

Ga oppgradert ventilasjon målbar effekt på inneklima og produktivitet på Kampen skole?

Mads Mysen

Seniorforsker SINTEF/Prof II HiOA

Partnerseminar 1-2012 reDuCeVentilation









Grunnventilasjon via kontrollventiler

Setpunkt før drifterfaring:
Spjeld åpner ved
 $\text{CO}_2 > 600 \text{ ppm}$ (22°C)

Tilluftvifte forserer hvis et rom $> 900 \text{ ppm}$ (24°C)

Spjeld stenger når rom har vært tomt i 15 min.

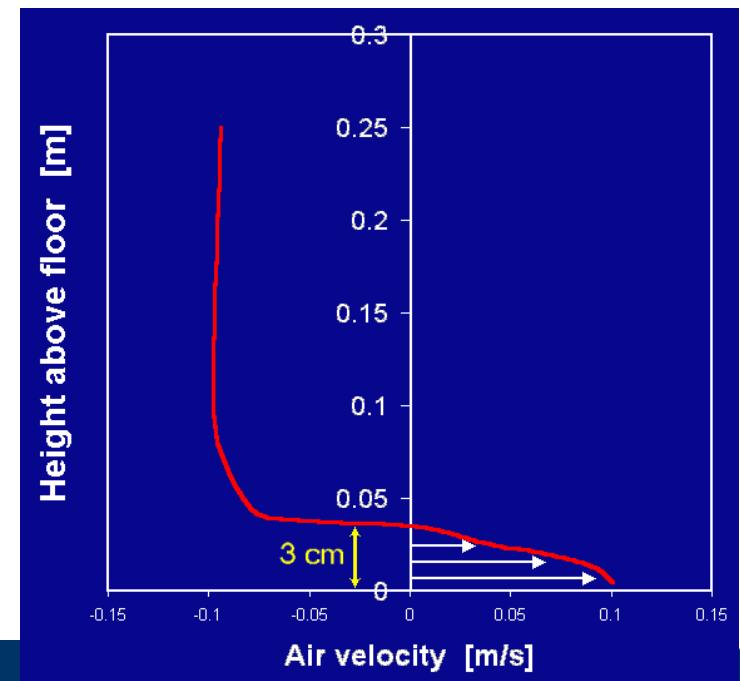






Displacement ventilation

- Development of a computer program for sizing low velocity terminal devices based on new model





Inneklima og prestasjonsevne

- Konsentrasjonstester
- Spørreskjema
- Tekniske målinger

Tabell 1. Tidsplan for gjennomføring av tester. De samme elevene er testet tre til fem ganger.

	Juni 2001	Juni 2002	Juni 2003	September 2003	Juni 2004
Kampen 1	4b	5b		7b	7b
Kampen 2	5b	6b	7b		
Lilleborg	3a	4a	5a	6a	6a

Prestasjonstester

7. Koding



Skåre

2	1	3	7	2	4	8	1	5	4	2	1	3	2	1	4	2	3	5	2	3	1	4	6	3
1	5	4	2	7	6	3	5	7	2	8	5	4	6	3	7	2	8	1	9	5	8	4	7	3
6	2	5	1	9	2	8	3	7	4	6	5	9	4	8	3	7	2	6	1	5	4	6	3	7
9	2	8	1	7	9	4	6	8	5	9	7	1	8	5	2	9	4	8	6	3	7	9	8	6

Norvir makkyn map tal jumlag kyk næj lip bav mynervik kingam læpbærripgovren pir nighig bår laprikk dar totbet dar pinbør liksit hir tartut mor.

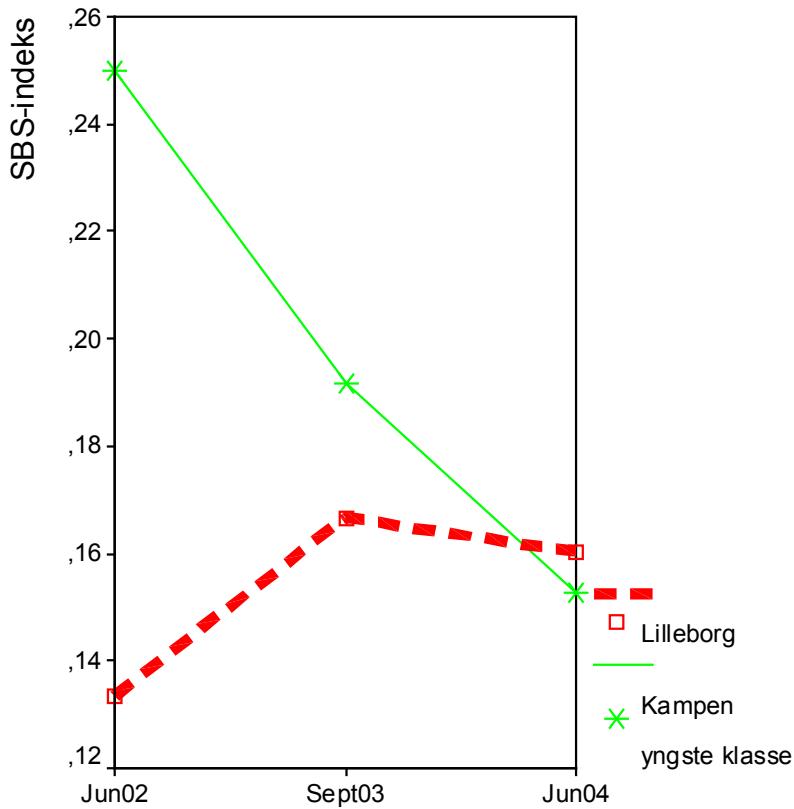
Spørreskjema

- 45 Ja/nei spørsmål ang:
 - oppfattet helse
 - oppfattet trivsel
 - hjemmeforhold
- 3 ganger i løpet av to uker
-

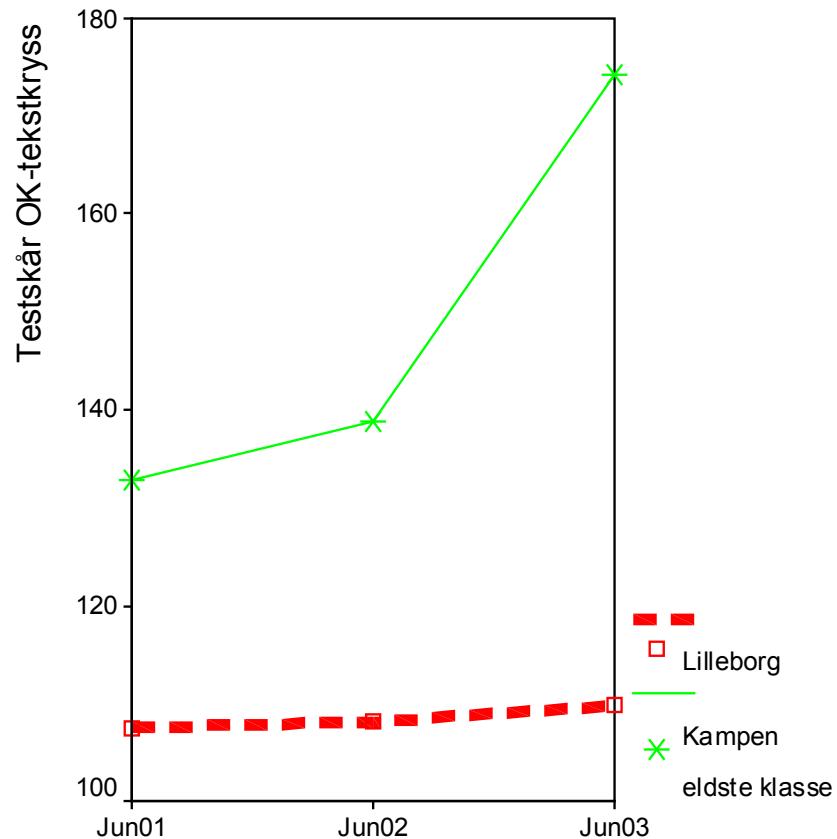
$$SBS\text{-indeks} = \frac{\sum n_i}{12}$$

	Gammelt skolemiljø		Nytt skolemiljø	
	jun.01	jun.02	sep.03	jun.04
Er du trett?	0,64	0,53	0,21	0,24
Er du svimmel eller ør i hodet?	0,42	0,33	0,03	0,10
Har du problemer med å konsentrere deg?	0,46	0,33	0,24	0,14
Har du rennende eller tett nese?	0,28	0,30	0,14	0,17
Er det for varmt ?	0,44	0,63	0,38	0,31
Føler du trekk på føttene eller i nakken?	0,37	0,33	0,21	0,10
Er du plaget av skiftende temperatur i rommet?	0,50	0,27	0,03	0,07
Er det tung eller dårlig luft?	0,67	0,79	0,31	0,17
Kjennes lufta tørr?	0,63	0,50	0,28	0,21
Er det ubehagelig lukt?	0,39	0,30	0,24	0,10
Er det vanskelig å høre det som blir sagt i klasserommet?	0,22	0,20	0,00	0,03
Er det godt nok lys på arbeidsplassen din?	0,20	0,23	0,00	0,14
Er det gjenskinn (refleks) fra tavla?	0,22	0,20	0,10	0,14

SBS-symptomer - Kampen



Prestasjonsutvikling- Kampen skole



Tekniske målinger

	Gammelt arbeidsmiljø		Nytt arbeidsmiljø	
Dato	15.06.01	14.06.02	25.09.03	11.06.04
Temperatur	22,7-23,7	24,3 – 24,9	21,7 – 22,7	23,8 – 24,2
CO ₂ -nivå	1120 ppm	1040 ppm	440 ppm	350 ppm
Lysnivå	896 lux	516 lux	810 lux	803 lux

Luftmengde – Dim 60.000 m³/h, Målt 17.000 m³/h

Energibruk

Graddagskorrigert

Før – 2000 og 2001

281 kWh/m²year.

Etter - 2006-2011

151 kWh/m²year

Helse, trivsel og prestasjonsforbedring

X & Y – skalatilpasset skår konsentrasjonstester

Z – skalatilpasset skår spørreskjema

$$W = X+Y+Z$$

2002 til 2003 for eldste klasse p-value = 0.0049.

2002 til 2003 for yngste klasse p-value = 0.0017.

2001 og 2002 til 2003 og 2004 for yngste klasse p-value = 0.0132

Usikkerhet: Avh. pga felles referanse, Feltforsøk

Hva betyr dette?

Gjennom et case-control forsøk har vi vist at oppgradert behovsstyrтt ventilasjon og belysning **på en skole gir**:

- signifikant bedring av elevenes samlede helse/trivsel og prestasjoner (læringsmilø)
- gir kraftig redusert energibruk

Vi vet ikke med sikkerhet hvilke faktorer som utløser forbedringen.

Resultatsamsvar med:

- Temperaturforsøk (Wyon, 1975)
- Luftmengde/CO₂-forsøk (Wargocki et al. 2000, Satish et al. 2011, Haverinen-Shaughnessy et al. 2011)
- Lys og dagslys (Fostervold and Nersveen, 2008)

Kunnskap fra Kampen

- Godt læringsmiljø med CO₂-styrt fortrengning.
- Sannsynligvis god luftkvalitet i pustesonen med "lave" luftmengder
- Redusert energibruk – lave luftmengder med CO₂-styring
- Robust tilluftsløsning
- Lave lufthastigheter
- Hele veggens kjøler –
- Kjølt tilluft
 - Nattventilering
 - Eksponert betong

