

Inneklima i klasserommet

Elevbasert forskningskampanje som
del av Forskningsdagene 2009

Scott Randall



Inneklima i klasserommet:

Elevbasert forskningskampanje som del av Forskningsdagene 2009

Scott Randall



Flaktveit skole i Hordaland

I samarbeid med:



Merk: En fullstendig versjon av denne rapporten er tilgjengelig på engelsk: Air Quality in the Classroom: 2009 Scandinavian student-based research campaign (Randall, NILU OR 06/2010).

Inneklima i klasserommet: Elevbasert forskningskampanje som del av Forskningsdagene 2009

1 Innledning

Forskningskampanjen 2009, "Inneklima i klasserommet" gikk fra uke 38 til 40 (18. september til 7. oktober 2009) i Norge, Danmark og Sverige. Årets kampanje ble utformet for å gjenta suksessen fra den norske kampanjen "luftkvalitet i klasserommet" fra 2003. Denne kampanjen målte innendørs CO₂, mens det i årets kampanje også ble målt muggsopp innendørs. Som i 2003-kampanjen, ønsket vi med årets kampanje å øke bevisstheten om inneklimateproblemer i klasserom ved å lære elever og lærere overvåking av inneluft, luftkvalitetsindikatorer, ventilasjonsrutiner og tilhørende helserisiko.

De primære mål for kampanjen var som følger:

- Å gi elevene erfaring med å foreta vitenskapelige målinger, lese resultater, og legge inn data.
- Informere elevene om spesifikke indikatorer for luftkvalitet.
- Gi elevene en forståelse om at indikatorene som brukes i kampanjen kan representere mer alvorlige komponenter i luften, og gi indikasjoner på helseskadelige situasjoner i klasserommet.
- Fortelle elevene at inneklimate er viktig for utviklingen av helse.
- Gi en forståelse av opplæringslovens §9a og kravene til det fysiske innemiljøet på skolen, som sier: "luften skal være frisk og god å puste i og ikke inneholde skadelige stoffer eller gasser".

Et sekundært mål med kampanjen var å bruke resultatene for å identifisere skoler som kan forbedre luftkvaliteten gjennom bedre ventilasjonsrutiner eller forbedret ventilasjonsanlegg - til fordel for studentenes helse.

CO₂ som indikator: Måling av karbondioksid (CO₂) er mye brukt for å kartlegge inneklimate. Karbondioksid er i seg selv ikke direkte helseskadelig, men konsentrasjonen av denne gassen sier noe om hvor god luftkvaliteten er, og om det er behov for bedre frisklufttilførsel. Et høyt CO₂-nivå tyder på at luftskiftet er for dårlig i forhold til antall personer i rommet. Det kan innebære at innholdet av andre, mer helseskadelige forurensninger i lufta også er høyt.

Muggsopp som indikator: Som CO₂ er muggsoppmålinger også ofte brukt til å vurdere inneklimate. Muggsopp er til stede i våre innendørs omgivelser, men det er mengden og arten av de formene som avgjør om de er skadelige for menneskers helse. Muggsoppvekst indikerer luftfuktighet eller fuktproblemer, som oftest knyttet til ventilasjonsproblemer. Så hvis muggsopp kvantitet og artsdannelse er høy, kan dette i seg selv være farlig, og også angi andre inneklimate problemer på grunn av ventilasjonsproblemer.

2 Metode

Metoden ved årets kampanje fulgte samme prosedyre som ved tidligere forskningskampanjer:

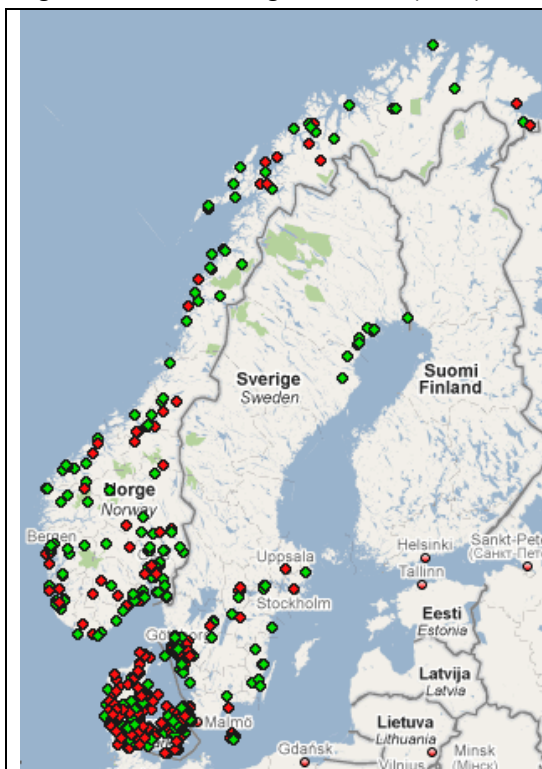
1. Klasser meldte seg på kampanjen på kampanjenettsted www.miljolare.no (www.miljolare.no/kampanjer/forskningskampanjen/2009/) og fikk nødvendig utstyr,
2. De utførte selv målinger (CO₂ og muggsopp),
3. De la inn data under sin klasses konto på kampanjens nettside.

Elevene og lærerne fikk også lenker til kampanjeområdet for å utforske tilleggs- og bakgrunnsmateriale på inn klima, og for å se hvordan kampanjen er knyttet til læreplanens mål: <http://miljolare.no/kampanjer/forskningskampanjen/2009/>

3 Deltagere

Figur 1 viser et kart over alle skolene som deltok i kampanjen. Fra Danmark deltok 325 ulike skoler som resulterte i 820 unike målinger fra 600 ulike klasserom. Fra Sverige deltok 132 ulike skoler som resulterte i 245 unike målinger fra 200 ulike klasserom. 201 forskjellige skoler fra Norge deltok i kampanjen, alle fra ulike regioner, med en relativt lik fordeling av befolkningen. Det betyr flere deltakere i de sørlige områdene. Omtrent 414 norske klasserom var med i hele kampanjen, med totalt 716 unike CO₂-målinger og 324 unike muggsoppmålinger. Totalt deltok om lag 12 000 elever deltok i årets kampanje (Tabell 1). 58 av de 201 deltakende skoler (28%) deltok også i kampanjen i 2003.

Figur 1: Kart over deltagende skoler (2009)



Tabell 1: Deltagende skoler i Norge (fylker)

Fylke (Norge)	Skoler	Klasserom	Målinger
Akershus	16	36	60
Aust-Agder	2	6	6
Buskerud	5	8	18
Finnmark	8	16	23
Hedmark	9	22	34
Hordaland	24	60	101
Møre og Romsdal	11	20	43
Nord-Trøndelag	7	12	22
Nordland	20	45	70
Oppland	10	25	37
Oslo	11	16	23
Rogaland	16	36	67
Sogn og Fjordane	7	12	25
Sør-Trøndelag	8	13	23
Telemark	11	23	40
Troms	16	34	66
Vest-Agder	6	11	20
Vestfold	6	7	18
Østfold	8	12	20
Totalt	201	414	716

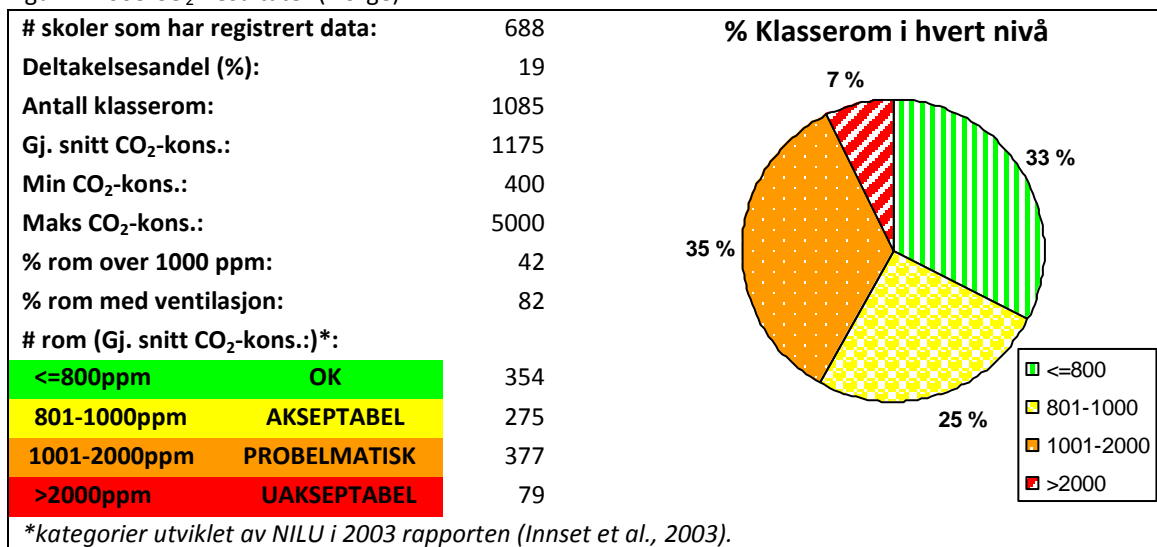
4 Bakgrunn - resultater fra 2003

Resultatene fra undersøkelsen i 2003 ga følgende konklusjoner (se også Figur 2):

- Flesteparten, 58 %, av klasserommene har en CO₂-konsentrasjon som er lavere enn eller lik anbefalt faglig norm og dermed akseptabel luftkvalitet.
- Alt for mange klasserom, 35%, har dårlig luftkvalitet, og 7% uakseptabel luftkvalitet.
- Det er betydelig bedre luftkvalitet i klasserom med ventilasjonsanlegg enn i klasserom uten, selv om også enkelte klasserom med ventilasjonsanlegg har dårlig luftkvalitet.
- Det er samsvar mellom hvordan elev og lærer opplever luftkvaliteten og målt CO₂-konsentrasjon i klasserommet.

På bakgrunn av resultatene fra 2003 anbefalte NILU at skoler med dårlig luftkvalitet fokuserer på å utnytte alle muligheter som finnes for å forbedre forholdene. Dette omfatter i første rekke forbedring av driftsrutiner for ventilasjonsanlegg og reduksjon av personbelastningen i utsatte rom. I tillegg vil bedre lufte rutiner og redusert oppholdstid i utsatte rom kunne bidra positivt. NILU anbefalte også at kampanjen gjentas for å kunne studere utviklingen og sikre fortsatt aktiv medvirkning fra elever i arbeidet med å sikre stadig bedre inn klima i skoler.

Figur 2: 2003 CO₂ Resultater (Norge)



5 Resultater 2009

Et sammendrag av kampanjeresultatene for Norden kan deles i CO₂-resultater (Tabell 2) og muggsopp-resultater (Tabell 3).

Tabell 2: Sammendrag CO₂ resultater for Norden (2009)

Land	skoler	målinger	rom	<1000 ppm	> 1000 ppm	andel over/under 1000 pm
Danmark	326	790	737	45%	55%	
Norge	201	716	414	78%	22%	
Sverige	136	245	222	84%	16%	

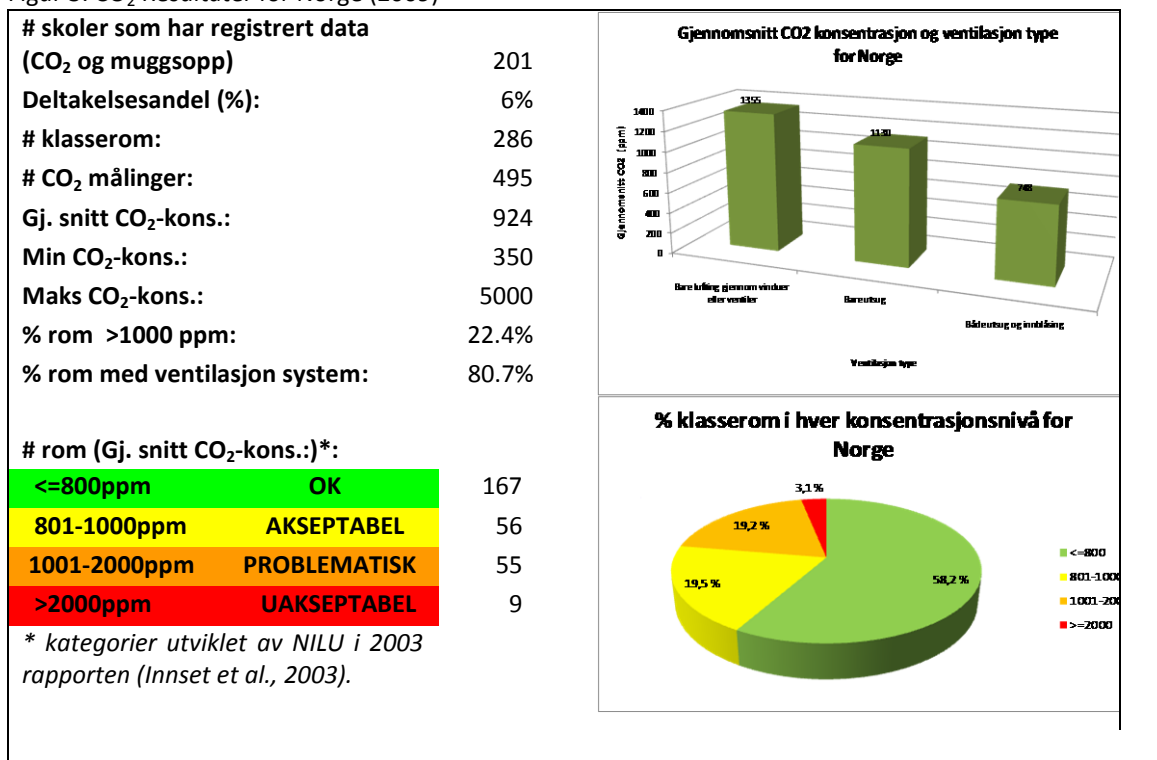
Tabell 3: Sammendrag muggsopp resultater for Norden (2009)

Land	skoler	Målinger	rom	Muggsopp kolonier DG18 skål (gj. snitt)	Muggsopp arter DG18 skål (gj. snitt)	Muggsopp kolonier V8 skål (gj. snitt)	Muggsopp arter V8 skål (gj. snitt)
Danmark	329	805	755	31.2	5.0	29.6	5.0
Norge	157	319	200	7.9	2.6	9.3	2.9

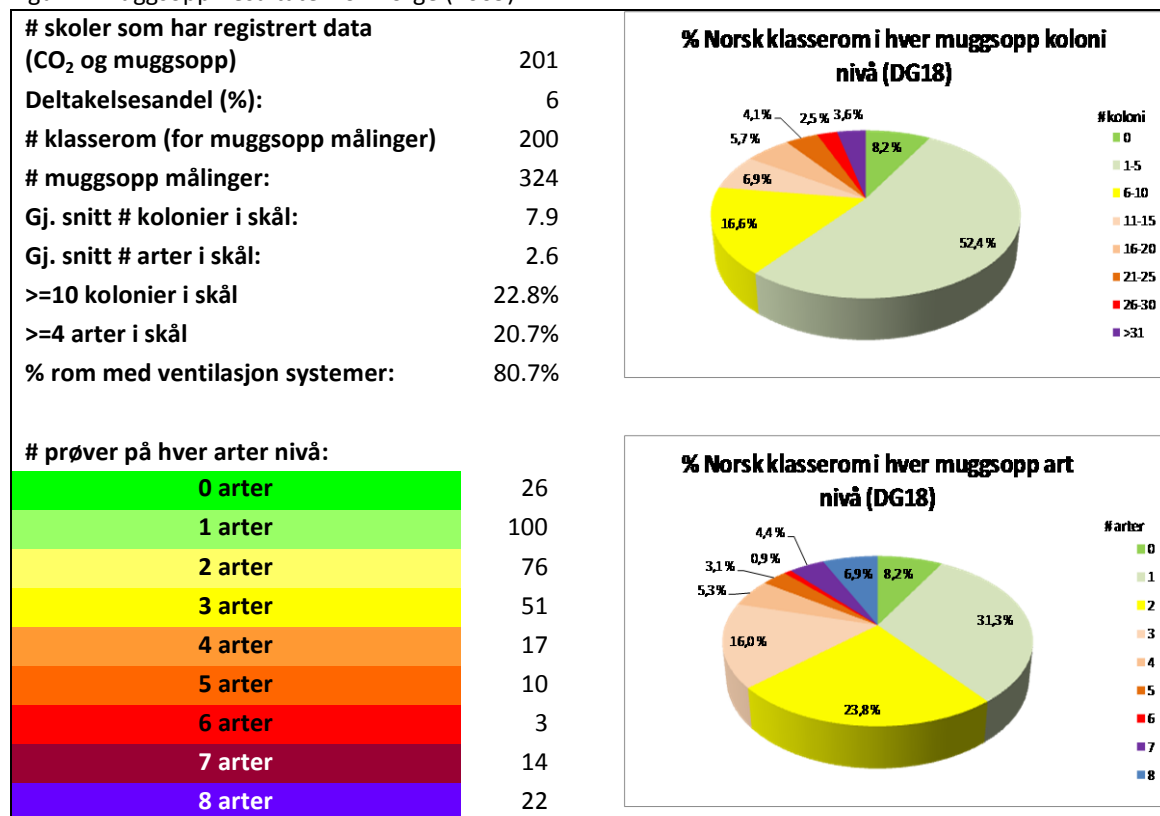
Kampanjeresultatene viser at skolene i Norge og Sverige generelt har bedre inneklimateindikatorer enn skolene i Danmark. I et flertall av klasserommene (55%) i Danmark har de "problematisk" til "uakseptable" verdier for CO₂, mens i Norge og Sverige har ca 20% klasserom så dårlige verdier. I klasserommene i Danmark måles også 3 ganger mer vekst av muggsoppkolonier og 2 ganger flere muggsopparter enn i Norge.

Resultatene fra 2009-kampanjen gav følgende konklusjoner for Norge (se også Figur 3 og 4):

- Et flertall (78%) av klasserommene hadde CO₂-konsentrasjoner lavere enn anbefalt gjennomsnitt og kan regnes som "akseptable".
- 19% av klasserommene hadde CO₂-konsentrasjon som er angitt som "problematisk" luftkvalitet, og 3% indikerer "uakseptabel" luftkvalitet.
- Det er betydelig bedre luftkvalitetsindikatorer i klasserom med ventilasjonsanlegg enn klasserom uten, selv om noen klasserom med ventilasjonsanlegg fremdeles var "problematisk".
- 80% av klasserommene hadde mindre enn 4 muggsopparter og 77% av klasserommene hadde mindre enn 10 muggsoppkolonier.
- Ca 20% av klasserommene hadde over 4 muggsopparter og/eller mer enn 10 muggsoppkolonier til stede, noe som indikerer potensiell "problematisk" luftkvalitet.

Figur 3: CO₂ Resultater for Norge (2009)

Figur 4: Muggsopp Resultater for Norge (2009)



6 Diskusjon og konklusjon

CO₂-resultater for Norge viser en generell forbedring fra resultatene fra 2003 kampanjen; nesten 20% flere klasserom er nå under 1000 ppm-terskelen (Tabell 4). CO₂-resultatene viser også at norske klasserom muligens bedre er enn sine

Tabell 4: sammenligning CO₂ resultater (Norge)

G.snitt concentrasjon CO ₂ (ppm)	# klassrom 2003	# klassrom 2009	% forskjell
<=800	354 (33%)	167 (58%)	+25%
801-1000	275 (25%)	56 (20%)	-5%
1001-2000	377 (35%)	55 (19%)	-16%
>2000	79 (7%)	9 (3%)	-4%

danske motparter; 30% flere klasserom i Danmark er over 1000 ppm-terskelen i forhold til Norge. Muggsoppresultater for Norge viser ikke noen alarmerende trender på landsnivå, og i likhet med

resultater for CO₂, synes disse å være bedre i forhold til i Danmark. Danske klasserom har i gjennomsnitt omtrent dobbelt så mange muggsopparter til stede, og tre ganger så mange muggkolonier ble funnet. Disse forskjellene mellom norsk og dansk CO₂ og muggsoppresultater kan tilskrives forbedrede ventilasjonssystemer i norsk skole og/eller manuelle ventilasjonsrutiner (Tabell 5). Andre faktorer som kan påvirke disse funnene er klimatiske variasjoner, bygningsstandarder, og/eller forskjeller i renholdsrutiner.

Tabell 5: Ventilasjon typer og % presens (2009)

Ventilasjon type	Kategori	Danmark	Norge
Bare lufting gjennom vinduer eller ventiler	Manuell	51%	19%
Bare utsug	Mekanisk	18%	17%
Både utsug og innblåsing	Avansert mekanisk	31%	64%

På landsnivå for Norge, er det samlede resultatet for inneklima i klasserommene godt, men på det enkelte klasseromsnivå, er det fortsatt mange klasserom som indikerer dårlig luftkvalitet. Klasserom med dårlig luftkvalitet trenger utbedring, og noen råd er gitt i neste avsnitt. Årets kampanje kan sees på som en suksess, en utmerket videreføring av det årlige forskningskampanje arrangementet i Norge, og et flott web-basert læringssystem for elevene. Det vil være interessant å se om årets kampanjeresultater har noen betydning for ytterligere å forbedre inneklimateforhold i klasserom i Norge, eller har innflytelse for å gjøre drastiske endringer i Danmark.

7 Anbefalinger

Følgende konkrete anbefalinger, sortert etter hvor viktige de er, kan gjennomføres basert på analyse av kampanjedata for Norge. Vi håper at disse anbefalingene blir seriøst vurdert fordi noen enkelte klasserom i Norge har indikatorer for uakseptabel luftkvalitet, og dette kan ha stor påvirkning på elevenes helse og trivsel.

- **Kontinuerlig overvåking av enheter i klasserom.** En CO₂ måleenhet anbefales installert på de ca. 100 klasserommene som målte høyere enn 1000 ppm CO₂ og/eller de 30 klasserommene med flere enn 5 arter muggsopp og 20 kolonier muggsopp.
- **Ventilasjonsystemer og rutiner.** Skoler med mer enn 1000 ppm CO₂ og 20 kolonier/5 arter muggsopp, bør sjekke ventilasjonsanlegg og ventilasjonsrutiner.
 - De ventilasjonsanlegg med utsug og innblåsing: Sjekk hvor effektivt systemet er, og vurder faglig rens av systemet.
 - Ventilasjonsanlegg med kun utsuging av luft: Kontroller systemets effektivitet og vurder renhold, samt vurder inntak av ren luft.
 - Ventilasjon kun gjennom vinduer eller ventiler: Sørg for at strenge ventilasjonsrutiner (luf rutiner) blir overholdt. Vurder å installere et kombinert system innblåsing og utsuging.
- **Formidling av resultater rettet mot elever.** Et temahefte for kampanjen (basert på denne rapporten) skal sendes til alle deltakende skoler, informere dem om resultatene og hvordan disse resultatene direkte påvirker elevene - og dermed understreker den potensielle helsemessige effekten av dårlig inneklimate.
- **Publisering av resultatene på europeisk/internasjonalt nivå.** Det anbefales at resultatene fra kampanjen, samt en ytterligere dataanalyse blir publisert i et relevant fagtidsskrift, og legges fram for større europeiske vitenskapelige og pedagogiske fellesskap.
- **Profesjonell overvåkingskampanje.** For bedre å kvantifisere mengden av skoler med dårlig luftkvalitet i Norge, er det anbefalt å sette i gang en profesjonell overvåkingskampanje.
- **Gjenta kampanjen igjen.** Det ville være interessant å gjenta denne elevkampanjen i Norden/Norge igjen om 3-4 år slik at elevene kan oppleve potensielle variasjoner i luftkvaliteten. Disse sees best om kampanjen gjentas tre ganger.



REPORT SERIES SCIENTIFIC REPORT	REPORT NO. OR 13/2010	ISBN 978-82-425-2208-5 (printed) ISBN 978-82-425-2209-2 (electronic) ISSN 0807-7207	
DATE	SIGN.	NO. OF PAGES 6	PRICE NOK 150.-
TITLE Inneklima i klasserommet Elevbasert forskningskampanje som del av Forskningsdagene 2009		PROJECT LEADER Scott Randall	
		NILU PROJECT NO. O-109098	
AUTHOR(S) Scott Randall		CLASSIFICATION * A	
		CONTRACT REF. Emmy Gram Lauvanger	
REPORT PREPARED FOR Norges forskningsråd Postboks 2700 St. Hanshaugen 0131 Oslo			
ABSTRACT Skolekampanjer (forskningskampanjer) har vært en årlig hendelse i forbindelse med Science Days (Forskningsdagene) siden 2003 i Norge. Kampanjene inviterer studenter fra hele landet til å delta i en felles vitenskapelig forskningskampanje som alltid er koblet til et spesielt miljørelatert tema - for eksempel Luftkvalitet i klasserommet (2003), Forurensning langs veier (2004), Bakterier i drikkevann (2005), og Regnsjekken (2006). Årets kampanje gjentok fra 2003 innendørs luftkvalitet i skoler, der det i tillegg ble invitert skoler fra Danmark og Sverige også. Kampanjen omfattet hands-on aktivitet med å samle inn CO ₂ og muggsoppdata fra elevenes klasserom. Disse dataene ble deretter satt sammen på kampanjens nettsted på miljolare.no. Resultatene fra den norske kampanjen viser at norske klasserom viser bedret innesklima i forhold til 2003 resultater når det gjelder CO ₂ , og at de samlede resultatene ikke er så alarmerende. Norske klasserom viser mye bedre indikatorer enn sine danske kolleger ved analyser av CO ₂ og muggresultater. Norske klasserom har sannsynligvis bedre forhold på grunn av avanserte ventilasjonsanlegg og ventilasjonsrutiner, og bedre ventilasjon er den beste metoden for å forbedre innendørs luftkvalitet.			
NORWEGIAN TITLE Inneklima i Norske klasserom: Elevbasert forskningskampanje som del av Forskningsdagene 2009			
KEYWORDS CO ₂	Mold	Indoor Air Quality Schools	
ABSTRACT (in English) Student research campaigns (forskningskampanjer) have been an annual event in connection to Science Days (Forskningsdagene) since 2003 in Norway. The campaigns invite students from all over the country to participate in a common scientific research event, always connected to a special environmentally related theme – for example Air Quality in the Classroom (2003), Pollution along Roads (2004), Bacteria in Drinking Water (2005), and The Rain Check (2006). This year's campaign repeated the 2003 Indoor Air Quality campaign, while in addition including schools in Denmark and Sweden as well. The campaign included the hands-on activity of collecting CO ₂ and mold data from the students classrooms. This data was then assembled on the campaign website at miljolare.no. The results from the Norwegian campaign show that Norwegian classrooms show improved indicators in comparison to the 2003 CO ₂ results, and that overall the mold results are not too alarming. Norwegian classrooms show much better indicators than their Danish counterparts when analysing the CO ₂ and mold results. Norwegian classrooms most likely show improved conditions due to advanced ventilation systems and ventilation routines, where improving ventilation is the single best method to improving the indoor air quality.			

* Classification
A *Unclassified (can be ordered from NILU)*
B *Restricted distribution*
C *Classified (not to be distributed)*

REFERENCE: O-109098
DATE: APRIL 2010
ISBN 978-82-425-2208-5 (printed)
ISBN 978-82-425-2209-2 (electronic)

NILU is an independent, nonprofit institution established in 1969. Through its research NILU increases the understanding of climate change, of the composition of the atmosphere, of air quality and of hazardous substances. Based on its research, NILU markets integrated services and products within analyzing, monitoring and consulting. NILU is concerned with increasing public awareness about climate change and environmental pollution.