

Eimund Skåret og Viggo Nordvik

# **Økonomiske konsekvenser av inneklimatebedringer i barnehager**

BYGGFORSK

Norges byggforskningsinstitutt

Eimund Skåret og Viggo Nordvik

**Økonomiske  
konsekvenser av  
inneklimatebedringer i  
barnehager**

Prosjektrapport 229 – 1998

Prosjektrapport 229  
Eimund Skåret og Viggo Nordvik  
**Økonomiske konsekvenser av  
inneklimatebedringer i barnehager**

ISSN 0801-6461  
ISBN 82-536-0604-4  
250 eks. trykt av  
S. E. Thoresen as  
Resirkulert papir:  
omslag Cyclus 200 g  
innmat Fortuna 100 g

© Norges byggforskningsinstitutt 1998  
Adr. Forskningsveien 3B  
Postboks 123 Blindern  
0314 OSLO  
Tlf. 22 96 55 00  
Telefaks: 22 69 94 38 og 22 96 57 25  
Telefaks salg 22 96 55 08

**Emneord:**

barnehager  
inneklimate  
ventilasjon  
sykefravær  
nytte-kostnad

## FORORD

Formålet med prosjektet har vært å undersøke hvordan man kan foreta lønnsomhetsanalyser av investeringer i bedret innelima i barnehager. Dette er undersøkt ved hjelp av økonomiske metoder. Hovedmålsettingen har vært å identifisere kostnadskomponenter knyttet til dårlig innelima, og å vise hvordan de kan kvantifiseres og måles i økonomiske størrelser. Gjennom multivariate analyseteknikker er det søkt avdekket hvordan forekomsten av ulike negative innelimaeffekter, inkludert sykefravær, samvarierer med et sett av indikatorer for innelimaet i den enkelte barnehageavdeling. Prosjektet har bestått av fire hovedbolker:

- En systematisering av kunnskapsstatus på de aktuelle delene av feltet innelima.
- En datainnsamling i 50 barnehager basert på enkle fysiske målinger og på spørreskjemaer for barnehagens egenskaper samt innelimaplager, helsemessige forhold og sykefravær for barna og de ansatte.
- En multivariat statistisk analyse av dataene ved hjelp av bl.a. en logitmodell.
- Resultatene fra den statistiske analysen satt inn i en samfunnsøkonomisk analyseramme, der det er lagt vekt på å fordele kostnader på ulike aktører.

Den statistiske analysen forklarer noe mindre enn 20% av variasjonen i fraværet hos barnehagebarna og noe over 25% for de ansatte. De viktigste funnene i prosjektet er:

- Økende CO<sub>2</sub> konsentrasjon (CO<sub>2</sub> er enn indikator for ventilasjon og luftkvalitet) øker sykefraværet for både barn og ansatte.
- Hovedrengjøring sjeldnere enn 1 gang per år øker sykefraværet
- Mye trafikk i nærheten av barnehagen øker sykefraværet
- Andre faktorer som øker fraværet er betong i himling, høy luftfuktighet, ikke reparerte fuktskader, tørr- og fuktopping av lokalene
- Sannsynligheten for at et barn skal være plaget av astmatiske lidelser øker med økende CO<sub>2</sub>-konsentrasjon og med mye biltrafikk barnehagens nærmiljø.
- En hypotese om at forekomst av allmennplager, slimhinnerelaterte plager og astma/allergi-plager blant barnehagebarn er uavhengig av egenskapene til barnehagen ble forkastet på et 1% signifikansnivå.

Resultatene er eksemplifisert i nytte-kostnads analyser.

Prosjektet er finansiert av Norges forskningsråd, programmet for Innelima og helse under området for medisin og helse.

Oslo, februar 1998  
Eimund Skåret

Viggo Nordvik

## INNHold

0 Sammen drag.....	6
0.1 Bakgrunn og målsetting .....	6
0.2 Gjennomføring .....	6
0.2.1 Datainnsamling .....	7
0.3 Resultater .....	8
0.3.1 Inneklime – en kort oppsummering .....	8
0.3.2 Inneklime og økonomi .....	9
1. Bakgrunn og målsetting .....	11
1.1 Bakgrunn .....	11
1.2 Tidligere arbeider om inneklime og økonomi.....	11
1.3 Datainnsamlingen.....	15
1.3.1 Viktige fysiske parametre – strategi for kartlegging.....	15
1.3.2 Sjekkliste og spørreskjemaer .....	17
2 Resultatet av datainnsamlingen.....	18
2.1 Oversikt over måleresultater .....	18
2.1.1 CO <sub>2</sub> .....	19
2.1.2 Lufttemperatur.....	19
2.1.3 Luftfuktighet .....	21
2.1.4 Støv .....	21
2.2 Hva forklarer CO <sub>2</sub> -konsentrasjonen? .....	22
3. Registrert fravær og helseplager .....	25
3.1 Fravær blant ansatte .....	25
3.2 Fravær data barn .....	30
4. Strukturelle og statistiske modeller i arbeidet.....	34
5. Statistisk samvariasjonsanalyse .....	37
5.1 Barns helseplager .....	38
5.1.1 CO <sub>2</sub> -konsentrasjon .....	44
5.1.2 Forekomst av støvfiber.....	44
5.1.3 Forekomst av støvpartikler.....	45
5.1.4 Minimumstemperaturer nær golv.....	46
5.1.5 Maksimumstemperaturer 1,1 m over golv .....	47
5.2 Statistiske modeller for barns sykefravær.....	47
5.3 Foreldres fravær ved barns sykdom .....	54
5.4 Ansattes helseplager.....	55
5.4.1 Empiriske modeller for forekomst av helseplager blant ansatte i barnehager .....	55
5.4.2 Lidelser/plager blant barnehageansatte og CO <sub>2</sub> -konsentrasjoner.....	59
5.4.3 Lidelser/plager blant barnehageansatte og relativ luftfuktighet.....	60
5.4.4 Lidelser/plager blant barnehageansatte og minimumstemperatur nær golv.....	61
5.4.5 Lidelser/plager blant barnehageansatte og maksimumstemperaturer 1,1 m over golv .....	62
5.4.6 Lidelser/plager blant barnehageansatte og antall år jobbet i barnehagen.....	62
5.5 Ansattes sykefravær .....	63
6. Lønner det seg å heve kvaliteten på inneklimeet i norske barnehager?.....	68
6.1 Hvilke kostnader finnes og hvem bærer dem?.....	68

6.2 Målinger av størrelsen på enkelte kostnadskomponenter .....	70
6.2.1 Kostnader knyttet til behandling av astma .....	71
6.2.2 Kostnader knyttet til behandling av allergier/høysnue.....	73
6.2.3 Fraværskostnader foreldre og barnehageansatte .....	73
6.2.4 Allokeringkostnader .....	74
6.2.5 Kostnaders og lidelsers dynamiske forløp .....	75
6.2.6 Oppsummering.....	76
6.3 Lønnsomhetsvurderinger av noen tiltak.....	76
6.3.1 Bedring av ventilasjonssystemene – primærkostnader .....	77
6.3.2 Bedring av ventilasjonssystemene – kostnader og gevinster målt i pengeverdi .....	82
7. Hvorfor kommer ikke investeringene?.....	85
7.1 Kunnskapsmangel .....	85
7.2 Irrasjonalitet .....	85
7.3 Institusjonelle forhold .....	85
7.4 Hvorfor kommer ikke investeringene – oppsummerende kommentarer.....	87
8. Oppsummering.....	88
8.1 Hva vi har vist .....	88
8.2 Hva har vi ikke gjort som hadde vært mulig å gjøre på våre data?.....	89
8.3 Svakheter ved våre data/-innsamling som bør forbedres om nye liknende undersøkelser gjøres.....	90
VEDLEGG.....	93
Vedlegg 1. Fraværsregistrering	
Vedlegg 2. Bygningsmessige data	
Vedlegg 3. Spørreskjema til de ansatte	
Vedlegg 4. Spørreskjema til foreldrene	

## 0 SAMMENDRAG

### 0.1 Bakgrunn og målsetting

Programmet for Inneklima og helse viser i sitt notat om Kostnads-nytteforskning at det er begrenset hva som finnes av empirisk forankret forskning på feltet økonomiske konsekvenser av dårlig innemiljø. De forsøk som er gjort på å kvantifisere dårlig inneklima i økonomiske termer er beheftet med mangel på data på inputsiden. Det beste man kan si om forskningsresultatene på området så langt er at de har sannsynliggjort at omfanget av de økonomiske konsekvensene av dårlig innemiljø er betydelige.

Formålet med dette prosjektet har vært å undersøke hvordan man kan foreta lønnsomhetsanalyser av investeringer i bedret inneklima i barnehager. Dette er undersøkt ved hjelp av økonometriske metoder. Hovedmålsettingen har vært å identifisere kostnadskomponenter knyttet til dårlig inneklima, og å vise hvordan de kan kvantifiseres og måles i økonomiske størrelser. Gjennom multivariate analyseteknikker er det søkt avdekket hvordan forekomsten av ulike negative inneklimaeffekter, inkludert sykefravær, samvarierer med et sett av indikatorer for inneklimaet i den enkelte barnehageavdeling.

Vi valgte i dette prosjektet å konsentrere analysen rundt inneklimaet i barnehager. Først og fremst fordi barnehager og inneklima er utpekt som et satsingsområde når det gjelder økonomiske konsekvenser av dårlig inneklima. Tidligere undersøkelser indikerer at problemene kan være spesielt store. Den bygningsmessige kvalitet i mange barnehagebygg er dårlig. Det er liten plass, mye støy og dårlige akustiske forhold, ubehagelig temperatur, lite ventilasjon og ubehagelig lukt, for mye mikroorganismer osv. Et annet argument var at man i barnehager finner relativt standardiserte "produksjonsenheter" (barnehageavdelingen), og at det dermed kan bli lettere å identifisere effekter. Analyseopplegget skulle allikevel være slik at det metodiske opplegget kunne ha overføringsverdi i analyser av andre sektorer også.

Hovedvekten er lagt på metoder for å avsløre samvariasjonen mellom negative komponenter i inneklimaet og sykdomsfravær. Vi vil imidlertid understreke at hovedhensikten med å avsløre denne samvariasjonen i dette prosjektet var at vi skal bruke slike resultater som input i en analyse av kostnadene knyttet til negative egenskaper ved inneklimaet.

*Prosjektet er finansiert av Norges forskningsråd, Program for inneklima og helse.*

### 0.2 Gjennomføring

Prosjektet har bestått av fire hovedbolker:

- En systematisering av kunnskapsstatus på de aktuelle delene av feltet inneklima som også omfatter kartlegging og målinger av inneklima i barnehager.
- En datainnsamling basert på enkle fysiske målinger i den enkelte barnehage og på spørreskjemaer for kartlegging av den subjektive oppfatning av inneklimaet, et utvalg av symptomer på inneklimasyke samt sykefravær.
- En multivariat statistisk analyse av dataene ved hjelp av bl.a. en logitmodell.

- Resultatene fra den statistiske analysen satt inn i en samfunnsøkonomisk analyseramme, der det er lagt vekt på å fordele kostnader på ulike aktører.

Som utgangspunkt valgte vi å være nøkterne og konsentrere oss om det vesentlige. Det er på den ene siden klart at når vi beskriver inneklimate på en relativt enkel måte så kan vi miste relevant informasjon. På den annen side er det her viktig å veie fordeler og ulemper ved en omfattende kartlegging mot fordeler og ulemper ved en forenklet kartlegging. For oss førte en slik avveining til at vi fant det viktigere å få muligheten til å analysere et forenklet, men allikevel representativt, datasett i et større utvalg enn å gjøre detaljerte nærstudier av få case. Vi valgte derfor å benytte et datainnsamlingsverktøy for inneklimate som gikk ut på å innhente data gjennom spørreskjemaer, bygningsmessige sjekklister, sjekklister for tekniske installasjoner, CO<sub>2</sub>-målinger, temperatur- og fuktighetsmålinger samt oppsamling og analyse av sedimentert støv. Videre gikk vår strategi for innsamling av data ut på å gjøre dette i fyringssesongen, med start et godt stykke ut i sesongen. Måleperioden startet 01.02.97 og varte til 15.03.97.

## 0.2.1 Datainnsamling

### 0.2.1.1 Måling av fysiske parametre

Følgende fysiske målinger ble gjennomført

- Måling av CO<sub>2</sub>
- Måling av lufttemperatur
- Måling relativ fuktighet
- Måling av støv

Målingene foregikk over to døgn med logging hvert 10. sekund. På denne måten fikk vi et detaljert døgnprofil av de målte verdier. Et unntak var støvmålingene der støvet ble oppsamlet på glassplater i petriskåler for senere analyse. Det var i prinsippet ingen begrensninger i antall skåler som kunne benyttes, men av hensyn til analysekostnadene ble det benyttet to skåler i hver barnehage. Skålene ble lukket av barnehagens personale etter en uke.

### 0.2.1.2 Sjekklister og spørreskjemaer

#### *Barnehagebyggets beskaffenhet.*

Denne delen av datainnsamlingen gikk ut på å skaffe mest mulig relevant informasjon om barnehagens bygninger, rutiner og utearealer med hensyn på beliggenhet materialbruk, tekniske installasjoner, bruksmønster for barnehagerommene, renhold osv. Skjemaene ble utfylt av barnehagen i samarbeid med vårt kartleggingsteam og barnehagens teknisk ansvarlige. Skjemaene er vist i vedlegg 2.

#### *Det fysiske arbeidsmiljøet for de ansatte*

Her samlet vi inn opplysninger gjennom et spørreskjema til hver av de ansatte i barnehagene i utvalget vårt. I prinsippet var det tre typer av opplysninger fra de ansatte vi innhentet:

- i) Hvordan den enkelte ansattes subjektive oppfatning av inneklimate var.
- ii) De ansattes rapportering av et utvalg av symptomer
- iii) Sykefraværet forrige år fordelt på et utvalg av sykdomskategorier.

Skjemaene er vist i vedlegg 1 (fraværsregistrering fra styrer) og vedlegg 3.

#### *Det fysiske miljøet for barna*

Beskrivelsen av det fysiske miljøet for barna var en viktig del av dette prosjektet.

Vi innhentet opplysninger gjennom et spørreskjema til foreldrene hvor vi ba dem rapportere om de har observert eller om barna har gitt uttrykk for å være plaget av et utvalg symptomer.

Skjemaet inneholdt også spørsmål om hvordan foreldrene ble påvirket av barnas sykdom i form av eget fravær. Vi ba om opplysninger om barns fravær fra barnehagen fordelt på ulike sykdomskategorier og om foreldrenes subjektive oppfatning av inneklimaet i barnehagen. De ansattes subjektive oppfatning av kvaliteten på inneklimaet for barna var spørsmål lagt inn på skjemaet til de ansatte. Skjemaet er vist i vedlegg 4.

Datainnsamlingen vår var altså lagt opp ved to typer av undersøkelser. Et sett av direkte målinger av tekniske indikatorer for kvaliteten på innemiljøet i barnehagene, og spørreskjemaer til ansatte, styrere, forvaltere og foreldre. Rent praktisk sett ble spørreundersøkelsen gjort ved at skjemaer ble sendt ut til barnehagene, der fra ble de så fordelt til de relevante personene. Det ble sendt ut skjemaer til 51 barnehager og vi fikk tilbake svar fra 48 av dem.

### 0.3 Resultater

Gjennom spørreundersøkelsen fikk vi inn opplysninger om barnehagebarn i alle relevante aldersgrupper. I rapporten begrenser vi oss til å betrakte dem som er mellom tre og syv år. Med andre ord konsentrerer vi oss om dem som går i avdelingene for store barn. Ettersom vi ikke har hatt hånd om utsendingen av hvert enkelt spørreskjema kan vi ikke opplyse noe om den nøyaktige svarprosenten. I prinsippet (og sannsynligvis også i praksis) skulle det ha gått ut ett skjema til hvert barn som har plass i barnehagen. Vi angir derfor en slags beregnet svarprosent. Denne beregner vi ved å se på antall besvarte spørreskjema for barn i gruppen 3 – 7 år vi har fått i forhold til antall plasser for barn i denne aldersgruppen i vårt utvalg. I barnehagene var det 1 664 plasser for store barn (her har vi talt med alle plassene i alders-'blandede' avdelinger) og vi har fått inn 1 025 besvarte skjema, dette gir oss en svarprosent på anslagsvis 61,5 prosent.<sup>1</sup>

Fra ansatte har vi fått inn svar fra 555 respondenter. I utvalget er det 156 avdelinger. Antar vi at det er i gjennomsnitt 4,5 ansatte per avdeling (f.eks. tre faste, noe vikarer, noe spesialpedagoger og andre støttefunksjoner for barn med spesielle behov og noe styrere og annet administrativt personale), får vi en beregnet svarprosent på hele 79%. Antar vi det er 4 ansatte pr avdeling, blir beregnet svarprosent nær 90%. Vår undersøkelse har kanskje blitt opplevd som en kanal for å uttrykke sin mening om arbeidsmiljøet. I lys av dette er det ingen stor overraskelse at svarprosenten er høy.

#### 0.3.1 Inneklima – en kort oppsummering

Datamengden er stor og dataene kan analyseres på forskjellige måter. I denne rapporten har vi valgt å se på variasjonen i brukstiden. Og vi har for den statistiske analysen tatt ut maksimums- og minimumsverdiene i brukstiden etter en midling av måleverdiene over 1 minutt. Det typiske bruksmønstret er at det opptrer to topper i løpet av en dag.

##### 0.3.1.1 CO<sub>2</sub>

CO<sub>2</sub> er et mål på ventilasjonen i forhold til personbelastningen. CO<sub>2</sub> er ingen helsefarlig komponent i luften i seg selv i barnehager. Gassen er kun en indikator på om ventilasjonen er tilstrekkelig til å holde en sunn luftstandard pga. den forurensning som mennesker belaster luften med. Målingene viser at det er bare hver tredje barnehage som tilfredsstillende dette kravet, men at bare hver fjerde tilfredsstillende kravet med god margin og har det vi kan betegne som tilfredsstillende ventilasjon.

---

<sup>1</sup> Regner vi med at halvparten av plassene i aldersblandede avdelinger er for store barn blir den beregnede svarprosenten blant barna nær 65%.

### 03.1.2 Lufttemperatur

Lufttemperaturen gir et bilde av det termiske klima i barnehagen. Målingene viser stor variasjon både mellom barnehager og i hver enkelt barnehage. Det er gjennomgående lave temperaturen i 0,1 m høyde noe som skyldes vinduslufting. Det virker som om at så godt som alle barnehager praktiserer vinduslufting, enten fordi det er behov for det pga. mangelfull ventilasjon eller fordi det er en vane, en tradisjon eller lignende.

Sannsynligvis luftes det hele tiden mens barna er ute og leker. Rommene er da ganske nedkjølte når barna kommer inn igjen. Mye vinduslufting fører til golvkulde i rommene.

### 0.3.1.3 Luftfuktighet

Luftfuktigheten er ikke spesielt lav i noen av barnehagene. I noen barnehager er det registrert verdier godt over 40% RF. Dette virker noe høyt under vinterforhold, noe som kan forklares med at det kanskje er noen barnehager som har luftfuktere.

### 0.3.1.4 Støv

Støvregistreringen gir ingen absolutte verdier, men relative forhold mellom barnehagene. Støv skyldes inneaktivitet kombinert med støv som dannes av smuss som blir med personene inn, og støv som kommer inn utenfra med ventilasjonsluften, spesielt gjennom vinduslufting i trafikkerte strøk eller i strøk med åpen sand og leire. Mangelfullt renhold forhøyer også støvbelastningen. Støvforholdene varierer mye barnehagene i mellom.

## 0.3.2 Inneklima og økonomi

I prosjektet er 50 barnehager kartlagt ved hjelp av målinger og spørreskjemaer. Bakgrunns-hypotesen for prosjektet var at dårlig inneklima i barnehager er forbundet med store samfunnsøkonomiske kostnader og at å gjennomføre de riktige tiltakene vil senke disse. Målet var å på den ene siden å finne sammenhenger mellom barnehagens egenskaper og økonomisk målbare konsekvenser av, i dette prosjektet, bl.a sykefravær, å forbedre inneklimaet i barnehager og på den annen side å benytte disse sammenhengene i dertil egnede økonomiske beslutningsmodeller.

Målinger av egenskaper ved inneklimaet i barnehagene og opplysninger om byggenes beskaffenhet og bruk er i prosjektet brukt som bakgrunnsvariable i en omfattende statistisk analyse av hvilke faktorer som påvirker fraværet for barn og ansatte i barnehager.

Den statistiske analysen vår forklarer noe mindre enn 20% av variasjonen i fraværet hos barnehagebarna. For de ansatte var denne andelen noe over 25%. Dette er ikke overraskende da det er sykefravær og fravær som ikke er knyttet til innemiljøet i form av et "naturgitt" basisfravær.

De viktigste funnene i vårt prosjekt er:

- CO<sub>2</sub> konsentrasjon, som fungerer som en indikator for ventilasjon og luftkvalitet, øker fraværet for både barn og ansatte. Senkes CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen fra sitt gjennomsnitt på 1380 ppm til 1180 ppm, synker det forventede fraværet per barn med noe under 1 dag per år. For de voksne, eller de ansatte i barnehagen, er effekten av en tilsvarende reduksjon CO<sub>2</sub> konsentrasjonen (fra 1380 til 1180), noe sterkere (1,2 dager per år).
- For de av barnehagene hvor hovedrengjøring skjer sjeldnere enn én gang i året ligger det årlige fraværet for de ansatte 2,7 dager høyere enn hvis hovedrengjøringen skjer oftere. (Selv om effekten er stor, er den ikke signifikant). For barnehagebarna er den estimerte effekten av såpass sjelden hovedrengjøring enda sterkere (og signifikant). Effekten av så sjelden hovedrengjøring er estimert til om lag 9 dager i året – (effekten er uskarpt bestemt, og det riktige er å si at den ligger et sted mellom 6 og 13 dager).

- Den tredje faktoren vi vil framheve er at mye trafikk i nærheten av barnehagen ser ut til å generere så mye som 5 ekstra fraværsdager per år per barn i forhold til fraværet i barnehager som ikke er utsatt for trafikk. Effekten er atskillig svakere for de ansatte.
- Sannsynligheten for at et barn skal være plaget av astmatiske lidelser er signifikant større når barnet går i en trafikkeksponert barnehage enn når det er lite biltrafikk i barnehagens nærmiljø. Bedringer i luftkvaliteten, målt som reduksjon i CO<sub>2</sub>-konsentrasjon reduserer astmasannsynligheten – også det signifikant.
- En hypotese om at forekomst av allmennplager, slimhinnerelaterte plager og astma/allergi-plager blant barnehagebarn er uavhengig av egenskapene til barnehagen, ble forkastet på et 1% signifikansnivå.

Fraværsmåtefaktorene som er kvantifisert på denne måten er satt inn i en ramme hvor de brukes til å beregne og systematisere effekter av ulike former for tiltak. Som eksempel viser vi en tiltaksanalyse for å se på effekten av å installere et mekanisk balansert ventilasjonsanlegg i en barnehage som kun har naturlig ventilasjon. I beregningene antar vi at det er to avdelinger med til sammen 36 barn over tre år og 7 ansatte.

Det mekanisk balanserte ventilasjonsanlegget forventes å redusere CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen med vel 600 ppm (fra 1610 til 995 ppm).

Beregnete effekter for barna blir da som oppsummert i tabellen under:

Tabell 6.2 a

Effekten av å sette inn mekanisk balansert ventilasjonsanlegg i en barnehage uten ventilasjonsanlegg

	Forventet virkning i antall barn med lidelse og dagers fravær	Virkning per barn – lidelsesannsynlighet og fraværsdager
Redusert forekomst av astma ofte	1,4	3,8%
Redusert forekomst av astma av og til	3,2	9,0%
Redusert forekomst av allergier/høysnue	1,6	4,3%
Redusert forekomst av 'en eller annen plage'	2,2	6,0%
Redusert forekomst av 'slimhinne-plager'	2,5	6,8%
Redusert forekomst av 'allmennhelse-plager'	3,0	8,3%
Redusert fravær direkte effekt	50,4	1,40 dager
Redusert fravær indirekte effekt	10,4	0,29 dager
Redusert fravær foreldre	53,5	1,49 dager

I tillegg til dette kommer så effektene som går direkte på de ansatte i barnehagen.

Utover dette vil et slikt innklimatiltak forbedre helse, trivsel og yteevne som ikke lar seg tallfeste med utgangspunkt i foreliggende materiale, men som har en betydelig samfunnsøkonomisk verdi som kommer i tillegg til hva som er dokumentert i denne rapporten.

# 1. BAKGRUNN OG MÅLSETTING

## 1.1 Bakgrunn

Programmet for Inneklima og helse viser i sitt notat om Kostnads-nyttforskning at det er begrenset hva som finnes av empirisk forankret forskning på feltet økonomiske konsekvenser av dårlig innemiljø. De forsøk som er gjort på å kvantifisere dårlig inneklima i økonomiske termer er beheftet med mangel på data på inputsiden. Det beste man kan si om forskningsresultatene på området så langt er at de har sannsynliggjort at omfanget av de økonomiske konsekvensene av dårlig innemiljø er betydelige.

I dette prosjektet valgte vi å konsentrere analysen rundt inneklimaet i barnehager. Først og fremst fordi barnehager og inneklima er utpekt som et satsingsområde når det gjelder økonomiske konsekvenser av dårlig inneklima. Tidligere undersøkelser indikerer at problemene kan være spesielt store. Den bygningsmessige kvalitet i mange barnehagebygg er dårlig. Det er liten plass, mye støy og dårlige akustiske forhold, ubehagelig temperatur, lite ventilasjon og ubehagelig lukt, for mye mikroorganismer osv som gir seg utslag i effekter som allergi og overfølsomhetsreaksjoner, redusert allmenntilstand på kort sikt og påvirkning av åndedretts-systemet på lang sikt (eksempelvis redusert lungekapasitet), nedsatt produktivitet og økt sykefravær. Et annet argument var at man i barnehager finner relativt standardiserte "produksjonsenheter" (barnehageavdelingen), og at det dermed kan bli lettere å identifisere effekter. Analyseopplegget skulle allikevel være slik at det metodiske opplegget kunne ha overføringsverdi i analyser av andre sektorer også. Prosjektet hadde følgende utgangshypoteser:

- Forekomsten av symptomer og plager har sammenheng med barnehagens egenskaper.
- Sykdomsfravær har sammenheng med barnehagens egenskaper.

Hovedvekten er lagt på metoder for å avsløre samvariasjonen mellom negative komponenter i inneklimaet og sykdomsfravær. Vi vil imidlertid understreke at hovedhensikten med å avsløre denne samvariasjonen i dette prosjektet var at vi skal bruke slike resultater som input i en analyse av kostnadene knyttet til negative egenskaper ved inneklimaet.

Prosjektet har bestått av fire hovedbolker:

- En systematisering av kunnskapsstatus på de aktuelle delene av feltet inneklima som også omfatter kartlegging og målinger av inneklima i barnehager.
- En datainnsamling basert på enkle fysiske målinger i den enkelte barnehage og på spørreskjemaer for kartlegging av den subjektive oppfatning av inneklimaet, et utvalg av symptomer på inneklimasyke samt sykefravær.
- En multivariat statistisk analyse av dataene ved hjelp av bl.a. en logitmodell.
- Resultatene fra den statistiske analysen satt inn i en samfunnsøkonomisk analyseramme, der det er lagt vekt på å fordele kostnader på ulike aktører.

## 1.2 Tidligere arbeider om inneklima og økonomi

Det finnes få om noen norske studier som går ut på i større utvalg å se på korrelasjoner mellom inneklimakvaliteter og helserelevante data og sette disse inn i en økonomisk sammenheng. Med hensyn til inneklimakartlegging har vi erfaring fra et stort Europeisk samarbeidsprosjekt (1995) med formål å kartlegge luftkvalitet og stille en inneklimadiagnose i kontorbygninger.

Resultatet fra prosjektet var at de mest kostbare målinger av luftkvalitet ikke kunne settes i sammenheng med de ansattes rapporterte symptomer og inneklimalager gjennom et vel gjennomarbeidet spørreskjema for dette. Data fremkommet gjennom et spørreskjema om inneklima og helseforhold, bygningsmessige sjekklister samt enkle målinger av ventilasjon og termisk klima avtegnet seg som det mest relevante verktøy. Prosjektet omfattet 6 store kontorbygninger med i alt ca 1 500 ansatte. Klare sammenhenger fant man kun mellom de ansattes rapporterte symptomer og klager og inneklimakomponenter som dårlig temperaturkontroll, luftbåret støv, ventilasjonsanleggenes tekniske tilstand (spesielt med hensyn til innregulering), plassforhold samt renhold og generell kontorstandard. Gjennomsnittlig ventilasjonsnivå i den enkelte bygning slo ikke ut, mest sannsynlig pga. at gjennomsnittlige ventilasjonsnivåer var vesentlig høyere enn normert i byggeforskrift og relevante standarder.

I NBI-rapport nr. 109 (1995) er den nordiske erfaring i undersøkelse og utbedring av inneklimaproblemer samlet.

I forprosjektrapporten om inneklima og økonomi viste vi hvordan kostnader knyttet til negative egenskaper ved inneklimaet best kan forstås i et stokastisk rammeverk. I stedet for å si at dårlig inneklima direkte forårsaker ulike problemer, viser vi hvordan vi analytisk kan behandle situasjoner hvor dårlig inneklima påvirker sannsynligheten for at problemer og kostnader oppstår. Et slikt stokastisk rammeverk gjør det lettere å tolke resultater, og gjør det mulig for oss å se både på forventede kostnader ved dårlig inneklima og den teoretiske fordelingen av framtidige problemer.

Litteraturundersøkelsen, Skåret (1996), førte ikke til andre funn i forhold til det vi visste ved inngangen til prosjektet, nemlig at det er gjort en rekke undersøkelser for å kartlegge og beskrive inneklimaet i barnehager og skoler og knytte negative helseeffekter til målbare inneklimaparametre som temperatur, fuktighet, støv og gasser, midd, muggsopp, bakterier osv. Resultatene er for det meste kvalitative og gir verken klare eller entydige kvantitative sammenhenger med hensyn på input til økonomiske beslutningsmodeller. Konklusjonene er av typen: Mange barnehager har dårlig, til dels svært dårlig inneklima, noe som belaster helsen til de som er i barnehagen og dette har åpenbart store samfunnsøkonomiske konsekvenser. Undersøkelser av typen økonomiske konsekvenser av dårlig inneklima i barnehager konkretisert i fravær er også så godt som fraværende. For å illustrere problemstillingen trekkes her fram to undersøkelser som har relevans til vårt prosjekt. Den ene er en svensk undersøkelse fra tidlig på 80-tallet, «Dagissjukan» – En jämförelse mellom daghem med och utan klimatproblem» (1984). I dette prosjektet er 20 barnehager med såkalte inneklimaproblemer og 14 referansebarnehager uten kjente problemer gått igjennom rent bygningsmessig samtidig med en helseundersøkelse av barna der en registrering av sykefraværet inngikk. Samtlige problembarnehager var bygd etter at ny byggenorm ble innført i 1975, mens kontrollbarnehagene var bygd både før og etter dette tidspunkt. Det kunne ikke påvises noen sammenheng mellom barnas symptomer og plager og noen av de registrerte klima- og miljøfaktorer som ventilasjon, luftfuktighet, lufttemperatur og formaldehydkonsentrasjon. Frekvensen av symptomer og plager var allikevel klart høyere i de barnehager som på forhånd var registrert som problembarnehager enn i referansebarnehagene, mens det ikke var påviselige forskjeller i sykefraværet mellom de to gruppene. Det konkluderes allikevel med at mye taler for at de problemer som barn og personale opplever har sammenheng med ventilasjon, oppvarming og klimaskjerm for hus som i Sverige er bygd etter 1974.

Den andre rapporten er «Om sjukfrånvaro och inomhusluftens egenskaper» (1990). Rapporten tar for seg luftfuktighetens betydning for sykefravær i barnehager. Konklusjonene som baserer

seg på delvis litteraturstudium og delvis feltundersøkelser i fem barnehager i Stockholmsområdet, er at relativ luftfuktighet har stor betydning for sykefraværet, spesielt pga. luftveissykdommer om vinteren, og at det er en optimal fuktighet mellom 35 og 45% relativ fuktighet som gir minst sykefravær, angivelig pga. at overlevelsessevnen til bakterier og virus er lavest ved denne fuktighet. Det ble også registrert at i barnehager der en vesentlig større andel av aktiviteten var lagt utendørs, ble sykefraværet mindre enn i de øvrige.

I rapporten inneklimatekonomi, Skåret (1992); er forskjellige økonomiske modeller og krav til inputdata omtalt.

Rapporten innemiljø i skolebygg, Myhrvold m.fl. (1997) rapporterer bl.a. at skoleelevers prestasjoner synker ved økende CO<sub>2</sub>-konsentrasjon og avtagende termisk komfort, men konklusjonene har den svakheten at den ene effekten ikke er klart skilt fra den andre. Av andre funn nevnes at det er sammenheng mellom elevenes helseplager og skolenes egenskaper.

Det meste som finnes av arbeider på inneklimatefeltet, er tekniske arbeider og case-studier. Brede epidemiologiske arbeider som utnytter tekniske beskrivelser av innemiljøet langs flere dimensjoner savnes. Vi finner heller ikke i noen særlig grad økonomiske arbeider som knytter inneklimate relaterte helseproblemer til eksplisitte og empirisk fundamenterte betraktninger. Det er jo nettopp dette vi forsøker å gjøre i dette prosjektet, og det hadde selvsagt vært gunstig om vi kunne ha støttet oss til en mer omfattende forskningstradisjon. I de følgende avsnittene skal vi trekke fram et ganske så begrenset antall arbeider som vi utnytter, og som vi finner det naturlig å relatere vårt arbeid til.

På oppdrag fra en tverrdepartemental arbeidsgruppe som skulle utarbeide et forslag til Regjeringens handlingsplan for et godt inneklimate i Norge, utarbeidet Econ (1993) rapporten 'Konsekvensanalyse av handlingsplan for godt inneklimate'. Løselig anslått finner de at kostnaden ved å redusere 90% av inneklimate relaterte problemer ligger på om lag 22 milliarder 1993-kroner. Gevinsten av en slik investering anslås til nær 26 milliarder 1993-kroner. Her er det meget viktig å merke seg at ikke alle nyttegevinster er kvantifisert i kroner og øre. Verdien av at et liv med mindre sykdom er høyere enn et liv med mer sykdom er f.eks. ikke trukket inn. Det er relativt vanlig at ikke alle gevinster tallfestes i en nytte-kostnadsanalyse. Årsaken til dette ligger ikke i at utelatte størrelser ikke er viktige. For eksempel er det ingen uenighet om at det er bedre å være frisk enn syk. Likevel er det ikke lett å bli enige om hvor mange kroner bedre det er! En konkret verdifesting av dette kan lett bli både spekulativ og kontroversiell. Det understrekes at usikkerheten ved anslagene er såpass stor at en nesten kan si at det er et empirisk fundert regne-eksempel som presenteres vel så mye som resultater. Det er imidlertid et regne-eksempel som gir oss god grunn til å tro at det finnes et ganske stort uutnyttet potensiale av lønnsomme inneklimate investeringer.

Perspektivet i rapporten er ganske vidt. Dette betyr at det ikke er vanskelig å finne svakheter om en går inn og vurderer hver enkelt av delene i rapporten. Vi mener imidlertid at en slik nærlesing av rapporten blir noe feil.

En alternativ, og mer relevant, måte å lese Econs rapport på er å betrakte dens bidrag ikke som et sett av partielle analyser, men heller fokusere på de to viktigste sidene av rapporten:

- i) Rapporten gir en oppsummering av og systematisering av eksisterende kunnskaper om nytte-kostnadsanalyser av inneklimate tiltak. Mye av det kvantitative grunnlaget som

brukes er beheftet med svakheter. Påpekingen av dette er viktig, og gjennomgangen av data indikerer hvilke retninger forskningen bør ta for å bedre kunnskapen.

- ii) På basis av de ganske grove anslagene over kostnader og nytte/inntekter knyttet til inneklimateiltak sannsynliggjør rapporten at det kan være fornuftig å lage en 'inneklimatepolitikk'. I tillegg til, eller kanskje heller på grunn av, at anslagene som gis er grove, behandler rapporten alle sektorer under ett for å fram makrotall for størrelsen på de ulempene et for dårlig inneklimate påfører samfunnet. Rapporten er videre eksplisitt på at en på basis av dens konklusjoner alene ikke kan utforme noen inneklimatepolitikk.

Vårt arbeid kan forstås som et forsøk på å sette noen av de hullene i kunnskapen som Econ (1993) peker på. Når vi gjør dette, er det naturlig at vi velger en snevrere tilnærming og fokuserer på en enkelt sektor, i dette tilfellet barnehager. Spesielt gjelder dette statistisk kvantifisering og presisering av effekter av dårlig inneklimate på en slik form at de kan inngå i samfunnsøkonomiske lønnsomhetsanalyser. Når det gjelder analysen av kostnader og understrekingen av at det er viktig å vise hvordan kostnader fordeles på ulike nivå av beslutningstakere vil vår analyse stort sett følge de hovedsporene som Econ trekker opp.

I vårt arbeid søker vi å beskrive inneklimateets virkning på helsetilstand i en populasjon av barnehagebarn og -ansatte, og å vise hvordan deler av disse virkningene kan transformeres til kostnader målt i kroner. Tilnærmingen i Rosendahl (1996) ligner i prinsippet på vår tilnærming. En viktig forskjell er at han ser på helseeffekter av eksponeringer for uheldige komponenter i utendørsluften, de komponentene han fokuserer på er 'store og små' svevestøv-partikler. Mens vi legger mye ressurser inn på bruk av statistiske metoder for å etablere såkalte dose-responssammenhenger, bruker Rosendahl estimater for disse som er kjent i litteraturen<sup>2</sup>. Han beregner så individspesifikke eksponeringsnivå for befolkningen i Oslo. Fra disse får han så beregnet helseeffekter av partikkel-eksponeringen som redusert levetid, sykefravær, sykdom uten fravær og sykehusinnleggelse som følge av luftveisproblemer.

Av resultatene kan vi nevne at han finner at den lokale partikkelforurensingen i Oslo i 1992 påførte Oslos befolkning 90 'for tidlige dødsfall', mer enn 2 000 sykehusdøgn og om lag 300 tapte årsverk i arbeidslivet. Beregningene antyder også at så mye som 400 personer i året i Oslo får diagnosen kronisk lungesykdom som følge av lokale utslipp av svevepartikler. Av disse forventes hver fjerde å bli uføretrygdet.

Rosendahl (1996) splitter de samfunnsøkonomiske kostnadene knyttet til forekomsten av svevepartikler opp i ren-økonomiske kostnader, og kostnader knyttet til redusert helsetilstand. Som ren-økonomiske kostnader regnes redusert produktivitet i økonomien, helseutgifter (reparasjonskostnader) og allokeringkostnader. Allokeringkostnadene knyttes til økte offentlige utgifter og lavere produktivitet i offentlig sektor<sup>3</sup> og til sub-optimal utnyttelse av eksisterende realkapital. Størrelsen på de ren-økonomiske kostnadene anslås til vel 150 millioner 1994-kroner per år.

---

<sup>2</sup> Som påpekt i Econ (1993) har ikke de studiene som finnes av effekter av påvirkninger av inneklimateet i barnehager en form som gjør at en kan bruke dose-responssammenhenger utført av andre i lønnsomhetsanalyser av bedrifter av inneklimateet.

<sup>3</sup> Etter vår mening er det noe uheldig å knytte allokeringkostnader til lavere produktivitet i offentlig enn i privat sektor. En viktigere komponent i en allokeringkostnad er heller det forhold at det skjer et allokeringstap når offentlige utgifter finansieres ved hjelp av vridende skatter.

I kapittel 6 i denne rapporten, hvor kostnadsbesparelser knyttet til bedringer av inneklima i barnehager beregnes, vil vi drøfte begrepsapparatet i Rosendahl (1996) nærmere. De kostnadsbegrepene vi bruker kan betraktes som en tillemping av Rosendahls begreper.

Hansen og Selte (1997) presenterer en undersøkelse av sammenhengen mellom sykefravær i en kontorbedrift i Oslo sentrum og målt luftforurensing som har visse likhetstrekk med vår undersøkelse. De estimerer logitmodeller for sykefraværstrater hvor forklaringsvariablene er blant annet utendørs temperatur på morgenen, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>- og partikkelinnhold i lufta. Av deres resultater kan det nevnes at de finner at økt partikkelkonsentrasjon kan øke fraværet med en halv prosent.

## 1.3 Datainnsamlingen

### 1.3.1 Viktige fysiske parametre – strategi for kartlegging

Luftkvaliteten setter seg sammen av hundrevis av kjemiske stoffer i gassform og i støvform, bakterier og virus, muggsoppспорer, allergener fra husstøvmidd osv. En kartlegging av disse i en serie barnehager er ganske enkelt en uoverkommelig oppgave rent økonomisk og lar seg ikke gjennomføre i stor skala.

Det termiske klima bestående av temperatur, fuktighet og luftbevegelse er mere oversiktlig, der en kartlegging i og for seg er en gjennomførbar oppgave både teknisk og økonomisk.

Med hensyn til lyd og lysforholdene virker disse forhold utgangspunktet også enkelt å kartlegge, men her er det allikevel meget omfattende målinger som må gjøres for å gi et relevant bilde av situasjonen i en barnehage. Et annet alternativ er å spørre brukeren.

Dersom alle nevnte kritiske forhold og fysiske parametre som er relatert til helse skal kartlegges og settes i sammenheng med økonomiske forhold, er dette en meget omfattende og kostnadskrevede oppgave. Som utgangspunkt valgte vi å være nøkterne og konsentrere oss om det vesentlige. Det er på den ene siden klart at når vi beskriver inneklimate på en relativt enkel måte så kan vi miste relevant informasjon. På den annen side er det her viktig å veie fordeler og ulemper ved en omfattende kartlegging mot fordeler og ulemper ved en forenklet kartlegging. For oss førte en slik avveining til at vi fant det viktigere å få muligheten til å analysere et forenklet, men allikevel representativt, datasett i et større utvalg enn å gjøre detaljerte nærstudier av få case.

I stedet for å måle alle parametre direkte er et alternativ å kartlegge indikatorer. Når det gjelder inneklima, er det visse faktorer som innvirker på dette som kan benyttes som indikatorer. Her nevnes i første rekke ventilasjon og ventilasjonssystemer, fuktighet, golvtepper, renhold, varme- og kjølesystemer, belysning, akustiske forhold m.m. I tillegg kan brukeren svare på diverse spørsmål om luftkvalitet, termisk komfort, belysning, støy osv. I barnehagebygg der personbelastningen er stor vil videre CO<sub>2</sub> innholdet være en indikator på ventilasjonen, slik at en i stedet for ventilasjonen kan måle CO<sub>2</sub>-innholdet. Med hensyn til plassforhold, planløsning og uteforhold vil også dette variere betydelig fra barnehage til barnehage. Faktormengden måtte her begrenses gjennom å beskrive de forhold som det er indikasjon på har mest å si for helse og trivsel i barnehagen.

I dette prosjektet valgte vi derfor å benytte et datainnsamlingsverktøy for inneklima som gikk ut på å innhente data gjennom spørreskjemaer, bygningsmessige sjekklister, sjekklister for

tekniske installasjoner, CO<sub>2</sub>-målinger, temperatur- og fuktighetsmålinger samt oppsamling og analyse av sedimentert støv.

Vår strategi for innsamling av data gikk ut på å gjøre dette i fyringssesongen, med start et godt stykke ut i sesongen. Dette for at retrospektive data for en tre måneders periode skal ligge godt inne i sesongen. Måleperioden startet 01.02.97 og varte til 15.03.97.

Siden innklimamålinger er ressurskrevende måtte disse gjennomføres rasjonelt. Til målingene engasjerte vi studenter fra VVS-linjen på Høgskolen i Oslo. Det ble etablert 4 måleteam som ble opplært i teknikk og prosedyrer. Antall tilgjengelige instrumenter begrenset hvor mange barnehager som kunne måles samtidig samt i hvor mange soner. Måleteamet deltok også i den bygningsmessige kartlegging av barnehagene.

CO<sub>2</sub> og RF ble målt i en sone (avdeling) og temperaturen i to soner \*(avdelinger). Selv om f.eks. CO<sub>2</sub>-målingene ble foretatt i bare én avdeling, er allikevel disse representative for hele barnehagen da bruksmønstret var ganske likt i de forskjellige avdelingene. Det er allikevel klart at det er en svakhet ved målingene at det ikke er målt i flere soner, men vi prioriterte å øke antallet barnehager fremfor antall soner i hver barnehage. For at målingene ikke skulle gå for langt inn i vårsesongen, ble resultatet at målingene i hver enkelt barnehage kunne strekke seg over to døgn. Vi fikk derfor døgnprofil for parametrene fra to døgn. Det viste seg at forskjellen mellom de to døgnene var små. Ett unntak fra dette var oppsamling av sedimentert støv som foregikk over en hel uke. Det var i prinsippet ingen begrensninger i antall målepunkter som kunne benyttes, men av hensyn til analysekostnadene ble det benyttet to målepunkter i hver barnehage. Skålene ble lukket av barnehagens personale etter en uke. I tillegg har vi benyttet data fra 4 barnehager som ble kartlagt i et annet prosjekt i samme periode av Oslo kommune, Innemiljøavdelingen.

Det kan diskuteres hvor representativ en to dagers måling er, men det er mye som taler for at rutinene er så innarbeidet at bruksmønstret ikke varierer særlig mye over tid. Belegget har en større tendens til å variere over tid med tilsvarende spredning i resultatene. Et større fravær enn gjennomsnittet underestimerer CO<sub>2</sub>-nivået og omvendt for et mindre fravær enn gjennomsnittet.

#### **1.3.1.1 Måling av CO<sub>2</sub>**

CO<sub>2</sub> ble målt med sensorer basert på infrarød absorpsjon. Sensorene var av typen av fabrikat Telaire, Vaisala GMP 111, Swema AirTest og Ventostat med lineær utganger. Sensorene var kalibrert i 2 punkter. Målepunkt var i et hovedlekerom i en høyde av 1,1 m over golv.

#### **1.3.1.2 Måling av relativ fuktighet**

Fuktighet ble målt med følere av typen Rotronic 1200, RotronicMT440-020 og Vaisala HMP 233. Følerne var kalibrert i et punkt. Målepunkt var i et hovedlekerom i en høyde av 1,1 m over golv.

#### **1.3.1.3 Måling av temperatur**

Temperaturen ble målt med termoelementer av kopper/konstantan med innebygd kaldpunkt i datalogger. Det ble målt i to hovedlekerom i hver barnehage. Målepunktene var plassert i høydene 0,1 m, 0,6 m og 1,1 m over golv.

#### **1.3.1.4 Måling av støv**

Støvet ble oppsamlet på glassplater i petriskåler for senere analyse i lysmikroskop. Analysene ble foretatt av NILU. Det ble målt i to hovedlekerom i hver barnehage. Målepunktene befant seg fra 1,1 til 1,8 m over golv avhengig av plasseringsmulighetene.

### 1.3.1.5 Datalogging

Måleverdiene ble logget med dataloggere av typen INTAB PC-logger type 2100 og DELTAT med innebygd referansepunkt (kaldpunkt) for termoelementer med målenøyaktighet  $\pm 0,5$  °C. Parametrene ble logget hvert 10 sekund med registrering av gjennomsnittet over ett minutt (6 målinger).

## 1.3.2 Sjekklistor og spørreskjemaer

### 1.3.2.1 Barnehagebyggets beskaffenhet

Denne delen av datainnsamlingen gikk ut på å skaffe mest mulig relevant informasjon om barnehagens bygninger, rutiner og utearealer med hensyn på beliggenhet materialbruk, tekniske installasjoner, bruksmønster for barnehagerommene, renhold osv. Spørreskjemaet finnes i vedlegg. Skjemaene er utfylt av barnehagen i samarbeid med vårt kartleggingsteam og barnehagens teknisk ansvarlige.

### 1.3.2.2 Det fysiske arbeidsmiljøet for de ansatte

Her samlet vi inn opplysninger gjennom et spørreskjema til hver av de ansatte i barnehagene i utvalget vårt. I prinsippet var det tre typer av opplysninger fra de ansatte vi innhentet:

- i) Hvordan den enkelte ansattes subjektive oppfatning av innklimaet var.
- ii) De ansattes rapportering av et utvalg av symptomer
- iii) Sykefraværet forrige år fordelt på et utvalg av sykdomskategorier.

I tillegg til skjemaopplysninger innhentet på denne måten ba om å få en beskrivelse av sykefraværet forrige år fra barnehagens styrere. Her ba vi også be om å få fraværet fordelt på antall dager for hvert enkelt fravær. Vi prøvde også be om en beskrivelse av hva som gjøres ved sykdom, dvs. prinsipper for vikarbruk, overtid m.m. Det siste punktet vil være viktig når en skal vurdere hvordan driftskostnader i selve barnehagedriften påvirkes av negative komponenter i innklimaet. Spørreskjemaene er vist i vedlegg.

### 1.3.2.3 Det fysiske miljøet for barna

Beskrivelsen av det fysiske miljøet for barna var en viktig del av dette prosjektet. I utformingen av spørreskjemaene bygde vi på de erfaringene som Kjell Anderson fra den Miljømedisinske enheten ved Yrkesmedisinsk Klinikk i Ørebro har gjort i sine undersøkelser i Sverige. Vi innhentet opplysninger gjennom et spørreskjema til foreldrene hvor vi ba dem rapportere om de har observert eller om barna har gitt uttrykk for å være plaget av et utvalg symptomer. Skjemaet inneholdt også spørsmål om hvordan foreldrene ble påvirket av barnas sykdom i form av eget fravær. Vi ba om opplysninger om barns fravær fra barnehagen fordelt på ulike sykdomskategorier og om foreldrenes subjektive oppfatning av innklimaet i barnehagen. Spørreskjemaet er vist i et vedlegg.

De ansattes subjektive oppfatning av kvaliteten på innklimaet for barna var spørsmål lagt inn på skjemaet til de ansatte.

## 2. RESULTATET AV DATAINNSAMLINGEN

Datainnsamlingen vår var altså lagt opp ved to typer av undersøkelser. Et sett av direkte målinger av tekniske indikatorer for kvaliteten på innemiljøet i barnehagene, og et sett spørreskjemaer til ansatte, styrere, forvaltere og foreldre. Rent praktisk ble spørreundersøkelsen gjort ved at skjemaene vedrørende både barna med foreldre og barnehagen ble sendt ut til barnehagene, der barnehagens styrer påtok seg oppgaven å administrere skjemaene. Det ble sendt ut skjemaer til 51 barnehager og vi fikk tilbake svar fra 48 av dem.

Gjennom spørreundersøkelsen fikk vi inn opplysninger om barnehagebarn i alle relevante aldersgrupper. I rapporten begrenser vi oss til å betrakte dem som er mellom 3 og 7 år. Med andre ord konsentrerer vi oss om dem som går i avdelingene for store barn. Ettersom vi ikke har hatt hånd om utsendingen av hvert enkelt spørreskjema, kan vi ikke opplyse noe om den nøyaktige svarprosenten. I prinsippet (og sannsynligvis også i praksis) skulle det ha gått ut ett skjema til hvert barn som har plass i barnehagen. Vi angir derfor en slags beregnet svarprosent. Denne beregner vi ved å se på antall besvarte spørreskjema for barn i gruppen 3 – 7 år vi har fått i forhold til antall plasser for barn i denne aldersgruppen i barnehagene i vårt utvalg. I barnehagene var det 1 664 plasser for store barn (her har vi talt med alle plassene i alders- 'blandede' avdelinger), og vi har fått inn 1 025 besvarte skjema. Dette gir oss en svarprosent på anslagsvis 61,5 prosent.<sup>4</sup>

Fra ansatte har vi fått inn svar fra 555 respondenter. I utvalget er det 156 avdelinger. Antar vi at det er i gjennomsnitt 4,5 ansatte pr avdeling (f.eks. tre faste, noen vikarer, noen spesialpedagoger og andre støttefunksjoner for barn med spesielle behov og noen styrere og annet administrativt personale), får vi en beregnet svarprosent på hele 79%. Antar vi det er 4 ansatte pr avdeling, blir beregnet svarprosent nær 90%. Vår undersøkelse har kanskje blitt opplevd som en kanal for å uttrykke sin mening om arbeidsmiljøet. I lys av dette er det ingen stor overraskelse at svarprosenten er høy.

Kapittel 2.1 gir en deskriptiv oversikt over resultatene av de målingene vi gjorde ute i barnehagene. I 2.2 har vi betraktet CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen i en barnehage som et produkt og estimert en slags produktfunksjon. En slik produktfunksjonstilnærming kunne med fordel ha blitt brukt også på andre komponenter av inneklimate.

### 2.1 Oversikt over måleresultater

Datamengden er stor og dataene kan analyseres på forskjellige måter. I denne rapporten har vi valgt å se på både nivået variasjonen i brukstiden. Og vi har for den statistiske analysen tatt ut maksimums- og minimumsverdiene i brukstiden. Parametrene ble logget hvert minutt der måleverdiene representerer middelverdien over 1 minutt. Det typiske bruksmønstret er at det opptrer to topper i løpet av en dag.

---

<sup>4</sup> Regner vi med at halvparten av plassene i aldersblandede avdelinger er for store barn blir den beregnede svarprosenten blant barna nær 65%.

### 2.1.1 CO<sub>2</sub>

CO<sub>2</sub> er et mål på ventilasjonen i forhold til personbelastningen. CO<sub>2</sub> er ingen helsefarlig komponent i luften i seg selv så lenge konsentrasjonene er under 10 000 ppm. Gassen er kun en indikator på om ventilasjonen er tilstrekkelig til å holde en sunn luftstandard pga. den forurensning som mennesker belaster luften med. Her sier retningslinjene at 1 000 ppm er en minimumsstandard som bør opprettholdes i skoler og barnehager. Det vil si at CO<sub>2</sub> konsentrasjonen maksimalt kan være 1 000 ppm. Målingene, se fig. 1, viser at det er bare hver tredje barnehage som tilfredsstillende dette kravet, men at bare hver fjerde tilfredsstillende kravet med god margin og har det vi kan betegne som tilfredsstillende ventilasjon. Videre viser målingene at det er en topp om formiddagen og en om ettermiddagen. Når barna er ute, går CO<sub>2</sub>-verdien tilbake til uteluftens verdi i samtlige barnehager, uansett type ventilasjon. Dette kommer av at det i denne perioden foretas en kraftig vinduslufting. Den statistiske analysen viser at denne parameteren kan knyttes til flere forhold av stor helsemessige betydning.

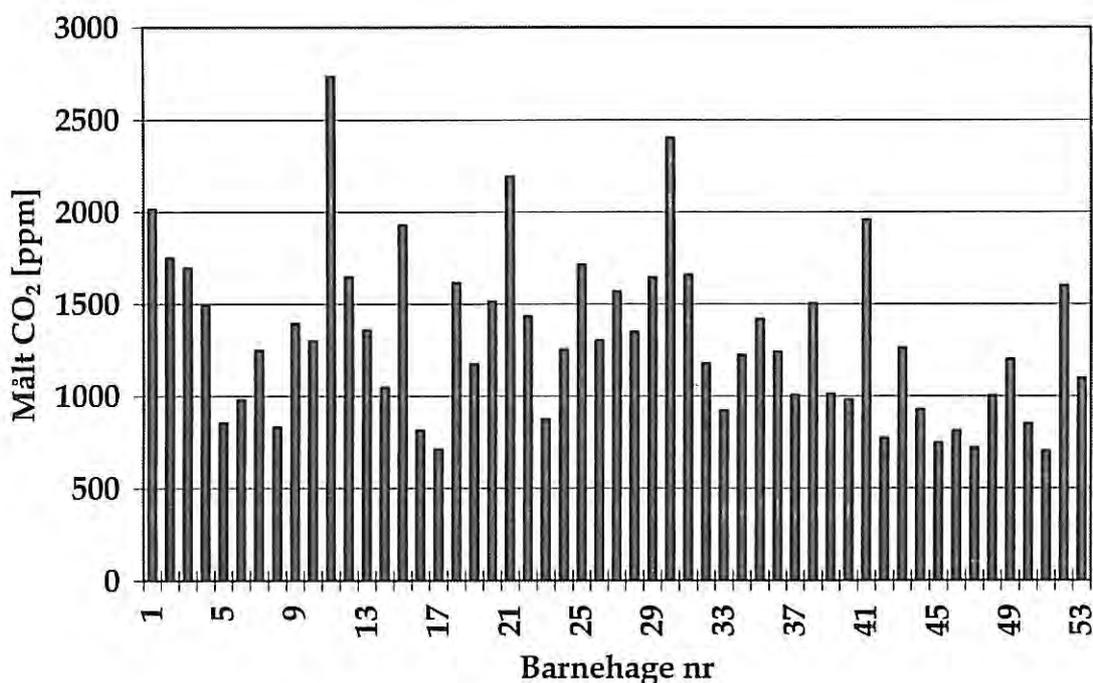


Fig. 1

Målt CO<sub>2</sub>-nivå i barnehagene

### 2.1.2 Lufttemperatur

Lufttemperaturen, se fig. 2, gir et bilde av det termiske klima i barnehagen. I bygninger med tilfredsstillende ventilasjon og oppvarming bør temperaturen ligge i området 20 – 22 C° om vinteren. Målingene viser stor variasjon både mellom barnehager og i hver enkelt barnehage. Mange av barnehagene har hatt temperaturer godt over 22 C°, mens samtlige har hatt laveste temperatur i golvnivå godt under 20 C°. Den høye temperaturen skyldes en kombinasjon av dårlig regulert oppvarming og mangelfull ventilasjon. Siden det var relativt kjølige vinterfor-

hold under måleperioden, fokuserer vi her mest på oppvarmingsanlegget. Med et mildere uteklima vil mangelfull ventilasjon være hovedårsaken til overoppvarming. Den lave temperaturen i 0,1 m høyde skyldes vinduslufting. Det virker som om så godt som alle barnehager praktiserer vinduslufting, enten fordi det er behov for det pga. mangelfull ventilasjon eller fordi det er en vane, en tradisjon eller lignende. Temperaturer ned til 15 C° indikerer moderat

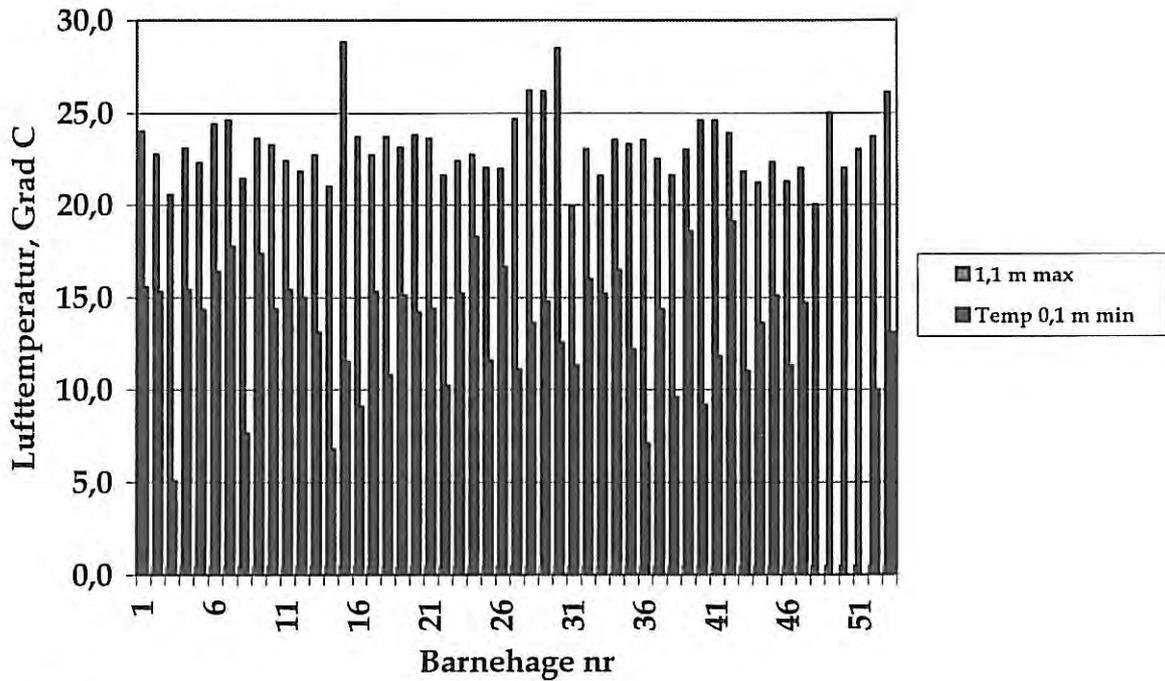


Fig. 2  
Temperaturforholdene i barnehagene

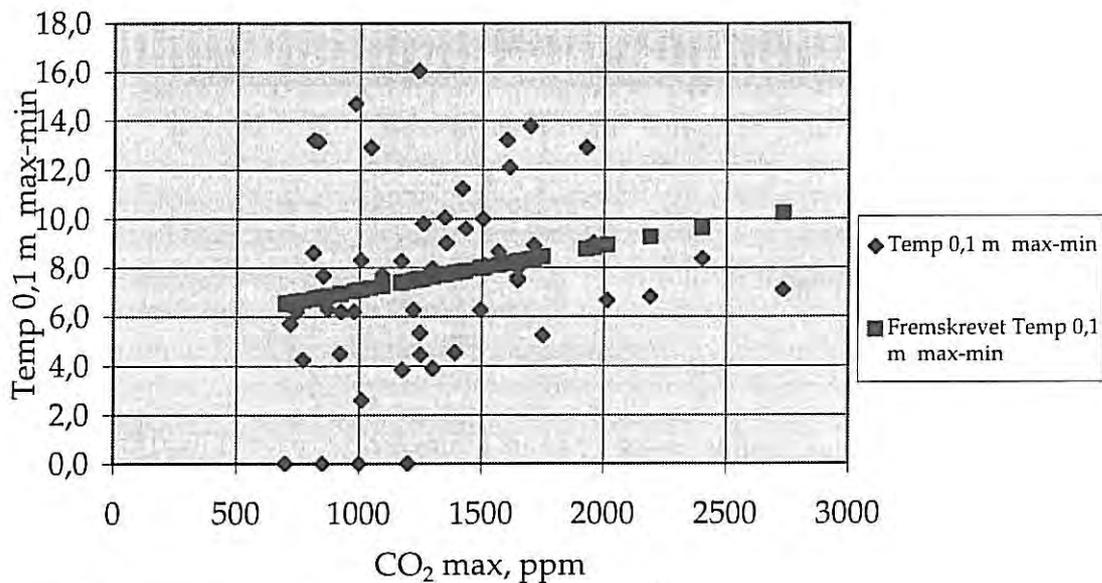


Fig. 3  
Sammenhengen mellom temperaturvariasjon og CO<sub>2</sub>-nivå

vinduslufting, mens temperaturer under 10 C° indikerer ekstrem og langvarig vinduslufting og ikke bare kortvarig sjokklufting. Sannsynligvis luftes det hele tiden mens barna er ute og leker. Rommene er da ganske nedkjølte når barna kommer inn igjen. Mye vinduslufting fører til golvkulde i rommene. Dersom vindusluftingen skyldes mangelfull ventilasjon, kan en hypotese være at jo høyere CO<sub>2</sub>-nivået, er jo større er temperaturvariasjonen i golvnivå. Figur 3 viser her at det finnes tendenser til en slik sammenheng. I den statistiske analysen viser det seg at disse forhold også har helsemessig betydning.

### 2.1.3 Luftfuktighet

Luftfuktigheten er ikke spesielt lav i noen av barnehagene. I noen barnehager er det registrert verdier godt over 40% RF. Dette virker noe høyt under vinterforhold. Det var forventet en samvariasjon mellom CO<sub>2</sub>-innhold og relativ fuktighet (høyt CO<sub>2</sub> innhold – høy RF). I fig. 4 ser vi at det er en tendens til en slik sammenheng når vi tar utgangspunkt i gjennomsnittsnivået for relativ fuktighet. At det er så stor spredning i materialet, kan forklares med at det kanskje er noen barnehager som har luftfuktere, men også at fuktdynamikken er forskjellig fra CO<sub>2</sub>-dynamikken.

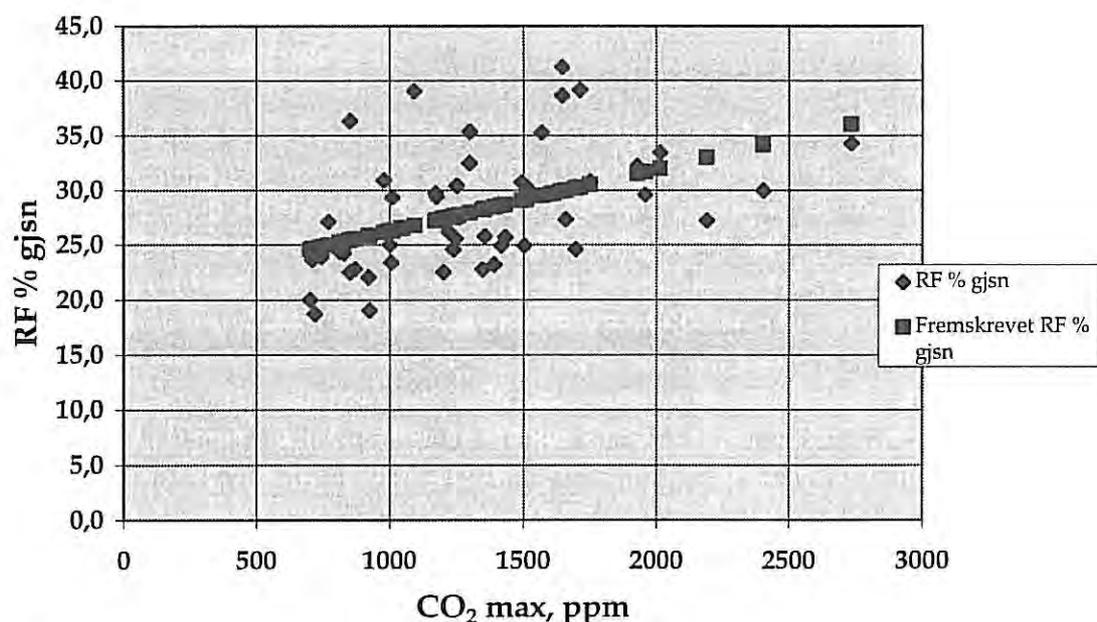


Fig. 4  
Sammenhengen mellom Relativ fuktighet og CO<sub>2</sub>-nivå

### 2.1.4 Støv

Støvregistreringen gir ingen absolutte verdier, men relative forhold mellom barnehagene. Støv skyldes inneaktivitet kombinert med støv som dannes av smuss som blir med personene inn, og støv som kommer inn utenfra med ventilasjonsluften, spesielt gjennom vinduslufting i trafikkerte strøk eller i strøk med åpen sand og leire. Mangelfullt renhold forhøyer også støvbelastningen. Støvbelastningen er klassifisert fra 1 til 5 der klasse 1 er minst støv. Støvet er analysert med hensyn på partikler, vanlige fibre og mineralfibre. Resultatene er vist i fig. 5 der vi kan se at støvforholdene varierer mye barnehagene i mellom.

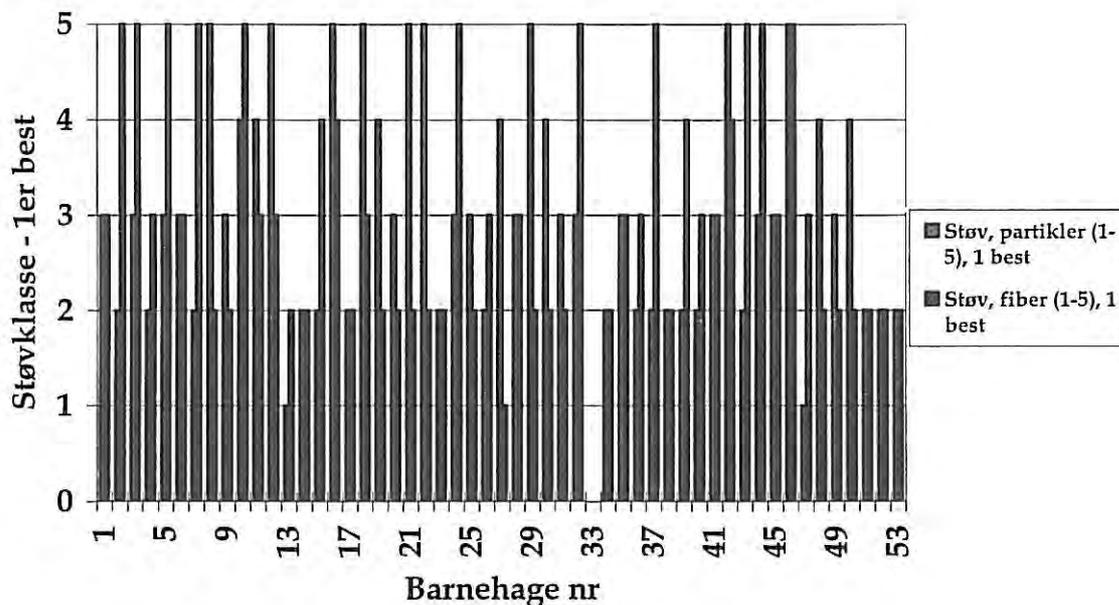


Fig. 5  
Sedimentert støv i barnehagene

## 2.2 Hva forklarer CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen?

En av utgangshypotesene i prosjektet er at ventilasjonsnivået målt som nivået for CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen i romluften i barnehagen påvirker helsetilstand og velvære for dem som har sitt daglige virke i lokalene. Det blir dermed interessant å undersøke om og i tilfelle hvordan CO<sub>2</sub>-nivået i barnehagens luft kan styres. Dette er jo et felt som det finnes teknisk kunnskap om, her skal vi ikke utnytte denne direkte. I stedet spør vi oss hva våre data om høyeste og laveste målte CO<sub>2</sub>-innhold i luften i 48 av barnehagene i utvalget vårt, sammen med annen kunnskap om barnehagene, kan fortelle oss.

Ved hjelp av minste kvadraters metode estimerte vi en enkel sammenheng mellom den naturlige logaritmen (hver gang vi i denne rapporten bruker logaritmer, er det den naturlige logaritmen vi bruker) til hhv. høyeste og laveste målte CO<sub>2</sub>-nivå i barnehagen og et sett med (dummy-)variabler som beskriver barnehagen. Med økonomisk terminologi kan en si at det vi gjør er å betrakte CO<sub>2</sub>-nivåer som et produkt for så å estimere to produktfunksjoner. Logaritmen til nivå ble valgt i stedet for selve nivået, rett og slett fordi dette gav bedre føyning. De estimerte sammenhengene rapporterer vi i tabell 2.1.

Tabell 2.1

Regresjon med den naturlige logaritmen til høyeste og laveste CO<sub>2</sub>-konsentrasjon som avhengig variabel

	Maksimum CO <sub>2</sub>		Minimum CO <sub>2</sub>	
	Koeffisient	t-verdi	Koeffisient	t-verdi
Intercept	7,30	53,0	5,93	175,1
Mye trafikk i nærmiljø	-0,016	-0,1	-0,001	-0,2
Noe trafikk i nærmiljø	0,029	0,218	0,014	0,43
Manuell temperaturstyring	0,123	1,27	0,058	2,45
Bare mekanisk avtrekk	-0,243	2,01	0,006	0,195
Balansert ventilasjon	-0,433	-3,84	-0,009	-0,319
Mekanisk luftkjøling	0,195	1,31	0,102	2,79
Hovedrengjøring sjeldnere enn en gang i året	-0,087	-0,631	0,076	2,22
R <sup>2</sup> -adj (prosent)	21,21		14,3	

Formen med å presentere ulike former for regresjonsligninger ved hjelp av tabeller kommer til å bli brukt også i senere deler av rapporten. Vi gir derfor her en liten leserveiledning til slike tabeller. Tallene i kolonnen 'Maksimum CO<sub>2</sub>-Koeffisient' er regresjonsligningens koeffisienter. Den avhengige variabelen er den naturlige logaritmen til den høyeste målte CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen i en barnehage. I den konkrete regresjonen som rapporteres i tabell 2.1, er alle forklaringsvariablene dummier. Det igjen betyr at hvis alle dummyvariablene er lik null, så er den naturlige logaritmen til den maksimale CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen i en barnehage lik konstantleddet (dvs. 7,30). At alle dummy-variabelene er lik null betyr at det er lite trafikk rundt barnehagen, ingen manuell temperaturstyring, verken mekanisk avtrekk eller balansert ventilasjon og ingen mekanisk luftkjøling. For å se på effekten av installasjon av f.eks. balansert ventilasjon, settes dummien for denne lik en og koeffisientverdien legges til konstantleddet, og vi får at den predikerte verdien på den naturlige logaritmen til den maksimale CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen i en barnehage blir lik:  $(7,30+1*(-0,433)) = 6,87$ .

Det er interessant, men også logisk, at det er ventilasjonssystemet som påvirker CO<sub>2</sub>-nivået i barnehagen mest, og at dette er signifikant for høyeste målte verdi.

La oss anta at vi har en barnehage hvor CO<sub>2</sub>-innholdet i luften er på 1 400 ppm når det er på sitt høyeste, og hvor det ikke finnes noen ventilasjonsanlegg. Installering av mekanisk avtrekk i denne barnehagen vil redusere CO<sub>2</sub>-innholdet med 302 ppm. Hadde man i stedet installert et balansert ventilasjonsanlegg, hadde reduksjonen i innholdet av CO<sub>2</sub> i luften blitt på så mye som hele 492 ppm.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> I en slik logaritmisk modell som den vi bruker her vil predikerte CO<sub>2</sub>-nivåer være stokastiske variable. Disse stokastiske variablene vil være lognormalt fordelte. I denne fordelingen er medianen noe lavere enn forventningen. Fordi det er lettere å beregne medianen i denne fordelingen har vi valgt å bruke median som prediktor i vår framstilling. Dette diskuteres nærmere i forbindelse med de senere fraværsmoellene.

Laveste CO<sub>2</sub>-nivå for alle barnehager var lik utenivået som varierer noe fra sted til sted. Så det er derfor logisk at denne variasjonen ikke er koplet til barnehagens egenskaper. Laveste CO<sub>2</sub>-nivå i barnehagene diskuteres derfor ikke ytterligere i rapporten.

I den empiriske modellen sjekket vi også ut hypoteser om at CO<sub>2</sub>-innholdet i luften påvirkes av størrelsen på barnehagen, av oppvarmingsmetode og av hvorvidt mange røykere er ansatt. Koeffisientene til alle disse variablene var imidlertid klart ikke-signifikant. Her må det tilføyes at bare én av barnehagene i utvalget hadde innendørs røykerom, og at ingen av barnehagene var oppvarmet med ved- eller oljefyring. Føyningen i de modellene vi rapporterer i tabell 2.1 er også signifikant bedre enn føyningen i de modellene som inneholdt de ovennevnte variablene.

### 3. REGISTRERT FRAVÆR OG HELSEPLAGER

#### 3.1 Fravær blant ansatte

I dette underkapittelet skal vi oppsummere de opplysningene vi har om fravær blant ansatte og en del andre opplysninger knyttet til arbeid og helse. I tillegg til de rapporterte fraværdataene gir vi opplysninger om forekomsten av en del lidelser og plager. Til sist viser vi svar på en del spørsmål som har til hensikt å gi en beskrivelse av hvordan det psykososiale arbeidsmiljøet oppleves av de ansatte. Stilen i underkapittelet er rapporterende; analyse av dataene kommer i et senere kapittel.

Et problem knyttet til tolkningen av de egenrapporterte fraværdataene for de ansatte (og for så vidt også for barn) ligger i hvordan vi skal tolke manglende opplysninger i spørreskjemaene. I noen tilfeller vil manglende opplysninger bety null fravær, i andre at respondenten ikke husker eller vil oppgi noe svar på spørsmålet.<sup>6</sup> Både her og videre i analysen kommer vi derfor til å bruke to typer av fraværdata. Den første typen er de oppgitte dataene hvor det ikke skiller mellom null og uoppgitt. For den andre typen har vi en fraværsvariabel der vi har utnyttet diverse andre typer av informasjon til å bearbeide fraværdataene:

- i) De som har missing på fravær siste tolv måneder, og som heller ikke har oppgitt noe verken på tre måneders fravær eller på fravær fordelt på sykdom, har vi gitt et fravær siste tolv måneder lik null.
- ii) De som ikke har oppgitt noe verken på tre måneders fravær eller på fravær fordelt på sykdom de siste tre månedene, har vi gitt et fravær siste tre måneder lik null.
- iii) De som har missing på fravær siste tre (tolv) måneder, men har fravær i ulike kategorier i samme periode, har vi gitt et fravær lik summen av fravær på hver kategori.

De manipuleringene vi gjør, fører til at for 115 ansatte (eller nesten 25% av de ansatte) settes siste tolv måneders fravær lik null. Betrakter vi de opplysningene som er gitt av styrerne, ligger antall ansatte uten fravær siste tolv måneder på mellom 53 og 135. En bør for øvrig merke seg at vi i tabellen har basert oss på opplysninger om alle ansatte. Dette inkluderer også folk i deltidsstillinger og personer som ikke har jobbet i barnehagen gjennom så lang tid som 'de siste 12 måneder'.

---

<sup>6</sup> I senere undersøkelser bør det presiseres at null fravær skal markeres med tallet null.

Tabell 3.1

Fraværdata ansatte – fravær i antall dager

	Manipulerte data	Oppgitte opplysninger	Manipulerte data	Oppgitte opplysninger
	Siste 12 måneder	Siste 12 måneder	Siste 3 måneder	Siste 3 måneder
90-persentil	21	23	12	13
Øvre kvartil	10	13	5	7
Median	4	6	2	4
Nedre kvartil	1	3	0	2
10-persentil	0	2	0	1
Gjennomsnitt	9,45	11,75	4,16	6,08
Antall observasjoner	473	358	552	324

En slås umiddelbart av hvor høyre-skjeve fordelingene av fravær er. Gjennomsnittet i fordelingene ligger nærmere øvre kvartil enn medianen. Dette er som forventet og er naturligvis et resultat av at noen har svært lange fravær som trekker opp gjennomsnittet.<sup>7</sup> Et annet forhold en blir slått av, er at fravær de siste tre måneder er så høyt sammenlignet med fravær siste 12 måneder. Dataene ble samlet inn i perioden januar/februar/mars 1997, det er mulig at de høye fraværstallene siste tre måneder rett og slett er resultatet av ordinære sesongsvingninger i 'folkehelsen'. Betrakter vi fordelingen av fraværet for dem som har oppgitt fravær for både de siste tre månedene og for de siste 12 månedene, finner vi et interessant trekk. Medianen i fordelingen av de siste tre månedenes fravær som andel av siste tolv måneders fravær er nøyaktig 50%. Dette mener vi støtter oppfatningen om at det høye fraværet siste tre måneder er et resultat av naturlige sesongsvingninger.

Holder vi utenfor dem som har en stillingsbrøk på mindre enn 80% (12,5% av respondentene), og dem som har jobbet i mindre enn ett år i barnehagen (nesten 23% av respondentene), stiger det gjennomsnittlige fraværet de siste 12 månedene med om lag 2 dager i året.

Tabellen 3.1 indikerer jo helt klart at det er ganske stor variasjon i sykefraværet, målt i antall fraværddager, på individnivå. Vi har også undersøkt gjennomsnittsfraværet blant de ansatte i hver av barnehagene som er med i undersøkelsen vår. Dette viste helt klart at den empiriske variasjonen i fraværet mellom barnehager er stor. Variasjonskoeffisienten (standardavvik dividert med forventningen) til gjennomsnittsfraværet var på hele 95%.

For å få et mål som tar hensyn til at fravær målt i dager varierer med stillingsbrøken<sup>8</sup>, har vi konstruert en variabel vi kaller for en fraværssrate. Fraværssraten for de siste 12 måneder beregnes som antall dager fravær i denne perioden som andel av antall dager i et normalt arbeidsår (som vi har satt lik 230) multiplisert med stillingsbrøk. Fraværssraten for de siste 12 månedene beregner vi bare for dem som har vært ansatt i minst ett år. Fraværssraten for de siste tre mæne-

<sup>7</sup> En kan her merke seg at i fordelingen av logaritmen til fraværet ligger median og gjennomsnitt nær hverandre. Denne observasjonen kan hjelpe oss i det senere arbeidet med å formulere multivariate statistiske modeller.

<sup>8</sup> Dette vil jo strengt tatt være riktig bare for personer som har en deltidsstilling som innebærer at man jobber mindre enn fem dager i uka. Noen deltidsstillinger er utformet slik at en jobber deler av dagen.

dene beregner vi på samme måten, og det normale antall arbeidsdager de siste tre månedene setter vi lik 60.

Tabell 3.2  
Fraværstrater ansatte (i prosent)

	Manipulerte data	Oppgitte opplysninger	Manipulerte data	Oppgitte opplysninger
	Siste 12 måneder	Siste 12 måneder	Siste 3 måneder	Siste 3 måneder
90-persentil	9,1	11,6	26,7	28,3
Øvre kvartil	5,2	6,1	11,7	16,7
Median	2,2	3,1	3,3	6,7
Nedre kvartil	0,4	1,3	0	3,3
10-persentil	0	0,9	0	1,7
Gjennomsnitt	4,4	5,7	10,8	12,6
Antall observ.	383	275	515	287

Som støtte for lesingen av tabellen ser vi på siste kolonne som beskriver fordelingen av fravær for siste tre månedene bygd på oppgitte opplysninger. 90-persentilen er på 28,3% – dette betyr at de ti prosent med det høyeste fraværet har en fraværstrater på 28% eller mer. De 25% som har det laveste fraværet, har et fravær på 3,3% eller mindre. Dette siste leser vi ut av linjen for nedre kvartil.

Vi har også i spørreskjemaet bedt de ansatte om å fordele sitt fravær på et sett av årsaker. I tabellene 3.3 og 3.4 viser vi disse fordelingene. Vi har valgt å bare bruke de observasjonene hvor fraværet er større enn null og hvor fordelingen er 'fullstendig'. Med fullstendig fordeling mener vi de observasjonene hvor sum fravær etter årsak er lik oppgitt totalfravær.

Tabell 3.3  
Fravær siste 12 måneder fordelt på oppgitt sykdom

	Halsesyke	Forkjølelse	Influensa	Annet	Sum
90-persentil	4	5	6	14	18
Øvre kvartil	1	2	3	5	12
Median	0	0	0	1	6
Nedre kvartil	0	0	0	0	3
10-persentil	0	0	0	0	2
Gjennomsnitt	1,1	1,5	1,8	5,1	9,6
Antall observ.	174	174	174	174	174

Tabell 3.3 gir opplysninger om den statistiske fordelingen av fravær etter fire ulike fraværskilder og for fordelingen av sum fravær. Det gjennomsnittlige totalfraværet (sum) vil være lik summen av gjennomsnittsfraværet i hver av de fire kategoriene. Posisjonsmål som persentiler, kvartiler og median kan ikke på samme måten summeres. En årsak til dette er at den relative spredningen i samlet fravær er mindre enn spredningen i hver enkelt av fordelingene av fravær etter kilde. Målene i tabell 3.4 vil ha de samme egenskapene.

Tabell 3.4  
Fravær siste 3 måneder fordelt på oppgitt sykdom

	Halsesyke	Forkjølelse	Influenza	Annet	Sum
90-persentil	2	3	5	5	10
Øvre kvartil	0	1	3	2	6
Median	0	0	0	0	3
Nedre kvartil	0	0	0	0	2
10-persentil	0	0	0	0	1
Gjennomsnitt	0,6	0,7	1,9	1,7	4,9
Antall observ.	213	213	213	213	213

En kan si at tabellene 3.3 og 3.4 viser to klare, og ikke spesielt overraskende, trekk. For det første at fraværet innen hver årsaksgruppe er enda skjevare fordelt enn det totale fraværet. Det andre er at sykdoms'gruppen' 'Halsesyke, forkjølelse og influensa' står for noe mindre enn halvparten av sykdomsfraværet de siste 12 månedene. De siste tre månedene stod disse lidelsene for nesten to tredjedeler av fraværet – dette siste er nok igjen et resultat av naturlige sesongsvingninger.

I tolkningen av fraværdata bør en merke seg at en ofte regner selvrapporterte fraværdata for en lang tilbakeskuende periode som relativt upålitelig. Dette sammen med en del andre forhold gjør at vi i våre statistiske analyser vil legge størst vekt på utnytting av de oppgitte opplysningene om fravær siste 3 måneder.

I dette avsnittet skal vi også rapportere resultatene av to andre helseindikatorer. For det første er det svarene blant de ansatte på et sett med spørsmål om respondentene har eller har hatt eksem, høysnue eller astmatiske plager. Det andre er svar på et spørsmål om den ansatte gjennom de siste tre månedene har opplevd noen av et spesifisert sett med plager/symptomer.

Tabellen 3.5 viser omfanget av personer som har eller har hatt eksem, høysnue eller astmatiske plager.

Tabell 3.5  
Antall personer som har eller har hatt eksem, høysnue eller astmatiske plager

	Har/har hatt	Uoppgitt
Eksem	27,2	3,2
Høysnue	26,7	2,8
Astmatiske	16,4	2,1

Blom, Levy og Skåret (1992) gjennomførte en studie i form av en spørreskjemaundersøkelse vedrørende inneklime, symptomer på inneklimeplager og relevante helsedata, hjemme og på arbeidsplassen for et landsomfattende utvalg på 2 300 personer. De fant at av totalmaterialet var det 9% som oppga. at de har eller har hatt astmatiske plager. Som tabell 3.5 viser, er forekomsten nesten dobbelt så stor i vårt utvalg av barnehageansatte! Det er naturlig å spørre seg om dette har sammenheng med inneklimeet på arbeidsplassen. Vi kan imidlertid ikke trekke noen sikre konklusjoner om dette. Det er f.eks. slik at kvinner dominerer et utvalg av barnehageansatte i mye større grad enn et tilfeldig utvalg, og det kan jo være ulikheter i astmabredelse blant menn og kvinner. Andre mulige forklaringer ligger i ulik aldersstruktur i de to

utvalgene og tilfeldigheter. Også eksemhyppigheten i utvalget vårt er betydelig større enn i utvalget til Blom, Levy og Skåret (1992). Men en nedbryting av materialet på kvinner ga som resultat 10% for astmatiske plager og henholdsvis 24% og 13% for eksem og høysnue. En videre nedbryting på ansatte i skole og barnehage i nevnte materiale økte imidlertid dette tallet til 12% og henholdsvis 30% og 19% for eksem og høysnue, noe som kan tas til inntekt for at det er egenskaper ved arbeidsplassen som først og fremst er utslagsgivende. De siste tallene er interessant nok av samme størrelsesorden som i vår undersøkelse.

Når det gjelder rapporterte plager, listet vi i spørreskjemaet opp 12 spesifiserte typer av mulige plager (som kan ha sammenheng med innklimaet). I tillegg til å spørre om personene i løpet av de siste tre månedene har opplevd de forskjellige plagene, spør vi også om plagene bedres når de ikke er i barnehagen. Svarene på disse spørsmålene gir vi i tabell 3.6 a og 3.6 b. To av svarkategoriene vi bruker i tabellen krever noe forklaring. Det er kategoriene 'Av og til, uoppgitt!!' og 'Ofte, uoppgitt!!'. Disse inneholder dem som har svart hhv. 'Av og til' og 'Ofte' uten å besvare spørsmålet om plagene blir bedre når respondenten ikke er i barnehagen.

Tabell 3.6 a  
Forekomsten av noen plager – prosent

	Trøtthet	Tungt hode	Tørt ansikt	Hodepine	Svimmelhet	Konsentrasjonsvansker
Ikke plaget	22,2	20,4	48,6	31,9	65,2	56,8
Av og til, bedre når fri	13,7	22,7	5,0	18,2	7,9	8,3
Av og til, ikke bedre når fri	12,4	5,0	6,3	8,8	3,8	6,1
Av og til, uoppgitt!!	13,0	14,1	10,3	14,4	8,5	12,6
Ofte, bedre når fri	19,1	26,7	12,1	12,8	2,2	2,5
Ofte, ikke bedre når fri	7,7	3,1	4,7	2,9	1,4	2,0
Ofte, uoppgitt!!	4,9	3,4	5,0	3,2	0,9	2,0
Ubesvart	7,0	4,6	8,0	7,8	10,1	9,7
N	555	555	555	555	555	555

Tabellene gir en beskrivelse av de ansattes subjektive opplevelse av sin helsetilstand. En må ikke tolke kategoriene 'bedre når fri' og 'ikke bedre når fri' som noen form for årsakssammenheng. Egenskaper ved arbeidsplassen kan jo skape problemer som er av en slik art at de ikke går over når en har fri. På den annen side kan det være at noen problemer oppleves som værre når en er på arbeid, uten at de har sammenheng med arbeidssituasjon eller -miljø.

På tross av forbeholdene er det likevel viktig å merke seg at det er en del typer av lidelser som oppleves å være mer hyppige og/eller verre når barnehageansatte er på jobb. For eksempel ser vi av tabellene at nesten halvparten av respondentene opplever 'tungt hode' som blir bedre når en ikke er i barnehagen, ofte eller av og til. Noe av det samme mønsteret ser vi også for 'Hodepine'. Også når det gjelder plager som tørr hud i ansikt og på hender og tørr hals, er det en god del som opplever problemer som bedres når de er borte fra barnehagen.

Indikasjoner på hvordan det psykososiale arbeidsmiljøet oppleves rapporteres i tabell 3.7.

Tabell 3.6 b  
Forekomsten av noen plager – prosent

	Kløe/svie i øyne	Irritert nese	Tørre hender	Tørr hals	Heshet/ hoste	Pustebesvær
Ikke plaget	59,6	43,4	22,0	43,1	53,2	79,1
Av og til, bedre når fri	6,5	6,5	7,2	10,5	6,3	1,4
Av og til, ikke bedre når fri	5,9	13,3	7,0	8,5	12,1	3,4
Av og til, uoppgitt!!	7,9	14,8	11,9	16,8	12,6	3,4
Ofte, bedre når fri	6,8	5,4	24,0	7,6	1,8	0,9
Ofte, ikke bedre når fri	3,1	5,9	8,8	4,5	3,8	0,9
Ofte, uoppgitt!!	3,1	2,7	13,3	2,3	2,0	0,2
Ubesvart	7,1	8,0	5,8	6,7	8,2	10,7
N	555	555	555	555	555	555

Tabell 3.7  
Opplevelse av arbeidsplass og arbeidssituasjon (svarfordeling i prosent)

	Ja	Av og til	Nei	Uopp- gitt
Er arbeidet stimulerende/engasjerende?	87,0	9,9	0,2	2,9
Har du for mye å gjøre?	16,8	60,5	20,5	2,2
Kan du påvirke egne arbeidsforhold?	53,9	39,3	2,7	4,1
Får du hjelp hvis du har problemer i arbeidet	84,3	13,0	0,9	1,6

Det bildet som avtegner seg av de barnehageansattes opplevelse av sin egen arbeidssituasjon, er hyggelig. Hovedtrekket er at arbeid i barnehage oppleves som stimulerende, og en har både støtte ved vansker og muligheter til å påvirke sine egne arbeidsforhold. Det er imidlertid svært mange som opplever at det er for mye å gjøre. Dette siste er ikke spesielt overraskende når en vet at det i barnehagene typisk er tre ansatte per 9 barn under tre år, og tre ansatte per 18 barn over tre år.

Bildet av arbeidet i barnehagen som inspirerende og positivt står i en interessant kontrast til de svarene som er gitt når vi spurte de barnehageansatte om å rangere misnøye/fornøydhet med inn klima og lokaler i barnehagen på en skala fra 1 til 5, hvor 1 viser størst misnøye. Nesten 40% gir svarene 1 og 2, mens det er nesten like mange (38,7%) som svarer 3. Dette tolker vi som at det er relativt stor misnøye med inn klima og lokaler. Kanskje kan vi spissformulere ved å si at det ser ut som om at barnehageansatte synes at de har en fin jobb i et heller dårlig fysisk arbeidsmiljø.

### 3.2 Fraværdata barn

På samme måte som fraværdataene for ansatte i barnehagene har vi brukt andre opplysninger til å lage det vi kaller for manipulerte data. Manipuleringene går på at vi forsøker å erstatte manglende opplysninger enten med null eller summen av fravær fordelt på kilde. Metoden vi brukte på de ansattes fraværdata er beskrevet foran. For barna har vi i tillegg til disse krevd at for at vi skal kunne erstatte missing med null, så må det ikke være oppgitt noen fraværperioder det siste året.

Tabell 3.8

Fraværdata barn i barnehagen – fravær i antall dager

	Manipulerte data	Oppgitte opplysninger	Manipulerte data	Oppgitte opplysninger
	Siste 12 måneder	Siste 12 måneder	Siste 3 måneder	Siste 3 måneder
90-persentil	20	20	10	12
Øvre kvartil	12	14	7	7
Median	7	8	3	5
Nedre kvartil	4	5	1	3
10-persentil	0	3	0	2
Gjennomsnitt	9,19	10,41	4,71	6,05
Antall observ.	897	741	1.038	777

På samme måte som fraværet for de ansatte, er fordelingen av barnas fravær også ganske høyreskjev. Sammenligner vi noe mer med fraværet for de ansatte, ser vi at det gjennomsnittlige fraværet for barn og ansatte ligger svært nær hverandre. Fraværet blant de ansatte er imidlertid atskillig mer skjevt enn blant barna. Mens øvre kvartil i fordelingen av fravær de siste 12 månedene lå mellom 2,2 og 2,5 ganger høyere enn medianen, lå det tilsvarende tallet i fordelingen av barns fravær på om lag 1,7.

Også variasjonen mellom det gjennomsnittlige fraværet i hver enkelt barnehage er lavere for barna enn for de voksne ansatte. Denne variasjonen målt ved variasjonskoeffisienten er 42,8% for barna. Selv om dette er lavere enn for ansatte, er det helt klart så høyt at det vil være av stor interesse å finne ut om (og i tilfelle hvor stor del av) denne variasjonen (som) kan sies å være resultat av tilfeldigheter, og hvor stor del som kan tilbakeføres til egenskaper ved hver enkelt av barnehagene.

For å korrigere for at noen av barna ikke har vært i barnehagen verken gjennom den siste 12 måneders- og/eller 3-måneders perioden, beregner vi også her fraværstrater. Tolv måneders-raten beregner vi bare for dem som har vært mer enn 6 måneder i barnehagen. For barn som har vært mer enn seks og mindre enn tolv måneder i barnehagen, regner vi 12-månedersraten som fravær dividert på 20,5 (dager) multiplisert med antall måneder i barnehagen. For de som har vært i barnehagen i 12 måneder eller mer, beregner vi fraværstraten som fraværets andel av et normalår på 226 dager.<sup>9</sup> Fraværstraten for de siste tre måneder regnes ut for alle. For dem med mindre enn tre måneder i barnehagen regnes raten ut på en måte som tilsvarer det vi gjorde for dem med mellom 6 og 12 måneder, når 12 måneders-raten ble beregnet.

I denne sammenheng kan vi også merke oss at 4,7% av barna i 'vår' aldersgruppe (3 – 7 år) har vært i barnehagen i mindre enn 6 måneder. Andelen som har vært i barnehagen mellom 6 og 12 måneder er 19,7%. Beregnede fraværstrater blir da som i tabell 3.9.

<sup>9</sup> Dette er jo noe lavere enn normal arbeidsåret for de ansatte, differansen kan vi tenke oss utgjøres av 4 planleggingsdager.

Tabell 3.9  
Fraværslater barn (i prosent)

	Manipulerte data	Oppgitte opplysninger	Manipulerte data	Oppgitte opplysninger
	Siste 12 måneder	Siste 12 måneder	Siste 3 måneder	Siste 3 måneder
90-persentil	8,8	9,8	18,3	20,0
Øvre kvartil	6,2	6,5	11,7	11,7
Median	3,5	4,3	5,0	8,3
Nedre kvartil	1,8	2,2	1,7	5,0
10-persentil	0	1,3	0	3,3
Gjennomsnitt	4,5	5,1	7,9	10,1
Antall observ.	853	710	1 038	777

Når det gjelder fordelingen av barns fravær på ulike kilder til fravær (sykdomstyper), er det såpass mye manglende opplysninger at vi ikke finner det spesielt meningsfullt å rapportere fordelingene. Vi går derfor rett over på en beskrivelse av forekomsten av forskjellige typer av plager i tabellene 3.10a og 3.10b.

Tabell 3.10 a  
Forekomsten av noen plager – prosent

	Søvn- vansker	Irriterte øyne	Hode- pine	Rennende nese	Flass og kløe i hodet/øre
Ikke plaget	79,4	77,2	71,4	45,7	86,6
Av og til, bedre når fri	1,6	3,6	7,5	6,2	0,6
Av og til, ikke bedre når fri	4,7	4,8	6,4	21,1	2,5
Av og til, uoppgitt!!	4,1	6,5	7,3	14,9	3,2
Ofte, bedre når fri	0,8	0,9	1,0	1,9	0,2
Ofte, ikke bedre når fri	2,7	0,7	0,4	3,3	1,0
Ofte, uoppgitt!!	1,7	1,1	0,4	3,0	0,7
Ubesvart	5,0	5,2	5,6	3,9	5,2
N	1 049	1 049	1 049	1 049	1 049

Tabell 3.10 b

Forekomsten av noen plager – prosent

	Tørr hud ansikt	Tørre hender	Tørr hals	Heshet/ hoste	Pustebesvær om natta
Ikke plaget	57,2	75,8	61,8	43,0	83,7
Av og til, bedre når fri	4,3	2,8	5,0	5,2	1,0
Av og til, ikke bedre når fri	10,2	4,0	10,2	20,7	3,1
Av og til, uoppgitt!!	12,4	5,9	13,6	19,4	4,2
Ofte, bedre når fri	3,0	1,5	1,0	1,4	0,4
Ofte, ikke bedre når fri	4,7	2,6	1,8	3,8	1,0
Ofte, uoppgitt!!	4,0	2,4	1,1	2,7	0,9
Ubesvart	4,2	5,0	5,5	3,8	5,7
N	1 049	1 049	1 049	1 049	1 049

Et forhold en blir slått av når tabellene 3.10 a og 3.10 b betraktes, er at for alle typer av plager er andelen som sier at de ofte er plaget, og at det blir bedre når de er borte fra banehage, svært lav. Den største forekomsten av 'Ofte plaget, og bedre i ferier/fridager' finner vi for tørr hud i ansikt hvor svaret oppgis for 3% av barna. Heller ikke svarkategorien 'Av og til plaget, og bedre i ferier/fridager' har spesielt store forekomster for noen av de spesifiserte plagene!

Forekomsten av barn som har eller har hatt astma, allergier, høysnue, eksem eller lignende rapporteres i tabell 3.11.

Tabell 3.11

Antall barn som har eller har hatt eksem, høysnue eller astmatiske plager (i prosent)

	Nei	Ofte	Av og til	Uoppgitt
Eksem	66,3	9,3	23,3	1,1
Høysnue/allergier	88,1	1,6	8,0	2,3
Astmatiske	80,1	5,8	13,0	1,1

Kanskje noe overraskende ser det, når tabellene 3.5 og 3.11 sammenlignes, ut til at voksne barnehageansatte er mer utsatt for astma, allergier, høysnue, eksem eller lignende enn barna. Vi vet ikke hva dette kommer av, men det kan jo være så enkelt som at de som har levd lengst, har et større 'rom' for svaret 'Har hatt'. Econ (1993) rapporterer en undersøkelse fra 1991 som anslår andelen av barn med legediagnostisert astma til 3 – 5%. Antar vi at barnehagebarn har noe høyere forekomst, passer dette ganske bra med andelen som er ofte plaget i våre data. Summerer vi tallene for dem som er ofte og dem som av og til er plaget av astmatiske lidelser, får vi imidlertid et tall (nesten 20%) som er ganske høyt sammenlignet med det som Econ rapporterer.

Selv om det er strødd ut en del kommentarer i dette kapitlet, må en være klar over at det overhodet ikke er tenkt å ha noen analytisk rolle. Vi viser kun fram en del av de dataene vi har samlet inn.

#### 4. STRUKTURELLE OG STATISTISKE MODELLER I ARBEIDET

Den delen av arbeidet vårt vi legger mest vekt på, er neste kapittel hvor vi gjennomfører empiriske analyser av sammenhengen mellom sykefravær og flere sett med bakgrunnsfaktorer. Disse settene med bakgrunnsvariable vil bestå av både individspesifikke kjennetegn og egenskaper ved barnehagene. I tillegg vil vi i også se på hvordan opplevelsen av problemer (eller helseplager) samvarierer med disse settene med bakgrunnsfaktorer. Det vi gjør i dette kapitlet, er å klargjøre og å vise en del av de valgene vi har gjort for å få fram en håndterbar modell for den empiriske analysen vår.

En utfyllende diskusjon av de spørsmålene vi må forholde oss til når den empiriske modellen benyttes, vil kunne bli meget omfattende. Ja, man kan nok også si at disse diskusjonene bør være mer omfattende, kanskje også til og med atskillig mer omfattende, enn det vi gjør her. Det vi gjør her er mer å rapportere om de valgene vi har gjort, enn å diskutere dem. Årsaken til dette er rett og slett at vi innen en begrenset ressursramme har prioritert de konkrete empiriske estimeringene framfor videre arbeid med det statistiske grunnlaget.

I analysen av fraværdataene vil vi ta utgangspunkt i de estimerte fraværssratene. Både 12-måneders og 3-månedersratene vil bli utnyttet. Ved å bruke disse får vi utnyttet data for de respondenter som ikke har vært knyttet til barnehagen gjennom hele de siste 12 og 3 månedene. Den konkrete beskrivelsen av hvordan fraværssratene er definert og beregnet finnes i forrige kapittel. Når vi senere skal diskutere valg av statistiske modeller, vil vi for øvrig også se at bruken av fraværssrater som avhengige variable gir en del gunstige muligheter når det gjelder estimering av effekter.

Sammenhengene mellom sykefravær og bakgrunnsvariable er ikke kjent på forhånd fra teoretiske analyser. Dette betyr at vi ikke skal estimere styrken på teoretisk kjente sammenhenger, men at vi gjennom våre data-analyser skal søke å finne hvilke partielle sammenhenger som eksisterer og styrken på dem. Den strategien vi velger når vi står overfor dette problemet, er at vi starter med å formulere en statistisk modell som inkluderer et meget bredt sett av forklaringsvariable. Deretter søker vi å redusere dette settet gjennom vurderinger og serier av statistiske tester.

Den tilnærmingen vi bruker her, som går ut på å søke etter strukturer i datasettet gjennom en slags prøving- og feiling-prosedyre, går i økonometrisk litteratur under navnet *general-to-specific modellering*<sup>10</sup>. I den klassiske økonometrien brukes det negativt ladede begrepet 'data-mining' om den prøving- og feiling-prosedyren vi legger opp til. Det viktige poenget her er at vi faktisk ikke har noe teoretisk grunnlag som kan hjelpe oss til å helspesifisere den statistiske modellen. Vi velger derfor å la dataene være med på å styre de endelige spesifiseringer.

Som allerede nevnt kommer vi til å starte arbeidet vårt med å avsløre multivariate sammenhenger mellom forekomst av ulike plager/lidelser og sykefravær og et sett med forklaringsfak-

---

<sup>10</sup> For en anvendelse av denne strategien på modelleringer av prisdannelsen på boligmarkedet kan en betrakte Kosonen (1997).

torer ved å bruke et meget bredt sett med slike høyreside-variable. Disse kan grupperes på følgende måte:

Forklaringsvariable etter gruppe:

1. Individspesifikke kjennetegn. I denne gruppen av variable vil alder, kjønn, hvor lenge respondenten har vært ansatt eller bruker av barnehagen, om det røykes hjemme, opplysninger om hvorvidt respondenten har astma/allergi eller eksem og opplysninger om andre helseplager inngå. Settet av disse forklaringsvariablene kan vi kalle for **S**.
2. Kjennetegn ved barnehagens utemiljø og omgivelser. Her kommer størrelse og kvalitet på utearealer inn, kvalitet kan f.eks. være om det blir mye slam og søle i regnvær. Opplysninger om nærmeste nabo og trafikksituasjon hører også hjemme i dette settet som vi gir symbolet **F**.
3. Kjennetegn ved den tekniske utformingen av barnehagen. Eksempler på variable som inngår i denne gruppen er utforming av ventilasjonsanlegg, type golvbelegg, forekomst og håndtering av fuktskader og opplysninger om materialer som er brukt i vegger og tak. Størrelsen på barnehagen målt i bruksareal kommer også inn under dette settet. Som navn på dette settet bruker vi **T**.
4. Målinger av inneklimatekomponenter i barnehagen. Her kommer vi til å starte med å bruke hver enkelt av de målingene som er beskrevet i kapittel 2. I tillegg vil vi kombinere noen av disse målene. For eksempel vil prøve ut mål for vertikal temperaturvariasjon, dvs. forskjell i temperatur målt i ulike høyder over golvet og mål for hvordan temperaturen varierer over åpningstiden. For dette settet, eller vektoren, bruker vi symbolet **M**.
5. Kjennetegn ved bruk og organisering av barnehage. Her tenker vi spesielt rutiner for rengjøring av både barnehage og for vask av barnas hender etter toalettbesøk og før spising. Oppvarmings- og luf rutiner og antall ansatte røykere og opplysninger om det finnes røykerom, hører også hjemme under denne gruppen/settet, som vi bruker symbolet **B** for.

En slik gruppering kan selvsagt oppfattes som å være litt tilfeldig. Vi grupperer på denne måten for å få en viss oversikt. I vår søken etter en god spesifisering vil vi heller ikke bare prøve ut om en variabelgruppe bør være med, men også hvorvidt enkelte variable i gruppen bør inkluderes. Den valgte grupperingen har derfor ingen innflytelse på de endelige utformingen av modellen.

For mange av variablene er det rimelig å bruke dummier som forklaringsvariable. For andre er det ikke selvsagt hvilke form de bør inngå med. Vi vil prøve ut ulike transformasjoner av de variablene vi har observert langs en kontinuerlig skala. Slike transformasjoner kan typisk være kvadrering og logaritmering. Både alder og temperatur er eksempler på variabler der det kan være hensiktsmessig å prøve ut en del slike transformasjoner.

I Bondevik (1996) diskuteres ulike statistiske modeller for analyse av fraværdata. Lineære sannsynlighetsmodeller, logitmodeller og en modell som bygger på at fraværdata er Poissonfordelte. Diskusjonene i Bondevik (1996) er også relevante for valget av statistiske modeller for samvariasjon mellom forekomst av helseplager og settene av bakgrunnsvariable. Det valg vi har endt opp med, er at vi tilpasser enkle Logit-modeller for å forklare forekomsten av helseplager/-problemer. Med helseplager mener vi her både de forskjellige mer eller mindre veldefinerte symptomene og de mer diagnose-relaterte lidelsene astma, allergier og eksem.

Fraværstene estimeres ved hjelp av en loglineær modell. For hver av enkeltobservasjonene antar vi at det finnes en fraværssannsynlighet. Sammenhengen mellom den naturlige logarit-

men til fraværshraten (eller -sannsynligheten) og bakgrunnsdata estimerer vi ved hjelp av en generalisert minste kvadraters metode.

Ligning (4-1) viser den ligningen vi tilpasser til dataene for helseplager, og (4-2) viser den ligningen vi tilpasser til fraværdataene.

$$(4-1) \quad P(\text{plage}) = \frac{e^{\alpha'S + \phi'F + \tau'T + \mu'M + \beta'B + \varepsilon'}}{1 + e^{\alpha'S + \phi'F + \tau'T + \mu'M + \beta'B + \varepsilon'}}$$

$P(\text{plage})$  er sannsynligheten for at et individ med kjennetegnene S, F, T, M og B skal være utsatt for ulike spesifiserte plager.  $\alpha'$ ,  $\phi'$ ,  $\tau'$ ,  $\mu'$ , og  $\beta'$  er vektorer av koeffisienter som i estimeringene tilordnes hvert enkelt av settene av kjennetegn/forklaringsvariable. Restleddet  $\varepsilon'$  antas å ha en logistisk fordeling.

$$(4-2) \quad \ln(\text{fraværshrate}) = \alpha S + \phi F + \tau T + \mu M + \beta B + \varepsilon$$

S, F, T, M og B er sett av forklaringsvariabler som forklart foran,  $\alpha$ ,  $\phi$ ,  $\tau$ ,  $\mu$ , og  $\beta$  er tilhørende vektorer av koeffisienter.  $\varepsilon$  er et stokastisk restledd med forventning lik null. Maddalla (1983) viser at det i modeller av typen (4-2) hvor den avhengige variabelen er (en transformasjon) av en rate vil det være feil å anta at variansen til restleddene er konstant. Dette kommer av at variansen reduseres ganske kraftig når raten nærmer seg sine grenser, som jo vil være lik null og én.

Koeffisientene i (4-1) estimeres altså ved hjelp av maximum likelihood-metoder. På grunn av den heteroskedastiske restleddsstrukturen estimeres (4-2) ved den veide minste kvadraters metoden som beskrives i Maddalla (1983).

En betydelig svakhet med de statistiske modellene vi bruker i denne rapporten, er at vi estimerer hver enkelt av de sammenhengene vi fokuserer på ved hjelp av én-ligningsmodeller. Dette betyr at det nok kan finnes en del simultanitetsproblemer i våre modeller. I videre arbeid langs de linjene vi trekker opp i vår rapport, bør en søke å estimere deler av en 'totalmodell' ved hjelp simultan estimering av ett sett av regresjonsligninger.

## 5. STATISTISK SAMVARIASJONSANALYSE

Ved hjelp av de statistiske modellene vi diskuterte kort i forrige kapittel skal vi i dette kapitlet vise resultatene av våre forsøk på å avsløre samvariasjonen mellom et ganske bredt sett av bakgrunnsfaktorer, sykefravær og forekomsten av noen ulike typer av lidelser og helseplager. Den typen empirisk samvariasjonsanalyse som vi presenterer her, har en del ganske alvorlige svakheter som vi skal komme tilbake til. Her skal vi trekke fram tre svakheter ved våre statistiske analyser. På tross av disse svakhetene mener vi at det arbeidet vi presenterer her, er viktig først og fremst på tre måter:

- i) De empiriske samvariasjonene vi avslører i våre analyser, og deler av vår måte å formulere de multivariate modellene, vil kunne danne grunnlag for videre arbeid for å avsløre inneklimateets innvirkning på helsetilstand.
- ii) I dagens situasjon hvor en vet en del, men hvor det samtidig finnes hull i kunnskapen, står beslutningstakere hele tiden overfor valg som må tas. Når analyser av vår type øker kunnskapen uten å komme helt i mål, vil det selvsagt kunne ha en stor verdi å bedre kvaliteten på beslutningsgrunnlaget for dem som hele tiden må ta beslutninger som påvirker innemiljø i barnehager og på andre arbeidsplasser.
- iii) Økonomiske kvantifiseringer av konsekvenser av svakheter ved inneklimateet må bygge på kunnskaper om sammenhenger av den typen vi har trukket fram her. Ettersom vi ønsker å skissere slike kvantifiseringer er vi nødt til å lage et så godt som mulig grunnlag for disse. Dette gjelder selv om vi ikke har fått fram kunnskap som er hinsides tvil. Punktet iii) har selvsagt nær sammenheng med punkt ii).

Den første svakheten vi vil trekke fram, er vår teoriløshet. I formuleringene av våre modeller støtter vi oss til en del fordommer og 'sunn fornuft'. Formulering og testing av statistiske modeller uten grunnleggende teoretisk forståelse av de strukturene som har 'generert dataene' kan føre til at en forveksler tilfeldige sammenhenger i et datasett med grunnleggende strukturer.

Forklaringsvariablene som brukes i mange av våre modeller, er ikke lineært uavhengige. En annen måte å si dette på er at det finnes en del multikolinearitet i settet av forklaringsvariabler. Dette gjør at en del av koeffisientene strengt tatt ikke kan tolkes som partielle effekter, men at de mer er en slags bruttokoeffisienter. Noe av multikolineariteten bunner nok i strukturelle sammenhenger. Dette betyr igjen at vi kan ha brukt en del endogene variable som forklaringsvariable i modellen. Perspektivet i vår undersøkelse er så bredt at vi ikke har gått i dybden på dette spørsmålet. De svakhetene som stammer fra denne kilden, kunne ha blitt redusert ved å bruke instrument-variabler i estimeringene og/eller ved å formulere sett av simultane ligninger som kunne ha blitt estimert simultant.

Den siste svakheten vi trekker fram her, kan sies dels å ha sitt utspring i de valgene av statistiske modeller vi har gjort, og dels i teoriløsheten. Det vi har i tankene er at vi overhodet ikke har korrigert for eventuelle epidemier som øker fraværet i noen av barnehagene. Vi tror faktisk ikke dette er noe problem i våre data, men vi vet ikke noe om det. Det kan være at koeffisienter påvirkes av epidemier om en barnehage skiller seg ut på én av forklaringsvariablene og samtidig har hatt en eller annen form for epidemi. Et slikt problem blir selvsagt mindre jo større datasett en bruker i estimeringene. Det er også mulig at vi ved å jobbe noe mer med de

statistiske modellene kunne ha utviklet tester for hvorvidt det finnes barnehagespesifikke effekter. En slik eventuell barnehagespesifikk effekt kan ha sitt opphav i epidemier eller andre uobserverte faktorer.

Som allerede nevnt, mener vi at arbeidet vårt i dette kapitlet vil gi et bidrag til kunnskapen om sammenhenger mellom helseplager/fravær og innemiljø som har positiv verdi. De tre svakhetene ved arbeidet vårt som vi har listet opp kan både ses som retningslinjer til tolking av resultatene og som våre forslag til hvilke retninger videre arbeid bør ta. På grunn av de nevnte svakhetene ønsker vi likevel å understreke at våre resultater ikke på noen måte bør tolkes som endelige svar!

## 5.1 Barns helseplager

Dette avsnittet innledes med å betrakte hvordan forekomsten av astma hos barnehagebarn samvarierer med egenskaper ved de barnehagene barna er i. Ettersom vi betrakter astma, allergier og eksemplager som mer veldefinerte enn de andre plagene, definerer vi både dem

Tabell 5.1

Koeffisienter og signifikansnivåer i en statistisk logit-modell for 'hendelsen' at barn ikke er plaget av astmatiske lidelser

Variabel	Koeffisient	P(H0) <sup>a</sup>
INTERCPT	13,1928	0,3374
Alder	0,2562	0,7036
Alder kvadrert	-0,0362	0,6171
Ln(antall måneder i barnehagen)	-0,2403	0,0527
Mye trafikk i nærmiljøet	-0,3197	0,5143
Noe trafikk i nærmiljøet	<b>-0,7931</b>	<b>0,0442</b>
Finnes en reparert fuktskade	<b>0,8534</b>	<b>0,0156</b>
Finnes en ikke-reparert fuktskade	0,6016	0,1573
Mulighet for manuell temperaturstyring	<b>0,5721</b>	<b>0,0297</b>
Hovedrengjøring sjeldnere enn en gang i året	-0,4752	0,1434
Mer enn tre røykere ansatt i barnehagen	-0,1646	0,6582
Daglig fuktmopping	<b>-0,8177</b>	<b>0,0156</b>
Forekomst av støvfiber	-0,1859	0,7938
Forekomst av støvfiber – kvadrert	-0,00421	0,9674
Forekomst av støvpartikler	<b>1,529</b>	<b>0,0111</b>
Forekomst av støvpartikler – kvadrert	<b>-0,2575</b>	<b>0,0083</b>
Høyeste målte CO2-konsentrasjon	<b>-0,00516</b>	<b>0,0004</b>
Høyeste målte CO2-konsentrasjon - kvadrert	<b>1,40E-06</b>	<b>0,0007</b>
Minimumstemperatur nær golv – kvadrert	0,0276	0,0578
Minimumstemperatur 60 cm over golv – kvadrert	<b>-0,0347</b>	<b>0,0201</b>
Maksimumstemperatur 1,1 m over golv – kvadrert	0,0234	0,2932
Minimumstemperatur nær golv	<b>-0,7828</b>	<b>0,0418</b>
Minimumstemperatur 60 cm over golv	<b>1,1153</b>	<b>0,0108</b>
Maksimumstemperatur 1,1 m over golv	-1,0194	0,3492
	-2log $\ell(\mathcal{F})$	861,24
	-2log $\ell(H_0)$ <sup>b</sup>	909,72
	P	0,0015

som er ofte og dem som av og til har slike plager inn i gruppen av 'plagede'. I tabell 5.1 viser vi koeffisientene i Logit-ligningen sammen med sannsynligheten for å få den estimerte koeffisienten, eller en koeffisient med større absoluttverdi, gitt at den sanne koeffisienten er lik null<sup>11</sup>.

Et forhold ved modellspesifikasjonen vi ønsker å kommentere, er at vi ikke bruker opplysninger om hvorvidt det røykes hjemme hos barnet blant forklaringsvariablene. I en ikke-rapportert estimering brukte vi en dummy som ble satt lik 1, hvis det ble røkt hjemme. Koeffisienten for denne ble positiv, dvs. at sannsynligheten for at et barn **ikke** skulle ha astmatiske lidelser var større hvis det ble røkt hjemme, enn hvis det ikke ble røkt. Vi har vanskelig for å se dette som noen årsakssammenheng. Det er nok mer sannsynlig at det dreier seg om en seleksjonseffekt. Foreldre med barn som har astmatiske lidelser er mindre tilbøyelig til å røyke hjemme enn foreldre til barn som ikke har denne typen lidelser.<sup>12</sup>

<sup>a</sup>  $P(H_0)$  står for sannsynligheten for nullhypotesen at sann koeffisient skal være lik null

<sup>b</sup>  $-2\log\mathcal{L}(H_0)$  er verdien på testobservatoren  $-2\log\mathcal{L}(\hat{\beta})$  når alle koeffisienter unntatt konstantleddet settes lik null.  $-2\log\mathcal{L}(\hat{\beta})$  er minus 2 ganger loglikelihood funksjonen i 'denne fulle' modellen.

P er en viktig størrelse når det skal vurderes hvorvidt modellen statistisk sett fungerer godt. En verdi på 0,0015 innebærer at den statistiske sannsynligheten for å få en estimert modell som føyer data like godt eller bedre enn den estimerte når alle koeffisienter i den sanne sammenhengen er lik null er på noe over én promille. En nullhypotese om at alle andre koeffisienter enn konstantleddet er lik null forkastes altså på alle rimelige signifikansnivå. På tross av det svake teoretiske fundamentet vårt synes altså modellen å fungere meget bra statistisk sett.

Selv om modellens samlede signifikansnivå er meget tilfredsstillende er det ganske mange av enkeltkoeffisientene som ikke er signifikant forskjellig fra null. Når tabellen 5.1 leses, må en merke seg at variable som øker sannsynligheten for å være plaget av astmatiske lidelser, har negativt fortegn. Koeffisientene for alder og kvadrert alder er f.eks. ikke signifikant. Trafikk i nærmiljøet øker sannsynligheten for astmaplager. To variabler knyttet til forhold i barnehagen utmerker seg med signifikant samvariasjon med astmaforekomsten. Den ene er dummien for mulighet til manuell styring av temperaturen innendørs, som ser ut til å bidra til redusert sannsynlighet for astmatiske lidelser. Det andre er at daglig fuktømming ser ut til å øke astmaforekomsten.

Om hovedrengjøring skjer sjeldnere enn én gang i året, og om mer enn tre røykere er ansatt i barnehagen, øker den estimerte sannsynligheten for at barn har astmalidelser. Disse effektene er imidlertid ikke signifikante. Når det gjelder virkningene av de målte verdiene på forekomsten av støvpartikler, -fiber, CO<sub>2</sub> i lufta og temperaturer, merker vi oss at fiberforekomst gir ikke-signifikante bidrag, og at partikkelforekomsten gir signifikante bidrag på 5%-nivå. Begge

---

<sup>11</sup> Denne størrelsen benevnes jo ofte som koeffisientens signifikansnivå.

<sup>12</sup> Et slikt seleksjons- eller simultanitetsproblem kunne vi ha taklet ved å estimere røyketilbøyelighet og astma's sannsynligheten som to endogene variable i et sett med to simultane ligninger. Årsaken til at vi ikke gjør dette er to-delt. Vi tror ikke at de mest interessante variablene for å forklare foreldres røyketilbøyelighet finnes i datamaterialet, videre har vi lagt opp til såpass breie omfattende analyser at vi ikke kan gå så dypt inn i hvert enkelt punkt!

leddene i de kvadratiske uttrykkene for CO<sub>2</sub> og minimumstemperaturer er klart signifikante på samme nivå.

Et overraskende resultat fra estimeringene er at koeffisientene for både reparerte og ikke-reparerte fuktskader er positiv. Dette betyr at 'alt annet likt' er det mindre hyppighet av astma hos barn som går i barnehager hvor det har vært fuktskader. Sammenhengen mellom astmaplager og ikke-reparerte fuktskader er imidlertid ikke signifikant på noe fornuftig nivå.

For å bedre innsikten som kan trekkes ut av modellen tester vi et sett av undermodeller opp mot den modellen vi har rapportert i tabell 5.1. Dette gjør vi ved å teste om testobservatoren  $-2\log\mathcal{L}(\hat{\theta})$  er signifikant større enn samme observator i de ulike beskrankede modellene. Med en beskranket modell, eller en submodell, forstår vi en modell som er estimert under skranke- ne at ulike sett av koeffisienter er lik null. I testene benytter vi oss av at differansen mellom minus 2 ganger loglikelihood-funksjonen i 'denne fulle' modellen og de beskrankede model- lene er kji-kvadratfordelt, med et antall frihetsgrader lik antall utelatte variabler i beskrankede modeller (se Ben-Akiva og Lerman (1985)). De testene vi har gjennomført rapporteres i tabell 5.2.

Tabell 5.2.

Test av ulike submodeller for forekomst av astma blant barn i barnehager

	Differanse	P(H0)<
Målt Co2 nivå likegyldig	14,69	0,01
Målt Co2 nivå og trafikkesponering likegyldig	15,91	0,01
Partikkel og fiberforekomst likegyldig	8,41	0,10
Forekomst av fuktskader likegyldig	6,356	0,05
Temperaturmålinger likegyldig	13,29	0,05
Barnehagerelaterte faktorer likegyldig	47,19	0,01

Vi ser at nesten alle hypotesene vi skisserer i tabell 5.2, forkastes. For å uttrykke oss enda ster- kere kan vi si at samvariasjonen mellom forekomst av astmatiske lidelser samvarierer klart med CO<sub>2</sub>-nivå i barnehagen, temperaturforholdene i barnehagen og forekomst av fuktskader i barnehagen. En hypotese om at forekomsten av astmatiske lidelser blant barnehagebarn er uavhengig av det jeg har kalt for barnehagerelaterte faktorer, forkastes på et signifikansnivå som ligger en eller annen plass under 1%<sup>13</sup>.

<sup>13</sup> Den tabellen vi bruker gir ikke mulighet til diskriminering mellom signifikansnivåer under 1%, det er da også ganske så uinteressant.

Tabell 5.4

Beregnete virkninger på sannsynligheten for astma-plager av endringer i bakgrunnsvariable

Variabel	Referanse	Endring i variabel	Endring i P(astma)
Antall måneder i barnehagen	23,8	3	0,22%
Mye trafikk i nærmiljøet	0	1	2,73%
Noe trafikk i nærmiljøet	0	1	8,25%
Finnes en reparert fuktskade	0	1	-4,51%
Finnes en ikke-reparert fuktskade	0	1	-3,51%
Mulighet for manuell temperaturstyring	0	1	-3,38%
Hovedrengjøring sjeldnere enn en gang i året	0	1	4,34%
Mer enn tre røykere ansatt i barnehagen	0	1	1,32%
Daglig fuktmopping	0	1	8,59%
Forekomst av støvfiber	3	1	1,76%
Forekomst av støvpartikler	3	1	2,29%
Høyeste målte CO <sub>2</sub> -konsentrasjon	1378	250	1,95%
Minimumstemperatur nær golv	13,5	1	0,08%
Minimumstemperatur 60 cm over golv	15,1	1	-0,24%
Maksimumstemperatur 1,1 m over golv	23,3	1	-0,68%
P(astma)	8,2%		

Det er ikke så enkelt å få en intuitiv følelse av styrken i sammenhengene i en slik logit-modell som den vi har sett på i tabell 5.1. I tabell 5.4 vises derfor en del marginaleffekter på sannsynligheten for at et barn ofte eller av og til skal ha astmatiske lidelser. Ettersom disse effektene ikke er konstante, skal vi beregne effektene rundt et 'referansealternativ'. Referansealternativet er et barn på 4,5 år som går i en barnehage med egenskaper som i andre kolonne i tabell 5.4. De valgte egenskapene i dette alternativet er lik gjennomsnittet av kontinuerlige variable, og verdien null på dummy-variablene.

Blant de variablene som er utelatt fra den empiriske modellen for samvariasjon mellom ulike bakgrunnsvariable og astmaforekomst, er arealet i barnehagen. I ikke rapporterte modellvarianter har vi prøvd både med areal og arealets kvadrat blant forklaringsvariablene. De estimerte koeffisientene ble svært lave og ikke-signifikante. Kjikvadrat-testen for dataføyningen viste også at inkludering av disse arealmålene på ingen måte ga noe signifikant bidrag til modellens samlede forklaringskraft.

Vi oppfatter disse resultatene om samvariasjon mellom barnehagerelaterte bakgrunnsfaktorer og astmaforekomst som viktige. De er selvsagt viktige rent faktiske. I vår rapport har analysen av dem også en annen viktig funksjon, nemlig at analysen er et eksempel på hvordan det verktøyet vi bruker, kan utnyttes relativt intensivt. I tillegg til den empiriske analysen av forekomsten av astmaplager skal vi utføre samme typen av statistiske analyser av forekomsten av allergier/høysnue og forekomsten av noen 'egenrapporterte' symptomer/plager. De plagene vi betrakter, er av en slik art at de aller, aller fleste opplever dem innimellom. De statistiske modellene er derfor formulert slik at vi betrakter samvariasjonen mellom bakgrunnsfaktorene og hyppig (ofte) forekomst av plagene. Plagene er gruppert sammen, og vi regner det slik at et barn der det er svart at det ofte er plaget av én av plagene i gruppen, har plage. Plagene er gruppert på følgende måte:

Slimhinnerelaterte plager:	ofte kløe/svie i øyne ofte irritert nese ofte halsplager ofte heshet/hoste
Allmennhelse-relaterte plager:	ofte vondt i hodet ofte søvnvansker ofte 'annet'

I tillegg ser vi på hvordan forekomsten av svaret er 'ofte plaget' av minst en av de spesifiserte plagene samvarierer med egenskaper ved barnehagene.

Analysene av disse plagene diskuteres ikke i like stor detalj som astmaplagene. De konkrete estimeringsresultatene finnes i et teknisk vedlegg som kan fås ved henvendelse til forfatterne. I teksten her skal vi kun kommentere de viktigste av funnene.

Det første vi merker oss er at en hypotese om at forekomsten av plager ikke avhenger av barnehagerelaterte faktorer, forkastes på et signifikansnivå på godt under 1% for alle modellene. Altså; de estimerte modellene våre gir meget god grunn til å påstå at egenskaper ved barnehagene påvirker omfanget av slimhinnerelaterte plager, allmenne plager, rapportering av at barnet ofte har en eller flere av plagene i 'vår liste' og forekomst av allergier/høysnue blant barna.

For å vise styrken i en del av sammenhengene viser vi i tabell 5.5 hvordan sannsynligheten for forekomsten av det å være ofte plaget av hver av de tre symptomene/plagene og allergier/høysnue påvirkes av noen av variablene. Som kjent er ikke virkningen på estimerte sannsynligheter uavhengig av selve nivået på sannsynligheten. Vi velger derfor å vise virkningen rundt den gjennomsnittlige sannsynligheten for hendelsen – denne gjennomsnittssannsynligheten rapporteres i den første raden med tall i tabellen 5.5. Med gjennomsnittssannsynlighet for en plage eller lidelse mener vi rett og slett den andelen i vårt utvalg som har denne plagen/lidelsen.

Tabell 5.5  
Virkning på sannsynligheten (målt i prosent) for noen plager/lidelser

	Endring i sannsynligheten for å ha:			
	Minst én plage	Slimhinneplage	Allmennplage	Allergi/høysnue
Gjennomsnittssannsynlighet	27,3	14,4	8,5	10,3
Har ofte/av og til astmatisk plage	<b>10,1</b>	6,6	<b>4,8</b>	<b>24,4</b>
Har ofte/av og til allergi/høysnue	<b>18,8</b>	<b>19,5</b>	<b>9,9</b>	
Har ofte/av og til eksemplage	<b>20,1</b>	0,9	<b>5,0</b>	<b>7,2</b>
Mye trafikk i nærmiljøet	5,4	8,7	-0,1	1,9
Noe trafikk i nærmiljøet	0,8	2,0	3,0	3,2
Finnes en reparert fuktskade				
Finnes en ikke-reparert fuktskade	-6,5			9,2
Betong i himling				-0,1
Mineralull i himling				-4,8
Mulighet for manuell styring av temperatur	<b>-11,1</b>	-2,1		
Finnes kjeller	-8,5			
Finnes krypekjeller	-3,6			
Senket himling i lekerom	4,1			7,8
Hovedrengjøring sjeldnere enn en gang i året	2,6	8,1	8,8	-4,8
Grundig kontroll med fingervask etter dobesøk	-0,1	0,9	0,1	0,4
Grundig kontroll med fingervask før spising	2,1	4,5	1,4	4,3
Balansert ventilasjon finnes	-7,5	-4,7		-5,6
Fuktmopping benyttes daglig	4,2	2,3	2,7	11,2
Støvsuging daglig			-4,4	7,7
Tørrmopping daglig			4,7	10,1

Tabellen rapporterer kun effekten av de variablene vi måler i form av dummier. De effektene som er signifikant forskjellig fra null på 5%-nivå, markerer vi med **fet skrift** i tabellen. Effekter som er signifikante på 10%-nivå, markerer vi med *kursiv*. Dette betyr ikke at vi mener et slikt 10%-nivå er spesielt sikkert, men for å gi mulighet til å lokalisere de aller minst presist estimerte effektene. De aller minst presist bestemte effektene vil dermed være de som ikke er markert på noen spesiell måte.

Når tabell 5.5 betraktes, slås en umiddelbart av kontrasten mellom de samlede modellene som klart signifikant fungerte bra og det store innslaget av ikke-signifikante enkeltkoeffisienter i de estimerte modellene. En må imidlertid huske at effekten på plager er eksklusiv den effekten som kommer på forekomst av lidelser som astma og allergier/høysnue. Tabellen inneholder jo heller ikke effekten av de variablene som måles langs en kontinuerlig skala.

Når det gjelder de kontinuerlig målte variablene, framstiller vi effektene på den måten at vi i et sett med figurer viser hvordan sannsynligheten for hver av de tre plagene og for de to lidelsene astma og allergi/høysnue varierer med forklaringsvariablen for et 'gjennomsnittsbarn'.

Gjennomsnittsbarnet har vi definert som et barn som har en plage-/lidelsessannsynlighet når forklaringsvariabelen har en verdi som er lik gjennomsnittsverdien, som er lik hyppighet i utvalget. For alle de variablene vi betrakter virkningen av her, har vi valgt å bruke både målt verdi på variabelen og den kvadrerte verdien som forklaringsvariable.

På tross av advarslene i innledningen av kapitlet mot å tolke koeffisientene i de estimerte modellene som marginaleffekter, er det nettopp dette vi gjør når vi gjennom det følgende settet av figurer viser virkningene på plage/lidelsessannsynligheter av partielle variasjoner i én og én bakgrunnsvariabel. I figurene har vi tatt med en del ikke-signifikante sammenhenger også. Advarslen mot å tolke våre estimeringsresultater som endelige sannheter er så absolutt relevant også her.

### 5.1.1 CO<sub>2</sub>-konsentrasjon

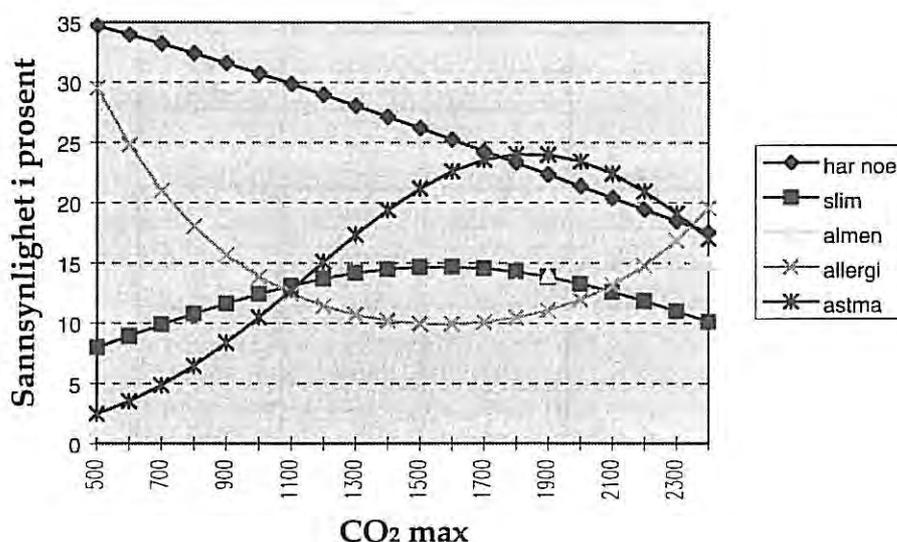


Fig. 5.1

Sammenheng mellom sannsynlighet for lidelse/plage og CO<sub>2</sub>-innhold i luften i barnehagen

Figur 5.1 illustrerer klart at den estimerte sammenhengen mellom plage-/lidelsessannsynligheter og den høyeste målte CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen i luften i barnehagen er ganske kraftig. Vi merker oss imidlertid at sammenhengen mellom CO<sub>2</sub>-innholdet og forekomsten av 'én eller annen lidelse', slimhinnerelaterte plager og allergi/høysnue er ikke-signifikante. Det igjen betyr at det er de sammenhengene som er uventet (dvs. fallende over relativt store intervall) som er ikke-signifikante, f.eks. at forekomsten av 'én eller annen plage' er klart fallende i CO<sub>2</sub>-forekomst. Av figuren ser det ut som om tiltak som kan reduseres CO<sub>2</sub>-forekomsten, vil ha en spesielt gunstig virkning på astmaforekomsten. Plager av allmennhelsekarakter blant barna forventes også å reduseres av slike tiltak.

### 5.1.2 Forekomst av støvfiber

Figur 5.2 viser at hovedtendensen er at jo mer støvfiber som finnes i en barnehage, jo hyppigere forventes lidelser av ulik karakter å forkomme. Alle disse sammenhengene er imidlertid meget uskarpt bestemte. Koeffisientene for nivå på fiberstøv-forekomsten og dets kvadrat er 'signifikant' på et 7,5%-nivå i den estimerte logit-ligningen for sannsynligheten for at et barn

ofte skal ha 'én eller annen plage'. Disse koeffisientene er ikke signifikant forskjellig fra null i de andre lidelses-ligningene.

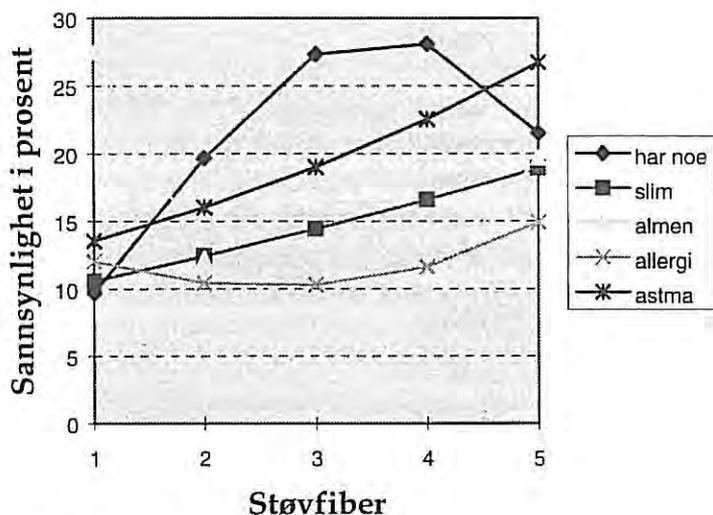


Fig. 5.2  
Sammenheng mellom sannsynlighet for lidelse/plage og forekomst av støvfiber

### 5.1.3 Forekomst av støvpartikler

Koeffisientene for forekomst av støvpartikler er signifikante kun i astma- og ofte 'én eller annen plage'-modellene. Av fig. 5.3 ser vi da også at de estimerte variasjonene i sannsynlighetene for allmennsymptomer, slimhinneplager og allergi/høysnue som følge av variasjon i målte verdier på 'antall' støvpartikler, er ganske små.

U-formen på sammenhengen mellom støvpartikler og sannsynligheten for astmatiske lidelser kan tolkes som at 'det er bedre med litt støv i krokene enn med et rent helvete'. Det er imidlertid grenser for hvor stor forekomst av støvpartikler som er tilrådelig. Den noe svakere, men likevel signifikante, omvendte U-formen på sammenhengen mellom forekomsten av 'har ofte én eller annen plage' og støvpartikler, svekker imidlertid den noe morsomme konklusjonen.

Det som er mest interessant her, er at det er variasjonen i støvfiberforekomsten som har størst betydning for problemfrekvensen.

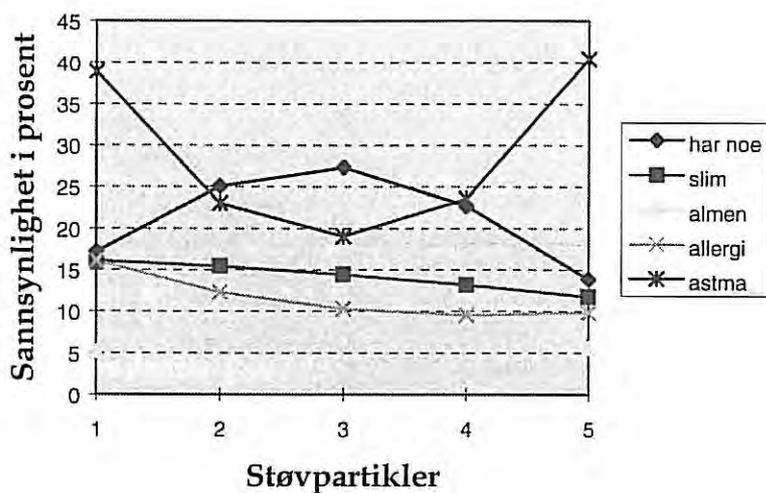


Fig. 5.3  
Sammenheng mellom sannsynlighet for lidelse/plage og forekomst av støvpartikler

### 5.1.4 Minimumstemperaturer nær golv

Av de sammenhengene som vises i fig. 5.4, er det bare sammenhengen mellom målte minimumstemperaturer og sannsynligheten for svaret 'har ofte en eller annen plage' som ikke er bygd på bruk av signifikante koeffisienter.

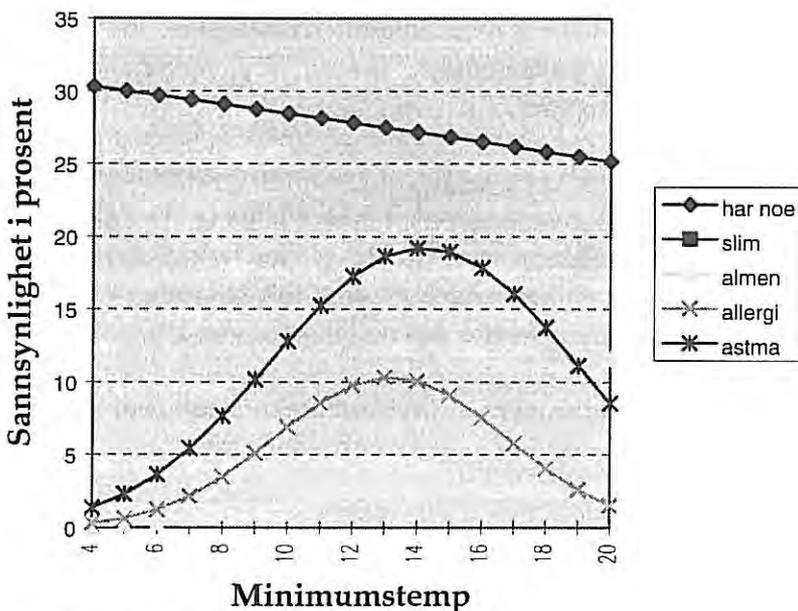


Fig. 5.4  
Sammenheng mellom sannsynlighet for lidelse/plage og målte minimumstemperaturer nær golv

For alle de tre signifikante sammenhengene er det slik at forekomsten av lidelser er stigende i minimumstemperaturen opp til et visst nivå for deretter å synke. Resultatet peker i retning av at en bør enten ha det kaldt eller varmt, ikke noen mellomting!! Vi tror ikke en skal legge for stor vekt på at den forventede forekomsten av lidelser faller når minimumstemperaturen stiger. Dette kan ha sammenheng med at vi har tvunget en kvadratisk struktur på dataene når modellen ble estimert. Vi velger derfor å tolke de estimerte-resultatene i retning av at en bør passe seg for å ha det altfor varmt i barnehagene.

### 5.1.5 Maksimumstemperaturer 1,1 m over golv

Når det gjelder maksimumstemperaturen 1,1 meter over golvet, fungerte de empiriske modellene for de tre typene av plager bedre uten enn med de variablene som beskriver denne. Heller ikke i forklaringen av forekomsten av astma og allergi/høysnue gav maksimumstemperaturen noe signifikant bidrag. Vi tar likevel med fig. 5.5 som en illustrasjon.

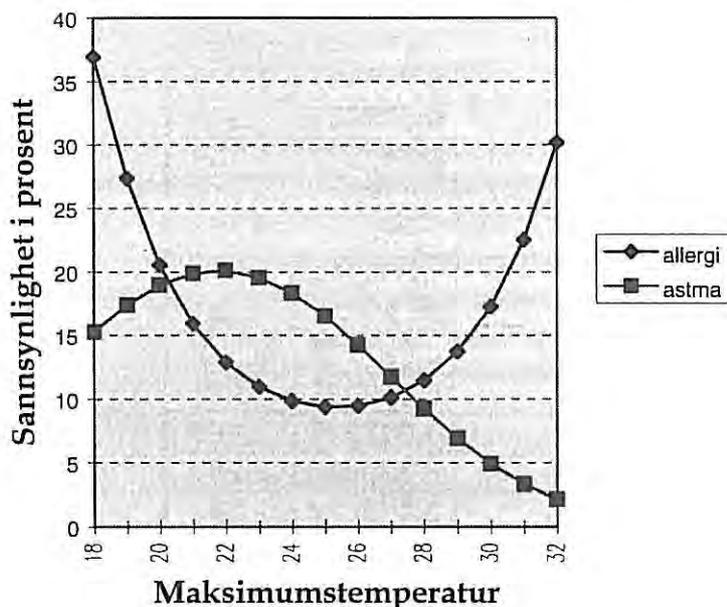


Fig. 5.5  
Sammenheng mellom sannsynlighet for lidelse/plage og målte maksimumstemperaturer 1,1 m over golv

En årsak til at fig. 5.5 er tatt med her, er at den (riktignok ikke-signifikant) estimerte sammenhengen mellom sannsynligheten for at et barn skal få/ha en allergisk lidelse har nettopp den formen vi regnet med at de fleste temperatureffektene skulle ha. Sannsynligheten for en lidelse eller plage er lavest ved et slags optimalnivå. Både positive og negative avvik fra et slikt 'optimalnivå' forventet vi skulle øke sannsynligheten for lidelse/plage. Dette forventede forløpet fant vi dessverre bare i dette ene ikke-signifikante tilfellet. Vi har dessverre ingen god forklaring på hvorfor vi fikk disse uventede forløpene til sammenhenger mellom forekomst av plager/lidelser og temperaturen i barnehagene. Kanskje kan det ha sammenheng med korrelasjon mellom høyreside-variabler i vår modell, f.eks. mellom temperaturer og CO<sub>2</sub>-konsentrasjon?

### 5.2 Statistiske modeller for barns sykefravær

Samvariasjonen mellom egenskaper ved barns sykefravær og egenskaper ved barnehagene undersøker vi ved hjelp av en regresjonsmodell. En del spesielle forhold knyttet til fraværdataenes karakter gjør at det ikke er opplagt hvilket mål på fraværet som er mest hensiktsmessig å bruke i den statistiske analysen. Det valget vi endte opp med var at vi estimerer en regresjonsligning med den naturlige logaritmen til en beregnet fraværssrate de siste 3 månedene som avhengig variabel. Denne ligningen estimerer vi så ved hjelp av en veide minste kvadraters-metode.

Tabell 5.6

Regresjonsligning med logaritmen til individuelle fraværstrater som avhengig variabel

	Koeffi- sient	t-verdi
INTERC	-15,943	-3,048
Alder	-0,14928	-0,694
Alder - kvadrert	0,016437	0,703
Ofte plaget av astma	<b>0,378404</b>	2,943
Ofte/av og til plaget av astma	0,152519	1,909
Ofte plaget av allergier/høysnue	-0,3012	-1,392
Ofte plaget av eksemmer	<b>0,25317</b>	2,882
Log(antall måneder i barnehagen)	-0,00373	-0,094
Mye slam ute	-0,15726	-1,413
Mye trafikk i nærheten	<b>0,582737</b>	3,512
Noe trafikk i nærheten	0,132985	0,921
Krypekjeller finnes	<b>0,317636</b>	2,485
Betong i himling	<b>0,338949</b>	2,953
Finnes en ikke-reparert fuktskade	<b>0,275024</b>	2,057
Senket himling i lekerom	-0,19798	-1,929
Installert kjøleanlegg	<b>-0,78466</b>	-4,54
Finnes balansert ventilasjon	<b>0,363475</b>	2,886
Hovedrengjøring sjeldnere enn årlig	<b>0,866208</b>	7,022
Fingre vaskes alltid før spising	0,104302	1,334
Fingre vaskes alltid etter dobesøk	0,039568	0,501
Daglig fuktmopping	0,180185	1,268
Daglig støvsuging	0,058388	0,453
Daglig tørrmopping	<b>0,347119</b>	2,862
Høyeste CO <sub>2</sub> -nivå	<b>0,002997</b>	4,188
Høyeste CO <sub>2</sub> -nivå - kvadrert	<b>-8,3E-07</b>	-3,891
Laveste relativ fuktighet	<b>0,183104</b>	3,126
Laveste relativ fuktighet - kvadrert	<b>-0,00525</b>	-3,745
Temperaturvariasjon over dagen	<b>0,150407</b>	4,077
Forekomst av minerallullfiber	0,159658	1,447
Støvfiber	-0,51736	-1,689
Støvfiber – kvadrert	0,085577	1,917
Minimumstemperatur nær golv – kvadrert	-0,00568	-1,472
Maksimumstemperatur 1,1 m over golv – kvadrert	-0,01308	-1,581
Minimumstemperatur nær golv	<b>0,316144</b>	3,058
Maksimumstemperatur 1,1 m over golv	0,546715	1,331
R <sup>2</sup> -adj	16,72%	

Barn begynner i barnehagen på ulike tidspunkt. Hadde vi brukt absolutt fravær som avhengig variabel, ville en stor del, kanskje det meste, av variasjonen i fraværet kunne blitt forklart med at den perioden barn hadde hørt til i barnehage, varierer. For å korrigere for dette beregner vi en fraværstrate. Vi velger videre å bruke fraværstraten for de siste tre månedene. Årsaken til dette ligger i de naturlige sesongvariasjonene i fraværet. 'De siste tre månedene' i vårt datamateriale er høysesong for fravær. Hadde vi da brukt 12-månedersraten, ville de som hadde vært

i barnehagen bare gjennom 'høysesongen' fått altfor høye fraværstrater. Begge disse to problemene kunne vi ha løst ved å bare tatt med opplysninger om de barna som har vært i barnehagen gjennom enten siste tolv eller gjennom siste tre måneder. Dette ville imidlertid ha innebåret at vi ville ha kastet bort deler av den informasjonen vi har.

Som vi omtalte i kapittel 4, viser Maddala (1983) at når den avhengige variabelen er en rate, som også kan tolkes som en sannsynlighet, vil variansen til restleddene i en ordinær minstekvadraters (OLS) regresjon avhenge av nivået på ratene<sup>14</sup>. Dette igjen innebærer at koeffisient-estimatene fra en OLS-regresjon ikke blir effektive. Gjennom å veie hver observasjon med den inverse til den empiriske variansen til forventet fraværstrater, og estimere modellen ved minste kvadraters metode, får man imidlertid estimert 'best linear unbiased' koeffisienter. At vi bruker logaritmen til fraværstraten, henger ganske enkelt sammen med at dette var det som ga den beste føyningen til data.

Koeffisientene i den estimerte modellen viser vi i tabell 5.6. Tabellen gir også T-verdien for nullhypotesen at hver enkelt av koeffisientene er lik null.

Etter vår mening utmerker den estimerte modellen seg med at et høyt antall av koeffisientene er signifikante og har det fortegnet vi forventer. I tabellen 5.6, som i andre tabeller i rapporten, har vi markert koeffisienter/effekter som er signifikant forskjellig fra null på et 5%-nivå med **fet skrift**, koeffisienter/effekter som er signifikant forskjellig fra null på et 10%-nivå markerer vi med *kursiv*.

Før vi går på diskusjonen av enkeltkoeffisienter vil vi nevne noen variabler vi utelot fra modellen. Både høy forekomst av ansatte røykere og røyking i hjemmet hadde koeffisienter som lå meget nært null (signifikansnivå på mer enn 80%!) og ble derfor utelatt. Som når det gjelder forekomsten av astma, tror vi at det vi har her er en seleksjonseffekt. Mye sykdom hos barn fører til at foreldre i mye mindre grad enn ellers røyker hjemme. Våre røykeresultater kan derfor absolutt ikke tolkes i retning av at passiv røyking ikke genererer sykdom og sykefravær. Her kan det også nevnes at vi på samme måte som i 'astmaligningen' prøvde å ta med areal blant forklaringsvariablene uten at vi fikk noen signifikante resultater verken på enkeltkoeffisienter eller noen signifikant bedre føyning. Denne dimensjonen er derfor utelatt fra de rapporterte resultatene.

Av de mest klare og sterke effektene i den estimerte modellen vil vi peke på to forhold, blant dem vi måler ved hjelp av dummier. Fraværet er klart større i barnehager hvor hovedrengjøring foretas sjeldnere enn hvert år, og barnehager som er sterkt utsatt for biltrafikk i nærmiljøet har også klart høyere fravær enn andre barnehager. Styrken i disse effektene kommer vi tilbake til når vi går inn på marginaleffekter av endringer i de ulike variablene. Blant de kontinuerlig målte variablene merker vi oss at vi finner en stigende konkav sammenheng mellom maksimalt CO<sub>2</sub>-nivå, minste relative fuktighet, høyeste temperatur målt 1,1 meter over golvnivå og laveste temperatur målt 10 centimeter over golvet. Alle disse sammenhengene er klart signifikant på 5%-nivå.

Et oppsiktsvekkende (i alle fall for oss, noe uventet) resultat i modellen for forklaring av barnas fraværstrater er at det at en barnehage har et balansert ventilasjonsanlegg, signifikant øker fraværet. Vi tror ikke at dette er et resultat av at et ventilasjonsanlegg i seg selv har en

---

<sup>14</sup> Med økonometriske termer betyr dette at modellen har en heteroskedastisk restleddsstruktur.

negativ helseeffekt. To andre hypoteser peker seg ut som mer plausible. Den første er at i et dårlig renholdt og vedlikeholdt ventilasjonsanlegg kan det avleires smuss i kanaler, i dette smusset kan det dannes skadelige mikrobiologiske organismer som skader inneklimate og helse-tilstand. Nettopp en slik hypotese har vært trukket fram som en mulig årsak til helseproblemer blant skolebarn ved Lakkegata skole høsten 1997.

Den andre alternative forklaringen på den positive koeffisienten i fraværsligningen for koeffisienten for dummiene for balansert ventilasjonsanlegg er en seleksjonshypotese som er beslektet med vår forklaring på den merkelige oppførselen til koeffisienten for dummiene knyttet til om barn var utsatt for røyking hjemme i 'astmaligningen'. Det er at kun de barnehagene som er mest utsatt for dårlig luft, får balanserte ventilasjonsanlegg. Et slikt ventilasjonsanlegg avhjelper kanskje de verste utslagene av den dårlige luften, men det eliminerer ikke problemene helt, rett og slett fordi anlegget ikke gir nok luft. Dermed blir eksistensen av et ventilasjonsanlegg mest en indikasjon på at det er problemer med luften innendørs. I vårt utvalg finnes flere barnehager med balansert ventilasjon som har CO<sub>2</sub> nivåer godt over 1 000 ppm.

Hvorvidt det er en slik seleksjonseffekt, dårlig vedlike- og/eller renhold eller rett og slett at ventilasjonsanlegg har en negativ helseeffekt, kan en ikke si noe om ved hjelp av de dataene vi bruker her. Når dette skal tolkes, må en imidlertid huske at koeffisienten sier noe om virkningen av ventilasjonsanlegget for et gitt nivå på CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen i luften. Nå er det jo faktisk slik at én av de gunstigste effektene av å installere balansert ventilasjon er at en får bedre luft, målt som redusert CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen (jf. resultatene som rapporteres i tabell 2.1). For å se den totale virkningen av balanserte ventilasjonsanlegg, må en dermed også trekke inn den gunstige virkningen av bedre luftutskifting. Resultatene våre bør helst ses på som en utfordring både med hensyn til prosjektering såvel som drift og vedlikehold av ventilasjonsanlegg.

Dataføyningen målt ved R<sup>2</sup> justert for antall frihetsgrader er såpass lav som 16,72%. Ser vi på F-testen for nullhypotesen at variasjonen i fraværstene ikke har noen sammenheng med modellens forklaringsvariable, finner vi at denne hypotesen forkastes helt klart. Vår tolkning av dette er at de variablene som finnes i vår modell, og som representerer egenskaper ved barnehager, forklarer naturlig nok bare en del av sykefraværet. Den (store) delen av fraværet som ikke forklares av modellen, forklares naturlig nok av andre forhold som f.eks. individspesifikk helsetilstand og rene tilfeldige variasjoner.

At bare en liten del av variasjonen i fraværet kan forklares av egenskaper ved barnehagene illustreres også når vi betrakter det en kan kalle for modellens evne til å diskriminere. Med diskriminering mener vi her rett og slett hvilken variasjon vi har i predikerte fraværstater for de barna modellen er estimert på. Ved å bruke en enkel prediksjonsregel (som vi skal diskutere i omtalen av marginaleffekter) finner vi liten variasjon i predikerte fraværstater. De predikerte fraværstaterne ligger mellom 3,7% til 24,7%, dette tilsvarer mellom 2,3 og 15,2 dager de siste 3 månedene. Nedre og øvre kvartil i fordelingen av predikerte fraværstater er hhv. 7,9 og 12,5%, eller 4,9 og 7,7 dager.

Marginaleffektene beregner vi ved å se på hvordan predikert fraværstater påvirkes av endringer i modellens høyreside-variable. Før vi går på dette skal vi diskutere et problem knyttet til det å formulere en prediksjonsregel. Ved å sette inn verdier for forklaringsvariablene kan den estimerte regresjonsligningen brukes til å gi et forventningsrett anslag på den naturlige logaritmen til fraværstaterne. Marginaleffekten på denne logaritmen av en endring på en enhet i én av forklaringsvariablene blir da ganske enkelt lik verdien på den tilhørende koeffisienten. Marginal-

effekter på logaritmen er imidlertid et ganske lite intuitivt (og dermed et ganske uinteressant) mål på styrken i effekter.

Når en prediksjonsregel for virkningen på fraværstrater skal formuleres, må en huske at den predikerte logaritmen er en stokastisk variabel. Dette medfører at det å ta antilogaritmen til den forventede logaritmen ikke gir noe forventningsrett anslag for fraværstraten. Goldberger (1968) viste at en slik anti-logaritmering, eller eksponensiering, gir medianen i fordelinga til fraværstraten. I den lognormale fordelinga til fraværstraten vil medianen ligge noe under forventningen. Vår enkle prediksjonsregel er rett og slett at vi setter predikert fraværstratelik medianen i fordelinga til fraværstraten. Prediksjonsregelen vår har den uheldige egenskapen at predikerte fravær blir lavere enn forventet fravær. Dette er imidlertid ikke noe stort problem for oss da vi i liten grad interesserer oss for predikerte fraværsnivåer. De størrelsene vi interesserer oss for, er differansen mellom prediksjoner basert på varierende nivå på forklaringsvariablene. Skjevheten i disse predikerte **differansene** er neglisjerbare!

Virkninger av endringer i forklaringsvariablene viser vi i tabell 5.7. I den modellen med logaritmen til fraværstraten som avhengig variabel som vi har valgt, vil marginaleffektene variere med nivået på fraværstraten. Vi har derfor valgt å beregne marginaleffektene rundt et referansealternativ som er konstruert på samme måte som i ligningen som forklarer forekomsten av astmatiske lidelser. Referansealternativet viser virkningen for et barn på fire og et halvt år. Kolonne 2 i tabellen 5.7 gir verdiene i referansealternativet, kolonne 3 gir den partielle endringen vi betrakter, kolonne 4 gir virkningen på den predikerte tre-månedlige fraværstraten. I de to siste kolonnene transformerer vi virkningen på fraværstraten over til en predikert virkning på årlig fravær siste tre måneder og på årsbasis. Virkningen på årsbasis beregner vi på den måten at vi utnytter at fraværstratene på tolv måneders-basis ligger på 50% av tre-månedersraten. Den 12-månedersraten vi får på denne måten, multipliseres så med et 'normalt' barnehageår på 226 dager.

Selv om vi foran viste at egenskaper ved barnehagene bare forklarer en relativt liten del av variasjonen i barnas sykefravær, viser tabellen at noen av sammenhengene er ganske så kraftige. Hvis hovedrengjøring skjer sjeldnere enn én gang i året, predikerer vår modell at dette øker barns sykefravær med opp mot 10 dager i året. Unnlates det å reparere en fuktskade som oppstår, øker predikert fravær med vel 2 dager. Begge disse to effektene er klare, og vi kan vel også si at de gir grunnlag for handlingsregler. En effekt vi merker oss er at vår estimerte modell synes å gi støtte til utsagn om at overdrevet fokus på hygiene ikke er entydig positivt helsemessig. Hvis en innskjerper rutinene slik at alle barn alltid vasker alle fingrene før de spiser, forventes det årlige fraværet per barn å vokse med 0,8 dager. Denne effekten er imidlertid ikke signifikant.

I tillegg til den direkte virkningen av CO<sub>2</sub>-innholdet i lufta på fraværet merker vi oss at vi tidligere har påvist at økt CO<sub>2</sub>-innhold øker astmasannsynligheten (se tabell 5.6). Den effekten som illustreres i fig. 5.6, er virkningen for et konstant nivå på astmasannsynligheten. Den totale effekten av variasjoner i CO<sub>2</sub>-innholdet er altså sterkere enn den partielle virkningen som gis i fig. 5.6.

Tabell 5.7  
Hva påvirker barnas fravær?

	Referanse alternativ	$\Delta$ -forklaringsvariabel	$\Delta$ -fravær-rate 3 mnd.	$\Delta$ -fravær 3 mnd.	$\Delta$ -fravær 12 mnd.
Ofte plaget av astma	0	1	<b>2,8</b>	<b>1,7</b>	<b>3,2</b>
Ofte/av og til plaget av astma	0	1	4,3	2,6	4,9
Ofte plaget av allergier-/høysnue	0	1	-1,6	-1,0	-1,8
Ofte plaget av eksemmer	0	1	<b>1,7</b>	<b>1,0</b>	<b>1,9</b>
Antall måneder i barnehagen	23,8	3	-0,003	0,0	0,0
Mye slam ute	0	1	-0,9	-0,6	-1,0
Mye trafikk i nærheten	0	1	<b>4,8</b>	<b>3,0</b>	<b>5,4</b>
Noe trafikk i nærheten	0	1	0,8	0,5	0,9
Krypekjeller finnes	0	1	<b>2,3</b>	<b>1,4</b>	<b>2,6</b>
Betong i himling	0	1	<b>2,4</b>	<b>1,5</b>	<b>2,7</b>
Finnes en ikke-reparert fuktskade	0	1	<b>1,9</b>	<b>1,2</b>	<b>2,1</b>
Senket himling i lekerom	0	1	-1,1	-0,7	-1,2
Installert kjøleanlegg	0	1	<b>-3,3</b>	<b>-2,0</b>	<b>-3,7</b>
Finnes balansert ventilasjon	0	1	<b>2,7</b>	<b>1,7</b>	<b>3,1</b>
Hovedrengjøring sjeldnere enn årlig	0	1	<b>8,4</b>	<b>5,2</b>	<b>9,5</b>
Fingre vaskes alltid før spising	0	1	0,7	0,4	0,8
Fingre vaskes alltid etter dobesøk	0	1	0,2	0,1	0,2
Daglig fukt-mopping	0	1	1,2	0,7	1,4
Daglig støvsuging	0	1	0,4	0,2	0,5
Daglig tørrmopping	0	1	<b>2,5</b>	<b>1,5</b>	<b>2,8</b>
Høyeste CO <sub>2</sub> -nivå	1 380	200	<b>0,7</b>	<b>0,4</b>	<b>0,8</b>
Laveste relativ fuktighet	18,42	5	<b>-1</b>	<b>-0,6</b>	<b>-1,1</b>
Temperaturvariasjon over dagen	8,42	1	<b>1</b>	<b>0,6</b>	<b>1,1</b>
Forekomst av minerallull-fiber	0	1	1,1	0,7	1,2
Støvfiber	3,17	1	0,7	0,4	0,8
Minimumstemperatur nær golv	13,41	1	<b>1</b>	<b>0,6</b>	<b>1,1</b>
Maksimumstemperatur 1,1 m over golv	24,41	1	-0,5	-0,3	-0,6

Leserveiledning til tabell 5.7:

*Fraværsmodellen brukes til å predikere fravær-rate for et referansealternativ. Referansealternativet er ett barn med de egenskapene som er listet i kolonnen 'Referansealternativ'*

sammen med egenskaper ved barnehagen barnet går i. I vårt konkrete eksempel blir fraværssraten i referanse lik 5,5%. Deretter endrer vi *én og én* av egenskapene på den måten som er beskrevet i kolonnen  $\Delta$ -forklaringsvariabel. De tre neste kolonnene gir predikerte konsekvenser av denne endringen. Ta f.eks. linjen for 'Mye trafikk i nærheten'. I referanse er denne variabelen satt lik null. Dette betyr at det ikke er mye trafikk i nærheten i referanse. Vi spør oss så hva som skjer med fraværet til et barn om alle andre karakteristika fra referanse beholdes, og vi sier at det er mye trafikk i nærheten av barnehagen (dvs. at vi setter variabelen 'Mye trafikk i nærheten' lik 1). Ved hjelp av modellen finner vi da at fraværssraten stiger med 4,8 prosentpoeng. Transformerer vi dette til fraværsdager, finner vi at fraværet i løpet av tre (vinter)måneder forventes å stige med 3 dager og det årlige fraværet forventes å stige med 5,4 dager. Mye trafikk i nærheten av en barnehage forventes altså å øke fraværet med 5,4 dager pr barn pr år.

Modellen viser videre at lave minimumstemperaturer nær golvet synes å generere mindre fravær enn høye minimumstemperaturer. Temperaturvariasjon, målt som differanse mellom høyeste og laveste temperatur nær golvet, genererer sykefravær. En økning i denne differansen på 1 grad øker predikert årsfravær med 1,1 dag.

Den konkavt voksende partielle sammenhengen mellom høyeste målte CO<sub>2</sub> innhold i barnehagen og predikert fravær kan illustreres som i fig. 5.6.

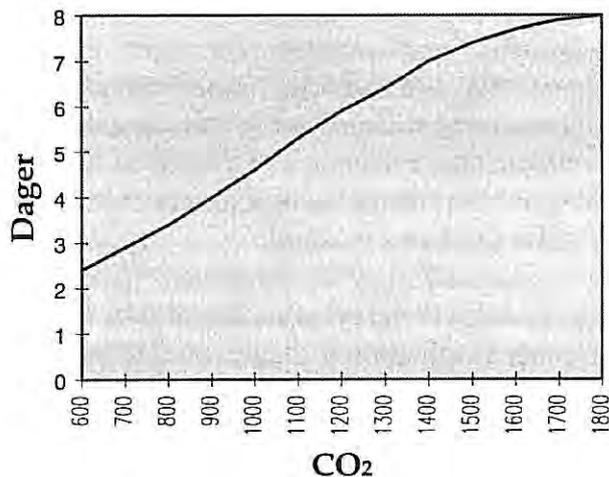


Fig. 5.6  
Fravær og høyeste målte CO<sub>2</sub>-innhold i lufta i barnehagen

Den estimerte sammenhengen mellom målte nivåer på forekomsten av støvfiber er som i fig. 5.7. Av figuren kan det synes som sammenhengen er U-formet.

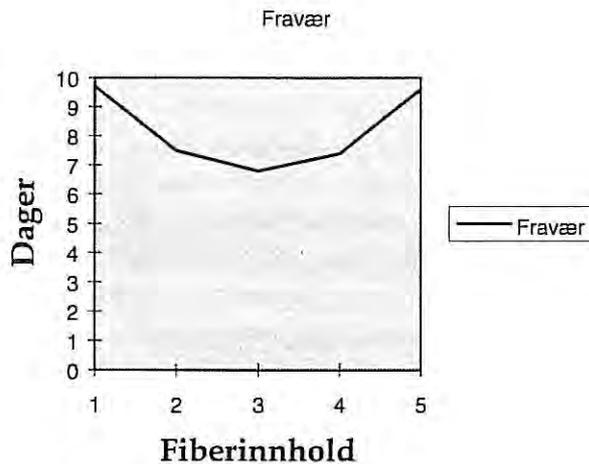


Fig. 5.7  
Fiberinnhold og fravær

Vi legger mindre vekt på den fallende sammenhengen for lave forekomster av støvfiber fordi forekomsten av de laveste verdiene er svært liten.

### 5.3 Foreldres fravær ved barns sykdom

Folk som har eller har hatt småbarn, vet at i tillegg til at sykdommen selvsagt er ubehagelig for barnet, så innebærer et sykt barn om morgenen et organisatorisk problem av ganske store dimensjoner i familien. Når foreldre i en slik situasjon velger eller blir nødt til å være borte fra arbeidet, er dette naturligvis en kostnad ved dårlig inneklima i barnehager hvis barnets sykdom henger sammen med inneklimaet i barnehagen.<sup>15</sup> For å få kontroll på størrelsen på sammenhengen mellom foreldres fravær fra arbeid og barns sykefravær, har vi kjørt en enkel OLS-regresjon med foreldres fravær ved barns sykdom som avhengig variabel og barns sykefravær som uavhengig variabel. I regresjonsligningen har vi søkt å inkorporere de formelle reglene for foreldres mulighet til å ta seg fri med lønn ved barns sykdom.

I familier med to voksne kan hver ta 10 dager fri i året ved barns sykdom. Er det ikke mer enn én voksen i familien, kan han ta fri i 20 dager. Det har vi inkorporert i regresjonsmodellen på den enkle måten at vi lar koeffisientene for barns årlige sykefravær på hhv. under 10 dager, mellom 10 og 20 dager og på mer enn 20 dager være forskjellig. Utskriften fra estimeringene finnes i vedlegg. Det kan imidlertid nevnes at føyningen målt ved  $R^2$  justert for antall frihetsgrader som forventet var meget høy (83,6%), og at koeffisientene var klart signifikante og ganske skarpt bestemte. De viktigste resultatene som vi skal bruke videre, er koeffisientene som kan tolkes som foreldrefravær pr. sykedag for barn.

For årlige fravær på mindre enn 10 dager gir hver sykedag for barna et foreldrefravær på 0,96 dager. For årlige fravær på hhv. mellom 10 og 20 dager og over 20 dager er de tilsvarende størrelsene 0,71 og 0,67 dager. Dette indikerer altså at når en nærmer seg eller overstiger grensene for det legale fraværet ved barns sykdom, søker foreldrene å finne andre løsninger enn å være hjemme når barna er syke. Videre indikerer den ganske høye koeffisienten (på 0,67 da-

<sup>15</sup> En indikasjon på at denne effekten kan ha stor betydning er at et firma som har tradisjon for å prise sin arbeidskraft høyt høsten 1997 søkte etter en medarbeider som skulle ta seg av de andre ansattes barn når de er syke.

ger) for fravær ut over 20 dager at det ikke i særlig grad lykkes for foreldrene å finne andre løsninger.

## 5.4 Ansattes helseplager

### 5.4.1 Empiriske modeller for forekomst av helseplager blant ansatte i barnehager

I dette avsnittet skal vi se på hvordan forekomsten av noen plager/lidelser blant ansatte i barnehagene i vårt utvalg samvarierer med individuelle kjennetegn og kjennetegn ved arbeidsplassen. Samvariasjonen beregner vi ved hjelp av estimeringer av logit-modeller. De lidelsene vi ser på, er forekomst av svarene har/har hatt astmatiske lidelser og har/har hatt allergier/høysnue.

Logit-modellen for astmatiske plager gir en forklaring på forekomsten som er signifikant bedre (signifikansnivå på 1,5%) enn en null-hypotese om at fordelingen av astmatiske plager er uavhengig av forklaringsvariablene. Videre gir en modell som inneholder beskrivelser av egenskaper ved barnehagen også en signifikant bedre beskrivelse av dataene enn en modell som bare inneholder beskrivelser av alder og kjønn på de ansatte. En mer direkte måte å si dette på er at ved hjelp av vår statistiske analyse får vi klart forkastet en hypotese om at arbeidsmiljøet til barnehageansatte ikke påvirker forekomsten av (selvdefinerte) astmatiske lidelser blant dem.

Den estimerte modellen vår for forekomst av allergier/høysnue gir atskillig mindre konklusive resultater. Våre data gir ingen støtte til en hypotese om at variasjonen i forekomsten av allergier/høysnue påvirkes av variasjoner i arbeidsmiljøet i barnehagene. Kanskje kommer dette av at disse plagene i ganske stor grad er forårsaket av individuelle 'toleranser' og påvirkninger forut for yrkeskarrieren til folk. Spørsmålet i vårt spørreskjema er utformet slik at vi har fått svar på om ansatte har eller har hatt denne typen plager. Det kan dermed være at mange av dem som svarer ja på dette spørsmålet, har opplevd slike plager tidligere, og at det således er naturlig at forekomsten ikke samvarierer i særlig grad med det fysiske arbeidsmiljøet som det er i dag.<sup>16</sup>

Selve de estimerte logitmodellene for forekomsten av astma og allergier/høysnue finnes i et vedlegg. Som en oppsummering av de estimerte effektene gir vi i tabell 5.8 marginaleffekter målt rundt de gjennomsnittlige sannsynlighetene for hver av de to lidelsene. På tross av at den empiriske modellen for sannsynlighet for allergier/høysnue fungerte ganske dårlig, velger vi å ta også denne modellen med i framstillinga.

I tabellen 5.8 vil vi også vise marginaleffekter for sannsynlighetene for en del andre plager. Før vi går løs på den samlede beskrivelsen av marginaleffektene, skal vi beskrive både oppbyggingen av disse andre modellene og hvordan de fungerer statistisk sett.

---

<sup>16</sup> Det er spurt på samme måten når det gjelder de astmatiske lidelsene. Likevel fant vi jo for dem en klar samvariasjon mellom forekomsten og egenskaper ved det fysiske arbeidsmiljøet.

På samme måte som for barna grupperer vi plagene og bruker aggregatene 'slimhinnerelaterte plager' og allmennhelse-relaterte plager' i de videre statistiske analysene. I tillegg til disse to typene (aggregatene) av selvrapporterte plager skal vi se på forekomsten av at ansatte har rapportert en eller annen plage uavhengig av hvilke plager det dreier seg om.

Slimhinnerelaterte plager:           ofte kløe/svie i øyne  
  ofte irritert nese  
  ofte halsplager  
  ofte heshet/hoste  
  ofte pustebevis

Allmennhelse-relaterte plager:   ofte tung i hodet  
  ofte hodepine  
  ofte svimmel/ør  
  ofte konsentrasjonsproblemer  
  ofte opplevelse av trøtthet

Alle de tre modellene som estimerer den multiple samvariasjonen mellom forekomsten av ansatte som er 'ofte plaget' og settet vårt av forklaringsfaktorer, fungerer på viktige måter ganske godt statistisk sett. Med det mener vi at alle modellene er klart signifikant (alle tre modellene er signifikante på et lavere nivå enn 1%) bedre enn en alternativ hypotese om at fordelingen av plagene ikke har noen sammenheng med settet av forklaringsvariable.

Det neste spørsmålet vi undersøker er så om de barnehagerelaterte faktorene gir et signifikant bidrag til føyningen til data. Dette gjør vi ved å teste<sup>17</sup> om empiriske modeller som inneholder både individspesifikke og barnehagerelaterte kjennetegn i settet av forklaringsvariablene, er signifikant bedre enn modeller som bare inneholder individspesifikke kjennetegn. Også når dette forholdet vurderes, fungerer de estimerte modellene godt. En hypotese om at forekomsten av plager blant barnehageansatte er uavhengig av hvordan det fysiske arbeidsmiljøet i barnehagen er, forkastes for alle tre modellene. Altså gir våre estimeringer gode grunner til å tro at ofte forekomst av 'minst en plage', slimhinneplager og allmennhelseplager har sammenheng med inn klimaet i den barnehagen den ansatte jobber i.

---

<sup>17</sup> I omtalen av logitmodellen for forklaring av forekomsten av astmatiske lidelser blant barn er de statistiske testmetodene som brukes også her nærmere beskrevet.

Tabell 5.8

Virkning på sannsynligheten (målt i prosent) for noen plager/lidelser – ansatte

	Endring i sannsynligheten for å ha:				
	minst én plage	slimhin- neplage	allmenn- plage	astma- plager	allergi/ høysnue
Gjennomsnittssannsynlighet	68,8	29,6	43,6	16,3	26,7
Er mann	<b>-21,4</b>	3,6	- 3,4	<b>- 12,5</b>	-8,9
Er mellom 25 og 40 år	-8,8	<b>-16,6</b>	<b>-14,7</b>	-5,6	6,1
Er over 40 år	<b>-17,0</b>	<b>-18,4</b>	<b>-25,2</b>	-7,4	3,7
Har ofte/av og til astmatisk plage	7,9	<i>12,7</i>	<b>15,5</b>		
Har ofte/av og til allergi/høysnue	8,6	<b>15,9</b>	6,8		
Har ofte/av og til eksemplage	<i>10,1</i>	3,1	9,1		
Mye trafikk i nærmiljøet	- 0,6		- 9,1	-5,9	
Noe trafikk i nærmiljøet	- 4,8		- 6,9	1,5	
Finnes en reparert fuktskade	<b>-21,1</b>	-5,2	1,6	- 0,8	
Finnes en ikke-reparert fuktskade	3,4	-7,6	17,4	10,7	<b>18,1</b>
Betong i himling	<b>22,6</b>	<b>28,3</b>	20,3		
Mineralull i himling	<b>-31,4</b>	-4,1	9,4		-8,6
Spor av mineralullfiber funnet	<b>20,6</b>	-1,1	0,3		-0,6
Mulighet for manuell styring av temperatur	-9,7	<b>-15,3</b>	<b>-22,3</b>		
Finnes kjeller	<b>-20,4</b>				
Finnes krypekjeller					
Senket himling i lekerom	<b>19,4</b>	12,0	7,4		
Hovedrengjøring sjeldnere enn én gang i året	<b>-28,3</b>	-11,8	7,1		9,1
Mer enn to røykere blant ansatte				12,5	
Installert kjøleanlegg			<b>- 40,3</b>		
Mekanisk avtrekk (vifte)	<i>16,6</i>		<i>24,0</i>		7,6
Balansert ventilasjon finnes	- 8,4		<b>31,7</b>		-0,4
Fuktmopping benyttes daglig		<i>14,5</i>	5,3		
Støvsuging daglig			12,8		
Tørrmopping daglig			7,4		

I en helhetsvurdering av hvordan modellene fungerer statistisk sett, må vi selvsagt også se på i hvor stor grad de enkelte koeffisientene i modellene er signifikant forskjellig fra null og har de fortegn vi forventer ut fra teoretisk kunnskap (eller ut fra sunn fornuft og velbegrunnede fordommer). Disse spørsmålene tar vi opp i drøftingen av tabell 5.8. I denne tabellen beregner vi marginalvirkninger på sannsynlighetene for å ha én av de spesifiserte plager/lidelser, av endringer i bakgrunnsvariablene på samme måte som vi gjorde for forekomst av plager og lidelser blant barna i tabell 5.5. I tabell 5.8 gjør vi det også slik at effekter som er signifikant forskjellig fra null på et 5%-nivå markeres med **fet skrift**, mens de som er signifikant forskjellig fra null på 10%-nivå markeres med *kursiv*.

Tabellen rapporterer bare virkningene av de av forklaringsvariablene i de empiriske modellene som måles i form av dummy-variable.

Et trekk som går igjen i de fem ligningene, er at menn har lavere sannsynlighet for å være plaget eller å ha en lidelse. En mulig forklaring på dette er at en del unge menn avtjener verneplikt (siviltjeneste) i barnehager. Om det samtidig er slik at de som velger sivilteneste i stedet for militærtjeneste, gjennomgående er sunnere enn gjennomsnittsbefolkningen på samme alderstrinn, skulle en vente å få nettopp de 'kjønns'resultatene som vi faktisk fant i våre estimeringer. Det er for øvrig vanlig i slike undersøkelser at kvinner rapporterer flere plager og symptomer enn menn. I så måte skiller ikke vår undersøkelse seg ut her.

Ligningene som skal forklare forekomsten av utsagnene har/har hatt astma og allergier/høysnue blant de barnehageansatte utmerker seg med svært få signifikante koeffisienter. Den barnehagerelaterte forklaringsvariabelen som slår kraftigst ut på astma- og allergi/høysnue-sannsynligheten, er helt klart det at det finnes en fuktskade i barnehagen som ikke er reparert. Nesten 10% av de ansatte jobber i en barnehage hvor dette er tilfellet. I astmaligningen har vi inkludert forekomst av to eller flere røykere blant de ansatte. Dette øker astmasannsynligheten, men ikke signifikant. Den kan være en direkte røykeeffekt som rammer røykerne selv; den kan også være en effekt av passiv røyking.

Ytterligere en indikasjon på at de estimerte modellene ikke fungerer så bra, finner vi når vi bruker modellene til å predikere astma- og allergi/høysnuesannsynligheter for de ansatte i datamaterialet vårt. Variasjonen i dem, målt som differansen mellom øvre og nedre kvartil i fordelingene til de predikerte sannsynlighetene, er ganske lav. Differansen ligger noe over 10% for astma-modellen og noe under 10% for allergi/høysnue-modellen.

I de tre ligningene for sannsynlighet for at de ansatte skal oppleve at de ofte har plager av ulik grad, finner vi ganske mange signifikante koeffisienter. Noen av dem har imidlertid merkelige fortegn. For eksempel ser vi at mye trafikk i nærmiljøet reduserer sannsynlighetene for allmennhelse-plager! Reparerte fuktskader reduserer sannsynligheten for både ofte å ha en eller annen plage i det hele tatt og for slimhinneplager. Er dette bare en merkverdighet i vårt datasett – eller er det slik at de aller fleste barnehager har små fuktskader slik at situasjonen faktisk er best i de barnehagene som har 'diagnostisert' en fuktskade og rehabilitert sine våtrom og andre rom, som kan ha små fuktskader?

Et annet noe overraskende trekk tabell 5.8 viser, er at det er en tendens til at folk mellom 25 og 40 år har noe mindre helseplager enn dem som er yngre. De som har de aller laveste sannsynlighetene for helseplager, er de som er over 40 år. Dette må ses i lys av resultatene som vi illustrerer i fig. 5.13, og som viser at sannsynligheten for en del plager er stigende med hvor lenge folk har jobbet i barnehagen. Ser en disse to resultatene i sammenheng, kan en stille seg spørsmålet om det er slik at det på mange måter er fysisk slitsomt å jobbe i barnehage, og at det er de mest robuste som holder ut lenge i en slik jobb?

Muligheten for manuell styring av temperaturen når oppvarming brukes, viste seg å ikke fungere godt i modellene for lidelsene astma/allergi/høysnue. Forekomsten av 'ofte plaget' er imidlertid ganske sterkt fallende i slike temperaturstyringsmuligheter. Et resultat som er naturlig å se i sammenheng med dette, er at forekomsten av allmennplager er sterkt fallende når det installeres kjøleanlegg.

Senket himling i lekerom øker sannsynligheten for ofte å ha en eller annen plage med nesten 20 prosentpoeng. Også sannsynligheten for de to andre spesifiserte plagene er større når det finnes slike senkede himlinger. Kanskje de senkede himlingene gir gode vekstmuligheter for ulike typer av mikroorganismer. Den siste variabelen vi vil peke på blant dem som påvirker

plage-sannsynlighetene er 'Spor av mineralull funnet' som øker sannsynligheten for allmennplager med 20 prosentpoeng. Sannsynligheten for det å ofte oppleve en eller annen plage og slimhinneplager påvirkes derimot ikke i særlig grad av forekomsten av slike spor.

Sammenhengen mellom de forklaringsvariablene som måles kontinuerlig og plage-/lidelses-sannsynligheter illustrerer vi gjennom en serie av figurer. De er normalisert slik at når forklaringsvariabelen har en verdi som er lik 'sitt eget gjennomsnitt', er sannsynligheten for plage/lidelse lik den empiriske hyppigheten i datamaterialet.

Før vi går på de konkrete beskrivelsene av disse sammenhengene vil vi henlede oppmerksomheten på et forhold. Når en i en del av figurene ser at noen av de fem linjene mangler, er det fordi vi i modellformuleringene fant at de empiriske modellene fungerer bedre uten disse forklaringsvariablene. Vi har, på samme måte som da vi presenterte tilsvarende figurer for forekomst av plager blant barn, valgt å inkludere også ikke-signifikante sammenhenger i figurene. Dette kommer vi tilbake til i de konkrete diskusjonene av hver enkelt figur.

#### 5.4.2 Lidelser/plager blant barnehageansatte og CO<sub>2</sub>-konsentrasjoner

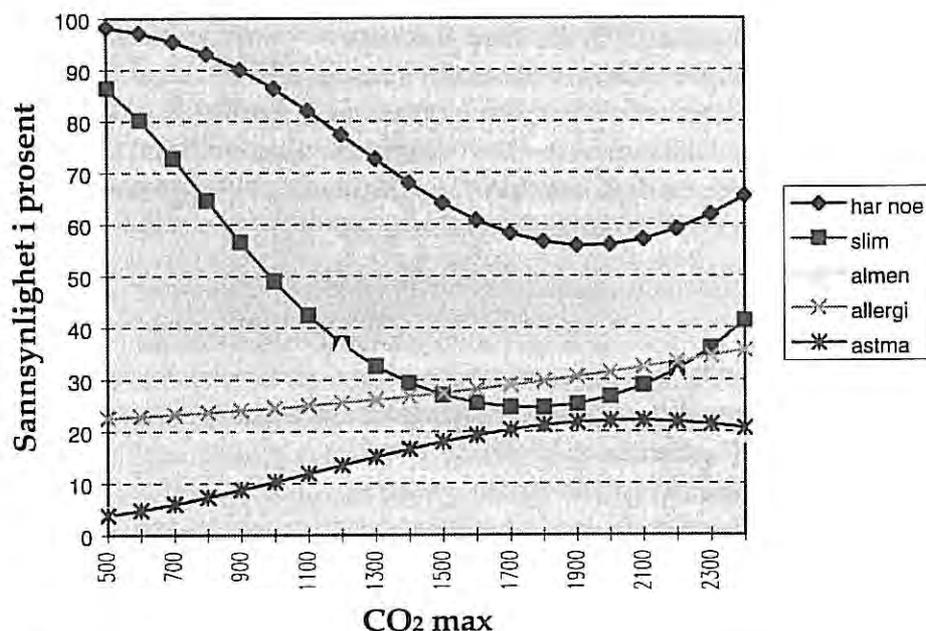


Fig. 5.8  
Sammenheng mellom sannsynlighet for lidelse/plage og CO<sub>2</sub>-innhold i lufta, ansatte

Både høyeste målte CO<sub>2</sub>-innhold og dets kvadrat er signifikante forklaringsvariable i alle modellene, unntatt i ligningen for forekomsten av allergier/høysnue. Det er litt vanskelig å forstå den signifikant fallende sammenhengen mellom maksimalt CO<sub>2</sub>-innhold og både slimhinne-relaterte plager og ofte forekomst av en eller annen plage. Astmasannsynligheten er monoton og ganske kraftig stigende i CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen i lufta over hele det relevante variasjonsområdet. Opp til et maksimalt CO<sub>2</sub>-innhold på 1 600 ppm er sannsynligheten for allmenn-helseplager stigende i CO<sub>2</sub>-innholdet i lufta, deretter er den fallende. Her kan en imidlertid merke seg at 87% av de ansatte i vårt utvalg jobber i en barnehage hvor det høyeste målte CO<sub>2</sub>-innholdet i lufta er mindre enn nivået for vendepunktet. Når det gjelder sammenhengen mellom CO<sub>2</sub>-konsentrasjon og sannsynligheten for ulike lidelser og plager, kan en for øvrig merke seg at strukturen i resultatene for ansatte og barn er relativt like.

Når det gjelder målene for støvinnhold i barnehagene, kan en merke seg at vi ikke fant det hensiktsmessig å bruke modeller som inkluderte målte nivåer for avleiringer av støvfiber for noen av lidelsene eller plagene. Forekomst av støvpartikler er med i den empiriske modellen for 'har ofte en eller annen plage'. Koeffisientene for disse størrelsene er imidlertid ikke signifikante.

### 5.4.3 Lidelser/plager blant barnehageansatte og relativ luftfuktighet

Når det gjelder virkningen av den relative luftfuktigheten, oppfatter vi det som en rimelig utgangshypotese at både altfor høy luftfuktighet og for tørr luft vil kunne generere negative helseeffekter. Visuell inspeksjon av fig. 5.10 peker så absolutt i retning av at denne utgangshypotesen har noe for seg. I alle fall ser det ut til å være riktig for allmennhelseplager og ofte forekomst av 'en eller annen plage'. Vi merker oss imidlertid at de empiriske modellene for forekomsten av svarene 'har/har hatt lidelsene astma og allergier/høysnue' fungerte best når mål for de høyeste målte verdiene på relativ luftfuktighet ikke ble inkludert.

Dette forholdet kan ha sammenheng med et forhold vi såvidt har vært inne på tidligere. Astmatiske lidelser og allergier/høysnue blant voksne er kanskje i større grad determinert av tidligere 'erfaringer' enn av eksponeringer av ulike typer i dagens arbeidsmiljø. En annen mulig forklaring ligger i selve utformingen av spørsmålet til de ansatte om disse lidelsene. Når vi spør om folk har eller har hatt slike lidelser, kan det være at mange av dem som svarer positivt har vært plaget av disse lidelsene tidligere. Ut fra dette er det kanskje ikke så rart at det blir vanskelig å spore noen empirisk korellasjon mellom forekomsten av bekreftende svar og egenskaper ved dagens arbeidsmiljø. I dataene våre har vi dessverre ingen mulighet til å skille dem som bare har vært plaget tidligere fra dem som fremdeles er plaget eller som har fått slike lidelser den sisten tiden.

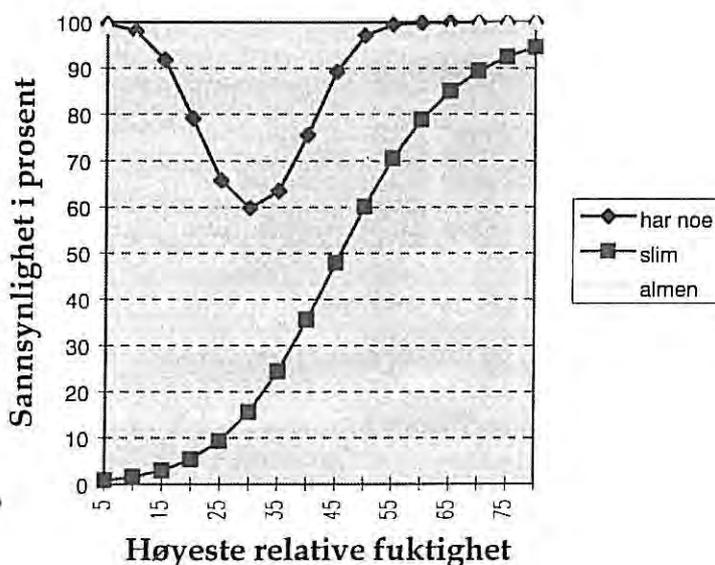


Fig. 5.10

Sammenheng mellom sannsynlighet for lidelse/plage og målte nivåer for maks. relativ fuktighet

Sammenhengen mellom den høyeste målte relative luftfuktigheten og forekomsten av helseplager relatert til slimhinnene er ikke signifikant. Forekomsten av en eller annen plage og allmennhelseplager samvarierer imidlertid signifikant med den relative luftfuktigheten og denne størrelsens kvadrat.

Som fig. 5.10 viser, ligger den gunstigste luftfuktigheten når det gjelder forekomsten av plager/allmennhelseplager på mellom 25 og 40. Om lag tre av fire barnehageansatte jobber i barnehager hvor den relative luftfuktigheten ligger innen dette intervallet. Hovedtrekket er altså både positive og negative avvik fra et slags gunstigste nivå kan være med på skape helseplager. Vi tror at dette trekket ved den estimerte modellen avspeiler en egenskap ved virkeligheten. Likevel bør en være forsiktig med å legge for stor vekt på tolkning av ytterpunktene i figuren. Predikerte plage-sannsynligheter beveger seg opp mot én (eller 100 prosent) når den høyeste målte relative luftfuktigheten over dagen beveger seg ut av intervallet mellom 20% og 55%. Når vi predikerer i disse ytterpunktene, må vi imidlertid ta hensyn til at vi da predikerer for verdier som ligger utenfor de verdiene vi fant i vårt datamateriale. Naturligvis bør en ikke legge like stor vekt på resultatene av en slik ekstrapolering som av intrapoleringer.

#### 5.4.4 Lidelser/plager blant barnehageansatte og minimumstemperatur nær golv

Minimumstemperaturen nær golvet slår bare signifikant ut i den empiriske modellen som forklarer forekomsten av allmennhelseplager.

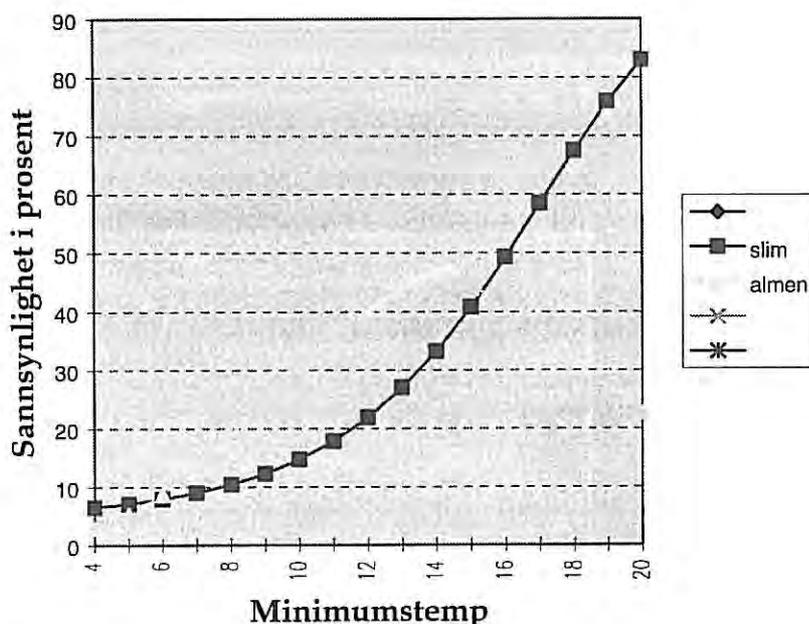


Fig. 5.11

Sammenheng mellom sannsynlighet for lidelse/plage og minimumstemperatur nær golv

Maksimumstemperaturen vel 1 meter over golvet gir et signifikant bidrag til forklaring av forekomsten av astma og allergier/høysnue. Formen på sammenhengen mellom maksimumstemperatur og plage-sannsynligheter er imidlertid noe merkelig. På samme måte som når vi betraktet plage-sannsynligheter blant barnehagebarn, tror vi at resultatet for de ansatte bør tolkes noe forsiktig. Vår tolkning av resultatene for både maksimums- og minimumstemperaturer er noe slik som at «en bør passe seg for å ha det for varmt i barnehagen».

### 5.4.5 Lidelser/plager blant barnehageansatte og maksimumstemperaturer 1,1 m over golv

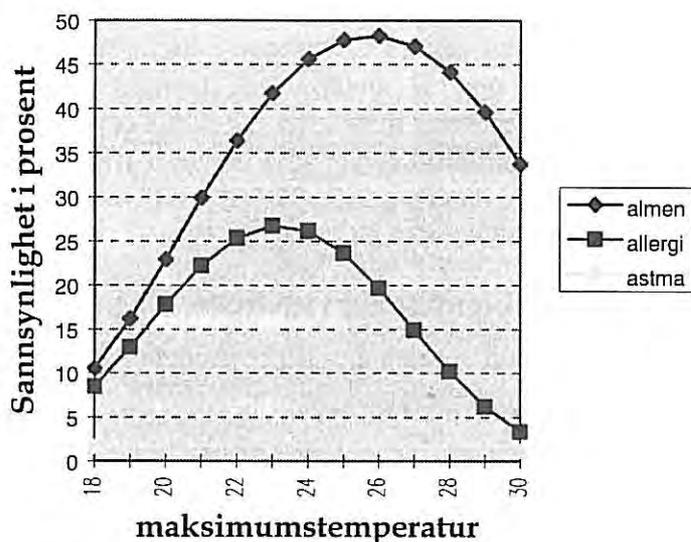


Fig. 5.12

Sammenheng mellom sannsynlighet for lidelse/plage og maksimumstemperatur 1,1 m over golv

Temperaturvariasjon, målt på forskjellige måter, gir også positive bidrag til sannsynligheten for at man ofte skal ha en eller annen plage, og for at en ofte skal ha en slimhinnerelatert plage.

### 5.4.6 Lidelser/plager blant barnehageansatte og antall år jobbet i barnehagen

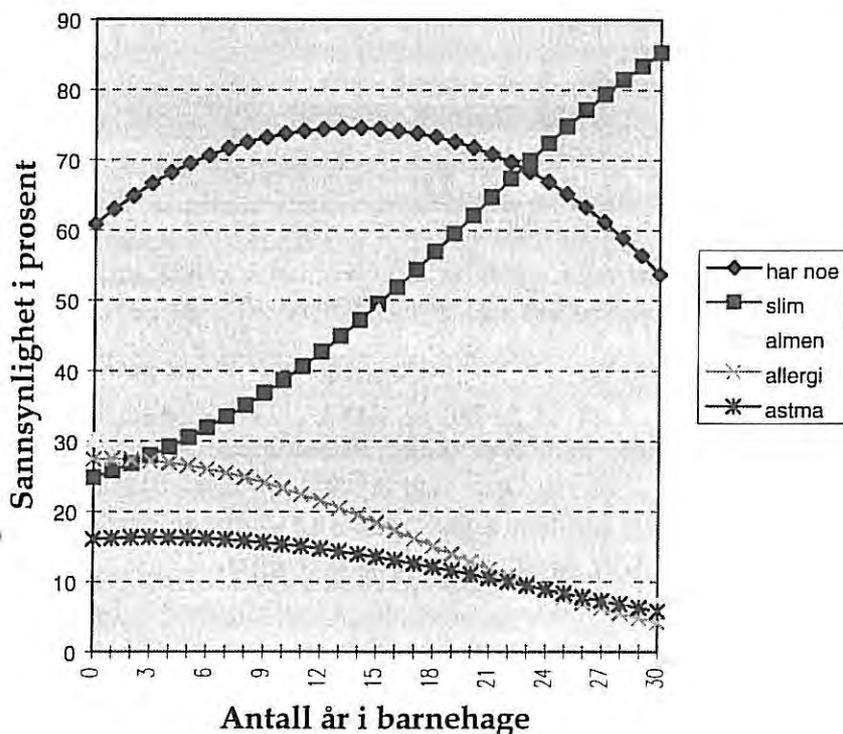


Fig. 5.13

Sammenheng mellom sannsynlighet for lidelse/plage og antall år en har jobbet i barnehagen

Figur 5.13 viser at den estimerte sannsynligheten for at en barnehageansatt skal ha eller har hatt astma og allergier/høysnue er svakt fallende i den tiden de har jobbet i barnehagen. Denne effekten er imidlertid ikke signifikant forskjellig fra null for noen av de to lidelsene. Ja, den eneste modellen hvor lengde på den perioden en har vært ansatt slår ut i signifikante koeffisienter er modellen for sannsynlighet for allmennhelseplager. I denne modellen er sannsynligheten for å ofte være plaget av allmennhelsesymptomer stigende i den tiden en har jobbet i barnehage fram til tolv år, deretter er den fallende ved økende ansettelsestid.

En kan nok ikke si at det er bare å vente til en har vært ansatt i barnehagen i mer enn tolv år, så reduseres allmennhelseplagene betydelig. Det er kanskje heller slik at vi igjen har en seleksjonseffekt: de som jobber mer enn ti til femten år, er nettopp dem som har den mest robuste helsen!?!)

## 5.5 Ansattes sykefravær

Den samme teknikken som vi brukte i korrelasjonsanalysen av barnehagebarnas sykefravær, bruker vi også når de ansattes sykefravær skal analyseres. Det betyr at vi estimerer den naturlige logaritmen til fraværshastigheten som en lineær funksjon av et sett av forklaringsvariable. Koeffisientene i denne funksjonen estimerer vi ved hjelp av den veide minste kvadraters metoden som Maddalla (1983) foreslo. I tabell 5.9 viser vi estimerte koeffisienter og t-verdier for de partielle null-hypotesene om at hver enkelt av koeffisientene er lik null, i denne ligningen.

Etter vår mening forklarer den estimerte modellen en ganske stor del av den totale variasjonen i de barnehageansattes sykdomsfravær. Vi oppfatter med andre ord en  $R^2$  justert for antall frihetsgrader på 26,6% som meget tilfredsstillende. En kan så stille seg spørsmålet om i hvor stor grad dette er et resultat av de individspesifikke effektene, og i hvor stor grad det henger sammen med de registrerte egenskapene ved det fysiske arbeidsmiljøet i barnehagene. For å svare på dette estimerte vi modellen fra tabell 5.9 med en skranke om at alle andre koeffisienter enn de individuelle kjennetegn var lik null. Denne beskrankede modellen viste seg å være signifikant dårligere enn den 'fullstendige' modellen på alle meningsfulle signifikansnivå.<sup>18</sup>

En annen måte å betrakte denne testen på er å si at vi i testen helt klart har fått forkastet en nullhypotese om at fraværet for barnehageansatte er uavhengig av egenskaper ved det fysiske arbeidsmiljøet i en barnehage.

I tillegg til at vurderingen av  $R^2$  og testen av vår modell opp mot en modell som bare inneholder individspesifikke effekter var positive, er bildet positivt også når vi ser på fortegn og signifikansnivå for enkeltkoeffisienter. De fleste fortegn er rimelige. Unntakene finner vi når vi ser på fuktskader og det forhold at barnehagen har installert balansert ventilasjonsanlegg. Fuktskader reduserer sykefraværet – dette har vi ingen fornuftig forklaring på. Ventilasjonsanlegg ser ut til å øke sykefraværet. Årsaken til dette ligger nok i det vi tidligere har omtalt som seleksjonseffekter, vedlikeholdsproblemer og i samspillet mellom koeffisientene for dummen for installert ventilasjonsanlegg og  $CO_2$ -innhold i lufta i barnehagen.

<sup>18</sup> Vi brukte en F-test for lineære skranke i en regresjonsmodell. Denne testen er beskrevet i f.eks. Johnston (1984)

Tabell 5.9

Regresjonsligning med den naturlige logaritmen til individuelle fraværstrater for ansatte i barnehager, som avhengig variabel

	Koeffi- sient	T-verdi
INTERCEP	-17,37	-1,30
Er mann	<b>0,647</b>	2,65
Er mellom 25 og 40 år	<b>0,632</b>	2,61
Er over 40 år	0,164	0,58
Antall år ansatt i barnehagen	<b>0,162</b>	3,92
Kvadrert år i barnehagen	<b>-0,008</b>	-3,47
Har ofte/av og til astmatisk plage	-0,039	-0,17
Har ofte/av og til allergi/høysnue	0,229	1,35
Har ofte/av og til eksemplage	<b>0,454</b>	2,71
Mye trafikk i nærmiljøet	0,824	1,94
Noe trafikk i nærmiljøet	<b>0,706</b>	2,26
Finnes en reparert fuktskade	-0,435	-1,32
Finnes en ikke-reparert fuktskade	-0,609	-1,57
Mulighet til manuell temperaturstyring	0,078	0,31
Mekanisk avtrekk (vifte)	-0,430	-1,55
Balansert ventilasjon finnes	0,171	0,57
Oppvarm. bare radiator/panel	0,349	1,51
Hovedrengjøring sjeldnere enn én gang i året	0,335	1,09
Fuktmopping benyttes daglig	0,535	1,65
Høyeste målte CO <sub>2</sub> -nivå	<b>0,0039</b>	2,38
Kvadrert CO <sub>2</sub> -nivå	<b>-1E-06</b>	-2,16
Forekomst av støvfiber	0,727	1,04
Kvadrat støvfiber	-0,087	-0,86
Forekomst av støvpartikler	<b>-1,25</b>	-2,04
Kvadrat støvpartikler	0,174	1,86
Minimumstemp. Nær golv	-0,027	-0,14
Kvadrert minimumstemp.	0,003	0,44
Temperaturvariasjon over dagen	0,073	1,26
Makstemp. 1,1 m over golv	1,03	0,91
Kvadrert maks.temp.	-0,026	-1,14
R <sup>2</sup> -adj - prosent	26,6	

For å oversette koeffisientene i regresjonsligningen, som jo viser virkningen på den naturlige logaritmen til fraværstraten, til en mer intuitiv skala bruker vi den samme typen framstilling som når barnas fraværdata ble presentert. Vi velger et referansealternativ der de fleste dummyvariabler settes lik null, og kontinuerlig målte forklaringsvariable settes lik sitt gjennomsnitt. Noen justeringer har imidlertid blitt gjort for å få fraværstraten i referansealternativet til å ligge i nærheten av den gjennomsnittlige fraværstraten.

I dette referansealternativet beregner vi den forventede naturlige logaritmen til fraværstraten. Vi velger så å predikere en fraværstrate som eksponenten til den forventede naturlige logaritmen til fraværstraten. Som vi tidligere har vært inne på, faller denne valgte prediktoren ikke sammen med den forventede tre måneders fraværstraten! Virkningen på årsbasis beregner vi på

den måten at vi utnytter at fraværstene på tolv måneders basis ligger på 40% av tre-månedersraten. I beregningen av årsfravær blant barnehagebarn var det tilsvarende tallet 50%; dette kan bety at det er noe sterkere sesongvariasjoner i voksnes sykdom enn i barns sykdom,

Tabell 5.10  
Barnehagens effekt på de ansattes fravær

	Referanse alternativ	$\Delta$ -forklaringsvariabel	$\Delta$ -fravær-rate 3 mnd. (prosent)	$\Delta$ -fravær 3 mnd. (dager)	$\Delta$ -fravær 12 mnd. (dager)
Er mann	0	1	<b>6,8</b>	<b>4,2</b>	<b>6,2</b>
Er under 25 år	0	1	<b>-3,5</b>	<b>-2,2</b>	<b>-3,2</b>
Er over 40 år	0	1	-2,8	-1,7	-2,6
Antall år ansatt i barnehagen	6	1	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>
Har ofte/av og til astmatisk plage	0	1	-0,3	-0,2	-0,3
Har ofte/av og til allergi/høysnue	0	1	1,9	1,2	1,8
Har ofte/av og til eksemplage	0	1	<b>4,3</b>	<b>2,7</b>	<b>3,9</b>
Mye trafikk i nærmiljøet	0	1	0,9	0,6	0,9
Ingen trafikk i nærmiljøet	0	1	<b>-3,8</b>	<b>-2,4</b>	<b>-3,5</b>
Finnes en reparert fukt-skade	0	1	-2,6	-1,6	-2,4
Finnes en ikke-reparert fukt-skade	0	1	-3,4	-2,1	-3,1
Mulighet til manuell temperaturstyring	0	1	0,6	0,4	0,6
Mekanisk avtrekk (vifte)	0	1	-2,6	-1,6	-2,4
Balansert ventilasjon finnes	0	1	1,4	0,9	1,3
Oppv. bare radiator/panel	0	1	3,1	1,9	2,9
Hovedrengjøring sjeldnere enn en gang i året	0	1	3,0	1,9	2,7
Fuktmopping benyttes daglig	0	1	5,3	3,3	4,8
Høyeste målte CO <sub>2</sub> -nivå	1 400	200	<b>1,3</b>	<b>0,8</b>	<b>1,2</b>
Forekomst av støvfiber	3	1	0,9	0,6	0,9
Forekomst av støvpartikler	3	1	<b>-0,2</b>	<b>-0,2</b>	<b>-0,2</b>
Minimumstemp. nær golv	13	3	1,7	1,1	1,6
Vertikal temperaturvariasjon	2	1	0,6	0,4	0,5
Makstemp. 1,1 m over golv	23	2	-2,7	-1,7	-2,5
Fraværstrate – referanse	7,4%				

det kan jo også være at dette er en tilfeldig egenskap ved vårt datamateriale. Den 12-månedersraten vi får på denne måten multipliseres så med et 'normalt' barnehageår på 230 dager.

Den tredje kolonnen viser den endringen vi gir forklaringsvariablen når endring i fravær beregnes.

Tabell 5.7 tilsvarer tabell 5.10 med den forskjell at tabell 5.7 gir en analyse av partielle sammenhenger mellom barns fravær og et sett med bakgrunnsvariable. I tilknytning til tabell 5.7 har vi gitt en leserveiledning som kan brukes i lesingen av tabell 5.10 også.

Tabell 5.10 viser at både ansatte over 40 år og de under 25 år har lavere fravær enn de i 'mellemgruppen'. Det er kanskje litt overraskende da vi fant at tilbøyeligheten til å ha ulike plager var fallende i alder. Har det relativt høyere fraværet blant mellomgruppen sammenheng med at det er i denne gruppen vi finner flest småbarnsforeldre, og at folk med småbarn har en del fravær som følge av barnas sykdom? Det er ikke noe særlig forskjell å spore mellom dem som jobber i barnehager med mye trafikk og der hvor det er noe trafikk. Fraværet er imidlertid klart lavere for dem som ikke er plaget av trafikkbelastning i arbeidsplassens nærmiljø.

Skjer hovedrengjøring sjeldnere enn én gang i året, øker dette det predikerte fraværet med nesten 3 dager i året. Bruk av fuktmopping i det daglige renholdet øker årlig fravær med noe mindre enn 5 dager.

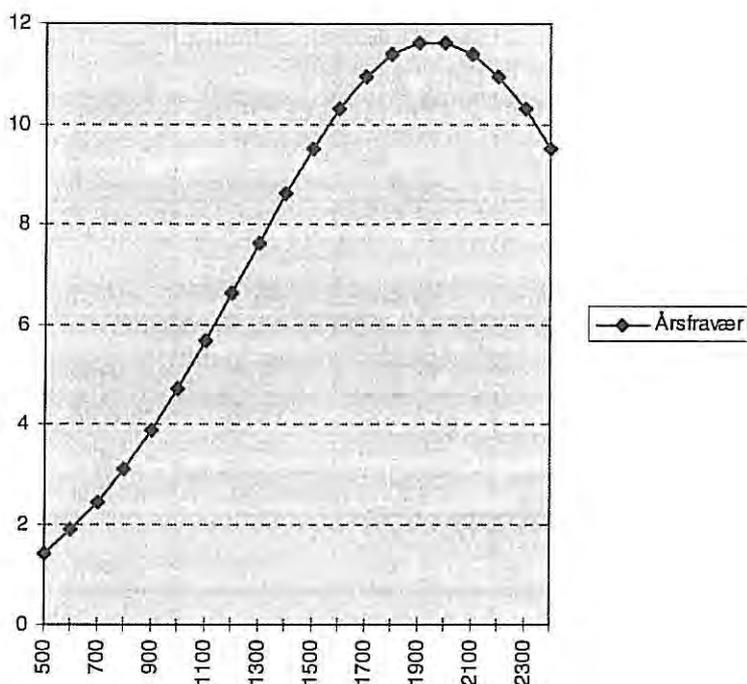


Fig. 5.14  
Predikert årlig fravær for barnehageansatte og CO<sub>2</sub>-konsentrasjon

I neste kapittel skal vi fokusere nærmere på forventede virkninger av tiltak som bidrar til å redusere CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen innendørs i barnehagen. Vi ser derfor i fig. 5.14 på hvordan predikert fravær samvarierer (partielt) med CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen. Dette gjør vi igjen slik at det predikerte fraværet når CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen ligger på sitt 'eget gjennomsnittsnivå', blir lik gjennomsnittsfraværet i utvalget (dvs. 7,6 dager i året).

Som figuren viser er den estimerte sammenhengen mellom CO<sub>2</sub>-konsentrasjon og sykefravær blant barnehageansatte absolutt ikke ubetydelig. En merker seg også at denne funksjonen har et vendepunkt når CO<sub>2</sub>-konsentrasjon passerer 2 000 ppm. Det er nok ikke slik at faktisk sykefravær er fallende når dette nivået passerer. Årsaken til denne 'vippen' er heller at mindre enn 10% av våre observasjoner har en CO<sub>2</sub>-konsentrasjon på mer enn 2 000 ppm, og at den funk-

sjonsformen vi har valgt, er kvadratisk. De fleste observasjonene ligger i intervallet 1 100 – 1 900. Når en kvadratisk form velges, får vi fram at sammenhengen er konkavt stigende over dette 'mest relevante' nivået.<sup>19</sup>

For å bli enda bedre kjent med estimeringsresultatene viser vi i fig. 5.15 også den estimerte sammenhengen mellom det predikerte årlige fraværet til en ansatt og den tiden han har vært ansatt i barnehagen.

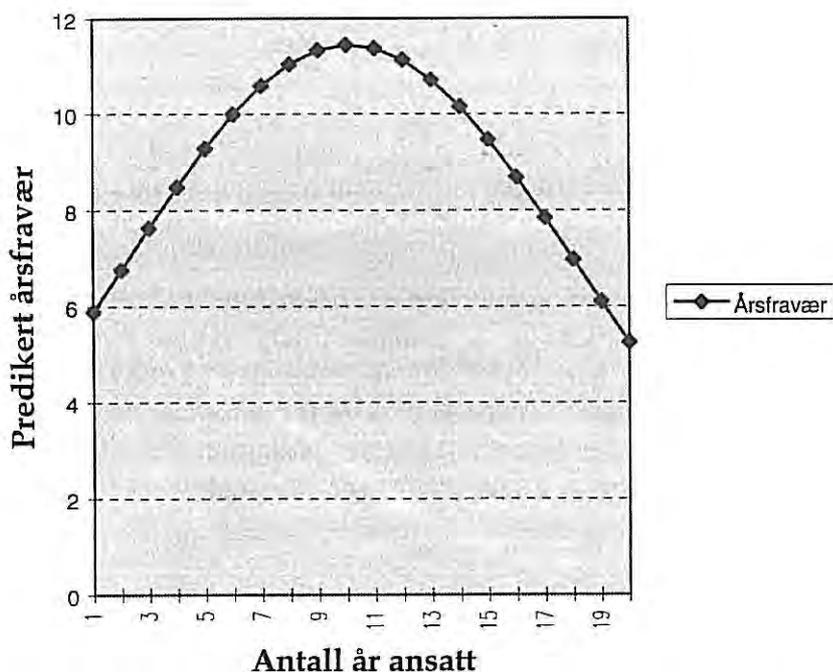


Fig. 5.15  
Predikert årlig fravær for barnehageansatte og antall år ansatt

Tidligere har vi vært inne på to mulige forklaringer på denne sammenhengen hvor fraværet er høyest for de som har jobbet i barnehagen i rundt 10 år. For det første kan det være et resultat av den naturlige sammenhengen mellom alder og den tiden en har vært i arbeidslivet. Kanskje er de som har jobbet mellom åtte og tolv år i én og samme barnehage i stor grad dem som selv har barn som går i barnehage. Om dette er tilfellet vil nettopp denne gruppen kunne ha et høyere fravær fordi de er hjemme med syke barn innimellom. Den andre mulige forklaringen er at de som holder lenge ut i én og samme barnehage, er folk med en generelt god helse. Om dette er tilfellet kan en si at vår antall-år-ansatt-variabel og dens kvadrat i realiteten fungerer som proxier for den uobserverte generelle helsetilstand for de ansatte.

<sup>19</sup> En kan selvsagt alltid spørre seg om en ikke heller skulle ha valgt en annen funksjonsform. Her kan det f.eks. være at det den naturlige logaritmen hadde vært gunstigere enn den kvadratiske transformasjonen vi bruker. På den annen side, når vi bruker en kvadratisk form blir konkaviteten en hypotese som støttes av estimeringsresultater. Hadde vi brukt en logaritmisk transformasjon hadde konkaviteten blitt en antagelse vi hadde tvunget på dataene.

## 6. LØNNER DET SEG Å HEVE KVALITETEN PÅ INNEKLIMAET I NORSKE BARNEHAGER?

Econ (1993), som vi omtalte i kapittel 1, indikerer helt klart at en kan svare bekreftende på spørsmålet i kapitteloverskriften. For å heve presisjonsnivået på disse konklusjonene noe skal vi betrakte virkningene av noen tiltak for bedring av inneklimaet. De tiltakene vi velger å se på, er installasjon av ulike typer ventilasjonsanlegg. Viktige grunnlagsdata i disse analysene vil være de sammenhengene vi har estimert i kapittel 5. Før vi går på de konkrete kvantitative analysene, skal vi diskutere en del begreper som vi vil bruke. Vi vil også gi et generelt oppsett over kostnadskomponenter som det er naturlig å knytte til f.eks. forekomst av uheldige egenskaper ved inneklimaet i en barnehage.

Et forhold er helt grunnleggende å huske på når vi går løs på det vi har valgt å kalle for en kostnadsanalyse. Gevinstene av inneklimainvesteringer vil stort sett bestå i å fjerne kostnader knyttet dårlig inneklima.

I kap. 6.2 vil vi trekke fram prinsipper for vurdering av størrelsen på enkelte kostnadskomponenter. De størrelsene som brukes senere i vurderinger av konkrete tiltak, vil også presenteres her. Innen det prosjektet som rapporteres her, har vi ikke hatt anledning til å gå ut å lage egne estimater på komponentenes størrelse. Anslagene som brukes vil derfor dels være kombinasjoner av opplysninger fra eksisterende kilder, dels vil de baseres på skjønn. Dessverre vil også en del av de tallene vi presenterer ha preg av å være mer regne-eksempler enn av å være empiriske resultater.

### 6.1 Hvilke kostnader finnes og hvem bærer dem?

Selve ordet kostnad skal vi bruke på en måte som kanskje for noen virker fremmed. Med 'en kostnad' vil vi rett og slett forstå 'en ulempe'; en ulempe eller noe som en vil være villig til å betale for å slippe unna. Prinsipielt kan en argumentere for at de samfunnsøkonomiske kostnadene knyttet til en spesifisert ulempe kan måles som det de som bærer ulempen er villige til å betale for å slippe unna ulempen. I enkelte sammenhenger vil dette være uproblematisk – i andre mer vanskelig å akseptere. Godtar vi f.eks. at det er bedre å bruke offentlige midler til å behandle rikes enn fattiges helseplager?

Dette er selvsagt store og vanskelige problemer. Vi kommer ikke til å presentere noen løsning på dem. De 'løses' ved at noen kostnadskomponenter kvantifiseres i kronebeløp, noen kvantifiseres på andre måter, og til sist har vi også en del kostnadskomponenter som det er uproblematisk å bli enige om at finnes, men som er meget vanskelig å si noe om størrelsen på.

Når vi på denne måten velger å ikke fullt ut transformere alle kostnadskomponentene til krone-størrelser, er vi på linje med det valg som ble gjort i bl.a. Rosendahl (1996). Han skriver på side 44:

*En objektiv verdsetting av slike effekter (dvs. helseskader) er imidlertid etisk problematisk, og det bør overlates til beslutningstakere å foreta endelige vurderinger basert på eget verdisyn.*

I tillegg til etiske og fordelingspolitiske aspekter som de som er berørt ovenfor, ser vi også et annet viktig argument for å ikke kvantifisere alle kostnadskomponenter. Dette går på mulighet for enighet. Om man i en lønnsomhetsanalyse viser at et tiltak gjør at samfunnet enten taper eller vinner et statistisk liv, vil det nok være enighet om dette bør påvirke de beslutninger som tas. Vi tror imidlertid at om/når økonomiske analytikere tallfester verdien av statistiske liv, så vil mye av debatten vris bort fra de konkrete tiltakene til å bli en debatt om verdien av statistiske liv er satt for høyt eller for lavt.

Som nevnt i kapittel 1 skal vi bruke noe av den samme systematiseringen av kostnadskomponentene som Rosendahl (1996) brukte. Det vil si at vi deler kostnadene i tre forskjellige kategorier: en slags ren-økonomiske kostnader, i helse- og i allokeringskostnader<sup>20</sup>. De ulempene som kan genereres av uheldige egenskaper ved inn klimaet i barnehager påføres ulike aktører. Vi begynner derfor med å liste de forskjellige aktør-nivåene (eller -typene). I 'kostnadsmodellen' vi bruker, spesifiserer vi seks ulike aktørnivå/-typer. For hver av disse lister vi kostnader fordelt på kostnadskategorier. Nå vil det ikke være slik at alle de kostnadene vi lister opp, alltid vil finnes og være større enn null. En type kostnad vi tar med som kanskje ikke så ofte finnes, er posten *'Ineffektiv personalutvelgelse som følge av at folk med barn velges bort'*. I oversikten over kostnadskomponenter vil vi ønske å sette opp viktige potensielle kostnader.

Som en forenkling vil vi videre definere ulempe/kostnad ved uheldige egenskaper ved inn klimaet i en barnehage som de forventede ulempene. Det innebærer at vi ikke regner den risikoen som folk utsettes for som en ulempe/kostnad. Dette vil være riktig om alle aktører er risikonøytrale, noe som ikke er spesielt sannsynlig. Årsaken til at vi ikke prøver å 'verdsette' risikoer og risikoreduksjoner er at det er vanskelig å finne prinsipper som en kan enes om. Vi velger derfor igjen bare å peke på at (kunnskap om) risikoeksponering kan være en ulempe i seg selv.

Barna og deres familie:

Helsekostnader:

- Barnas lidelse når de er syke
- Barnas lidelse når de har en eller annen form for plage
- Foreldre og søskens lidelse når barn lider

Ren-økonomiske kostnader:

- Foreldres ulempe ved at de må være hjemme fra arbeid
- Egenbetalt reoperasjonsinnsats

Barnehageansatte:

Helsekostnader:

- Ansattes lidelse når de er syke
- Ansattes lidelse når de har en eller annen form for plage

Ren-økonomiske kostnader:

- Ansattes ulempe ved at de må være hjemme fra arbeid
- Egenbetalt reoperasjonsinnsats
- Redusert produktivitet i ubetalt betalt arbeidsaktivitet

<sup>20</sup> Strengt tatt gjør vi det litt ulikt da Rosendahl (1996) inkluderte allokeringskostnadene i de rene økonomiske kostnadene. Forskjellen er bare en forskjell i form - ikke i innhold.

Barnehagen og dens eiere:

Ren-økonomiske kostnader:

- Vikarkostnader ved ansattes sykefravær
- Redusert produksjon når fast ansatte er borte fra arbeid

Allokeringskostnader:

- Mindre forutsigbarhet i planlegging av aktiviteten når det er usikkerhet rundt fraværet til barna

Foreldres arbeidsgivere:

Ren-økonomiske kostnader:

- Vikarkostnader ved ansattes sykefravær
- Ineffektiv utnyttelse av kapital
- Organisatoriske problemer ved arbeidet når (nøkkel)personal er borte

Allokeringskostnader:

- Ineffektiv personalutvelgelse som følge av at folk med barn velges bort

Offentlig sektor<sup>21</sup>:

Ren-økonomiske kostnader:

- Refusjon av sykepenger til arbeidsgivere ved mer enn 14 dagers sammenhengende fravær
- Eventuell utgifter til uføretrygding og atføring
- Ytelse av hjelpe- og grunnstønad
- Refusjon av medisinkostnader
- Finansiering av helsetjenester

Samfunnet for øvrig:

Allokeringskostnader:

- Kostnader ved skattefinansiering av økte offentlige utgifter
- Kostnader ved en annen sammensetning av offentlige utgifter enn det en ville ha valgt om en ikke hadde vært nødt til å reparere inneklimateinduserte ulemper

Noen av disse posten krever en del kommentarer og drøftinger. Dette gjelder både spørsmål om hva som prinsipielt inngår i kostnadene og også om hvilke data som kan hjelpe oss til å fastsette størrelsen på noen av kostnadene. Neste underkapittel tar opp nettopp disse spørsmålene.

## 6.2 Målinger av størrelsen på enkelte kostnadskomponenter

De subjektive lidelsene knyttet til sykdom og helseplager blant barn og ansatte i barnehager oppfatter vi som den kanskje viktigste kostnaden knyttet til dårlig inneklimate. Resultater i Rosendahl (1996) antyder at helsekostnader (eller redusert helsetilstand) utgjør 90% av de samlede samfunnsøkonomiske kostnadene knyttet til helseeffekter av lokal partikkelforurensing i Oslo i 1992. Vi velger altså likevel å ikke prøve å måle dem i en størrelse (som f.eks. kroner) som gjør at de direkte kan sammenlignes med andre størrelser og investeringer for reduksjon av ulempene.

---

<sup>21</sup> Med offentlig sektor mener vi her offentlig produksjon av helsetjenester og trygdevesenet. Offentlig sektor som eier av barnehager og som eventuell arbeidsgiver for foreldrene til barna som går i barnehagen kommer inn rett under disse punktene.

Et forbehold må tas når det gjelder utsagnet om at vi ikke kvantifiserer de subjektive lidelsene knyttet til sykdom og helseplager. En del av de lidelsene som initialt påføres, lindres gjennom reparasjonstiltak som medisinerer eller medisinsk behandling. Hadde alle reparasjonstiltak blitt finansiert av de som selv er rammet, kunne vi ha konkludert med at kostnadene knyttet til reparasjonstiltak er mindre enn verdien av reduksjonen i lidelsene. Slik kunne vi ha konkludert fordi de utsatte var villige til å betale kostnadene. Nå er det jo imidlertid slik at store deler av medisin og helsetjenester finansieres av det offentlige. Også om vi antar at beslutningene om å bruke offentlige midler på helsetiltak er rasjonelle, kan vi konkludere med at reparasjonskostnader er lavere enn verdien av reduksjon i lidelsene. Når utgifter knyttet til lindring av lidelser inkluderes blant de ren-økonomiske kostnadene, så blir det altså nettokostnadene, dvs. kostnader etter 'reparasjon', knyttet til lidelser, vi ikke måler som en pengesum.

I våre konkrete lønnsomhetsberegninger vil vi ha behov for anslag for både behandlings- og medisinkostnader for astma- og allergilidelser. Kostnadene ved at en person ekstra får en slik lidelse setter vi lik gjennomsnittskostnaden i gruppen. Dette er helt klart en forenkling. Om det er slik at nye tilfeller er marginale tilfeller, kan en jo også si bruk av gjennomsnittstall vil representere en systematisk overvurdering av kostnadene. Et forhold som taler mot et slikt argument er at det nok kan være at en del av de faktorene som kan være med på å generere nye tilfeller samtidig vil kunne forverre helsetilstanden til barn og/eller ansatte som allerede har lidelsen.

### 6.2.1 Kostnader knyttet til behandling av astma

I faktavedlegget til Handlingsplan for forebygging av astma, allergi og inneklimasykdommer er de årlige kostnadene (i 1994 målt ved dette årets kroneverdi) til ressursbruk for helsetjenester (inkludert grunn- og hjelpestønad) til barn med astma beregnet til gjennomsnittlig å være lik 4 500 kroner<sup>22</sup>. Med en generell prisstigning på 6,5% fra 1994 fram til 1997 blir vårt anslag på denne kostnadskomponenten lik 4 900 1997-kroner.<sup>23</sup> Det knytter seg en del problemer eller spørsmål til det å bruke dette tallet i våre lønnsomhetsanalyser.

Det gjennomsnittstallet vi presenterte i forrige avsnitt er kostnaden pr barn mellom 0 og 15 år. De tiltakene vi skal beregne virkninger av, er tiltak som forventes å kunne påvirke helsetilstand til barn mellom 3 og 6 år. Det er ikke usannsynlig at kostnaden pr astmatilfelle er høyere i denne aldersgruppen enn blant eldre barn. For eksempel kan det være at kostnader ved å diagnostisere er høyere blant småbarn rett og slett fordi nye tilfeller som andel av alle tilfeller er større enn i denne gruppen. Det kan også være at hyppigheten av akutt alvorlige tilfeller er større blant småbarn. Kanskje er denne siste effekten størst blant barn under 3 år?

Neste spørsmål vi stiller oss er om kostnaden knyttet til en konstatert forekomst av astma lik kostnaden knyttet til en forekomst av det vi i vårt spørreskjema har karakterisert som har hatt

<sup>22</sup> Dette beløpet fordeler seg med 590 kroner i bruk av kommunehelsetjeneste, 1.000 kroner i bruk av helsetjenester ved somatiske institusjoner, medikamentbruk på 1.950 kroner, 910 kroner i grunn-/hjelpestønad og 50 kroner i trygdeadministrasjon.

<sup>23</sup> Det er jo slett ikke sikkert at kostnadene til denne typen reparasjonstjenester har utviklet seg i takt med det generelle prisnivået. F.eks. har jo leger gjennom den aktuelle perioden hatt en betydelig reallønnsvekst. I NOU (1997:6) dokumenteres det at prisene på legemidler har hatt en svakere vekst enn veksten i det generelle prisnivået. Samtidig har det imidlertid skjedd en betydelig vridning mot bruk av (nye og) dyrere medikamenter. Alt i alt er det nok god grunn til å tro at vi med vårt anslag undervurderer veksten i 'reparasjonskostnadene' fra 1994 til 1997.

eller har astmatiske lidelser ofte/av og til. Svaret på dette spørsmålet er nok nei! I Econ (1993) refereres det til undersøkelser som viser at 3 – 5% av barna har legediagnostisert astma og at om lag 10% har astma, ifølge foreldrenes vurdering. I vårt utvalg av barnehagebarn i aldersgruppen mellom tre og sju år, er 5,9% ofte plaget av astmatiske lidelser. Dette tror vi ikke er unormalt høyt ettersom alle våre barnehager ligger i Oslo-/Akershusområdet, og at våre empiriske estimeringer viser at astmaforekomst samvarierer klart med egenskaper ved barnehagene. Disse forholdene sett i sammenheng gjør at vi finner det rimelig med høyere astmaforekomst i vårt utvalg enn i en norsk totalpopulasjon av barn.

Så mye som 13,1% av barna i vårt utvalg har/har hatt astmatiske plager av og til. Kostnadene knyttet til reparasjonsaktiviteter for disse er nok lavere enn kostnadene til reparasjonsaktivitet hos dem som er ofte plaget. Videre tror vi at vårt anslag på 4 900 kr egentlig gjelder for den gruppen på rundt 5% som er ofte plaget. For å få et anslag på gjennomsnittlige reparasjonskostnader som er naturlig å knytte til den noe større gruppen av dem som har/har hatt astmatiske plager ofte eller av og til, er vi igjen nødt til å være noe kreative og gjøre et sett av antakelser:

- i) Reparasjonskostnadene knyttet til forekomsten av har/har hatt astmatiske plager av og til er en tredjedel av de tilsvarende kostnadene knyttet til de som har legediagnostisert astma.
- ii) Det forventede forholdet mellom antall barn som er ofte plaget, og dem som er plaget av og til, er konstant når den samlede forventede astmaforekomsten i en gruppe endres.

Ved å kombinere disse to antakelsen finner vi at gjennomsnittlige reparasjonskostnader pr forekomst av har/har hatt astmatiske plager ofte eller av og til blir lik 2 650 1997-kroner.

Når det gjelder reparasjonskostnader for voksne astmatikere, går vi fram på samme måten som for barna. Gjennomsnittlig årlig reparasjonskostnad for voksne astmatikere med diagnostisert astma blir da lik 8 600 1997-kroner. De høyere kostnadene for voksne enn for barn har sammenheng med større innslag av alvorlige astmatiske lidelser blant voksne astmatikere. Heller ikke dette tallet tror vi er hensiktsmessig å bruke direkte i våre kalkyler. Det er to grunner til dette. For det første er forekomsten av utsagnet har/har hatt astmatiske lidelser i vårt utvalg av barnehageansatte 16,7%, mens forekomsten av astma i befolkningen er anslått til 2,5%. For det andre er nok en del av dem med de alvorligste astmatiske lidelsene ikke i arbeid. Dette vil samtidig være dem som oppbærer de høyeste reparasjonskostnadene.

På samme måte som for barna kan vi ikke gjøre noen 'korrekt' justering for de identifiserte skjevhetene i de tallene vi har funnet. Vi velger derfor også her å gjøre et eksplisitt sett med antakelser som gir mulighet til å korrigere kostnadstallet pr astmatifelle blant barnehageansatte:

- i) Gjennomsnittlige reparasjonskostnader for legediagnostiserte astmatifeller blant barnehageansatte er 60% av kostnadene i gjennomsnittsbefolkningen. Dette først og fremst fordi vi tror at bruken av sykehustjenester og tung medikamentering er klart høyest blant astmatikere utenfor arbeidslivet og i fysisk lettere arbeid enn arbeid i barnehage.

- ii) To prosent av barnehageansatte har en legediagnostisert astma<sup>24</sup>. De resterende 14,7% har astmatiske lidelser av noe lettere karakter. For lidelser av lettere karakter antar vi at reparasjonskostnadene er en tredjedel av kostnadene knyttet til diagnostisert astma.
- iii) Det forventede forholdet mellom antall ansatte som har diagnostisert astma og dem som har/har hatt en lettere astmatisk lidelse antas å være konstant når den samlede forventede astmaforekomsten i en gruppe endres.

Dette settet med antakelser gir oss en gjennomsnittlig årlig reparasjonskostnad knyttet til vårt mål på astmaforekomst blant barnehageansatte på 2 200 1997-kroner.

### 6.2.2 Kostnader knyttet til behandling av allergier/høysnue

Vår bakgrunn for å anslå størrelsen på gjennomsnittlige årlige reparasjonskostnader knyttet til forekomst av allergier/høysnue er enda svakere enn for astmatiske lidelser. I mangel av bedre tall setter vi rett og slett bare disse lik de beregnede gjennomsnittlige årlige reparasjonskostnadene knyttet til astmatiske lidelser hhv. for barn og voksne!!

### 6.2.3 Fraværskostnader foreldre og barnehageansatte

Om en gjennom å gjøre noe med barnehagens innelima kan redusere foreldres fravær fra arbeid, vil dette kunne øke den samlede produksjonen av varer og tjenester i samfunnet. Når slike gevinster ikke realiseres pga. at innelimaet er dårlig, er det opplagt en samfunnsøkonomisk kostnadskomponent.

Det vi i prinsippet ønsker å måle er verdien av den produksjonen som blir fortrent av fravær som følge av at foreldre er borte fra arbeid når barn er syke. Hadde det vært en reserve av ellers ubenyttet og velkvalifisert arbeidskraft som stod klar til å hoppe inn og overta for foreldre som var borte fra arbeid, ville denne kostnadskomponenten vært lik null. Uansett om det hadde vært betydelig arbeidsledighet i økonomien, ville nok ikke denne forutsetningen vært oppfylt. De fleste arbeidstakere har en bedriftsspesifikk kompetanse som ikke umiddelbart kan erstattes – spesielt vil dette være meget vanskelig når det gjelder korttidsfravær i den ordinære arbeidsstokken. Ved utgangen av 1997 blir det fra stadig flere hold uttrykt bekymring for knapphet på arbeidskraft. I en slik situasjon er det svært rimelig å ikke ta hensyn til at foreldres fravær ved barns sykdom kan kompenseres ved at ledige hender tas i bruk.

Vi velger å bruke gjennomsnittlige lønnskostnader pr utførte timeverk som et mål på verdien av den produksjonen som fortrenses når foreldre er borte fra arbeid og passer syke barn. Fra Statistisk årbok 1997 finner vi at denne størrelsen i 1996 var på 155,7 kroner. En kan merke seg at arbeidsgiveravgiften inngår i denne størrelsen. Dette må være riktig da vi er ute etter et mål for verdien av fortrent produksjon. Fordeling på arbeidsgiveravgift og lønn er et spørsmål om hvordan verdiskapningen fordeles. For å få et anslag for 1997 øker vi 1996-tallet med 3%. Denne prosentatsen er noenlunde skjønsmessig valgt. En times fravær verdsettes da til 160 1997-kroner. Normalarbeidsdagen setter vi lik 7,5 timer.

<sup>24</sup> Tallet 2 prosent er valgt utfra kunnskap om at 2,5 prosent i befolkningen har en diagnostisert astmatisk lidelse. Arbeid i barnehage er fysisk hardt og vi tror at forekomsten astmatikere i yrkesgruppene i barnehage er noe lavere enn i befolkningen ellers. Det kan godt være at vårt anslag er for høyt - det kan også være for lavt.

To forhold drar i hver sin retning når vi skal vurdere om vårt anslag forventes å representere en over- eller undervurdering av de faktiske kostnadene ved foreldrenes fravær. 160 kroner kan være en undervurdering fordi vi ikke får tatt hensyn til at fravær kan føre til at realkapitalen utnyttes mindre effektivt, og fordi andre arbeidstakers produktivitet kan falle når en eller flere personer i et team er borte med syke barn. Et forhold som trekker i retning av at vi overvurderer fraværskostnadene ved vårt estimat, er at produksjonsaktiviteten i en del virksomheter er organisert på en slik måte at etterslep på individuelt nivå kan tas igjen senere, eller ved ekstrainsats av dem som er på arbeid. Vi er helt klart av den oppfatning at den første av disse to effektene er kvantitativt viktigst. De kvantitative anslagene på hva inneklimateindustriert sykefravær hos barn koster samfunnet i form av redusert produksjonsaktivitet blant foreldre vil således representere en form for minimumsanslag.

Det er klart at det også kan være problematisk å bruke gjennomsnittstall som bakgrunn for beregning av (forventede) fraværskostnader. Det kan jo være at foreldre med barn i barnehager har en produktivitet som skiller seg fra gjennomsnittet. Dette kommer vi ikke til å problematisere videre i arbeidet.

I tillegg til at dårlig inneklimate kan generere et indirekte 'sykefravær' gjennom at foreldre blir borte fra arbeid fordi er hjemme med sine syke barn, kan en ha en mer direkte fraværseffekt. Den direkte fraværseffekten går naturligvis på at fraværet for dem som har sin arbeidsplass i barnehagen kan påvirkes av inneklimate.

En dags fravær fra arbeid i barnehagen verdsetter vi i beregningene våre på samme måte som annet fravær. Det er mulig vi skulle ha brukt en noe lavere sats ettersom barnehageansatte jo ikke er noen høytlønnsgruppe. Fravær som følge av sykdom vil generere kostnader uansett om det brukes vikar eller ikke. Om det brukes vikar, vil kostnadene (ved korttidsfravær) dekkes av barnehagens eier. Om det ikke brukes vikar, vil kostnadene påføres andre ansatte gjennom hardere arbeidspress og barna i barnehagen gjennom lavere kvalitet på det tilbudet som gis i barnehagen.

#### 6.2.4 Allokeringkostnader

Den typen kostnader vi trekker fram her, er kostnaden knyttet til (skatte)finansiering av offentlige budsjett. Det finnes en betydelig litteratur om størrelsen på disse kostnadene, og det vil absolutt være feil å si at det eksisterer noen konsensus på feltet. Vi velger å bruke et anslag fra Brendemoen og Vennemo (1993). De finner at grensekostnadene ved skattefinansiering av offentlige utgifter tilsvarer et partielt velferdstap på 50% av skatteinntektene.<sup>25</sup>

Et slikt velferdstap knyttet til finansiering av tiltak over offentlig budsjett relateres ofte til en situasjon hvor det er nødvendig å øke de offentlige utgiftene. I vårt tilfelle vil det f.eks. være at økte helseproblemer gir høyere offentlige utgifter som må kreves inn via skatteseddelen. Med en slik tilnærming blir det naturlig å tenke seg at hvis økte helseutgifter finansieres gjennom omprioriteringer innen offentlige budsjetter, så vil ingen allokeringkostnader genereres. Et slikt resonnement vil imidlertid være feil. Omprioriteringer vil naturligvis redusere ressursbruken på andre felt. Ved en optimalt tilpasset offentlig sektor vil det marginale nyttetapet av

<sup>25</sup> I det vi var i ferd med å avslutte arbeidet med denne rapporten la det offentlig oppnevnte Kostnadsberegningutvalget fram sin innstilling. De anbefaler å bruke en allokeringkostnad på 20% av den delen av et prosjekt som finansieres over offentlige budsjett når det gjøres nyttekostnadsvurderinger av offentlige tiltak.

å redusere ressursbruken på noen felt være akkurat lik den marginale finansieringskostnad ved skattefinansiering av økte offentlige utgifter.

For å beregne allokeringer kostnader må vi vise/gjøre antakelser om hvor store deler av andre beregnede kostnader som finansieres over offentlige budsjetter. Når det gjelder reparasjonskostnadene knyttet til barns lidelser, antar vi at 100% finansieres over offentlige budsjetter. Når det gjelder de voksnes lidelser, antar vi at den tilsvarende andelen er 75%.

En del av de foreldrene som kan bli nødt til å være hjemme for å passe syke barnehagebarn, er offentlig ansatte. Både vikarkostnader for disse og redusert produksjon som følge av fravær pga. syke barn vil generere allokeringer kostnader. I 1996 fant 26,8 av alle utførte timeverk sted i offentlig sektor. Vi antar derfor at 26,8% av alt fraværet blant foreldre gir opphav til allokeringer kostnader.

For ansatte i offentlig eide barnehager lar vi hele fraværskostnaden i tilknytning til dårlig inneklima gi opphav til allokeringer kostnader. I private barnehager vil ikke ansattes fravær gi opphav til slike kostnader.

Som en forenkling lar vi alt fravær i våre beregninger bestå i fravær på mindre enn 10 sammenhengende arbeidsdager. Dette betyr at ingen av fraværskostnadene dekkes av rikstrygdeverket. Inneklimagenerert fravær i de beregningene vi gjør, vil altså ikke generere refusjoner av sykepenger fra folketrygden. Om det hadde blitt utløst slike refusjoner, ville de igjen ha utløst allokeringer kostnader. Både på finansierings-, eller på allokeringssida, og når det gjelder redusert total produksjon, ser vi bort fra at negative impulser fra inneklimaet kan skape (tidligere) tilfeller av uføretrygding. Sannsynligvis er dette ikke noen særlig alvorlig forenkling.

### **6.2.5 Kostnaders og lidelsers dynamiske forløp**

I alle diskusjoner og resonnementer hittil i rapporten har vi implisitt behandlet både astma og allergier som en slags akutte lidelser som genereres av dårlig inneklima for så kunne forsvinne når negative påvirkninger eventuelt forsvinner. Dette er jo naturligvis en forenkling som ikke er riktig. I dette avsnittet skal vi diskutere det dynamiske forløpet til kostnader og lidelser og hvilke forenklinger som kan være hensiktsmessige å gjøre. En slik diskusjon må naturligvis få et visst medisinsk preg, og det kommer nok til å bli synlig at vi som skriver denne rapporten ikke har noe særlig medisinsk kunnskap.

Både astma og allergier/høysnue er lidelser som kan utløses av stimuli fra inneklima. Fjernes et slikt stimuli, er det ikke sannsynlig at lidelsen (eller dens symptomer/uttrykk) forsvinner. Det kan imidlertid være at lidelsens alvorlighet kan reduseres om det negative stimuli fjernes eller reduseres.

Effekten av et negativt stimuli fra inneklimaet er altså at noen påføres en lidelse. Kostnadene knyttet til lidelsen hos en person (som jo kan være både en voksen og et barn) påløper i mange år framover. I tillegg til disse dynamiske effektene på individnivå vil det også finnes det vi kan kalle for dynamiske effekter på populasjonsnivå. Med dynamiske effekter på populasjonsnivå mener vi at hvis et negativt stimuli fjernes, så vil dette redusere omfanget av lidelsen i populasjonen først og fremst ved at antall nye tilfeller reduseres.

Disse forholdene betyr at omfanget av lidelsen i populasjonen reduseres atskillig senere enn en vil kunne være i stand til å påvirke antall nye tilfeller. Dette er et viktig poeng fordi kostna-

dene knyttet til lidelsene først og fremst knytter seg til forekomsten i populasjonen. Dette gjelder både for de subjektive helsetilstandskostnadene og for ren-økonomiske- og allokeringskostnader.

I kapittel 5 estimerte vi astma- og allergiforekomsten som funksjoner av et sett med forklaringsvariable. Disse forekomstene kan sies å være en slags gjennomsnittlige populasjonsforekomster av lidelsene. For å kunne bruke disse til å lage anslag på de dynamiske effektene på individnivå ville vi ha måttet gjort et relativt bredt sett av antakelser. Vi velger derfor heller å bruke våre forekomst-sannsynligheter direkte i effektberegningene.

Våre beregninger av effekten av endringer i inneklimate vil altså mest være å betrakte som sammenligninger av to steady state populasjoner med hvert sitt 'inneklimate'. Det igjen betyr at rapporten vår er tynn når det gjelder bidrag til forståelsen av denne viktige dynamikken. Nettopp av denne grunnen vil vi presentere våre resultater i form av årseffekter. Dataene våre er som nevnt ikke egnet til å fange opp alle de dynamiske effektene – dette bør kanskje prioriteres i eventuelt videre arbeid framover.

En annen mer langsiktig dynamisk effekt som vi velger å ikke trekke inn i effektberegningene våre, går på at barna som utsettes for negative stimuli i barnehagene kan utvikle lidelser som reduserer deres produksjonsevne langt fram i tid. Slike eventuelle effekter kan ha direkte sammenheng med svekket framtidig helsetilstand. De kan også ha sammenheng med at læring kan bli mindre effektiv på grunn av astmatiske- og allergilidelser. I diskusjoner av negative effekter av dårlig inneklimate i skoler trekkes denne siste typen av effekter ofte fram.

### **6.2.6 Oppsummering**

Det er ikke slik at de samfunnsmessige kostnadene ved det dårlige inneklimate er lik summen av kostnadene på hvert enkelt av de spesifiserte aktørnivåene. Noen kostnader på et nivå kan være en (delvis) kompensasjon for kostnader på et annet nivå. Spesielt gjelder dette som vi viste foran for forholdet mellom helsekostnader og reparasjonskostnader som medisiner og helsetjenester finansiert av det offentlige og/eller de som er rammet.

Et poeng vi ønsker å understreke meget sterkt i oppsummeringen av disse diskusjonene av kvantifisering av kostnader er at når vi velger å ikke måle kostnader i form av redusert helsetilstand i form av en kroneverdi, må ingen tolke oss i retning av at disse effektene ikke er viktige. Selvsagt er det utrolig viktig og en meget betydelig samfunnsøkonomisk gevinst om en er i stand til å redusere inneklimate relaterte lidelser blant barn og voksne. Et argument for å legge spesielt stor vekt på denne barnas 'del' av denne kostnadskomponenten når en tar beslutninger om utformingen av barnehagenes inneklimate, er at barn er passive mottakere av konsekvensene av de 'valg av inneklimate' som gjøres.

### **6.3 Lønnsomhetsvurderinger av noen tiltak**

De analytiske delene av vår rapport kan sies å ha to viktige hovedpilarer. Det er for det første den samvariasjonsanalysen vi presenterte i kapittel 5. Den andre pilaren er diskusjonene i dette kapitlet av hvordan deler av kostnadene knyttet til uheldige sider ved inneklimate i barnehager kan transformeres til samme målestokk for så å sammenlignes med kostnader knyttet til investeringer i bedret inneklimate. Det er naturlig å bruke penger som en slik felles måle-enhet.

Ved å koble disse to pilarene sammen kan vi få fram et viktig beslutningsgrunnlag når tiltak skal vurderes. Dette illustrerer vi ved å se på gevinstene av å installere ulike typer av ventilasjonsanlegg i barnehager. Modellene kan også brukes til å vurdere/anslå effekter av andre typer tiltak. Vi gjør ikke flere slike tiltaksanalyser i denne omgang.

Kvaliteten på lønnsomhetsanalysene som gjøres, avhenger selvsagt kritisk av kvaliteten på hver av de to hovedpilarene. Når dette kapitlet leses, må en derfor huske de forbeholdene vi har tatt, spesielt når det gjelder samvariasjonsanalysene. På tross av et slikt forbehold vil vi påstå at det har stor verdi å utføre slike lønnsomhetsanalyser basert på det beste empiriske grunnlaget vi har. Bedring av de empiriske sammenhengene som er estimert i samvariasjonsanalysene vil selvsagt gi bedre kvalitet også på lønnsomhetsanalysene.

### 6.3.1 Bedring av ventilasjonssystemene – primærkostnader

I dette avsnittet skal vi altså se på de forventede effektene av tre typer av endringer av ventilasjonsanleggene. Vi beregner virkningene for en barnehage med to avdelinger for store barnehagebarn. I barnehagen vi betrakter vil det være 7 voksne ansatte og 36 barn. De to første endringene er at et balansert ventilasjonsanlegg installeres i en barnehage med hhv. kun mekanisk avtrekk og ingen mekanisk ventilering. Den tredje endringen vi betrakter er installering av mekanisk avtrekk i en barnehage uten noen form for mekanisk ventilering. Effekten av endringer (bedringer) av ventilasjonsanleggene er i vårt opplegg redusert CO<sub>2</sub>-konsentrasjon i luften. Vi tar ikke standpunkt til om det er CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen i seg selv som gir negative virkninger (ut fra en toksikologisk betraktning er dette tvilsomt) eller om CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen fungerer som en indikator på andre negative kvaliteter ved luften (en vanlig sammenheng). Om forekomst av eventuelle andre negative komponenter generelt samvarierer systematisk med CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen i lufta, er dette heller ikke særlig viktig. Om det finnes en systematisk variasjon mellom slike andre ikke-identifiserte luftkomponenter i vårt utvalg, men ikke i barnehager generelt, er dette selvsagt et stort problem.

Begrepet primærkostnader bruker vi her rett og slett om ulemper som ikke er transformert over til en pengeskala. I 6.3.1 beregner vi predikerte størrelser på disse. I neste underkapittel, 6.3.2, uttrykker vi en del av disse kostnadene/ulempene i form av pengestørrelser.

Beregningene gjøres under ett sett av forenklede antakelser. Vi går ut fra at verken forekomst av støvfiber og/eller -partikler og målte maksimums- og minimumstemperaturer i barnehagen påvirkes av installering av ventilasjonsanlegg. Videre lar vi alle barna i barnehagen være 4,5 år gamle. *(Disse antakelsene er forenklinger da ventilasjonsanlegg egenskapsmessig vil føre til en positiv effekt på samtlige parametre som er antatt konstante.)*

Virkningene i de empiriske sammenhengene vi skal bruke, er jo ikke lineære slik at det blir viktig at vi beregner virkninger rundt interessante referansenivåer. Et av de viktigste referansenivåene er jo naturligvis CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen. For dette tar vi utgangspunkt i medianen i fordelingen av CO<sub>2</sub>-konsentrasjon i barnehager uten ventilasjon (1 610 ppm), med bare mekanisk avtrekk (1 260 ppm) og i barnehager med balansert ventilasjon (995 ppm).

En alternativ måte å beregne virkningen på CO<sub>2</sub>-konsentrasjon av å installere ulike typer av ventilasjonsanlegg kunne vi ha funnet ved å definere et referansenivå for CO<sub>2</sub>-konsentrasjon i barnehager uten noen form for mekanisk ventilasjon. Her kunne en f.eks. ha valgt verdien 1 610 ppm som jo er medianen i barnehager uten noen form for mekanisk ventilasjon. Deret-

ter kunne en ha brukt den ligningen vi har rapportert i tabell 2.1 som relaterer CO<sub>2</sub>-konsentrasjon til bl.a. type ventilasjonsanlegg. Et forsøk på dette viste faktisk at dette hadde gitt tilnærmet det samme resultat som direkte bruk av medianen (hhv. 1 264 og 1 045 ppm). Det er altså ikke særlig vesentlig hvilken av disse to metodene vi hadde brukt. Her vil vi bemerke at i en situasjon der det velges å installere balansert ventilasjon, er det teknisk sett mulig å senke CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen til en vilkårlig lav verdi som er høyere enn uteluftens konsentrasjon. Det er alene et spørsmål om luftmengder (kostnader).

De effektberegninger vi presenterer her er gjort for en referansebarnehage hvor det er temperaturer, støvforekomst og relativ luftfuktighet som i en gjennomsnittsbarnehage. Videre antar vi at barna i barnehagen har vært i gjennomsnitt i 22 måneder i barnehagen. I referansebarnehagen lar vi det være 'Noe trafikk i nærheten'. Det antas videre at det er kjeller i barnehagebygget og mulighet for manuell temperaturstyring.<sup>26</sup>

Vi begynner med å rapportere beregnede effekter av de forskjellige inneklimateiltakene, i form av reduksjon av fravær og forekomst av lidelser for barn. Disse størrelsen beregnes for referansebarnehagen med 36 barn mellom tre og sju år og rapporteres i tabellene 6.1 a– 6.3 a. Det som i tabellen kalles for en indirekte effekt på fraværet, er at redusert astmaforekomst også reduserer sykefraværet.

Tilsvarende opplysninger om forventede effekter for ansatte gis i tabellene 6.1 b– 6.3 b. Når de samlede effektene for de ansatte i de to avdelingene i eksempelbarnehagen vår beregnes, antar vi at hver avdeling har 3,5 heltidsansatte. Det er med andre 7 voksne ansatte i barnehagen.

Tabell 6.1 a

Effekten av å sette inn mekanisk avtrekk i en barnehage uten ventilasjonsanlegg

	Forventet virkning i antall barn med lidelse og dagers fravær	Virkning pr barn - lidelsesansynlighet og fraværsdager
Redusert forekomst av astma ofte	0,7	2,0%
Redusert forekomst av astma av og til	1,6	4,5%
Redusert forekomst av allergier/høysnue	0,3	0,1%
Redusert forekomst av 'en eller annen plage'	-1,1	- 3,0%
Redusert forekomst av 'slimhinne-plager'	0,5	1,3%
Redusert forekomst av 'allmennhelse-plager'	1,8	5,0%
Redusert fravær direkte effekt	70,2	1,95 dager
Redusert fravær indirekte effekt	5,0	0,14 dager
Redusert fravær foreldre	66,4	1,8 dager

<sup>26</sup> De kostnader og gevinster vi kommer til å fokusere på i tilknytning til endringer i ventilasjonssystemene er **endringer** i forekomst av ulike plager og sykefravær. Vi kommer derfor ikke til å legge noe vekt på diskusjoner av nivået for disse størrelsene. Ingen av våre modeller er imidlertid lineære i de uavhengige variablene, slik at nivåene for fravær og forekomsten av lidelser i referansebanene faktisk blir viktige for størrelsen på de beregnede effektene. Av denne grunn har vi når vi valgte verdier for referanse'barnehagen' valgt kjennetegn som er slik at barnehagen med et gjennomsnittsnivå på CO<sub>2</sub>-konsentrasjon får et predikert fravær og predikerte forekomster som ligger nær de tilsvarende empiriske størrelsene i utvalget vårt.

I avsnitt 5.3 drøftet vi hvordan barns fravær er med på å generere fravær blant foreldrene. Vi viste der gjennom estimeringer at effekten på foreldres fravær av en sykdomsdag blant barna avhenger av hvor stort barnas samlede fravær er. For å beregne et forventet foreldrefravær som følge av at barns fravær påvirkes av installering av ulike typer av ventilasjonsanlegg, har vi igjen gjort et sett med antakelser. Vi antar at endringen i barns fravær fordeler seg på samme måte som totalfraværet i klasser av barn med fravær mellom hhv. null og ti dager, ti og 20 dager og mer enn 20 dager. Dette innebærer at 88% av barnefraværet gir fravær for foreldre<sup>27</sup>.

Resultatene i tabell 6.1 a viser klart at et så enkelt tiltak som installering av et mekanisk avtrekkssystem har kan forventes å ha klart positive effekter på barnas helsetilstand, og at det vil redusere både barnas og deres foreldres fravær. Effektene er etter vår mening spesielt sterke på fravær og på forekomst av astmatiske lidelser.

Tabell 6.1 b

Effekten for ansatte av å sette inn mekanisk avtrekk i en barnehage uten ventilasjonsanlegg

	Forventet virkning i antall med lidelse og dagers fravær	Virkning pr ansatte – lidelse-sannsynlighet og fraværsdager
Redusert forekomst av har/har hatt astma	0,3	4,1%
Redusert forekomst av har/har hatt allergier/høysnue	- 0,4	- 5,3%
Redusert forekomst av 'slimhinne-plager'	- 0,6	-8,6%
Redusert forekomst av 'allmennhelse-plager'	- 0,9	-13,2%
Redusert fravær	79,1	11,3 dager

Vårt umiddelbare inntrykk når vi ser på effekten på ansattes fravær, er at den er så stor at det kan være vanskelig å tro på den. Bakgrunnen for dette beregnede tallet er imidlertid den observerte samvariasjonen mellom ansattes fravær, CO<sub>2</sub>-innhold i lufta og type ventilasjonsanlegg på arbeidsplassen. Virkningene på forekomst av plager er også ganske kraftig og har ikke alltid de forventede fortegn. I tolkningen av våre resultater bør en derfor kanskje ta hensyn til denne usikkerheten. For eksempel er det slik at koeffisienten for at det finnes et mekanisk avtrekk er ganske uskarpt bestemt. Legger vi 2 ganger standardfeilen til koeffisienten, blir den beregnede virkningen på fraværet redusert til en reduksjon på 4 dager pr år for hver av de ansatte.

<sup>27</sup> De tiltakene vi analyserer bidrar til å redusere barns fravær. Dette betyr at vi kanskje undervurderer effekten på foreldrenes fravær noe. Årsaken til dette er at jo lavere fravær barn har, jo større andel av barnets sykefravær genererer 'syke'fravær for foreldre.

Tabell 6.2 a

Effekten av å sette inn mekanisk balansert ventilasjonsanlegg i en barnehage uten ventilasjonsanlegg

	Forventet virkning i antall barn med lidelse og dagers fravær	Virkning pr barn – lidelsesansynlighet og fraværsdager
Redusert forekomst av astma ofte	1,4	3,8%
Redusert forekomst av astma av og til	3,2	9,0%
Redusert forekomst av allergier/høysnue	1,6	4,3%
Redusert forekomst av 'en eller annen plage'	2,2	6,0%
Redusert forekomst av 'slimhinne-plager'	2,5	6,8%
Redusert forekomst av 'allmennhelse-plager'	3,0	8,3%
Redusert fravær direkte effekt	50,4	1,40 dager
Redusert fravær indirekte effekt	10,4	0,29 dager
Redusert fravær foreldre	53,5	1,49 dager

Installering av balansert ventilasjonsanlegg istedet for mekanisk avtrekk reduserer naturlig nok CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen enda sterkere enn det et mekaniske avtrekket gjør. I tillegg til dette har vi i våre modeller estimert en direkte effekt av eksistensen av det balanserte ventilasjonsanlegget. For forekomst av allergier, 'en eller annen lidelse' og en slimhinnerelatert lidelse bidrar denne direkte 'eksistens-effekten' til å redusere den forventede forekomsten av lidelsene. På barnas fravær har vi, noe overraskende, estimert en positiv og signifikant sammenheng mellom eksistensen av balansert ventilasjon og fravær. Som tabell 6.2 a viser er imidlertid summen av den direkte effekten og effekten av redusert CO<sub>2</sub>-konsentrasjon negativ – dvs. at fraværet reduseres når balansert ventilasjon installeres i en barnehage som i utgangspunktet ikke hadde noe ventilasjonsanlegg. Dette innebærer at den beregnede effekten på fraværet av å installere balansert ventilasjon er svakere enn effekten av å installere et mekanisk avtrekk.

Et forbehold må tas til våre tolkninger. Modellene våre bygger på den observerte (multiple) samvariasjonen mellom ventilasjon, fravær og andre faktorer i eksisterende barnehager. De koeffisientene vi har estimert på dette materialet, bruker vi så til å predikere virkningen av å installere balanserte ventilasjonsanlegg. Slike slutninger må naturligvis bygge på at effekten av nye ventilasjonsanlegg er lik effekten av gamle ventilasjonsanlegg. Dette kan brytes ned i to antakelser. For det første at kvaliteten på nyinstallerte balanserte ventilasjonsanlegg ikke har endret seg særlig over de siste 10 – 15 årene. For det andre at effekten av et gitt ventilasjonsanlegg er uavhengig av hvor lenge det har vært i bruk. Den siste av disse to antakelsene er sannsynligvis mer tvilsom enn den første. Grunnen til at vi tror dette er at om et balansert ventilasjonsanlegg ikke vedlikeholdes tilfredsstillende, vil det kunne dannes mikroorganismer i kanalene som skaper en dårlig luft.

For å kunne sjekke om eldre anlegg i våre undersøkelser har slike dårlige egenskaper, kan en gå inn og gjøre tekniske undersøkelser av dem. En alternativ metode hadde vært å innhentet opplysninger om alderen på anleggene og inkludert disse opplysningene i våre empiriske modeller. Hadde vi gjort dette, ville vi ha forventet å finne en positiv samvariasjon mellom anleggenes alder og fraværet til både barn og ansatte. I den nåværende modellen kan en si at koeffisienten for eksistensen av et balansert ventilasjonsanlegg inneholder en gjennomsnittlig alderseffekt, dette er selvsagt uheldig.

Tabell 6.2 b

Effekten for ansatte av å sette inn mekanisk balansert ventilasjonsanlegg i en barnehage uten ventilasjonsanlegg

	Forventet virkning i antall med lidelse og dagers fravær	Virkning pr ansatte – lidelsesannsynlighet og fraværsdager
Redusert forekomst av har/har hatt astma	0,5	7,6%
Redusert forekomst av har/har hatt allergier/høysnue	0,3	4,3%
Redusert forekomst av 'slimhinne-plager'	- 0,3	- 3,8%
Redusert forekomst av 'allmennhelse-plager'	- 0,5	- 7,9%
Redusert fravær	64,4	9,2 dager

Det, noe overraskende, mønsteret vi fant blant barna med at den beregnede fraværsreduksjonen når balansert ventilasjon installeres, er noe lavere enn reduksjonen når mekanisk avtrekk installeres, finner en også blant de ansatte. Som en ser er også her den beregnede effekten på fraværet av å installere balansert ventilasjon i en barnehage uten noen form for ventilasjon utover 'naturlig ventilasjon' meget sterk. Dette fant vi jo også helt klart for installasjon av mekanisk avtrekk. Kanskje er det slik at modellen vår predikerer et for høyt nivå på sykefraværet på det høye nivået for CO<sub>2</sub>-konsentrasjon (1 610 ppm)<sup>28</sup>. Dette vil forklare det som vi oppfatter som for sterke beregnede effekter på sykefravær.

Tabell 6.3 a

Effekten av å sette inn mekanisk balansert ventilasjonsanlegg i en barnehage med bare mekanisk avtrekk

	Forventet virkning i antall barn med lidelse og dagers fravær	Virkning pr barn – lidelsesannsynlighet og fraværsdager
Redusert forekomst av astma ofte	0,6	1,8%
Redusert forekomst av astma av og til	1,6	4,5%
Redusert forekomst av allergier/høysnue	1,7	4,8%
Redusert forekomst av 'en eller annen plage'	3,2	9,0%
Redusert forekomst av 'slimhinne-plager'	2,0	5,5%
Redusert forekomst av 'allmennhelse-plager'	1,2	3,3%
Redusert fravær direkte effekt	- 24,8	- 0,69 dager
Redusert fravær indirekte effekt	10,4	0,29 dager
Redusert fravær foreldre	- 14,4(!!)	- 0,35 dager

På tross av at våre beregninger gir en negativ reduksjon i sykefraværet (en negativ reduksjon er naturligvis det samme som en økning) når balansert ventilasjon installeres i en barnehage hvor det er mekanisk avtrekk, finner vi også positive helseeffekter. (Her må en huske de forklaringene på det økte beregnede fraværet som ble skissert foran). Den forventede reduksjo-

<sup>28</sup> En mulig kilde til slike overvurderinger på høye nivåer ligger i den funksjonsformen vi har valgt å bruke i våre estimeringer. I eventuelle videre arbeider vil det være naturlig å undersøke om modellene kan fungere (enda) bedre i andre spesifikasjoner.

nen i de relativt alvorlige lidelsene astma og allergier er betydelig. Vi ser også at forventet forekomst av de andre plagene reduseres klart ved dette tiltaket.

Tabell 6.3 b

Effekten for ansatte av å sette inn mekanisk balansert ventilasjonsanlegg i en barnehage med mekanisk avtrekk (vifte)

	Forventet virkning i antall med lidelse og dagers fravær	Virkning pr ansatte – lidelse-sannsynlighet og fraværsdager
Redusert forekomst av har/har hatt astma	0,3	3,5%
Redusert forekomst av har/har hatt allergier/høysnue	0,7	9,6%
Redusert forekomst av 'slimhinne-plager'	0,3	4,8%
Redusert forekomst av 'allmennhelse-plager'	0,4	5,3%
Redusert fravær	- 14,7	- 2,1 dager

Igjen finner vi mye av de samme strukturene i effektene på de ansatte som for barna. Fortegnet på endringen i fraværet når tiltaket gjennomføres, er merkelig. Den beregnede reduksjonen i forekomsten av forskjellige typer av lidelser og plager er imidlertid betydelig. Avslutningsvis må det her understrekes at vi ikke har trukket inn positive effekter av at muligheten til å styre andre komponenter enn CO<sub>2</sub>-konsentrasjon kan bedres om det installeres mekanisk balansert ventilasjon, f.eks. temperaturen.

### 6.3.2 Bedring av ventilasjonssystemene – kostnader og gevinster målt i pengeverdi

I dette avsnittet tar vi utgangspunkt i de beregnede kostnadsbesparelsene, eller reduksjon i ulemper, som var resultat av de ventilasjonstiltakene vi analyserte i avsnitt 6.3.1. En del av disse transformeres til verdier i kroner og øre ved hjelp av de anslagene og prinsippene vi trakk fram i avsnitt 6.2. For å beregne størrelsen på allokeringkostnadene trenger vi en ekstra opplysning (eller antakelse) i forhold til det vi har brukt hittil. Det er at vi antar at vår referansebarnehage er offentlig eid.

Kostnadsbesparelsene (eller gevinstene) målt i kroner, knyttet til hvert av de tre tiltakene vi betrakter, rapporteres i tabellene 6.4 – 6.6. Før vi går på de konkrete tallene er det kanskje på sin plass å minne om hva de kostnadsbesparelsene vi beregner egentlig er. Tallene våre er årlige kostnadsbesparelser i en slags stabil situasjon hvor dynamiske effekter på helsetilstand er ignorert. En annen måte å si det samme på er at de kostnadsbesparelsene vi knytter til et tiltak som f.eks. installering av vifte i en barnehage uten annen ventilasjon enn 'naturlig ventilasjon', består i sammenligninger av en slags steady-state i barnehager hhv med og uten mekanisk avtrekk. Som vi allerede har nevnt flere ganger, skal vi ikke beregne noen totale kostnadsbesparelser i kroner. Vi transformerer en del av kostnadsbesparelsene over til kroner. For eksempel setter vi ingen kroneverdi på det at en ved gjennomføring av ventilasjonstiltak kan redusere lidelser/sykdom blant barn og voksne. Etter vår mening er det sannsynligvis nettopp på reduksjon av lidelse de viktigste gevinstene av inneklimatiltak finnes.

Kostnadsbegrepet vi bruker når vi snakker om kostnadsbesparelser, er et samfunnsøkonomisk kostnadsbegrep. Det innebærer at vi summerer kostnader som påføres privat sektor ved skatteinnkreving (dvs. allokeringkostnader), medikament- og andre helsekostnader dekket av både private og det offentlige, og kostnader knyttet til produksjonsbortfall ved sykefravær.

I og med at vi her søker å beregne en del av de årlige kostnadsbesparelsene, bør en beslutningstaker ikke sammenligne våre beregnede kostnadsbesparelser direkte med investeringsutleggene. Det relevante sammenligningsgrunnlaget vil være årskostnadene knyttet til hvert enkelt av tiltakene. Årskostnadene vil inkludere drift og vedlikehold av anlegget, avskrivninger og rentekostnader på den kapitalen som til enhver tid er bundet opp i anlegget.

Tabell 6.4

Verdsetting av noen av kostnadsbesparelsene/gevinstene når mekanisk avtrekk installeres i en barnehage med kun naturlig ventilasjon

	Voksne	Barn
Reparasjonskostnader – astmatiske lidelser	660	6 095
Reparasjonskostnader – allergiske lidelser	-880	795
Fraværskostnader – foreldre		79 680
Fraværskostnader – ansatte	94 920	
Allokeringskostnader ekskl. ansatt-fravær	-82	14 112
Allokeringskostnader ansatt-fravær <sup>29</sup>	47 460	
Sum	142 078	100 692
<b>Totalsum – årlige effekter</b>	<b>242 770</b>	

Tabell 6.4 illustrerer at et relativt enkelt tiltak som installasjon av mekanisk avtrekk, vil gi betydelige kostnadsbesparelser. Dette gjelder selv om en skulle ha begrenset tiltro til den beregnede reduksjon i posten 'fraværskostnader ansatte'.

Tabell 6.5

Verdsetting av noen av kostnadsbesparelsene/gevinstene når mekanisk balansert ventilasjon installeres i en barnehage med kun naturlig ventilasjon

	Voksne	Barn
Reparasjonskostnader – astmatiske lidelser	1 100	12 190
Reparasjonskostnader – allergiske lidelser	660	4 240
Fraværskostnader – foreldre		64 200
Fraværskostnader – ansatte	77 280	
Allokeringskostnader ekskl. ansatt-fravær	660	16 818
Allokeringskostnader ansatt-fravær	38 640	
Sum	118 340	97 448
<b>Totalsum – årlige effekter</b>	<b>215 788</b>	

Også når vi betrakter effektene av å installere mekanisk balansert ventilasjon, ser vi av tabell 6.5 at de kostnadsbesparelsene vi beregner er meget store. Vi merker oss at de beregnede besparelsene av fraværskostnadene er mindre enn ved installasjon av vifte, mens reduksjonen i

<sup>29</sup> For privat eide barnehager vil posten 'Allokeringskostnader ansatt-fravær' bli lik null.

reparasjonskostnader er større. Reduksjonen i reparasjonskostnader er spesielt stor for barn, og for astmatiske lidelser.

Tabell 6.6

Verdsetting av noen av kostnadsbesparelsene/gevinstene når mekanisk balansert ventilasjon installeres i en barnehage hvor det fantes mekanisk avtrekk (vifte)

	Voksne	Barn
Reparasjonskostnader – astmatiske lidelser	660	5 830
Reparasjonskostnader – allergiske lidelser	1 540	4 505
Fraværskostnader – foreldre		-17 280
Fraværskostnader – ansatte	-17 640	
Allokeringskostnader ekskl. ansatt-fravær	825	5 168
Allokeringskostnader ansatt-fravær	-8 820	
Sum	-23 425	-1 778
<b>Totalsum – årlige effekter</b>	<b>-24 663</b>	

Ser en bort fra de (viktige) kostnadskomponentene vi ikke har målt i kroner og øre, gir tabell 6.6 oss resultatet at i tillegg til årskostnadene knyttet til et mekanisk balansert ventilasjonsanlegg vil installasjon av et slik anlegg påføre samfunnet en årlig kostnad på om lag 25 000 kr. I tolkningen av dette noe merkelige resultatet må en ta hensyn til to ting. For det første domineres totalresultatet av en økning i det predikerte fraværet. Vi har tidligere vært inne på at denne økningen kanskje mer er et resultat av at en del av de mekanisk balanserte ventilasjonsanleggene som finnes i barnehagene, er gamle og kanskje ikke spesielt godt vedlikeholdte, enn av egenskaper til nye slike anlegg.

Det andre poenget vi tar med oss i tolkningen av tabell 6.6 er installasjon av mekanisk balansert ventilasjon i en barnehage hvor det allerede finnes et mekanisk avtrekk, ser ut til å redusere reparasjonskostnadene knyttet til både astmatiske og allergiske lidelser ganske kraftig. Disse kostnadsbesparelsene samvarierer nok også ganske nært med reduksjon i omfanget av de lidelsene vi ikke har målt i penger.

På tross av at resultatene i tabell 6.6 indikerer at installasjon av mekanisk balansert ventilasjon kan øke fraværskostnadene knyttet til en barnehage, synes vi at våre resultater klart indikerer at selv om vi bare tar hensyn til de pengemessige kostnadsbesparelsene, vil investeringer i bedret innelima være lønnsomme.

## 7. HVORFOR KOMMER IKKE INVESTERINGENE?

Et spørsmål som naturlig reiser seg om en tar våre resultater fra både kapittel 5 og 6, Econ (1993) og andre på alvor, er hvorfor i all verden disse lønnsomme tiltakene ikke allerede er blitt gjennomført. Med lønnsomme tiltak mener vi både de konkrete ventilasjonstiltakene vi har analysert i avsnitt 6.3 og også andre tiltak for bedring av inneklimate som våre empiriske resultater tyder på kan være gunstige. I dette kapitlet skal vi liste ut noen mulige forklaringer. De mulige forklaringene grupperer vi under overskriftene 'Kunnskapsmangel', 'Irrasjonalitet' og 'Institusjonelle forhold'. Deretter gis en relativt kortfattet drøfting av hver enkelt av dem. Denne drøftingen kan en så bruke til å se framover for å si noe om hvordan en kan stimulere til gunstige løsninger.

### 7.1 Kunnskapsmangel

Kunnskapen kan være mangelfull på flere ulike felt. Byggeiere/-herrer kan mangle kunnskap om karakteristika ved inneklimate i eget bygg. Det kan være at beslutningstakere ikke kjenner til de ulempene dårlig inneklimate påfører brukerne av en bygning, som f.eks. en barnehage. Det kan også være at en ikke vet hvilke 'følgekostnader' disse ulempene genererer. Til sist kan det være mangelfull kunnskap om mulige tiltak. Den siste typen av mangelfull kunnskap skal vi se bort fra, da vi antar at slik kunnskap finnes hos, eller er lett tilgjengelig for, byggeiere/-herrer.

Vi tror det er slik at byggeiere generelt (og barnehageeiere spesielt) kjenner til at mange bygninger har uheldig inneklimate, at dette kan generere ulemper som igjen skaper følgekostnader. Imidlertid kan det være slik at selv om en kjenner eksistensen av slik effekter/sammenhenger, så kjenner en ikke styrken i dem. Etter vår mening kan en slik mangel på presis og kvantitativ kunnskap være med på å forklare manglende tiltak for å bedre inneklimate i norske barnehager.

### 7.2 Irrasjonalitet

Med irrasjonalitet mener vi at en aktør/beslutningstaker faktisk unnlater å gjennomføre en handling som ikke bare er gunstig for henne selv, men som hun selv også vet er gunstig for seg selv. (Altså en handling på linje med ikke å plukke opp den tusenlappen en ser ligger på fortauet). Kanskje kan en finne eksempler på en slik form for irrasjonalitet. Likevel tror vi absolutt **ikke** at en slik form for individuell irrasjonalitet forklarer manglende tiltak for bedring av inneklimate. Noe av det vi skal ta opp i neste underkapittel kan kanskje kalles for en form for institusjonell eller organisatorisk irrasjonalitet. Vi er ikke like avvisende til at en slik form for irrasjonalitet kan forklare større deler av den manglende intervensjon.

### 7.3 Institusjonelle forhold

Som vi viste i avsnitt 6.1 faller kostnader knyttet til (et for) dårlig inneklimate i barnehager på mange forskjellige aktører. Kan det da være slik at selv om gevinstene ved en investering i et bedre inneklimate er større enn kostnadene, så er ikke gevinsten for en enkelt aktør stor nok til å dekke kostnadene ved en bedring av inneklimate? Dette kan vi diskutere med utgangspunkt i tabell 6.5 som viser gevinster (kostnadsreduksjoner) målt i kroner av installasjon av mekanisk balansert ventilasjonsanlegg i en to-avdelingsbarnehage.

Den estimerte innsparingen på fraværskostnader for ansatte ligger så høyt som nesten 80 000 kroner. En skulle jo tro at en slik gevinst skulle være tilstrekkelig til å gjøre en investering lønnsom. Nå må en imidlertid huske at vi uttrykte en viss mistanke om at dette tallet er noe for høyt, pga. av at koeffisientene i fraværsligningen for ansatte var relativt uskarpt bestemte. Fraværskostnader-ansatte blir jo som tidligere nevnt, heller ikke alltid båret av barnehageeieren alene. Ved langtidsfravær dekkes kostnadene av rikstrygdeverket. Korttidsfravær kan dekkes inn ved vikarbruk – da faller kostnadene på barnehagens eier. Vi tror at en god del korttidsfravær ikke fører til vikarbruk. Det blir da de friske ansatte og barna som dekker kostnadene: de friske ansatte gjennom større arbeidsbyrde og barna ved at kvaliteten på tilbudet reduseres. Altså kan det være at også denne store gevinstposten er splittet opp på ganske mange aktører.

På samme måte er det når vi betrakter den store posten 'fraværskostnader – foreldre'. Skulle det ikke lønne seg for arbeidsgiverne til barnehagebarnas foreldre å investere i bedre inneklima i en barnehage? Til det er svaret at våre analyser klart indikerer at: jo, det vil lønne seg. Problemet er imidlertid at det i de fleste barnehager sannsynligvis ikke er så langt fra å være slik at det er flere arbeidsgivere til foreldre enn det er barn i barnehagen. Det igjen fører til at selv om det lønner seg for alle arbeidsgivere under ett, lønner det seg ikke for en enkelt arbeidsgiver å investere i barnehagen.

Allokeringskostnadene er av en slik natur at de er fordelt ut over hele økonomien. Det er dermed ikke mulig å identifisere aktører som bærer spesielt stor del av denne formen for kostnader.

Fra tabellen 6.5 ser vi også at den samlede gevinsten i form av reduserte reparasjonskostnader også er betydelig. Igjen er det slik at disse kostnadene ikke bæres av en enkelt instans, og at en slik oppsplitting av gevinstene kan føre til at ingen enkeltaktør ser seg tjent med å gjennomføre tiltak. Et forhold som er noe spesielt her, er imidlertid at de ulike aktørene her har 'samme eier' – nemlig 'det offentlige' (eller fellesskapet). Det offentlige er imidlertid ikke organisert slik at f.eks. Rikstrygdeverket tar hensyn til kostnadsbesparelser i andre deler av offentlig sektor når de bruker penger. Ansvaret for å ta hensyn til flere forskjellige deler av offentlige sektor kan vi si er et slags 'eieransvar'. Det er nettopp når organisatoriske forhold føler til at ingen tar et slikt sektorovergripende ansvar for å gjennomføre lønnsomme tiltak, at vi snakker om en slags institusjonell irrasjonalitet.

Til nå har vi i dette underavsnittet snakket om at lønnsomme investeringer kanskje ikke blir gjennomført fordi gevinstene for en enkelt aktør ikke store nok til at investeringene lønner seg for en enkelt. En annen tragisk mulighet er at det er kjent for så mange aktører at det er meget lønnsomt for mange å gjennomføre tiltak. Vi kan altså få en fangens dilemma situasjon hvor det kanskje lønner seg for den enkelte å sitte på gjerdet å vente til andre gjør noe.

Uansett om det vi har er en situasjon hvor alle 'gevinst-mottakere' er for små til at de ønsker å gjennomføre et tiltak eller det er en fangens-dilemma situasjon har vi en situasjon med behov for koordinering. En slik koordinering kan være et fora for eller en tilrettelegging for inngåelse av avtaler. Det kan være legal tvang for å få gjennomført og finansiert de gunstige løsningene. Til slutt kan det være direkte offentlig intervensjon for bedring av inneklima. Dette kan vi betrakte som en form for tvang hvor skatteinnkreving er tvangsmidlet.

En annen form for koordinering vil være en internalisering av kostnader og gevinster. Sagt på en annen måte er dette 'å samle så mye som mulig av gevinstene på én hånd'. Eksempler på dette kan være at kommunen samler alle barn av egne ansatte i én barnehage og investerer i et

godt inneklima i denne barnehagen. På denne måten får en internalisert kostnadsbesparelser både som eier og arbeidsgiver til barnas foreldre<sup>30</sup>.

I bedriftsbarnehager skulle det være slik at gevinster i form av reduserte fraværskostnader for både ansatte og foreldre kommer på samme hånd. Foreldre som antas å legge stor vekt på barnas helsetilstand vil også få en nærhet til barnehagens eiere som gjør at de kan forhandle om barnehagens inneklima. Vi vil derfor forvente et bedre inneklima i slike barnehager. Fra våre data kan vi ikke sjekke om dette er tilfellet, men det er en meget interessant hypotese som en bør søke å skaffe seg empirisk belegg for å teste. Om det er slik, bør en kanskje stimulere til oppstart av bedriftsbarnehager.

Det siste vi vil trekke fram under punktet om Institusjonelle forhold, henger sammen med at den klart største barnehageeieren i Norge er den kommunale sektoren. Kommunene styres etter et likviditetsprinsipp. Dette betyr at det kan være vanskelig å finansiere investeringer selv om de skulle være lønnsomme. Mange kommuner står med flere lønnsomme prosjekter i flere ulike sektorer som de rett og slett ikke er i stand til å skaffe seg likviditet til å gjennomføre.

## **7.4 Hvorfor kommer ikke investeringene – oppsummerende kommentarer**

I dette arbeidet har vi ikke gjort noen analyser av de beslutningsprosesser som inneklimaet i barnehagene er et resultat av. Ut fra de generelle diskusjonene i dette kapittelet kan vi likevel antyde at vi tror at manglende investeringer i bedret inneklima først og fremst er et resultat av at gevinstene ved bedret inneklima faller på svært mange aktører som hver for seg ikke har tilstrekkelige incitamenten til å forta investeringene. Det spiller nok også en viss rolle at kunnskapen om størrelsen på effektene av dårlig inneklima mangler. Vi håper at vår rapport kan avhjelpe noe av denne usikkerheten. I tillegg kan det også være at svak økonomi og presset likviditet i kommunesektoren gjør at det er vanskelig å finansiere investeringer.

De drøftingene vi har gjennomført i kapittel 7 kan være et grunnlag for videre analyser av beslutningsprosessene som inneklimaet er et resultat av. En slik analyse vil være sentral om en skal gi forslag til hvordan en inneklimapolitikk for barnehager bør utformes.

---

<sup>30</sup> En slik løsning kan ha gunstige effektivitetssegenskaper. Politisk er den vel verken ønskelig eller mulig.

## 8. OPPSUMMERING

### 8.1 Hva vi har vist

I prosjektet er 50 barnehager kartlagt ved hjelp av målinger og spørreskjemaer. Bakgrunns- hypotesen for prosjektet var at dårlig inneklima i barnehager er forbundet med store samfunnsøkonomiske kostnader og at å gjennomføre de riktige tiltakene vil senke disse. Målet var å på den ene siden å finne sammenhenger mellom barnehagens egenskaper og økonomisk målbare konsekvenser av, i dette prosjektet, bl.a sykefravær, å forbedre inneklimaet i barnehager – og på den annen side å benytte disse sammenhengene i dertil egnede økonomiske beslutningsmodeller.

Målinger av egenskaper ved inneklimaet i barnehagene og opplysninger om bygningenes beskaffenhet og bruk er i prosjektet brukt som bakgrunnsvariable i en omfattende statistisk analyse av hvilke faktorer som påvirker fraværet for barn og ansatte i barnehager.

Den statistiske analysen vår forklarer noe mindre enn 20% av variasjonen i fraværet hos barnehagebarna. For de ansatte var denne andelen noe over 25%. Dette er ikke overraskende da det er sykefravær og fravær som ikke er knyttet til innemiljøet i form av et "naturgitt" basisfravær.

De viktigste funnene i vårt prosjekt er:

- CO<sub>2</sub> konsentrasjon, som fungerer som en indikator for ventilasjon og luftkvalitet, øker fraværet for både barn og ansatte. Senkes CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen fra sitt gjennomsnitt på 1 380 ppm til 1 180 ppm, synker det forventede fraværet per barn med noe under 1 dag per år. For de voksne, eller de ansatte i barnehagen, er effekten av en tilsvarende reduksjon CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen (fra 1 380 til 1 180), noe sterkere (1,2 dager per år).
- For de av barnehagene hvor hovedrengjøring skjer sjeldnere enn én gang i året, ligger det årlige fraværet for de ansatte 2,7 dager høyere enn hvis hovedrengjøringen skjer oftere. (Selv om effekten er stor, er den ikke signifikant). For barnehagebarna er den estimerte effekten av såpass sjelden hovedrengjøring enda sterkere (og signifikant). Effekten av så sjelden hovedrengjøring er estimert til om lag 9 dager i året (effekten er uskarpt bestemt, og det riktige er å si at den ligger et sted mellom 6 og 13 dager).
- Den tredje faktoren vi vil framheve, er at mye trafikk i nærheten av barnehagen ser ut til å generere så mye som 5 ekstra fraværsdager per år per barn i forhold til fraværet i barnehager som ikke er utsatt for trafikk. Effekten er atskillig svakere for de ansatte.
- Andre forhold som ser ut til å øke fraværet hos barnehagebarna, er om det finnes krypekjeller i barnehagebygget, om det er betong i himling, høy luftfuktighet, og om det har vært fuktskader i barnehagen som ikke er blitt skikkelig reparert. Tørr- og fuktmopping av lokalene i stedet for annen form for rengjøring ser også ut til å øke fraværet hos barna.
- Sannsynligheten for at et barn skal være plaget av astmatiske lidelser er signifikant større når barnet går i en trafikkexponert barnehage enn når det er lite biltrafikk i barnehagens nærmiljø. Bedringer i luftkvaliteten, målt som reduksjon i CO<sub>2</sub>-konsentrasjon, reduserer astmasannsynligheten – også det signifikant.

- En hypotese om at forekomst av allmennplager, slimhinnerelaterte plager og astma/allergi-plager blant barnehagebarn er uavhengig av egenskapene til barnehagen, ble forkastet på et 1% signifikansnivå.

Fraværsfaktorene som er kvantifisert på denne måten, er satt inn i en ramme hvor de brukes til å beregne og systematisere effekter av ulike former for tiltak. Som eksempel viser vi en tiltaksanalyse for å se på effekten av å installere et mekanisk balansert ventilasjonsanlegg i en barnehage som kun har naturlig ventilasjon. I beregningene antar vi at det er to avdelinger med til sammen 36 barn over tre år og 7 ansatte.

Det mekanisk balanserte ventilasjonsanlegget forventes å redusere CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen med vel 600 ppm (fra 1 610 til 995 ppm).

Beregnete effekter for barna blir da som oppsummert i tabellen nedenfor fra kap. 6:

Tabell 6.2 a

Effekten av å sette inn mekanisk balansert ventilasjonsanlegg i en barnehage uten ventilasjonsanlegg

	Forventet virkning i antall barn med lidelse og dagers fravær	Virkning pr barn – lidelsesansynlighet og fraværsdager
Redusert forekomst av astma ofte	1,4	3,8%
Redusert forekomst av astma av og til	3,2	9,0%
Redusert forekomst av allergier/høysnue	1,6	4,3%
Redusert forekomst av 'en eller annen plage'	2,2	6,0%
Redusert forekomst av 'slimhinne-plager'	2,5	6,8%
Redusert forekomst av 'allmennhelse-plager'	3,0	8,3%
Redusert fravær direkte effekt	50,4	1,40 dager
Redusert fravær indirekte effekt	10,4	0,29 dager
Redusert fravær foreldre	53,5	1,49 dager

I tillegg til dette kommer så effektene som går direkte på de ansatte i barnehagen.

Utover dette vil et slikt inneklimateiltak forbedre helse, trivsel og yteevne som ikke lar seg tallfeste med utgangspunkt i foreliggende materiale, men som har en betydelig samfunnsøkonomisk verdi som kommer i tillegg til hva som er dokumentert i denne rapporten.

## 8.2 Hva har vi ikke gjort som hadde vært mulig å gjøre med våre data?

Etter vår mening har vi i prosjektet fått fram et datamateriale som er velegnet til statistiske analyser av sammenhenger mellom inneklimate, trivsel, helse og sykefravær i barnehager. Det sier seg selv at en ikke innen rammen av et enkelt prosjekt kan uttømme alle de analytiske mulighetene som ligger i et slikt datasett. Gjennom hele rapporten har vi lagt vekt på å peke på begrensinger og svakheter i vår framgangsmåte. Likevel vil vi også i oppsummeringen peke på to av disse svakheterne.

For det første har vi estimert et ganske stort sett av en-lignings-modeller. De fenomenene vi analyserer er imidlertid så nært knyttet til hverandre at det nok hadde gitt bedre resultater å

formulere fler-ligningsmodeller, for så å estimere koeffisientene i disse simultant. Innen en slik ramme kunne vi også ha vurdert om instrument-variabel-estimering hadde vært mer hensiktsmessig.

Den andre måten vi kunne ha fått til en mer effektiv analyse av dataene på, hadde vært å utnytte ideene om å betrakte inneklimateparametrene som produktfunksjoner hvis parametre kunne ha blitt estimert. Denne ideen kunne ha blitt inkorporert i et oppsett av fler-ligningsmodeller.

### **8.3 Svakheter ved våre data/-innsamling som bør forbedres om nye liknende undersøkelser gjøres**

Utgangspunktet for datainnsamlingen vår har vært nøkternhet i forhold til ressursene. Målet var flest mulig relevante og pålitelige data for et antall barnehager som var mange nok til å gi statistisk pålitelige resultater.

Av svakheter vil vi nevne antallet barnehager som var med i undersøkelsen. Antallet var ikke stort nok til at ytterverdiene var godt nok representert. Tar vi f.eks. CO<sub>2</sub>-målingene, er det ikke mange barnehager med verdier under 1 000 ppm eller over 2 000 ppm. En fordobling av antallet ville vært en fordel. Andre svakheter er antall målesoner i hver enkelt barnehage og varigheten av måleperioden. Flere målesoner og en måleperiode av lengre varighet, minst én uke, hadde også vært fordelaktig. Andre forbedringer hadde vært en bedre administrasjon av spørreskjemaene for å få opp svarprosenten. Dette gjelder spesielt foreldreskjemaene. En annen forbedring hadde vært en bedre oppfølging av sykefraværet både for de ansatte og barna med f.eks. en loggbokføring over et år. Til sist vil vi påpeke at det burde vært en runde med målinger og spørreskjemaer også i den varme årstiden, f.eks. like før sommerferien.

Med utgangspunkt i opplistede svakheter ved datainnsamlingen er vurderingen i ettertid at med de ressursene vi hadde til rådighet hadde det ikke vært mulig å endre vesentlig på kvaliteten av datamaterialet.

## LITTERATUR

- Ben-Akiva, Moshe and Lerman, Steven R. (1985). Discrete Choice Analysis – Theory and Application to Travel Demand, The MIT Press, Cambridge US and London UK, 1985
- Blom, Peter, F. Levy og E. Skåret (1992), Omfanget av inneklimateproblemer i Norge, Prosjektrapport 97. Norges byggforskningsinstitutt, Oslo, 1992
- Bondevik, Per N. (1996), Inneklimate og sykefråvæ – Ei økonometrisk tilnærming. Internt notat, Norges byggforskningsinstitutt, Oslo, 1996
- Brendemoen A. og H. Vennemo (1993), 'Hva koster det å øke skattene' Økonomiske Analyser 8, Statistisk sentralbyrå (SSB), Oslo, 1993
- Econ (1993), Konsekvensanalyse av handlingsplan for godt inneklimate, Econ-rapport 11/93, Oslo
- Goldberger, A. (1968), The Interpretation and Estimation of Cobb-Douglas Functions Econometrica vol 35 no 3-4 1968 ss 464 – 472
- Hansen, Anett og H. Selte (1997): 'Luftforurensing og sykefravær i Oslo – er det en sammenheng', Økonomiske Analyser 3/97 SSB, Oslo
- Johnston, J. (1984), Econometric methods, 3rd ed, McGraw-Hill, New York, 1984
- Kosonen, Katri (1997) House Price Dynamics in Finland, Paper presentert på ENHR Housing Economics Workshop Wien January 1997, Helsinki, Finland 1997
- Maddala, G. S. (1983), Limitdependent and qualitative variables in econometrics, Cambridge University Press, 1983
- Myhrvold, A. N.; Olsen, E. og Lauridsen Ø. (1997): Innemiljø i skolebygg. RF-Rogalandsforskning, Samlerapport RF-97/036, 1997
- Nordvik, Viggo (1993), Inneklimate og økonomi – fragmenter av en analyse, upublisert notat Norges byggforskningsinstitutt, Oslo, 1993
- NOU 1997: 6: Rammevilkår for omsetning av legemidler – "Lønsomme legemidler", Oslo 1997
- Olin, Å; Højer, B; Tomson, G; Aurelius, G; Snellman, K; Roth, B. (1984): "Dagissjukan" – En jämförelse mellan daghem med och utan klimatproblem. Stockholm 1984, Stockholms läns landsting – Hälso- och sjukvårdsnämnden
- Peterson, Folke og Wennerström, Johan (1990): Om sjukfrånvaro och inomhusluftens egenskaper. Tekniska Meddelanden 338 1990:2 KTH, Institutionen för uppvärmnings- och ventilationsteknik

- Rosendal, Knut Einar (1996), 'Helseeffekter av partikkelforurensning i Oslo'. Økonomiske Analyser 5/1996 SSB, Oslo
- Skåret, Eimund (1992): "Innemiljø og økonomi." Rapport for NTNF, Norges byggforskningsinstitutt rapport N6405, Oslo, 1992
- Skåret, Eimund (1996): Inneklima i barnehager – en systematisering. Økonomiske konsekvenser av inneklimabedringer i barnehager. Arbeidsrapport. Norges byggforskningsinstitutt, Oslo, 1996
- Skåret, Eimund og Blom, Peter (1995): European Audit Project to Optimize Indoor Air Quality and Energy Consumption in Office Buildings. Contract JOU2-CT92 0022. National report, Norway, Norges byggforskningsinstitutt, Oslo, January 1995.
- Skåret, Eimund m.fl. (1995): Inneklimaproblemer – undersøkelse og utbedring. Norges byggforskningsinstitutt. Rapport 109, Oslo, 1995

## VEDLEGG 1. FRAVÆRSREGISTRERING

### FYLLES UT AV STYRER

1. Oppgi sykefravær for den enkelte ansatte det siste året, etter lengden av sykefraværet.

Avdeling: \_\_\_\_\_

Kode: \_\_\_\_\_

Ansatt nr 1

- ..... ganger à 1 dag
- ..... ganger à 2-3 dager
- ..... ganger à 4-13 dager
- ..... ganger over 13 dager

Ansatt nr 2

- ..... ganger à 1 dag
- ..... ganger à 2-3 dager
- ..... ganger à 4-13 dager
- ..... ganger over 13 dager

Ansatt nr 3

- ..... ganger à 1 dag
- ..... ganger à 2-3 dager
- ..... ganger à 4-13 dager
- ..... ganger over 13 dager

Ansatt nr 4

- ..... ganger à 1 dag
- ..... ganger à 2-3 dager
- ..... ganger à 4-13 dager
- ..... ganger over 13 dager

Ansatt nr 5

- ..... ganger à 1 dag
- ..... ganger à 2-3 dager
- ..... ganger à 4-13 dager
- ..... ganger over 13 dager

Ansatt nr 6

- ..... ganger à 1 dag
- ..... ganger à 2-3 dager
- ..... ganger à 4-13 dager
- ..... ganger over 13 dager

Ansatt nr 7

- ..... ganger à 1 dag
- ..... ganger à 2-3 dager
- ..... ganger à 4-13 dager
- ..... ganger over 13 dager

Ansatt nr 8

- ..... ganger à 1 dag
- ..... ganger à 2-3 dager
- ..... ganger à 4-13 dager
- ..... ganger over 13 dager

Ansatt nr 9

- ..... ganger à 1 dag
- ..... ganger à 2-3 dager
- ..... ganger à 4-13 dager
- ..... ganger over 13 dager

Ansatt nr 10

- ..... ganger à 1 dag
- ..... ganger à 2-3 dager
- ..... ganger à 4-13 dager
- ..... ganger over 13 dager

### 2. Personlig hygiene - rutiner for barna

a. *Vaskes barnas hender før hvert måltid?*

- [1] Alltid
- [2] Oftest (glemmes 1-2 g. per mnd.)
- [3] Glemmes 1-2 g. per uke
- [4] Tilfeldig
- [5] Sjelden
- [6] Vet ikke

b. *Er barna selv ansvarlige for å vaske hender etter toalettbesøk?*

- [1] Ja
- [2] Nei, dette kontrolleres alltid
- [3] Nei, men det er ikke kontroll med de største barna som hjelper seg selv.

## VEDLEGG 2. BYGNINGSMESSIGE DATA

### Data vedrørende bygningen og bygningens bruk

Hvis ikke annet er angitt, kryss bare av for ett av de angitte svaralternativene.

Hvis det er flere ventilasjonsanlegg i bygningen, skal del 2 av dette skjemaet fylles ut for hvert anlegg.

Spesielle kommentarer kan føres på til slutt i spørreskjemaet.

---

### Del 1: Generelle bygningstekniske data

---

#### 1. Om barnehagen

a. Barnehagens navn: \_\_\_\_\_

Bygning:

[1] Egen bygning

[2] I annen bygning

Barnehagens gateadresse: \_\_\_\_\_

b. Status:

[1] Offentlig

[2] Privat

c. Er barnehagen Husbankfinansiert?

[1] Ja

[2] Nei

[3] Vet ikke

---

d. Hvor er barnehagen plassert?

[1] Blokkbebyggelse

[2] Bykjerne

[3] Småhusbebyggelse

[5] Ytre by

[4] Spredt bebyggelse/landlig

---

## 2. Orientering av bygningen

Tegn en enkel skisse (grunnriss) av bygningen med himmelretningen markert. Markér også hvor ventilasjonsanleggets luftinntak og avkast befinner seg, samt plassering av og avstand til den mest trafikkbelastede veien innenfor 200 m.

---

## 3. Trafikksituasjonen innenfor 200 m fra bygningen. Kryss av for den mest trafikkerte veien:

- [1] Fire-felts gjennomfartsvei   [3] Trafikkert lokalvei   [5] Stille vei  
[2] Annen gjennomfartsvei   [4] Lite trafikkert vei

---

## 4. Barnehagens uteområde

### a. Utearealer:

Tomtearealet: \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>

Grøntarealer og beplantning: \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>

Grus, jord: \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>

**b. Blir det slam og søle i fuktig vær der barna leker?:**

[0] Ubetydelig                      [1] Noe                      [2] Mye

**c. Lekeapparater og sandkasser:**

[1] Rikelig                      [2] Middels                      [3] Sparsomt

**d. Nærmeste naboer er:**

[1] Boliger                      [2] Garasje/parkering                      [3] Industri

[4] Annet: \_\_\_\_\_

---

**5. Er det noen utendørs kilder for luftforurensning i nærheten (utenom trafikk) som kan påvirke inneklimateet?**

[0] Nei, ingen                      [1] Garasje/parkering                      [2] Industri

[3] Byggeplass                      [4] Annet: \_\_\_\_\_

---

**6. Dersom barnehagen ikke er i egen bygning - hvilken virksomhet er det i bygningen utenom barnehage?**

[1] Grendehus                      [3] Forretninger                      [5] Bolig

[2] Forsamlingslokale                      [4] Skole

[6] Annet: \_\_\_\_\_

---

**7. Barnehagens utforming****a.**Antall etasjer: \_\_\_\_\_ Totalt areal (brutto): \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>

Antall avdelinger: \_\_\_\_\_

**Fyll ut Del 3!****b. Bruttoareal og antall barn i avdelingene:***Avdeling 1:*Bruksareal: \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>Navn på  
avdeling: \_\_\_\_\_

Antall barn: \_\_\_\_\_

Aldersgruppe: \_\_\_\_\_

*Avdeling 3:*Bruksareal: \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>Navn på  
avdeling: \_\_\_\_\_

Antall barn: \_\_\_\_\_

Aldersgruppe: \_\_\_\_\_

*Avdeling 2:*Bruksareal: \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>Navn på  
avdeling: \_\_\_\_\_

Antall barn: \_\_\_\_\_

Aldersgruppe: \_\_\_\_\_

*Avdeling 4:*Bruksareal: \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>Navn på  
avdeling: \_\_\_\_\_

Antall barn: \_\_\_\_\_

Aldersgruppe: \_\_\_\_\_

**For hver avdeling utfylles Del 4****c. Fundamentering**

[1] Kjeller                      [2] Krypekjeller                      [3] Plate på mark (u.kjeller)

**d. Bærende konstruksjon:**

[1] Tung (murstein, betong)      [2] Lett (tre, metall, lettbetong)

**8. Barnehagens alder**

Når ble barnehagen (flere svar):

[1] Bygget/ombygget til barnehage: \_\_\_\_\_ [2] Sist totalt renoveret/oppusset: \_\_\_\_\_

[3] Overtatt av nåværende bruker: \_\_\_\_\_

---

**9. Solavskjerming**

**a. Persiener, markiser e.l. (om nødvendig, sett flere kryss):**

[0] Ingen [1] Utvendig [2] Mellom glass

[3] Innvendig [4] Solavskjermende glass (sol-kontroll)

**b. Styring av solavskjermingen:**

[1] Automatisk [2] Manuell

---

**10. Vinduer**

**a. Antall glass i vinduet:**

[1] Enkeltglass [2] To-lags glass [3] Tre-lags glass

[4] Energiglass [5] Annet \_\_\_\_\_

---

**b. Glass-areal i % av gulvareal: \_\_\_\_\_ %**

**c. Kan minst ett vindu i hvert rom åpnes?:**

[0] Nei [1] Ja

---

**11. Tak (himling)**

**a. Er det nedsenket himling i lekerom:**

[0] Nei [1] Ja

**b. Hvis det er nedsenket himling:**

[1] Tett himling [2] Åpen himling (spalter e.l.)

**c. Materiale i himling:**

[1] Himlingsplater av mineralull [2] Akustikkplater med overliggende mineralull

[3] Annen type akustikkhimling, type: \_\_\_\_\_

[4] Bare harde himlingsplater, type: \_\_\_\_\_ [5] Tretak [6] Betongtak

**d. Er det en ubehandlet betongoverflate over himling:**

[0] Nei [1] Ja [2] Vet ikke

**12. Veggmaterialer**

[1] Papirtapet [2] Plastbehandlet tapet [3] Tekstiltapet

[4] Malt glassfiberstrie [5] Malt/lakkert trepanel [6] Ubehandlet trepanel

[7] Annen veggkledning, type: \_\_\_\_\_

[8] Malte akustiske plater

[9] Annen type akustiske veggkonstruksjoner, type: \_\_\_\_\_

**13. Er røyking tillatt inne?**

[0] Nei [1] Tillatt i eget rom

Hvor mange ansatte røyker daglig, i eller utenfor barnehagen? \_\_\_\_\_

**14. Fuktskader****a. Har bygningen hatt fuktskader:**

Nei [0] Ja [1] Vet ikke [2]

Hvis ja:

Hva slags skade: \_\_\_\_\_

**b. Når var skaden, årstall: \_\_\_\_\_**

Er skaden utbedret?: [1] Ja [2] Nei

Hvordan utbedret?: \_\_\_\_\_

## 15. Hvordan og hvor ofte blir rommene rengjort?

## a. Metoder og frekvens:

	Daglig	2-4 ganger i uka	En gang i uka	1-3 ganger i måneden	Sjelden eller aldri
Tørrmopping					
Fuktmopping					
Vask av gulv					
Støvsuging					
Støvsuging med sentralstøvsuger					
Tørr-rensing av teppebelegg					
Våtrensing av teppebelegg					
Voksing eller polish- behandling av gulv					
Rengjøring av bord					

## b. Hovedrengjøring:

[2] To ganger i året

[1] En gang i året

[0] Sjeldnere

## Del 2: Tekniske installasjoner

---

### 16. Hvordan blir rommene oppvarmet?

#### a. Metoder:

- [1] Varmt-vann                      [2] Varmluft                      [3] Direkte elektrisk

#### b. Utstyr:

- [1] Radiatorer, panel-ovner      [2] Golvvarme                      [3] Takvarme: \_\_\_\_\_  
[4] Annet: \_\_\_\_\_
- 

### 17. Hvordan blir rommene kjølt?

- [0] Ingen spesiell kjøling      [1] Mekanisk luftkjøling  
[2] Romluftkjølere (fan-coils)   [3] Kjøletak                      [4] Annet: \_\_\_\_\_
- 

### 18. Hvordan blir romtemperaturen kontrollert?

- [1] Manuell effektstyring på ovn/radiator      [2] Lokal termostat på utstyr  
[3] Lokal veggtermostat      [4] Sentral styring                      [5] Annet: \_\_\_\_\_
- 

### 19. Hvordan blir rommene ventilert

- [1] Bare naturlig ventilasjon (u/vifte)      [2] Bare mekanisk avtrekk (m/vifte)  
[3] Balansert ventilasjonssystem (innblåsning og avtrekk m/vifte)
-

**Luftmengder i ventilasjonsanleggene****a. Prosjektert gjennomsnittlig tilluftsmengde til hele arealet:**Enten \_\_\_\_\_ liter per sek eller \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup> per time

Prosjektert luftmengde til lekerom:

Enten \_\_\_\_\_ liter per sek eller \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup> per time

Prosjektert luftmengde til kontor:

Enten \_\_\_\_\_ liter per sek eller \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup> per time**b. Prosjektert luftmengde til personalrom:**Enten \_\_\_\_\_ liter per sek eller \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup> per time**c. Finnes innreguleringsprotokoll ?**

[0] Nei [1] Ja

Tidspunkt for siste måling av hovedluftmengder: \_\_\_\_\_

Tidspunkt for siste innregulering av ventilasjonsanlegget: \_\_\_\_\_

**20. Er ventilasjonsanlegget utstyrt med:****a. Omluft:**

[0] Nei [1] Ja, automatisk styrt [2] Ja, manuelt styrt

**b. Befuktning:**

[0] Nei [1] Damp [2] Vannforstøvning, overrisling

**c. Varmegjenvinning:**

[0] Nei [1] Roterende vekslere [2] Platevekslere

[3] Annet, gi navn hvis mulig: \_\_\_\_\_

**d. Kjøkkenavtrekk:**

[0] Nei [1] Ja, hette over komfyr

**21. Bruk av ventilasjonsanlegget:****a. Hvordan blir ventilasjonsanlegget styrt:**

[1] Manuelt      [2] Automatisk

Full drift:                      Fra \_\_\_\_\_ til \_\_\_\_\_ på arbeidsdager

Redusert drift:                      Fra \_\_\_\_\_ til \_\_\_\_\_ på arbeidsdager

Stoppet system:                      Fra \_\_\_\_\_ til \_\_\_\_\_ på arbeidsdager

**b. Drift i helg:**

[0] Stoppet system      [1] Redusert drift      [2] Som hverdager

**c. Bruk av ev. befuktningsanlegg:**

[0] Er ikke i bruk      [1] I bruk, ca. \_\_\_\_\_ % av året

**d. Brukes ev. omluft i løpet av året:**

[0] Nei                      [1] Ja

**22. Luftinntakets plassering**Angi friskluftinntakets høyde over bakkeplan: \_\_\_\_\_ m  
(Angi lokalisering på skisse under pkt. 3)**23. Luftfilter i ventilasjonsanlegg**

Filterklasse forfilter i tilluftssystem: \_\_\_\_\_ (f.eks. EU4)

Filterklasse hovedfilter i tilluftssystem: \_\_\_\_\_ (f.eks. EU7)

Tidspunkt for siste bytte av hovedfilter: \_\_\_\_\_

Brukes elektrostatiske filtre i ventilasjonsanlegget :

[0] Nei                      [1] Ja

**24. Inneklimaapparater i rommene**

Det er installert luftrensere eller andre klimaapparater i rommene:

[0] Ingen

	Mekaniske luftrensere	Elektrostatisk rensere	Ionegeneratorer	Befuktere
I personalrom:	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
I lekerom:	[ 5 ]	[ 6 ]	[ 7 ]	[ 8 ]

[9] Andre (nevn type): \_\_\_\_\_

**25. Drift**

Hvem har tilsynet med den daglige driften av oppvarmings- og ventilasjonsanlegget:

[1] Vaktmester                      [2] En av personalet som har fått opplæring til det

[3] Annen person \_\_\_\_\_ [4] Tilfeldig                      [5] Vet ikke

**26. Vedlikehold og serviceavtaler**

Hvordan blir ventilasjonsanlegget vedlikeholdt:

[1] Vaktmester                      [2] Det er engasjert egen kyndig person

[3] Det er serviceavtale med et kompetent firma                      [4] Tilfeldig

**27. Spesielle kommentarer**


---



---



---



---



---

## Del 3

## Personalrom

Rom	Areal (ca m <sup>2</sup> )	Direkte atkomst til	Vindu mot (S N Ø V)
Vindfang			
Garderobe			
Toalett	antall		
Evt annet våtrom	antall		
kontor			
hvile/spiserom			
Annet angi romtype			

## Gulvbelegg

Hva slags gulvbelegg finnes det: % av areal

Nålefilt \_\_\_\_\_ %

Teppe med skåren luv \_\_\_\_\_ %

Teppe med løkker \_\_\_\_\_ %

Vinylbelegg \_\_\_\_\_ %

Linoleumsbelegg \_\_\_\_\_ %

Keramiske fliser \_\_\_\_\_ %

Tregulv/parkett \_\_\_\_\_ %

Annet \_\_\_\_\_ %

## Del 4

Barnehageavdelingen

Avdeling: \_\_\_\_\_

NB! ett skjema pr avdeling i barnehagen

Rom	Areal (ca m <sup>2</sup> )	Direkte atkomst til	Vindu mot (S N Ø V)
Vindfang			
Garderobe			
Stellerom			
Toalett	antall		
Gang			
Kjøkken			
Lekerom			
Leke-/grupperom 1			
Leke-/grupperom 2			
Hvilerom for barn			
Evt andre opph. rom angi type:			
Evt. Halvklimaliserte rom			

## Gulvbelegg

Hva slags gulvbelegg finnes det:      % av areal

Nålefilt      \_\_\_\_\_ %

Teppe med skåren luv      \_\_\_\_\_ %

Teppe med løkker      \_\_\_\_\_ %

Vinylbelegg      \_\_\_\_\_ %

Linoleumsbelegg      \_\_\_\_\_ %

Fliser      \_\_\_\_\_ %

Tregulv      \_\_\_\_\_ %

Annet      \_\_\_\_\_ %

## Del 5

## Aktivitetsmønster en typisk dag

Avdeling: \_\_\_\_\_

Ett skjema per avdeling

Rom	Type aktivitet (fri lek samling hvile etc)	Periode; fra klokka x/til klokka y	Antall barn samtidig
		/	
		/	
		/	
		/	
		/	
		/	
		/	
		/	
		/	
		/	
		/	
		/	
		/	
		/	
		/	

## VEDLEGG 3. SPØRRESKJEMA TIL DE ANSATTE

### SPØRRESKJEMA OM INNEKLIMA/SYKEFRAVÆR I BARNEHAGER - ANSATTE

Norges byggforskingsinstitutt arbeider med et forskningsprosjekt for å kartlegge sammenhengen mellom arbeidsmiljø og sykefravær og trivsel i barnehager. Med dette skjemaet ber vi deg beskrive hvordan du opplever arbeidsmiljøet i barnehagen. Opplysningene du gir i skjemaet vil bli behandlet konfidensielt.

GENERELLE OPPLYSNINGER	PERSONLIGE OPPLYSNINGER		
Dato for utfylling.....	Kjønn	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> K
Barnehagens navn	Alder	<input type="checkbox"/> under 24	<input type="checkbox"/> 25 – 39 <input type="checkbox"/> 40 eller mer
Hvilken avdeling arbeider du i?	Hvor lenge har du arbeidet i denne barnehagen?..... (måned/år)		
	Stilling	.....	
	Arbeidsbrøk (heltids = 100 %)	..... (%)	
<b>INNEKLIMA</b>			
Har du de siste <i>tre månedene</i> følt deg plaget av ett eller flere av følgende forhold i barnehagen? Marker din oppfatning med <i>ett</i> kryss på hver linje:	Ja, ofte (minst 1 gang i uka)	Ja, en gang i blant	Nei
Trekk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
For høy romtemperatur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Variierende romtemperatur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
For lav romtemperatur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Innestengt, -dårlig- luft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Torr luft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ubehagelig lukt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Statisk elektrisitet (kan gi deg små stot)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Støy	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Belysning (f.eks. for lite lys eller blending)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Støv og smuss	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Annet, spesifiser	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....			
Blir det for varmt i barnehagen om sommeren?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>ARBEIDSFORHOLD</b>			
	Ja, som oftest	Av og til	Nei
Er arbeidet ditt engasjerende og stimulerende?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Har du for mye å gjøre i jobben din?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kan du påvirke dine egne arbeidsforhold?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Får du hjelp hvis du har problemer i arbeidet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>TIDLIGERE/NÅVÆRENDE SYKDOMMER</b>			
	Ja	Nei	
Har du eller har du hatt astmatiske plager?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Har du eller har du hatt hørsnue?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Har du eller har du hatt eksem?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

### NÅVÆRENDE PLAGER

Har du de siste <i>tre månedene</i> hatt noen av nedenstående symptomer/plager i barnehagen?	Ja, ofte (minst en gang i uka)	Ja, en gang i blant	Nei	Hvis ja, blir plagen mindre når du ikke er i barnehagen?	
				Ja	Nei
Tretthet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tung i hodet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hodepine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Svimmel/or	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Konsentrasjonsproblemer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kløe/svie/irritasjon i øynene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Irritert, tett eller rennende nese	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Torr eller irritert hals	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Heshet eller hoste	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pustebevrer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Torr eller irritert hud i ansiktet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Torr eller irritert hud på hendene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Annet, spesifiser	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

.....

### SYKDOMSFRAVÆR

	De siste tre månedene	Det siste året
Hvor mange dager har du vært borte fra arbeidet pga. sykdom?	_____ dager	_____ dager
Hvor mange dager har du vært borte fra arbeidet pga. følgende sykdommer:		
Halsesyke	_____ dager	_____ dager
•Forkjølelse• med lite feber	_____ dager	_____ dager
•Influensa• med feber	_____ dager	_____ dager
Andre sykdommer/lidelser	_____ dager	_____ dager
Nevn ev. hvilke: .....		

### GENERELT OM INNEKLIMA OG ARBEIDSLOKALER

Hvor fornøyd eller misfornøyd er du med inn klimaet og lokalene i barnehagen?  
Marker med et kryss på skalaen:

Misfornøyd |-----|-----|-----|-----| Fornøyd

### EVENTUELLE KOMMENTARER/SYNSPUNKTER

(for eksempel om det er særlige tidspunkter eller situasjoner hvor eventuelle problemer oppstår)

.....  
.....  
.....

## VEDLEGG 4. SPØRRESKJEMA TIL FORELDRENE.

### SPØRRESKJEMA OM INNEKLIMA/SYKEFRAVÆR I BARNEHAGE - FORELDRE

Norges byggforskingsinstitutt arbeider med et forskningsprosjekt for å kartlegge sammenhengen mellom inneklima og sykefravær i barnehager. Med dette skjemaet ber vi om opplysninger om barnets sykefravær den siste tiden. Opplysningene du gir i skjemaet vil bli behandlet konfidensielt. Har du flere barn i barnehagen, fylles det ut ett skjema for hvert barn.

#### GENERELLE OPPLYSNINGER

Dato for utfylling .....

Barnehagens navn:

.....

Hvilken avdeling er barnet i?

.....

#### OPPLYSNINGER OM BARNET

Alder .....

Hvor lenge har barnet vært i barnehagen? ..... (mnd/år)

Røykes det i hjemmet?

Ja

Nei

#### TIDLIGERE/NÅVÆRENDE SYKDOMMER

	Ja, ofte	Ja, av og til	Nei
Har barnet hatt eller har det astmatiske plager?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Har barnet hatt eller har det allergisk snue/hoysnue?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Har barnet hatt eller har det eksem?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

#### NÅVÆRENDE PLAGER

Har barnet de siste <i>tre månedene</i> hatt noen av nedenstående symptomer/plager?	Ja, ofte (minst en gang i uka)	Ja, en gang i blant	Nei	Hvis ja, blir plagen borte i fridager/ferier?	
				Ja	Nei
Vondt i hodet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sovnvansker	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kløe/svie/irritasjon i øynene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Irritert, tett eller rennende nese	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Torr eller irritert hals	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Heshet eller hoste	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pustebevær om natten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Torr eller irritert hud i ansiktet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Torr eller irritert hud på hendene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Flassing/kløe i hodebunnen/ørene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Annet, spesifiser	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

.....

**SYKDOMSFRAVÆR****Totalt antall sykedager**

	De siste tre månedene	Siste 12 måneder
Hvor mange dager har barnet vært borte fra barnehagen pga. sykdom?	_____ dager	_____ dager
Hvor mange dager har barnets forsorgere tilsammen vært borte fra arbeidet på grunn av barnets sykdom?	_____ dager	_____ dager

NB! Har du flere enn ett barn i barnehagen, forer du hele forsorgerfraværet på ett av skjemaene.

**Fordeling av sykefraværet**

Hvor mange dager har barnet vært borte fra barnehagen pga. følgende sykdommer:	De siste tre månedene	Siste 12 måneder
Øyekatarr	_____ dager	_____ dager
Ørebetennelse	_____ dager	_____ dager
Halsesyke	_____ dager	_____ dager
Forkjølelse med lite feber	_____ dager	_____ dager
Sterk forkjølelse, influensa med feber (over 38 grader)	_____ dager	_____ dager
Barnesykdommer (vannkopper, meslinger, rode hunder etc.)	_____ dager	_____ dager
Andre sykdommer/lidelser	_____ dager	_____ dager

Nevn ev. hvilke: .....

Hvor mange ganger har barnet i løpet av det siste året hatt sykefravær med følgende varighet:

- \_\_\_\_\_ ganger à 1 dag
- \_\_\_\_\_ ganger à 2 – 3 dager
- \_\_\_\_\_ ganger à 4 – 13 dager
- \_\_\_\_\_ ganger à 14 dager eller mer

**KOMMENTARER/SYNSPUNKTER OM BARNETS OPPHOLD I BARNEHAGEN/  
OBSERVASJONER AV UGUNSTIGE FORHOLD**

.....

.....

.....

.....

.....

