

MASSEEKSPERIMENT

INDEKLIMA I KLASSELOKALER

09

Elever undersøger indeklima i klasselokaler

Eleverrapport om resultater fra Masseeksperiment 2009



DANSK NATURVIDENSKABSFESTIVAL 2009



Denne rapport er udarbejdet af Danmarks Tekniske Universitet ved:

Birgitte Andersen

&

Geo Clausen, Eva Maria Larsen og
Henriette Ryssing Menå

DTU Systembiologi
Institut for Systembiologi

DTU Byg
Institut for Byggeri og Anlæg

Forord

Denne rapport henvender sig til elever, som deltog i Masseeksperiment 2009.

Tak fordi I undersøgte luften i jeres klasselokale og indberettede jeres målinger til eksperimentets hjemmeside.

Resultaterne er blevet sendt til forskere fra Danmarks Tekniske Universitet. Forskerne Birgitte, Geo, Henriette og Eva har regnet på alle målingerne, og i denne rapport præsenterer de Masseeksperimentets vigtigste resultater.

I var ca. 796 skole- og gymnasieklasser fra 330 skoler og gymnasier fra hele landet, som indberettede jeres resultater fra Masseeksperimentet. Med jeres resultater har I sammen med forskerne været med til at skabe ny viden om indeklimaet i danske klasselokaler.

Via www.masseeksperiment.dk har I adgang til at se de resultater, som I fandt for jeres eget klasselokale. I har så mulighed for at sammenligne jeres egne resultater med de samlede resultater i denne rapport.

God læselyst.

Pernille Vils Axelsen

Pernille Vils Axelsen, Dansk Naturvidenskabsformidling

Hvem står bag?

Masseeksperiment 2009 er udviklet i et samarbejde mellem Dansk Naturvidenskabsformidling og DTU Byg samt DTU Systembiologi på Danmarks Tekniske Universitet. Eksperimentet blev gennemført som en del af DANSK NATURVIDENSKABSFESTIVAL 2009.

Faglig rapport

En faglig rapport over alle eksperimentets resultater kan downloades på www.naturvidenskabsfestival.dk. I denne rapport findes også sammenligning med norske og svenske skole- og gymnasieklasser, som gennemførte eksperimentet samtidigt med danskerne.

Præsentation til powerpoint

En powerpoint præsentation med graferne fra denne rapport til formidling af resultaterne i klassen kan downloades på www.naturvidenskabsfestival.dk

1. Indledning

Dette års Masseeksperiment omhandlede indeklima i klasselokaler. Deltagerne i Masseeksperimentet fik tilsendt ens måleudstyr, så eleverne kunne undersøge indeklimaet i deres klasselokale. I eksperimentet blev koncentrationen af CO₂ målt ved hjælp af et særligt målerør, og forekomsten af skimmelsvampe blev bestemt ved at opsamle svampesporer i petriskåle.

Resultaterne i Masseeksperimentet blev indberettet fra 796 klasser på 330 grundskoler og gymnasier i Danmark. Det svarer til, at 13% af alle landets skoler samt almene og tekniske gymnasier har deltaget i Masseeksperimentet.

Et dårligt indeklima påvirker menneskers sundhed og velbefindende, og derfor er det vigtigt med et godt indeklima. Indeklimaet er særlig vigtigt i klasselokaler, da nye forskningsresultater har vist, at et dårligt indeklima påvirker koncentrations- og indlæringssevnen.

Der er mange faktorer, der spiller ind, når indeklimaet i et lokale skal bedømmes - herunder temperatur, træk, fugt, luftkvalitet samt lyd- og belysningsniveau. Dårligt indeklima kan medføre forskellige gener som f.eks. lugtgener, hovedpine, kvalme, irritation i øjne, næse og hals og andre overfølsomhedsreaktioner. I et klasselokale er der mange forskellige forureningskilder, der kan påvirke luftkvaliteten.

1.1 CO₂-måling og temperaturer

Gassen CO₂ er ét blandt mange stoffer i indeluften og det kommer hovedsageligt fra elever og lærere, når de ånder ud. CO₂-koncentrationen er et simpelt mål for, hvor godt et lokale er ventileret, i forhold til hvor mange personer der er i lokalet.

Luftens indhold af CO₂ kan f.eks. måles i enheden ppm (parts per million), som angiver, hvor mange CO₂-molekyler der er blandt én million molekyler i luften. Udendørs er luftens CO₂-koncentration omkring 385 ppm, mens den indenfor typisk er højere. Her er koncentrationen ofte mellem 500 og 2500 ppm, men koncentrationen kan i enkelte tilfælde komme helt op på 5000 ppm.

CO₂ er i sig selv ikke skadeligt ved de koncentrationer, vi normalt oplever inden døre. I et klasselokale bør CO₂-koncentrationen ikke overstige 1000 ppm, hvis indeluften skal opleves som god af de fleste mennesker. 1000 ppm er også Arbejdstilsynets anbefalede grænse.



CO₂-måling

Elever fra Amager Fælled Skole aflæser CO₂-indholdet i luften efter at have trukket luft gennem et målerør med en engangssprøjte.

Foto: Carsten Andersen.

Temperaturen i et lokale har stor betydning for, om en person føler sig veltilpas. Ofte vil indetemperaturen stige i løbet af en lektion. Dette skyldes, at mennesker og elektriske apparater som computere og belysning afgiver varme. Derudover varmer solens stråler også lokalet op, og om vinteren bidrager varmeapparater til at holde en komfortabel indetemperatur. Om sommeren bør indetemperaturen ligge omkring 23-26 °C, og om vinteren omkring 20-24 °C. I efterårsperioden, hvor temperaturen typisk varierer meget, bør temperaturen ligge i intervallet 20-26 °C.

1.2 Forekomst af skimmelsvampe

Kilden til sporer fra skimmelsvampene *Cladosporium* og *Alternaria* i indeluft er den luft, som kommer ude fra. Disse to svampeslægter kaldes derfor ude-svampe. Den største kilde til skimmelsvampesporer i udeluften er naturen selv. *Cladosporium* og *Alternaria* sporer dannes især på visne blade. Mængden varierer derfor med årstiden og er størst om efteråret.

Penicillium og *Aspergillus* sporer findes også i udeluft, men findes i en meget højere mængde indendørs. Kilderne til *Penicillium* og *Aspergillus* sporerne findes som regel også indendørs. *Penicillium* og *Aspergillus* kaldes derfor indesvampe.

Den største kilde til *Penicillium* og *Aspergillus* sporer indendørs er mugne madvarer, såsom appelsiner, brød og løg. Mange af de *Penicillium* og *Aspergillus* sporer, man kan måle i klasselokaler, stammer sandsynligvis fra elever og læreres egne hjem og er slæbt med i skole på sko, tøj, bøger og lignende. Det er meget normalt, og der er ikke ret meget, man kan gøre ved det. En anden kilde til *Penicillium* og *Aspergillus* sporer i indeluften er støv i lokalet. Sporerne er gode til at klæbe til nullermænd og hår, og jo længere støvet ligger, jo flere sporer indeholder det. Sporerne frigives til luften igen, når der er bevægelse i lokalet. Jo mere aktivitet jo mere hvirvles støvet op, og jo flere sporer vil der være i luften.

Svampesporer i sig selv er ikke direkte skadelige, hvis man er sund og rask og ikke har allergi overfor skimmelsvampe. Hvis der er mange af dem, og lokalet samtidig er lidt fugtigt, kan der godt begynde at lugte af "gammel kælder", og det bør man gøre noget ved. Dels ved at finde kilden til lugten og få den fjernet, dels ved at sørge for, at der er tilstrækkelig ventilation i lokalet.



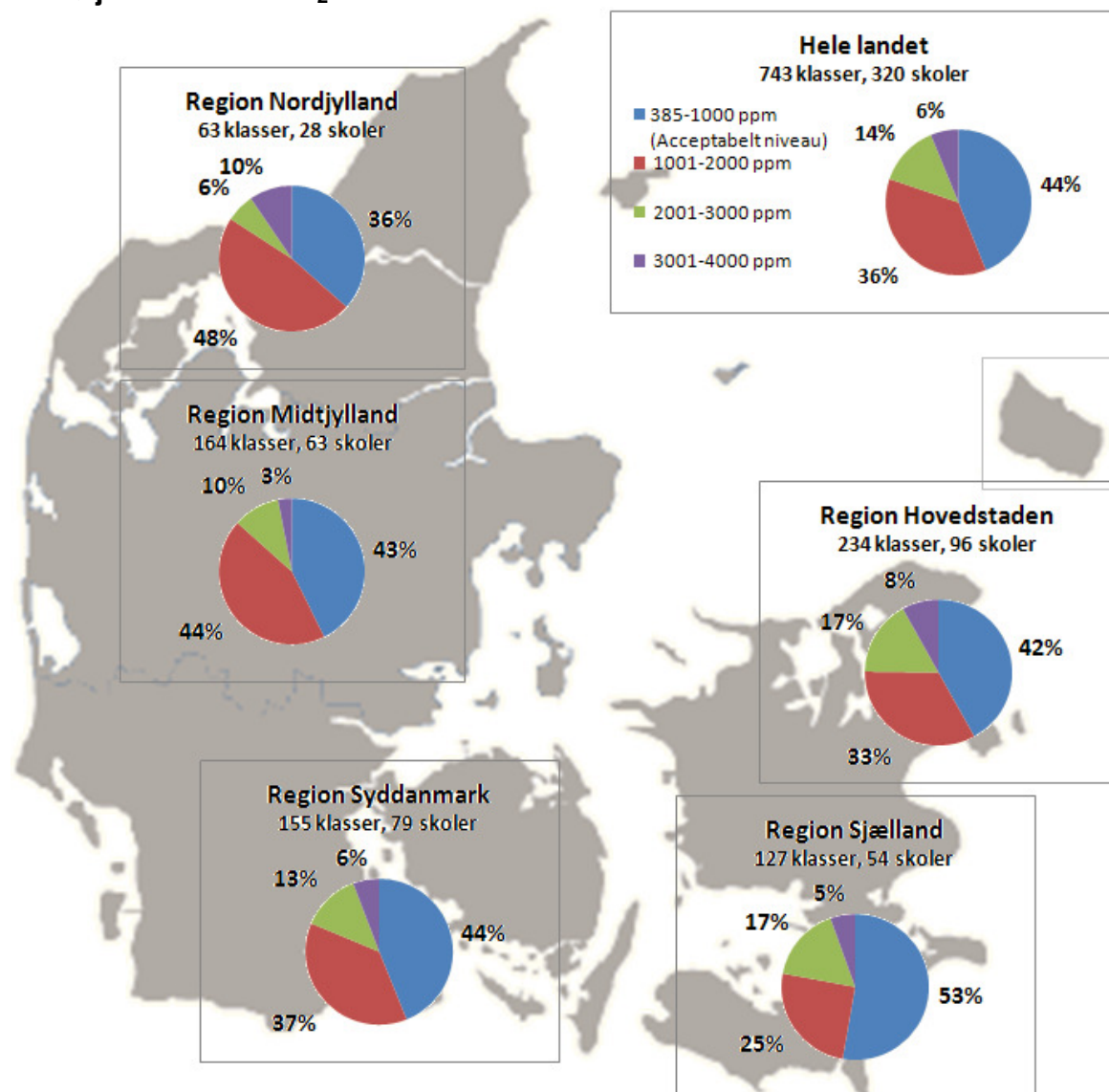
Skimmelsvampe

Hvor mange svampekolonier er vokset frem? Elever fra Amager Fælled Skole tæller de kolonier af skimmelsvampe. Svampene er vokset frem på petriskålen i løbet af en uge, efter at petriskålen har stået åben i deres klasse i 60 minutter.
Foto: Carsten Andersen.

2. Resultater

Nedenfor præsenteres de vigtigste resultater fra Masseeksperiment 2009.

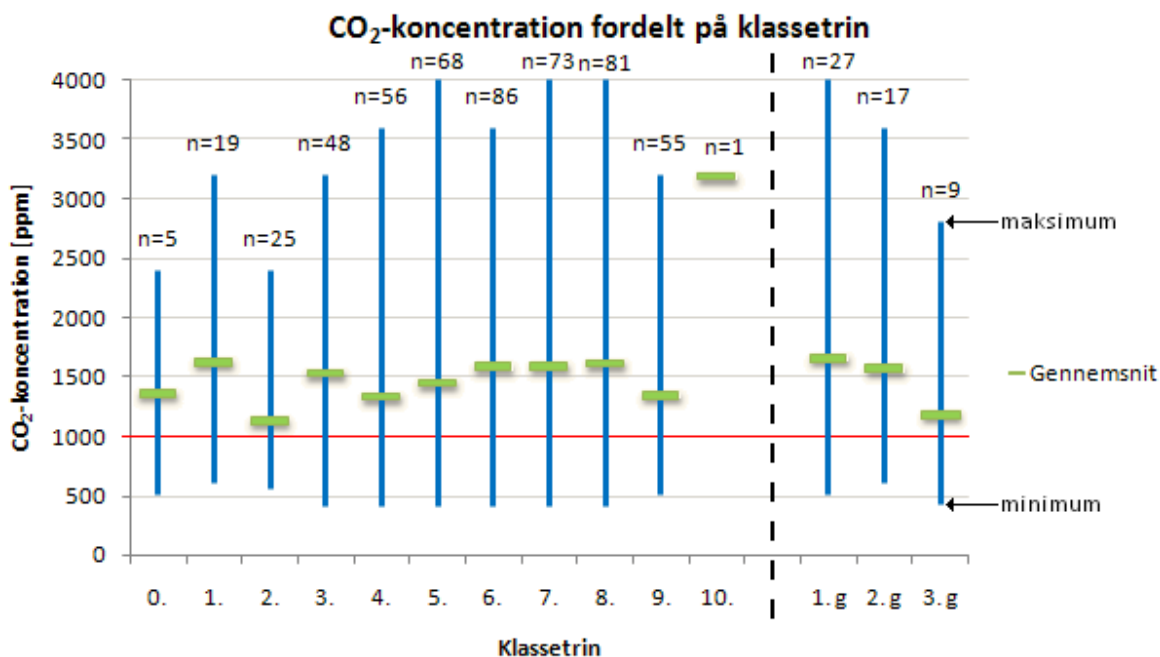
2.1 Højt indhold af CO₂ i over halvdelen af klasselokalerne



Figur 1. Målte CO₂-koncentrationer i de deltagende klasser i hele landet fordelt på regioner.

Som man kan se af Figur 1, har over halvdelen af de klasser, som var med i eksperimentet, haft en CO₂-koncentration, der er højere end det acceptable niveau på 1000 ppm. Værst ser det ud i Region Nordjylland, hvor kun 36% af skolerne lå under den anbefalede grænse. Der var flest deltagende skoler og klasser i Region Hovedstaden og færrest i Region Nordjylland.

2.2 Resultater fra forskellige klassetrin



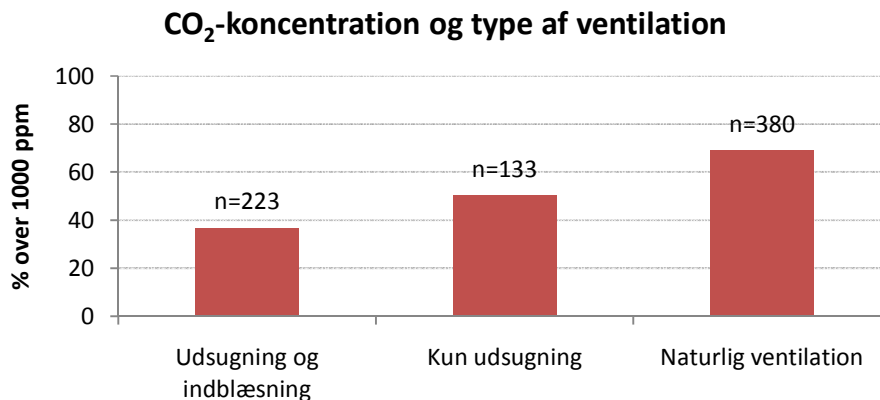
Figur 2. Målte CO₂-koncentrationer fordelt på klassetrin for 570 deltagende klasser (minimum, maksimum og gennemsnit). n angiver antallet af deltagende klasser på hvert klassetrin.

Ud fra Figur 2 kan man se, at gennemsnittet af de målte CO₂-koncentrationer lå over det acceptable niveau på 1000 ppm for alle klassetrin. Gennemsnittene lå generelt mellem 1100 og 1700 ppm, når der ses bort fra 10. klasse, hvor der kun er resultater fra én klasse.

Jo ældre og dermed jo større eleverne er, jo mere CO₂ afgiver de, når de ånder. Dette vil umiddelbart medføre, at gennemsnittet af CO₂ målingerne vil være højest i de ældste klasser. Aktivitetsniveauet spiller imidlertid også en rolle for, hvor meget CO₂ eleverne afgiver, og dette vil ofte være højere i de yngre klasser, hvor eleverne leger og bevæger sig mere end i de ældre klasser. Dette kan være årsag til, at der ikke er nogen umiddelbar forskel på gennemsnittene for klasserne i grundskolen i forhold til de gymnasiale klasser.

2.3 Hvad betyder forskellige typer af ventilation for CO₂-indholdet?

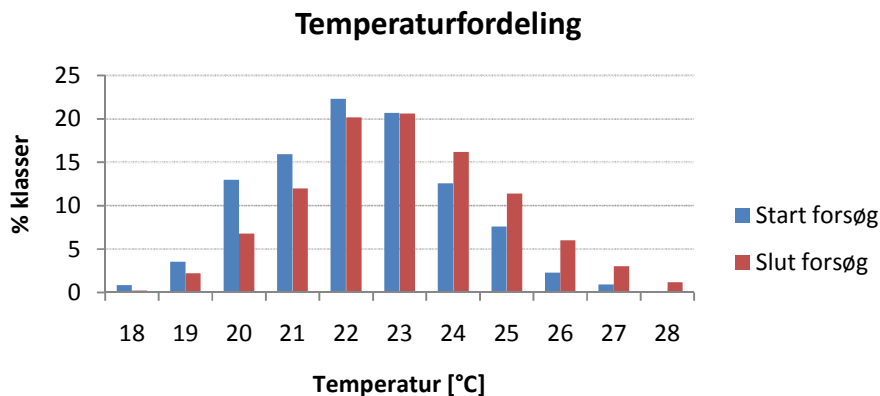
Klasselokaler har forskellig type ventilation. Nogle har naturlig ventilation, hvor luften typisk strømmer ud og ind gennem sprækker, vinduer og udluftningsåbninger. Andre har mekanisk ventilation, hvor et ventilationsanlæg sørger for, at luften blæses ind og ud af lokalet.



Figur 3. Procentfordelingen af klasser med en CO₂-koncentration over 1000 ppm fordelt på ventilationstype for 736 deltagende klasser. n angiver det samlede antal deltagende klasser med den viste ventilationstype.

Figur 3 viser, at CO₂-koncentrationen i klasselokalerne med mekanisk ventilation (enten udsugning eller både udsugning og indblæsning) er lavere, end når der er naturlig ventilation. Gennemsnittet af CO₂ målingerne for de forskellige typer af ventilation er følgende: 1076 ppm for lokaler med udsugning og indblæsning, 1364 ppm for lokaler kun med udsugning og 1736 ppm for lokaler med naturlig ventilation. CO₂-koncentrationerne er altså generelt højest i de naturligt ventilerede lokaler. 52% af de deltagende klasser har naturligt ventilerede lokaler.

2.4 Temperaturer i klasserne

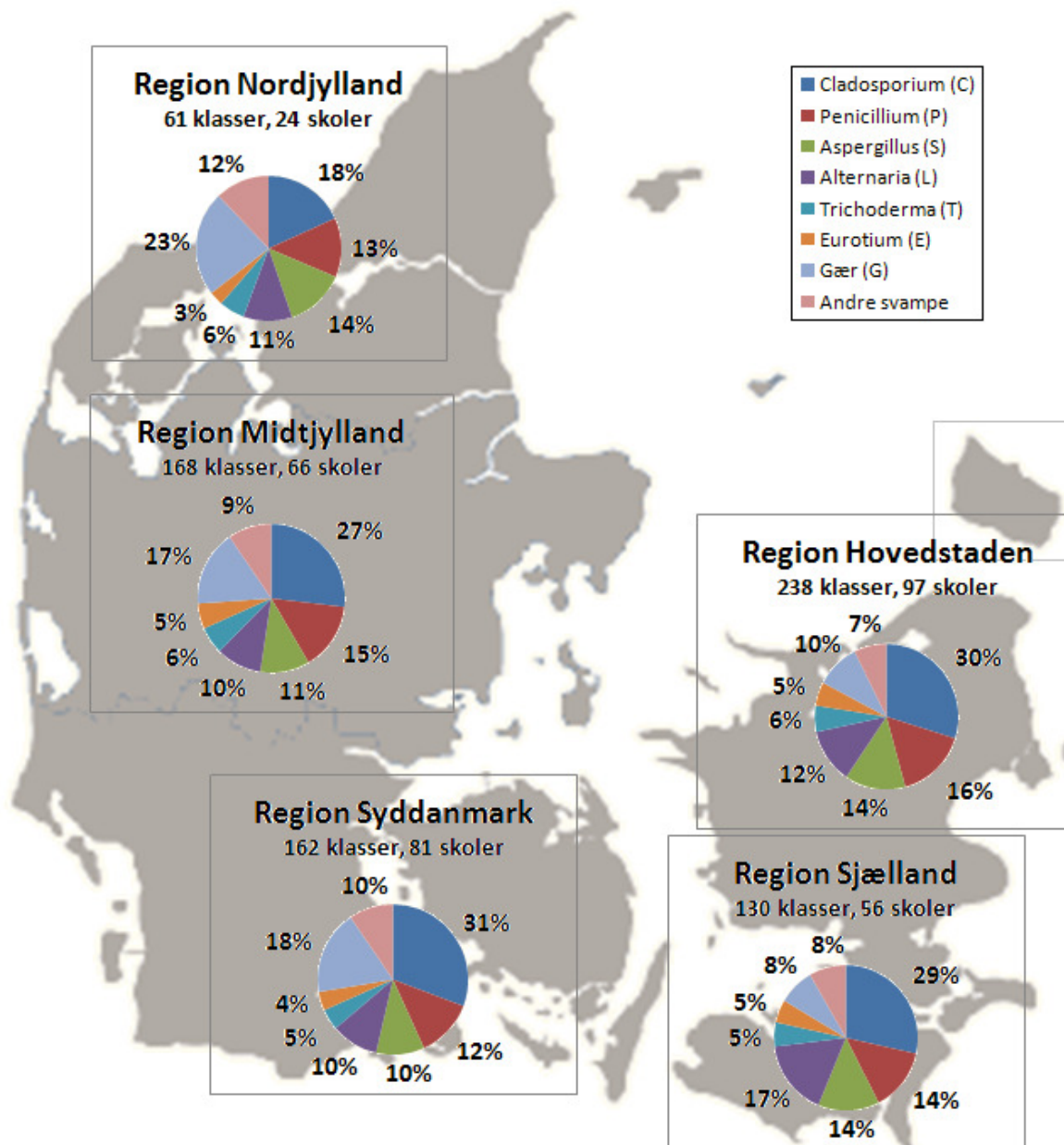


Figur 4. Fordelingen af start og slut temperaturer for hhv. 740 og 500 deltagende klasser.

De blå søjler i Figur 4 viser temperaturen i starten af lektionen, og de røde søjler viser temperaturen i slutningen af lektionen. Ud fra figuren ses det tydeligt at temperaturen stiger i løbet af lektionen, idet fordelingen for sluttemperaturen forskydes lidt til højre.

Gennemsnittet af de målte temperaturer er i starten af forsøget 22,3°C og i slutningen af forsøget 23,1°C. Temperaturstigningen er ved første øjekast beskedent, men hvis temperaturstigningen fortsætter resten af dagen vil der i nogle tilfælde opnås for høje temperaturer. Langt hovedparten af temperaturmålingerne, ca. 94%, lå i det acceptable område 20-26°C.

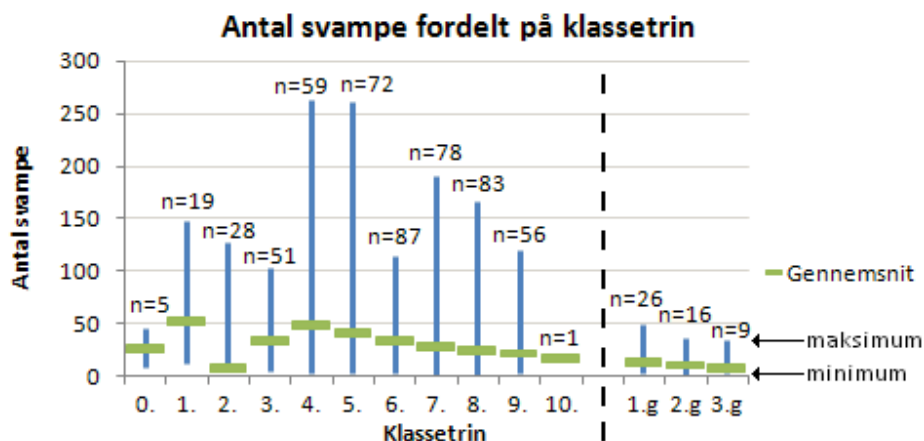
2.4 Kortlægning af skimmelsvampe i klasselokalerne



Figur 5. Fordelingen af svampeslægter på DG18 petriskåle på landsplan og i regionerne.

Figur 5 viser forekomst af de forskellige svampeslægter på landsplan og fordelt på regioner. Som det er vist på figuren adskiller Region Nordjylland sig fra resten af regionerne ved at have færre *Cladosporium* sporer og flere gærsvampe i forhold til landsgennemsnittet. Dette er der ikke nogen god forklaring på.

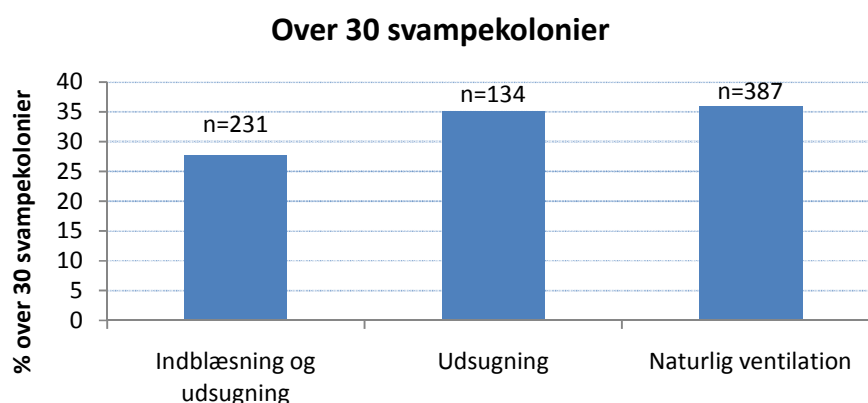
2.5 Skimmelsvampe på forskellige klassetrin



Figur 6. Totalt antal svampe fordelt på klassetrin (minimum, maksimum og gennemsnit), n angiver antallet af klasser, der har indtastet data for hvert klassetrin.

Figur 6 viser det totale antal og gennemsnittet af svampekolonier fordelt på de enkelte klassetrin. Som det kan ses har mange klasser talt mere end 30 svampekolonier, hvilket er en tommelfingerregel for, hvad der antages at være normalt. I gennemsnit ligger 1. til 7. klassetrin over 30, mens 0. klasse og 1.-3. g'erne ligger under. På landsplan har ca. 34% af klasserne talt mere end 30 svampekolonier på deres DG18 petriskåle, hvilket er højt.

2.6 Skimmelsvampe og forskellige typer af ventilation



Figur 7. Procentfordelingen af klasser med et totalt antal svampekolonier på DG18 petriskåle på over 30 fordelt på ventilationstype for i alt 752 deltagende klasser. n angiver antallet af de deltagende klasser.

I Figur 7 kan man se hvor mange klasser, der har mere end 30 svampekolonier på deres petriskåle sammenlignet med, hvilken type ventilationsanlæg de har. Man kan se, at en mindre procentdel klasser har talt mere end 30 svampekolonier i deres petriskål i de klasser, der har både indblæsning og udsugning, end de klasser med naturlig ventilation eller kun udsugning.

Der er i gennemsnit 33 sporer pr. petriskål i klasser med naturlig ventilation, 28 sporer pr. petriskål i klasser med kun udsugning og 27 pr. petriskål i klasser med både indblæsning og udsugning. Dette betyder, at eleverne i klasselokaler med naturlig ventilation generelt har flest svampesporer i indeluften.

3. Konklusion og perspektiver

Masseeksperiment 2009 viser, at CO₂-koncentrationerne i de danske skoler og gymnasier i mere end halvdelen af tilfældene er over det acceptable niveau på 1000 ppm. Årsagen er for lidt ventilation i forhold til antallet af personer i klasselokalerne.

Masseeksperiment 2009 viser også, at niveauet af skimmelsvampesporer i luften ligger højere end den tommelfingerregel, som er maksimum 30 svampekolonier i en petriskål. Det høje niveau af svampesporer kan have flere forskellige årsager. Det kan naturligvis skyldes ringe rengøring, men i lige så høj grad, at ventilationen i lokalerne ikke er tilstrækkelig til at fjerne de svampesporer, som slæbes med ind på sko og tøj. For skoler med mekanisk indblæsning kan årsagen være, at filtrene i ventilationsanlægget ikke virker optimalt og blæser ufiltreret luft ind, som indeholder flere svampesporer om efteråret, hvor Masseeksperimentet blev udført.

De indsamlede data har stor betydning for forskningen. På få uger har vi fået data, der ville have taget os måneder eller år at indsamle. Og så er alle data indsamlet indenfor et kort tidsrum, hvilket er en fordel, når man skal sammenligne forskellige kategorier af f.eks. ventilationstyper. Men arbejdet er ikke slut her. Vi vil analysere videre i de kommende måneder. Hvis I er interesserede i at følge det videre arbejde, skal I tjekke www.naturvidenskabsfestival.dk om et par måneder.

Kan eleverne gøre noget for at forbedre indeklimaet?

CO₂-koncentrationen stiger i løbet af en lektion, og det er derfor vigtigt at åbne vinduerne i klasselokalet regelmæssigt. Eleverne bør derudover forlade klasselokalet i frikvartererne, så CO₂-koncentrationen kan nedbringes før starten af næste lektion.

Har klassen fået et resultat med mange indesvampe (*Penicillium*), skal man nok lige tjekke rengøring, ventilation, og om der eventuelt skulle være fugtskader på loft eller vægge. Da sporer fra skimmelsvampe sidder i støv, er det vigtigt at sørge for god rengøring af lokalet. En gammel skive brød oven på et skab kan sende mange *Penicillium* sporer i omløb. God ventilation er også vigtig i forhold til skimmelsvampe.

Generelt er god ventilation og rengøring i klasselokalet det vigtigste for et godt indeklima. Har man et ventilationsanlæg i klassen, er det vigtigt at kontrollere, at det virker, som det skal.

Tjekliste til et godt indeklima

Tag ansvar for et godt indeklima i klassen. Brug denne tjekliste:

- Luft ud regelmæssigt.
- Forlad klasselokalet i frikvartererne.
- Sørg for at rydde op så rengøringspersonalet kan gøre ordentligt rent.
- Sørg for at smide uspiste madpakker og frugt i affaldsspanden.
- Kontrollér om der er god ventilation i klasselokalet.
- Hvis der er et ventilationsanlæg tilknyttet lokalet: Efterkontrollér at anlægget og evt. filtre fungerer optimalt.



Elevernes måling gjorde en forskel

På Krogaardskolen i Greve fandt eleverne i 8.b ud af, at indholdet af CO₂ i luften var for højt i nogle af lokalerne. Med Maseeksperimentets forsøgskit målte eleverne et CO₂-indhold på 2800 ppm. Da skolens pedel hørte om klassens resultater, kontrollerede han skolens ventilationsanlæg. Han fandt en fejl i anlægget, som man hurtigt fik repareret, så nu virker det heldigvis igen.