

NILU OR : 23/87

NILU OR : 23/87  
REFERANSE: O-1151  
DATO : APRIL 1987  
ISBN : 82-7247-806-4

## MÅLINGER AV INNENDØRS LUFTMILJØ BORGES SKOLE, ASKER

IVAR HAUGSBAKK

## SAMMENDRAG

Målinger tilknyttet innendørs luftmiljø er på oppdrag fra Asker kommune utført i Borgen skole i Asker. Målingene ble gjennomført i august og september 1986 og inkluderer følgende:

- Målinger av konsentrasjoner og typer av partikler i luft i B-, C- og E-fløyen. Målingene ble utført før og etter skolestart.
- Målinger av formaldehyd og acetaldehyd i luft i C- og E-fløyen. Prøvetakingen ble utført etter skolestart.
- Analyse av inneluftens innhold av soppsporer og mineralullfibre i B-, C- og E-fløyen. Prøvetakingen ble utført etter skolestart.

Tabellen under viser samlet gjennomsnitt av fin- og grovstøv før og etter skolestart.

	Samlet gjennomsnitt (fin- og grovstøv). Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Sted	Før skolestart	Etter skolestart
B-fløy*	71,0	25,5
C-fløy (adm.)	67,0	49,0
E-fløy	9,0	10,5

\* B-fløyen ble renovert mens målingene pågikk før skolestart.

Endringene i C-fløyen skyldes en nedgang i finstøvkonsentrasjonen, mens endringene i B-fløyen skyldes nedgang i både fin- og grovstøvkonsentrasjonen. C-fløyen hadde en dominerende andel finstøv som trolig skyldes røyking i rommene. Målingene av tilluften viste en klart renere tilluft etter skolestart, og dette skyldes at det ble benyttet omluft før skolestart. Samlet gjennomsnitt av fin- og grovstøv i tilluften etter skolestart var  $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for alle tre fløyer, og dette indikerer god virkningsgrad og tetning for filtersystemet i anlegget.

Innendørs konsentrasjoner av formaldehyd og acetaldehyd var lave, både sammenlignet med yrkeshygieniske grenseverdier og sammenlignet med tidligere målinger NILU har gjennomført i norske boliger i 1984/85.

Luftprøver for analyse av innendørsluftens innhold av soppsporer og mineralullfibre viste svært lave verdier.

~~Analysene av innendørsluftens innhold av soppsporer og mineralullfibre viste svært lave tall.~~

## INNHOLD

	Side
SAMMENDRAG .....	1
1 INNLEDNING .....	4
2 STØVMÅLINGER .....	5
2.1 Målemetode .....	5
2.2 Resultater .....	10
2.3 Vurdering av resultatene .....	12
3 MÅLING AV ALDEHYDER .....	12
3.1 Målemetode .....	12
3.2 Effekter og grenseverdier for formaldehyd og acet- aldehyd .....	13
3.3 Resultater .....	13
4 SOPPSPORER OG MINERALULLFIBRE .....	14
5 KONKLUSJON .....	15
6 REFERANSER .....	15
VEDLEGG A: ANALYSE AV SOPPSPORER OG MINERALULLFIBRE, BORGESKOLE I ASKER .....	16

MÅLINGER AV INNENDØRS LUFTMILJØ,  
BORGEN SKOLE I ASKER

1 INNLEDNING

Norsk institutt for luftforskning (NILU) ble av Asker kommune bedt om å utføre målinger tilknyttet luftmiljøet inne i en gammel (B-fløy) og en renoverert (E-fløy) fløy i Borgen skole, Asker. Oppdragsbestilling ble mottatt i begynnelsen av juli 1986. Etter befaring 22.07.86 ble prosjektforslaget sendt oppdragsgiver 31.07.86. Da innendørsmålingene startet var renoveringsarbeidet i B-fløyen også satt i gang. Forutsetningen i prosjektplanen var at dette ikke skulle skje.

Målingene omfattet fase 1 og 2 i prosjektforslaget:

Fase 1: Før skolestart

- Målinger av partikler i gammel fløy (B) (i tilluftventil og i rom)
- " " " i renoverert fløy (E) (" " " " " )
- " " " i adm. avdeling (C) (" " " " " )
- " " " ute (referansepunkt )

Dette blir tilsammen 7 målepunkter. I hvert punkt tas to partikkelprøver som hver representerer to skoledager (kl. 08-14). Hver partikkelprøve gir to størrelsesfraksjoner, finstøv (som tilnærmet tilsvarende respirabelt støv) og grovstøv.

Fase 2: Etter skolestart

- Partikler: Samme opplegg og med samme målepunkter som i fase 1.
- Måling av aldehyder på to målesteder.
- Prøver for soppsporeanalyse på to målesteder.
- Prøver for analyse av mineralullfibre i ~~luft~~ <sup>tuft</sup> på to målesteder.

Målingene ble utført i tiden fra 12. august til 11. september 1986.

## 2 STØVMÅLINGER

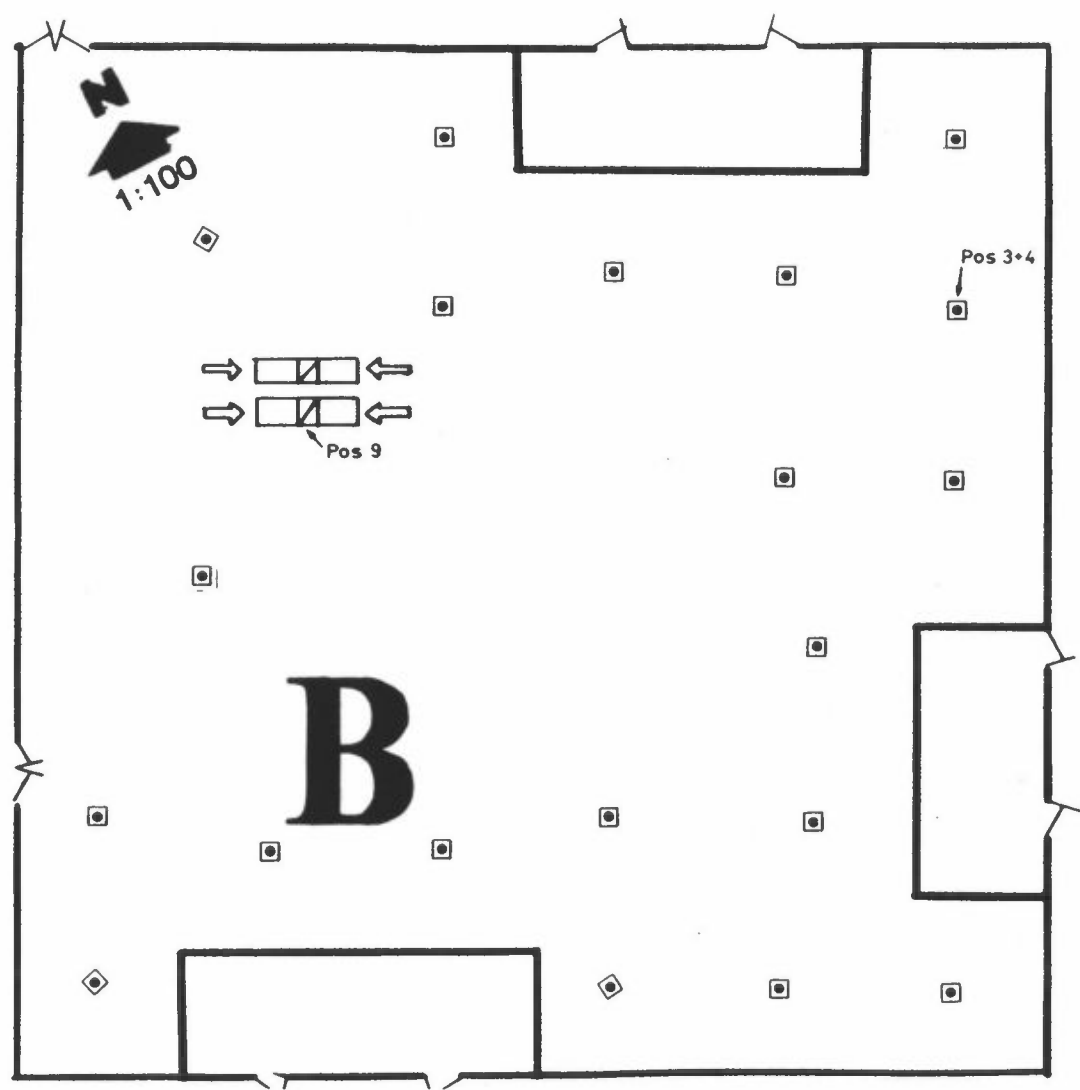
Det ble målt støv i B, C og E-fløyen, samt i et utendørs referansemålepunkt på taket av skolen. Totalt omfattet støvmålingene 8 målepunkter innendørs og 1 målepunkt utendørs. Støvmålinger ble utført før og etter skolestart. Tabell 1 gir en oversikt over hva som ble målt. Figur 1-3 viser skisser av innendørs målepunkter. I hver av fløyene B og E ble det målt på 3 punkter i stedet for 2, som satt opp i prosjektforslaget. Det ekstra målepunktet i luftavsugget ble tatt med for å få gjennomsnittskonsentrasjonen av partikler i hele rommet.

### 2.1 MÅLEMETODE

For å bestemme støvbelastningen brukes to filtre i serie i en filterbeholder som kobles til en pumpe. Støvet samles på filtrene i to fraksjoner. Det første filtret tar grovfraksjonen, med partikkeldiameter større enn  $2,5 \mu\text{m}$ . Det andre filtret samler opp finfraksjonen som består av respirable partikler med diameter mindre enn  $2,5 \mu\text{m}$  (Vitols og Larssen, 1986). De respirable partiklene kan trenge ned i de deler av lungene som ikke har rensemekanismer for å føre støvet ut av luftveiene igjen. Partikler med en diameter større enn  $2,5 \mu\text{m}$  vil kunne avsettes i munn, nese, svelg eller bronkier, og kan transporteres fra luftveiene og over i mave/tarmsystemet. Totalstøv er summen av begge partikkelfraksjonene.

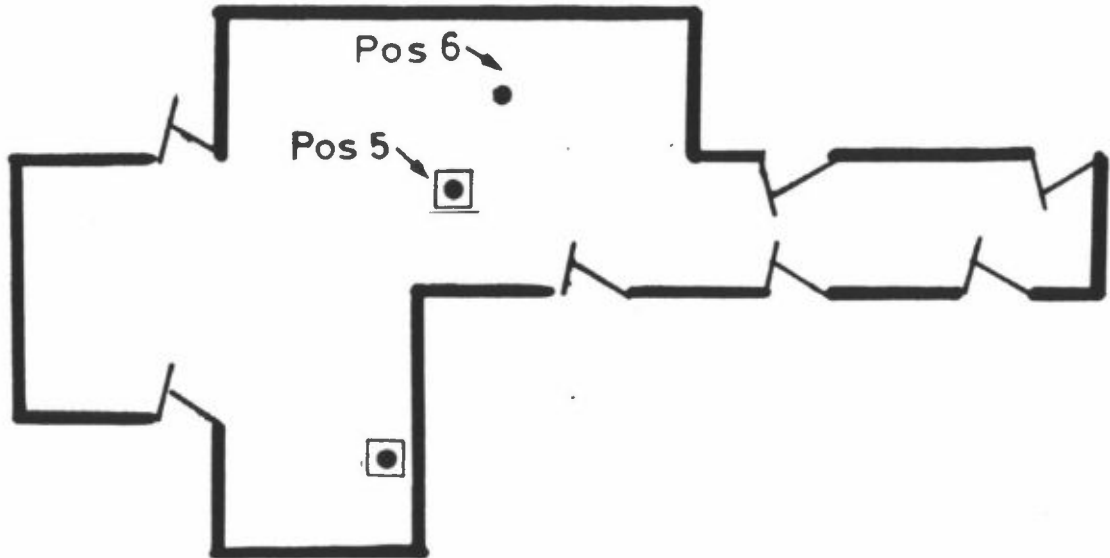
Tabell 1: Sammenheng mellom målinger, målested og tidspunkt for målingene. Tabellen viser hvilke prøver (+) som er tatt før og etter skolestart.

MÅLESTED	PARTIKLER		ALDEHYDER		MUGGSOPP		MINERALULL-FIBRE	
	Før	Etter	Før	Etter	Før	Etter	Før	Etter
E-fløy								
pos 1, rommet	+	+	-	-	-	-	-	+
pos 2, tilluft	+	+	-	-	-	-	-	-
pos 8, avsug	-	+	-	+	-	-	-	-
B-fløy								
pos 3, rommet	+	+	-	-	-	+	-	+
pos 4, tilluft	+	+	-	-	-	-	-	-
pos 9, avsug	-	+	-	-	-	-	-	-
C-fløy								
pos 6, rommet	+	+	-	+	-	+	-	-
pos 5, tilluft	+	+	-	-	-	-	-	-
Referanse								
pos 7, på taket	+	+	-	-	-	-	-	-

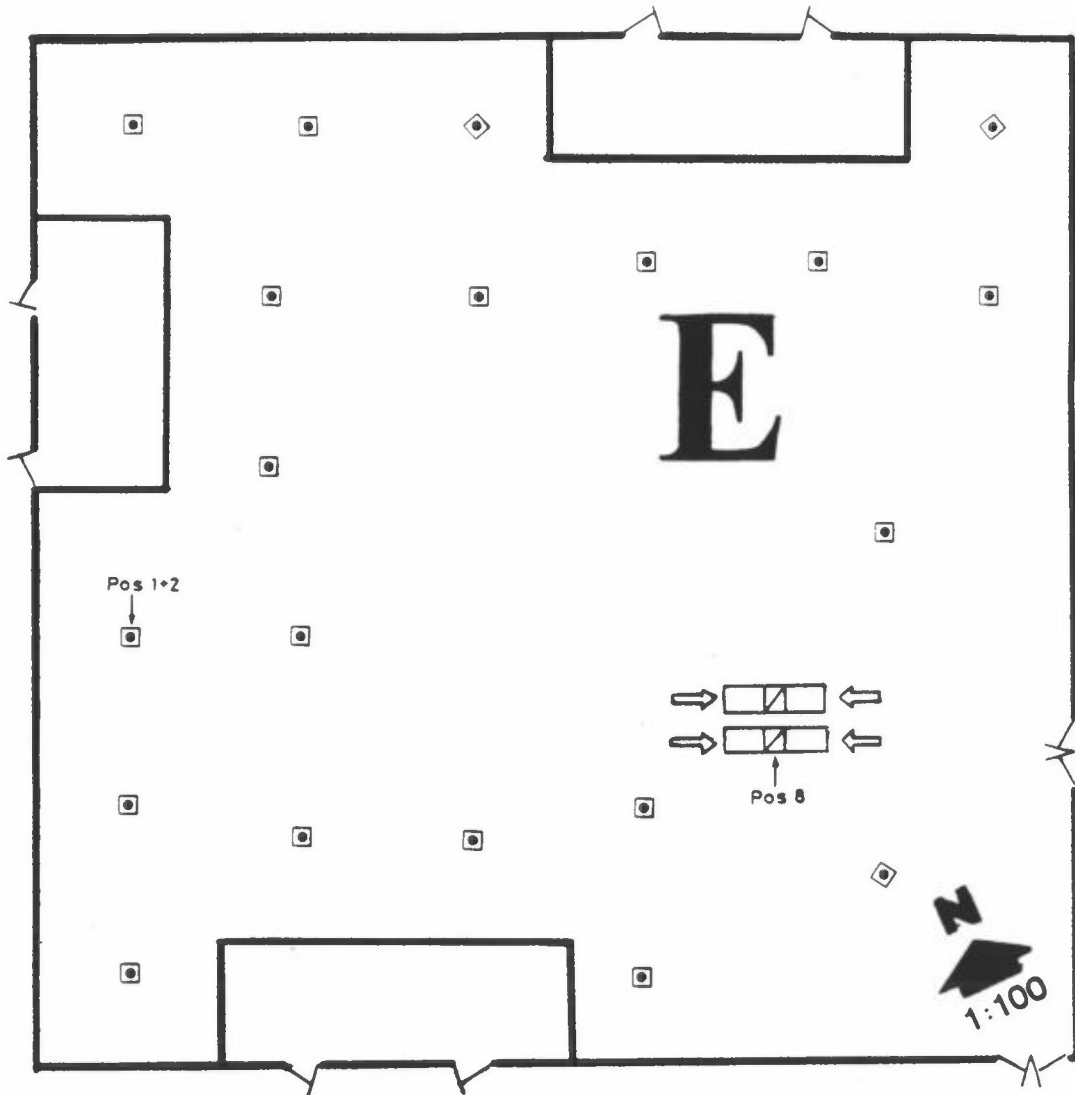


Figur 1: Figuren viser en skisse av B-fløyen med målepunktene inntegnet.  
Posisjon 3: I rommet ca. 2 m over gulvflate.  
Posisjon 4: Ved tilluftventil under taket.  
Posisjon 9: Ved avtrekkventil under taket.



**C**

Figur 2: Figuren viser en skisse av C-fløyen (administrasjonen) med målepunktene inntegnet.  
Posisjon 5: I rommet ca. 1,5 m over gulv.  
Posisjon 6: Ved avtrekkventil under taket.



Figur 3: Figuren viser en skisse av E-fløyen med målepunkter inntegnet.  
Posisjon 1: I rommet ca. 2 m over gulvflate.  
Posisjon 2: Ved tilluftventil under taket.  
Posisjon 8: Ved avtrekkventil under taket.

## 2.2 RESULTATER

Tabell 2 viser partikkelkonsentrasjoner før skolestart, mandag 18. august.

Før vi ser på resultatene er det viktig å ha klart for seg at det pågikk renoveringsarbeid i B-fløyen mens målingene pågikk. C-fløyen ble benyttet av lærerne en uke før skolestart, altså mens målingene pågikk.

Tabell 2: Konsentrasjon av svevestøv, målt før skolestart. (12.-15.august 1986.) Enhet:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

MÅLESTED	FINFRAKSJON <sup>1</sup>		GROVFRAKSJON <sup>2</sup>		SAMLET GJENNOMSNITT
	12-13/8	14-15/8	12-13/8	14-15/8	
E-fløy:					
pos.1, rommet	4	7	5	2	9,0
pos.2, tilluft	3	9	10	16	19,0
pos.8, avsug	-	-	-	-	-
B-fløy:					
pos.3, rommet	6	23	25	108	71,0
pos.4, tilluft	7	11	2	8	14,0
pos.9, avsug	-	-	-	-	-
C-fløy (administrasjon)					
pos.6, rommet	36	71	14	13	67,0
pos.5, tilluft	12	31	58	6	53,5
Referanse:					
pos.7, på taket	5	8	2	9	12,0

1 Finfraksjon. Partikkeldiameter  $\leq 2,5 \mu\text{m}$  (tilnærmet lik "respirabelt støv").

2 Grovfraksjon. Partikkeldiameter  $> 2,5 \mu\text{m}$ .

Konsentrasjonen i tilluften var akseptabel i både B- og E-fløyen, mens det i C-fløyen ble målt nokså høye verdier. Dette skyldes at det ble benyttet omluft i C-fløyen før skolestart. Ved sammenligning med referansemålingene på taket av bygningene gikk det fram at B- og C-fløyens tilluft ikke hadde noe høyere nivå enn målingene på taket mens E-fløyens tilluft har vesentlig høyere nivå.

Finpartikkelkonsentrasjonen var klart høyest i C-fløyen, både i tilluften og i romluften. Årsaken var trolig røyking.

Grovpartikkelkonsentrasjonen var høyest i B-fløyen, mens den var lavest i E-fløyen, som ble renoverert først av disse to. Spesielt 14.-15.8 var det mye støv i B-fløyen, og dette har sin naturlige forklaring i renoveringsarbeidet som pågikk da. Det var også mye grovstøv i tilluften til C-fløyen 12.-13.8, og her forsterkes mistanken om lekkasje eller dårlig filtereffektivitet. Dette så ut til å være i orden etter skolestart, som målingene i fase 2 viser. Det relativt høye grovstøvnivået kan skyldes aktiviteten i B-fløyen, og da vil det være naturlig å se etter lekkasje i tilluftskanalene.

Tabell 3 viser partikkelkonsentrasjoner etter skolestart.

Tabell 3: Konsentrasjon av svevestøv, målt etter skolestart. (8.-11. september 1986) Enhet:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

MÅLESTED	FINFRAKSJON		GROVFRAKSJON		SAMLET GJENNOMSNIITT
	8-9/9	10-11/9	8-9/9	10-11/9	
E-fløy:					
pos.1, rommet	7	2	5	7	10,5
pos.2, tilluft	2	2	6	2	6,0
pos.8, avsug	0	0	1	0	0,5
B-fløy:					
pos.3, rommet	3	4	24	20	25,5
pos.4, tilluft	2	2	4	3	5,5
pos.9, avsug	5	3	9	19	18,0
C-fløy: (administrasjon)					
pos.6, rommet	22	43	15	18	49,0
pos.5, tilluft	5	5	0	1	5,5
Referanse: pos.7, på taket	1	4	5	4	7,0

Konsentrasjonen i tilluften var lav, 5,5-6,0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i alle tre fløyene, noe lavere enn i referansepunktet på taket av bygningen.

Finpartikkelkonsentrasjonen var igjen klart høyest i C-fløyen, men verdiene var ca. 40% lavere enn før skolestart. Røyking var sannsynligvis årsak til de relativt høye finpartikkelkonsentrasjonene.

Grovparkikkelkonsentrasjonen var også etter skolestart høyest i B-fløyen, og lavest i E-fløyen. C-fløyen og i E-fløyen var grovstøv-nivået omtrent som før skolestart, spesielt i tilluften til C-fløyen.

### 2.3 VURDERING AV RESULTATENE

Finpartikkelkonsentrasjonen i C-fløyen var høy, spesielt før skolestart. Høyeste verdi,  $71 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (gjennomsnitt over to arbeidsdager), er noe av det høyeste NILU har målt innendørs. Det måles sjelden høyere verdier enn dette for en målestasjon på fortau i St.Olavs gt. i Oslo, der trafikk tettheten er ca 14 000 biler pr døgn. Det er sannsynligvis røyking som er hovedårsaken til den høye finpartikkelkonsentrasjonen i C-fløyen. Normalt vil finstøvfraksjonen i innendørs luftmiljø være innenfor området  $10\text{-}30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . B- og E-fløyen skiller seg ikke ut fra dette.

Grovparkikkelkonsentrasjonen var høy før skolestart på grunn av renoveringen. Støvet fra renovasjonsarbeidet syntes fortsatt å gi høyere nivåer etter skolestart i B-fløyen enn andre steder. Konsentrasjoner av grovstøv er normalt lavere enn  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i innemiljøer og i rene innemiljøer med filtrert tilluft lavere enn  $15\text{-}20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Borgen skole skiller seg ikke ut fra dette etter skolestart.

## 3 MÅLING AV ALDEHYDER

Det ble målt formaldehyd og acetaldehyd ved avsug i E-fløyen og i rommet i C-fløyen (se tabell 1 og fig. 2+3). Målingene ble utført etter skolestart.

### 3.1 MÅLEMETODE

Til prøvetaking og analyse av formaldehyd og acetaldehyd benyttes en enkel og følsom metode. Små rør fylt med silicagel impregnert med dinitrofenylhydrazin kobles til en pumpe, og luften som skal undersøkes suges gjennom rørene. Eventuelle dinitrofenylhydraziner vaskes ut av røret med acetonitril og analysen utføres med høytrykksvæskerkromatograf (Stray, 1986).

### 3.2 EFFEKTER OG GRENSEVERDIER FOR FORMALDEHYD OG ACETALDEHYD

Formaldehyd har vist seg å være allergifremkallende, og gir spesielt hudallergi. Formaldehyd virker irriterende på øyne, nese og de øvre luftveier. Yrkeshygienisk grenseverdi for formaldehyd er  $1200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (1 ppm), men det er rapportert at man vil kjenne irritasjon i form av kløe, svie eller "tørrhet" i øyne, nese og hals ved eksponering for lavere verdier enn dette. Den yrkeshygieniske grenseverdien er også foreslått redusert til  $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (0,5 ppm). Det finnes ikke norske grenseverdier for formaldehyd i boliger, men Danmark, Nederland og Vest-Tyskland har satt normer for formaldehyd i oppholdsrom på henholdsvis  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Acetaldehyd fremkaller ikke allergi. Den virker irriterende på slimhinnene på samme måte som formaldehyd, men ikke like kraftig. Yrkeshygienisk grenseverdi er  $90.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (50 ppm). Ved prøvetaking og analyse av formaldehyd følger acetaldehyd med og den er derfor enkel å bestemme.

### 3.3 RESULTATER

Tabell 4 viser resultatet fra målingene.

Tabell 4: Formaldehyd og acetaldehyd i luft, Borgen skole 12. september 1986.

MÅLESTED	FORMALDEHYD ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	ACETALDEHYD ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
C-fløy: pos.6, rommet	16,6	11,3
E-fløy: pos.8, avsug	4,4	1,7

Innendørs kilder til formaldehyd er sponplater i innredning og møbler, isolasjonsmateriale, tekstiler (tepper og gardiner), sigaretttrøyk, lim og lakker. Sponplater er vanligvis den viktigste kilden. Utendørs vil bileksos være en viktig kilde for formaldehyd (formaldehyd dannes ved alle typer forbrenning).

Konsentrasjonene i Borgen skole er svært lave i forhold til nivået som finnes i mange nyere trehus. Tabell 5 viser resultater fra målinger NILU har foretatt i flere norske boliger i 1984/85. Aldehydnivået i Borgen skole er så lavt at det ikke gir grunn for bekymring.

Tabell 5: Formaldehyd og acetaldehyd i luft i noen norske bolighus. Målt i 1984/85. Enhet:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

	Formaldehyd	Acetaldehyd
Nybygget hus m. sponplater	111	69
To år gammelt trehus m. sponplater	80	12
Fire år gammelt trehus m. sponplater	111	13
Eldre hus u. sponplater	89	32
Eldre hus u. sponplater	40-49	26-67
Blokkleilighet u. sponplater	36-42	6-7
Større kontorbygg m. nok ventilasjon	27-56	8-11

#### 4 SOPPSPORER OG MINERALULLFIBRE

Etter skolestart ble det tatt luftprøver for å analysere luftens innhold av soppsporer og mineralullfibre.

Prøver for analyse av soppsporer ble tatt i B- og E-fløyen. Prøver for analyse av mineralullfibre ble tatt i C- og E-fløyen. Alle disse prøvene ble tatt 12. september 1986. (Se tabell 1 og fig. 1+3.)

Soppsporeanalysene viste negativt resultat i C-fløyen, mens det i E-fløyen ble funnet 1 soppspore.

Analyseresultatet fra mineralullfiberprøven viste negativt resultat i B-fløyen, mens det i E-fløyen ble påvist en konsentrasjon på mindre enn  $0,01 \text{ fibre}/\text{cm}^3$ .

Dette er svært lave tall for samtlige analyser.

Analysen for luftens innhold av soppsporer og mineralullfibre ble foretatt av yrkeshygienisk institutt og er gjengitt i vedlegg A.

## 5 KONKLUSJON

Målingene av innendørs støvkonsentrasjoner i Borgen skole før og etter skolestart høsten 1986 har vist at de høyeste nivåene finnes i administrasjonsfløyen (C-fløyen). Det er den høye andel av finpartikkelkonsentrasjonen som gjør utslaget og det er sannsynligvis kombinasjonen vegg- til veggteppe og røyking i rommet som er årsaken til dette. Målingene av støvkonsentrasjoner i tilluften viste noe høye verdier i administrasjonsfløyen før skolestart. Alle øvrige målinger av tilluft etter skolestart viste lave støvkonsentrasjoner både for finfraksjon og grovfraksjon. Dette skulle tilsi god virkningsgrad og tetning for filtersystemet i anlegget. En sammenligning av målingene før og etter skolestart viser med to unntak at de samlede gjennomsnittlige støvkonsentrasjoner har gått vesentlig ned. Konsentrasjonen i E-fløyen viste en ubetydelig økning fra 9,0 til 10,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , og grovstøvandelen i C-fløyen hadde øket fra 13,5 til 16,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Innendørs konsentrasjoner av formaldehyd og acetaldehyd var lave, både sammenlignet med yrkeshygieniske grenseverdier og sammenlignet med tidligere målinger NILU har gjennomført i norske boliger i 1984/85.

Luftprøver for analyse av innendørsluftens innhold av soppsporer og mineralullfibre viste svært lave tall.

## 6 REFERANSER

Direktoratet for arbeidstilsynet (1984) Administrative normer for forurensning i arbeidsatmosfære. Oslo.

Stray, H. (1986) Bestemmelse av alifatiske aldehyder i luft. Lillestrøm (NILU FOG 2/86).

Vitols, V. og Larssen, S. (1986) Comparison of two-filter and dichotomous samplers. Lillestrøm. Rapport under utarbeidelse.



## VEDLEGG A

ANALYSE AV SOPPSPORER OG  
MINERALULLFIBRE, BORGES SKOLE, ASKER

# ARBEIDSFORSKNINGSINSTITUTTENE

Arbeidsfysiologisk institutt \* Arbeidspsykologisk institutt \* Muskelfysiologisk institutt  
Yrkeshygienisk institutt

Kontoradresse: Gydas vei 8, tlf. 02/46 68 50

Postadresse: P.b. 8149 Dep Oslo 1

Norsk Institutt for Luftforskning

Postboks 130  
2001 Lillestrøm

Att.: v/Steinar Larsen

Deres ref.:

Vår ref.:

YTE2315/86

Dato:

12/11-1986

Mottatt: 9/11-86	Sett: <i>Do</i>	Referanse:
App: <i>de</i>	Sesvar:	0-1151
Sirkulering:	<i>SKL</i>	<i>Andr</i>
Signatur:		

## ANALYSE AV SOPPSPORER OG MINERALULLFIBRE, BORGEN SKOLE

De innsendte prøvene, mottatt 07/10-1986 er analysert, og resultatet er angitt i vedlagte tabell.

### Diverse opplysninger

Målt ved: Borgen Skole

Bransjekoder og beskrivelser:  
93121 Skole

#### Prøvetakingsopplysninger:

##### Metode:

F1 celluloseester F7 polykarbonat  
G3 bedriftsønske

Prøver tatt av: S.L. fra: Privat

#### Analyseopplysninger:

##### Metode:

SEM scanning elektronmikrosko  
LMIK lysmikroskopi

Analysert av: SO/WE

Vennlig hilsen

*B.K. Johnsen*

Bjarne K. Johnsen

*Sissel Olaisen*  
Sissel Olaisen

*Wijnand Eduard*  
Wijnand Eduard

#### KOPI TIL:

Arbeidstilsynet distrikt: 1  
Direktoratet for arbeidstilsynet

Vennligst ikke adresser post til enkeltpersoner

Tabell 1-a : YTE2315/86

Nr.	Dato	Prøve- type	Navn	sporer	MMMF
				ant/m <sup>3</sup>	fibre/cm <sup>3</sup>
1	120986	N1U2	E-fløy	500	
2	120986	N1U2	Administrasjon	< 500	
3	120986	N1U2	E-fløy		< 0,01
4	120986	N1U2	B-fløy		ikke påvist

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING (NILU)  
 NORWEGIAN INSTITUTE FOR AIR RESEARCH  
 POSTBOKS 64, 2001 LILLESTRØM (ELVEGT. 52), NORGE

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORTNR. OR 23/87	ISBN-82-7247-806-4	
DATO April 1987	ANSV. SIGN. <i>J. Schjorup</i>	ANT. SIDER 18	PRIS kr. 20,00
TITTEL  Målinger av innendørs luftmiljø, Borgen skole i Asker		PROSJEKTLEDER S. Larssen	NILU PROSJEKT NR. O-1151
FORFATTER(E)  Ivar Haugsbakk		TILGJENGELIGHET A	OPPDRAGSGIVERS REF.
OPPDRAGSGIVER (NAVN OG ADRESSE) Asker kommune Kommunearkitekten v/ byggeleder H.H. Holck Knut Askers vei 33 1371 Asker			
3 STIKKORD (å maks. 20 anslag) Innemiljø                      Partikkelforurensning    Ventilasjon			
REFERAT (maks. 300 anslag, 7 linjer)  I Borgen skole i Asker er det utført målinger av konsentrasjoner av partikler i luften før skolestart. Etter skolestart er tilsvarende målinger utført, og i tillegg målinger av aldehyder, soppsporer og mineralullfibre.			

TITLE    Measurements of indoor air quality, Borgen school Asker.
ABSTRACT (max. 300 characters, 7 lines) Inside Borgen school measurements have been performed on the concentration of airborne particles before school started up. During teaching time corresponding measurements have been carried out, and also supplementary measurements of mushroom spores and fibres from mineral wool.

\* Kategorier: Åpen - kan bestilles fra NILU                      A  
                   Må bestilles gjennom oppdragsgiver                    B  
                   Kan ikke utleveres    C