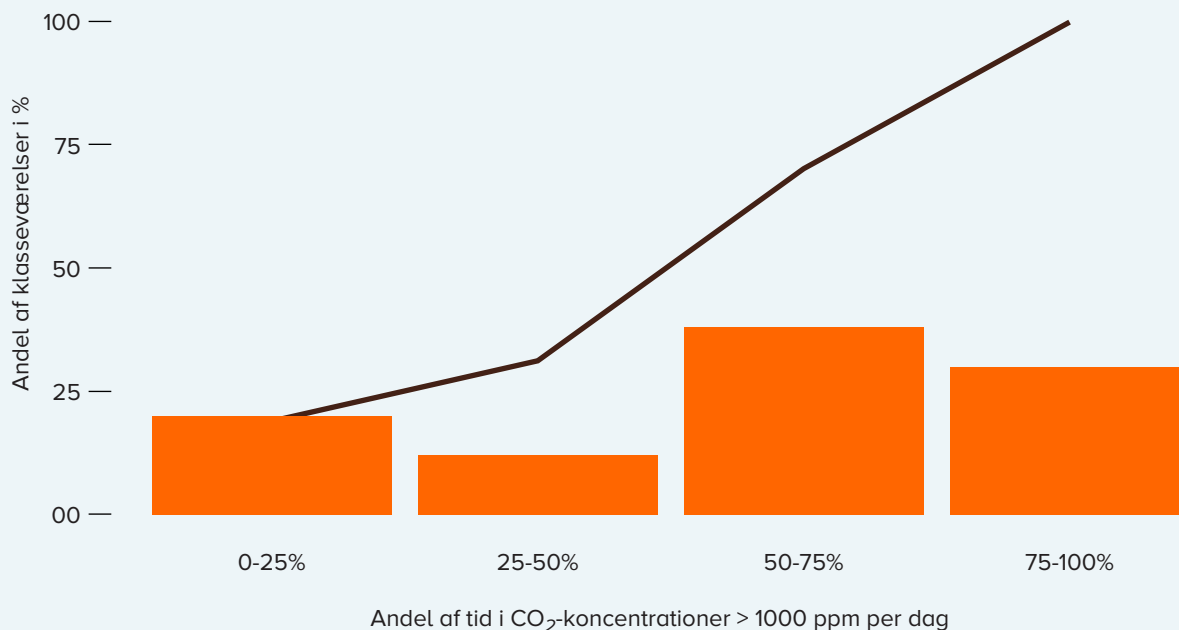
96% af klasserne oplevede i løbet af måleperioden TVOC-koncentrationer over de anbefalede retningslinjer, men med stor variation. Til sammenligning viste sensormålingerne, at alle de undersøgte klasser på et eller flere tidspunkter i løbet af måleperioden oplevede CO₂-koncentrationer over de anbefalede retningslinjer (1000 ppm for CO₂).

Mens CO₂-koncentrationer over de anbefalede grænseværdier generelt var tilfældet i alle klasser og ofte over længere tid ad gangen, var dette ikke tilfældet for TVOC-koncentrationerne, som varierede mere fra klasselokale til klasselokale og i løbet af dagen. Her oplevede mere end halvdelen af klasserne (65%) TVOC-koncentrationer over de anbefalede maksimale værdier i under 25% af deres opholdstid. 10% oplevede TVOC-koncentrationer over de anbefalede værdier i halvdelen af tiden eller mere (Figur 2B). Til sammenligning oplevede 68% af klasserne CO₂-niveauer over anbefalede værdier i mere end halvdelen af den tid, eleverne var til stede i lokalet (Figur 2A).

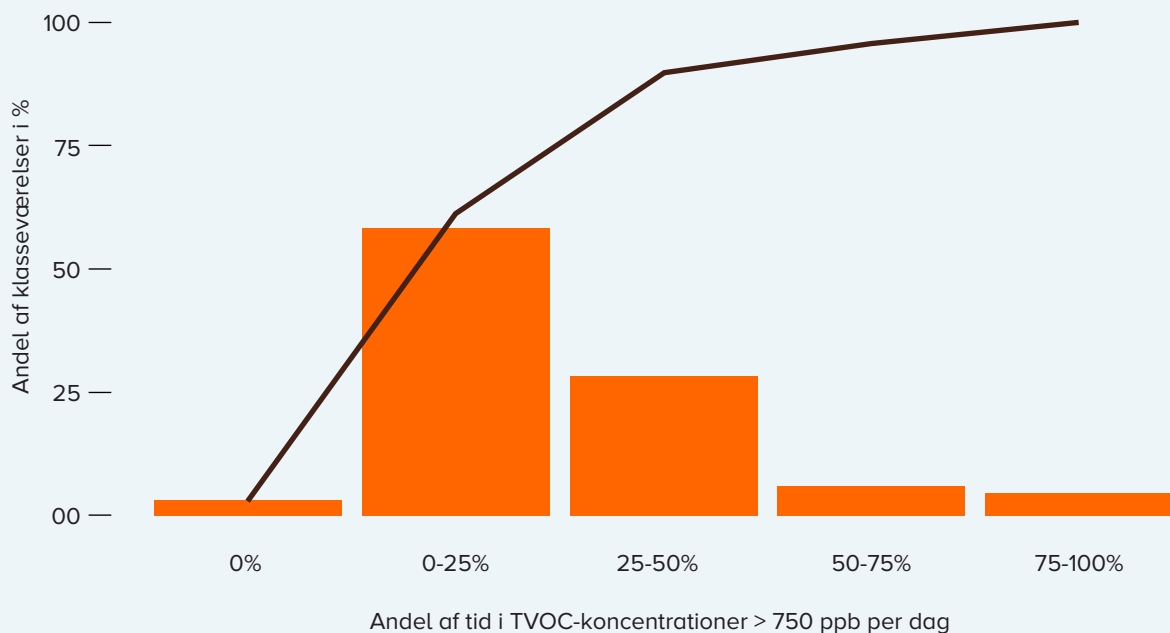
Luftsammensætningen i klasselokalet er kompleks og kan lugtes

I alt blev der på tværs af alle måledage og klasser fundet over 450 forskellige VOC'ere. Som nævnt kunne en stor del af disse kemikalier tilskrives afgasninger fra eleverne og aktiviteter i klasselokalet, men også flere stoffer fra lokalets materialer og interiør blev fundet i de indsamlede prøver. På den normale dag gik 60 af de fundne VOC'ere igen i mindst halvdelen af klasserne. 15% af disse 60 VOC'ere er kategoriseret som potentielt sundhedsskadelige og ca. 38% af de 60 VOC'ere er associeret med lugtgener og/eller ubehag. Af de 60 hyppigst forekommende VOC'ere var der ingen, der på tidspunkterne for prøvetagning var over de anbefalede¹ maksimale koncentrationer. Til gengæld blev der i alle af de undersøgte klasser fundet VOC'ere i koncentrationer, som kan give anledning til lugtgener.

1. Fra Arbejdstilsynet, <https://at.dk/regler/at-vejledninger/indeklima-a-1-2/>, hentet 25. september 2022



Figur 2A: Andel af klasselokaler (orange bokse), der oplever CO₂-koncentrationer over anbefalede grænseværdier. Grupperingen er lavet på baggrund af den andel af tid, hvor koncentrationerne overskrider den pågældende tærskelværdi, mens der er nogen til stede i klasselokalet. Den brune linje indikerer den akkumulerede andel af klasselokalerne.



Figur 2B: Andel af klasselokaler (orange bokse), der oplever TVOC-koncentrationer over anbefalede grænseværdier. Grupperingen er lavet på baggrund af den andel af tid, hvor koncentrationerne overskrider den pågældende tærskelværdi, mens der er nogen til stede i klasselokalet. Den brune linje indikerer den akkumulerede andel af klasselokalerne.

Ventilation hjælper

Kombinationen af mekanisk og naturlig ventilation i klassen reducerer kemien bedst

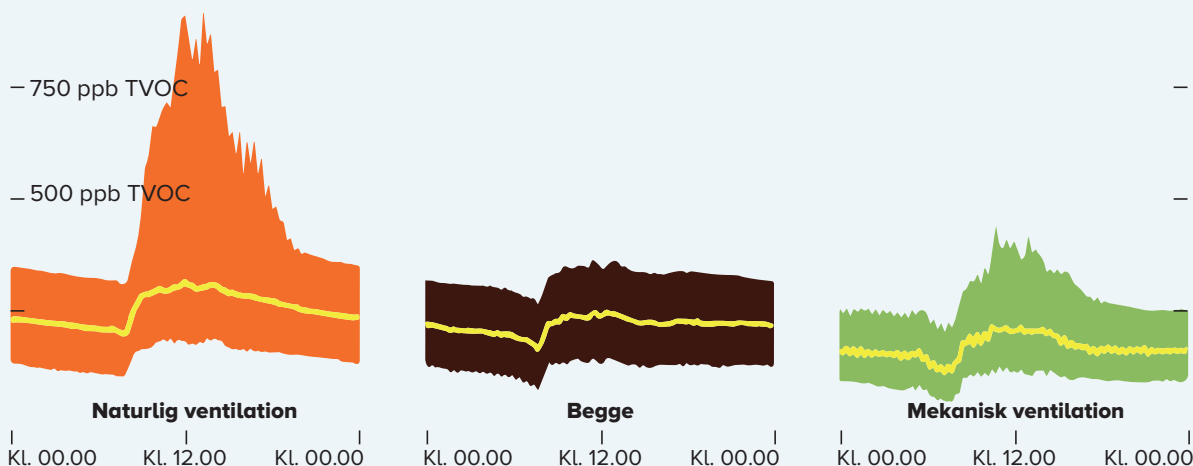
Den mængde kemi, som eleverne blev eksponeret for, afhang i høj grad af typen af ventilation. Klasselokaler med mekanisk ventilation havde generelt både lavere og mere stabile TVOC-koncentrationer end klasselokaler med kun naturlig ventilation (Figur 3).

Til gengæld formåede klasser, der havde mekanisk ventilation og samtidig benyttede naturlig ventilation, at sænke eventuelle peak-koncentrationer hurtigere end den mekaniske ventilation kunne have gjort det alene. Derfor oplevede klasselokaler med begge typer af ventilation gennemsnitligt de laveste TVOC-koncentrationer, selvom median-

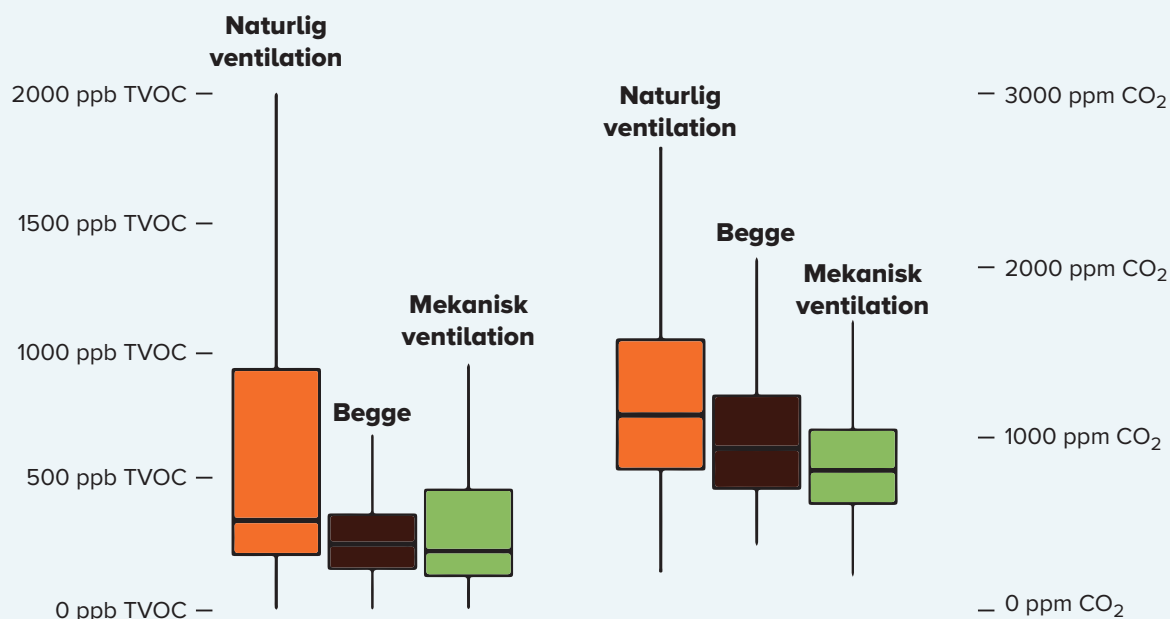
koncentrationerne generelt var lavest ved klasselokaler med mekanisk ventilation (Figur 4).

Udluftning i pausen kan nedbringe kemi i luften, men kun kortvarigt

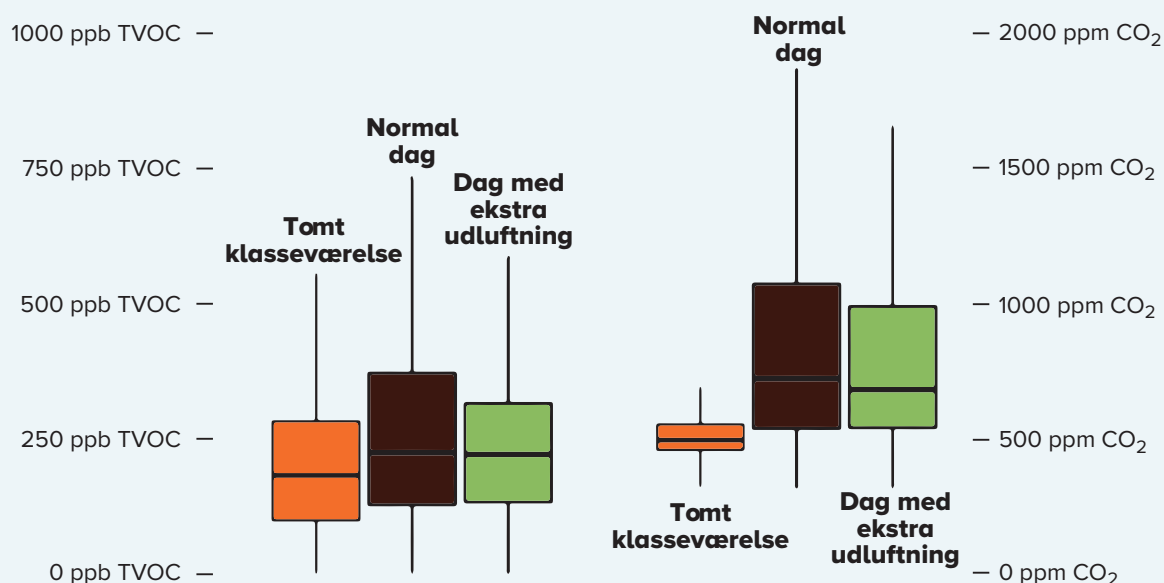
Overordnet set bidrog den planlagte udluftning til sænkede CO₂- og TVOC-niveauer i klasselokalerne. I forhold til TVOC, så bidrog udluftningen især til reduktion af de oplevede maksimum-koncentrationer fra formodede aktiviteter i pauserne. Effekten af udluftningen var dog oftest kortvarig, hvorfor kun en lille reduktion i dagens gennemsnitlige TVOC-niveauer blev observeret på tværs af de deltagende klasser (Figur 5).



Figur 3: Median (linje) og 25.-75. percentil (skraveret) TVOC-koncentrationer fordelt på typen af ventilation. Typen af ventilation inkluderer klasser med naturlig ventilation (orange), både naturlig og mekanisk ventilation (brun) og mekanisk ventilation (grøn).



Figur 4: Fordeling af målte CO₂- og TVOC-koncentrationer i løbet af skoletimerne (kl. 08.00-16.00) for klasselokaler med naturlig ventilation (orange), både naturlig og mekanisk ventilation (brun) og mekanisk ventilation (grøn).



Figur 5: Fordeling af målte TVOC- og CO₂-koncentrationer i løbet af skoletimerne (kl. 08.00-16.00) på hhv tomt klasselokale (orange), normal dag (brun) og dag med ekstra udluftning (grøn).

Kun ca. halvdelen af de undersøgte klasselokaler oplevede sænkede TVOC-niveauer på dagen med ekstra udluftning i pausen inden de planlagte trivsels- og koncentrationstests. Ud fra de kemiske analyser af klasseluften på udluftningsdagen skyldes dette både introduktionen af VOC'ere

udefra (udendørs luftforurening), men også øget afgasninger fra eleverne, når de vender tilbage til klasselokalet. Sidstnævnte kunne blandt andet ses ved øget bidrag fra kemikalier associeret med sved, formentlig forårsaget af øget fysisk aktivitet i den tid hvor eleverne opholdt sig udendørs under udluftningen.

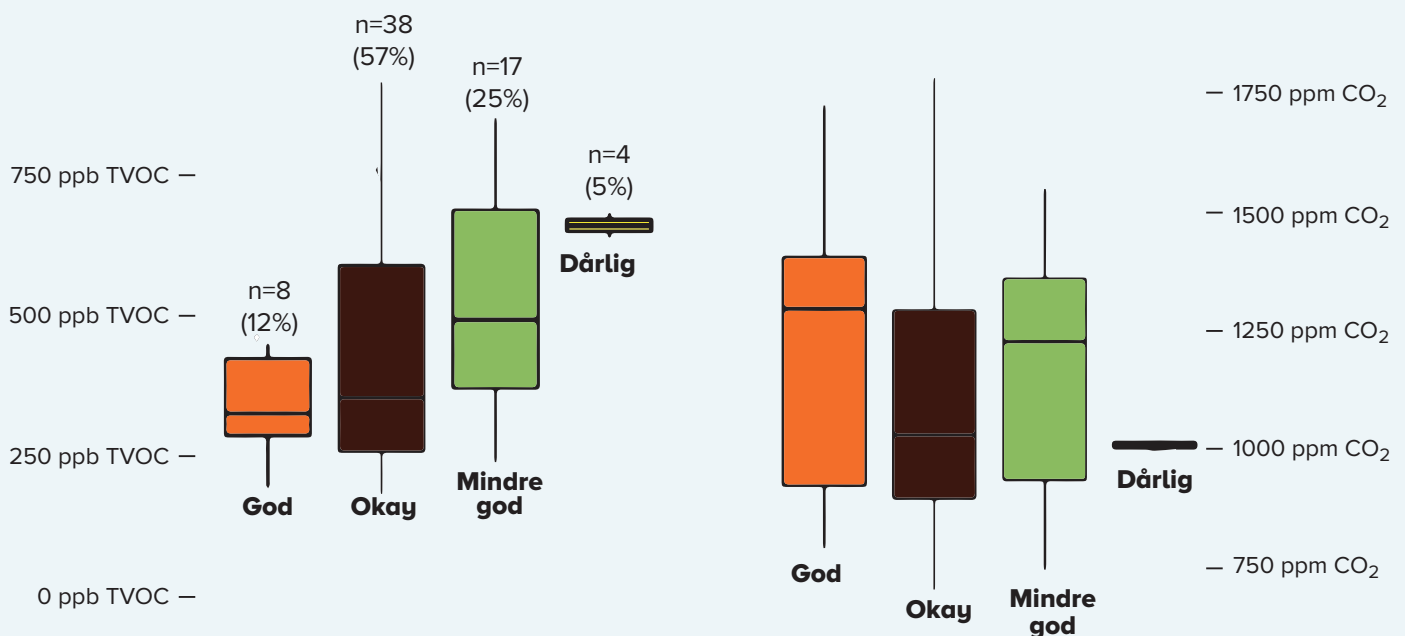
Sammenhæng mellem kemi og opfattelse af klasseluften



Sammenhæng mellem kemi og opfattelse af klasseluften

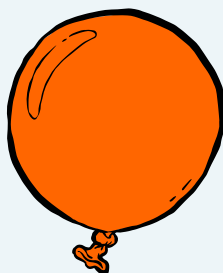
I det udsnit af klasserne, som deltog i den kemiske del af Masseeksperimentet, var det ikke muligt at se en signifikant sammenhæng mellem hverken TVOC- eller CO₂-koncentrationerne og elevernes testresultater (hverken i form af deres score i deres koncentrations- eller trivselstests). Ligeledes kunne ændringer i koncentrationerne af de hyppigst forekomne VOC'ere heller ikke korreleres med testresultaterne. Der blev altså ikke fundet betydelig sammenhæng mellem kemien i luften og elevernes indrapporterede oplevelser af luften og deres testresultater. En mulig årsag hertil må nok tilskrives den meget lille forskel i både resultaterne og ændringerne i luftens kemi på de to testdage for de deltagende klasser.

Der kunne derimod ses en betydelig sammenhæng mellem lærernes generelle opfattelser af luften i deres klasselokale og mængden af TVOC'ere målt med sensoren. På figur 6 illustreres det, hvordan lærerne opfatter indeluften som værende dårligere i klasser der er udsat for højere TVOC-niveauer. Særligt interessant er det også, at samme sammenhæng ikke ses med CO₂, hvilket tyder på, at luftens indhold af CO₂ i de målte koncentrationer og klasser ikke nødvendigvis medvirker til oplevelsen af luftkvaliteten. Ikke overraskende blev der ved sammenligning med enkelte kemiske stoffer fundet stærk sammenhæng mellem lærerens opfattelse af klasseluften og indhold af særligt ildelugtende kemikalier forbundet med sved og madvarer.



Figur 6: Sammenhæng mellem lærernes opfattelser af klasseluften og de målte TVOC- og CO₂-koncentrationer i løbet af skoletimerne (kl. 08.00-16.00).

Opsummering af resultater



Flygtige organiske stoffer eller VOC'ere findes i stor udstrækning i luften i danske klasselokaler. Antal og koncentrationer varierer fra klasse til klasse og over tid. Højeste niveau af kemi i klasseluften opleves ofte kortvarigt og især i forbindelse med pauser og timerne derefter.

Elever og lærere udgør en vigtig kilde til VOC'ere i klasselokalet ligesom aktiviteterne i klassen, som fx rengøring og madpakkespisning, gør. Øgede koncentrationer af VOC'ere i pauser skyldes formentlig madpakker og drikkevarer samt øget afgang fra eleverne som følge af fysisk aktivitet. Rengøring derimod ses ofte som kilde om eftermiddagen og aftenen og kan uden tilpas udluftning eller ventilation bidrage til kemien i lokalet den efterfølgende dag.

Signifikant lavere niveauer af TVOC ses i klasselokaler med mekanisk ventilation sammenlignet med lokaler som udelukkende har naturlig ventilation. Kombinationen af mekanisk ventilation og udluftning efter behov viser sig særlig effektiv til at holde peak-koncentrationer på et minimum.

Kemiske analyser viste tilstedeværelsen af potentielt sundhedsskadelige stoffer i de fleste klasser, dog med koncentrationer under anbefalede grænseværdier, hvorfor ingen umiddelbar risiko for elever og lærere kan påpeges. VOC'ere associeret med lugtgener og/eller ubehag udgør en stor andel af de hyppigst forekommende

kemikalier i klasseluften. Af disse kunne flere findes i koncentrationer, som kan give anledning til lugtgener. Vi ved endnu for lidt om, hvordan kombinationen af de mange forskellige kemikalier kan påvirke både helbred, produktivitet og trivsel - den såkaldte "cocktaileffekt".

Den planlagte udluftning foretaget i klasserne under eksperimentets ene testdag bidrog til reduktion af flere kemikalier i de undersøgte klasser. Reduktionen formodes dog at være kortvarig, og i flere klasser bidrog udluftningen til kemi fra udendørs luftforurening.

Der blev ikke fundet en signifikant sammenhæng mellem resultater fra trivsels- og koncentrationstests og klasseluftens indhold af kemi på de to testdage. Dog må datagrundlaget her karakteriseres som begrænset grundet minimale forskelle i testresultater og den målte kemi i klasseluften.

En mere tydelig sammenhæng blev fundet mellem lærernes generelle opfattelser af klasseluften og TVOC-koncentrationer målt over en længere periode. Derudover viste kemiske analyser sammenhæng mellem lærernes opfattelser af luftens kvalitet og luftens indhold af kemikalier (som ofte var associeret med sved og madvarer).

Anbefalinger på baggrund af eksperimentet

Udluftning af klasselokaler bør foretages jævnligt for at sikre en vedvarende effekt.

Hyppigheden, hvormed udluftning foretages, kan reduceres, hvis det gøres på de rigtige tidspunkter. Især anbefales udluftning umiddelbart efter aktiviteter som fx madpakkespisning, men også gerne kort efter eleverne vender tilbage fra fysiske udfoldelser i pausen. Udluftninger i perioden efter frokostpausen (kl. 12) vil formentlig have størst effekt, da kemien i klasserne her ofte er på sit højeste. Udluftning af klasselokalet anbefales også i klasser med

mekanisk ventilation. Brug næsen og sanserne og sørg for at lufte ud, når der er behov.

Hvis det er muligt, bør tilstedeværelse af elever og aktiviteter i lokalerne minimeres i pauserne.

Udluftning anbefales inden elever og lærere ankommer i klassen, og især hvis lokalet har været i brug eller er rengjort den foregående eftermiddag/aften, eller hvis nye byggematerialer og/eller interiør er blevet indført i klassen.



Plakat: I kan gøre noget selv

Et vigtigt formål med Masseeksperimentet er, at eleverne bliver oplyst på et naturvidenskabeligt grundlag, som giver dem kompetencer til at handle. Vi har derfor udarbejdet en plakat, 'I kan gøre noget selv', som præsenterer de handlinger, som eleverne selv kan gennemføre for at sikre et højt niveau af luftkvalitet og dermed et lavt niveau af kemi i luften.

Plakaten kan hænges op i klasselokalet, og sammen med 'Duksehjulet' er det redskaber, som guider eleverne til egne handlinger.

Find plakaten og 'Duksehjulet' på masseeksperiment.dk/tidligere-eksperimenter/indeklima-iii/





**Masseeksperiment
skoleåret 2022/2023**

Jagten på mikroliv

**I næste skoleårs
Masseeksperiment skal vi
på jagt efter mikroliv. En
national kortlægning af mos
og lav kombineret med jagt på
bjørnedyr.**

Mos, lav og bjørnedyr er helt exceptionelle organismer, som er yderst velegnede til at inddrage i den naturfaglige eller naturvidenskabelige undervisning. Samtidig er de meget velegnede som biodiversitet-indikatorer eller miljøforureningsindikatorer. Bestanden af bjørnedyr i Danmark er aldrig tidligere kortlagt, hvilket betyder, at eleverne måske vil finde nye arter af bjørnedyr.

Masseeksperiment gennemføres i samarbejde med forskere ved Statens Naturhistoriske Museum, er delvist finansieret af VILLUMFONDEN, 15. Juni Fonden, Aage V. Jensen Naturfond og Friluftsrådet, og der etableres et samarbejde med portalen arter.dk om indmeldelse af fund til portalen.

Masseeksperiment skoleår 2022/2023 gennemføres i maj 2023, og målgruppen er alle klassetrin i grundskolen og på ungdomsuddannelserne.

Eksperimentet vil være opdelt i en grunddel, som alle kan deltage i og gennemføre, og et ekstra eksperiment, som kræver lidt mere af eleverne samt udstyr for at gennemføre. Det er frivilligt, om man vil deltage i ekstra-eksperimentet.



Tilmelding

Tilmelding på masseeksperiment.dk/tilmelding åbner 1. oktober 2022, og der er plads til 40.000 deltagende elever. 'Først til mølle' princippet gælder.

Deltagelse er gratis, og alle får tilsendt et kit med materialer til gennemførelse af eksperimentet.

Eksperimentet er opdelt i to: En grunddel, som alle kan deltage i og et ekstra eksperiment, som man kan vælge at deltage i.

Der bliver udviklet eksperimentvejledning, vejledende videoer samt supplerende undervisningsaktiviteter til undervisningen i og om mos, lav og bjørnedyr.

***masse eksperiment**

udforsk* undersøg* eksperimentér*

Masseeksperiment 2021 Indeklima og trivsel blev gennemført i samarbejde mellem Astra og Institut for Bio- og Kemiteknologi, Aarhus Universitet

astra*



AARHUS UNIVERSITET

Masseeksperiment 2022 'Kemi i luften' blev finansieret af den filantropiske forening Realdania

Realdania

Adjunkt Kasper Vita Kristensen og ph.d.-studerende Sara Bjerre Sørensen anderkender og takker VILLUM FONDEN (VIL37518) for støtte.

VILLUM FONDEN

