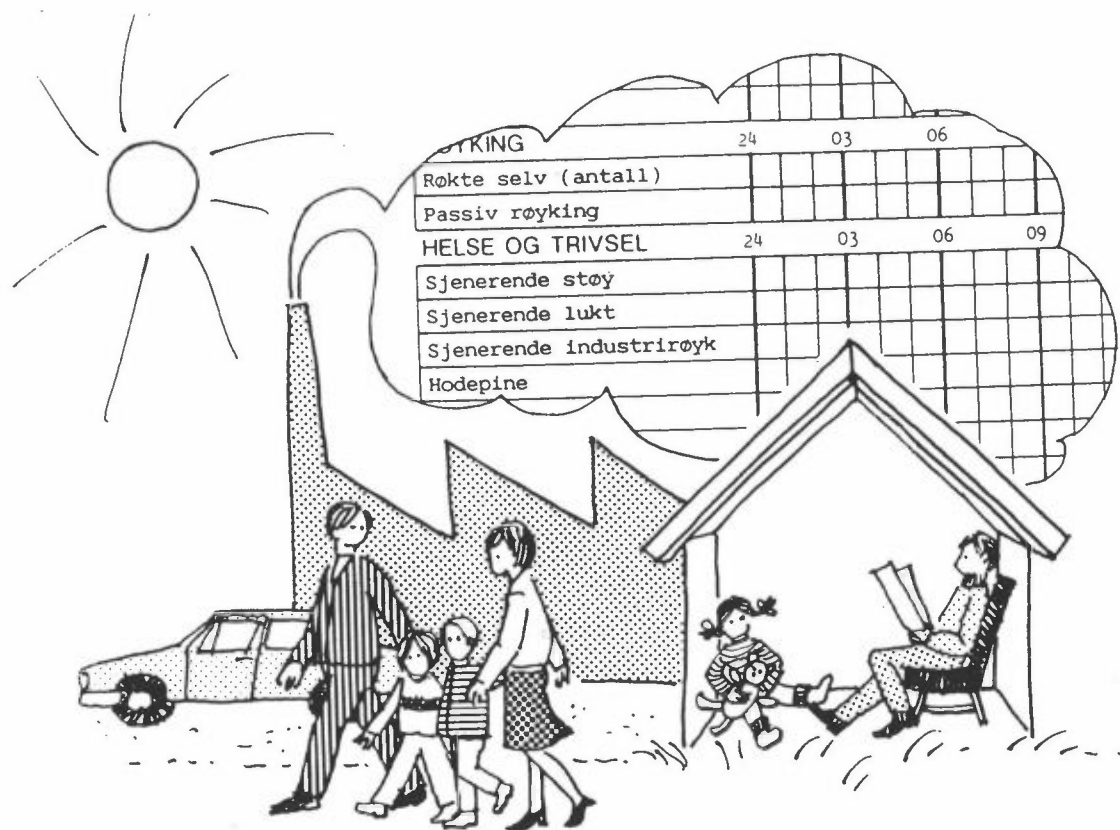


Korttidsstudie av sammenhengen mellom luftforurensninger og helsevirkninger i Grenland

Utførende institusjoner:

Norsk institutt for luftforskning (NILU) og Statens institutt for folkehelse (SIFF)

Virkinger av luftforurensninger på menneskers oppfatning av egen helse



Oppdragsgivere: Miljøverndepartementet (MD), Statens forurensningstilsyn (SFT) og Norges Teknisk-Naturvitenskaplige Forskningsråd (NTNF)

NILU OR : 21/94
REFERANSE: O-8747
DATO : APRIL 1994
ISBN : 82-425-0563-2

KORTIDSSTUDIE AV SAMMENHENGEN MELLOM LUFTFORURENSNINGER
OG HELSEVIRKNINGER I GRENLAND

VIRKNINGER AV LUFTFORURENSNINGER
PÅ MENNESKERS OPPFATNING AV EGEN HELSE

J. Clench-Aas,¹ A. Bartonova,¹ M.J. Aarnes,¹
G. Bjercknes-Haugen,² N.L. Hjort,³ K. Halvorsen,³
S.O. Samuelsen,² L.S. Bakketeig²

¹ NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
POSTBOKS 64, N-2001 LILLESTRØM
NORGE

² STATENS INSTITUTT FOR FOLKEHELSE
GEITMYRSVEIEN 75, 0462 OSLO
NORGE

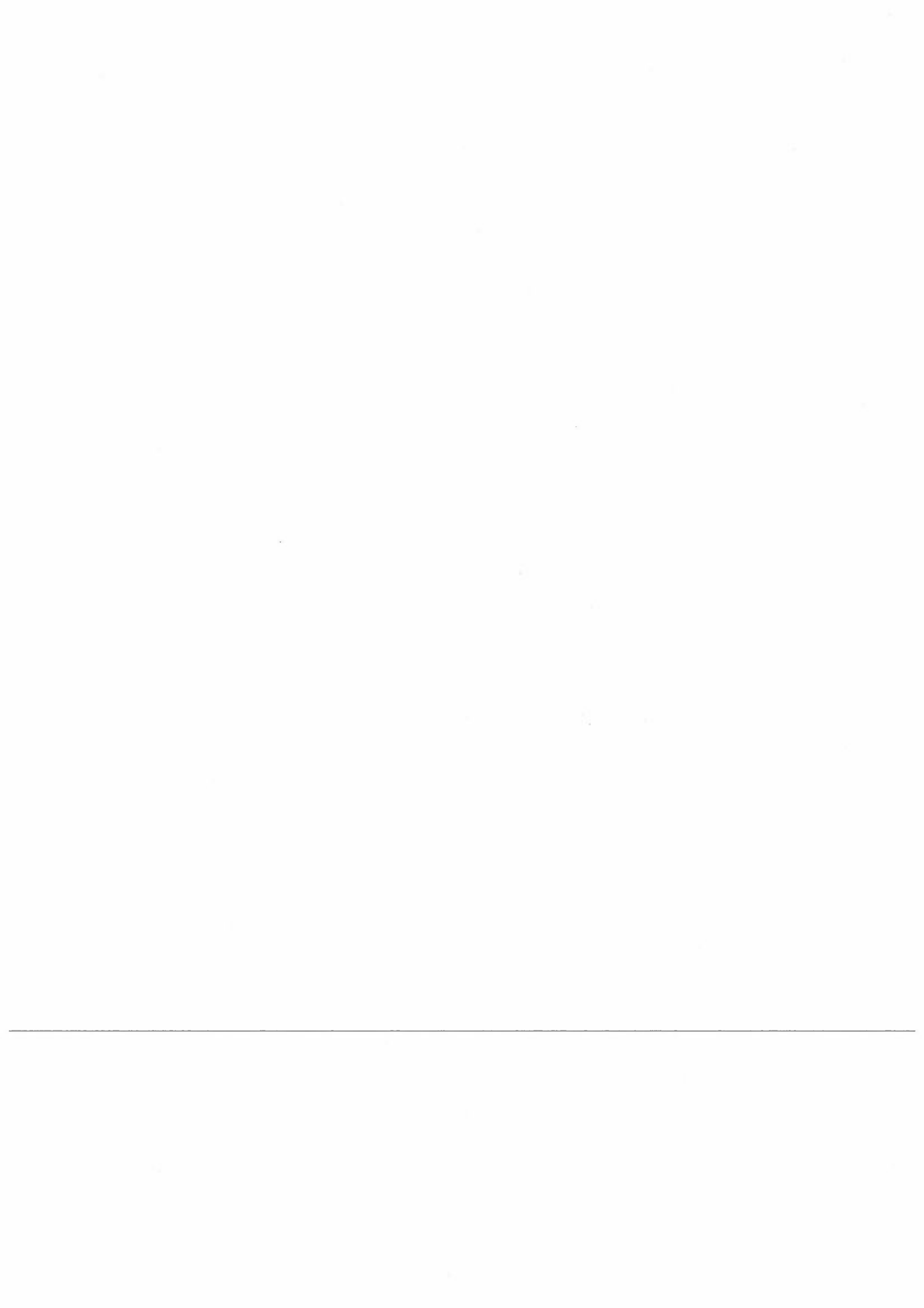
³ NORSK REGNESENTRAL
POSTBOKS 114, BLINDERN, 0314 OSLO
NORGE

FORORD

Rapporten er en del av en serie rapporter som dokumenterer undersøkelsen "Kortidsstudie av sammenhengen mellom luftforurensninger og helsevirkningen i Grenland". Det eksisterer to hovedrapporter som beskriver hele undersøkelsen, en på norsk og en på engelsk (NILU/NIPH, 1991).

Undersøkelsen er finansiert av Miljøverndepartementet, Statens Forurensningstilsyn og Norges teknisk naturvitenskapelige forskningsråd.

Undersøkelsen var et samarbeid med Statens institutt for folkehelse og Norsk Regnesentral.



INNHOOLD

	Side
FORORD	1
SAMMENDRAG	5
SUMMARY	9
1 INNLEDNING	15
2 OVERSIKT OVER UNDERSØKELSESTYPER	17
3 METODE	18
3.1 Beskrivelse av dagboken	18
3.2 Komprimering av data	22
3.3 Statistisk modell	25
3.4 Uavhengige variable i modellen	29
3.5 Autokorrelasjon	30
3.6 Statistisk signifikans	32
4 RESULTATER - KUMULERTE SYMPTOMER PÅ HELSEEFFEKT	33
5 RESULTATER AV SAMMENHENGEN MELLOM EKSPONERING FOR LUFTFORURENSNING OG DE INDIVIDUELLE SYMPTOMER PÅ HELSEEFFEKT	34
5.1 Symptomer på ubehag	51
5.2 Symptomer i øvre luftveier	51
5.3 Symptomer i nedre luftveier	51
5.4 Symptomer på nedsatt allmenntilstand	52
5.5 Symptomer på stress og tretthet	52
6 ANALYSE AV HELSEEFFEKT AV LUFTFORURENSNINGER VED Å BRUKE M-MIKRO-KOMPRIMERINGSMETODEN	53
7 RESULTATER AV SAMMENHENGEN MELLOM EKSPONERING FOR LUFTFORURENSNING DET SISTE DØGN OG INDIVIDUELLE HELSEEFFEKTER	53
8 DISKUSJON	57
9 KONKLUSJON	79
10 REFERANSER	81

VEDLEGG 1: Litteraturoversikt	85
VEDLEGG 2: Grafisk fremstilling av forskjeller i tilpasning til data mellom modeller med forskjellig sammensetning av uavhengige variabler	99
VEDLEGG 3: Kumulerte symptomer på helseeffekt	109
VEDLEGG 4: Fullstendige resultater ved å bruke fremgangsmåte foreslått av Korn & Whittemore på koeffisienter fått av logistisk regresjon for forskjellige modeller	117
VEDLEGG 5: Sammenligning av resultater for enkelte subjektive helseparametre fra analyser av forskjellige modeller og komprimeringsmetoder	159
VEDLEGG 6: Kumulativ prosent på alle helseparametere	179
VEDLEGG 7: Beregning av sannsynlighet for rapportering for enkelte utvalgte responser og eksponeringssituasjoner	199

SAMMENDRAG

Luften i Grenland inneholder en rekke forskjellige komponenter som svoveldioksid, nitrogenoksider, ozon, hydrokarboner og partikulære forbindelser, som bl.a. sure aerosoler. Disse stammer fra industri, trafikk og boligoppvarming. Utslippskildene er lokalisert i bunnen av dalføret. I tillegg finnes langtransporterte luftforurensninger som har kilder utenfor området.

Rapportering av symptomer av redusert helse indikerer ikke nødvendigvis et alvorlig helseproblem, men reflektere trivsel, en viktig faktor å ta hensyn til m.h.t effekter av luftforurensning. Derfor ble både objektive og subjektive mål for helse inkludert i undersøkelsen.

Grenlandsprosjektet startet våren 1987 og har vært et samarbeidsprosjekt mellom Norsk institutt for luftforskning (NILU) og Statens institutt for folkehelse (Folkehelse). Prosjektet har vært finansiert av MD, SFT og Norges teknisk-naturvitenskapelige forskningsråd (NTNF), og er gjennomført i nært samarbeid med lokale myndigheter.

Prosjektets mål var å undersøke om enkelte luftforurensningskomponenter eller kombinasjoner av disse har korttidsvirkninger på menneskers helse og trivsel i Skien/Porsgrunn-området.

KOHORTSTUDIE

En kohortundersøkelsesmetode ble valgt for å følge tre utvalgte grupper deltakere gjennom to måneder i januar-mars og to måneder i april-juni 1988. I de samme periodene ble det gjort målinger og beregninger av luftkvaliteten i området. Tidsperiodene ble valgt for å dekke årstidsvariasjoner i luftforurensningenes nivå og sammensetning. Deltakerne ble fulgt opp time for time hver dag ved hjelp av egenføring av en dagbok. De tre gruppene var:

1. Studiepopulasjon - personer i alderen 18-75 år rekruttert fra en gruppe på 800 trukket tilfeldig fra Folkeregisteret, ialt 312 personer.
2. Lungesyke voksne - personer i alderen 18-75 år med kjent lungelidelse som hadde vart i minst ett år, ialt 67 personer.
3. Lungesyke barn - personer i alderen 4-18 år med kjent lungelidelse som hadde vart i minst ett år, ialt 18 barn og ungdommer.

Personer med kjent lungelidelse ble valgt fordi de var forventet å være spesielt følsomme for visse luftforurensninger.

Deltakerne oppga for hver time på et dagbokskjema om de var plaget av et sett av 17 subjektive effektvariable som avspeilet ubehagsfølelse, øvre og nedre luftveissymptomer, uspesifikke tegn på nedsatt allmentilstand og stressrelaterte symptomer. Deltakerne indikerte også hvordan de følte dagsformen var, angav aktiv og passiv røyking, og eventuelt medikamentforbruk.

LUFTKVALITET OG EKSPONERING

Hovedkildene til luftforurensning i Grenland er industriutslipp, biltrafikk, husoppvarming og skipstrafikk. Vinteren 1988 var luftforurensningene lavere enn tidligere år på grunn av en relativt mild vinter. Høyere nivåer av flere typer luftforurensninger observeres vanligvis på kalde, klare dager (inversjon), men denne vinteren var det få slike situasjoner.

I de to undersøkelsesperiodene ble det gjort målinger av meteorologiske forhold og luftkvalitet utendørs ved 9 målesteder i området. Målingene omfattet bl.a. svoveldioksid, nitrogenoksider, ozon, sulfat, nitrat og partikler.

Det ble også benyttet en mobil enhet som målte luftkvaliteten innendørs og utendørs i 15 representative boliger i området. Data om luftforurensende utslipp fra industri og fra biltrafikk ble kartlagt. Ved hjelp av modeller som beskriver spredningsforhold, ble det beregnet timevise konsentrasjoner av forskjellige komponenter for hver kvadratkilometer i undersøkelsesområdet. Beregnede konsentrasjonene ble korrigert med målte verdier.

De korrigerte konsentrasjonsfordelinger dannet grunnlaget for å estimere individuelle eksponeringer for deltakerne i prosjektet. For hver time og for hver deltaker ble det beregnet eksponering for hver enkelt komponent basert på informasjon fra dagbøkene om hvor de enkelte befant seg på ethvert tidspunkt.

RESULTATER, HELSE/LUFTKVALITET

Studiepopulasjonen viser flere samvariasjoner mellom rapportering av de subjektive helseeffektparametrene og luftforurensningseksponering enn de lungesyke voksne. Gruppen av lungesyke var muligens ikke ensartet nok p.g.a. lite stringente utvelgeskriterier. Videre kan medisinformbruk ha gjort det vanskelig å oppdage effekter i den gruppen. Diskusjonen nedenfor omfatter derfor bare studiepopulasjonen.

For vinterperioden viser statistiske analyser av selv-rapporterte opplysninger om symptomer på nedsatt helse en sammenheng mellom symptomer fra de øvre luftveier og nitrat. Om sommeren tyder data på en sammenheng mellom nitrat og ubehagsfølelse, øvre og nedre luftveissymptomer, og symptomer på nedsatt allmenntilstand. Nitrat stammer fra lokale kilder (Herøya) og fra langtransporterte forurensninger.

Om vinteren synes ozon å være assosiert med symptomer fra både øvre og nedre luftveier, og om sommeren med symptomer fra nedre luftveier, tretthet og ubehagsfølelse.

I tillegg til de avdekkede sammenhenger mellom nitrat og ozon og de angitte subjektive helseparametre, er det også funnet visse svakere samvariasjoner med sulfat, finfraksjonen av svevestøv, svoveldioksid, nitrogenoksider, og klor og noen av de subjektive helseparametre. I tillegg var det utslag på alle helseparametre fra pollen om sommeren.

I analysen framstår en undergruppe individer i studiepopulasjonen som har en signifikant sammenheng mellom symptomforekomst og eksponering for luftforurensning. Disse individer kan betraktes som følsomme for luftforurensningen i Grenland. Samlet utgjør disse individene fra én til femten prosent av studiepopulasjonen, avhengig av effektvariabel og forureningsparameter. Videre arbeid er nødvendig for å kunne beskrive denne gruppen mer tilfredstillende.

EFFEKTNIVÅER

Ved å bruke gjennomsnittet av regresjonskoeffisienter for alle i studiepopulasjonen som registrerte en gitt effektvariabel, kan en regne ut det eksponeringsnivået for luftforurensning som er knyttet til en økning i symptomrapportering som indikerer helseeffekt. Nivåene for de forskjellige forurensninger som er knyttet til en 50% økning av sjansen for å registrere et symptom, er beregnet og brukt for å karakterisere denne økningen. Hele populasjonen og de spesielt følsomme personene er studert, og de beregnete nivåene (konsentrasjonene) er sammenlignet med norske og internasjonale forslag til retningslinjer for luftkvalitet.

SUMMARY

The air in Grenland (an industrialized area in southern Norway) contains various pollutants such as sulfur dioxide, nitrogen dioxide, ozone, hydrocarbons and particles including acid aerosols. These originate from industry, traffic and domestic heating. The sources of emissions lie at the valley bottom. Air pollutants are also transported into the region from sources outside the area, e.g. due to long-range transport.

Even though subjective symptom reporting does not necessarily indicate a major health effect, it should reflect a general state of well-being which is of importance to take into account in assessing the impact of air pollutants. Therefore, both symptom reporting and objective measurements of lung function were included in the investigation.

The Grenland study began in the spring of 1987 and has been a cooperative project between the Norwegian Institute for Air Research and the National Institute of Public Health. The work was financed by the Ministry of the Environment, the Norwegian State Pollution Control Authority and the Royal Norwegian Council for Scientific and Industrial Research, and carried out in close contact with local authorities.

The aim of the study was to investigate whether air pollutants either individually or in combination had short-term effects on health and well-being of people living in the Grenland area.

COHORT INVESTIGATION

Three population groups were chosen to participate in a longitudinal cohort study for two months, January-March and two months April-June of 1988. During the same time period, measurements and modelling of air quality were performed. The field study was done both in winter and summer in order to account for seasonal variation in concentrations and composition of pollutants. Participants kept a diary, hour for hour each day. The three groups were:

1. Study population - persons aged from 18 to 75 years that were recruited from a random sample of 800 living in the area. The sample size was 312.
2. Adults with pre-existing lung disease - persons aged from 18 to 75 years with known lung disease that had lasted at least one year. The sample size was 67.
3. Children with pre-existing lung disease - persons aged from 4 to 17 years with known lung disease that had lasted at least one year. The sample size was 18.

Persons with pre-existing lung disease were chosen since they were expected to be more sensitive to air pollution than others.

For every hour during the investigation, the participants indicated in a diary whether or not they were bothered by a set of 17 symptoms of health effects. These reflected such categories of symptoms as: symptoms of annoyance, symptoms in the upper and lower airways, symptoms of decreased general health and symptoms of stress and fatigue. The participants also indicated what daily form they had, whether or not they smoked either actively or passively, and possible medication use.

AIR QUALITY AND EXPOSURE

The main sources of air pollution in Grenland are local emissions from industry, vehicular traffic, domestic heating and boat traffic. Pollution levels during the winter of 1988 were lower than previous years due to relatively mild weather and good dispersion conditions. Higher concentrations of several types of pollutants are usually observed during cold, clear winter days. Few such days were reported that winter.

Measurements of air quality and meteorological parameters were performed during the two investigation periods at 9 locations in the area. Measurements included sulfur dioxide, nitrogen oxides, ozone, sulfate, nitrate, particles, wind, temperature, humidity and mixing heights.

A mobile unit was used for the simultaneous measurement of indoor and outdoor air quality at 15 representative homes in the area. Data on emissions from industry and from car traffic were collected. With the use of dispersion models, hourly concentrations of the different compounds in each square kilometer of the study area were calculated. Calculated concentrations were then corrected using measured data.

The corrected spatial distribution of concentrations was used as a basis for the estimation of individual exposure for the participants in the study. Exposure estimates were calculated for each compound, for each hour and for each participant. The estimates were calculated based on information from the diary on the location of each individual at each hour.

RESULTS, HEALTH AND AIR QUALITY

There were few significant relationships found between subjective reporting of health effect symptoms in adults with pre-existing lung disease. The population with pre-existing lung disease was, however, possibly not homogenous enough with

respect to medication use or selection criteria to reveal significant effects. The results presented below therefore concern only those found in the randomly selected study population.

Statistical analysis of self reported symptoms of health effects shows an association in the winter between symptoms in the upper airways and nitrate exposure. In the summer, the data suggest an association between nitrate exposure and symptoms of annoyance, symptoms in the upper and lower airways and symptoms of decreased general health. Nitrates originate both from local industrial sources and from long-range transport.

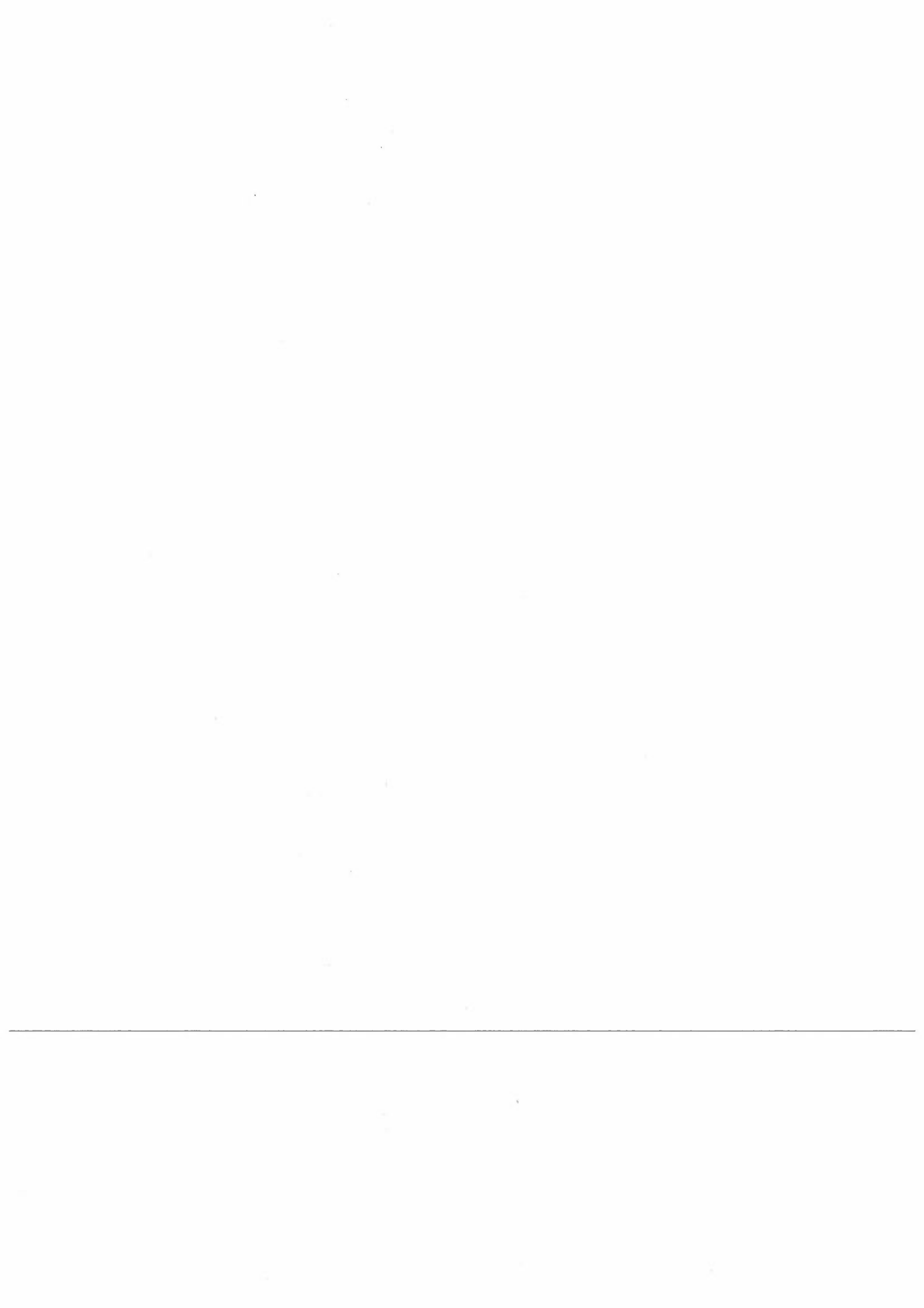
In the winter, ozone exposure covaried with symptoms in both the upper and lower airways, and in the summer with symptoms from the lower airways, fatigue and annoyance.

In addition to the observed relationships between exposure to nitrates and ozone and the reporting of symptoms of health effects, weaker associations were found between exposure to sulfates, suspended particles - fine fraction, sulfur dioxide, nitrogen oxides, chlorine and some of the subjective health effect parameters. In addition, there were significant relationships between all the health symptom groups and pollen exposure in the summer.

A group of individuals seem to indicate positive significant relationships between reporting of symptoms and exposure to air pollution. These individuals can be considered as more sensitive than others to pollution in Grenland. Together, this group represents from 1 to 15% of the study population, dependent on effect parameter and pollutant. Further research is necessary to describe this group in a more satisfactory way.

LEVELS OF POLLUTION AND MEASURABLE HEALTH EFFECTS

The level of exposure to air pollution that is associated with a health effect can be calculated based on an average estimated regression coefficient in the study population, and on a quantification of a health effect. Health effects can be characterized by the per cent increase in probability of reporting symptoms of a health effect. A measurable health effect was thus defined as a 50% increase in probability of reporting symptoms. The levels of pollution that lead to such an effect were calculated for the different compounds. Calculations were done both for the entire population and for those defined as sensitive. The resulting concentrations were then compared to international and Norwegian proposed air quality guidelines.



KORTTIDSSTUDIE AV SAMMENHENGEN MELLOM LUFTFORURENSNINGER OG HELSEVIRKNINGER I GRENLAND

VIRKNINGER AV LUFTFORURENSNINGER PÅ MENNESKERS OPPFATNING AV EGEN HELSE

1 INNLEDNING

Denne undersøkelsen prøver å beskrive korttidseffekter av luftforurensning på menneskers helse. Erkjennelse av at både subjektive og objektive korttidseffekter kan gjenspeile utvikling av kroniske effekter har vokst i de siste år. Det kan tenkes at subjektive korttidseffekter gir uttrykk for langvarig påvirkning. Praktisk sett er korttidseffekter enklere både å måle og fortolke enn kroniske effekter (Brunekreef et al., 1991).

Virksomheter på helsen er inndelt i to grupper i denne studien: de objektive (målbare) og de subjektive (selvrapporterte) virkningene. Ved hjelp av en dagbok ble de subjektive parametere rapportert time for time. De 17 valgte symptomene var: sjenerende støy, sjenerende lukt, sjenerende industrirøyk, hodepine, svimmelhet, kvalme/ubehag, feberfølelse, irriterte øyne, nysing, irritert hals, hoste, piping eller tetthet i brystet, pustevansker, muskelsmerter, magesmerter, nervøsitet/uro og følelse av å være sliten eller slapp.

Dagbokmetoden i kohort- (eller panel-) undersøkelsen har vært brukt i andre internasjonale undersøkelser (Holguin et al., 1985, Silverman et al., 1982, Korn and Whittemore, 1979). De fleste av disse undersøkelsene er gjort i områder med én dominerende luftforurensningskomponent. Få har studert et sett av flere luftforurensningskomponenter. De fleste undersøkelser har hittil konsentrert seg om individer med astma. Dette er ikke tilfellet i Grenlandsundersøkelsen, hvor man i tillegg inkluderte et tilfeldig utvalg av befolkningen.

Korttidseffekter av luftforurensning kan settes i forbindelse med enkelte luftforurensningskomponenter. De fleste hovedkilder i Grenlandsområdet slipper ut til dels forskjellige komponenter på forskjellige steder, slik at mange av komponentene kan variere uavhengig av hverandre. Det burde derfor være mulig å skille ut virkninger av de enkelte komponenter.

I denne undersøkelsen ble to befolkningsgrupper undersøkt. Den ene var rekruttert fra en tilfeldig valgt gruppe, og er heretter kalt studiepopulasjonen. Den andre var en gruppe med kjent lungesykdom (Bjerknes-Haugen et al., 1991). I denne type undersøkelse blir hvert individ undersøkt for seg som reduserer problemer forbundet med kompliserende faktorer. Data for hvert individ analyseres ved å bruke logistisk regresjon (en teknikk som særlig er egnet for dikotome (ja/nei-) data). Resultater av de individuelle regresjoner kombineres for å presentere sluttstatistikken. Resultater av individuelle regresjoner kan grupperes i forskjellige underpopulasjoner, bl.a. ved å bruke parametere som kjønn eller røykevaner. Resultater presenteres for alle symptomene kombinert (d.v.s. et individ for én bestemt time har vært plaget av minst én av de 17 helseparameterene) og for hvert enkelt symptom.

Et viktig punkt i undersøkelsen var å klarlegge om og i hvilken grad individuelle luftforurensningskomponenter fører til redusert helse som er reflektert ved selvrapporterte symptomer. Det er også ønskelig å se om forskjellige befolkningsgrupper oppfører seg forskjellig med hensyn til mulig innflytelse av luftforurensninger på rapportering av helsesyntomene.

Dette kan formuleres slik:

- Har luftforurensningen en negativ effekt på selvrapporterte helsesyntomer i Grenlandsområdet?
- Beskytter de nåværende retningslinjer for uteluftkvalitet befolkningen mot negative effekter av luftforurensninger?

- Finnes det befolkningsgrupper som er mer ømfintlige enn andre for negative effekter av luftforurensninger?

2 OVERSIKT OVER UNDERSØKELSESTYPER

Undersøkelser av luftforurensningers helseeffekt på mennesker kan deles i fire typer:

- 1) Dyreforsøk, som beskriver symptomer, tegn og funn av skadelige effekter hos dyr. I slike studier er dyr eksponert for et sett doser (eller konsentrasjoner) av enkelte luftforurensningskomponenter for å beskrive dose-effekt/dose-responsforhold.
- 2) Eksperimentelle kammerforsøk, som beskriver tegn og funn av fysiologiske endringer og symptomer hos frivillige deltakere utsatt for bestemte konsentrasjoner av enkelte komponenter. I disse studier bruker man, av etiske hensyn, vanligvis konsentrasjoner nær omgivelseskonsentrasjoner.
- 3) Epidemiologiske tverrsnittstudier, som beskriver helsetilstanden i en gruppe mennesker på et bestemt tidspunkt.
- 4) Epidemiologiske kohortstudier, som beskriver forandring i helsetilstanden i en gruppe mennesker som i et gitt tidsrom blir eksponert for ulike forurensninger.

Epidemiologiske tverrsnittstudier kan vise en mulig sammenheng mellom økt sykkelighet, særlig luftveissykdommer, og økte luftkonsentrasjoner av SO₂, partikler eller andre komponenter. Resultatene er langt fra entydige, og kan ikke vise en sikker årsakssammenheng mellom nivået av luftforurensning og helsevirkninger. Kammerforsøk øker muligheten for å etablere en årsakssammenheng mellom luftforurensning og bestemte korttids-helseeffekter. Et kammerforsøk reflekterer imidlertid sjelden det virkelige liv. Mennesker er ikke aktive som i sin vanlige

atferd. Befolkningen er også vanligvis eksponert for flere enn en eller to komponenter om gangen, og denne situasjonen er vanskelig å simulere i et kammerforsøk.

Kohortundersøkelser har en fordel sammenliknet med tverrsnitts- og kammerundersøkelser ved at individene følges over tid, slik at hver person er sin egen kontroll. Kohortundersøkelsen krever et estimat for eksponering for luftforurensning for hvert individ. Det er forskjeller på hvor de enkelte individer befinner seg til enhver tid og hvor mye tid de bruker i forskjellige mikromiljøer. Av og til fører dette til svært forskjellige eksponeringer for luftforurensning, både med hensyn til konsentrasjoner og tidsmønstre.

En tverrsnittsundersøkelse gjør det mulig å vise om en komponent eller en gitt kombinasjon av komponenter er assosiert med helseeffekter. Kammerforsøk er mest nyttige for å vise i hvilken konsentrasjon en komponent kan føre til helsevirkninger. Disse to typer undersøkelser er blitt brukt til å etablere de nåværende retningslinjene for luftkvalitet.

Det finnes mange litteraturoversikter over effekter av luftforurensninger på helse. Noen av hovedfunnene fra de forskjellige undersøkelsene er oppsummert i vedlegg 1.

3 METODE

3.1 BESKRIVELSE AV DAGBOKEN

Dagboken som ble brukt i undersøkelsen, besto av et tosidig skjema for hver dag undersøkelsen pågikk, og et omslag som deltakerne brukte gjennom hele undersøkelsen.

DATO: DITT I.D.NR.:

HVOR ER DU?	24	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Hvor er du (bruk kode)																									
Er du inne																									
Er vinduet åpent der du er																									
Er du utendørs																									
HVA GJØR DU?	24		03		06		09		12		15		18		21		24								
Sover																									
Daglige gjøremål																									
Hardt arbeid/trening																									
HAR DU REIST? (antall minutter)		03		06		09		12		15		18		21		24									
Mye trafikkert																									
Middels trafikkert																									
Lite trafikkert																									
HAR DU HANDLET E.L. (antall minutter)			06		09		12		15		18		21		24										
I Skien																									
I Porsgrunn																									
Andre steder																									
RØYKING	24		03		06		09		12		15		18		21		24								
Røkte selv (antall)																									
Passiv røyking																									
HELSE OG TRIVSEL	24		03		06		09		12		15		18		21		24								
Sjenerende støy																									
Sjenerende lukt																									
Sjenerende industriroyk																									
Hodepine																									
Svimmelhet																									
Kvalm/uvel																									
Rennende/sviende øyne																									
Nysing/rennende nese																									
Feberfølelse																									
Halsirritasjon																									
Hoste																									
Piping/tett i brystet																									
Tungpustethet																									
Muskelsmerter (nakke/rygg)																									
Magesmerter																									
Nervøs/uroelig																									
Sliten/slapp																									

Figur 1: Dagboksskjemaet som ble brukt i undersøkelsen.

DAGSFORM

Hvordan har du følt deg i dag? Skriv et tall mellom 1 (dårlig) og 5 (veldig bra)

LUNGEFUNKSJONSTEST

Prøv tre ganger, notér det høyeste

Omtrent kl.	Klokkeslett	Resultat
08.00		
12.00		
16.00		
20.00		

ALMENTILSTAND

Har du vært syk i dag? Ja

Sykmelding Egenmelding

Har du hatt feber i dag Ja

Har du hatt mer oppspytt enn vanlig? Ja

Hvilken farge har det? Gult/grønt

Blankt/hvitt

Har du drukket alkohol i dag? Ja

FORURENSNINGSBELASTENDE GJØREMÅL

Har du i løpet av dagen blitt utsatt for uvanlig mye støv, røyk, damp eller lignende? (F.eks. hvis du har holdt på med oppussing, maling, lakking, teppebanking, preparering av ski, bråtebrenning, tømming av støvsugerpose m.m.). Hvis ja, skriv her hva slags gjøremål dette var. Skriv også klokkeslettet.

Gjøremål	Klokkeslett

MEDISINER/MEDIKAMENTER

Skriv her navnene på de medisinene/medikamentene du har tatt ekstra i dag. Skriv også styrken, mengden og klokkeslettet du tok dem.

Navn på medisin/medikament	Styrke	Mengde	Klokkeslett	Ikke skriv her

Du behøver ikke skrive om du har tatt vitaminer, jern, fibertabletter, tran eller andre kosttilskudd.

Figur 2: Side to av dagboksskjemaet.

Forsiden av det daglige skjemaet (figur 1) var i matriseform og besto av rubrikker som skulle brukes i eksponeringsberegningene, og rubrikker der deltakeren skulle gi en subjektiv beskrivelse av sin helse og trivseltilstand fra time til time.

Baksiden av de daglige skjemaene (figur 2) hadde en del tilleggsspørsmål som gjaldt hele det aktuelle døgnet.

Informasjon som gjaldt hele undersøkelsesperioden, ble gitt i omslaget.

Dagbokskjemaene ble utlevert for 14 dager om gangen. Deltakerne leverte fra seg de ferdig utfylte skjemaene ved hver kontroll.

På forsiden av det faglige skjemaet ønsket vi å se hvor ofte deltakerne oppfattet seg som utsatt for spesielle trivselsplager eller helsemessige symptomer. Deltakerne ble bedt om å merke av om de var plaget av én eller flere av de trivsels- og helseplagene som var listet opp i skjemaet. Som trivselsplager spurte vi etter sjenerende støy, lukt og industrirøyk.

Når det gjaldt helsemessige plager, var vi interessert i symptomer fra øvre luftveier, irritasjon av øyne og symptomer fra nedre luftveier, parametre som direkte kan settes i forbindelse med luftforurensninger. Vi spurte også etter mindre spesifikke symptomer som f.eks. hodepine og slapphet, og vi spurte etter symptomer som det er lite trolig kan ha noen direkte forbindelse med luftforurensninger, som f.eks. feberfølelse og magesmerter. Disse skulle brukes som kontrollvariable.

For trivselsplagene, støy, lukt og industrirøyk ble deltakerne bedt om å fylle ut skjemaet ut fra hva de selv opplevde som plagsomt. Det ble også overfor personalet forklart at både trivsels- og helsesyntomene skulle reflektere deltakerens subjektive oppfatning. Deltakerne kunne merke av at de hadde plager uten at dette nødvendigvis måtte bety at de var syke sett fra andres synspunkt.

Enkelte deltakere nevnte at det kunne være vanskelig å tidfeste plagene. Ellers så det ikke ut til at noen hadde problemer med å fylle ut disse rubrikkene.

Deltakeren skulle beskrive sin dagsform på en skala fra 1 til 5, der 1 var dårligst og 5 var best. I likhet med virkningsvariablene under helse og trivsel skulle dette spørsmålet besvares ut fra deltakerens subjektive oppfatning av sin dagsform. Hensikten med rubrikken var å få en helhetsvurdering av deltakerens helse og trivsel det aktuelle døgnet.

3.2 KOMPRIMERING AV DATA

De innsamlede og beregnede data dannet et svært stort datasett. Ca 400 individer og ca 3000 timer registrert for hver, gir omlag 1 million enkeltdata.

Det var derfor behov for å "komprimere" datasettet. På grunn av lokalisering av forurensningskilder, meteorologisk variasjon og folks atferdsmønstre var det bare i kortere tidsperioder at det var eksponering av betydning. Generelt var eksponeringen lav, og det var få helsesyntomer som ble notert med 1 (ja), særlig i studiepopulasjonen hvor dette skjedde for enkeltsyntomer i vanligvis rundt 2% av registrerte timer.

Et viktig metodeproblem var å forsøke å inndele luftforurensningskonsentrasjoner i lave, middels og høye konsentrasjoner. Inndelingen skulle legges til grunn for komprimeringen. Flere metoder ble testet.

I alle metodene, hver gang et tidsintervall var komprimert i ett punkt, ble den gjennomsnittlige luftkonsentrasjonen for hver komponent beregnet. Hvis individet hadde notert et symptom innen dette tidsintervallet, ble denne komprimeringsperioden klassifisert ved positivt svar for dette helsesyntomet. De to metodene som ble brukt i analysene, representerte dem som gir den korteste og den lengste tidsrekken blant de metodene som ble testet.

Den metoden som reduserte datamengden mest, baserte seg på opphold i ulike "mikromiljøer" ifølge dagbokskjemaene (heretter kalt M-mikro). Ved denne metoden ble alle påfølgende timer slått sammen for samme mikromiljø. Når for eksempel en person oppholdt seg i sin bolig med lukkede vinduer i en viss tid, ble data slått sammen. Når et vindu ble åpnet, ble data slått sammen igjen for det nye mikromiljøet. Middelerverdier for hver komponent ble benyttet for hvert mikromiljø og tilhørende tidsintervall. På denne måten kan usikkerheter ved å beregne luftforurensningskonsentrasjoner bli utjevnet. (Clench-Aas et al., 1992, Grønskei et al. 1990). Det er også en fordel at metoden med sammenslåing er uavhengig av verdiene på både avhengige og uavhengige variable i analysen. En ulempe er at kortvarige, høye konsentrasjoner kan ha forekommet mens en person var innendørs i lengre tid enn varigheten av de høye konsentrasjonene. Ved opphold i mikromiljø med kort oppholdstid, f.eks. på reise, vil imidlertid kortvarige, høye konsentrasjoner gi større utslag. Antall data kan i tillegg variere sterkt fra person til person.

Den metoden som reduserte datamengden minst, baserte seg på hver persons kumulative fordeling av forurensningseksponering (heretter kalt M-indiv). Verdier for 75-prosentil og 90-prosentil ble beregnet for hver persons eksponering for hver komponent. De to prosentilverdiene ble deretter brukt for inndeling mellom lav og middels og mellom middels og høy. Så lenge forurensningsnivået var i uendret kategori for alle forurensningskomponenter, ble data slått sammen og middelerverdiene beregnet. Dette ble gjort separat for vinter- og sommerperioden, og de individuelle prosentilverdiene kunne variere atskillig. En fordel med metoden var at datamengden ikke behøvde å variere så mye fra person til person. I tillegg ville ulike komponenter bli behandlet relativt likt ved denne metoden. En ulempe ved metoden var at kategorien "høy" også kunne variere fra person til person, noe som kunne legge større vekt på konsentrasjoner som i realiteten var lave hos personer med liten eksponering.

Metoden blir dessuten mer følsom for usikkerhet ved eksponeringsberegning, og den bruker uavhengige variable som basis for klassifiseringsmetoden.

To metoder ble vurdert i tillegg, men ikke brukt senere i analysen. I begge metodene ble eksponeringskategoriene (lav, middels og høy) fastsatt for alle deltakerne og ikke på individuell basis. Den ene metoden baserte seg på verdien av anbefalte luftkvalitetskriterier. Luftkvalitetskriteriene som ble brukt, er oppsummert i tabell 1. Den andre baserte seg på samlet kumulativ fordeling av eksponering av deltakerne i hver periode. De to metodene la lik vekt på eksponering av alle deltakerne, men gav ulik datamengde for ulike personer. Metodene brukte uavhengige variable ved klassifiseringen, og begge var påvirket av unøyaktigheter ved å beregne eksponering for forurensninger.

Tabell 1: Anbefalte retningslinjer for luftforurensninger.

Komponent	Midlingstid	Konsentrasjon ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Referanse
SO ₂	1 time	350	WHO (1987)
NO ₂	1 time	200	SFT (1982)
O ₃	1 time	100	SFT (1982)
CO	1 time	25 mg/m ³	SFT (1982)
Svevestøv* (PM ₁₀)	24 timer	70	WHO (1987)
Total Cl (Cl _x)	24 timer	7,5	Personlig kommunikasjon NILU/Folkehelse
Cl _x +SO ₄ +NO ₃ (sur aerosol)	24 timer	20	Personlig kommunikasjon NILU/Folkehelse

*60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ble brukt som én-times retningslinje for svevestøv, finfraksjon, i kategorisering basert på retningslinjer.

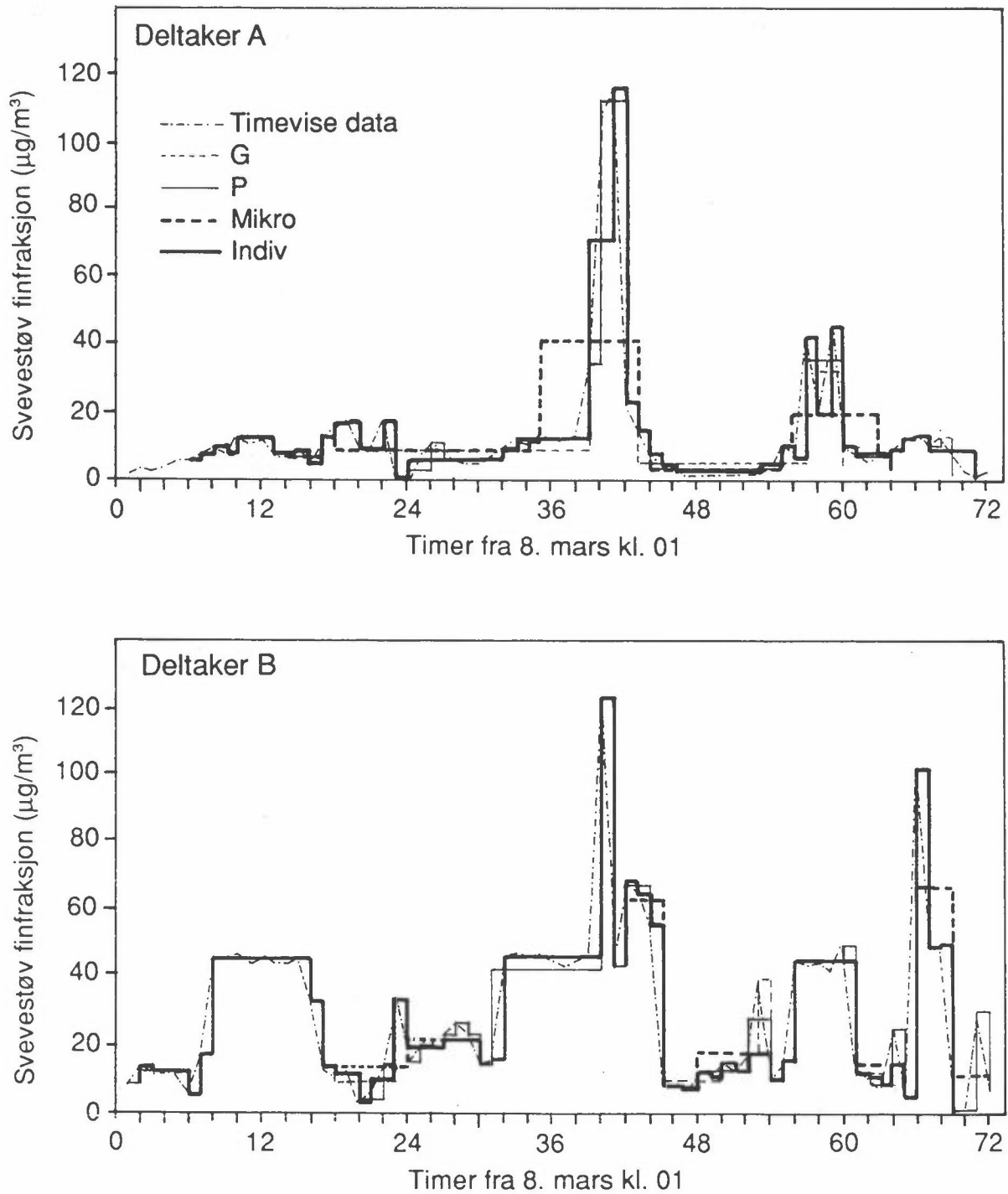
Figur 3 sammenlikner disse fire metodene ved timevis eksponering for SO₂ og svevestøv finfraksjon for to individer og tre dager. Det framgår at alle metodene unntatt M-mikro gir like resultater ved lave eksponeringer. Forskjeller vises ved korte perioder med høy eksponering. Figur 4 viser at det er størst forskjell mellom metodene i antall tidsenheter og at denne forskjellen er mest synlig på de lavere og middels eksponeringsnivåene, som vist for SO₂ og NO₂.

De to sammenslåingsmetodene som er brukt, M-mikro og M-indiv, tillater å sammenlikne forekomst av helseparametere ved samtidig eksponering for luftforurensning. Det var også ønskelig å undersøke effekten av foregående 24-timers-eksponering for luftforurensning på rapportering. Dette ble gjort for hver time ved å beregne det siste døgns gjennomsnittlige eksponeringsnivå for hver komponent. Deretter ble samme metode som beskrevet for M-indiv brukt for å komprimere data (heretter kalt M-24h).

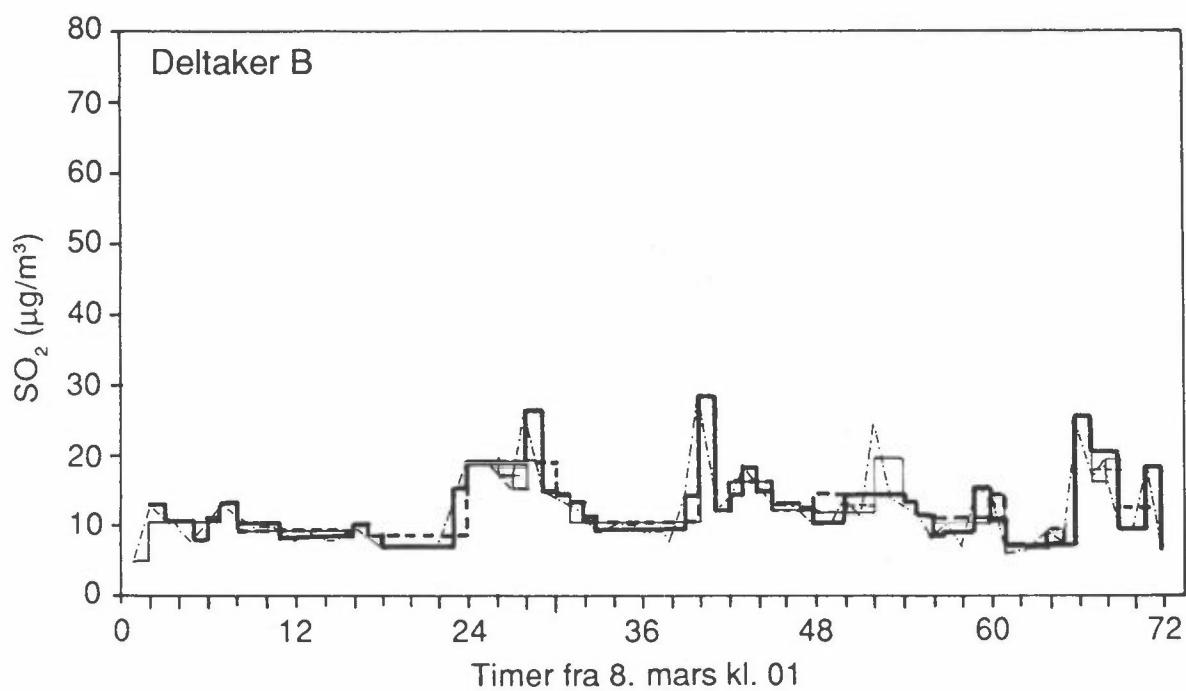
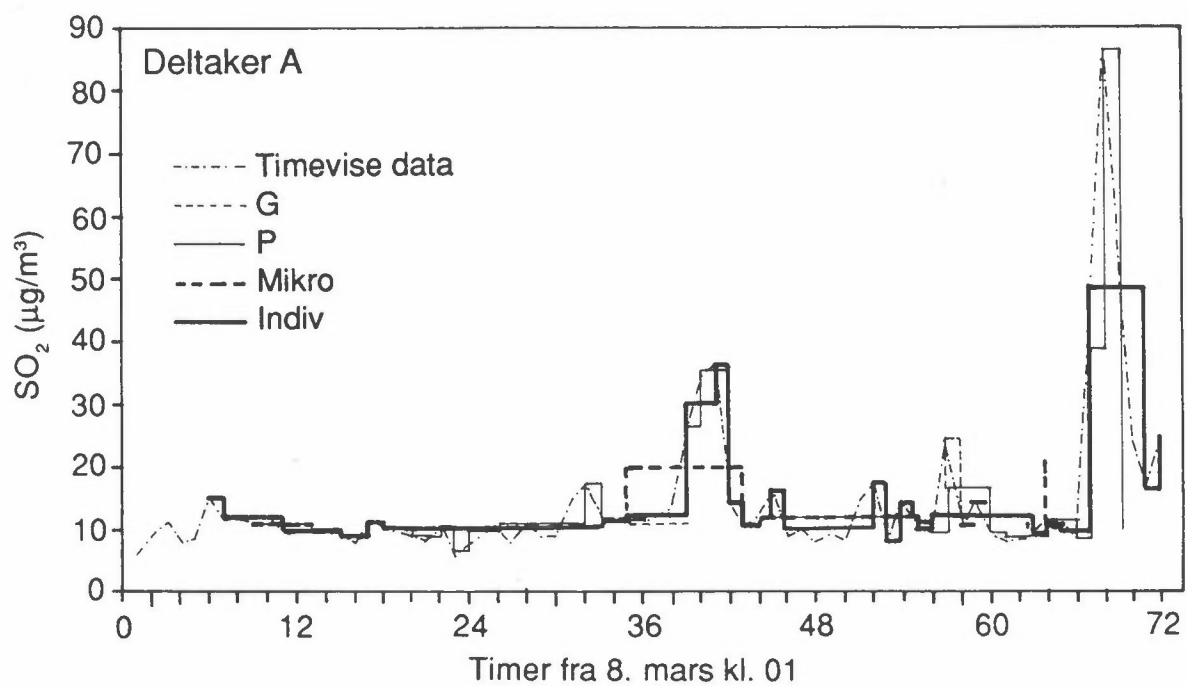
3.3 STATISTISK MODELL

Hver person regnes som "grunnenheten" i undersøkelsen. Derfor blir virkningen av de ulike luftforurensningskomponenter på hvert av de studerte symptomene på nedsatt helse undersøkt på individuell basis. Symptomene ble analysert både hver for seg og samlet, men de ble ikke gruppert videre for individuelle analyser. En pilotundersøkelse i et område med middels stor trafikkforurensning (Clench-Aas et al., 1991) viste at helseparameterene ikke burde grupperes. Timevise data for hvert individ og for hver av de 17 helsesyntomene ble analysert ved å bruke standard matematiske modeller for analysen av dikotome (ja/nei-) variable som funksjon av et sett uavhengige variable (Cox og Snell, 1989). En modifisert modell og en metode for å kombinere individuelle resultater er nærmere beskrevet av Korn og Whittemore (1979).

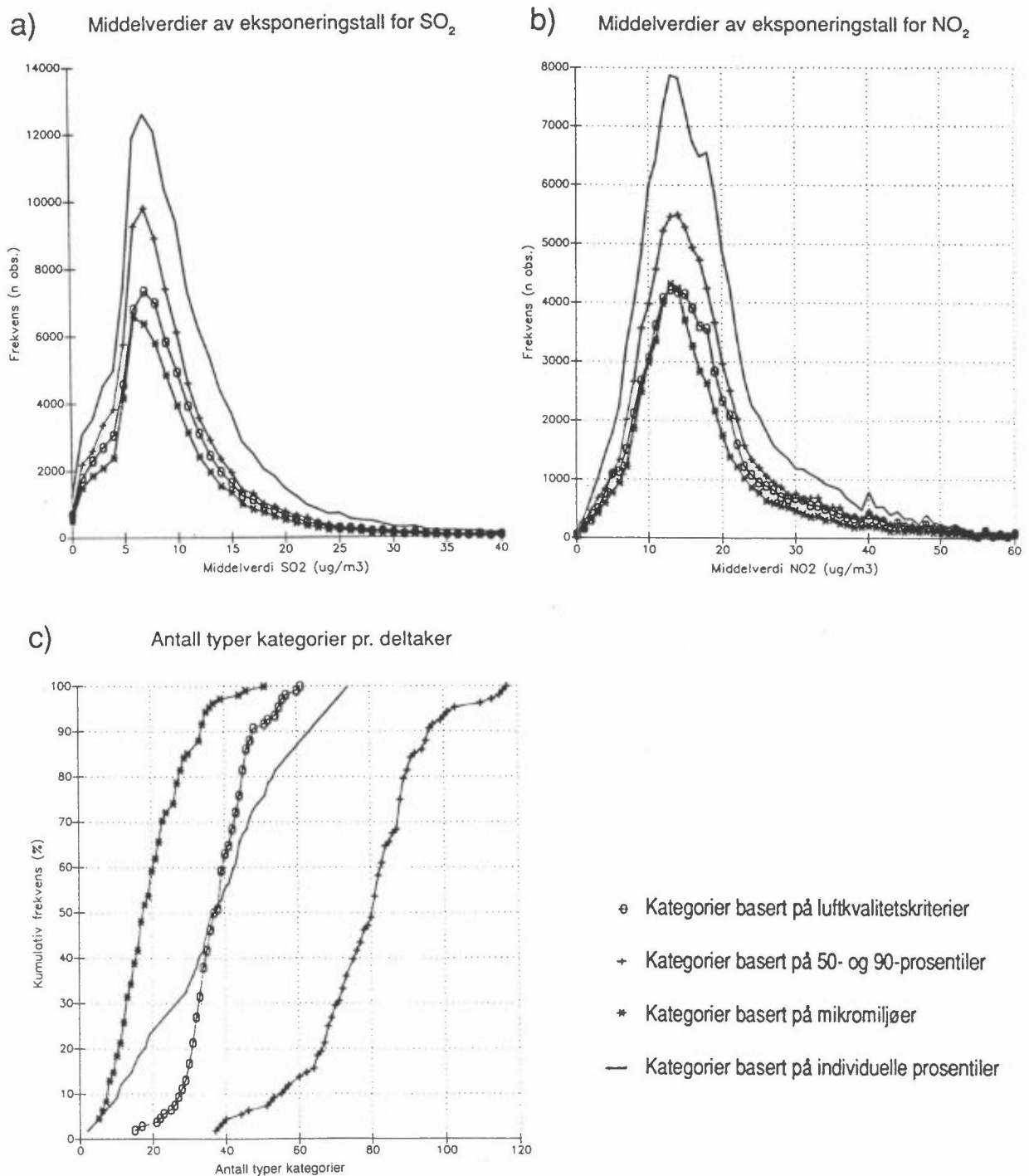
Svevestøv-data aggregert på forskjellige måter



Figur 3: Eksponering i hver time (timevise data) vises sammen med midlere eksponering som fremkommer etter forskjellig kategorisering for SO_2 og svevestøv (finfraksjon) (G: basert på luftkvalitetskriteria, P: basert på felles 50- og 90-prosentiler, Indiv: basert på individuelle 75- og 90-prosentiler, Mikro: basert på mikromiljøer). Figuren viser data for to individer over tre døgn. Forskjeller mellom typer kategorisering vises ved høyere eksponering.

SO₂-data aggregert på forskjellige måter

Figur 3 forts.:



Figur 4: Sammenlikning av fire typer datakomprimering. Figurene a) og b) viser frekvensfordeling for midlere eksponering for SO₂ og NO₂ som oppstår ved forskjellig kategorisering. For alle typer kategorisering er det størst antall tidsblokker (n obs.) i mellom-høy eksponering. Antall tidsblokker pr. person varierer typisk mellom 200 og 900, avhengig av type kategorisering. Figur c) viser kumulativ frekvensfordeling av antall typer kategorier pr. deltaker.

Sannsynligheten (P) for at luftforurensninger (X) og andre uavhengige variable (Z) fører til at en helseparameter (Y) får en verdi av 1 (har symptomet) kan for hvert individ uttrykkes som

$$P = \exp [(\alpha + (X' + Z')\beta)/(1 + \exp(\alpha + (X' + Z')\beta))]$$

der α og β er de ukjente koeffisientene. α er en konstant og β er en vektor med dimensjon lik antallet uavhengige variabler, X og Z.

Koeffisientene α og β ble estimert for hvert individ og hver effektvariabel. Disse estimatene kan analyseres for personer gruppert til ulike befolkningsgrupper eller for deltakere samlet. Et estimat for α og β som representerer populasjon eller subpopulasjon, kan også beregnes.

3.4 UAVHENGIGE VARIABLE I MODELLEN

Etter å ha valgt metode ble data slått sammen. Logistisk regresjon ble brukt for hvert individ og for hver helseparameter (avhengig variabel) på komprimerte data basert på hver av de tre metodene (M-mikro, M-indiv og M-24h).

Siden eksponering for luftforurensning er skjevt fordelt, og ikke er normalfordelt, ble det brukt logaritmisk transformasjon. Komponentene ble valgt slik at de ikke var for mye korrelert med hverandre (Clench-Aas et al., 1992). Det endelige utvalget av komponentene var: SO₂, NO₂, O₃, finfraksjon av svevestøv, sulfat, nitrat og klor.

Både for objektive og subjektive lungefunksjonsparametere er det rapportert en sesongvariasjon i følsomhet (Hackney et al., 1989). Derfor ble det besluttet å analysere de to undersøkelsesperiodene separat. I analysene av vinterdataene ble i tillegg den laveste temperatur og relativ fuktighet tatt med i tidsperioden. I analysene av sommerdataene ble disse parametrene erstattet med eksponering for gress- og bjerkepollen.

Det ble funnet forskjeller i rapporteringen av helseparametere mellom sommer og vinter og mellom forskjellige perioder av døgnet (Bartonova et al., 1992). Mange helseeffekter hadde større hyppighet av rapportering om morgenen. Derfor ble en uavhengig variabel tatt inn for å ta hensyn til dette ("Morgen"). Siden de fleste deltakerne rapporterte symptomer stort sett for den tiden de var våkne, ble en uavhengig variabel tatt inn i regresjonen for å ta hensyn til om de sov eller var våkne ("Aktiv"). Dermed var det 11 uavhengige variabler i de logistiske regresjonene.

Andre uavhengige variabler ble også brukt i modeller, og et begrenset antall av modeller ble testet for hvor godt modellene tilpasset dataene. Resultatene viste liten forskjell mellom modeller og uvesentlig forskjell mellom konklusjonene. Resultatene er beskrevet i vedlegg 2.

3.5 AUTOKORRELASJON

Denne undersøkelsen skiller seg på flere punkter fra tidligere publiserte kohortundersøkelser. Det ble f.eks. understreket av Korn og Whittemore (1979) at man bør ta hensyn til autokorrelasjon i helseparametere, siden det er rimelig å anta at forekomst av symptom i et tidsintervall avhengig av forekomsten i intervallet før. Eksemplene fra forfatterne var tatt fra studier basert på pasienter med astma, hvor det å ha et astmatisk anfall den ene dagen øker sannsynligheten for å ha et anfall dagen etter.

Diskusjonen om autokorrelasjon ble nylig tatt opp av Schwartz et al. (1991). Disse forfatterne har beskrevet at dagbokundersøkelser gir informasjon både om insidens og prevalens av symptomer av helseeffekt. Insidens og prevalens beskriver ikke nødvendigvis de samme biologiske fenomener. De fenomener som fører til at et symptom opptrer, trenger ikke å være de samme som de som fører til at symptomet fortsetter. Forfatterne finner at ved å bruke insidensrater alene vil man ikke fjerne alle

problemene forbundet med autokorrelasjon i slike symptomer, som å hoste. Hvor autokorrelerte dataene er, kan også være vidt forskjellig mellom forskjellige helseparametere.

Denne undersøkelsen er basert på data på timebasis, eller data med flere tidsenheter pr. dag, i motsetning til de mer tradisjonelle undersøkelsene på døgnbasis eller med to dataelementer pr. dag. Korrelasjon fra time til time blir bestemt av overveiende antall suksessive timer uten respons, og dette er lite interessant med hensyn til undersøkelsens mål. Man hadde ikke undersøkt mer kompliserte typer av tidsavhengighet. Det ble derfor ikke brukt noen variabler som uttrykker time-til-time-avhengighet.

Flere parametere ble imidlertid inkludert for å ta hensyn til andre problemer assosiert med autokorrelasjon. I tillegg til at det ble brukt prevalens, ble analysene utført med insidens, ved bare å bruke den første timen i en flere timer lang periode med respons. Dette førte til problemer i utføring av analyser og fortolkning av resultatene, og er derfor ikke rapportert. Parametere som ble tatt inn i regresjonen for å ta hensyn til økt rapportering av symptomene om morgenen og mens deltakerne var våkne, fjernet sannsynligvis en del autokorrelasjon.

Autokorrelasjon i eksponeringen ble ikke undersøkt, men det er rimelig å anta fra analogien med målte data at denne er betydelig.

Komprimering av data kan hjelpe til å fjerne en del autokorrelasjon. M-mikro-komprimeringsmetoden fjerner antakelig mer autokorrelasjon i eksponering enn M-indiv, siden den ikke er basert på observerte eksponeringsnivåer. Dette gjelder også autokorrelasjon i effektdata, i det sammenslåtte tidsperioder i M-mikro er lengre enn i M-indiv.

Autokorrelasjon i forekomst av symptomer øker sannsynligvis når deltakerne er syke. Analyser ble utført med en parameter som reflekterte dagsformen. Analysen viste ingen store forskjeller

fra resultatene rapportert nedenfor. Siden dagsformen kan tenkes å være en avhengig variabel som reflekterer en oppsummert helserespons, ble det funnet at det var best å utelate den som uavhengig variabel fra modellen.

3.6 STATISTISK SIGNIFIKANS

Som tidligere nevnt er koeffisientene fra logistisk regresjon for hvert individ og for hver helseparameter analysert ved å bruke fremgangsmåten anbefalt av Korn og Whittemore (1979). Både veide midler og estimater som tar hensyn til ulik variabilitet i respons mellom individene ble beregnet. De siste, som gjorde det mulig å undersøke effektvariabelens gjennomsnittlige avhengighet av de uavhengige variable (luftforurensningene etc.) for hele gruppen, er presentert her. Koeffisientene er antatt uavhengig av hverandre for hvert individ.

For å kunne bedømme om eksponering for luftforurensningskomponenter fører til helseeffekter, må man vurdere om regresjonskoeffisientene avvek fra 0.

På 5%-signifikansnivået (to-sidig test) varierer de kritiske t-statistikkene mellom 2 og 3.2, avhengig av populasjonsstørrelsen for hvert helseeffektsymptom. Populasjonsstørrelsene varierte fra 5 til 163. Da det for et gitt symptom bare var 5 mennesker i gruppen som rapporterte det, burde t-statistikken være større enn 3.2 for å påvise statistisk signifikans. I gruppen der 10 mennesker rapporterte symptomet, trengs det kritisk t-verdi på 2.3. Der populasjonsstørrelsen er 30 eller mer, er det nok med en t-verdi på 2.

Vi gjorde mange statistiske tester i denne undersøkelsen. Estimaten vi beregnet, er ikke nødvendigvis uavhengige, siden de uavhengige variablene viste samvariasjon. Dette betyr at for å nå 5% signifikantnivå (to-sidige) trengs det høyere kritiske t-verdier. På den annen side, når det gjelder hypotesen (to-sidig eller én-sidig), tror vi ikke at de negative sammenhenger

reflekterer biologisk fenomen, men snarere reflekterer strukturen i de uavhengige variablene. Dette medfører én-sidig test og dermed en redusert kritisk t-verdi.

Etter vurdering av de ovennevnte problemer er det valgt å betegne som signifikante alle sammenhenger med verdi av t-statistikken over en kritisk t-verdi på 2. I en undersøkelse av denne typen er det viktig ikke å forkaste potensielt riktige sammenhenger selv om vi da velger for mange. Feilen ved å forkaste "riktige" sammenhenger feilaktig, regnes som mer alvorlig enn å inkludere sammenhenger som i virkeligheten ikke finnes.

4 RESULTATER - KUMULERTE SYMPTOMER PÅ HELSEEFFEKT

Symptomer av helseeffekter ble også gruppert slik at hvis deltakerne (på individbasis) for en bestemt time eller tidsenhet rapporterte minst ett symptom, var den grupperte (eller kumulerte) respons lik 1. For alle deltakerne ble den kumulerte variabelen undersøkt som funksjon av eksponering for hver luftforurensningskomponent for hver sesong. For hver av de voksne befolkningsgruppene (studiepopulasjon og de lungesyke) ble den kumulerte variabelen studert med hensyn til hvor individene befant seg i forskjellige mikromiljøer, med hensyn til passiv røyking hos ikke-røykere, og med hensyn til både passiv og egen røyking hos røykere.

Det må vises forsiktighet i tolkningen av kumulerte data. Denne innfallsvinkel ser bort fra en del viktige fenomener, slik som fysiologiske faktorer (forskjeller mellom kjønn, eller forskjeller mellom biologiske mekanismer som fører til forskjellige symptomer). Noen sider av eksponering (f.eks. døgnvariasjoner) er også utelatt. Siden det ikke var tatt hensyn til forskjellig symptomrapportering mellom individene, er de som rapporterte symptomer, oftere overrepresentert ved denne måten av datapresentasjon.

De relative responsratene for rapportering av symptomer av helseeffekter er høyere for lungesyke voksne enn for studiepopulasjonen, og høyere om vinteren enn om sommeren. Antall deltakere hos de lungesyke er betraktelig mindre (rundt 60 voksne og 15 barn, sammenliknet med 290 resp. 260 fra studiepopulasjonen), noe som fører til estimater med høyere usikkerhet. Grafisk oppsummering av resultater finnes i vedlegg 3.

5. RESULTATER AV SAMMENHENGEN MELLOM EKSPONERING FOR LUFTFORURENSNING OG DE INDIVIDUELLE SYMPTOMER AV HELSEEFFEKT

For å kunne beskrive effektene av eksponering for luftforurensning på hver av de 17 helseeffektene ble det besluttet å diskutere symptomene gruppert i fem biologiske sammenhengende grupper. Disse fem gruppene er:

- Symptomer på ubehag - sjenerende støy, sjenerende lukt og sjenerende industrirøyk.
- Symptomer fra øvre luftveier - øyeirritasjon, halsirritasjon og nysing.
- Symptomer fra nedre luftveier - hosting, piping i brystet og tungpustethet.
- Symptomer på nedsatt allmenntilstand - hodepine, svimmelhet, kvalme og feberfølelse.
- Symptomer på stress og tretthet - muskelsmerter, magesmerter, følelse av nervøsitet/urolighet og tretthet.

Grupperingen er grov siden enkelte av symptomene kan plasseres i flere kategorier.

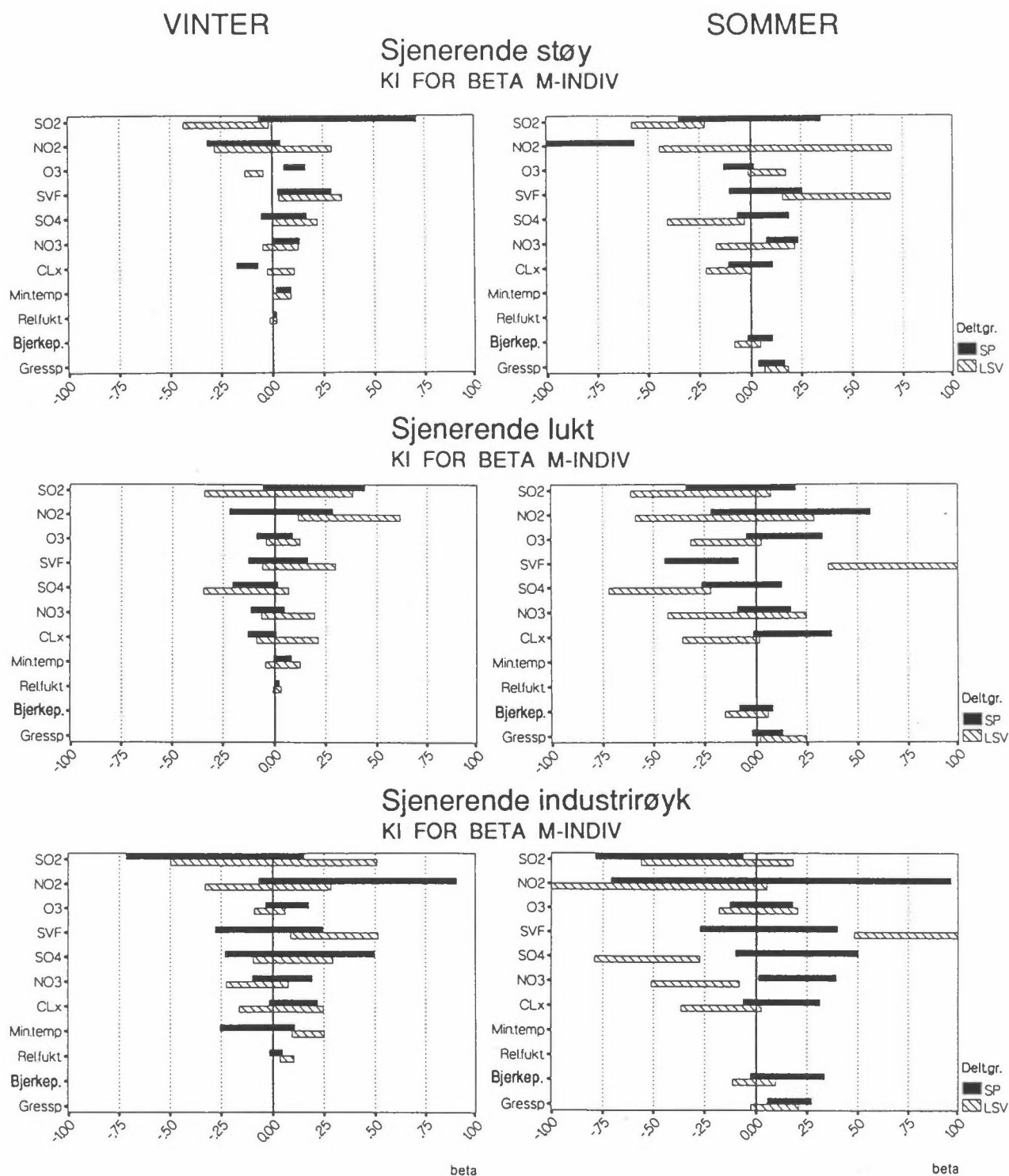
For en beskrivelse av samtidig forekomst av de forskjellige helseparametere se Bartonova et al., (1992). F.eks. er ofte muskel- og magesmerte forbundet med hodepine og svimmelhet. Hosting er ofte forbundet med halsirritasjon, og feberfølelse er ofte forbundet med hosting, halsirritasjon osv.

Resultater som er gjennomgått i avsnittene nedenfor, vises summarisk i tabellene 2-6 og i figurene 5-9. Regresjonskoeffisientene presentert i tabeller (del A) er representative for hver gitt studiegruppe. Deres t-verdi er angitt separat (del B).

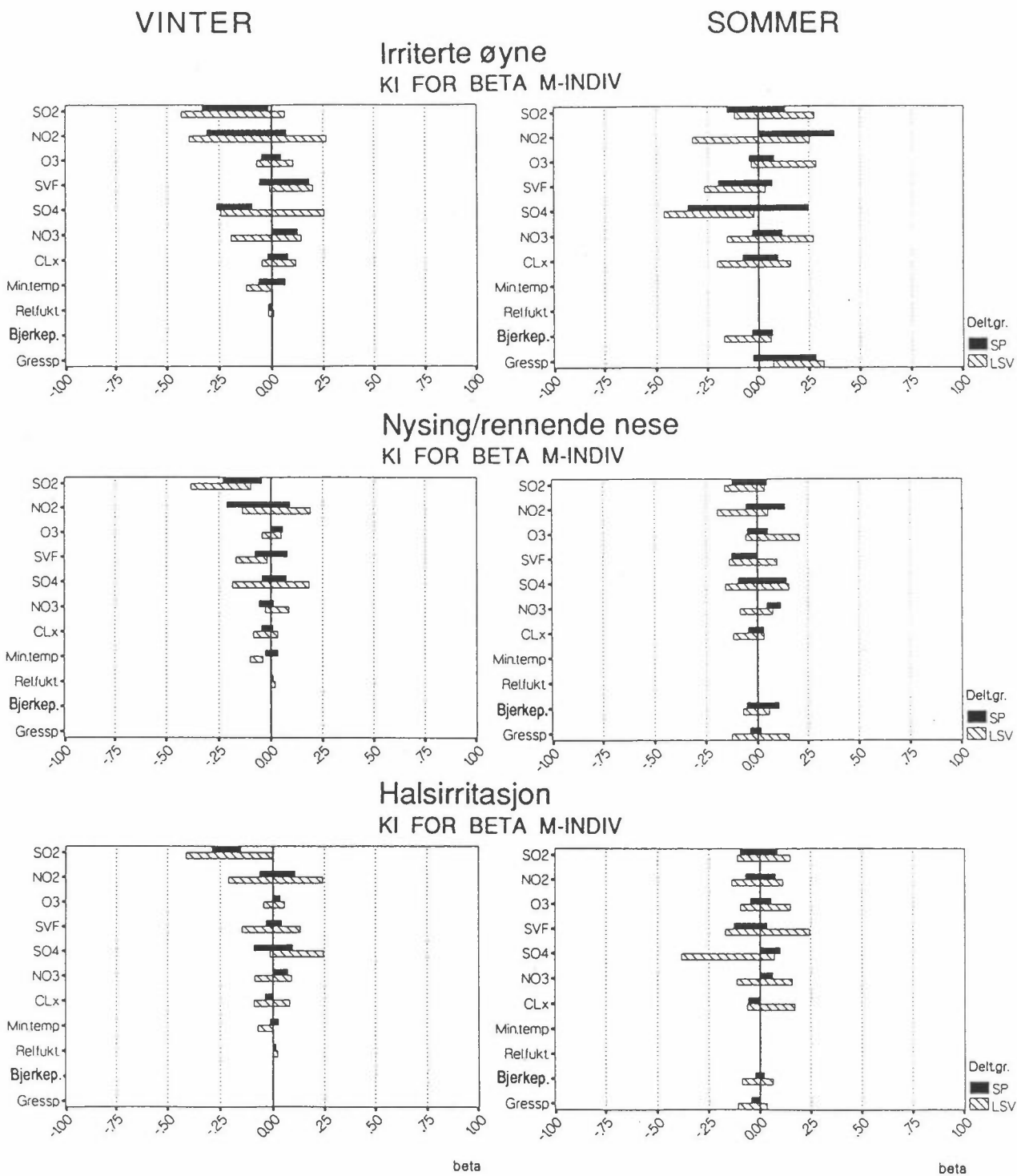
Figurene 5-9 viser konfidensintervaller (KI) for hver regresjonskoeffisient (gjennomsnitt \pm 2 standardavvik). KI-er som ikke omfatter 0, indikerer en signifikant sammenheng mellom luftforurensningskomponent og helseparameter. Den følgende beskrivelse av resultatene vil bare ta hensyn til luftforurensningskomponentene og ikke fokusere på de meteorologiske parametere.

For beskrivelsens skyld må vi gjøre noen forenklinger. La oss ta for oss én symptomgruppe og én komponent. For et symptom oppdager man en signifikant positiv sammenheng, og for et annet symptom signifikant negativ sammenheng. Da antar vi at en klar sammenheng ikke finnes.

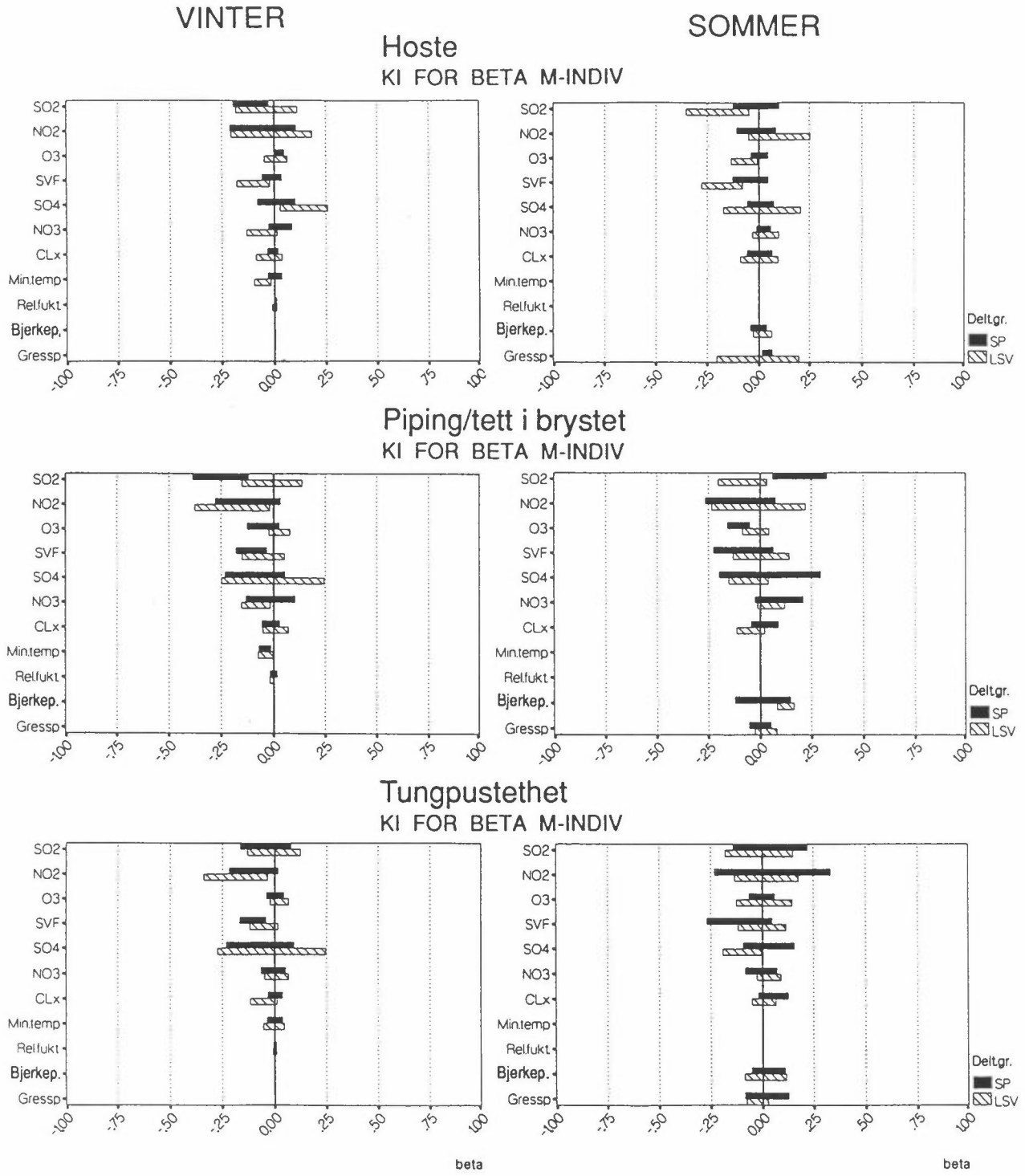
Tabellene 2-6 gir veid gjennomsnitt av regresjonskoeffisientene beregnet for hvert symptom av helseeffekt for de angitt befolkningsgruppene og sesonger, i tillegg til verdien av t-statistikken for dette estimatet. t-statistikken ble beregnet som forholdet mellom regresjonskoeffisienten og dens standardavvik. Fullstendige verdier finnes i vedlegg 4 for alle koeffisienter.



Figur 5: Symptomer på ubehag. Konfidensintervaller (KI) for grupperegresjonskoeffisienter (β) analysert ved bruk av M-indiv-modell. Diagrammer for de to undersøkelses-sesonger viser tilnærmet tosidige konfidensintervaller på 95% nivå for gruppekoeffisienter. Regresjonskoeffisienter i gruppen ble anslått som veiede gjennomsnitt i studiepopulasjonen (SP) og hos lungesyke voksne (LSV). Intervallets bredde regnes ut fra det anslåtte standardavvik. Konfidensintervaller for de regresjonsvariabelene som viser signifikant sammenheng med effektvariabelene, omfatter ikke 0. For evt. forklaring av symboler på component-aksen se kapittel 15: Forkortelser og definisjoner.



Figur 6. Symptomer i øvre luftveier.
For øvrig tekst, se figur 5.

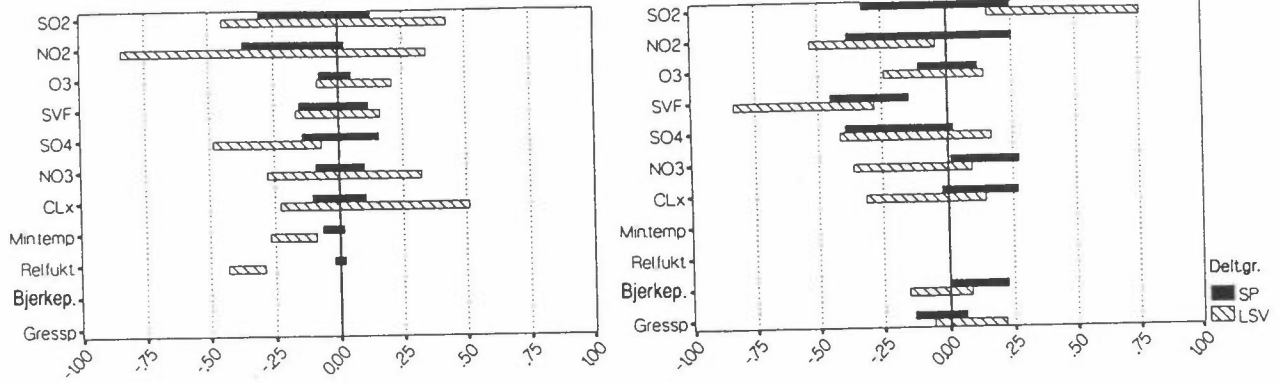


Figur 7. Symptomer i nedre luftveier.
 For øvrig tekst, se figur 5.

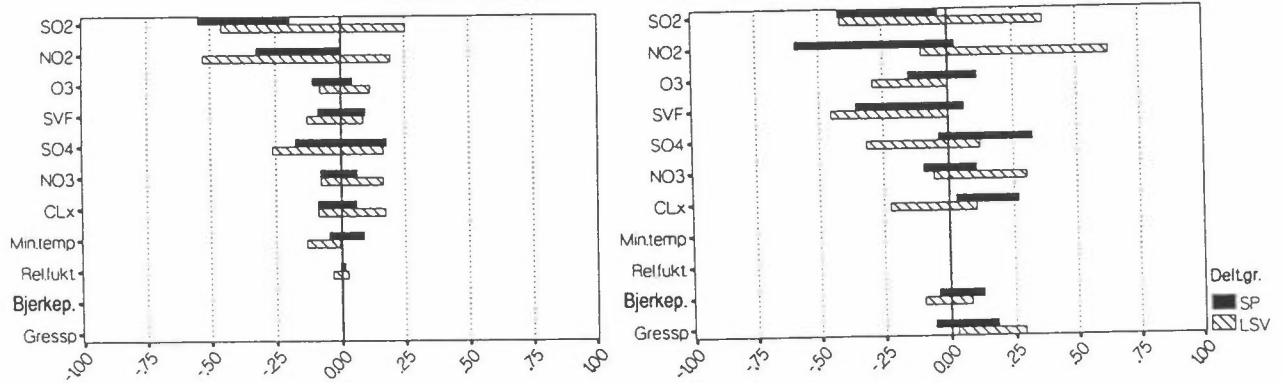
VINTER

SOMMER

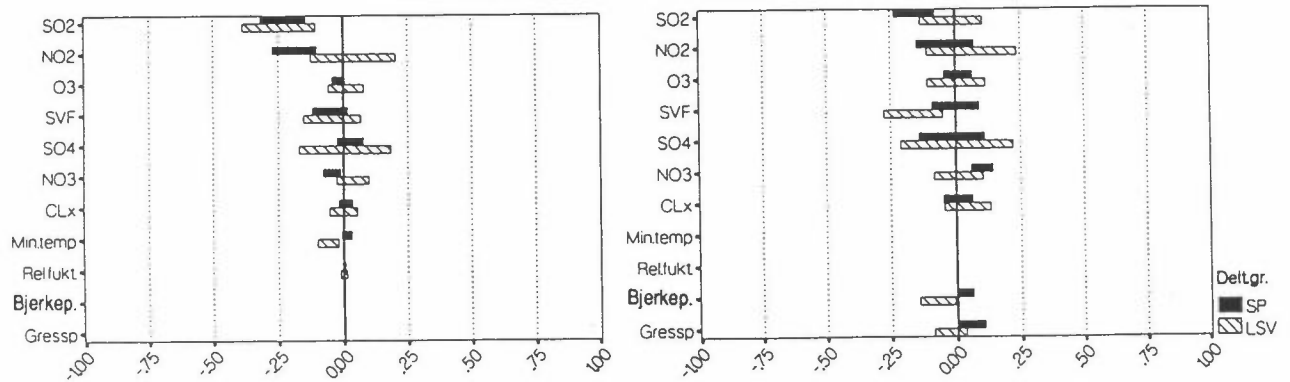
Svimmelhet
KI FOR BETA M-INDIV



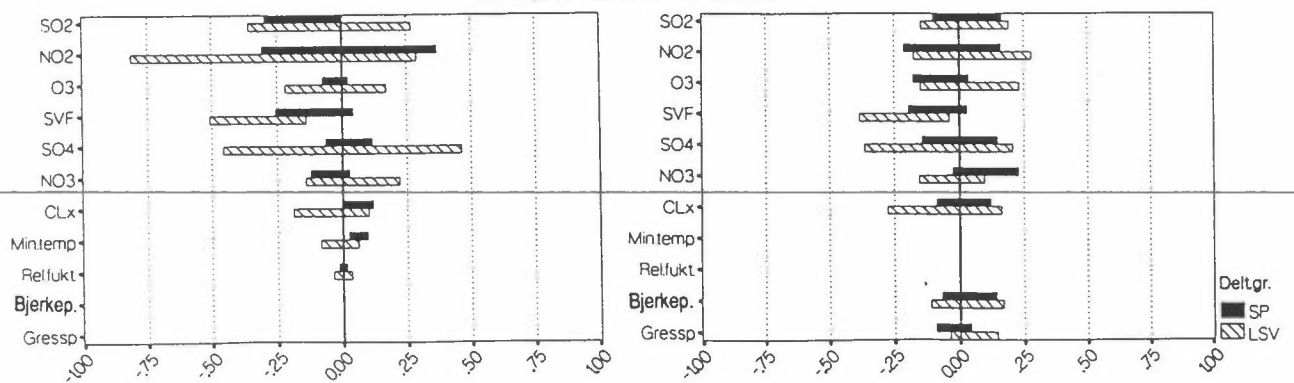
Kvalm/uvet
KI FOR BETA M-INDIV



Hodepine
KI FOR BETA M-INDIV



Feberfølelse
KI FOR BETA M-INDIV



beta

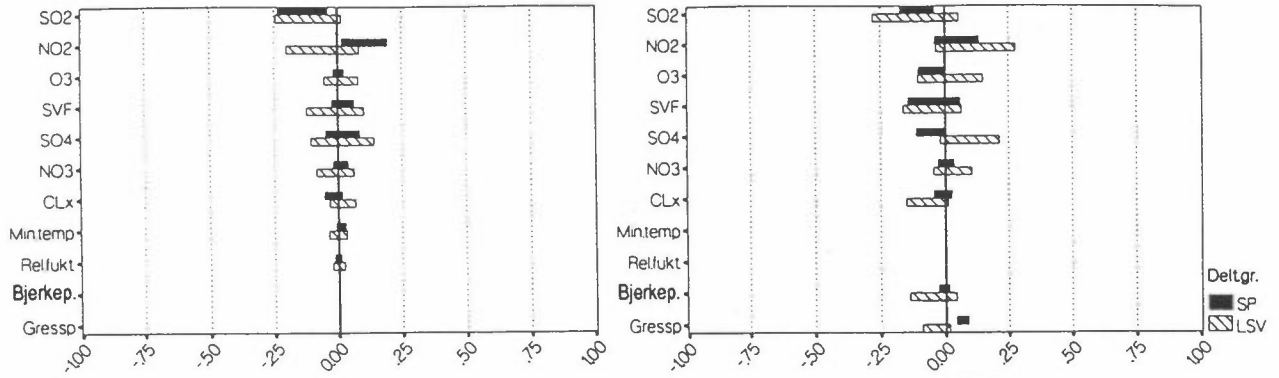
beta

Figur 8. Symptomer på nedsatt allmenntilstand.
For øvrig tekst, se figur 5.

VINTER

SOMMER

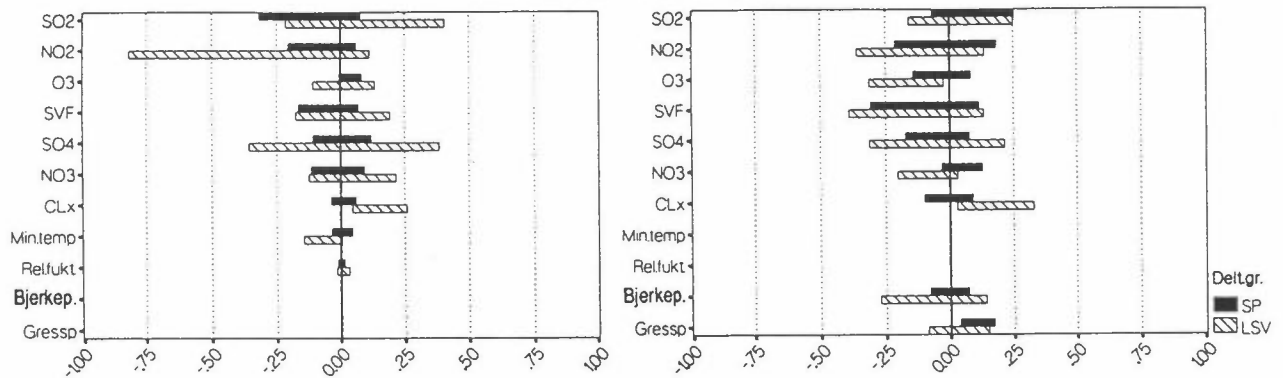
Muskelsmerter nakke/rygg
KI FOR BETA M-INDIV



Mavesmerter

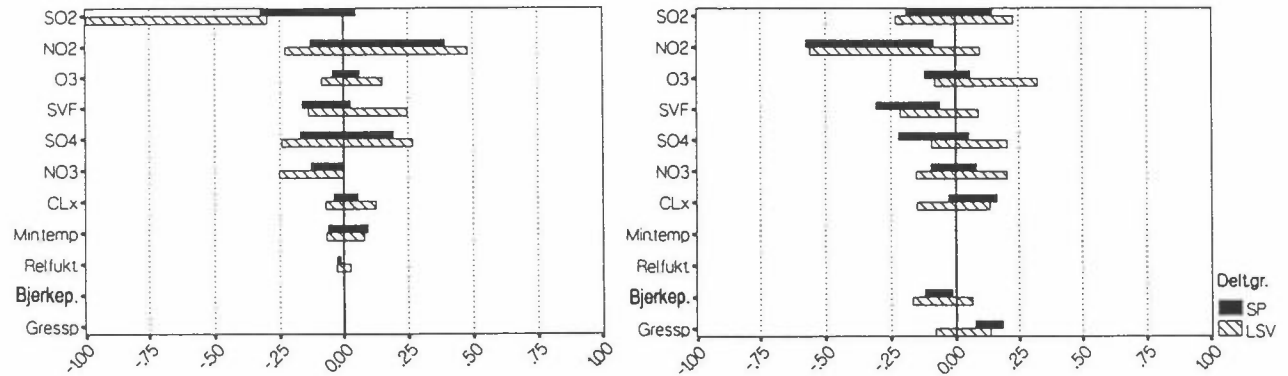
MMER

KI FOR BETA M-INDIV



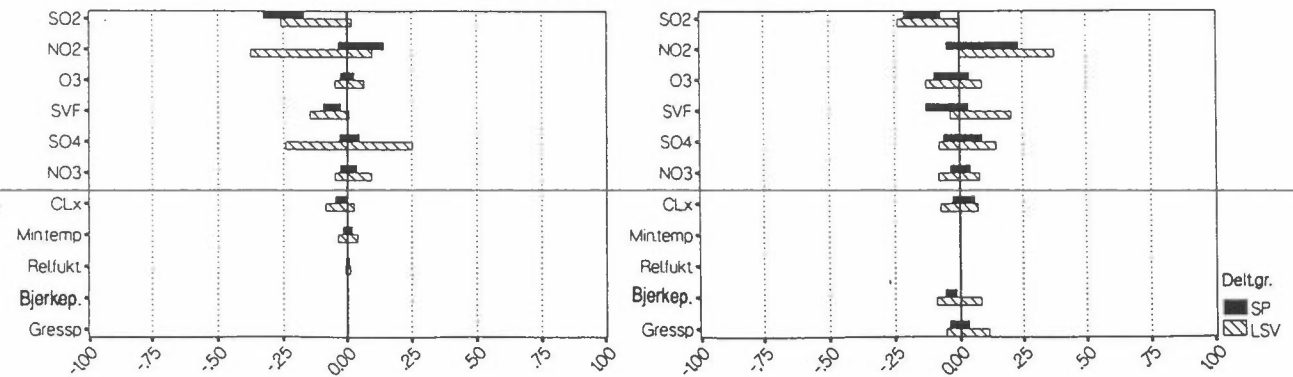
Nervøs/urolig

KI FOR BETA M-INDIV



Sliten/slapp

KI FOR BETA M-INDIV



beta

beta

Figur 9. Symptomer på stress og tretthet.
For øvrig tekst, se figur 5.

Tabell 2A Symptomer på ubehag.
 Gruppe-regresjonskoeffisienter for flervariabel
 logistisk regresjon for voksne. Tabellen viser både
 positive og negative koeffisienter, signifikante på
 5%-nivå.

A)

	Vinter			Sommer		
	Sjenerende støy	Sjenerende lukt	Sjenerende industri- røyk	Sjenerende støy	Sjenerende lukt	Sjenerende industri- røyk
Modell						
M-indiv						
Studiepopulasjon						
Ant. deltakere	40	40	15	23	30	15
Konstant	-9,496	-9,385	-13,980	-4,344	-9,520	-11,325
Aktiv	0,551	1,306	1,079	1,489	0,986	2,156
Morgen	0,549	0,687	.	0,637	0,782	0,880
SO ₂	.	.	.	.	.	-0,425
NO ₂	.	.	.	-0,793	.	.
O ₃	0,110	.	.	.	.	.
SVF	0,159	.	.	.	-0,264	.
SO ₄	.	.	.	.	.	.
NO ₃	.	.	.	0,154	.	0,203
Cl _x	-0,122	.	.	.	.	.
Min.temp	0,052	.	.	x	x	x
Rel.fuktighet	0,010	0,012	.	x	x	x
Bjerkepollen	x	x	x	.	.	.
Gresspollen	x	x	x	0,099	.	0,163
Lungesyke voksne						
Ant. deltakere	7	13	5	6	8	6
Konstant	-2,371	-12,793	-16,797	.	-17,094	-17,083
Aktiv	0,753	1,551	2,072	.	1,905	.
Morgen	0,552	0,681	0,754	.	.	.
SO ₂	-0,224	.	.	-0,401	.	.
NO ₂	.	0,364	.	.	.	.
O ₃	-0,087	.	.	.	.	.
SVF	0,187	.	0,301	0,423	0,758	1,503
SO ₄	0,113	.	.	-0,219	-0,469	-0,532
NO ₃	.	.	.	.	.	-0,296
Cl _x	.	.	.	-0,109	.	.
Min.temp	0,045	.	0,172	x	x	x
Rel.fuktighet	.	.	0,068	x	x	x
Bjerkepollen	x	x	x	.	.	.
Gresspollen	x	x	x	0,125	0,133	.

x-variabelen er ikke i modellen.

Tabell 2B: Symptomer på ubehag.
 Verdier av t-statistikk for gruppekoeffisienter i flervariabel logistisk regresjon for voksne. t-statistikker regnes ut som koeffisientestimat dividert på sitt standardavvik. Tabellen viser t-statistikken for de enkelte variabler i regresjon der t-statistikken i absolutt verdi er større enn 2.

B)

	Vinter			Sommer		
	Sjenerende støy	Sjenerende lukt	Sjenerende industri-røyk	Sjenerende støy	Sjenerende lukt	Sjenerende industri-røyk
Modell						
M-indiv						
Studiepopulasjon						
Ant. deltakere	40	40	15	23	30	15
t Konstant	-9,61	-9,93	-4,40	-6,04	-5,49	-6,32
t Aktiv	2,29	3,53	2,32	5,33	2,64	3,86
t Morgen	2,17	4,24	.	1,97	2,62	2,11
t SO ₂	.	.	.	.	.	-2,35
t NO ₂	.	.	.	-7,05	.	.
t O ₃	4,11	.	.	.	.	.
t SVF	2,40	.	.	.	-2,95	.
t SO ₄	.	.	.	.	.	.
t NO ₃	.	.	.	3,87	.	2,13
t Cl _x	-4,67	.	.	.	.	.
t Min.temp	2,82	.	.	x	x	x
t Rel.fuktighet	2,63	2,41	.	x	x	x
t Bjerkepollen	x	x	x	.	.	.
t Gresspollen	x	x	x	3,00	.	3,00
Lungesyke voksne						
Ant. deltakere	7	13	5	6	8	6
t Konstant	-2,16	-7,90	-8,85	.	-5,42	-5,41
t Aktiv	4,21	3,62	5,79	.	2,04	.
t Morgen	2,53	2,25	2,22	.	.	.
t SO ₂	-2,15	.	.	-4,48	.	.
t NO ₂	.	2,93	.	.	.	.
t O ₃	-3,90	.	.	.	.	.
t SVF	2,43	.	2,81	3,19	3,77	2,95
t SO ₄	2,10	.	.	-2,34	-3,74	-4,12
t NO ₃	.	.	.	.	.	-2,76
t Cl _x	.	.	.	-2,01	.	.
t Min.temp	2,03	.	4,32	x	x	x
t Rel.fuktighet	.	.	4,02	x	x	x
t Bjerkepollen	x	x	x	.	.	.
t Gresspollen	x	x	x	4,20	2,32	.

x-variabelen er ikke i modellen.

Tabell 3A: Symptomer i øvre luftveier.
 Gruppe-regresjonskoeffisienter for flervariabel
 logistisk regresjon for voksne. Tabellen viser både
 positive og negative koeffisienter, signifikante på
 5%-nivå.

A)	Vinter			Sommer		
	Irriterte øyne	Nysing	Hals- irritasjon	Irriterte øyne	Nysing	Hals- irritasjon
Modell						
M-indiv						
Studiepopulasjon						
Ant. deltakere	48	111	163	34	100	103
Konstant	-6,048	-6,921	-6,008	-5,950	-5,017	-4,886
Aktiv	1,498	1,167	1,065	1,267	1,152	1,147
Morgen	.	0,497	0,455	.	0,353	0,202
SO ₂	-0,173	-0,137	-0,221	.	.	.
NO ₂	.	.	.	0,190	.	.
O ₃	.	0,033	.	.	.	.
SVF	.	.	.	.	-0,063	.
SO ₄	-0,179	.	.	.	.	0,053
NO ₃	0,062	.	0,038	.	0,081	0,035
Cl _x	.	.	.	.	.	.
Min.temp	.	.	.	x	x	x
Rel.fuktighet	-0,011	0,005	0,010	x	x	x
Bjerkepollen	x	x	x	.	.	.
Gresspollen	x	x	x	.	.	-0,023
Lungesyke voksne						
Ant. deltakere	15	28	27	12	27	30
Konstant	-4,747	-6,034	-6,158	-6,786	-3,552	-3,898
Aktiv	1,745	1,390	1,296	1,656	0,638	0,903
Morgen	0,747	1,035	0,810	.	0,821	0,735
SO ₂	.	-0,240	-0,208	.	.	.
NO ₂	.	.	.	.	.	.
O ₃	.	.	.	.	.	.
SVF	.	-0,092	.	.	.	.
SO ₄	.	.	.	-0,242	.	.
NO ₃	.	.	.	.	.	.
Cl _x	.	.	.	.	.	.
Min.temp	-0,060	-0,070	.	x	x	x
Rel.fuktighet	.	0,011	0,012	x	x	x
Bjerkepollen	x	x	x	.	.	.
Gresspollen	x	x	x	0,196	.	.

x-variabelen er ikke i modellen

Tabell 3B: Symptomer i øvre luftveier. Verdier av t-statistikk for gruppekoeffisienter i flervariabel logistisk regresjon for voksne. t-statistikker regnes ut som koeffisientestimat delt på sitt standardavvik. Tabellen viser t-statistikken for de enkelte variabler i regresjon der t-statistikken i absolutt verdi er større enn 2.

8)	Vinter			Sommer		
	Irriterte øyne	Nysing	Hals-irritasjon	Irriterte øyne	Nysing	Hals-irritasjon
Modell						
M-indiv						
Studiepopulasjon						
Ant. deltakere	48	111	163	34	100	103
t Konstant	-9,13	-18,42	-21,69	-10,50	-21,67	-25,82
t Aktiv	11,35	15,68	19,58	7,67	16,32	21,54
t Morgen	.	5,30	7,78	.	4,38	2,49
t SO ₂	-2,20	-2,95	-6,50	.	.	.
t NO ₂	.	.	.	2,04	.	.
t O ₃	.	2,64	.	.	.	.
t SVF	.	.	.	.	-2,03	.
t SO ₄	-4,23	.	.	.	.	2,34
t NO ₃	2,07	.	2,39	.	4,77	2,52
t Cl _x	.	.	.	.	.	.
t Min.temp	.	.	.	x	x	x
t Rel.fuktighet	-2,79	2,15	5,47	x	x	x
t Bjerkepollen	x	x	x	.	.	.
t Gresspollen	x	x	x	.	.	-2.24
Lungesyke voksne						
Ant. deltakere	15	28	27	12	27	30
t Konstant	-4,46	-9,39	-7,83	-7,24	-8,85	-8,09
t Aktiv	6,22	10,62	8,27	2,20	4,82	5,60
t Morgen	2,03	6,96	4,20	.	4,46	3,89
t SO ₂	.	-3,35	-2,03	.	.	.
t NO ₂	.	.	.	.	.	.
t O ₃	.	.	.	.	.	.
t SVF	.	-2,47	.	.	.	.
t SO ₄	.	.	.	-2,20	.	.
t NO ₃	.	.	.	.	.	.
t Cl _x	.	.	.	.	.	.
t Min.temp	-1,99	-4,56	.	x	x	x
t Rel.fuktighet	.	2,24	2,01	x	x	x
t Bjerkepollen	x	x	x	.	.	.
t Gresspollen	x	x	x	3,13	.	.

x-variabelen er ikke i modellen

Tabell 4A: Symptomer i nedre luftveier. Gruppe-regresjonskoeffisienter for flervariabel logistisk regresjon for voksne. Tabellen viser både positive og negative koeffisienter, signifikante på 5%-nivå.

A)	Vinter			Sommer		
	Hoste	Piping/ tett bryst	Puste- vansker	Hoste	Piping/ tett bryst	Puste- vansker
Modell						
M-indiv						
Studiepopulasjon						
Ant. deltakere	101	41	56	73	32	35
Konstant	-4,968	-2,594	-3,564	-3,649	-5,057	-5,127
Aktiv	0,846	0,866	1,098	0,767	1,207	0,537
Morgen	0,739	0,671	0,441	0,485	.	0,758
SO ₂	-0,110	-0,254	.	.	0,193	.
NO ₂	.	.	.	.	.	.
O ₃	0,025	.	.	.	-0,103	.
SVF	.	-0,105	-0,104	.	.	.
SO ₄	.	.	.	.	.	.
NO ₃	.	.	.	.	.	.
Cl _x	.	.	.	.	.	.
Min.temp	.	-0,042	.	x	x	x
Rel.fuktighet	0,005	.	.	x	x	x
Bjerkepollen	x	x	x	.	.	.
Gresspollen	x	x	x	0,041	.	.
Lungesyke voksne						
Ant. deltakere	22	25	35	27	24	30
Konstant	-3,487	-2,651	-3,918	-2,503	-2,016	-3,763
Aktiv	0,509	0,811	1,420	0,324	0,616	0,836
Morgen	1,169	0,839	0,629	0,704	0,403	0,420
SO ₂	.	.	.	-0,200	.	.
NO ₂	.	-0,197	-0,187	.	.	.
O ₃	.	.	.	-0,071	.	.
SVF	-0,099	.	.	-0,178	.	.
SO ₄	0,143	.	.	.	.	-0,099
NO ₃	.	-0,084	.	.	.	.
Cl _x	.	.	.	.	.	.
Min.temp	-0,057	-0,038	.	.	x	x
Rel.fuktighet	.	.	.	.	x	x
Bjerkepollen	x	x	x	x	0,123	.
Gresspollen	x	x	x	x	.	.

x-variabelen er ikke i modellen.

Tabell 4B: Symptomer i nedre luftveier.
 Verdier fra t-statistikk for gruppekoeffisienter i flervariabel logistisk regresjon for voksne. t-statistikken regnes ut som koeffisientestimat delt på sitt standardavvik. Tabellen viser t-statistikken for de enkelte variabler i regresjon der t-statistikken i absolutt verdi er større enn 2.

B)

	Vinter			Sommer		
	Hoste	Piping/ tett bryst	Puste- vansker	Hoste	Piping/ tett bryst	Puste- vansker
Modell						
M-indiv						
Studiepopulasjon						
Ant. deltakere	101	41	56	73	32	35
t Konstant	-14,96	-4,87	-7,30	-15,91	-10,45	-11,69
t Aktiv	12,66	7,80	11,43	11,38	8,56	4,47
t Morgen	5,86	3,24	3,87	4,29	.	3,56
t SO ₂	-2,65	-3,78	.	.	2,95	.
t NO ₂	.	.	.	.	.	.
t O ₃	2,34	-2,91	.	.	-3,86	.
t SVF	.	.	-3,31	.	.	.
t SO ₄	.	.	.	.	.	.
t NO ₃	.	.	.	.	.	.
t Cl _x	.	.	.	.	.	.
t Min.temp	.	-3,03	.	x	x	x
t Rel.fukt	2,28	.	.	x	x	x
t Bjerkepollen	x	x	x	.	.	.
t Gresspollen	x	x	x	3,38	.	.
Lungesyke voksne						
Ant. deltakere	22	25	35	7	24	30
t Konstant	-4,94	-4,16	-7,04	-6,50	-5,48	-10,83
t Aktiv	2,39	4,00	8,32	2,69	4,90	7,75
t Morgen	6,91	5,20	3,02	4,06	2,48	2,91
t SO ₂	.	.	.	-2,65	.	.
t NO ₂	.	-2,20	-2,45	.	.	.
t O ₃	.	.	.	-2,27	.	.
t SVF	-2,56	.	.	-3,64	.	.
t SO ₄	2,50	.	.	.	.	-2,12
t NO ₃	.	-2,52	.	.	.	.
t Cl _x	.	.	.	.	.	.
t Min.temp	-2,83	-2,16	.	x	x	x
t Rel.fukt	.	.	.	x	x	x
t Bjerkepollen	x	x	x	.	5,98	.
t Gresspollen	x	x	x	.	.	.

x-variabelen er ikke i modellen.

Tabell 5A: Symptomer på nedsatt allmenntilstand. Gruppe-regresjonskoeffisienter for flervariabel logistisk regresjon for voksne. Tabellen viser både positive og negative koeffisienter, signifikante på 5%-nivå.

A)	Vinter				Sommer			
	Hodepine	Svimmelhet	Kvalm/ uvel	Feberfølelse	Hodepine	Svimmelhet	Kvalm/ uvel	Feberfølelse
Modell								
M-indiv								
Studiepopulasjon								
Ant. deltakere	163	39	73	68	107	22	38	53
Konstant	-5,923	-4,410	-6,950	-6,866	-6,285	-7,304	-7,573	-6,336
Aktiv	1,285	0,699	0,607	.	1,152	0,659	0,530	0,523
Morgen	0,411	1,042	0,605	0,565	0,302	.	0,896	.
SO ₂	-0,231	.	-0,370	-0,147	-0,155	.	-0,227	.
NO ₂	-0,187	.	-0,163	.	.	.	.	.
O ₃	.	.	.	.	.	.	.	.
SVF	.	.	.	.	.	-0,299	.	.
SO ₄	.	.	.	.	.	.	.	.
NO ₃	-0,044	.	.	.	0,100	0,142	.	.
Cl _x	.	.	.	0,063	.	.	0,148	.
Min.temp	.	.	.	0,060	x	x	x	x
Rel.fuktighet	.	.	.	.	x	x	x	x
Bjerkepollen	x	x	x	x	0,035	0,117	.	.
Gresspollen	x	x	x	x	0,057	.	.	.
Lungesyke voksne								
Ant. deltakere	41	8	19	15	23	8	6	14
Konstant	-6,112	-4,719	-5,627	-7,931	-6,180	-2,870	-6,164	-5,474
Aktiv	1,136	1,267	0,558	.	1,075	0,972	1,535	1,054
Morgen	0,325	.	0,674	.	.	.	.	.
SO ₂	-0,246	.	.	.	.	0,457	.	.
NO ₂	.	.	.	.	.	-0,287	.	.
O ₃	.	.	.	.	.	.	-0,144	.
SVF	.	.	.	-0,321	-0,162	-0,556	-0,226	-0,211
SO ₄	.	-0,276	.	.	.	.	.	.
NO ₃	.	.	.	.	.	.	.	.
Cl _x	.	.	.	.	.	.	.	.
Min.temp	-0,059	-0,179	-0,070	.	x	x	x	x
Rel.fuktighet	.	-0,360	.	.	x	x	x	x
Bjerkepollen	x	x	x	x	-0,076	.	.	.
Gresspollen	x	x	x	x	.	.	0,157	.

x-variabelen er ikke i modellen.

Tabell 5B: Symptomer på nedsatt allmenntilstand. Verdier av t-statistikk for gruppekoeffisienter i flervariabel logistisk regresjon for voksne. t-statistikker regnes ut som koeffisientestimat delt på sitt standardavvik. Tabellen viser t-statistikken for de enkelte variabler i regresjon der t-statistikken i absolutt verdi er større enn 2.

B)	Vinter				Sommer			
	Hodepine	Svimmelhet	Kvalm/ uvel	Feberfølelse	Hodepine	Svimmelhet	Kvalm/ uvel	Feberfølelse
Modell								
M-indiv								
Studiepopulasjon								
Ant. deltakere	163	39	73	68	107	22	38	53
t Konstant	-16,40	-4,63	-8,08	-8,31	-20,49	-5,11	-6,33	-11,50
t Aktiv	17,27	3,60	4,41	.	13,19	2,01	2,36	4,15
t Morgen	4,45	4,38	4,11	4,19	2,47	.	3,44	.
t SO ₂	-5,40	.	-4,22	-2,03	-4,00	.	-2,35	.
t NO ₂	-4,44	.	-2,07	.	.	.	.	.
t O ₃	.	.	.	.	.	.	.	.
t SVF	.	.	.	.	.	-3,92	.	.
t SO ₄	.	.	.	.	.	.	.	.
t NO ₃	-2,62	.	.	.	4,77	2,15	.	.
t Cl _x	.	.	.	2,29	.	.	2,47	.
t Min.temp	.	.	.	3,32	x	x	x	x
t Rel. fuktighet	.	.	.	.	x	x	x	x
t Bjerkepollen	x	x	x	x	2,63	2,16	.	.
t Gresspollen	x	x	x	x	2,39	.	.	.
Lungesyke voksne								
Ant. deltakere	41	8	19	15	23	8	6	14
t Konstant	-10,05	-2,52	-4,63	-3,93	-10,68	-2,93	-5,23	-5,74
t Aktiv	7,98	3,12	2,43	.	4,89	2,42	3,32	4,05
t Morgen	2,09	.	3,11	.	.	.	.	.
t SO ₂	-3,51	.	.	.	.	3,04	.	.
t NO ₂	.	.	.	.	.	-2,36	.	.
t O ₃	.	.	.	.	.	.	-2,01	.
t SVF	.	.	.	-3,49	-2,88	-4,00	-2,00	-2,46
t SO ₄	.	-2,66	.	.	.	.	.	.
t NO ₃	.	.	.	.	.	.	.	.
t Cl _x	.	.	.	.	.	.	.	.
t Min.temp	-2,94	-4,04	-2,22	.	x	x	x	x
t Rel. fuktighet	.	-10,23	.	.	x	x	x	x
t Bjerkepollen	x	x	x	x	-2,26	.	.	.
t Gresspollen	x	x	x	x	.	.	2,41	.

x-variabelen er ikke i modellen.

Tabell 6A: Symptomer på stress og tretthet. Gruppe-regresjonskoeffisienter for flervariabel logistisk regresjon for voksne. Tabellen viser både positive og negative koeffisienter, signifikante på 5%-nivå.

A)	Vinter				Sommer			
	Muskel-smerter	Mage-smerter	Nervøs/urolig	Sliten/slapp	Muskel-smerter	Mage-smerter	Nervøs/urolig	Sliten/slapp
Modell								
M-indiv								
Studiepopulasjon								
Ant. deltakere	121	83	40	154	89	44	28	105
Konstant	-4,172	-5,251	-4,828	-5,246	-5,248	-6,717	-5,909	-6,120
Aktiv	1,307	1,102	1,168	1,332	1,557	0,899	1,291	1,375
Morgen	.	0,300	0,391	-0,207	.	.	0,377	.
SO ₂	-0,136	.	.	-0,248	-0,106	.	.	-0,141
NO ₂	0,106	.	.	.	.	.	-0,330	.
O ₃	.	.	.	.	-0,054	.	.	.
SVF	.	.	.	-0,059	.	.	-0,184	.
SO ₄	.	.	.	.	-0,059	.	.	.
NO ₃	.	.	.	.	.	.	.	.
Cl _x	.	.	.	-0,025	.	.	.	.
Min.temp	.	.	.	.	x	x	x	x
Rel.fuktighet	.	.	-0,018	.	x	x	x	x
Bjerkepollen	x	x	x	x	.	.	-0,067	-0,036
Gresspollen	x	x	x	x	0,065	0,104	0,129	.
Lungesyke voksne								
Ant. deltakere	22	16	9	29	17	11	6	24
Konstant	-3,309	-6,520	-6,446	-5,108	-4,789	.	-4,744	-5,128
Aktiv	1,518	.	1,163	1,393	1,684	1,015	1,463	1,526
Morgen	.	0,774	.	.	0,753	.	.	.
SO ₂	.	.	-0,647	.	.	.	.	.
NO ₂	.	.	.	.	.	.	.	0,187
O ₃	.	.	.	.	.	-0,169	.	.
SVF	.	.	.	.	.	.	.	.
SO ₄	.	.	.	.	.	.	.	.
NO ₃	.	.	-0,127	.	.	.	.	.
Cl _x	.	0,152	.	.	.	0,179	.	.
Min.temp	.	.	.	.	x	x	x	x
Rel.fuktighet	.	.	.	.	x	x	x	x
Bjerkepollen	x	x	x	x	.	.	.	.
Gresspollen	x	x	x	x	.	.	.	.

x-variabelen er ikke i modellen.

Tabell 6B: Symptomer på stress og tretthet. Verdier av t-statistikk for gruppekoeffisienter i flervariabel logistisk regresjon for voksne. t-statistikken regnes ut som koeffisientestimat delt på sitt standardavvik. Tabellen viser t-statistikken for de enkelte variabler i regresjon der t-statistikken i absolutt verdi er større enn 2.

B)

	Vinter				Sommer			
	Muskel-smerter	Mage-smerter	Nervøs/ urolig	Sliten/ slapp	Muskel-smerter	Mage-smerter	Nervøs/ urolig	Sliten/ slapp
Modell								
M-indiv								
Studiepopulasjon								
Ant. deltakere	121	83	40	154	89	44	28	105
t Konstant	-13,83	-8,19	-6,96	-17,89	-23,78	-7,32	-7,70	-23,56
t Aktiv	21,01	8,85	8,46	21,15	23,96	4,72	2,51	18,00
t Morgen	.	2,37	2,78	-2,89	.	.	1,97	.
t SO ₂	-2,78	.	.	-6,28	-3,26	.	.	-4,08
t NO ₂	2,42	.	.	.	.	.	-2,70	.
t O ₃	.	.	.	.	-2,25	.	.	.
t SVF	.	.	.	-3,55	.	.	-3,01	.
t SO ₄	.	.	.	.	-2,22	.	.	.
t NO ₃	.	.	.	.	.	.	.	.
t Cl _x	.	.	.	-2,34	.	.	.	.
t Min.temp	.	.	.	.	x	x	x	x
t Rel.fuktighet	.	.	-4,44	.	x	x	x	x
t Bjerkepollen	x	x	x	x	.	.	-2,46	-3,24
t Gresspollen	x	x	x	x	5,66	3,09	4,72	.
Lungesyke voksne								
Ant. deltakere	22	16	9	29	17	11	6	24
t Konstant	-5,73	-3,65	-4,69	-7,82	-10,25	.	-4,33	-11,65
t Aktiv	12,17	.	3,76	9,37	3,72	3,22	3,36	9,91
t Morgen	.	2,55	.	.	3,45	.	.	.
t SO ₂	.	.	-3,71	.	.	.	.	.
t NO ₂	.	.	.	.	.	.	.	1,99
t O ₃	.	.	.	.	.	-2,34	.	.
t SVF	.	.	.	.	.	.	.	.
t SO ₄	.	.	.	.	.	.	.	.
t NO ₃	.	.	-2,03	.	.	.	.	.
t Cl _x	.	2,87	.	.	.	2,38	.	.
t Min.temp	.	.	.	.	x	x	x	x
t Rel.fuktighet	.	.	.	.	x	x	x	x
t Bjerkepollen	x	x	x	x	.	.	.	.
t Gresspollen	x	x	x	x	.	.	.	.

x-variabelen er ikke i modellen.

5.1 SYMPTOMER PÅ UBEHAG

Om vinteren var det positive signifikante sammenhenger mellom symptomer på ubehag og konsentrasjoner av ozon og svevestøv, og negative signifikante sammenhenger med klor i studiepopulasjonen (se tabell 2 og figur 5). Om sommeren var det positive sammenhenger med nitrat og negative sammenhenger med SO_2 , NO_2 og svevestøv.

I den lungesyke populasjon viste både NO_2 , svevestøv og sulfat om vinteren positive sammenhenger med symptomer på ubehag. Negative sammenhenger ble funnet med SO_2 og ozon. Svevestøv viste også positive sammenhenger om sommeren, mens SO_2 , sulfat og klor viste negative sammenhenger.

5.2 SYMPTOMER I ØVRE LUFTVEIER

I studiepopulasjonen viste nitrat og ozon om vinteren positive sammenhenger med symptomer i de øvre luftveier, mens SO_2 og sulfat viste negative sammenhenger. Om sommeren viste NO_2 , nitrat og sulfat positive sammenhenger, mens svevestøv viste negative.

SO_2 og svevestøv viste om vinteren negative sammenhenger hos den lungesyke populasjonen, og om sommeren viste sulfat negative sammenhenger (se tabell 3 og figur 6).

5.3 SYMPTOMER I NEDRE LUFTVEIER

Hos studiepopulasjonen viste ozon om vinteren positive sammenhenger med symptomer i de nedre luftveier, mens svevestøv og SO_2 viste negative sammenhenger. Om sommeren viste SO_2 positive sammenhenger, mens ozon viste negative.

Hos de lungesyke viste svevestøv, NO₂ og nitrat om vinteren negative sammenhenger med nedre luftveissymptomer, mens sulfat viste positive. Om sommeren viste SO₂, ozon, svevestøv og sulfat negative sammenhenger (se tabell 4 og figur 7).

5.4 SYMPTOMER PÅ NEDSATT ALLMENNTILSTAND

Hos studiepopulasjonen viste SO₂, NO₂ og nitrat om vinteren negative sammenhenger med symptomer på nedsatt allmenntilstand, mens klor viste positiv sammenheng. Om sommeren viste nitrat og klor positive sammenhenger, mens svevestøv og SO₂ viste negative.

Om vinteren viste SO₂, sulfat og svevestøv negative sammenhenger hos lungesyke. Om sommeren viste svevestøv en markert negativ sammenheng i tillegg til at NO₂ og ozon viste negativ sammenheng, mens SO₂ viste positive sammenhenger (se tabell 5 og figur 8).

5.5 SYMPTOMER PÅ STRESS OG TRETTET

Om vinteren viste NO₂ hos studiepopulasjonen positive sammenhenger med symptomer på stress og tretthet, mens SO₂, svevestøv og klor viste negative sammenhenger. Om sommeren viste SO₂, NO₂, ozon, svevestøv og sulfat negative sammenhenger.

Om vinteren viste SO₂ og nitrat hos de lungesyke negative sammenhenger, mens klor viste positive sammenhenger. Om sommeren viste NO₂ og klor positive sammenhenger, mens SO₂ og ozon viste negative (se tabell 6 og figur 9).

6 ANALYSE AV HELSEEFFEKT AV LUFTFORURENSNINGER VED Å BRUKE M-MIKRO-KOMPRIMERINGSMETODEN

Som tidligere diskutert hadde M-mikro-metoden for komprimering av data den fordel at den jevner ut estimater av eksponering for luftforurensning. Den førte til færre dataenheter pr. individ, noe som gjorde analysen enklere å utføre. I tillegg ble de timer slått sammen hvor eksponeringsestimatet var belastet med samme type feil. Denne feilen er knyttet til algoritmer som brukes ved beregning av eksponering i mikromiljøer. Figur 10 sammenlikner responsresultatene estimert ved å anvende de forskjellige metodene for komprimering på data. Mange av de negative sammenhengene i M-indiv, f.eks. med SO_2 , forsvinner med M-mikro komprimeringsmetoden. De positive sammenhenger i M-indiv med ozon blir forsterket i M-mikro om vinteren. En oppsummering av antall positive og negative sammenhenger (de med t-verdi over 2) er vist i tabell 7. Resultater for analysene som er gjort ved alle komprimeringsmodeller finnes i vedlegg 4 og 5.

7 RESULTATER AV SAMMENHENG MELLOM EKSPONERING FOR LUFT-FORURENSNING DET SISTE DØGN OG INDIVIDUELLE HELSEEFFEKTER

For symptomer på ubehag var det hos studiepopulasjonen ingen signifikante positive sammenhenger om vinteren, og om sommeren fant man positiv sammenheng med ozon og klor. Derimot viste NO_2 og klor negative sammenhenger om vinteren, og SO_2 og svevestøv viste negative sammenhenger om sommeren.

For symptomer på ubehag var det hos lungesyke positiv signifikant sammenheng med klor om vinteren, og om sommeren fant man positiv sammenheng med svevestøv. Derimot viste NO_2 , ozon, sulfat og klor negative sammenhenger om sommeren.

Hos studiepopulasjonen var det signifikant positiv sammenheng mellom symptomer i øvre luftveier og svevestøv både om vinteren og om sommeren. SO_2 , sulfat og nitrat viste negative sammenhenger om vinteren, og NO_2 og ozon om sommeren.

Hos lungesyke var det positiv signifikant sammenheng om sommeren mellom nitrat og symptomer i øvre luftveier. SO_2 , NO_2 , ozon og sulfat viste negative sammenhenger om vinteren og svevestøv om sommeren.

Hos studiepopulasjon med symptomer i nedre luftveier fant man signifikant positiv sammenheng med SO_2 og ozon om sommeren. SO_2 , nitrat og klor viste negative sammenhenger om vinteren, og NO_2 og klor om sommeren.

Hos lungesyke med symptomer i nedre luftveier fant man positiv signifikant sammenheng med NO_2 og sulfat om sommeren. SO_2 og NO_2 viste negative sammenhenger om vinteren, og SO_2 og svevestøv viste negative sammenhenger om sommeren.

Hos studiepopulasjon med symptomer på nedsatt allmenntilstand fant man signifikant positiv sammenheng med NO_2 om vinteren. Ozon, svevestøv og nitrat viste negative sammenhenger om vinteren, og sulfat viste negative sammenhenger om sommeren.

Hos lungesyke fant man positiv signifikant sammenheng med sulfat om sommeren. NO_2 , sulfat, nitrat og klor viste negative sammenhenger med symptomer på nedsatt allmenntilstand om vinteren, og svevestøv og klor viste negative sammenhenger om sommeren.

Hos studiepopulasjon med symptomer på stress og tretthet fant man signifikant positiv sammenheng med ozon om sommeren. Nitrat og klor viste negative sammenhenger med stress- og tretthets-symptomer om vinteren, og SO_2 , svevestøv og sulfat viste negative sammenhenger om sommeren.

Tabell 7: Sammenlikning av resultater fra tre analysemodeller. Antall positive (tab. A) og negative (tab. B) sammenhenger mellom effektvariabler i fem grupper og luftkomponenter, for studiepopulasjonen og lungesyke voksne, undersøkelsesessensonger (vinter og sommer), og tre modeller, M-indiv (IND), M-mikro (MIK) og M-24h (24H). Maksimalt mulig antall sammenhenger er fire for symptomer på nedsatt allmenntilstand og symptomer på stress og tretthet, og tre for symptomer i øvrige grupper. I grupper med ingen positiv (tab. A) eller negativ (tab. B) sammenheng er den respektive plassen tom.

A)	Positive sammenhenger	Vinter														
		Ubehagsfølelser			Nedsatt allmenntilstand			Øvre luftvei			Nedre luftvei			Stress/tretthet		
		IND	MIK	24H	IND	MIK	24H	IND	MIK	24H	IND	MIK	24H	IND	MIK	24H
	Studiepopulasjon															
	SO ₂		2													1
	NO ₂					1							1	2	1	
	O ₃	1				1		1	1		1	1		1	2	
	SVF	1								1					2	
	SO ₄					2		1								
	NO ₃		2					2	1			1			1	
	Cl _x					1	3								1	
	Min. temp.	1				1	1	1		2						
	Rel. fuktighet	2	1	1		2	1	2	2	2	1	1	1			
	Lungesyke voksne						1									
	SO ₂															1
	NO ₂	1														
	O ₃											1				
	SVF	2	1													
	SO ₄	1	1								1					
	NO ₃		1													
	Cl _x															
	Min. temp.	2												1		
	Rel. fuktighet	1	1	1				2		1			1			2
B)	Negative sammenhenger	Vinter														
		Ubehagsfølelser			Nedsatt allmenntilstand			Øvre luftvei			Nedre luftvei			Stress/tretthet		
		IND	MIK	24H	IND	MIK	24H	IND	MIK	24H	IND	MIK	24H	IND	MIK	24H
	Studiepopulasjon															
	SO ₂				3		1	3	1	2	2		1	2		2
	NO ₂			1	2	1						1				1
	O ₃															
	SVF					1					2			1		
	SO ₄							1			1		1			
	NO ₃				1						2			1		
	Cl _x	1		1			4						1	3	1	2
	Min. temp.									1	1		1			2
	Rel. fuktighet		1					1		1			1		2	1
	Lungesyke voksne															
	SO ₂	1			1			2		1			1	1		1
	NO ₂					1		2		1		2	1			
	O ₃	1	1							1						
	SVF					1		1	1		1					2
	SO ₄				1	1			1							
	NO ₃						1				1	1		1		2
	Cl _x															
	Min. temp.		1					1		1		2				1
	Rel. fuktighet				3								2			

Tabell 7: forts.

A)	Positive assosiasjoner	Sommer															
		Ubehags- følelser			Nedsatt all- menntilstand			Øvre luftvei			Nedre luftvei			Stress/ tretthet			
		IND	MIK	24H	IND	MIK	24H	IND	MIK	24H	IND	MIK	24H	IND	MIK	24H	
	Studiepopulasjon																
	SO ₂							1	1			1	2	1		1	2
	NO ₂													1			
	O ₃			1						1				1			1
	SVF										1			1			
	SO ₄							1	1					1			
	NO ₃	2			2	1		2	2			1	1				
	Cl _x			1	1	1			2								
	Bjærkepollen				2	1				1			1				
	Gresspollen	2	2		1	2			1	1	1		1	3	2		1
	Lungesyke voksne																
	SO ₂				1												
	NO ₂					1							1				1
	O ₃																1
	SVF	3	1	1					1								
	SO ₄						1						1				1
	NO ₃								1	1			1				
	Cl _x													1			1
	Bjærkepollen		2								1	1					
	Gresspollen	2			1	1		1	1			1	1			1	
	B)																
	Negative assosiasjoner	Sommer															
		Ubehags- følelser			Redusert all- menntilstand			Øvre luftvei			Nedre luftvei			Stress/ tretthet			
		IND	MIK	24H	IND	MIK	24H	IND	MIK	24H	IND	MIK	24H	IND	MIK	24H	
	Studiepopulasjon																
	SO ₂	1		1	2									2	1	1	
	NO ₂	1	1							1			1	1			
	O ₃		1							1	1			1	2		
	SVF	1	1	1	1	2		1	1			3	1	1	2	1	
	SO ₄						1							1		2	
	NO ₃												1				
	Cl _x												1				
	Bjærkepollen						1							2		2	
	Gresspollen						1	1		1							
	Lungesyke voksne																
	SO ₂	1										1					
	NO ₂			1	1	1						1					
	O ₃			1	1							1		1			
	SVF				3		2			1		1	1				1
	SO ₄	3	2	1				1	2			1					1
	NO ₃	1	2														
	Cl _x	1	1	1			1										2
	Bjærkepollen				1		1								1		1
	Gresspollen																

IND - modell M-indiv
MIK - modell M-mikro
24H - modell M-24h

Hos lungesyke med symptomer på stress og tretthet fant man positivt signifikant sammenheng med NO_2 både om vinteren og om sommeren, hvor det også var funnet positiv sammenheng med ozon. SO_2 , svevestøv og nitrat viste negative sammenhenger om vinteren, og svevestøv viste negative sammenhenger om sommeren.

Resultater av sammenhengen mellom siste døgns eksponering og helseparametere er i detalj gitt i vedlegg 4 og 5. Sammenlikning av disse resultater med de øvrige rapporterte sammenhenger er gitt i tabell 7. Kumulativ prosent på alle helseparametere er vist i vedlegg 6.

8 DISKUSJON

I denne undersøkelsen ble alle forurensningskomponentene tatt inn i regresjon samtidig. Dette førte til flere negative sammenhenger, dvs. til konklusjon av at økende luftforurensningsnivå gir mindre effekter. Undersøkelsene beskrevet av Schwartz et al. (1991), eller Holguin et al. (1985), prøvde å påvise sammenhengen mellom forurensning og effektvariable for én forurensningskomponent av gangen. Derfor ble det ikke rapportert eller diskutert negative sammenhenger.

Det er vanskelig å forklare den fysiologiske betydningen av en negativ sammenheng og dens forskjell fra et null-resultat i en undersøkelse av kortvarige helseeffekter. En fortolkning kan være at høyere nivåer av eksponering for en viss luftforurensningskomponent fører til at utviklingen av et symptom blir hindret. Selv om dette teoretisk kan skje, er det nokså usannsynlig. En mer fornuftig forklaring er at interaksjoner mellom luftkomponenter kan føre til negative sammenhenger. De negative sammenhengene er rapportert, men antas uten fysiologisk betydning.

Tabell 8: Sammenlikning av resultater fra kammerforsøk og kohortstudier med målte utendørskonsentrasjoner i Grenland.

Studietyper	Midlingstid	Komponenter				
		SO ₂ (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	O ₃ (µg/m ³)	Sulfat (µg/m ³)	Nitrat (µg/m ²)
Kammerforsøk (forskjellige forf.)	Minutter til flere timer	650* ^A	200* ^A 500 H	200-700* A - H		
Kohort-studier Perry et al., 1982	Månedsmidler	8-36		12-60	f: 1,65-4,0 g: 0,30-0,64	f: 0,26-3,33* g: 0,01-0,33
Frezières et al., 1982	Månedsmidler				t: 4,3-25,7*	
Holguin et al., 1985	Månedsmidler	10	40-60	110*		
Silverman et al., 1982 a,b) Moseholm og Taudorf, 1990 (maks døgn) Clench-Aas et al., 1991 (maks time)	3 mnd. middel	9±13 81*	31±22* 110* 250-300*			
Verdier målt i Grenland 1988	Mnd.middel	2-36	10-66	36-84	2-5	0-2,5
	Maksimum - time	2027	192	185		
	Maksimum - døgn	320	84	179	17,8	12,7

*Observerte signifikante effekter på helse

^Ahos astmatikere

^Hhos friske mennesker

f: finfraksjon

g: grovfraksjon

t: totalt

Følgende diskusjon er basert på vurderinger av resultatet oppnådd med M-indiv, M-mikro og M-24h, og presentert i tabell 7 og figur 10. Tabell 8 sammenlikner luftforurensningskonsentrasjoner målt i Grenlandsområdet med konsentrasjoner målt i lignende undersøkelser. I denne undersøkelsen var eksponeringen for luftforurensning generelt lav, muligens med unntak av ozon og svevestøv.

Blant de 17 barna med lungesykdom i undersøkelsen var det for få med registrerte enkeltsymptomer på helseeffekter til å tillate en pålitelig statistisk analyse. Derfor er de ikke representert i de fleste tabeller og figurer. Resultatene for den voksne lungesyke gruppen regnes som usikre. Som indikert av

Samuelson et al.(1992), brukte de fleste voksne lungesyke steroider (37 deltakere) eller annen lungemedisin (11 deltakere), mens bare 12 ikke brukte noen lungemedikamenter. Det var få spesifikke utvelgelseskriterier for denne gruppen, bortsett fra at alle hadde sykdom påvist i de siste tre år, (Bjerkenes-Haugen et al., 1992). Korttidseffekter i luftveiene kan bare ventes hos individer med en reversibel lungesykdom. Derfor kan fravær av positive utfall med samtidig eksponering hos lungesyke muligens tilskrives medikamentforbruk eller utvelgelseskriterier. Med det siste døgns eksponering (M-24h) vises det imidlertid hos lungesyke voksne sammenheng mellom NO_2 og sulfat og symptomer fra nedre luftveier, og mellom ozon og NO_2 og tretthet. Dette kan være forbundet med kjent, økt rapportering av symptomer i nedre luftveier tidlig om morgenen hos astmatikere.

Resultatene er basert på analysene av de deltakerne som indikerte at de var plaget av gitte symptomer på helseeffekter. Hvis f.eks. 48 deltakere rapporterte å ha irriterte øyne, er det disse 48 deltakerne som danner gruppen som regresjonskoeffisientene og signifikanstestene er basert på. Antall deltakere brukt for å beregne gruppekoeffisient i hver av befolkningsgruppene og for hvert symptom, er gitt i tabell 9. Tabellen gir tall også for lungesyke barn.

De fleste symptomer viste negative sammenhenger med svoveldioksid ved bruk av M-indiv. Disse negative sammenhenger forekom ikke ved bruk av M-mikro-metoden. Det var vanskelig ved bruk av spredningsmodeller å forsikre seg at forurensningen fra bedriften med størst SO_2 -utslipp (Union Bruk A/S) ble observert akkurat den timen og på det stedet hvor den var beregnet å være. M-mikro-metoden jevnet ut noe av tidsusikkerheten i de høyeste eksponeringskonsentrasjonene.

Tabell 9: Oversikt over antall deltakere med positiv signifikant sammenheng mellom luftforurensning og responser. Tabellen er delt etter sesong og studiegrupper. Antall deltakere med respons og estimert regresjonskoeffisienter (Ant.m resp.), antall deltakere med minst én positiv signifikant sammenheng mellom luftforurensningskomponent og respons (Ant.m. PS). Modell M-indiv er brukt og bare koeffisienter ved luftforurensningskomponenter er vurdert (syv komponenter).

	Vinter		Sommer	
	Ant.m. resp.	Ant.m. PS	Ant.m. resp.	Ant.m. PS
Responstype				
Sjener. støy				
Studiepopulasjon	40	18	23	10
Lungesyke voksne	7	4	6	5
Sjener. lukt				
Studiepopulasjon	40	17	30	11
Lungesyke barn	1		1	1
Lungesyke voksne	13	7	8	2
Sjener. industrirøyk				
Studiepopulasjon	15	8	15	8
Lungesyke barn	1	1		.
Lungesyke voksne	5	3	6	1
Hodepine				
Studiepopulasjon	163	75	107	50
Lungesyke barn	8	2	6	3
Lungesyke voksne	41	18	23	11
Svimmelhet				
Studiepopulasjon	39	10	22	8
Lungesyke barn	5		3	
Lungesyke voksne	8	1	8	2
Kvalm/uvel				
Studiepopulasjon	72	21	37	9
Lungesyke barn	6	2	5	3
Lungesyke voksne	19	10	6	4
Irriterte øyne				
Studiepopulasjon	48	22	34	16
Lungesyke barn	3	1	2	1
Lungesyke voksne	14	2	12	4
Nysing				
Studiepopulasjon	111	59	100	58
Lungesyke barn	6	5	9	7
Lungesyke voksne	28	15	27	15
Feberfølelse				
Studiepopulasjon	67	33	53	23
Lungesyke barn	2		6	4
Lungesyke voksne	15	6	13	6
Halsirritasjon				
Studiepopulasjon	163	88	103	70
Lungesyke barn	10	6	7	6
Lungesyke voksne	27	12	30	18
Hoste				
Studiepopulasjon	100	55	73	36
Lungesyke barn	10	5	10	7
Lungesyke voksne	22	11	27	14
Piping/tett i brystet				
Studiepopulasjon	41	23	32	18
Lungesyke barn	12	6	7	4
Lungesyke voksne	25	14	24	11

Tabell 9: forts.

	Vinter		Sommer	
	Ant.m. resp.	Ant.m. PS	Ant.m. resp.	Ant.m. PS
Responstype				
Tungpustethet				
Studiepopulasjon	56	25	35	22
Lungesyke barn	5	2	6	4
Lungesyke voksne	35	16	30	17
Muskelsmerter				
Studiepopulasjon	121	73	89	57
Lungesyke barn	5	1		.
Lungesyke voksne	22	13	17	9
Magesmerter				
Studiepopulasjon	81	36	44	20
Lungesyke barn	6	1	1	
Lungesyke voksne	16	6	10	2
Nervøs/urolig				
Studiepopulasjon	38	18	28	9
Lungesyke voksne	9	4	6	4
Sliten/slapp				
Studiepopulasjon	154	80	103	52
Lungesyke barn	8	2	6	4
Lungesyke voksne	29	16	24	11

Om sommeren angir begge metoder effekt av SO_2 i de nedre luftveier hos studiepopulasjonen og på allmenntilstanden hos de lungesyke. Det siste døgns eksponering for SO_2 (M-24h) ble om sommeren knyttet til symptomer i de nedre luftveier hos studiepopulasjonen. Dette tyder på en effekt av SO_2 i nedre luftveier. Dette synes å være en bekreftelse på det en har funnet i dyre- og kammerforsøk. Arbeid gjort av Boushay (1984) antyder større effekter om vinteren.

NO_2 i luft kommer fra kilder på Herøya samt bil- og båttrafikk. Beliggenhet nær en sterkt trafikkert vei førte til økt konsentrasjon av NO_2 i eksponeringsmodellen. Eksponering for NO_2 viste positive sammenhenger med symptomer på stress og tretthet og symptomer i de øvre luftveier og på nedsatt allmenntilstand. Lignende resultater er også funnet i en undersøkelse i et trafikkert område i Oslo i Norge (Clench-Aas et al., 1991).

Ozon viste positive sammenhenger med økt forekomst av symptomer i øvre og nedre luftveier om vinteren. Dette var et interessant resultat siden ozonkonsentrasjonene vanligvis er høyere om sommeren enn om vinteren. Mulig forklaring kan være at en eventuell helseeffekt av ozon forsterkes av lavere temperaturer. Det er rapportert at effekter av ozon blir forsterket med eksponering til andre komponenter (Hazucha et al., 1975; Kagawa og Tsuru, 1979; Kleinman et al., 1981). Positive sammenhenger ble funnet om sommeren mellom symptomer på stress og tretthet og symptomer i nedre luftveier og det siste døgns eksponering for ozon. Ozonkonsentrasjoner målt i Grenland var ikke så høye som de målt i Houston (Holguin et al., 1985), hvor det ble funnet signifikant samvariasjon mellom ozon og helseeffekter. Ozonkonsentrasjonene var høye i flere dager om sommeren og høyere enn om vinteren (Hagen og Hoem, 1992). Dette kunne ha ført til at individet tilpasser seg ozon om sommeren, mens dette ikke kan skje om vinteren når høyere konsentrasjoner forekommer i kortere perioder.

I beregning av eksponering for svevestøv-finfraksjon, ble det gitt tillegg til dem som var eksponert for a) sigarettøyk eller b) sterk trafikk. Dette førte til at svevestøv var den eneste komponent som ofte var høyere innendørs enn utendørs. Symptomer på ubehag viste positive sammenhenger med eksponering for svevestøv. For andre symptomer ble det derimot estimert stort sett negative sammenhenger, både for M-indiv- og komprimering. Når det i regresjonen var inkludert en parameter for å ta hensyn til det å være innendørs, forsvant de fleste negative sammenhenger med svevestøv. Siste døgns eksponering for svevestøv (M-24h) viste samvariasjon med symptomer på nedsatt allmenntilstand og i øvre og nedre luftveier. Eksponerings-estimatet var summen av forskjellige kilder til svevestøv. Det kan tenkes at partikler fra forskjellige kilder, som fra sigarettøyk eller trafikk, har egenskaper som fører til forskjellige biologiske effekter. Enkelte effekter kommer til syne først etter lengre tid med høyere eksponering.

Det finnes både sure og alkaliske former av nitrat og sulfat. Det er de sure komponentene som er mest biologisk aktive. Et særtrekk i Grenlandsområdet er at kilden på Herøya slipper ut både nitrat, sulfat og en god del ammoniakk som kan føre til en nøytralisering av syre. Nitrat og sulfat, til dels sure, er også en hovedkomponent i langtransport. Nitrat, og i mindre grad sulfat, samvarierte med symptomer i øvre og nedre luftveier og symptomer på nedsatt allmenntilstand, noe som særlig var synlig om sommeren. Faktoranalysen av målte konsentrasjoner av forskjellige komponenter tyder på at nitrat i hovedsak skyldes utslipp fra Herøya om vinteren og langtransport om sommeren. Konsentrasjoner av nitrat i Grenland var på samme nivå som de som ble målt hos Perry et al. (1982), hvor det var avdekket samvariasjon. Målte sulfatkonsentrasjoner derimot var lavere enn de som var målt i undersøkelsen til Frezières et al. (1982).

Klorkonsentrasjoner ble beregnet på grunnlag av utslipp fra en fabrikk på Herøya. Estimater bør derfor regnes som en indikator for utslipp fra fabrikk i stedet for å representere de virkelige konsentrasjoner. Klor viste positive sammenhenger med symptomer på nedsatt allmenntilstand og på stress og tretthet, og med sjenerende lukt.

Om sommeren viste eksponering for pollen positive sammenhenger med mange helseeffektsymptomer både hos studiepopulasjonen og hos de lungesyke. Regresjonskoeffisienten var nesten to ganger høyere hos de lungesyke enn i studiepopulasjonen, noe som tyder på en lavere toleranse overfor pollen hos disse enn hos mennesker i studiepopulasjonen.

Et av undersøkelsens mål var å finne mulige effekter av interaksjoner mellom forskjellige forurensningskomponenter. Komponenter i analysen var stort sett uavhengige av hverandre hos de fleste deltakerne. Dette reduserte muligheten for å se på interaksjoner av komponentene. Frekvensfordeling av timer i forskjellige kategorier av forurensningseksponering før

komprimering viste få situasjoner med mer enn en komponent klassifisert som høy (Clench-Aas et al., 1992).

Tidligere undersøkelser har vist at ikke alle individer er følsomme for en gitt forurensningskomponent. Det siteres ofte at mellom 5 og 15 prosent av astmatikere viser signifikante samvariasjoner mellom fra lav til moderat luftforurensningseksponering (ved verdiene f.eks. indikert i tabell 8) og helseeffekter.

Det antas at målbare effekter kan ventes ved eksponeringer for luftforurensning hos følsomme individer. Følsomme individer er de med økt mottakelighet for forurensning. Den økte mottakeligheten kan imidlertid være forårsaket av mange faktorer, for eksempel av veksling fra pusting gjennom nesen til pusting gjennom munnen, av svekket immunforsvar, av genetisk betingete egenskaper, osv. (jfr. Brunekreef et al., 1991).

Regresjonskoeffisienter ble brukt for å identifisere populasjonen som var følsom for luftforurensning. Videre prøvde man å undersøke undergrupper av studiepopulasjonen og lungesyke voksne basert på kjønn, alder, yrkeseksponering og røyking. Man klarte imidlertid ikke å identifisere noen tydelig risikogruppe basert på disse faktorer. Etter kategorisering var antall deltakere i undergruppen lite.

Selv om det foreløpig ikke var mulig å finne, ut fra våre data, noen biologisk måte å skille ut de individer eller grupper som er følsomme overfor luftforurensning generelt eller dens enkelte komponenter, er problemet av sentral betydning. Derfor ble denne gruppen definert ut fra statistisk signifikans. De deltakere som viste signifikant positiv sammenheng med enkelte luftforurensningskomponenter, ble definert som følsomme.

Gruppen er definert særskilt for hvert symptom og komponent.

Denne undersøkelsen gir grunnlag for å si at opp til 38% av deltakerne som rapporterte symptomer, hadde signifikante positive sammenhenger mellom en luftforurensningskomponent og et

helseeffektsymptom (se tabell 10). Hvis en derimot ser på det totale antall individer som hadde positive sammenhenger med minst én av luftforurensningskomponentene, uansett hvilken (ant.m.PS i tabell 9), øker prosenten til over 50%.

Det er vanlig i epidemiologiske undersøkelser å referere til relativ risiko eller "odds ratio". Relativ risiko i denne sammenheng er et mål for økt sannsynlighet for å rapportere symptomer av helseeffekt med økt eksponering for luftforurensning. De beregnede regresjonskoeffisienter kan brukes til å beregne relativ risiko. For å kunne gi en type dose-respons-beskrivelse bruker vi de regresjonskoeffisientene gitt tidligere i dette kapitlet. Det antas at en bestemt relativ risiko er av helsemessig betydning. En relativ risiko på 1,5 ble valgt å være av helsemessig betydning. Dette representerer en økning på 50% i sannsynlighet for å rapportere et bestemt effektsymptom. Man må også velge referansenivå for forurensning, dvs et nivå som svarer til relativ risiko lik én. Man kan velge dette referansenivået i nærheten av observert 10-prosentil for eksponering. Deretter kan vi beregne de nivåene av eksponering for de forskjellige luftforurensningskomponenter som er nødvendige for å nå denne relative risikoen på 1,5. For hver komponent er denne eksponeringsverdi basert på den største signifikante positive koeffisient innen hver symptomgruppe for studiepopulasjon (se tabell 2-6). Beregnede eksponeringsnivåer er oppsummert i tabell 11.

Som vist i del a) av tabell 11 kan eksponeringsverdier for SO₂ og NO₂ under anbefalte retningslinjer føre til en 50% økning i relativ risiko for rapportering av symptomer i de øvre og nedre luftveiene for hele studiepopulasjonen. Svevestøv i kolonnen for symptomer på ubehagsfølelse ligger rundt retningslinjene for luftkvalitet. For nitrat er de beregnede verdiene i to grupper symptomer innenfor de verdiene som er målt i Grenlandsområdet.

Tabell 10: Prosent deltakere i studiepopulasjon med koeffisienter ved enkelte luftforurensninger som er signifikant større enn null (5%-nivå av to-sidig test), vinter og sommer. Antall deltakere med regresjonsestimater gis i første kolonne.

Effektvariabel	Vinter							
	Antall med symptom	SO ₂	NO ₂	O ₃	SVF	SO ₄	NO ₃	Cl _x
Sjenerende støy	40	18	5	18	18	8	13	3
Sjenerende lukt	40	8	13	10	15	5	3	13
Sjenerende industrirøyk	15	7	7	13	7	7	13	13
Hodepine	163	1	6	17	4	15	12	14
Svimmelhet	39	3	5	8	3	10	3	5
Kvalm/uvel	72	1	6	7	6	11	8	3
Øyeirritasjon	48	2	6	8	10	17	17	15
Nysing	111	5	9	15	16	26	22	9
Feberfølelse	67	7	10	7	9	24	15	12
Halsirritasjon	163	6	15	15	17	25	25	10
Hoste	100	9	6	17	14	23	18	13
Piping/tett bryst	41	12	10	24	15	15	12	15
Tungpustethet	56	9	11	11	14	13	9	11
Muskelsmerter	121	8	14	24	14	29	15	17
Magesmerter	81	5	6	12	4	23	7	10
Nervøs/urolig	38	5	11	16	3	24	13	21
Sliten/slapp	154	5	10	14	13	22	18	14

Effektvariabel	Sommer							
	Antall med symptom	SO ₂	NO ₂	O ₃	SVF	SO ₄	NO ₃	Cl _x
Sjenerende støy	23	13	9	4	30	4	17	4
Sjenerende lukt	30	7	10	13		10	10	10
Sjenerende industrirøyk	15		13	7	7	13	20	20
Hodepine	107	3	7	17	11	15	21	7
Svimmelhet	22		9	5	5	14	27	
Kvalm/uvel	37		5	5	5	8		8
Øyeirritasjon	34		12	12	6	24	12	9
Nysing	100	5	12	14	5	27	25	9
Feberfølelse	53	6	4	6	4	15	21	9
Halsirritasjon	103	12	9	26	8	38	36	4
Hoste	73	10	12	22	5	26	21	7
Piping/tett bryst	32	16	6	6	6	19	25	6
Tungpustethet	35	14	20	14	11	29	9	11
Muskelsmerter	89	7	18	11	12	33	15	10
Magesmerter	44	9	5	7	5	16	18	2
Nervøs/urolig	28	11	4	4		11	11	7
Sliten/slapp	103	10	12	9	4	23	14	6

Tabell 11: Beregnede konsentrasjoner av eksponering for luftforurensninger som er knyttet til en relativ risiko på 1,5 for å registrere et gitt symptom. Referansenivå av forurensning (representativ for relativ risiko lik 1) er gitt i siste kolonne. Beregningene for hver komponent var basert på den største koeffisienten som var signifikant positiv i hver gruppe av effektvariabler.

- a) beregnede konsentrasjoner for deltakere med symptomer
 b) beregnede konsentrasjoner for deltakere med signifikant sammenheng mellom luftforureningskomponent og effektvariablen ("følsomme" individer).

a)	Grupper av effektvariabler					Referansenivå for eksponering	
	Luftforureningskomponent	Ubehagsfølelse	Uspesifikke tegn på nedsatt allmentilstand	Symptomer i øvre luftveier	Symptomer i nedre luftveier		Symptomer relatert til stress
SO ₂ (µg/m ³)					40		5
NO ₂ "				42		229	5
O ₃ "	199			#	#		5
SVF "	64						5
SO ₄ "				1051			0,5
NO ₃ "	0,7		1,7	15			0,1
Cl _x "			15,5				1
Pollen (ant.)	2,6		3,5		10	3,2	0

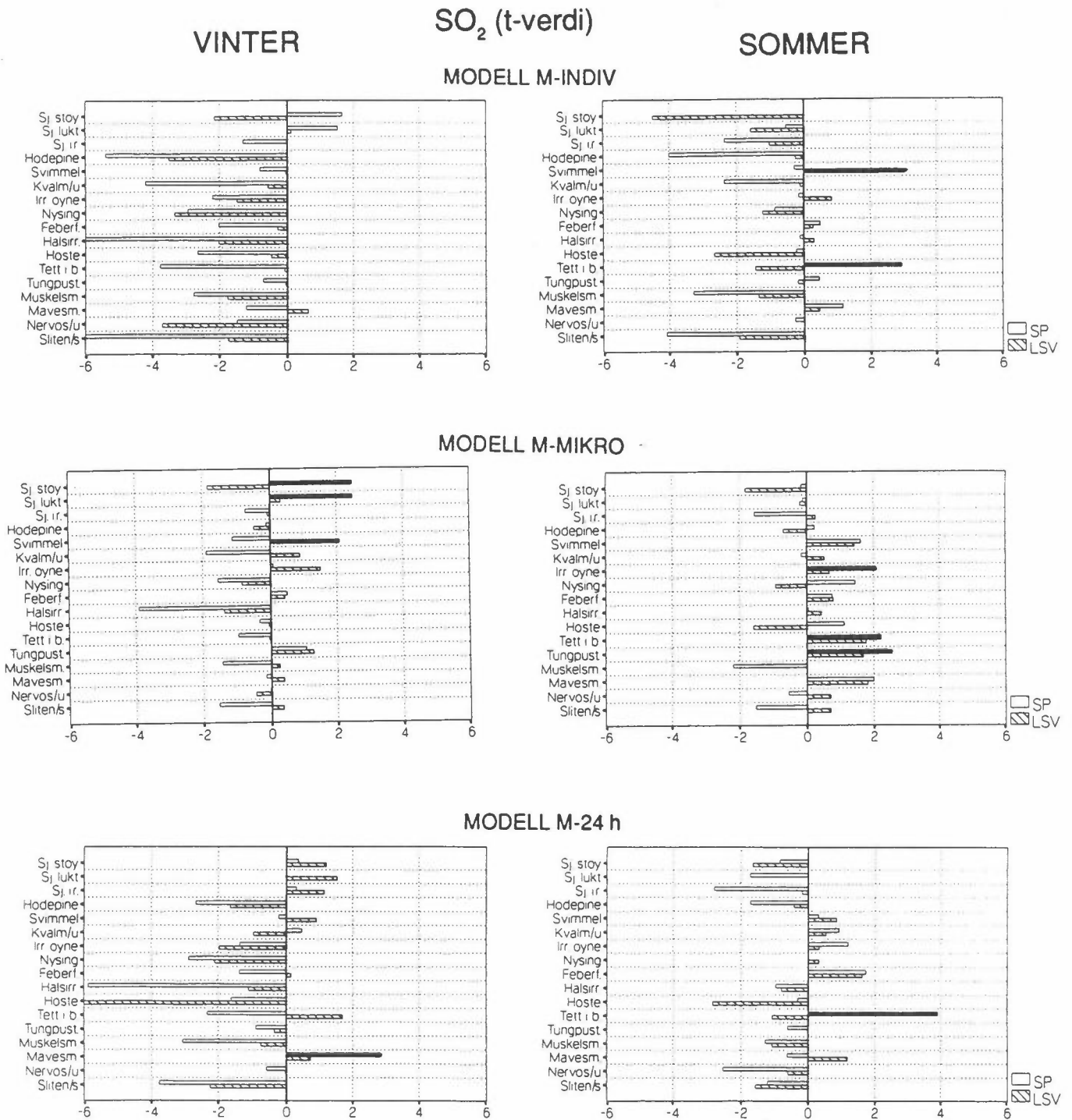
b)	Grupper av effektvariabler					Referansenivå for eksponering	
	Luftforureningskomponent	Ubehagsfølelse	Uspesifikke tegn på nedsatt allmentilstand	Symptomer i øvre luftveier	Symptomer i nedre luftveier		Symptomer relatert til stress
SO ₂ (µg/m ³)					7		5
NO ₂ "				6		7	5
O ₃ "	27			19	29		5
SVF "	6						5
SO ₄ "				0,7			0,5
NO ₃ "	0,2		0,3	0,3			0,1
Cl _x "			2,4				1
Pollen (ant.)	1,5		1,6		1,5	1,5	0

Overstiger høyeste observerte konsentrasjonsverdier.

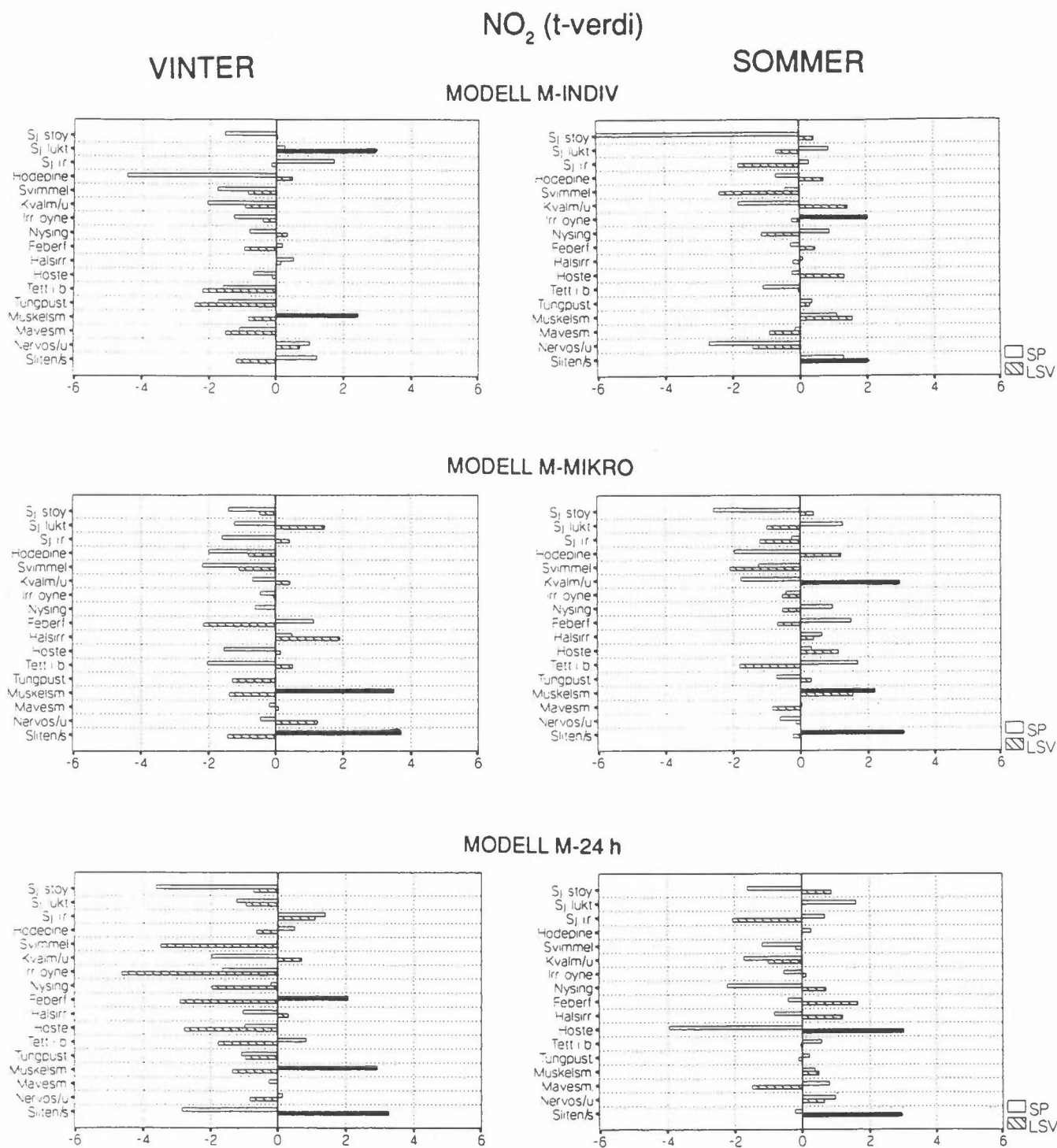
Beregningsmåten for eksponeringsverdi X i tabellen:

(Relativ risiko lik 1,5, referansenivå R, regresjonskoeffisient β)

Forurensningene: $X = \exp((\ln 1,5)/\beta + \ln R)$ Pollen: $X = (\ln 1,5)/\beta + R$



Figur 10: Grafisk fremstilling av t-verdier ved luftkomponentene for alle effektvariabler, etter undersøkelses sesong (vinter, sommer) og undersøkelsespopulasjon (SP: studiepopulasjon, LSV: lungesyke voksne). t-verdiene svarer til gruppekoeffisientestimater i modellenen M-indiv, M-mikro og M-24h. Søylar for t-verdier som i absolutt verdi er større enn to er svartlagt for å fremheve effektvariable som viser signifikant sammenheng med luftkomponent.



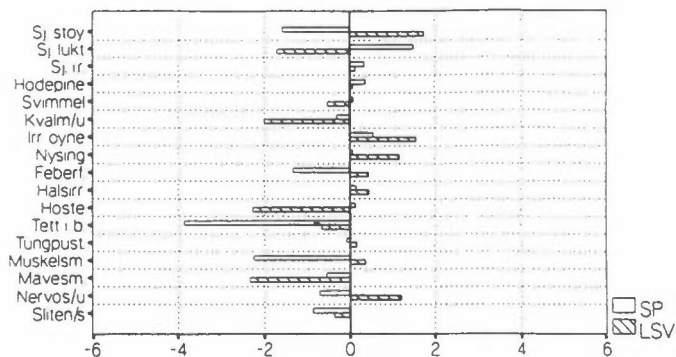
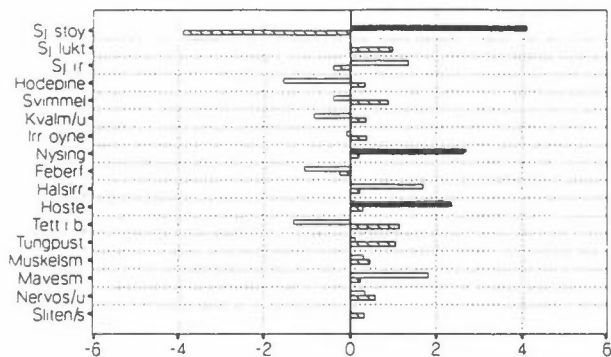
Figur 12 forts.

O₃ (t-verdi)

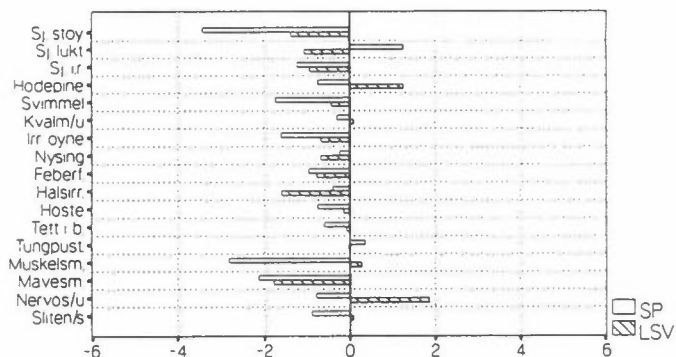
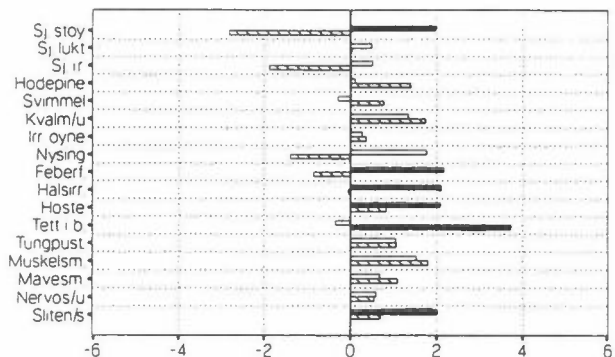
VINTER

SOMMER

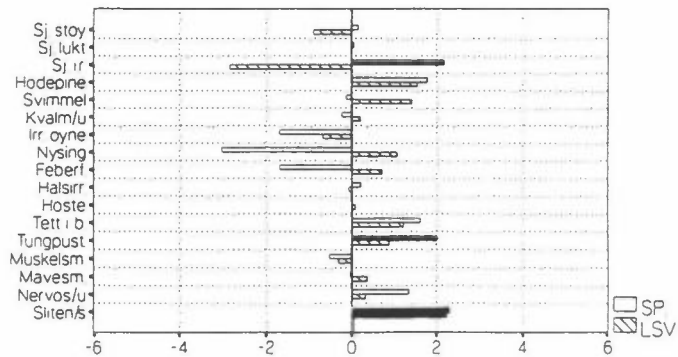
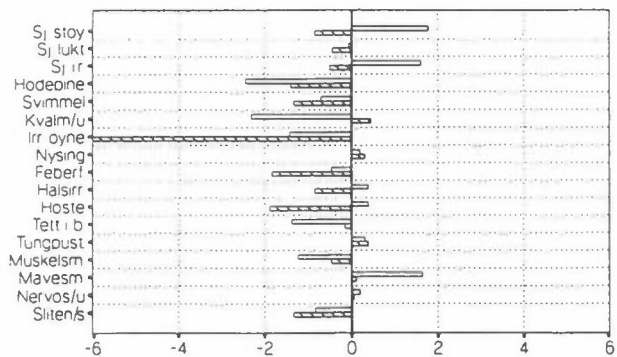
MODELL M-INDIV



MODELL M-MIKRO

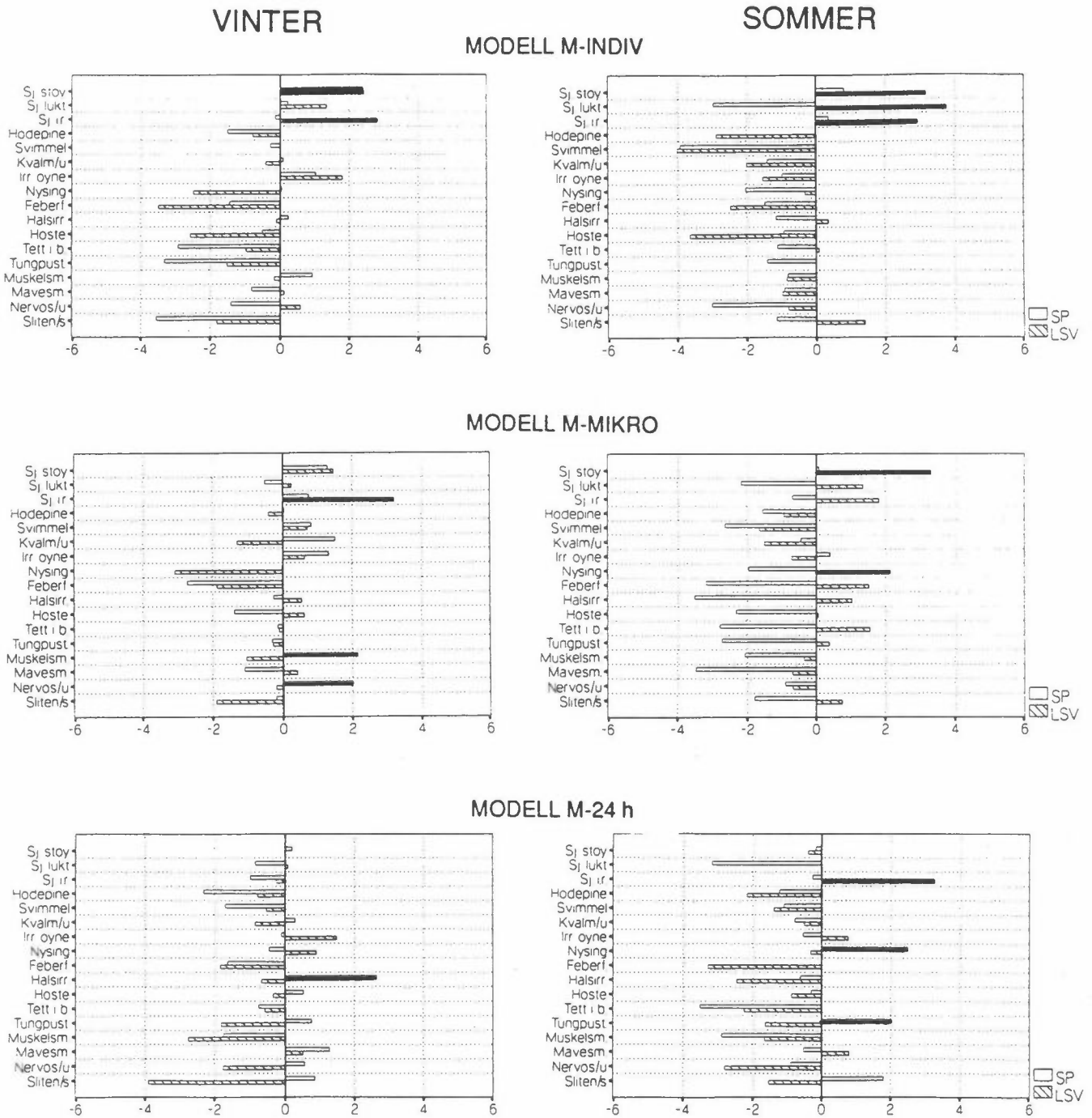


MODELL M-24 h

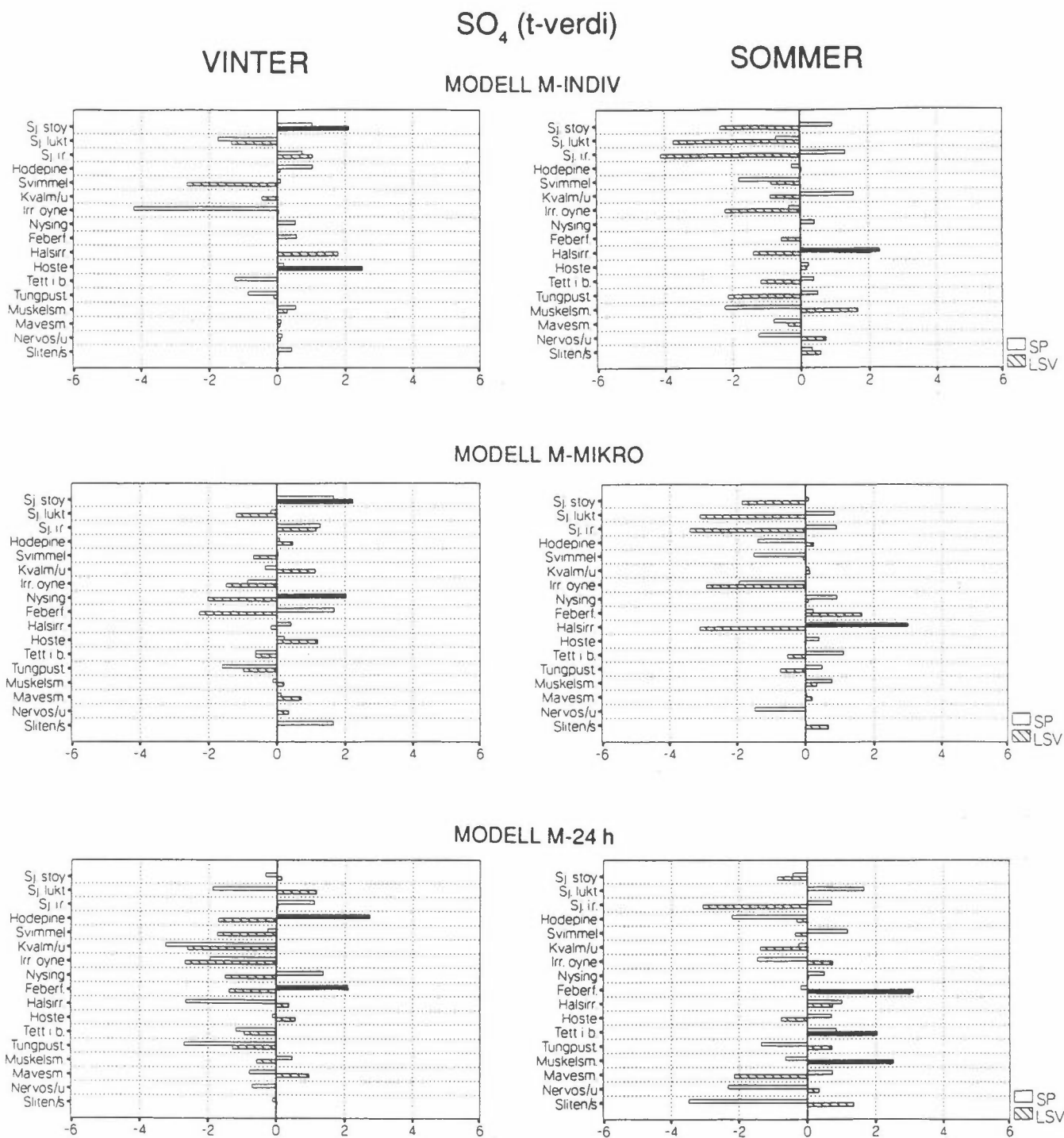


Figur 10 forts.

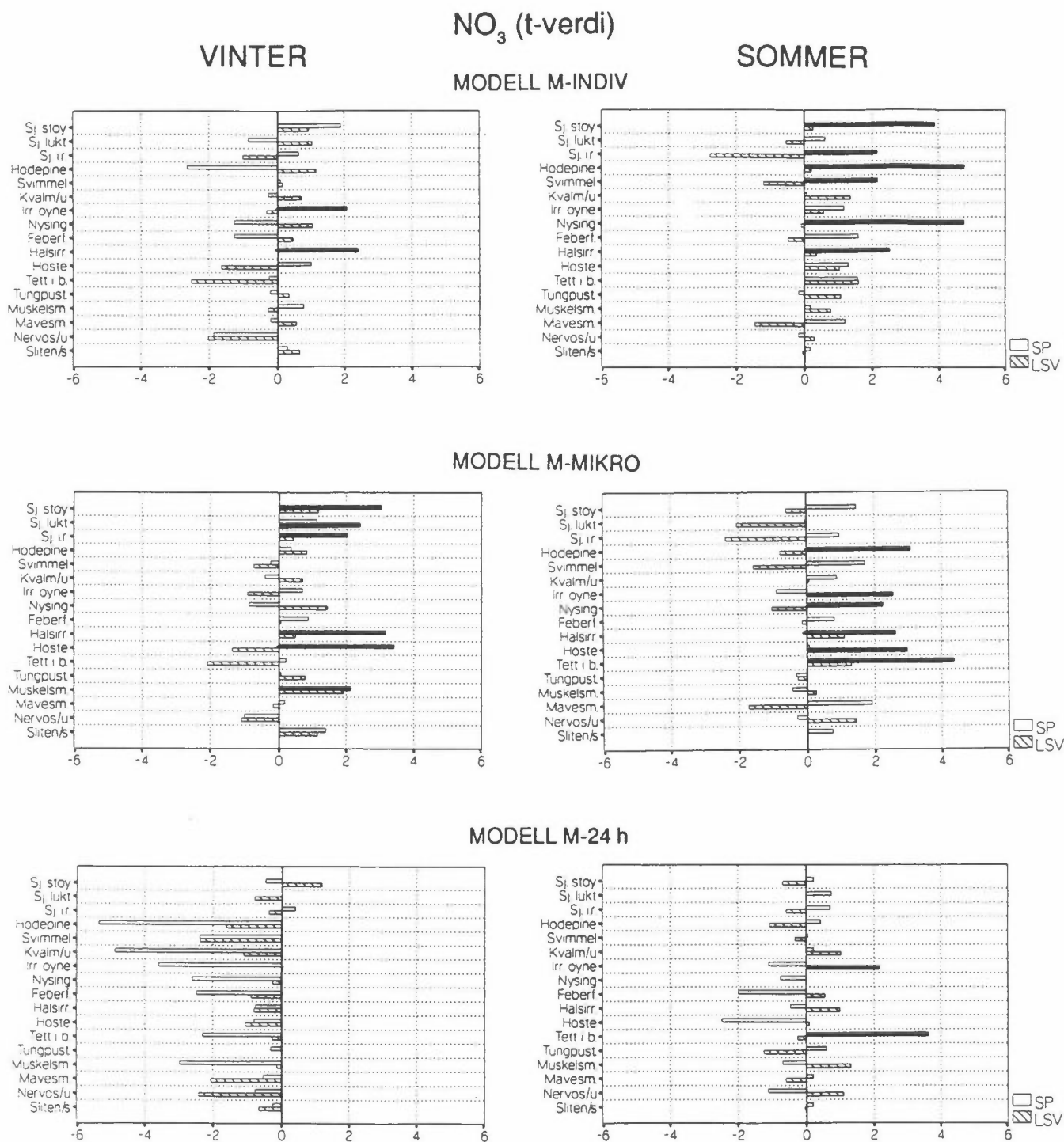
Svevestøv, fin fr. (t-verdi)



Figur 10 forts.



Figur 10 forts.



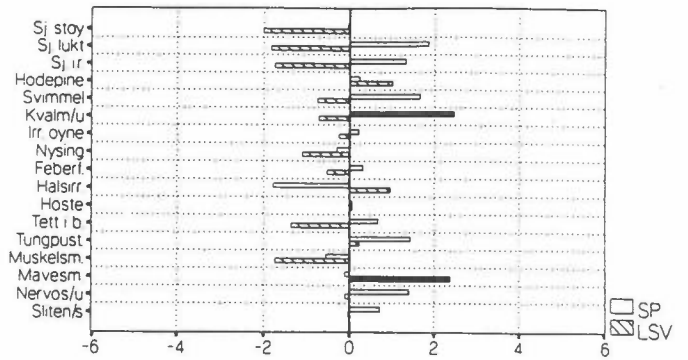
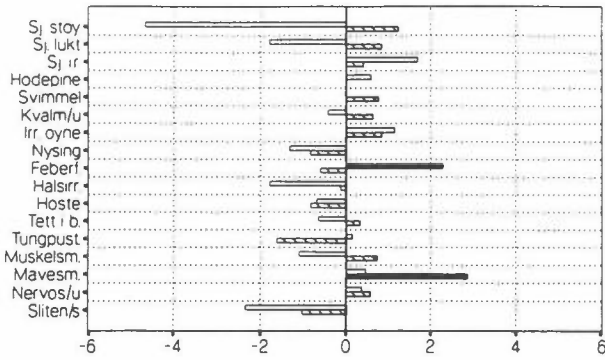
Figur 10 forts.

Clx (t-verdi)

VINTER

MODELL M-INDIV

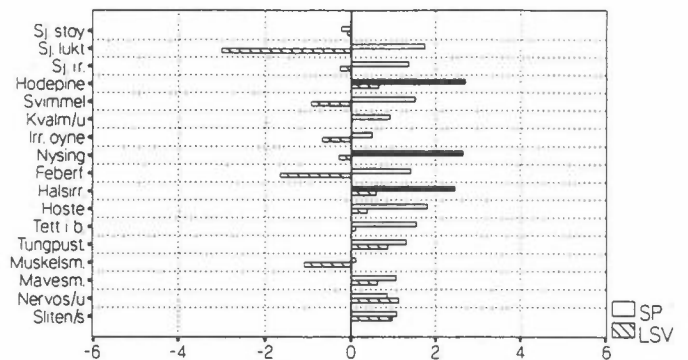
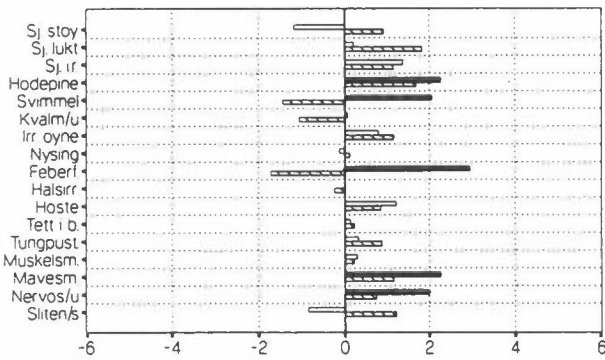
SOMMER



t-verdi

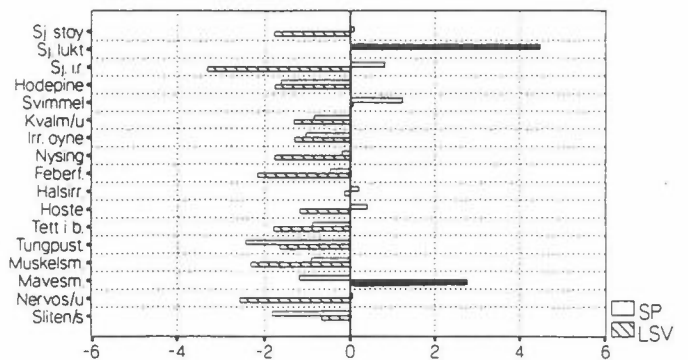
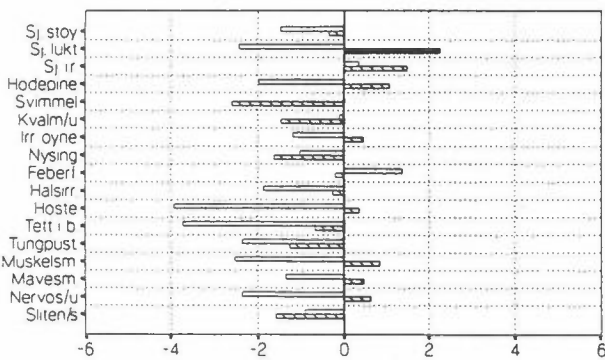
MODELL M-MIKRO

DEL M2-MICRO

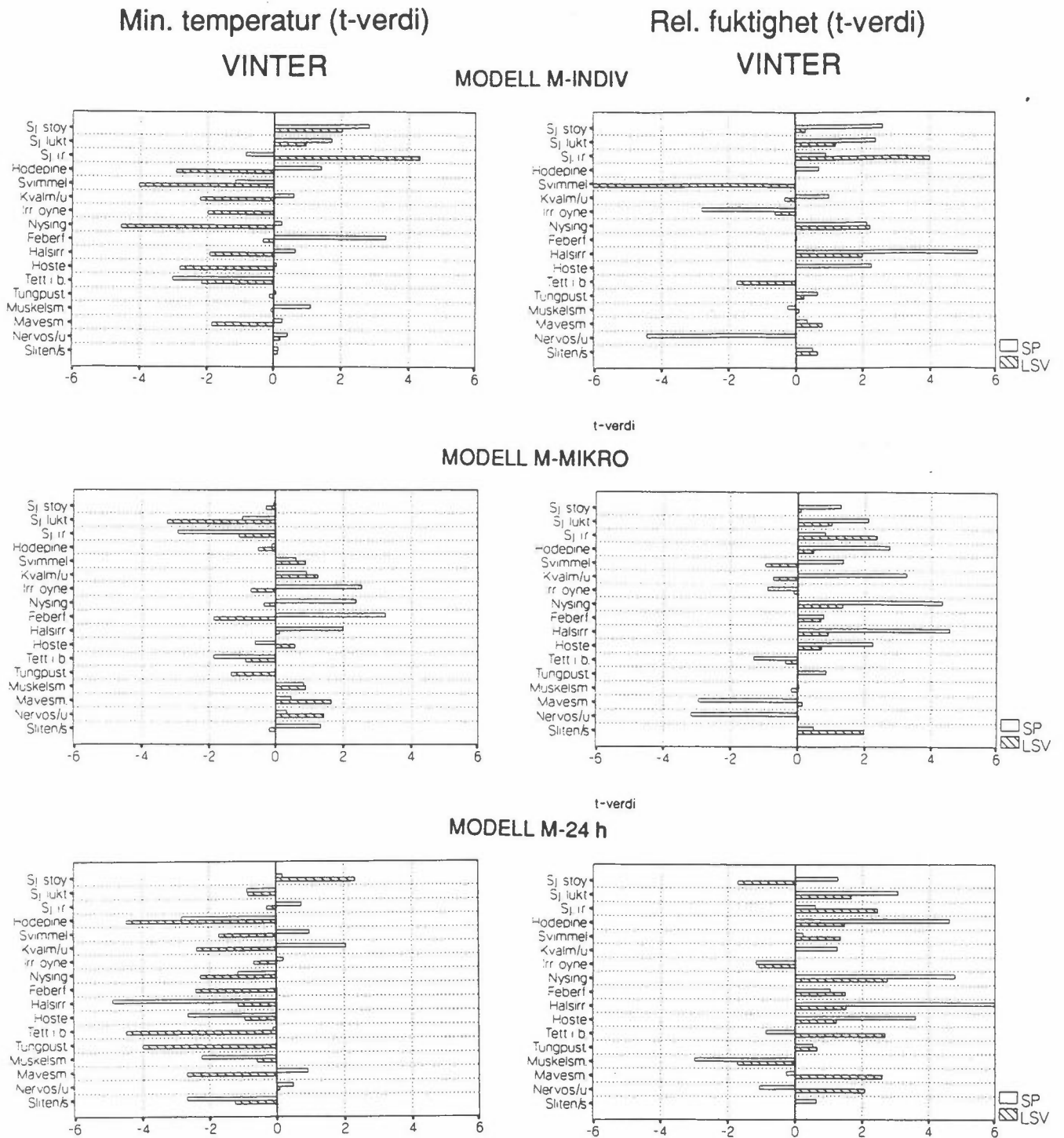


t-verdi

MODELL M-24 h



Figur 10 forts.

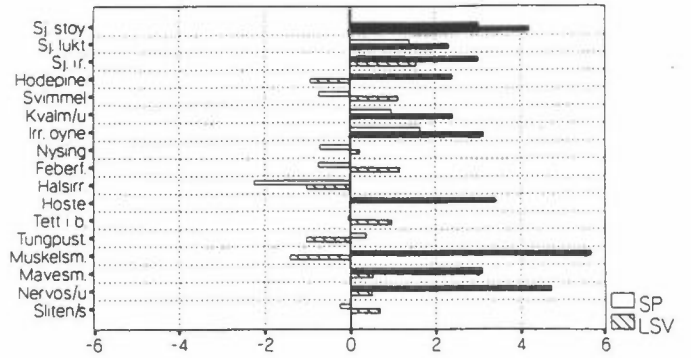
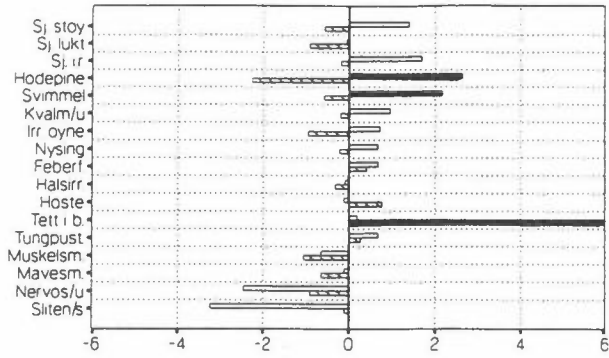


Figur 10 forts.

Bjerkepollen (t-verdi)
SOMMER

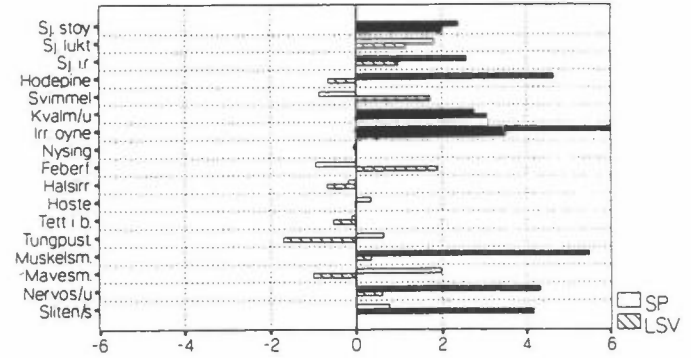
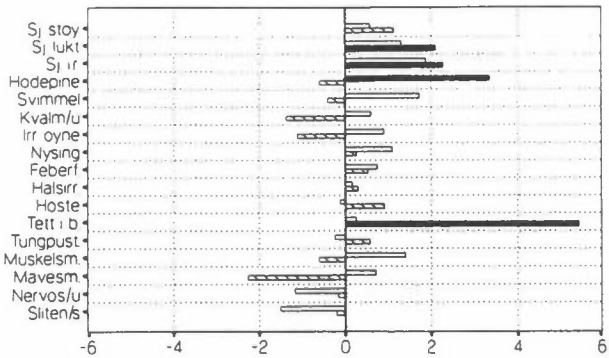
Gresspollen (t-verdi)
SOMMER

MODELL M-INDIV

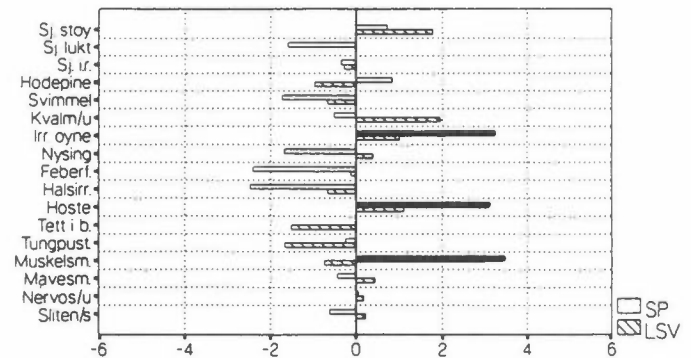
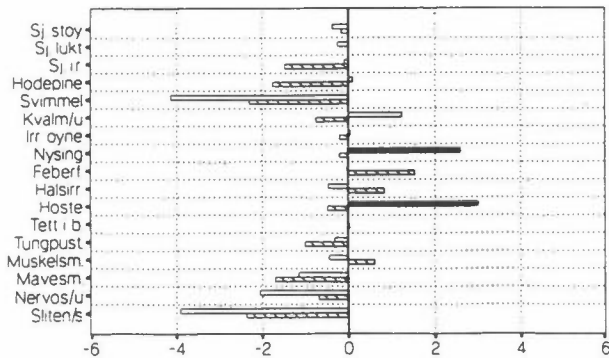


t-verdi

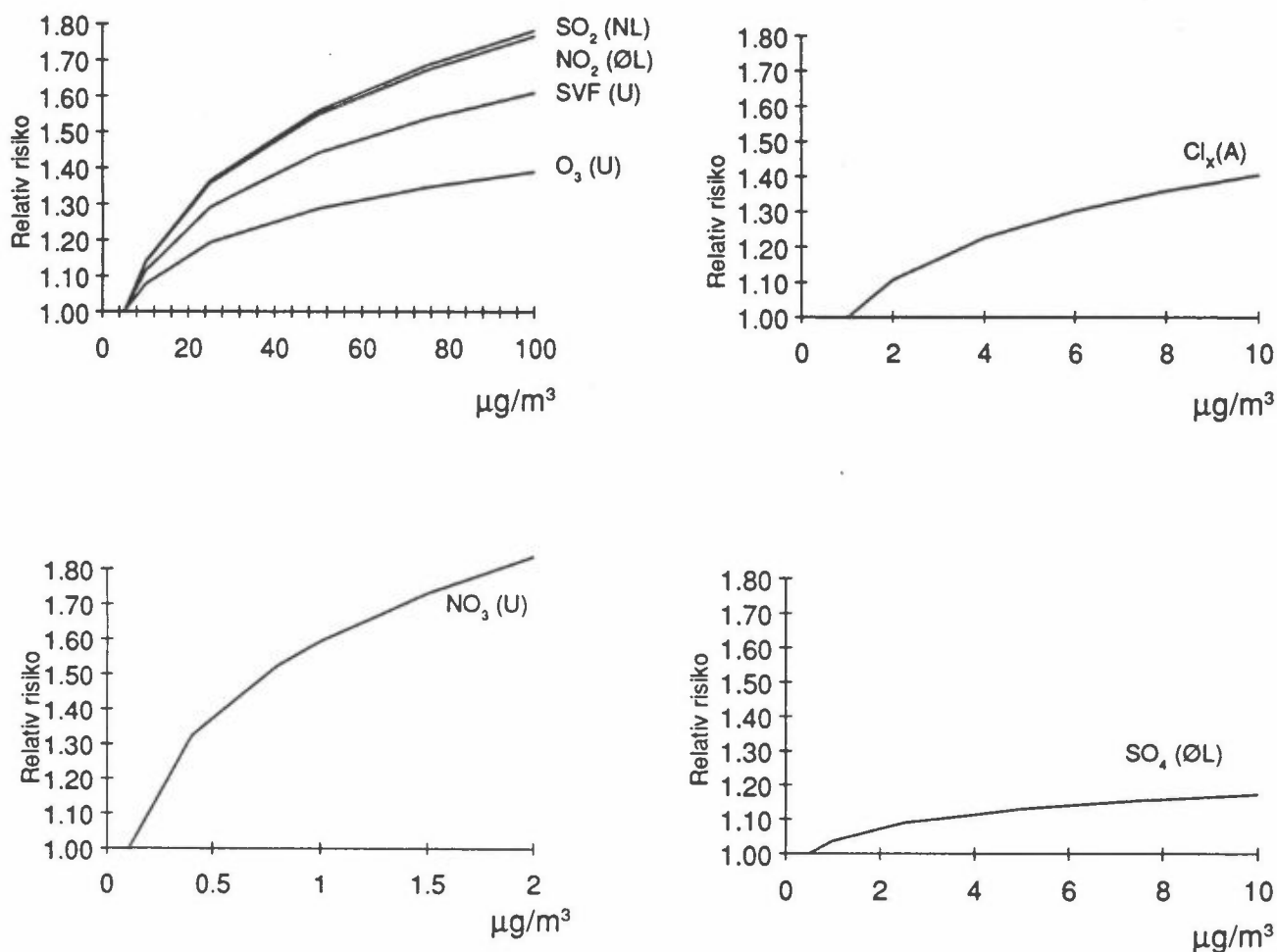
MODELL M-MIKRO



MODELL M-24 h



Figur 10 forts.



Figur 11: Største observerte relative risiko for å rapportere enkeltsymptomer (maksimum over alle symptomer). Maksimum ble funnet i disse grupper: A : symptomer for nedsatt allmenntilstand ØL: symptomer i øvre luftveier NL: symptomer i nedre luftveier U : symptomer på ubehag.

For de samvariasjoner som er vist i tabell 11 beregnet vi det forurensningsnivå som fører til 50% økt risiko for å rapportere symptomene. Det fremgår av sammenlikning mellom a) og b) at nivåer som førte til økt risiko, er mye lavere i den "følsomme" gruppen. Imidlertid står både definisjon av "følsomme" individer og av referansenivåer nokså sentralt i disse beregninger.

Grafisk fremstilling av de anslåtte dose-response sammenhengene vises i figur 11. Relativ risiko (mer presist: "odds ratio") er fremstilt som funksjon av eksponeringsbelastning. Referansenivået som viser det nivå hvor det ikke forekommer risiko for økt rapportering, dvs. hvor den relative risikoen er lik 1, er tatt ut fra tabell 11. Figuren viser de symptomer som viste størst stigning av kurven. Selve kurven er sammenstilt av interpolasjoner mellom funksjonsverdier på enkelte forurensningsnivåer. Komponentene som viser tilnærmet lik skala, er fremstilt i en graf. For klor, ozon og sulfat var det ingen symptomer som for de viste forurensningsnivåene kommer opp til relativ risiko av 1.5, noe som ble også vist med høye eksponeringsverdier i tabell 11.

Videre ble de anslåtte dose-respons-sammenhengene brukt for beregning av sannsynlighet for enkelte utvalgte responser ved to nivåer av individuelle komponenter. De valgte eksponeringsnivåene tilsvarende 10- og 95-prosentilen av observert eksponering. Beregningen er utført for sannsynlighetene for at respons skal forekomme i en time (timeblokk) med de gitte parameterverdier (eksponeringsverdier), og ikke for relative tall (relativ risiko eller "odds ratio"). Man tar dermed hensyn til alle variabler i modellen, ikke bare til virkning av en individuell parameter. Parameterne varierer ikke i full takt. Ved stigning av nivået av en parameter kan det forekomme nedgang i nivå(er) av en annen parameter. I tillegg er ikke koeffisientene nødvendigvis positive (som ville føre til monoton stigning i alle parametere). Derfor kan det forekomme nedgang i sannsynligheten for respons med stigning i eksponeringsverdi. Beregningene er utført ved hjelp av de observerte eksponeringsnivåer. Resultatene av beregningene med beskrivelse av beregningsmetode vises i vedlegg 7.

Denne undersøkelsen gir grunnlag for å si at rapportering av subjektive helseeffektsymptomer er knyttet til konsentrasjoner av nitrat og sulfat, og til en viss grad ozon, NO₂ og SO₂. Samvariasjon mellom helseeffekter og disse komponenter har også vært implisert i andre undersøkelser.

9 KONKLUSJON

Grenlandsområdet har en unik luftforurensningssituasjon når det sammenliknes med områder undersøkt i andre tidligere publiserte studier. På grunn av bidrag fra flere geografisk adskilte kilder, kan flere luftforurensningskomponenter vise til dels høye konsentrasjoner uavhengig av hverandre. SO₂-nivåene skyldes stort sett utslipp fra én industriell kilde i Skien, mens klor kommer fra én industriell kilde i Porsgrunn. Nitrat og sulfat kommer både fra én industriell kilde i Porsgrunn og fra langtransport. Ozon var som oftest knyttet til langtransportperioder, mens NO₂ var mest forknyttet med trafikkforurensning. Forholdet mellom utendørs luftforurensningsnivåer ble tatt hensyn til gjennom gjennomførte måleprogram.

Luftforurensningskomponenter fra ulike kildene i området synes å vise sammenhenger med rapportering av symptomer på helseeffekter. Industrielle utslipp (som bidrar til SO₂-, klor- og nitrateksponering), bil- og båttrafikkutslipp (som bidrar til NO₂-eksponering) og langtransport (som bidrar til nitrat-, sulfat- og ozoneksponering) viste alle sammenhenger med økt rapportering av indikasjoner på helseeffekter. Det ble ikke funnet samvariasjon mellom alle komponenter og alle helseindikatorer. De mest tydelige sammenhengene var mellom ozon (om vinteren) og nitrat (begge sesonger) og rapportering av symptomer i de øvre og nedre luftveier.

Disse sammenhenger ble antydnet selv om eksponeringskonsentrasjonene stort sett var under angitte retningslinjer for luftkvalitet. Konsentrasjonene av luftforurensninger i området var oftest lave i løpet av måleperiodene.

Studiepopulasjonen viste flere assosiasjoner mellom luftforurensningeksponering og rapportering av indikatorer på helseeffekt enn de lungesyke voksne. Denne gruppen av lungesyke var muligens ikke ensartet nok for å oppdage effekter p.g.a. lite stringente utvelgelseskriterier. Medisinforbruk kunne også ha

motvirket effekter i denne gruppen. Konklusjonen omfatter derfor bare studiepopulasjonen.

Statistiske analyser av selv-rapporterte opplysninger om symptomer viser om vinteren en sammenheng mellom symptomer i de øvre luftveier og nitrat. Om sommeren tyder data på en sammenheng mellom nitrat og ubehagsfølelse, symptomer i øvre og nedre luftveier, og tegn på mulig nedsatt allmenntilstand.

Tegn på mulig nedsatt allmenntilstand om vinteren og symptomer i øvre luftveier om sommeren synes å være assosiert med sulfat.

Symptomer på ubehagsfølelse fra og i luftveier viste i begge sesonger sammenheng med finfraksjonen av svevestøv. Om sommeren samvarierte symptomer i nedre luftveier også med svevestøvet.

Symptomer i nedre luftveier om sommeren viste en viss samvariasjon med svoveldioksid.

Nitrogenoksider synes om vinteren å være forbundet med uspesifikke tegn på nedsatt allmentilstand og symptomer som stress, og om sommeren med symptomer i øvre og nedre luftveier.

Om vinteren synes ozon å samvariere med symptomer i både øvre og nedre luftveier, og om sommeren med symptomer i nedre luftveier, tretthet og ubehagsfølelse.

Klor synes å være forbundet med tegn på nedsatt allmentilstand begge sesonger.

I tillegg var det utslag på alle helseparametere fra pollen om sommeren.

I resultatene ser det ut til å være en gruppe individer som har en signifikant sammenheng mellom symptomforekomst og eksponering for luftforurensning. Disse individer kan betraktes som mer følsomme enn andre for luftforurensningen i Grenland.

Samlet utgjør de fra én til femten prosent av studiepopulasjonen, avhengig av effektvariabel og forurensningsstoff. Videre arbeid er nødvendig for å kunne beskrive denne gruppen mer tilfredsstillende.

Ved å bruke gjennomsnittet av regresjonskoeffisienter kan en regne ut det eksponeringsnivået for luftforurensning som forbindes med en helseeffekt. For å karakterisere denne effekten ble det valgt en 50% økning av sjansen for å registrere et symptom.

Nivåene som er forbundet med denne økningen, er beregnet for de forskjellige forurensninger. Hele populasjonen og de spesielt følsomme personene er studert, og de beregnede nivåene (konsentrasjonene) er sammenliknet med norske og internasjonale forslag til retningslinjer for luftkvalitet.

Resultatene viser at det registreres visse symptomer spesielt for den følsomme gruppen allerede på eksponeringsnivåer en del under de anbefalte retningslinjer.

10 REFERANSER

Bartonova, A. og Clench-Aas, J. (1992) Korttidsstudie av sammenhengen mellom luftforurensninger og helsevirkninger i Grenland. Beskrivelse av selv-rapporterte helsedata. Lillestrøm. (NILU OR under arbeid).

Bjerknes-Haugen, J., Samuelsen S.O. (1991). Representativitet og bakgrunnsdata for de valgte undersøkelsesgruppene. I: Korttidsstudie av sammenhengen mellom luftforurensninger og helsevirkninger i Grenland - Hovedrapport. Lillestrøm (NILU OR 58/91).

Boushey, H.A (1984) Determinants of airway responses to sulphur dioxide. In: Indoor Air, Vol.3. Sensory and Hyperreactivity Reactions to Sick Buildings. Ed. by B. Berglund, T. Kindvall, L. Lundell. Stockholm, Swedish Council for Building Research, pp. 203-209

- Brunekreef, B. (ed.) (1991) Methods of assessment of health effects of air pollution in epidemiologic studies. Draft report. COST 613/2 Air pollution Epidemiology. Basel.
- Clench-Aas, J., Harstad, A., Johnsrud, M., Bartonova, A., Braathen, O.-A., Grønskei, K.E. and Hagen, L.O. (1992). Relationship between air pollution and short term health effects in an industrialized area in Norway - Estimating individual air pollution exposure. Lillestrøm (NILU OR 28/92).
- Clench-Aas, J., Larssen, S., Bartonova, A., Aarnes, M.J., Myhre, K., Christensen, C.C., Neslein, I. L., Thomassen, Y. and Levy, F. (1991) The health effects of traffic pollution as measured in the Vålerenga area of Oslo. Lillestrøm (NILU OR 7/91).
- Cox, D.R. and Snell, E.J. (1989) Analysis of binary data. 2nd edition. London, Chapman and Hall.
- Freziéres, R.G., Coulson, A.H., Katz, R.M., Detels, R., Siegel, S.C. and Rachelefsky, G.S. (1982) Response of individuals with reactive airway disease to sulfates and other atmospheric pollutants. Ann. Allergy, 48, 156-165.
- Grønskei, K.E., Walker, S.E. og Gram, F. (1990) Korttidsstudie av sammenhengen mellom luftforurensninger og helsevirkninger i Grenland. Beregning av romlige konsentrasjonsfordelinger basert på timevise målinger. Datagrunnlag for eksponering. Lillestrøm (NILU OR 65/90).
- Hackney, J.D., Linn, W.S., Shamoo, D.A. and Alvol, E.L. (1989) Responses of selected native and non-native volunteers to ozone exposure in high and low pollution seasons. In: Atmospheric Ozone Research and its Policy Implications. Ed. by T. Schneider et al. Amsterdam, Elsevier, pp. 311-318.
- Hagen, L.O. og Hoem, K. (1991) Målinger av meteorologiske forhold og luftkvalitet. I: Korttidsstudie av sammenhengen mellom luftforurensninger og helsevirkninger i Grenland - Hovedrapport. (NILU OR 58/91).
-
- Hazucha, M. and Bates, D.W. (1975) Combined effect of ozone and sulfur dioxide on human pulmonary function. Nature, 257, 50-51.

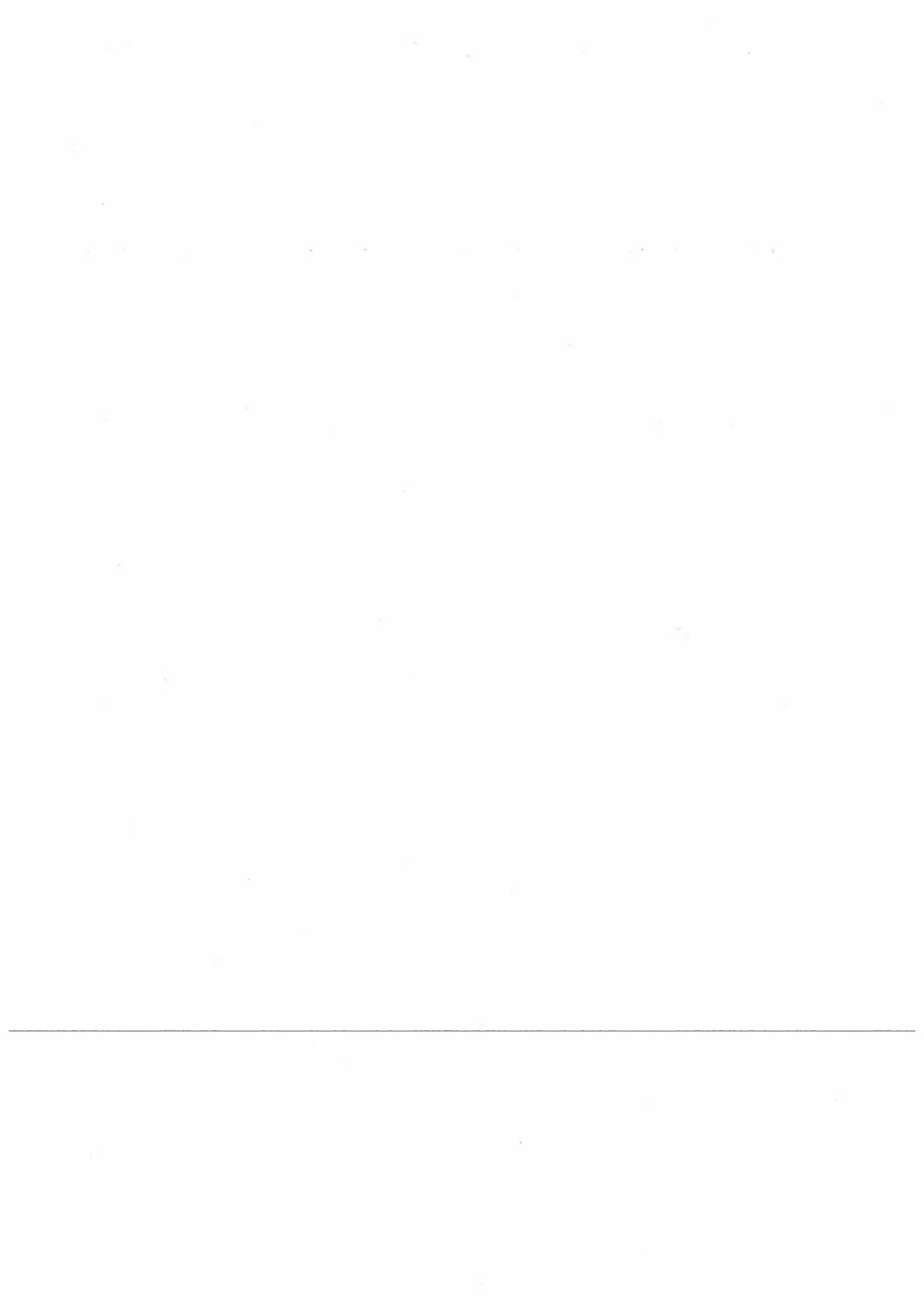
- Holguin, A.H., Buffler, P.A., Contant, C., Glock, T.H., Kotchmar, D.J., Hsi, B., Jenkins, D.E., Gehan, B.M., Noel, K. and Mey, N. (1985) The effects of ambient ozone exposure in the probability of asthmatic attack. In: Proceedings of APCA Speciality Conference on ozone-oxidants standards. Houston, November 1984.
- Hosmer, D.W. and Lemeshow, S. (1989) Applied Logistic Regression. New York, Wiley. 308 pp.
- Kagawa, J. and Tsuru, K. (1979) Respiratory effect of 2-hour exposure with intermittent exercise to ozone and sulfur dioxide and in combination in normal subjects. Japan J. Hyg., 34, 690-696.
- Kleinman, M.T., Bailey, R.M., Chang, Y.C., Clark, K.W., Jones, M.P., Linn, W.S. and Hackney, J.D. (1981) Exposures of human volunteers to a controlled atmospheric mixture of ozone, sulfur dioxide and sulfuric acid. Am. Ind. Hyg. Assoc. J., 42, 61-69.
- Korn, E.L. and Whittemore, A.S. (1979) Methods for analyzing panel studies of acute health effects of air pollution. Biometrics, 35, 795-802.
- Moseholm, L. and Taudorf, E. (1990) Effects of air pollution and weather on asthmatics and persons suffering from chronic bronchitis in four Danish cities. An 8 months prospective study. Copenhagen (COWI Consult-report).
- Perry, G.B., Chai, H., Dickey, D.W., Jones, R.H., Kinsman, R.A., Morill, C.G., Spector, S.L. and Weiser, P.C. (1982) Effects of particulate air pollution on asthmatics. Am. J. Public Health, 73, 50-56.
- Samuelsen, S.O., Bjerknes-Haugen, G., Clench-Aas, J., Bartonova, A., Hjort, N.C., Bakketeig, L.S. (1991). Virkninger av luftforurensninger på objektive helseparametere. I: Kortidsstudie av sammenhengen mellom luftforurensninger og helsevirkninger i Grenland - Hovedrapport. Lillestrøm (NILU OR 58/91).
-
- Schwartz, J., Wypif, D., Dockery, D., Ware, J., Zeger, S., Spengler, J. and Ferris, B. (1991) Daily diaries of respiratory systems and air pollution: Methodological issues and results. Environ. Health Persp., 90, 181-187.

Silverman, F., Corey, B., Mintz, S., Olver, P. and Hosein, R.
(1982-a) A study of effects of ambient urban air pollution
using personal samplers; a preliminary report. Environ.
Internat., 8, 311-316.

Silverman, F., Pengelly, L.D., Mintz, S., Kerigan, A.T.,
Hosein, H.R., Corey, P. and Goldsmith, C.H. (1982-b) Exposure
estimates in assessing health effects of air pollution.
Environ. Monit. Assess., 2, 233-245.

VEDLEGG 1

Litteraturoversikt



DYREFORSØK

Ozon (O₃)

Hovedeffekten av ozon vises som endringer i lungefunksjonen. Ozon er en sterk oksidant og denne egenskapen er årsaken til de fleste av de negative virkningene. Dyreforsøk har avdekket strukturelle endringer i luftveiene ved konsentrasjoner over 200 µg/m³, som skader på flimmerhårene, hyperplasi av ikke-cilierte celler og betennelsesreaksjoner og økning i kollagen (Wright et al., 1990). Etter 2 til 5 dagers eksponering for høye konsentrasjoner av ozon, ser det ut til at det skjer en tilpasning som kan vare opp til 14 dager (WHO, 1987; Wright et al., 1990). Andre fysiologiske endringer påvist i dyreforsøk er økt overfladisk pusting og økt luftveismotstand, etter provokasjon ved bronkokonstrangerende substanser, og redusert respirasjonsfrekvens. Endringer i det immunologiske forsvarssystemet som resulterer i økt ømfintlighet overfor luftveisinfeksjoner, har også vært rapportert. På nivåer over 500 µg/m³ (i en uke) var immunsystemets funksjon nedsatt slik at ozon forsterket virkningen av bakteriene (Van Loveren et al., 1988).

Nitrogendioksid (NO₂)

Kortvarig, høy eksponering for NO₂ kan føre til celledskader, særlig i flimmerhårene. Kortvarig NO₂-eksponering øker mottakelighet for infeksjoner. Langvarig eksponering kan føre til morfologiske endringer som ligner emfysem i lungene og økt mottakelighet for infeksjon (WHO, 1987).

Svoveldioksid (SO₂)

Svoveldioksid er en vannløselig, irriterende gass, hvor 99% ved vanlig pusting blir absorbert i de øvre luftveier. I dyreforsøk har kortvarig eksponering for høye konsentrasjoner ført til funksjonelle endringer i åndedrettsorganene, økt pulmonal

fløde og "compliance" og nedsatt pustefrekvens. Endringer i lungestrukturen er også observert, likeledes økt tykkelse av slimhinnene i nesene, tap av flimmerhårene, ødem og skade på slimhinnene i nesene (nekrose). Effektene var mer alvorlige i nesene enn i lungene.

Langvarig eksponering for høye konsentrasjoner av svoveldioksid i dyreforsøk har ikke ført til entydige resultater. Resultatene varierer fra art til art, og hvis det finnes reduksjoner i "pulmonary clearance", viser de fleste undersøkelser svært små effekter. Langvarig eksponering av mus førte ikke til økt ømfintlighet overfor bakterieinfeksjoner, men til økt mottakelighet for lungebetennelse etter eksponering for influensaviruset. Hovedeffekten av eksponering for SO_2 er nedsatt "lung compliance". Hovedantydninger fra dyreforsøk er at virkningene er svake men at ca. 10% av populasjonen kan være ømfintlig overfor SO_2 .

Svevestøv

For partikler større enn $0,5 \mu\text{m}$ er det størrelsen, formen og tettheten som bestemmer hvor i lungene partiklene deponeres. Hygroskopiske partikler blir større i luftveiene enn de er i uteluft. Ved pusting gjennom nese er det bare de partikler som er mindre enn $10 \mu\text{m}$, som når ned i lungene, men ved pusting gjennom munnen kan større partikler også nå nedre luftveier.

De fleste dyreforsøk angående eksponering for svevestøv konsentrerte seg om eksponering for svovelsyreholdige partikler og sulfataerosoler. Disse undersøkelsene er beskrevet i et senere avsnitt om sulfater. Det har i tillegg vært gjort en del undersøkelser av virkningen av kombinasjonen av svoveldioksid og svevestøv. Disse beskrives også senere.

TVERRSNITTS- OG KAMMERFORSØK

Ozon (O₃)

Kammerforsøk med ozon har ikke gitt entydige resultater. Det ser ut til at om en kombinerer ozon med fysisk aktivitet, så finner en effekter både hos astmatikere og friske mennesker ved 200-740 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,11-0,37 ppm) og oppover, dessuten en tilpasningseffekt som begynner etter 2 til 5 dagers eksponering og som varer i 14 dager. Øyeirritasjoner begynner allerede ved 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ozon (EPA, 1986; Linn et al., 1982). Øye-, nese- og halsirritasjoner, hosting, hodepine, betennelsesreaksjoner og nedsatt lungefunksjon er observert så lavt som ved 160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pr døgn.

Siden ozon vanligvis opptrer sammen med andre fotokjemiske oksidanter har resultatene fra tverrsnittundersøkelser ikke vært entydige. Et større litteraturoversikt finnes hos Slooff et al. (1987).

Nitrogendioksid (NO₂)

Det råder stor usikkerhet om hvor høye nivåer av NO₂ som er nødvendig for å fremkalle reaksjoner hos ømfintlige befolkningsgrupper. Det er nødvendig å skille mellom to forskjellige biologiske mål som er brukt til å vurdere helsevirkningene. Den ene er bronkial reaktivitet som er vurdert ved hjelp av medikamenter som fører til sammentrekning av bronkialmuskulaturen, som f.eks. karbakol eller metakolin, og den andre er en mulig reduksjon i lungefunksjonen. Et kammerforsøk (Orehek et al., 1976), avdekket at 0,1 ppm (200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) NO₂ kunne fremkalle økt bronkial reaktivitet hos lungesyke. I andre undersøkelser fant en imidlertid ingen effekt på lungefunksjonen ved et NO₂-nivå fra 0,1 til 1 ppm (2000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) verken hos lungesyke eller lungefriske (Hackney et al., 1978; Morrow, 1984). Ahmed et al., (1982, 1983) fant at også 0,1 og 0,2 ppm NO₂ førte til økt ømfintlighet overfor karbakol, men ikke overfor metakolin.

Hazucha et al. (1983) fant ingen effekt av 0,05 ppm NO₂ på pulmonal respons målt ved metakolinprovokasjonstest hos astmatikere.

På bakgrunn av disse motstridende undersøkelsene er det derfor vanskelig å vurdere ved hvilken konsentrasjon NO₂ kan påvirke helse hos mennesker med kjent lungesykdom. Muligheten for en effekt er til stede ved kronisk eksponering på et nivå på 0,1 ppm eller 200 µg/m³ NO₂ hos voksne og barn. Det har vært antydnet effekter hos lungefriske ved 500 µg/m³ NO₂.

Det savnes undersøkelser hvor NO₂ kombineres med fysisk aktivitet, eller meteorologiske parametere, som fuktighet og temperatur. Ytterligere informasjon finnes hos Lindvall (1985 a,b) og WHO (1987).

Svoveldioksid (SO₂) og svevestøv

SO₂ fører til en sammentrekning av luftrørene som muligens blir formidlet via det parasympatiske nervesystemet som regulerer graden av muskulær spenning. Effekten kan fremkalles av SO₂ som virker på reseptorene i de øvre og nedre luftveier. Ved kammerforsøk er det blitt antydnet at individer med astma hadde økt spesifikk luftveismotstand på nivåer på 700 til 1400 µg/m³ SO₂ når individene samtidig hadde fysisk trening.

Økt luftveismotstand og forandring i mukociliær transport-hastighet ble observert ved konsentrasjoner av eller over 3000 µg/m³.

I kammerforsøk har det vært vanskelig å bekrefte effekter av SO₂ ved de samme nivåene som har ført til påvirkninger observert i epidemiologiske undersøkelser. Imidlertid avdekket Boushey (1984) at fysisk aktivitet og kald, tørr luft forsterket effekten av eksponering for SO₂ hos astmatikere.

Det er vanskelig å skille effektene av SO₂ fra effektene av svevestøv og svært ofte sulfat i en tverrsnittundersøkelse, siden disse tre komponenter ofte finnes i svært høye konsentrasjoner samtidig. Allikevel ser det ut til at eksponering for nivåer over 500 µg/m³ SO₂ og 150-240 µg/m³ svevestøv (døgnmiddel) fører til økt sannsynlighet for dødsfall og forverring av helsetilstanden hos individer med kronisk lungesykdom. Eksponering for SO₂ og svevestøv på nivåer over 100 µg/m³ (årlig gjennomsnitt) førte til økte symptomer i luftveiene. I den samme undersøkelsen var også sulfatnivåer på 13 µg/m³ (årlig gjennomsnitt). Nedsatt lungefunksjon har vært observert hos mennesker med astma ved timesmiddelverdi på 700 µg/m³ SO₂ og hos friske mennesker ved nivåer fra 1100 til 1400 µg/m³ SO₂ (timesmiddel). Økning i slimproduksjon og hosting hos ikke-røykere har vært rapportert på nivåer over 115 µg/m³. Ytterligere informasjon finnes i litteraturoversikten av Ericsson og Camner (1983).

Nitrat og sulfat

I en grundig litteraturoversikt om helseeffekter av sure aerosoler og gasser (Spengler et al., 1990) vises det at sure partikler er forbundet med forhøyet sykkelighet, dødelighet og med morfologiske forandringer i lungene. Selv om effekten av sure partikler ble oppdaget nokså nylig, kunne forfatterne ved kritisk gjennomgåelse av publisert litteratur påpeke sannsynlige virkninger av de sure komponentene i luft. Det antas at virkningene omfatter økt slimviskositet, nedsatt funksjon av mukociliær transport, irritasjon av ciliært epitel og økt cellefrisetting av histamin, som fører til luftveissammentrekning. Verdier av svovelsyreaerosoler over 10 µg/m³ øker frekvens av luftveissykdommer i befolkningen.

KOHORTUNDERSØKELSER

Med økt behov for undersøkelse av helsevirkninger av luftforurensning hos mennesker ble kohortundersøkelser tatt i

bruk oftere enn før. Disse undersøkelsene har økt kravet om bedre karakterisering av eksponering for luftforurensning. I de fleste epidemiologiske undersøkelser har luftforurensningsnivået vært karakterisert ved målinger fra én eller noen få faste utendørs stasjoner i nærheten. Det er sjelden at bærbare instrumenter eller eksponeringsmodeller har vært brukt. Det er nå akseptert at undersøkelser av helsevirkninger og luftkvalitet må benytte seg av et godt estimat for hva det enkelte mennesket blir eksponert for av forskjellige forurensninger (Ott, 1985). Eksponering i denne forstand innebærer de faktiske konsentrasjoner, hyppighet og varighet av luftforurensninger som personen er utsatt for, avhengig av hvor vedkommende befinner seg på de forskjellige tider på døgnet. Eksponering kan måles på forskjellige måter, f.eks. med bærbart måleutstyr, eller ved sammenslåing av informasjon innhentet fra en dagbok med konsentrasjoner i forskjellige mikromiljøer. Dagbokmetoden ble først beskrevet av Fugas (1976) og senere utviklet av Duan (1983). Hver person beskriver kronologisk når vedkommende flytter fra et mikromiljø til et annet. Dagbokinformasjon blir deretter koblet med målte eller modellerte konsentrasjoner av forurensninger. Denne metoden har vært en viktig del av kohortundersøkelsene i de senere år.

Frezières et al. (1982) kartla forskjellige virkningsvariabler i 8 måneder hos 34 astmatikere i Los Angeles, California. Samtidig målte de NO_2 , SO_2 , O_3 , CO og totalt partikkelinnhold, pollen og meteorologiske variabler på en stasjon som lå innen 1,9 km fra hver enkelt deltakers hjem. Forurensningsnivået innendørs ble ikke registrert. Hver deltaker fylte ut en dagbok om symptomer fra luftveissykdommer og bruk av medikamenter. To ganger daglig målte de toppstrøms hastighet (PEF - et mål for lungefunksjon) med en "Mini-Wright peak flow meter". Alle deltakerne gjennomgikk en grundig helseundersøkelse før de begynte, og alle 34 fullførte undersøkelsen. Den eneste komponenten som varierte noe i undersøkelsesperioden, var sulfat. Tre deltakere fikk sterkt redusert helsetilstand ved økt sulfatkonsentrasjon. Fire så ut til å få bedre helsetilstand ved økt sulfatkonsentrasjon, og de øvrige deltakere hadde blandede

resultater. Forfatterens konklusjoner var at ca 9% av astmatikere var svært ømfintlige for sulfat i luft og ville få en bedret helsetilstand hvis sulfatkonsentrasjonen ikke overskred $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på døgnbasis. Månedsmiddelverdier for sulfat i denne undersøkelsen var mellom 4 og $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Perry et al. (1982) fullførte en lignende undersøkelse med 41 astmatikere over 3 måneder i Denver, Colorado. De brukte dagbok for symptomer, "Mini-Wright peak flow meter" for toppstrøms hastighet og registrerte bruk av astmaspray. Deltakerne bodde ikke lenger enn 1,5 km fra en av de to målestedene for luftkvalitet. Innendørs luftforurensninger ble ikke målt. På grunn av på forhånd fastlagte eksklusjonskriterier og mangel på sterkt forurensede dager, ga studien uklare resultater. Maksimale månedsmidler for SO_2 , O_3 , sulfat og nitrat var henholdsvis 36, 60, 4 og $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Undersøkelsen påviste korrelasjon mellom nitratnivå og henholdsvis økte symptomer og økt medikamentforbruk. Forfatterne mener at svakheten med undersøkelsen var 1) for lavt forurensningsnivå og 2) at eksklusjonskriteriene var for strenge (data ble forkastet i tilfelle luftveisinfeksjoner, og hvis deltakerne befant seg utenfor området mer enn 3 timer).

I en undersøkelse i Canada (Silverman et al., 1982 a og b) ble luftforurensningsmålinger utvidet til også å omfatte innendørs målinger og målinger med bærbar prøvetakere. For at luftforurensningseksponeringen kunne beregnes, fylte hver deltaker ut en dagbok om sine aktiviteter. Undersøkelsen avdekket sammenheng mellom høye NO_2 -verdier og redusert lungefunksjon både hos friske og astmatikere, men resultatene var statistisk signifikante kun for astmatikere. Middelkonsentrasjonen for NO_2 i perioden (3 måneder) lå mellom 10 og $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for målestedene utendørs.

Undersøkelsen i Houston, Texas, USA (Holguin et al., 1985) registrerte aktiviteter, symptomer, toppstrøms hastighet (PEF) og medikamentforbruk hos 52 astmatikere i seks måneder. Luftforurensninger ble i likhet med de kanadiske undersøkelsene målt med faste utendørs stasjoner, innendørs/utendørs og

bærbare prøvetakere. Utendørsmålingene ble utført ikke mer enn 1,5 km fra hver deltakers hjem. O_3 , SO_2 , NO_2 , CO og totalt partikkelinnhold fordelt på fin- og grovfraksjon, pollen og meteorologiske variabler ble registrert. Alle 52 fullførte undersøkelsen, men noen ble eliminert på grunn av mangel på astma-anfall. Undersøkelsen viste signifikant økning i astma-anfall med økt ozon, særlig når temperaturen samtidig var lav. Ozon var den eneste av komponentene som viste tilstrekkelig variabilitet, mens SO_2 - og til dels NO_2 -nivået var lavt i måleperioden. Typiske halvårsverdier i denne undersøkelsen for SO_2 , NO_2 og O_3 var henholdsvis 10, 50 og $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

I Danmark undersøkte man helseeffekter av luftforurensning og klima på astmatikere og mennesker med kronisk bronkitt i fire forskjellige danske byer (Moseholm og Taudorf, 1990). Undersøkelsen strakte seg over 8 måneder, hvor hver av de 143 deltakerne (73 med astma, 70 med kronisk bronkitt) fylte ut et dagbokskjema hver dag. Luftforurensning ble målt på tre stasjoner i København og på en i hver av de to øvrige byene. Komponentene målt var NO_2 og SO_2 . Forfatterne konkluderte med at omtrent halvparten av deltakerne viste en signifikant respons på klima og luftforurensning. Omtrent 5% av responsen hos astmatikere kunne være assosiert med endringer i konsentrasjonen av luftforurensninger, sammenliknet med 10% hos dem med kronisk bronkitt.

I det såkalte "Six Cities Study" (Schwartz et al., 1991) fylte 1800 barn dagbøker i 1 år. Undersøkelsen varte i fire år. Konsentrasjonen av luftforurensningene ble målt daglig i hver av de seks byene. En rekke symptomer ble registrert. Det var en signifikant sammenheng mellom svoveldioksid og økt forekomst av hosting.

Et panel av 100 sykepleierstudenter (reduisert til 35 mot slutten av undersøkelsen) fylte ut en dagbok daglig gjennom en 3-års-periode (Schwartz et al., 1991). Luftforurensninger ble målt på en utendørs stasjon 1 km fra skolen. En rekke symptomer

ble registrert. Undersøkelsen avdekket en signifikant sammenheng mellom konsentrasjoner av nitrogendioksid og oppspytt av slim.

I en norsk undersøkelse i et område med moderate nivåer av trafikkrelaterte forurensninger (Clench-Aas et al., 1991, 1992) ble 160 personer fulgt på timebasis over en 14-dagers-periode. En rekke symptomer ble notert og toppstrøms hastighet (PEF) ble målt på et "Mini-Wright peak flow meter". Luftforurensningskonsentrasjoner ble målt på tre utendørs stasjoner, og innendørs på flere steder. Konsentrasjoner av CO og NO₂ ble estimert basert på utendørs målinger, informasjon om antall biler pr. time på forskjellige veisegmenter, veiens beskrivelse (bredden, høyden på bygningen langs veien, stigning) og annen informasjon (gjennomsnittshastighet på bilene på forskjellige klokkeslett). Denne informasjonen ble slått sammen med dagbokinformasjon for å estimere eksponering for de to komponentene av hvert individ og hver time. Gjennomsnittskonsentrasjon målt over 3-månedersperioden for to stasjoner var 58 µg/m³ NO₂. Maksimale timesverdier målt var 25-30 mg/m³ CO og 250-300 µg/m³ NO₂. Undersøkelsen viste en signifikant sammenheng mellom eksponering for NO₂ og andre komponenter relatert til trafikkforurensning og tretthet, nysing, øyeirritasjon, sjenerende lukt og støy. De regresjonskoeffisientene som en fant i denne undersøkelsen, kan benyttes til å estimere økning av sannsynligheten av å bli plaget av de forskjellige helsesyntomer ved forskjellige luftforurensningskonsentrasjoner (relativ risiko). Den beregnede relative risikoen indikerte økt rapportering av symptomer på konsentrasjoner av NO₂ lavere enn de nåværende retningslinjer for luftkvalitet (100 µg/m³).

REFERANSER

- Ahmed, T., Danta, I., Dougherty, R.L., Schreck, R. and Sackner, M.A. (1983) Effect of nitrite (0.1 ppm) on specific bronchial reactivity to ragweed antigen in subjects with allergic asthma. Am. Rev. Respir. Dis., suppl. 4 part 2, 127, 160.

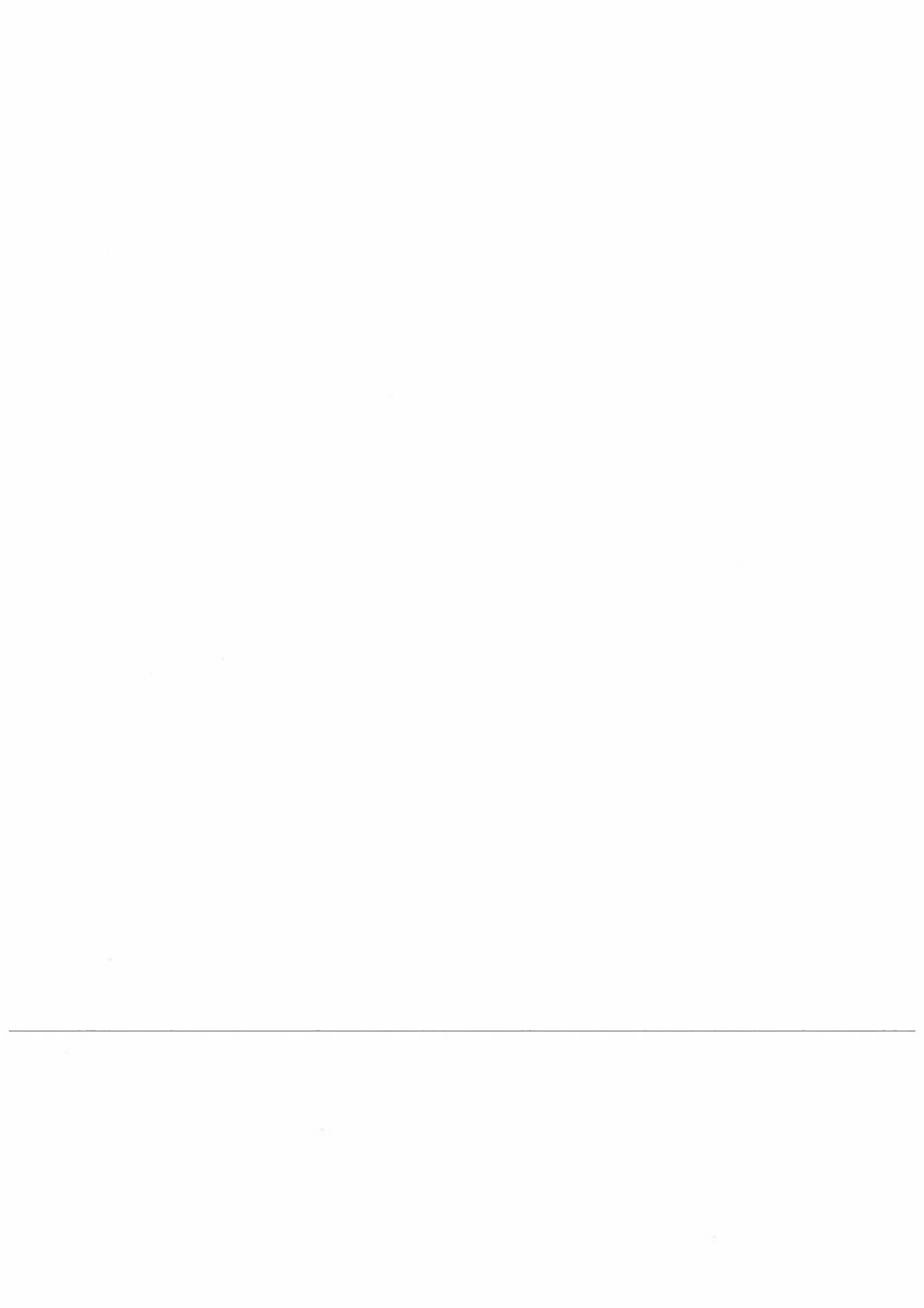
- Ahmed, T., Marchette, B., Danta, I., Birch, S., Dougherty, R.C., Schreck, R. and Sackner, M.A. (1982) Effect of 0.1 ppm NO₂ on bronchial reactivity in normals and subjects with bronchial asthma. Am. Rev. Respir. Dis., suppl. 4 part 2, 125, 152.
- Boushey, H.A. (1984) Determinants of airway responses to sulphur dioxide. In: Indoor Air, Vol. 3. Sensory and Hyper-reactivity Reactions to Sick Buildings. Ed. by B. Berglund, T. Kindvall, J. Lundell. Stockholm, Swedish Council for Building Research, pp. 203-209.
- Clench-Aas, J., Larssen, S., Bartonova, A., Aarnes, M.J., Myhre, K., Christensen, C.C., Neslein, I. L., Thomassen, Y. and Levy, F. (1991) The health effects of traffic pollution as measured in the Vålerenga area of Oslo. Lillestrøm (NILU OR 7/91).
- Clench-Aas, J., Bartonova, A., Larssen, S. og Aarnes, M. (1992) The effects of traffic air pollution on subjective symptoms of health effects. In: World Clean Air Congress, 9. Montreal 1992. Vol. IUA92-5: Health and Ecological Effects. Pittsburg, Penn., Air & Waste Management Ass. Papers IU-21B.06.
- Duan, N. (1983) Models for human exposure to air pollution. Environ. Int., 8, 305-9.
- EPA (1986) Air Quality Guidelines for Ozone and Other Photochemical Oxidants. Washington, D.C., U.S. Environmental Protection Agency (Report No. EPA-608/8-84-020F).
- Ericsson, G. and Camner, P. (1983) Health effects of sulfur oxides and particulate matter in ambient air. Scand. J. Work Environ. Health, 9, Suppl. 3, 52 pp.
- Frezières, R.G., Coulson, A.H., Katz, R.M., Detels, R., Siegel, S.C. and Rachelefsky, G.S. (1982) Response of individuals with reactive airway disease to sulfates and other atmospheric pollutants. Ann. Allergy, 48, 156-165.
- Fugas, M. (1976) Assessment of total exposure to an air pollutant. In: Proc. of the International Conference on Environmental Sensing and Assessment. Las Vegas 1975. N.Y., IEEE. Vol. 2, paper no. 38-5.

- Hackney, J.D., Thiede, F.C., Linn, W.S., Pedersen, E.E., Spier, C.E., Law, D.L. and Fischer, D.A. (1978). Experimental studies on human health effects of air pollutants IV. Short-term physiological and clinical effects of nitrogen dioxide exposure. Arch. Environ. Health, 33, 176-181.
- Hazucha, M.J., Ginsberg, J.F., McDonnell, W.F., Haak, E.D., Pinnel, R.L., Saloan, S.A., House, D.E. and Bromberg, P.A. (1983) Effects of 0.1 ppm nitrogen dioxide on airways of normal and asthmatic subjects. J. Appl. Physiol., 54, 730-739.
- Holguin, A.H., Buffler, P.A., Contant, C., Glock, T.H., Kotchmar, D.J., Hsi, B., Jenkins, D.E., Gehan, B.M., Noel, K. and Mey, N. (1985) The effects of ambient ozone exposure in the probability of asthmatic attack. In: Proceedings of APCA Speciality Conference on ozone-oxidants standards. Houston, November 1984.
- Lindvall, T. (1985a) Recommendations for air quality standards for nitrogen dioxide and ozone. Scand. J. Work Environ. Health, 11, suppl. 3, 28 pp.
- Lindvall, T. (1985b) Health effects of nitrogen dioxide and oxidants. Scand. J. Work Environ. Health, 11, suppl. 3, 28 pp.
- Linn, W.S., Chang, Y.T., Julin, D.R., Spier, C.E., Anzar, U.T., Mazur, S.F., Trim, S.C., Alvol, E.L. and Hackney, J.D. (1982) Short term human health effects of ambient air in a pollutant source area. Lung, 160, 219-27.
- Morrow, P.E. (1984) Toxicological data on NO_x: An Overview. J. Toxicol. Environ. Health, 13, (2-3) 205-227.
- Moseholm, L. and Taudorf, E. (1990) Effects of air pollution and weather on asthmatics and persons suffering from chronic bronchitis in four Danish cities. An 8 months prospective study. Copenhagen (COWIConsult - report).
- Orehek, J., Massari, J.P., Gayraud, P., Grimaud, C. and Charpin, J. (1976) Effect of short-term low level nitrogen dioxide exposure on bronchial sensitivity of asthmatic patients. J. Clin. Invest., 57, 301-307.
- Ott, W.R. (1985) Total human exposure. Environ. Sci. Technol., 19, 880-886.

- Perry, G.B., Chai, H., Dickey, D.W., Jones, R.H., Kinsman, R.A., Morill, C.G., Spector, S.L. and Weiser, P.C. (1982) Effects of particulate air pollution on asthmatics. Am. J. Public Health, 73, 50-56.
- Schwartz, J., Wypif, D., Dockery, D., Ware, J., Zeger, S., Spengler, J. and Ferris, B. (1991) Daily diaries of respiratory systems and air pollution: Methodological issues and results. Environ. Health Persp., 90, 181-187.
- Silverman, F., Corey, B., Mintz, S., Olver, P. and Hosein, R. (1982-a) A study of effects of ambient urban air pollution using personal samplers; a preliminary report. Environ. Internat., 8, 311-316.
- Silverman, F., Pengelly, L.D., Mintz, S., Kerigan, A.T., Hosein, H.R., Corey, P. and Goldsmith, C.H. (1982-b) Exposure estimates in assessing health effects of air pollution. Environ. Monit. Assess., 2, 233-245.
- Slooff, W., van Aalst, R.M., Heijna-Merkus, E. and Thomas, R. (1987) Integrated Criteria Document Ozone. Bilthoven, Rijksinstituut voor volksgezondheid en milieuhygiene (RIVM - Report 758474008).
- Spengler, J.D., Brauer, M. and Kontrakis, P. (1990) Acid air and health. Environ. Sci. Technol., 24, 946-956.
- Van Loveren, H., Rombout, P.J., Wagenaar, S.S., Walvoort, H.C. and Vos, J.G. (1988) Effects of ozone on the defence to a respiratory listeria monocytogenes infection in the rat. Suppression of macrophage function and cellular immunity and aggravation of histopathology in lung during infection. Toxicol. Appl. Pharmacol., 94, 374-93.
- World Health Organization (1987) Air quality guidelines for Europe. Geneve (WHO regional publications. European series; No. 23).
- Wright, E.S., Dziedzic, D. and Wheeler, C.S. (1990) Cellular, biochemical and functional effects of ozone: New research and perspectives on ozone health effects. Toxicol. Lett., 51(2), 125-45.
-

VEDLEGG 2

Grafisk fremstilling av forskjeller i tilpasning til data mellom modeller med forskjellig sammensetning av uavhengige variabler



I en logistisk regresjon (for hvert individ og hver symptomtype) kan man måle en tilpasning mellom modellen og observerte data ved hjelp av for eksempel en størrelse oppkalt "deviance" (avvik). For å kunne definere den, skal vi se på hvordan man anslår koeffisienter i logistisk regresjon.

La p være sannsynlighet for at en dikotom responsvariabel Y har verdi lik 1, avhengig av verdier av uavhengige variabler X_j , $j=1, \dots, p$. Vi antar, at p kan uttrykkes som

$$p(Y=1 | x_1, \dots, x_p) = \frac{\exp(\alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p)}{1 + \exp(\alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p)}, \quad (1)$$

hvor $\alpha, \beta_1, \dots, \beta_p$ er ukjente koeffisienter som man vil anslå, og x_1, \dots, x_p er verdier av uavhengige variabler X_1, \dots, X_p . Sannsynligheten p er funksjonen av uavhengige variabler X_1, \dots, X_p .

La oss anta at den samme kombinasjon av verdier $X_1=x_1, \dots, X_p=x_p$ forekommer for et individ bare en gang. Dette er svært sannsynlig, siden de fleste X_j er målt på en kontinuerlig skala. Estimering av parametrene $\alpha, \beta_1, \dots, \beta_p$ tar utgangspunkt i de observerte responsene y_1, \dots, y_n som vi har registrert i n timer i hver undersøkelsesperiode. I hver time er i den teoretiske sannsynlighet for at respons har verdi "1" lik π_i , $i=1, \dots, n$. For å anslå de ukjente parametre baserer man seg på en funksjon av π_1, \dots, π_n

$$\begin{aligned} l(\pi_1, \dots, \pi_n, \text{ gitt verdier } y_1, \dots, y_n) &= \\ &= \sum_i^n [y_i \log(\pi_i) + (1-y_i) \log(1-\pi_i)]. \end{aligned} \quad (2)$$

Funksjonen $l(\pi_1, \dots, \pi_n)$ heter "log likelihood" funksjon. Ved estimering av parametrene $\alpha, \beta_1, \dots, \beta_n$ prøver man å finne parameterverdier som maksimaliserer denne funksjon.

For å måle hvor god tilpasning de estimerte parametere i uttrykk (1) gir til de observerte verdiene Y_1, \dots, Y_n , ser man på differansen mellom den minste mulige verdien av $l(\pi_1, \dots, \pi_n)$ som i vårt tilfelle forekommer når verdiene $\pi_i = \pi_i^0 = Y_i$ for alle $i=1, \dots, n$, og den verdien av (2) som prediksjon π_1^*, \dots, π_n^* fører til basert på noen estimerte parametere. Denne verdien, $D(Y_1, \dots, Y_n; \pi_1^*, \dots, \pi_n^*)$, heter "residual deviance" (restavvik) eller "deviance" (avvik) og kan skrives på formen

$$D = D(Y_1, \dots, Y_n; \pi_1^*, \dots, \pi_n^*) = 2 * l(\pi_1^0, \dots, \pi_n^0; Y_1, \dots, Y_n) - 2 * l(\pi_1^*, \dots, \pi_n^*; Y_1, \dots, Y_n) .$$

Under visse forutsetninger kan man beregne fordelingen for D , men forutsetningene gjelder i svært få tilfeller, og dermed er fordelingen av D usikker. I motsetning til dette ble det vist at D gjerne kan brukes for å undersøke forskjellen mellom tilpasning av to modeller med samme variabelsammensetning untatt en variabel, dvs. for å undersøke om en variabel bidrar til forklaring av variabilitet i responser Y . Det har blitt påvist at hvis D_a er "deviance" for modellen a med q uavhengige variabler X_1, \dots, X_q , og D_b "deviance" for modellen b med $q-1$ variabler $X_1, \dots, X_{j-1}, X_{j+1}, \dots, X_q$ hvor j kan ha verdier $j=1, \dots, q$, er differansen

$$D_{a,b} = D_a - D_b$$

fordelt med χ^2 -fordeling med en frihetsgrad (se f.eks. McCullagh and Nedler, 1989). Statistikken $D_{a,b}$ brukes videre i figurer i dette vedlegget, men i enkelte tilfeller ble det brukt $D_b - D_a$, som fører til negative verdier av $D_{a,b}$.

To av de øvrige vedlegg gir nøyaktige verdier av de anslåtte koeffisienter for modeller som har forskjellig variabelsammensetning og event. tar utgangspunkt i forskjellige komprimeringsmetoder (se avsnitt 3.2 i rapporten). Summarisk kan vi gjengi de modeller som er brukt her variabelsammensetningen og komprimeringsmetode (tabell A5.1).

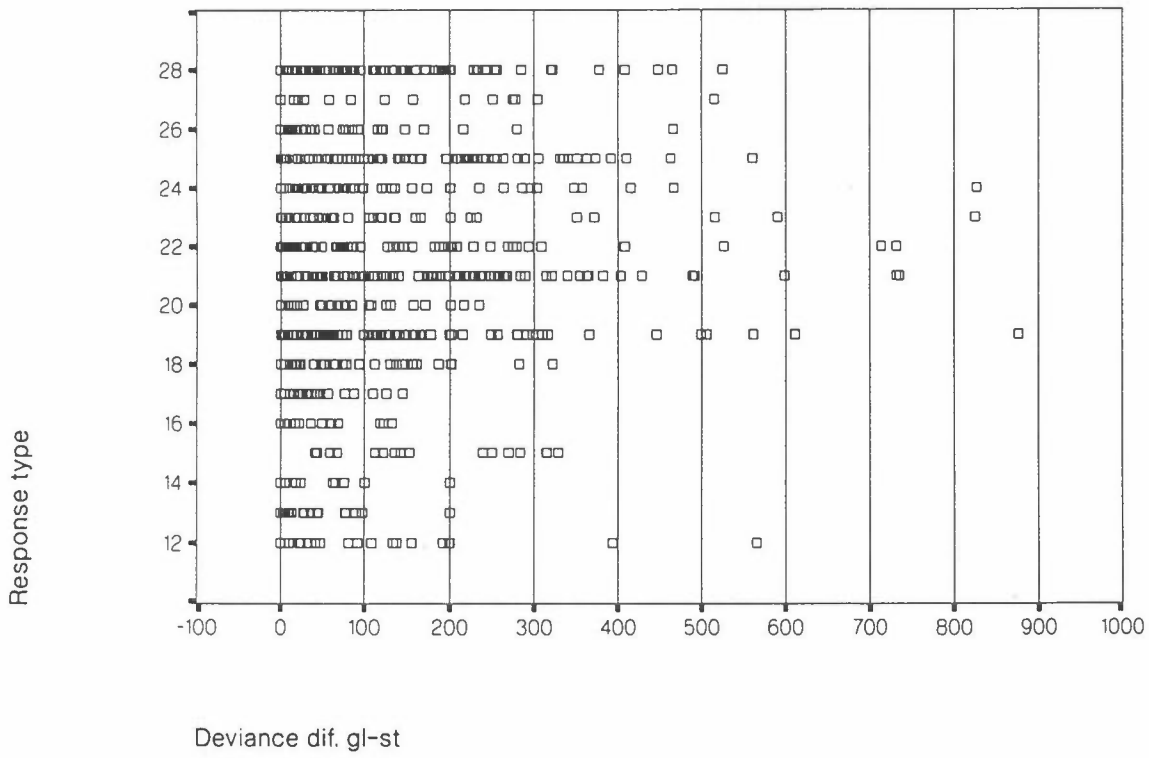
Tabell 2.1: Sammensetning av variabler i modeller og komprimeringsmetode som ble brukt.

Variable i modellen	INDIV - komprimering Modelltype				MICRO-komprimering Modelltype	
	st,gl [*]	m2	m3	m4	m2	m6
Aktiv	+	+	+	+	+	+
Morgen	+	+	+	+	+	+
Form	+	-	-	-	-	-
SO ₂	+	+	+	-	+	+
NO ₂	+	+	+	+	+	+
O ₃	+	+	+	+	+	+
SVF	+	+	+	+	+	+
SO ₄	+	+	+	+	+	+
NO ₃	+	+	+	+	+	+
Cl _x	+	+	+	+	+	+
Min. temp.	+	+	+	+	+	+
Rel. fukt.	+	+	+	+	+	+
Utendørs	-	-	-	-	-	+
Sykelighet	-	-	+	-	-	-

* Modell "st" bruker istedenfor alle responser bare de positive responser som er rapportert den første timen i en sammenhengende periode med respons. Dette fører til at for noen deltakere med utilstrekkelig antall perioder med respons blir ikke modellen evaluert (jfr. vedlegg 4).

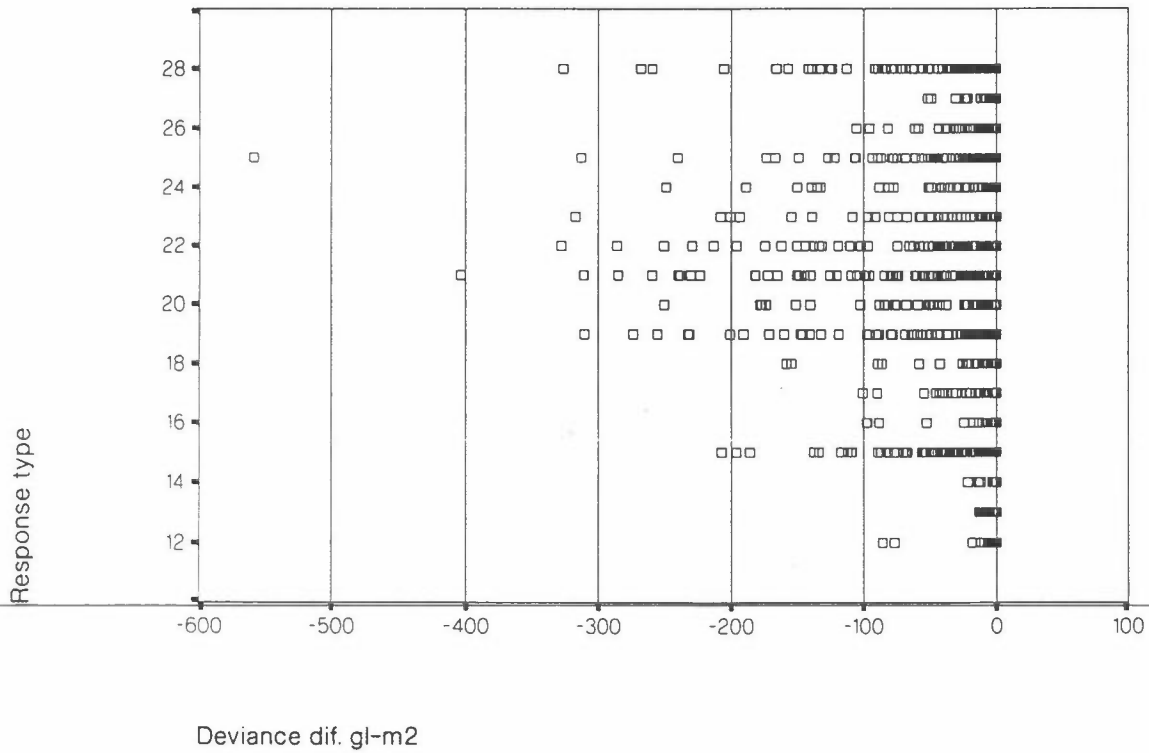
For enkelte deltakere er ikke alle timer med i alle modeller p.g.a. manglende data for enkelte uavhengige variabler; dette kan føre til at forskjellen mellom frihetsgrader mellom to modeller ikke er 1, men større fordi frihetsgrader er bestemt av både antall uavhengige variabler i modellen og antall observasjoner. Imidlertid skjer dette bare i noen få tilfeller. Differanser mellom enkelte modeller har null frihetsgrader, fordi modellene har det samme antall variabler (se tabell 2.1); uansett ble disse differansene også vist grafisk (Figur 2.1-2.6). Diagrammer skal ikke tolkes som rigorøse tester for variabelens forklaringsevne i modellen, men som en utfylling av den informasjon presentert i den øvrige rapporten. For numerering av responsetyper ((vist på y-aksen) se tabell 7.3, side 207.

VINTER

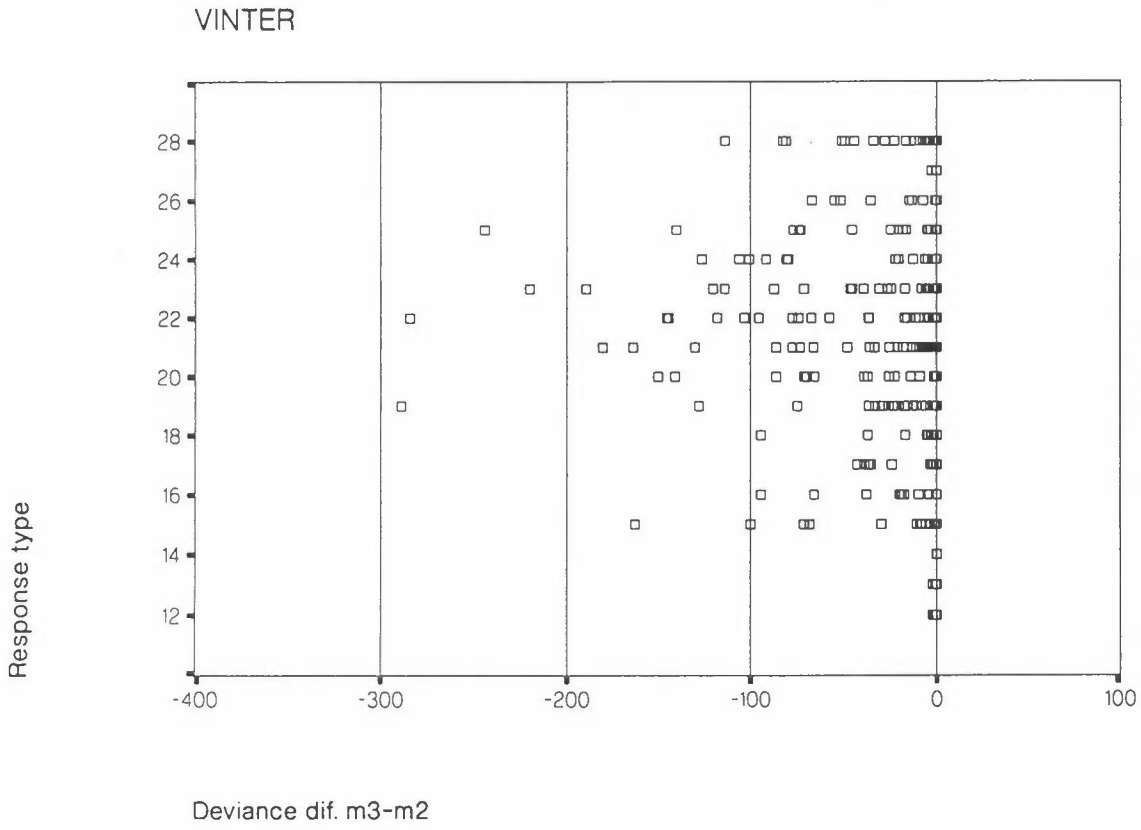


Figur 2.1:

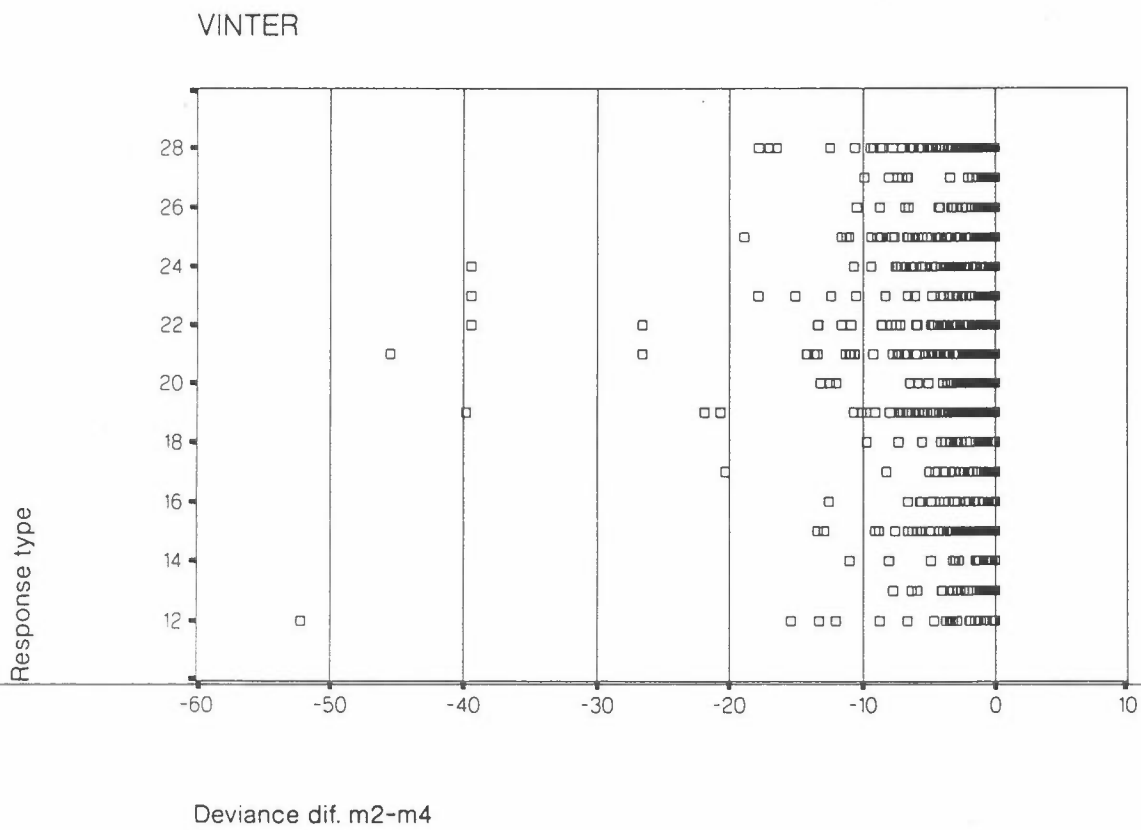
VINTER



Figur 2.2:

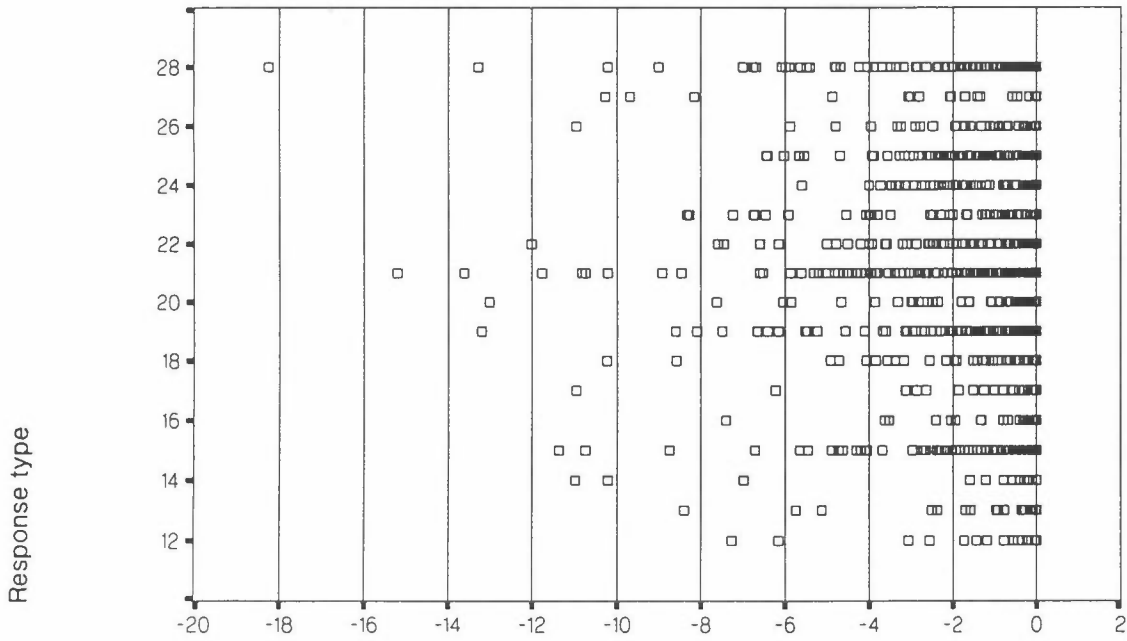


Figur 2.3:



Figur 2.4:

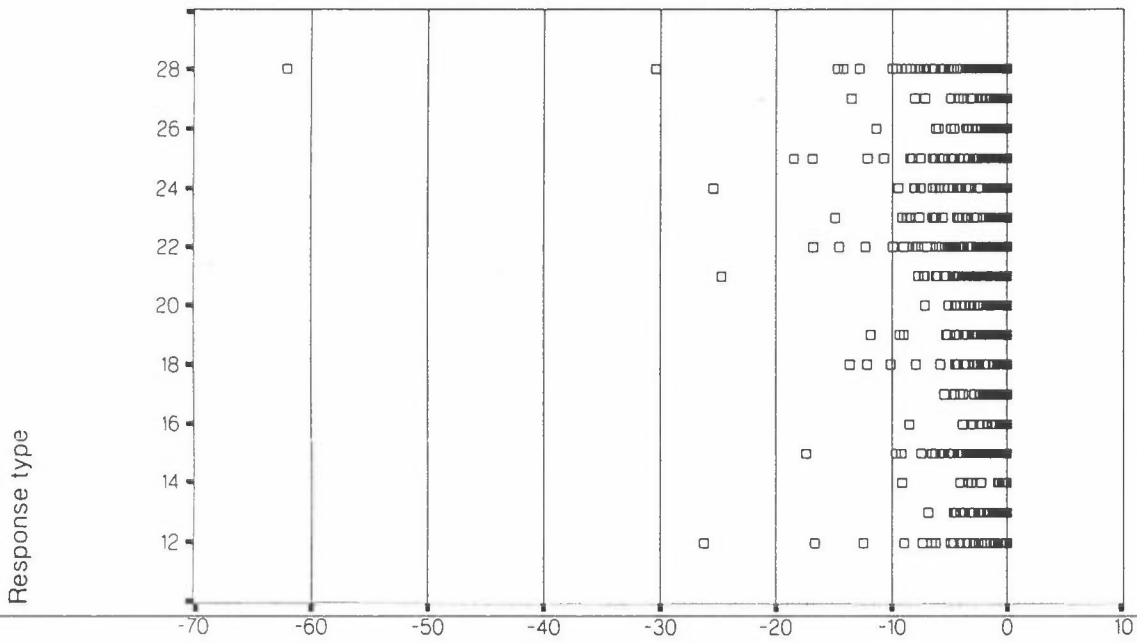
VINTER



Deviance dif. m5-m2

Figur 2.5:

VINTER

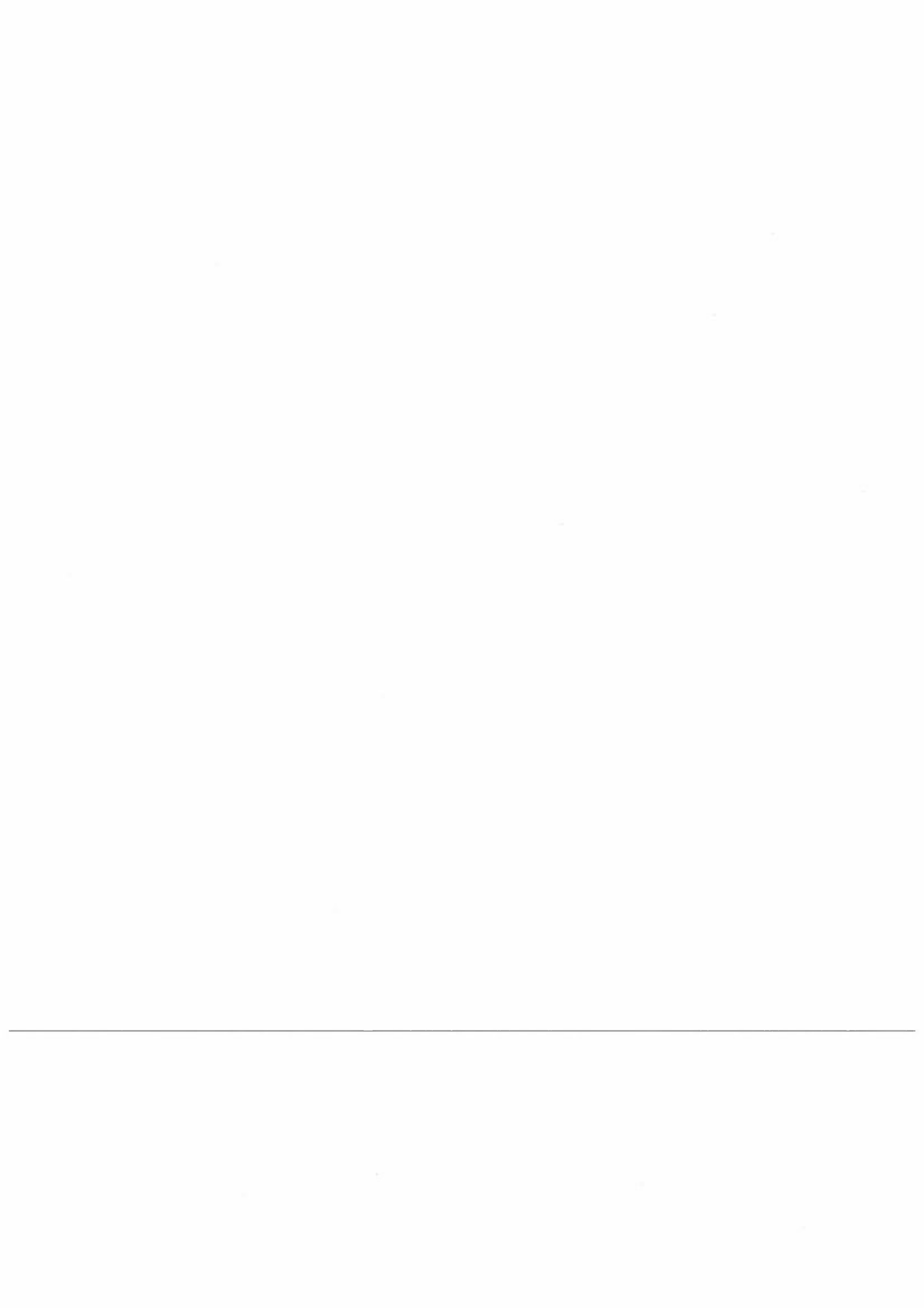


Deviance dif. micro m6-m2

Figur 2.6:

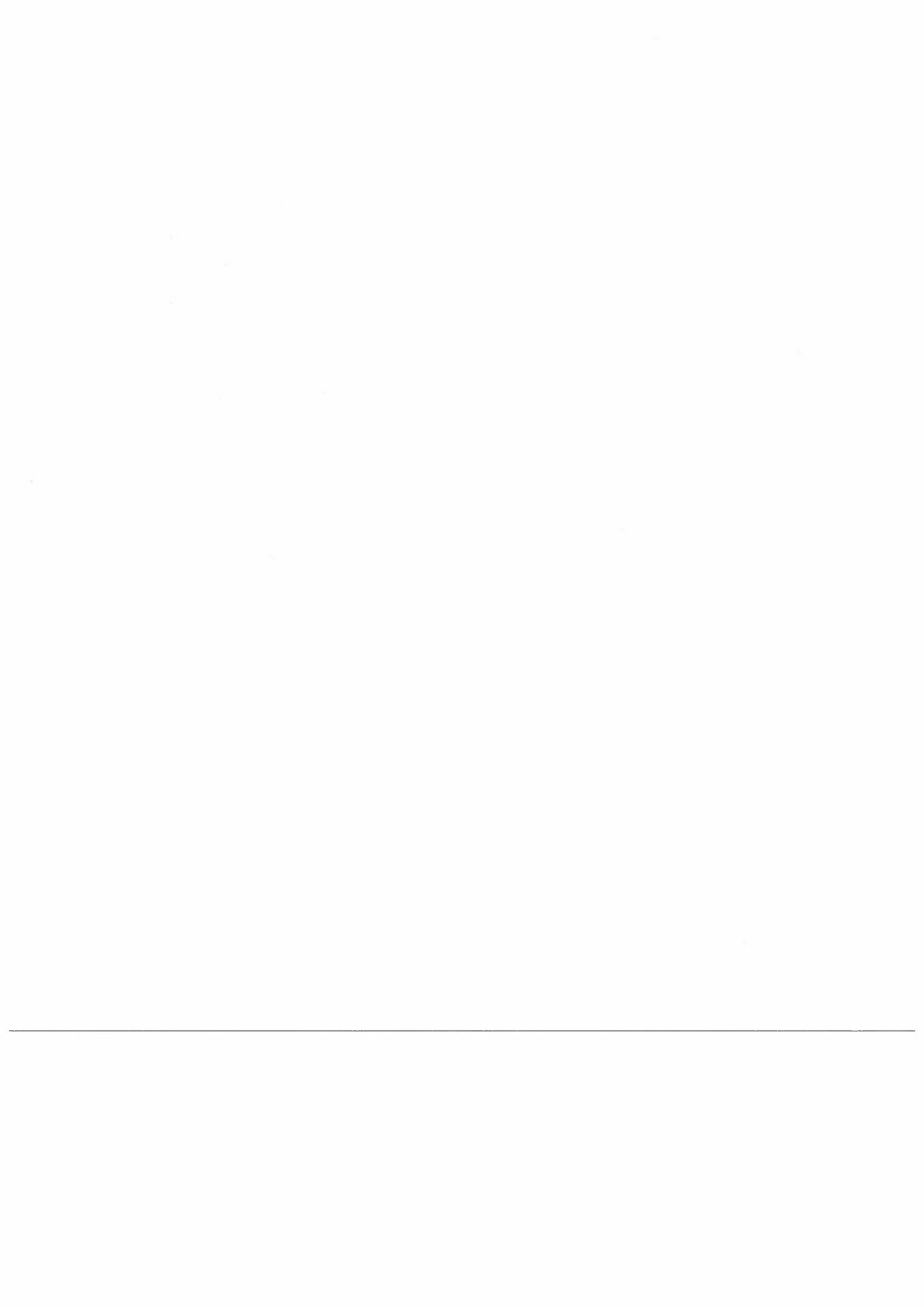
REFERANSER

McCullagh, P. and Nedler, J.A. (1989) Generalized linear models, 2nd ed., Chapman and Hall, London.



VEDLEGG 3

Kumulerte symptomer på helseeffekt



Figurene 3.1-3.4 ligger til grunn for den videre beskrivelse.

Figur 3.1 viser at selv om deltakerne mesteparten av tiden var innendørs, ble prosent av tid med rapportering av symptomer høyere når individene var utendørs eller på reise.

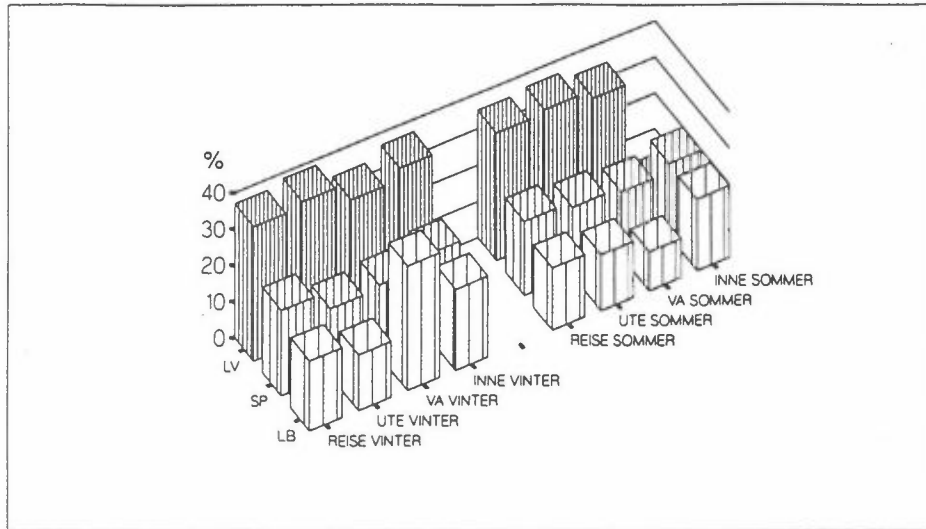
Figur 3.2 viser at rapportering av symptomer på helseeffekt i alle befolkningsgrupper var høyere i den tiden deltakerne ble utsatt for passiv røyking, særlig om vinteren. Røykere rapporterte også symptomer på helseeffekter oftere mens de var eksponert for passiv røyking enn i de periodene de selv røykte eller ikke røykte.

Figur 3.3 viser den kumulerte helserespons som funksjon av eksponering for luftforurensningskomponentene SO_2 , ozon og NO_x på to forskjellige måter. Den venstre siden av figuren viser observert antall timer med og uten symptomer både for vinter og sommer (alle deltakere til sammen). Den høyre siden av figuren viser de samme data som prosent i hver eksponeringskategori. Hver av de tre komponentene er vist separat. Det kan ikke trekkes konklusjon fra figurer med bare en luftforurensningskomponent om gangen, for andre komponenter kan variere sammen med den viste komponenten.

Figur 3.4 viser den relative responsrate (prosent av tiden deltakere i hver befolkningsgruppe rapporterer minst et symptom) for hver av de gitte konsentrasjonsintervaller av forurensningene for : 1) studiepopulasjonen, 2) lungesyke voksne og 3) lungesyke barn, både for vinter og sommer. Figuren viser responsrater i forskjellige eksponeringsintervaller for SO_2 , NO_x , ozon, nitrat og sulfat.

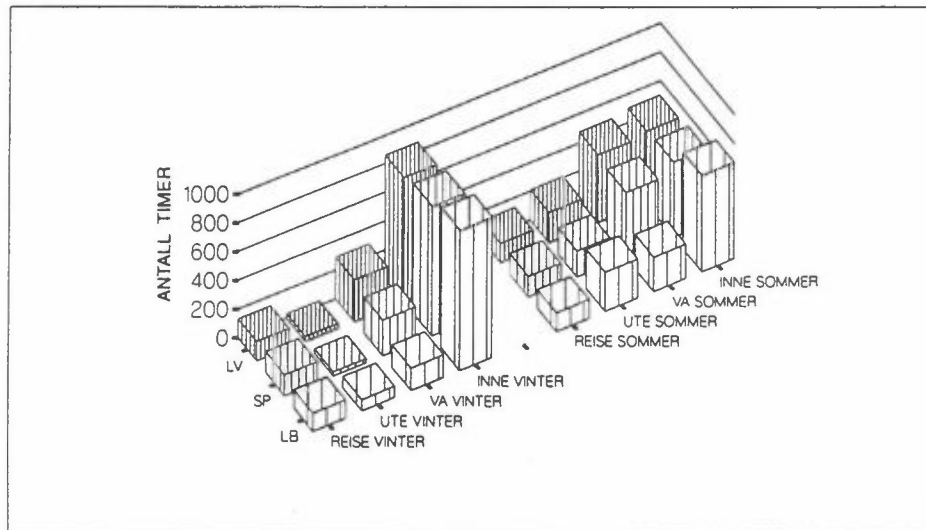
% TIMER MED MINST EN RESPONS

m.h.t. MIKROMILJØ



ANTALL TIMER REGISTRERT

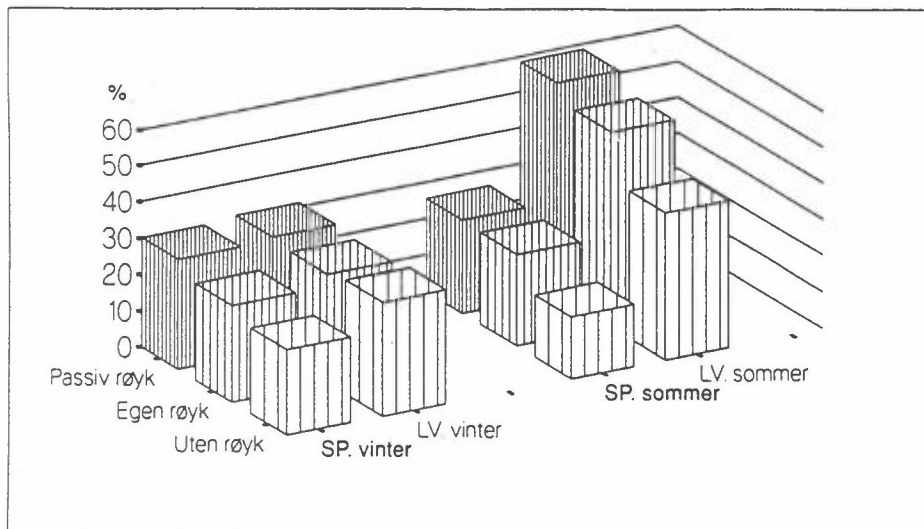
m.h.t. MIKROMILJØ



Figur 3.1: Sammenlikning av responsrate (prosent timer med minst én responstype registrert) i forskjellige mikromiljøer definert: på reise (REISE), utendørs (UTE), innendørs med vindu åpent (VA) og innendørs med vindu stengt (INNE), og med hensyn til undersøkelsesessensong. Sammenlikning er vist for de tre undersøkelsesgrupper: studiepopulasjon (SP), lunge-syke voksne (LV) og lungesyke barn (LB).

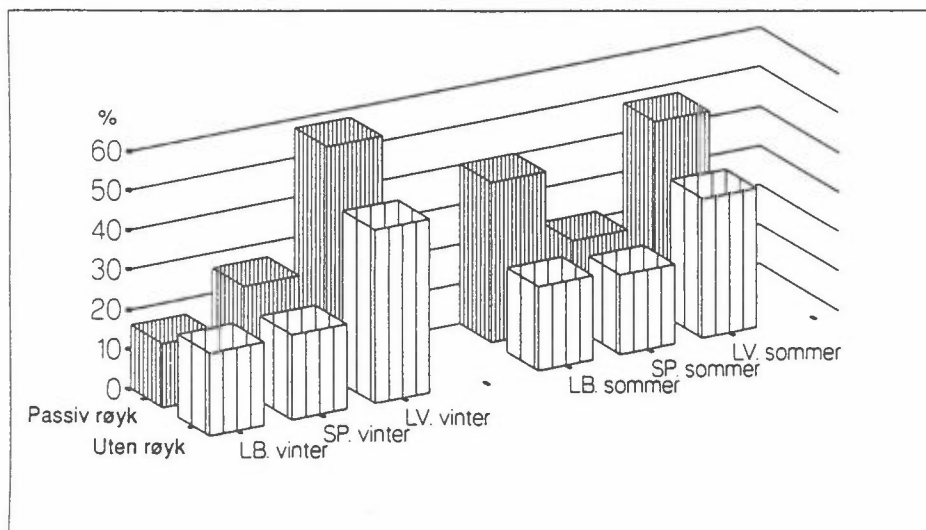
% TIMER MED MINST EN RESPONS

RØYKENDE, kl 06.00-24.00

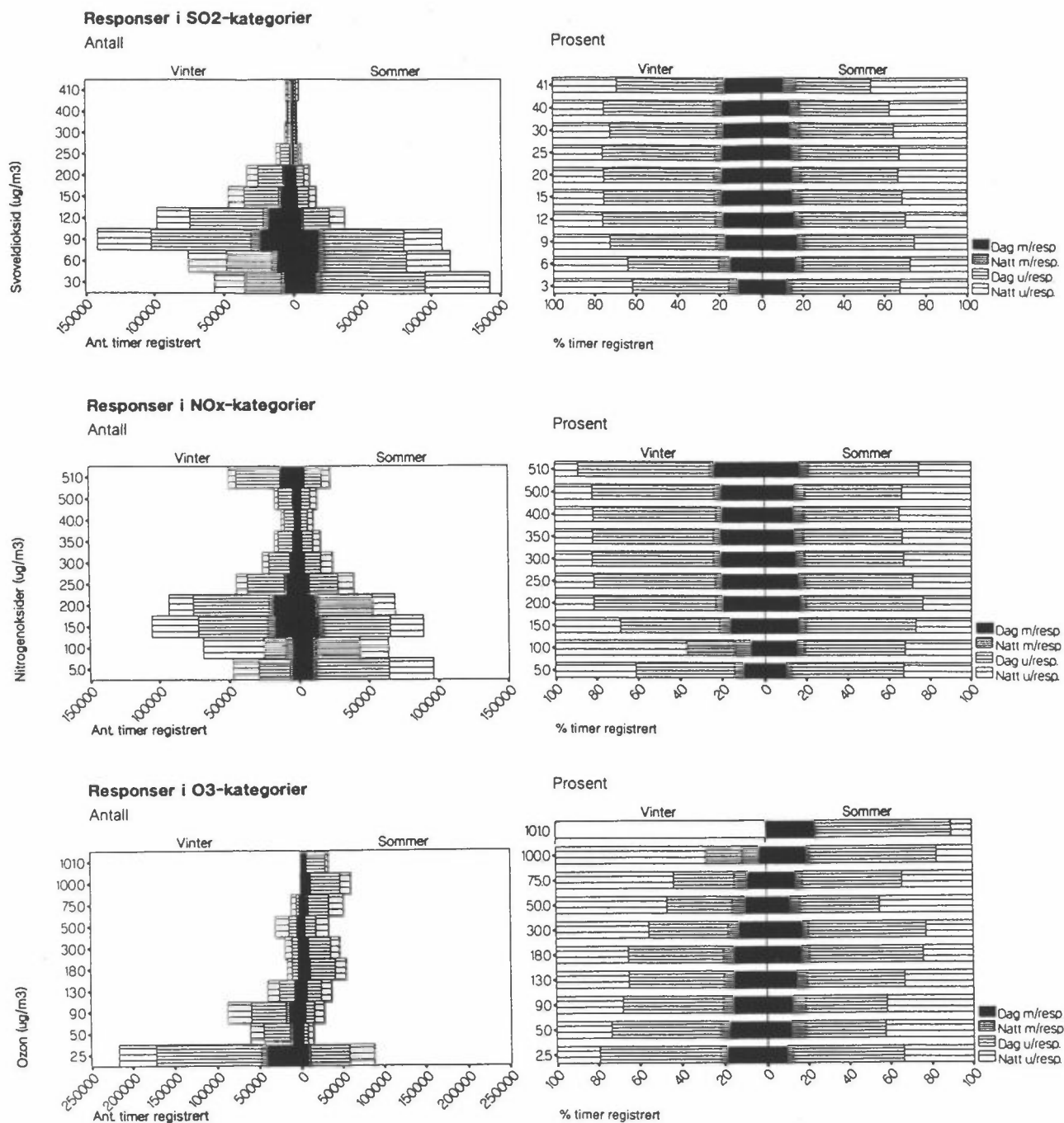


% TIMER MED MINST EN RESPONS

IKKE-RØYKENDE, kl 06.00-24.00



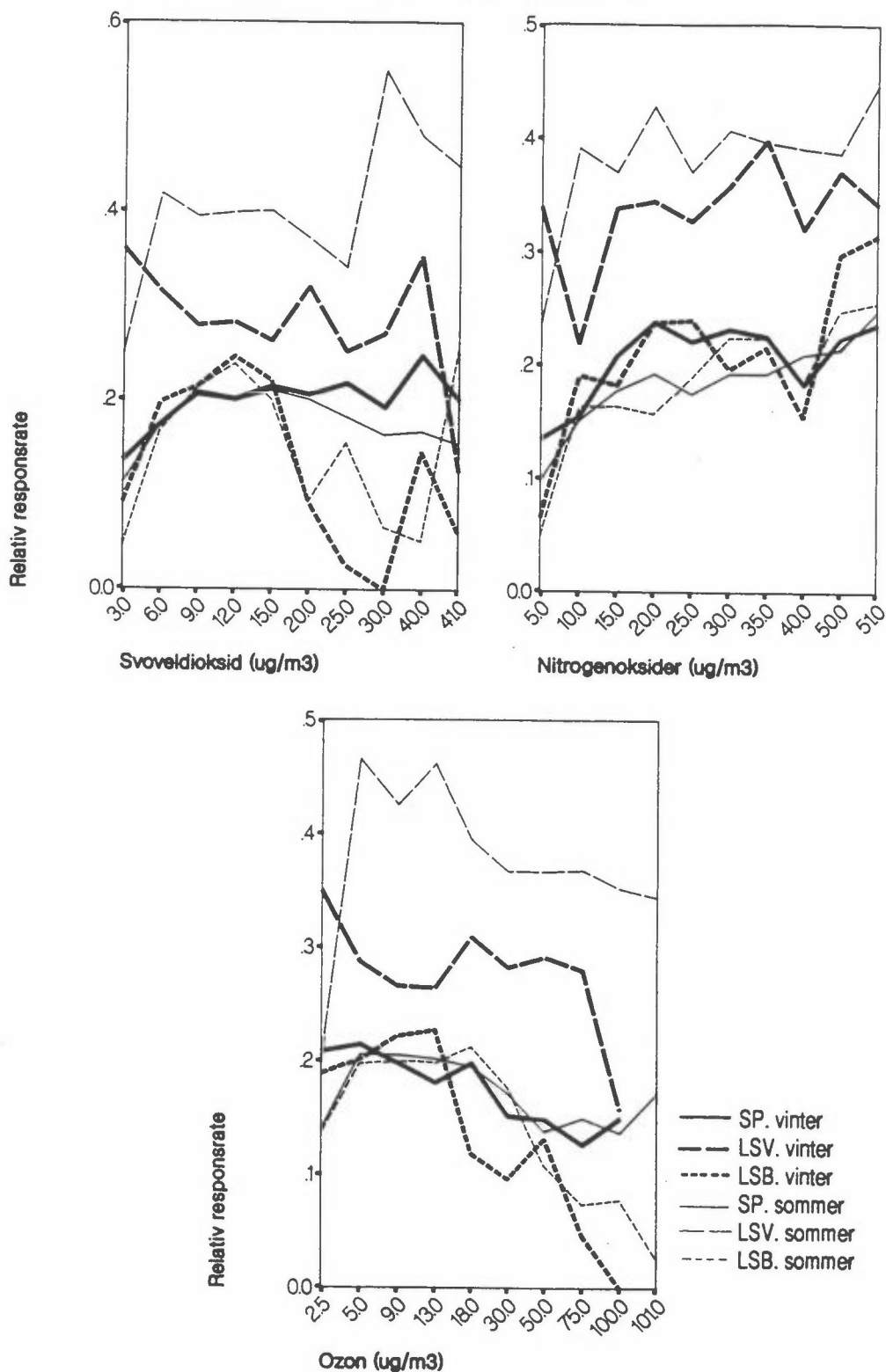
Figur 3.2: Sammenlikning av responsrate (prosent timer med minst én responstype registrert) for røykere og ikke-røykere. Responsrate er beregnet i timer med passiv røyking (Passiv røyk), egen røyking (Egen røyk) eller uten røyking (Uten røyk), med hensyn til undersøkelsesessensong. Sammenlikning er vist for de to voksne undersøkelsespopulasjoner: studiepopulasjon (SP), lungesyke voksne (LV) og lungesyke barn (LB). Bare timer mellom 06:00 og 24:00 er med.



Figur 3.3: Oversikt over antall og relativt antall (i prosent) timer med minst én type respons (m/resp) eller uten registrert respons (u/resp) i intervaller av SO₂, NO₂ og O₃ i vinter- og sommersesong i undersøkelsen. Timene er klassifisert som "dag" (07:00 til 22:00) eller "natt" (mellom 23:00 og 06:00). Konsentrasjonsakse gir øvre grense for alle kategorier unntatt den siste, f.eks. det første intervall er 0 til 3, µg/m³ for SO₂. Den siste kategorien (41,0 for SO₂, 51,0 for NO₂ og 101,0 for O₃) samler alle timer med konsentrasjoner over henholdsvis 40, 50 og 100 µg/m³ for SO₂, NO₂ og O₃.

RELATIV RESPONSRATE

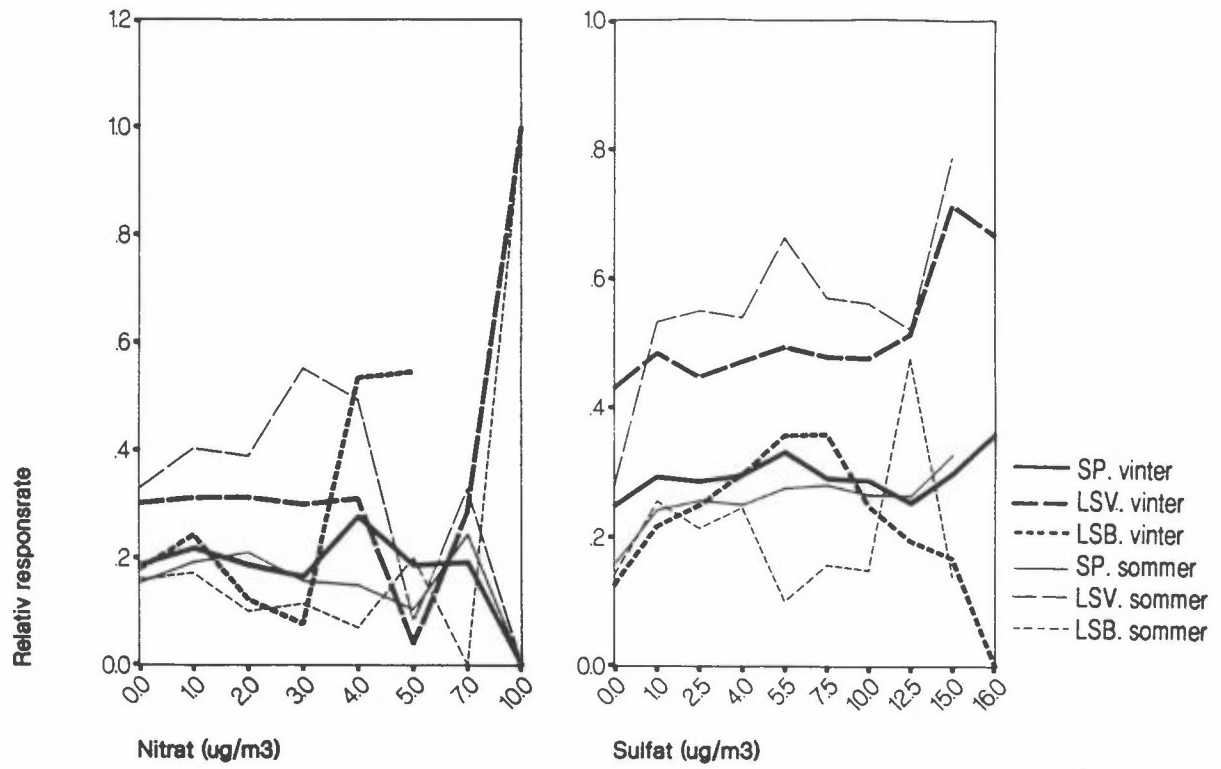
etter deltakerpopulasjon og sesong



Figur 3.4: Relativ responsrate (antall timer med minst et symptom registrert delt på antall timer registrert) i forskjellige intervaller av eksponering for SO₂, NO₂, O₃, nitrat og sulfat. Responsratene er vist for vinter (tykke linjer) og sommer (tynne linjer), sesonger i undersøkelsen for studiepopulasjon (SP), lungesyke voksne (LSV) og lungesyke barn (LSB). Intervaller for eksponering er betegnet med sine øvre grenser, unntatt siste kategori. F.eks. første kategori for SO₂ er fra 0 til 3 µg/m³, for nitrat er det eksponering lik 0. Siste kategori er over 40, over 50, over 100 og over 15 µg/m³ for henholdsvis SO₂, NO₂, O₃ og sulfat. For nitrat ble det ikke registrert eksponering over 10 µg/m³.

RELATIV RESPONSRATE

etter deltakerpopulasjon og sesong



Figur 3.4: forts.

VEDLEGG 4

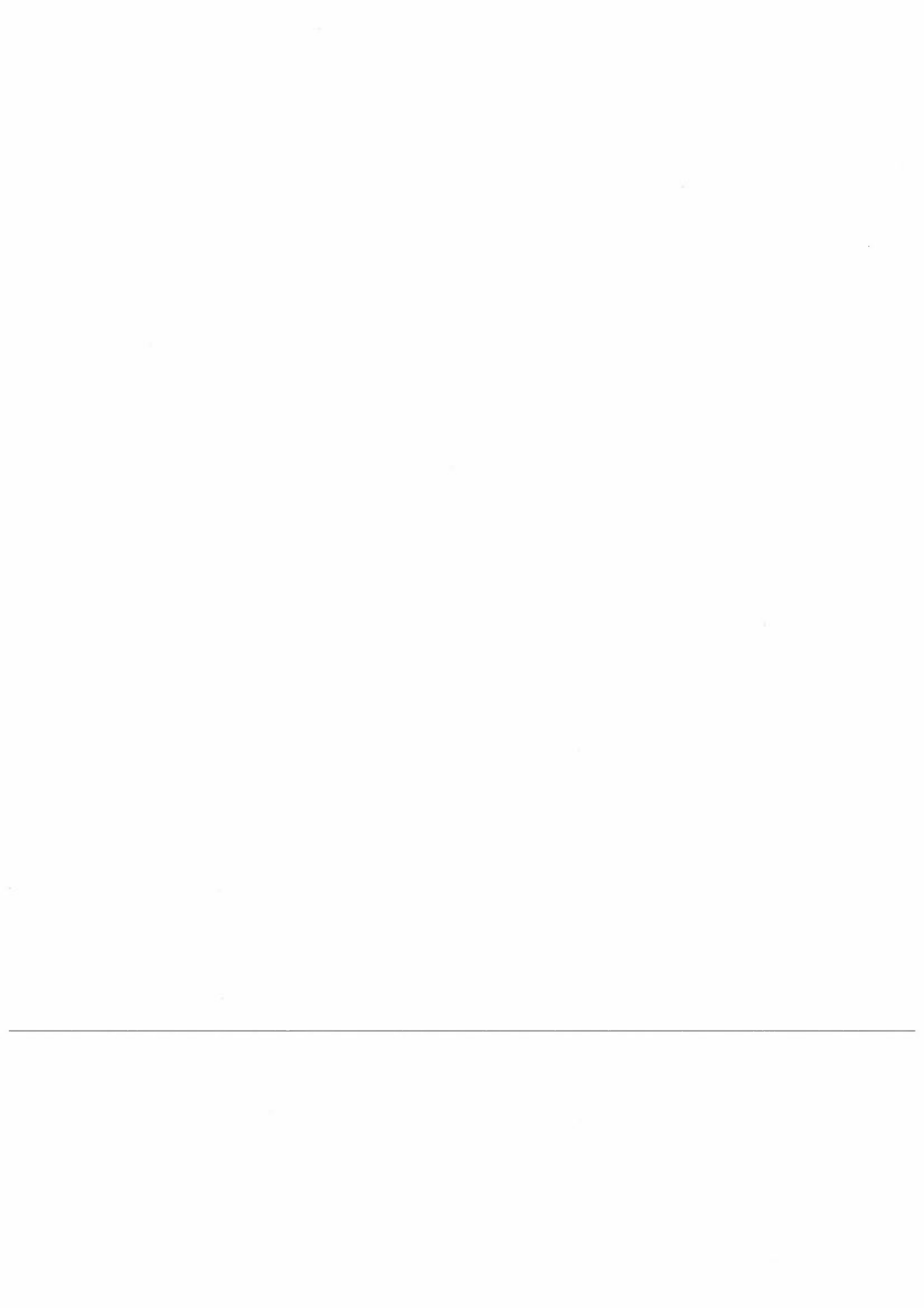
Fullstendige resultater (koeffisienter og Z statistikk) ved å bruke fremgangsmåte foreslått av Korn & Whittemore (1979) på koeffisienter fått av logistisk regresjon for forskjellige modeller (se tekst)

Komprimeringsmetoder

Indiv Individuelle prosentiler
24-H Siste 24 timer-individuelle prosentiler
Micro Mikromiljøer

Modelltyper

Start Bare første timen i en sammenhengende rekke tatt i
Mean Med form
M2 Uten form
M3 Uten form + sykkelighet
M4 Uten form, uten SO₂
M5 Uten form, +SO₂, +SO₂*Cl_x
M6 Uten form, med en faktor for innendørs opphold.



MLE estimat	Responstype																	
	Sjener ende st.	Sjener ende lukt	Sjener ende ind. r.	Hodepine	Svimmelhet	Kvalm/ uvel	Irrit. øyne	Nysing	Feber- følel- ser	Hals- irri- tasjon	Hoste	Piping /tett i b.	Puste- vansk- er	Muskel- smer- ter	Mave- smer- ter	Nervas /uro- lig	Sliten /slapp	
Modell																		
Indiv. m3																		
Sesong																		
Vinter																		
Gruppe																		
Studiepopulasjon																		
Deltagere	39	39	15	160	37	65	46	109	58	162	96	40	50	118	77	38	150	
Konstant	-9.386	-9.141	-12.08	-6.267	-5.523	-8.053	-5.953	-7.652	-7.415	-6.090	-5.063	-2.454	-3.766	-4.065	-5.270	-5.710	-5.885	
Aktiv	.5575	1.3010	.9908	1.4042	.8796	.7797	1.6484	1.3054	.3070	1.1247	.8261	.8635	1.1668	1.3501	1.1347	1.2015	1.5503	
Morgen	.5380	.7059	.1031	.4115	1.1207	.6493	.2495	.5324	.4170	.4577	.7755	.7247	.4271	.1004	.3426	.4161	-.2577	
Form																		
SO ₂	.3341	.2217	-.3518	-.2155	-.1628	-.2764	-.1407	-.1016	-.1402	-.2290	-.0713	-.2263	-.0420	-.1238	-.0746	-.1646	-.2080	
NO ₂	-.2222	-.0092	.4272	-.1853	-.1909	-.1460	-.1230	-.0697	.1631	.0175	-.0696	-.1628	-.1434	.1123	-.0858	.0036	.0492	
O ₃	.1008	-.0015	.0655	-.0142	-.0067	-.0182	.0059	.0417	.0034	.0222	.0255	-.0444	-.0015	.0092	.0309	.0075	.0006	
SvF	.1241	.0077	.0291	-.0492	-.0163	-.0027	.0502	.0089	-.1437	.0079	-.0085	-.1268	-.1029	.0243	-.0306	-.0500	-.0115	
SO ₄	.0633	-.0990	.1019	.0282	.0414	.0169	-.0577	.0301	.0028	.0086	.0017	-.0546	-.0651	.0095	.0109	.0178	.0095	
NO ₃	.0595	-.0346	.0815	-.0419	-.0079	-.0204	.0516	-.0188	.0293	.0510	.0213	.0436	.0056	.0226	-.0531	-.0710	.0025	
Clx	-.1127	-.0770	.0874	.0045	.0650	-.0253	.0202	-.0314	.0229	-.0174	-.0094	-.0134	.0105	-.0154	.0285	.0032	-.0363	
Min.temp	.0448	.0422	-.0370	.0001	.0168	.0229	.0014	.0005	.0594	.0069	-.0132	.0267	.0007	.0045	.0062	.0246	.0031	
Rel.fukt	.0116	.0111	.0082	.0016	.0015	.0042	-.0111	.0078	.0025	.0103	.0057	-.0008	.0060	-.0161	.0020	-.0160	.0015	
Bjerke p.																		
Gress p.																		
Utendørs																		
SO ₂ xClx																		
Sykkelighet	.2694	.8634	12.533	2.0850	4.8471	1.8774	2.4097	3.0858	3.4383	2.6434	2.3306	2.1796	2.5608	1.7449	1.1173	2.7003	2.3960	
Lungesyke																		
Deltagere	7	13	5	40	7	18	13	28	11	26	19	24	35	21	15	9	28	
Konstant	-2.371	-13.01	-16.80	-5.970	-4.713	-5.496	-5.005	-5.775	-9.477	-6.030	-3.672	-2.543	-3.844	-3.371	-7.006	-6.338	-6.073	
Aktiv	.7532	1.5511	2.0717	1.2528	1.2548	1.1262	1.8024	1.4207	1.2524	1.3378	.4691	.7587	1.4811	1.5385	.4871	1.1737	1.8090	
Morgen	.5539	.6807	.7538	.3226	.3252	.5977	.7178	1.0590	-.0307	.8231	1.2313	.8528	.6410	.2802	.7258	-.0284	.3051	
Form																		
SO ₂	-.2229	.0094	.0056	-.2481	.0151	-.1987	-.1884	-.2524	.0433	-.2211	-.0362	-.0055	-.0085	-.1114	-.0043	-.6329	-.1241	
NO ₂	-.0022	.3720	-.0210	.0493	-.2405	-.1759	-.0767	.0139	-.4336	.0190	-.0164	-.1989	-.1902	-.0326	-.4164	.1261	-.1638	
O ₃	-.0876	.0447	-.0145	.0097	.0654	-.0081	.0166	-.0040	-.0622	-.0083	-.0092	.0353	.0143	.0117	-.0885	.0349	.0083	
SvF	.1870	.1169	.3005	-.0443	.0080	-.0076	.0988	-.0948	-.2658	-.0258	-.0975	-.0307	-.0522	-.0013	.0972	.0538	-.0629	
SO ₄	.1133	-.1445	.0993	.0069	-.2749	-.0571	-.0937	-.1196	.0140	.0537	.1388	-.0749	-.0576	.0251	.0230	.0087	-.0217	
NO ₃	.0400	.0662	-.0752	.0266	.0048	.0269	-.0219	.0284	-.0292	.0086	-.0664	-.0786	.0300	-.0072	.0383	-.1277	.0178	
Clx	.0406	.0756	.0419	.0142	.1404	-.0222	.0337	-.0188	-.2022	-.0035	-.0222	-.0018	-.0654	.0072	.1289	.0260	-.0339	
Min.temp	.0446	.0427	.1720	-.0692	-.1870	-.1320	-.0604	-.0766	-.0712	-.0398	-.0591	-.0358	-.0061	-.0027	-.0813	.0076	.0001	
Rel.fukt	.0026	.0111	.0681	-.0017	-.0824	-.0012	-.0026	.0083	-.0033	.0109	.0015	-.0087	.0006	-.0001	.0106	.0004	.0084	
Bjerke p.																		
Gress p.																		
Utendørs																		
SO ₂ xClx																		
Sykkelighet	.27.619			2.1991	.4899	3.9497	1.3055	2.1075	3.8338	2.7013	3.2852	1.4701	2.4558	2.4238	4.1370	.8353	2.6492	

MLE estimat	Responstype																	
	Sjener ende st.	Sjener ende lukt	Sjener ende ind.r.	Hodepine	Svimmelhet	Kvalm/ uvel	Irrit. øyne	Nysing	Feberføle- ser	Hals- irri- tasjon	Hoste	Piping /tett i b.	Puste- vansk- er	Muskel- smer- ter	Mave- smer- ter	Nervøs /uro- lig	Sliten /slapp	
Modell																		
Indiv. m3	23	30	15	106	21	33	33	97	48	103	73	32	34	87	44	27	100	
Sesong	-4.335	-9.507	-11.33	-6.283	-9.124	-8.210	-6.137	-5.133	-6.728	-4.920	-3.808	-5.689	-5.299	-5.420	-6.804	-5.900	-6.346	
Sommer	1.5066	.9988	2.1559	1.3104	1.7974	.8567	1.3075	1.1743	.7228	1.1778	.7778	1.4270	.6361	1.6175	1.1767	1.2863	1.4608	
Gruppe	.6407	.7754	.8795	.3183	.2226	.8438	.2649	.3547	.0632	.2163	.5312	.4044	.7796	.0056	.2474	.3770	-.1703	
Stadiepopulasjon																		
Deltagere																		
Konstant																		
Aktiv																		
Morgen																		
Form																		
SO2	-.0061	-.0774	-.4252	-.1441	-.0287	-.1609	-.0036	-.0507	.0488	-.0164	-.0142	.2226	.0739	-.1099	.1030	-.0173	-.1372	
NO2	-.7880	.1636	.1272	-.0812	-.0809	-.3419	.1324	.0182	-.0905	-.0155	-.0184	-.1391	.0025	.0345	.0097	-.3320	.1072	
O3	-.0575	.1380	.0262	.0061	.0295	.0164	.0114	.0105	-.0920	-.0001	.0023	-.1029	-.0078	-.0380	-.0395	-.0308	-.0252	
SvF	.0749	-.2711	.0639	-.0007	-.1541	-.1135	-.0140	-.0568	-.0555	-.0369	-.0198	-.0927	-.0785	-.0385	-.0938	-.1873	-.0382	
SO4	.0637	-.0717	.2004	-.0432	-.2020	.0919	-.0280	.0434	-.0163	.0567	.0050	.1789	.0532	.0087	-.0551	-.0842	.0064	
NO3	.1551	.0384	.2027	.0954	.0081	-.0021	.0170	.0671	.0553	.0326	.0141	.1017	-.0187	.0022	.0460	-.0029	-.0002	
Clx	-.0027	.1824	.1246	.0056	.1145	.1553	-.0078	-.0078	.0497	-.0233	-.0035	.0124	.0285	-.0024	.0052	.0643	.0080	
Min.temp																		
Rel.fukt	.0450	-.0138	.1538	.0298	.1425	.0708	.0154	.0228	-.0038	-.0019	-.0015	.0052	.0261	-.0050	.0130	-.0674	-.0388	
Bjerke p.	.1038	.0533	.1630	.0664	-.0055	.0641	.1716	-.0230	-.0479	-.0290	.0324	-.0646	.0124	.0608	.1030	.1257	-.0013	
Gress p.																		
Utendørs																		
SO2xClx																		
Sykelighet	-.2654	-.7038		.6296	-.2610	2.9759	2.3523	1.7905	3.6623	1.9561	2.5423	3.8559	-.5800	1.5690	2.8169	-.0586	1.6223	
Lungesyke																		
Deltagere																		
Konstant																		
Aktiv																		
Morgen																		
Form																		
SO2	-.4010	-.2684	-.1902	-.0511	.3891	-.0600	.1056	-.0544	-.0922	.0229	-.2322	-.1339	-.0367	-.1474	.0279	-.0008	-.1405	
NO2	.1257	-.1495	-.4922	.0560	-.2444	.3213	-.0836	-.0784	.1088	.0213	.1332	-.0198	.0535	.1799	-.0590	-.2308	.5924	
O3	.0818	-.1448	.0127	.0060	-.0132	-.1448	.1353	.0849	.0531	.0291	-.0622	-.0124	.0271	.0134	-.1710	.1218	-.0150	
SvF	.4230	.7582	1.4972	-.1311	.4289	-.2122	-.1224	-.0289	.2014	.0270	-.1943	.0216	-.0291	-.0389	-.0823	-.0617	.0916	
SO4	-.2191	-.4688	-.5326	.0014	-.1948	-.1087	-.2294	.0056	.0501	-.1277	.0216	-.0326	-.0266	.0782	-.0513	-.0547	.0132	
NO3	.0251	-.0893	-.2960	-.0121	.0369	.0979	.0524	-.0193	-.0745	.0052	.0338	.0330	.0042	.0259	-.1210	.0258	.0017	
Clx	-.1087	-.1702	-.1698	.0146	-.2006	-.0664	-.0257	-.0545	-.0375	.0361	-.0037	-.0337	.0081	-.0763	.1766	-.0074	-.0044	
Min.temp																		
Rel.fukt	-.0174	-.0466	-.0093	-.0678	.0169	-.0046	-.0808	-.0093	.0207	-.0056	.0154	.1260	.0133	-.0488	-.0514	-.0515	-.0119	
Bjerke p.	.1247	.1328	.0912	-.0051	.2108	.2183	.2252	.0299	.0797	-.0343	-.0021	.0467	-.0437	.0379	.0273	.0273	.0479	
Gress p.																		
Utendørs																		
SO2xClx																		
Sykelighet			-.5.280	1.9420	4.1809		1.2408	2.5367	2.4749	2.4623	2.4108	2.2243	2.7765	2.2221	2.9496		2.4785	

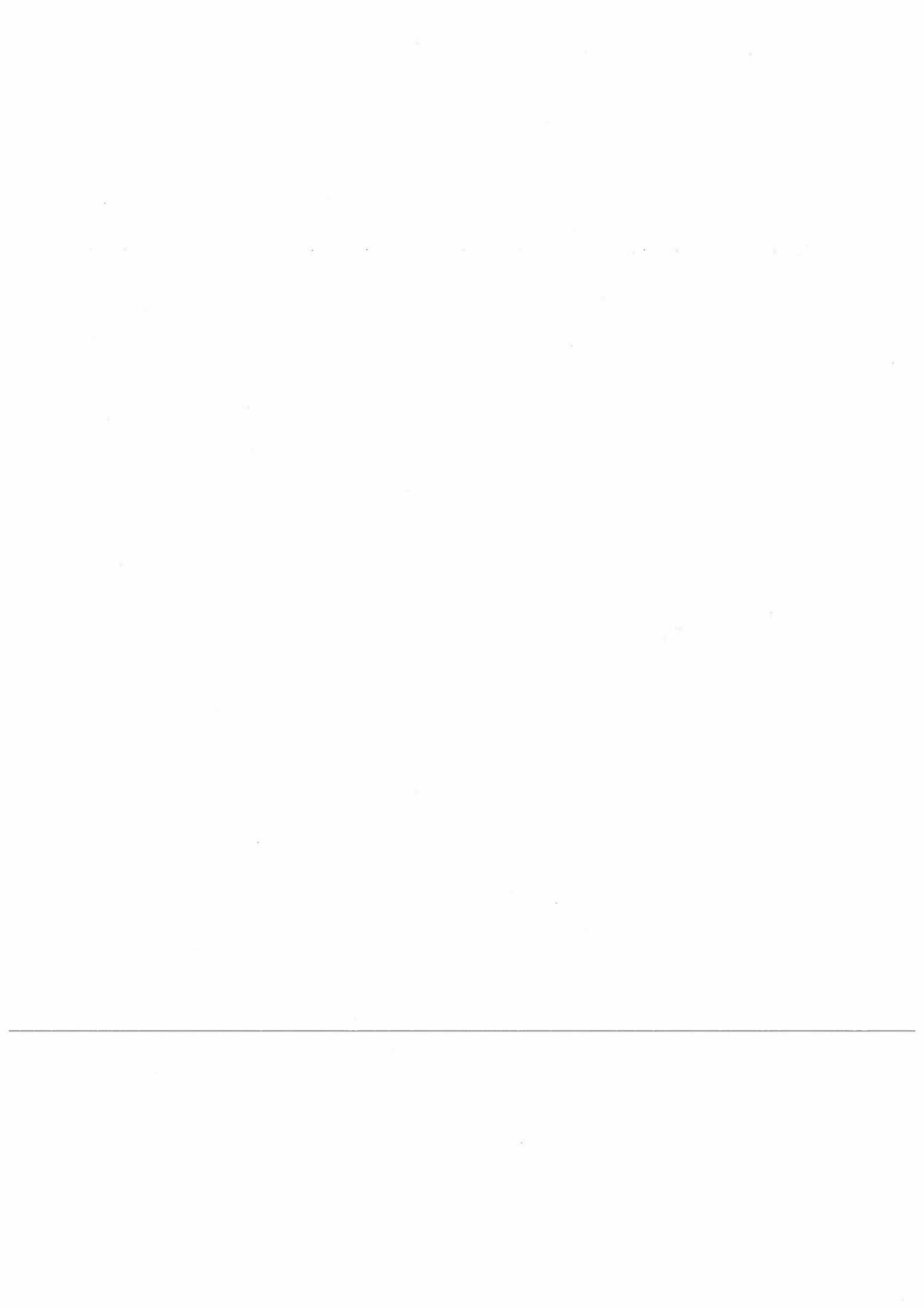
MLE estimat	Responstype																	
	Sjener ende st.	Sjener ende lukt	Sjener ende ind.r.	Hodepine	Svimmelhet	Kvalm/ uvel	Irrit. øyne	Nysing	Feber- følelser	Hals- itti- tasjon	Hoste	Piping /tett i b.	Puste- vansker	Muskel- smerter	Mave- smerter	Nervøs /uro- lig	Sliten /slapp	
Modell																		
Indiv. m5	40	38	14	160	38	68	48	109	65	159	97	40	56	121	80	38	153	
Sesong	-10.15	-9.862	-14.47	-6.309	-4.647	-7.721	-6.220	-7.340	-7.626	-6.430	-5.548	-3.014	-4.039	-4.565	-6.170	-5.213	-5.528	
Vinter	.5334	1.3406	1.1157	1.2926	.6695	.5941	1.5060	1.1740	.0941	1.0700	.8412	.8592	1.0895	1.3054	1.1400	1.1500	1.3446	
Gruppe	.5394	.6726	-.1060	.4007	1.0202	.5784	.2070	.4863	.5590	.4545	.7416	.6738	.4365	.1199	.2653	.3672	-.2157	
Studiepopulasjon																		
Deltagere	.2800	.0767	-.2576	-.2580	-.0937	-.4267	-.2443	-.1915	-.2003	-.2677	-.1593	-.2544	-.0842	-.1866	-.1926	-.1989	-.2888	
Konstant	-.1652	.0319	.4136	-.1844	-.1554	-.1599	-.1223	-.0761	.0122	.0231	.0570	-.1135	-.1016	.1035	-.0831	.0963	.0532	
Aktiv	.1098	-.0005	.0723	-.0152	-.0107	-.0422	.0021	.0335	-.0229	.0180	.0266	-.0415	.0043	.0039	.0358	.0091	.0009	
Morgen	.1620	.0012	-.0438	-.0374	-.0220	.0189	.0717	.0016	-.0574	.0097	-.0059	-.0972	-.0946	.0249	-.0562	-.0678	-.0559	
Form	.0631	-.1055	.1693	.0283	.0472	.0028	-.1889	.0147	.0234	.0023	.0037	-.0958	-.0815	.0015	.0086	.0038	.0099	
SO2	.0625	-.0340	.0476	-.0458	.0209	-.0121	.0632	-.0287	-.0491	.0381	.0223	-.0185	-.0111	.0093	-.0129	-.0731	.0063	
NO2	-.4081	-.6566	.1552	-.3897	-.1794	-.5426	-.6750	-.5730	-.5587	-.4143	-.4556	-.2121	-.3477	-.4059	-.5649	-.4608	-.2928	
O3	.0530	.0391	-.0706	.0146	-.0239	.0282	.0009	.0008	.0622	.0077	.0027	-.0397	.0038	.0117	.0150	.0201	.0024	
SVF	.0102	.0123	.0163	.0018	.0006	.0045	-.0110	.0058	.0016	.0106	.0053	-.0001	.0026	-.0144	.0028	-.0184	.0013	
Min.temp																		
Rel.fukt	.2095	.4295	-.0011	.2830	.1577	.3662	.4649	.3743	.4197	.2723	.3068	.1628	.2496	.2620	.4142	.3392	.1941	
Bjerke p.																		
Gress p.																		
Utendørs																		
SO2xClx																		
Sykelighet																		
Lungesyke																		
Deltagere	7	13	5	39	6	18	14	28	15	26	22	25	35	21	16	8	27	
Konstant	-2.401	-11.84	-16.58	-6.163	-4.156	-6.921	-5.003	-6.929	-8.481	-6.605	-3.653	-2.636	-4.269	-3.663	-6.058	-6.689	-5.258	
Aktiv	.7538	1.5445	2.0690	1.1109	1.2400	.5416	1.7346	1.3787	.3422	1.3231	.5064	.7762	1.4219	1.5075	.3965	1.1191	1.3726	
Morgen	.5555	.6807	.7508	.3155	.3163	.6668	.7601	1.0367	.3072	.8087	1.1593	.8476	.6308	.2791	.7614	-.0341	.3305	
Form	-.2156	.0067	.0047	-.2649	-.0108	-.1191	-.1901	-.2928	-.1002	-.2314	-.0608	-.0490	-.0243	-.1626	.0940	-.6677	-.1672	
SO2	.0066	.3548	-.0401	.0426	-.1608	-.1276	-.0530	.0286	-.1956	.0249	-.0250	-.1994	-.1888	-.0658	-.3508	.1340	-.1365	
NO2	-.0950	.0393	-.0229	.0144	.0975	.0193	.0212	.0006	-.0001	.0067	.0079	.0345	.0266	.0147	.0042	.0310	.0040	
O3	.1937	.1134	.2972	-.0295	.0497	-.0116	.0902	-.0794	.3144	-.0088	-.0994	-.0484	-.0504	.0033	.0140	.0707	-.0650	
SVF	.1218	-.1424	.1089	.0012	-.2957	-.0488	-.0591	.0118	.0040	.1138	.1501	-.0134	-.0140	.0113	-.0003	.0213	.0021	
SO4	.0307	.0731	-.0748	.0309	.0276	.0415	-.0360	.0226	.0246	.0037	.0601	-.0824	.0027	-.0058	.0537	-.1324	.0130	
NO3	.1130	-.0186	.1266	-.2504	-.1.366	-.8588	-.2942	-.4399	-.1.103	-.3926	-.2230	-.2196	-.4383	-.4082	.0850	-.2135	-.2847	
Clx	.0441	.0381	.1707	-.0608	-.1952	-.0650	-.0641	-.0680	-.0073	-.0335	-.0552	-.0381	-.0017	-.0008	-.0728	.0085	.0082	
Min.temp	.0031	.0103	.0651	-.0034	-.0273	-.0046	-.0034	.0111	.0000	.0112	.0000	-.0080	.0020	.0009	.0102	.0009	.0024	
Rel.fukt																		
Bjerke p.																		
Gress p.																		
Utendørs																		
SO2xClx																		
Sykelighet	-.0547	.0863	-.0276	.1996	1.0509	.6123	.2176	.2947	.7058	.2502	.1385	.1774	.2680	.2865	.0402	.1778	.1954	

MLE estimat	Responstype																	
	Sjener ende st.	Sjener ende lukt	Sjener ende ind.r.	Hodepine	Svimmelhet	Kvalm/uvsel	Irrit. øyne	Nysing	Feberfølelse	Halsirritasjon	Hoste	Piping/tett i b.	Pustevansker	Muskelsmerter	Havesmerter	Nervøs/uroelig	Sliten /slapp	
Modell																		
Indiv. m3	39	39	15	160	37	65	46	109	58	162	96	40	50	118	77	38	150	
Sesong	-9.503	-9.587	-3.807	-16.25	-5.122	-8.564	-8.680	-19.19	-7.946	-21.46	-14.65	-4.419	-7.584	-13.26	-7.905	-7.794	-18.98	
Winter	2.3124	3.5537	1.7945	18.001	3.2275	5.2096	12.023	16.526	1.9523	19.984	11.925	7.4710	11.875	21.207	8.6991	7.2622	23.223	
Gruppe	2.1186	4.3166	.2739	4.3310	4.5200	4.0234	1.8480	5.3878	2.5876	7.5756	5.7301	3.2632	3.6310	1.0649	2.6274	2.7562	-3.412	
Studiepopulasjon																		
Deltagere	1.6706	1.8129	-1.574	-4.926	-1.296	-3.230	-1.733	-1.831	-1.751	-6.572	-1.677	-3.293	-6.589	-2.485	-7.329	-1.695	-5.091	
Z Konstant	-2.228	-0.624	1.7337	-4.348	-1.999	-1.848	-1.235	-9.553	1.3942	.4156	-1.028	-2.037	-2.365	2.4913	-1.252	.0327	1.0848	
Z O ₂	3.7825	-0.418	1.1522	-1.150	-2.065	-4.511	.2780	3.1414	1.9247	2.3488	2.2775	-1.549	-0.609	.8849	1.3460	.3060	.0437	
Z SvF	1.8491	1.057	2.456	-1.469	-2.108	.0552	.7143	.2276	-1.918	.4176	-3.551	-3.384	-3.171	1.1158	-5.286	-1.031	-.2976	
Z S0 ₄	1.1328	-1.800	.6652	1.0608	.5157	1.944	-6.410	.9656	.0515	.2038	.0324	-2.720	-7.425	.2796	.1540	.2009	.3909	
Z N0 ₃	1.7480	-8401	.7418	-2.374	-1.550	-5.286	1.6199	-1.003	.5093	2.6294	.7456	-9.344	.2512	1.5546	-1.491	-2.024	1.508	
Z Clx	-4.422	-2.216	1.4548	.2480	1.5694	-6.865	.7830	-2.213	.7283	-1.697	-7.361	-6.148	.6038	-8.783	1.1599	.1306	-3.204	
Z Min. temp	2.4240	1.9046	-.4166	.0070	-.6372	.6228	.0477	.0354	2.8122	.5459	-1.437	-1.814	.0563	.4888	.2951	.6147	.3331	
Z Rel. fukt	3.0142	2.2061	.5270	.6414	.1553	.8336	-2.826	3.0160	.2514	5.2910	2.3788	-.0701	1.8200	-8.245	.2588	-3.939	.4850	
Z Bjerke p.																		
Z Gress p.																		
Z Utendørs																		
Z S0 ₂ xClx																		
Z Sykelighet	.9287	3.3972	5.6468	14.145	5.1244	5.6440	8.1544	20.602	7.7954	19.652	16.735	7.2456	10.475	10.159	3.7221	10.482	20.268	
Lungesyke																		
Deltagere	7	13	5	40	7	18	13	28	11	26	19	24	35	21	15	9	28	
Z Konstant	-2.159	-7.876	-8.846	-9.529	-2.524	-4.347	-4.699	-8.885	-3.995	-7.601	-5.102	-3.939	-6.860	-5.851	-3.773	-4.612	-8.594	
Z Aktiv	4.2059	3.6211	5.7855	8.4637	3.0416	4.3609	6.3046	10.612	3.6477	8.3185	2.1096	3.0910	8.4790	12.271	1.7073	3.7901	10.571	
Z Morgen	2.5338	2.2512	2.2235	2.0145	.7317	2.4199	1.9300	7.0291	-.0788	3.6421	7.1173	5.1578	2.8867	1.3378	2.2864	-.1048	1.0268	
Z Form																		
Z S0 ₂	-2.140	.0586	.0223	-3.481	.0688	-1.660	-1.509	-3.478	.2461	-1.934	-.4724	-.0761	-1.245	-1.718	-.0267	-3.662	-1.662	
Z N0 ₂	-.0177	2.9842	-.1374	.5924	-.8236	-1.277	.4637	.1676	-2.005	.1671	.1658	-2.213	-2.495	-4.536	-1.848	.7232	-1.175	
Z O ₂	-3.914	1.0826	-.3931	.2731	.9005	-.1891	.3846	-1.174	-.5464	-2.002	-3.830	1.2866	.7345	-3.570	-1.613	.5914	.2751	
Z SvF	2.4227	1.3094	2.8081	-.7717	-.0971	-1.331	1.8730	-2.566	-3.310	-3.802	-2.483	-.5496	-1.299	-.0222	.9164	.5624	-1.636	
Z S0 ₄	2.1047	-1.399	1.0252	.0859	-2.618	-.8046	-8.158	-2.733	.0649	.5803	2.3894	-4.606	-3.986	1.083	.0684	.1792	.0684	
Z N0 ₃	.9242	1.0265	-1.008	.8408	.0320	.4139	-.2609	.9862	-.2086	.2298	-1.765	-2.315	1.0466	-1.986	.4317	-2.043	.4895	
Z Clx	1.2369	1.0252	.4108	.5177	.7431	-.2547	.8272	-6.229	-2.563	-.0808	-.6993	-.0400	-2.263	.2894	2.2875	.5751	-1.200	
Z Min. temp	2.0208	1.0101	4.3231	-3.160	-4.125	-3.427	-1.972	-4.975	-1.624	-2.173	-2.899	-2.001	-.2465	-1.557	-2.129	.2076	-.0021	
Z Rel. fukt	.3057	1.1846	4.0211	-.2578	-4.083	-.0815	-.4100	1.6674	-.2311	1.8617	.2686	-1.792	.1281	-.0053	.8459	.0300	1.6534	
Z Bjerke p.																		
Z Gress p.																		
Z Utendørs																		
Z S0 ₂ xClx																		
Z Sykelighet		.7692		8.7337	.6008	6.3834	2.3903	5.5260	5.2957	5.6310	4.0878	2.1622	5.0339	3.3629	4.6734	.7287	9.1917	

MLE estimat	Responstype																	
	Sjener ende st.	Sjener ende lukket	Sjener ende ind.r.	Hode pine	Svim-mel-het	Kvalm/ uvel	Irrit. øyne	Nysing	Feber- følel- ser	Hals- irri- tasjon	Hoste	Piping /tett i b.	Puste- vansker	Muskel- smer- ter	Mave- smer- ter	Nervøs /uro- lig	Sliten /slapp	
Modell																		
Indiv. m5	40	38	14	160	38	68	48	109	65	159	97	40	56	121	80	38	153	
Sesong	-10.11	-9.754	-4.393	-16.76	-4.500	-8.311	-9.202	-18.81	-8.772	-22.31	-16.18	-5.336	-7.978	-14.62	-8.737	-7.230	-18.02	
Vinter	2.2013	3.6114	2.3570	17.201	3.4176	4.2429	11.233	15.601	7.114	19.470	12.457	7.6597	11.229	20.845	8.9885	8.2584	21.155	
Gruppe	2.1196	4.1133	-0.2840	4.5045	4.2160	3.8315	1.5857	5.1810	4.0974	7.6982	6.1019	3.2184	3.8063	1.2835	2.1345	2.6099	-2.983	
Studiepopulasjon																		
Deltagere	1.3539	.5317	-1.117	-5.843	-8.367	-4.382	-3.058	-3.990	-2.658	-7.581	-3.716	-3.661	-1.345	-4.292	-1.820	-2.065	-7.166	
Z Konstant	-1.842	.2489	1.6975	-4.283	-1.530	-2.030	-1.271	-1.035	.0703	.5450	-7.354	-1.458	-1.725	2.3493	-1.231	.7688	1.1893	
Z N02	4.0610	-0.106	1.3675	-1.255	-3.368	-1.508	1.026	2.6322	-9.290	1.9535	2.4673	-1.092	.2367	.3850	1.6229	.3419	.0563	
Z O3	2.4231	.0192	-3.369	-1.093	-3.205	4.090	1.1830	.0467	-1.257	.5144	-2.501	-2.678	-3.001	1.1552	-9.460	-1.404	-3.311	
Z SVF	1.1278	-1.917	.9838	1.1082	.5138	.0297	-4.443	.4992	.5117	.0486	.0805	-1.384	-1.029	.0541	1.489	.0480	.5175	
Z S04	1.8159	-.8247	6.386	-2.693	4.357	-3.375	2.0821	-1.599	-1.300	1.9931	.7835	-3.166	-3.744	6.434	-2.498	-2.207	.3875	
Z N03	-2.460	-3.304	4.181	-4.671	-7.094	-3.217	-4.387	-6.460	-3.264	-6.270	-5.763	-1.624	-3.130	-5.682	-3.528	-2.833	-3.432	
Z Clx	2.8382	1.7934	-7.379	1.5609	-1.156	.8369	.0289	.0634	3.3782	.7491	1.618	-2.863	.2034	1.2651	.6101	.5208	.2609	
Z Min. temp	2.6663	2.4443	1.0350	.7538	.0548	.8990	-2.863	2.3459	.1722	5.5746	2.3081	-.0111	.8155	-8.882	.4166	-4.566	.4379	
Z Rel. fukt																		
Z Bjerke p.																		
Z Gress p.																		
Z Utendørs																		
Z S02xClx	1.9375	3.4647	-.0044	5.4030	1.0874	3.3905	4.7847	6.6573	4.0288	6.4556	6.1171	1.9555	3.4087	5.7286	4.0860	3.2698	3.6435	
Z Sykelighet																		
Lungesyke																		
Deltagere	7	13	5	39	6	18	14	28	15	26	22	25	35	21	16	8	27	
Z Konstant	-2.090	-7.862	-8.115	-9.864	-8.186	-5.173	-4.448	-10.33	-4.280	-8.168	-4.976	-4.058	-7.246	-6.153	-3.200	-4.711	-7.497	
Z Aktiv	4.1710	3.5822	5.7463	7.7399	2.9796	2.3220	6.1321	10.492	1.1542	8.3546	2.3498	3.8159	8.2701	11.970	1.4237	3.6062	9.1795	
Z Morgen	2.5366	2.2316	2.2219	2.0155	.6894	3.0358	2.0355	6.9473	1.0199	4.1569	6.8402	5.2427	2.9881	1.3582	2.4648	-.1261	1.1830	
Z Form																		
Z S02	-1.981	.0400	.0183	-3.611	-.0480	-1.032	-1.545	-3.909	-.6334	-2.487	-.8054	-.6567	-.4031	-2.143	.5721	-3.719	-2.199	
Z N02	.0469	2.8383	-.2621	.5170	-.4792	-.6802	-.3206	.3466	-.6344	.2191	-.2483	-2.218	-2.441	-.9109	-1.465	.7442	-1.180	
Z O3	-4.196	-.9382	-.6156	4.108	1.2769	.3952	.4833	.0277	-.0009	.2617	.2878	1.4348	1.3010	.4313	.0686	.5211	1.1398	
Z SVF	2.5030	1.2641	2.7564	-.4791	.5857	-.2132	1.7721	-2.094	-3.298	-1.257	-2.539	-.9543	-1.286	.0673	1.482	.7214	-1.703	
Z S04	2.2751	-1.395	1.1155	.0139	-2.770	-.4637	-5.146	.1121	1.0767	1.7657	2.6140	-.1105	-1.088	.1811	-.0020	-1.656	.0168	
Z N03	.7025	1.1218	-.9677	1.1797	1.458	.6805	-.4541	.7865	.2675	.0830	-1.642	-2.453	.0949	-.1858	.6279	-2.081	.3609	
Z Clx	.4614	-.0588	.3144	-1.360	-.7574	-2.372	-1.099	-3.219	-2.187	-2.008	-1.504	-1.171	-3.299	-2.031	.2580	-.7081	-1.675	
Z Min. temp	1.9875	.7918	4.2800	-3.105	-4.300	-2.042	-2.094	4.416	-.1981	-1.829	-2.779	-2.167	-.0672	-.0480	-1.945	.2322	.4270	
Z Rel. fukt	.3553	1.0167	3.8079	-.9187	-2.244	-.3013	-.5342	2.2510	.0027	1.9067	-.0090	-.1672	.4484	.0663	.8287	.0557	.4941	
Z Bjerke p.																		
Z Gress p.																		
Z Utendørs																		
Z S02xClx																		
Z Sykelighet																		
	-.3911	.4310	-.1281	1.8692	1.2014	2.8098	1.2970	3.3787	2.0184	2.1854	1.4597	1.5586	3.1689	2.4110	.1915	.9217	1.7511	

VEDLEGG 5

Sammenligning av resultater for enkelte subjektive
helseparametere fra analyser av forskjellige
modeller og komprimeringsmetoder
(se tekst og vedlegg 4)



MLE estimat	Modell									
	Indiv. start	Indiv. mean	Indiv. m ²	Indiv. m ³	Indiv. m ⁴	Indiv. m ⁵	24h m ²	24h m ⁴	Mikro m ²	Mikro m ⁶
Responstype	18	31	39	37	42	38	27	19	32	33
Svimmelhet	-4.1999	-.1364	-4.4098	-5.5226	-4.5532	-4.6468	-1.8720	-.6962	-1.7423	-2.1407
Sesong	.1947	1.1972	.6987	-.8796	.7210	.6695	1.0221	.9513	-.3333	-.0205
Vinter	2.3537	.9919	1.0422	1.1207	1.0147	1.0202	.7707	.8057	1.1083	1.1282
Gruppe	-.9346	-1.3181								
Studiepopulasjon	-.2835	-.0075	-.0878	-.1628	-.1720	-.0937	-.0693	-.0614	-.1906	-.1511
Deltagere	-.2521	-.1402	-.1713	-.1909	-.0071	-.1554	-.0196	-.0614	-.3878	-.3996
Konstant	-.0741	.0048	-.0122	-.0067	-.0278	-.0107	-.0679	-.0457	-.0129	-.0066
Aktiv	-.1293	.1104	-.0183	-.0163	-.0076	-.0220	-.6176	-.6496	-.0692	-.0603
Morgen	-.0413	-.1761	.0073	.0414	.0076	.0472	-.0603	-.1380	.0037	.0114
Form	.0011	.0256	.0042	-.0079	.0077	.0209	-.2099	-.2180	-.0185	-.0270
S02	.0598	.0341	-.0010	.0650	.0202	-.1794	.0017	.0174	.1134	.1133
N02	-.0203	-.0349	-.0238	-.0168	-.0186	-.0239	.0430	.0134	.0085	-.0022
O3	.0073	-.0043	.0001	.0015	.0004	.0006	.0054	.0039	.0125	.0133
SVF										
S04										
N03										
Clx										
Min.temp										
Rel.fukt										
Bjerke p.										
Gress p.										
Utendørs										
S02xClx										
Sykelighet										
Lungesyke										
Deltagere	3	5	8	7	8	6	2	2	5	4
Konstant	.0182	.7023	-4.7187	-4.7130	-4.0564	-4.1558	6.5155	8.5940	-1.7070	-2.9453
Aktiv	.7500	1.1597	1.2674	1.2548	1.2777	1.2400	.5331	.5708	-.8843	-.5234
Morgen	.6212	.2459	.3764	.3252	.3539	.3163	-.2672	-.3081	-.5161	-.6569
Form	-.9219	-1.6194								
S02	-.1347	.3434	-.0094	.0151	-.4070	-.0108	.5707	-.8805	.8805	.8953
N02	-.1281	.0423	-.2470	-.2405	.0646	-.1608	-5.3963	-.6731	-.6731	-.5164
O3	-.0605	-.0062	.0635	.0654	.0646	.0975	-.1801	-.2225	-.0792	.0878
SVF	-.1520	-.0390	-.0010	-.0080	-.0004	.0497	-.1454	-.0893	.0969	.0791
S04	-.0366	-.2109	-.2761	-.2749	-.2887	-.2957	-.3932	-.4493	-.1346	-.1150
N03	-.2142	.0071	.0228	.0048	.0396	.0276	-.4499	-.4465	-.1141	-.1660
Clx	.0522	.1409	-.1792	.1404	-.1258	-1.3659	-.3799	-.3704	-.2067	-.2355
Min.temp	-.1676	-.2653	-.1792	-.1870	-.1708	-.1952	-.1301	-.1548	-.0460	-.0384
Rel.fukt	-.0355	-.0397	-.3603	-.0824	-.1102	-.0273	.0349	.0367	-.0159	-.0127
Bjerke p.										
Gress p.										
Utendørs										
S02xClx										
Sykelighet				.4899		1.0509				.4589

Cont.

	Indiv. start	Indiv. mean	Indiv. m ²	Indiv. m ³	Indiv. m ⁴	Indiv. m ⁵	24h m ²	24h m ⁴	Mikro m ²	Mikro m ⁶
Sommer										
Gruppe	11	17	22	21	24	21	7	9	16	16
Studiepopulasjon										
Deltagere	7.5489	-1.1935	-7.3035	-9.1240	-7.1360	-5.8631	-6.620	-19.3390	-3.0375	-4.3006
Konstant	1.8471	1.9172	.6592	1.7974	.5853	.7052	1.9954	1.9348	5.7020	.9152
Aktiv	2.0459	.1625	.1793	.2226	.1535	.1280	.5855	.5603	.2742	.2772
Morgen	-1.4477	-1.5529								
Form										
SO ₂	-.3225	-.0055	-.0397	-.0287	-.0859	-.0414	.1942		.3087	.3381
NO ₂	-.7032	-.0880	-.0671	-.0809	-.0106	-.0918	-1.1032	-.6032	-.3103	-.3570
O ₃	-.0021	-.0240	.0046	.0295	.0106	.0141	-.0632	.3612	-.1836	-.1404
SVF	-.1796	-.2607	-.2988	-.1541	-.3050	-.2967	-.8223	-.2554	-.3842	-.3841
SO ₄	.0488	-.0011	-.1862	-.2020	-.1621	-.1744	.4877	.5785	-.1960	-.2068
NO ₃	-.0334	-.0069	-.1422	.0081	-.1554	.1462	.0159	-.1373	.1726	-.1721
Clx	.0626	.0753	.1222	.1145	.1138	.3011	.3232	-.0243	.1713	.1686
Min.temp										
Rel.fukt	.0868	.1674	.1174	.1425	.1282	.1123	-1.5894	-.2681	.1118	.1086
Bjerke p.	-.0225	-.0666	-.0360	-.0055	-.0309	-.0330	-.2972	-.2286	-.0654	-.0617
Gress p.										.3925
Utendørs										
SO ₂ xClx										
Sykkelighet				-.2610		-.1003				
Lungesyke										
Deltagere	7	8	8	8	8	8	3	5	4	3
Konstant	-7.0768	1.4660	-2.8703	-5.4796	-2.6776	-6.9957	-3.8737	-3.4095	-5.8147	-6.5716
Aktiv	.3080	1.3590	.9717	1.5063	.8776	.9674	.8667	1.0794	.6038	.7344
Morgen	.3242	-.7990	-.6618	-1.3453	-.6300	-.6962	-.0453	-.1277	-.4275	-.4345
Form	-1.2127	-2.0231								
SO ₂	.2417	.3741	.4573	.3891		.4176	.8119		.4263	.3731
NO ₂	-.0970	-.3149	-.2873	-.2444	-.0978	-.2878	-.1394	.4518	-.4209	-.4108
O ₃	-.1621	.0563	-.0492	-.0132	-.0594	-.0523	.9543		-.1146	.0079
SVF	-.5284	-.4149	-.5563	-.4289	-.4744	-.5586	-1.7628	-1.3085	-.5489	-.4952
SO ₄	-.1267	-.2473	-.1234	-.1948	-.1751	-.1182	-.2061	-.2092	-.0192	.0222
NO ₃	.0703	-.4770	-.1359	-.0369	-.1129	-.1405	-.0882	-.1604	-.2566	-.3121
Clx	.3289	-.1734	-.0856	-.2006	-.0625	-1.1722	.0157	.1817	-.1778	-.2311
Min.temp										
Rel.fukt	.1521	.0281	-.0342	.0169	-.0322	-.0330	-.4079	-.3526	-.0520	-.0877
Bjerke p.	.3215	.2018	.0782	.2108	.0825	.0797	-.1052	-.1161	.1341	.1317
Gress p.										.4294
Utendørs										
SO ₂ xClx										
Sykkelighet				4.1809		.6635				

Cont.

	Indiv. start	Indiv. mean	Indiv. m ²	Indiv. m ³	Indiv. m ⁴	Indiv. m ⁵	24h m ²	24h m ⁴	Mikro m ²	Mikro m ⁶
Sommer										
Gruppe										
Studiepopulasjon										
Deltagere	21	30	34	33	35	34	16	18	33	30
Konstant	-3.5005	-.7927	-5.9500	-6.1371	-5.9323	-5.6142	-3.6980	-3.9273	-2.9726	-3.1748
Aktiv	.6826	1.5702	1.2670	1.3075	1.2457	1.2715	1.7350	1.6013	-.1035	.0953
Morgen	1.9937	.2251	.2675	.2649	.2663	.2392	.4413	.4755	-.0163	-.0694
Form	-.8795	-1.3813	-.0100	-.0036	.1941	-.0026	.4872	-.0989	.2080	.1776
SO ₂	-.0132	-.0034	-.1899	.1324	.0168	.1981	-.3837	-.0575	-.0575	-.0461
NO ₂	-.2865	.1339	.0165	.0114	-.0609	.0155	-.4091	-.2794	-.0872	-.0588
O ₃	-.0216	.0205	-.0644	-.0140	-.0609	-.0665	-.2396	-.1289	-.0299	.0572
SVF	-.0516	-.0329	-.0498	-.0280	-.0463	-.0856	-.5352	-.6257	-.1484	-.1586
SO ₄	-.2174	-.2848	-.0430	.0170	.0395	.0406	-.1235	-.1375	-.0422	-.0462
NO ₃	.0805	.0759	.0093	-.0078	.0067	-.1062	-.1116	-.0055	.0269	.0190
Clx	-.0858	-.0406								
Min.temp										
Rel.fukt	.0318	.0130	.0179	.0154	.0205	.0111	.0039	-.0062	-.0321	.0345
Bjerke p.	.0983	.1689	.1278	.1716	.1304	.1312	.1928	.0860	.2009	.2020
Gress p.										.1115
Utendørs										
SO ₂ xClx										
Sykelighet				2.3523		.1313				
Lungesyke										
Deltagere	7	10	12	12	13	12	4	5	11	11
Konstant	-2.2687	-5.6450	-6.7858	-6.4172	-6.7423	-7.3547	-15.3860	-9.8919	-3.1241	-2.9919
Aktiv	.3007	2.0607	1.6559	1.9136	1.6019	1.6451	2.2877	2.1911	-.2744	-.5560
Morgen	2.2747	-.0030	.3147	.3521	.2633	.2638	.5165	.8321	-1.0885	-.8881
Form	-.2052	-.7794	.0817	.1056	.0604	.0669	.1712	-.5126	.0925	.1580
SO ₂	-.1087	.0944	-.0341	-.0636	.1205	-.0405	.1216	-.4621	-.0982	-.1063
NO ₂	-.2758	-.0703	.1256	.1353	.1205	.1197	-.3323	-.0779	-.0779	-.0580
O ₃	-.0067	.1510	-.1149	-.1224	-.1217	-.1140	.4136	.1732	-.0697	-.1032
SVF	-.3003	-.1424	-.2703	-.2294	-.2568	-.2391	.2751	.1944	-.4470	-.4391
SO ₄	-.2144	-.2703	-.0598	.0524	.0644	.0640	.4932	.3435	.2111	.2418
NO ₃	.3501	.0541	-.0217	-.0257	-.0277	-.3036	-.4007	-.2941	-.1032	-.1000
Clx	-.1664	.0302								
Min.temp										
Rel.fukt										
Bjerke p.	.0009	-.1174	-.0540	-.0808	-.0483	-.0508	-.0322	.0808	-.1162	-.0837
Gress p.	.1046	.2272	.1963	.2252	.1951	.2054	.1081	.1030	.2380	.2187
Utendørs										
SO ₂ xClx										
Sykelighet				1.2408		.2161				-.1163

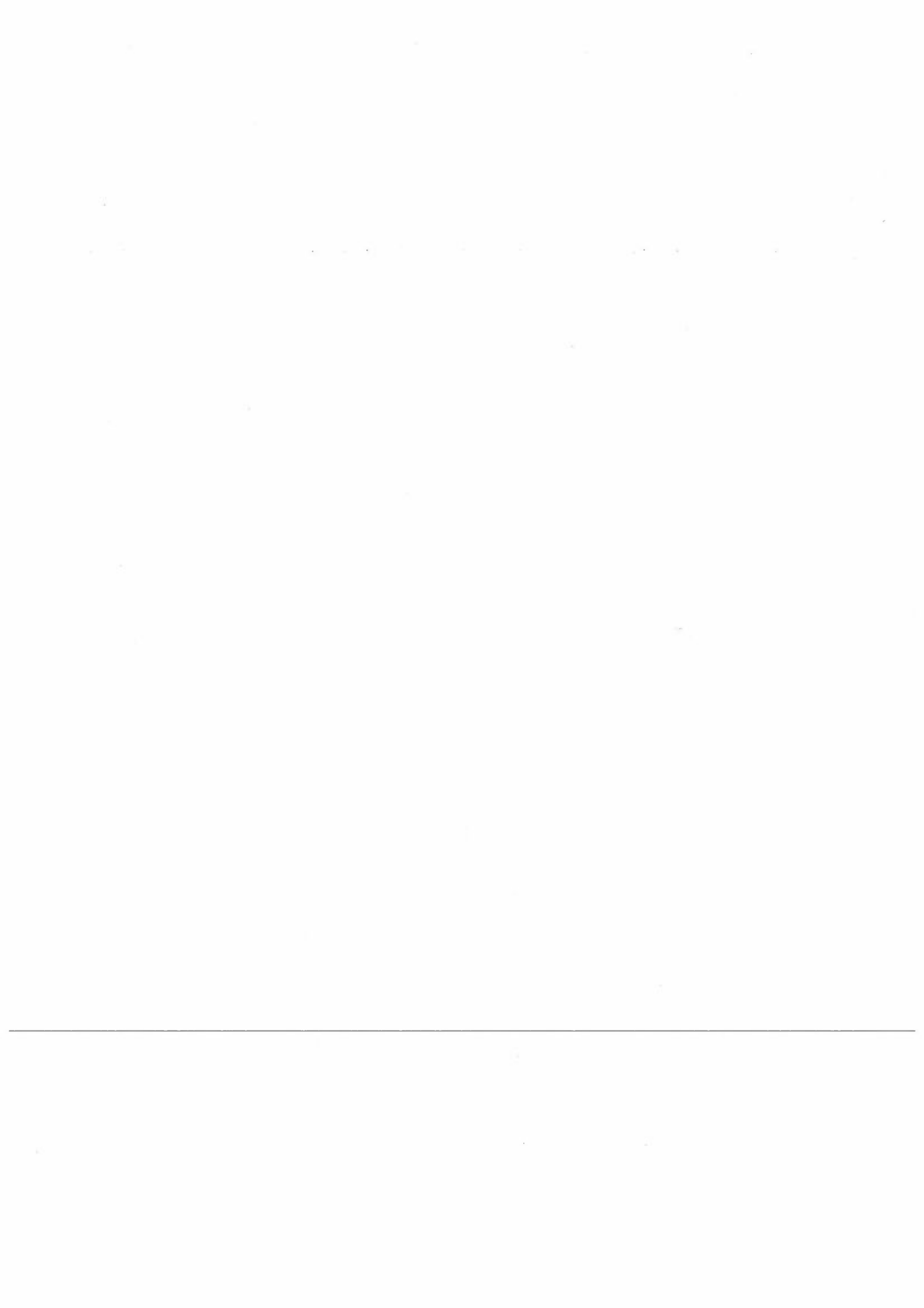
MLE estimat	Modell										
	Indiv. start	Indiv. mean	Indiv. m ²	Indiv. m ³	Indiv. m ⁴	Indiv. m ⁵	24h m ²	24h m ⁴	Mikro m ²	Mikro m ⁶	
Responstype											
Nysing											
Sesong											
Vinter											
Gruppe											
Studiepopulasjon											
Deltagere											
Konstant	80	98	111	109	112	109	72	80	104	98	
Aktiv	-4.9058	-2.2969	-6.9208	-7.6524	-6.9070	-7.3402	-9.0174	-8.9975	-6.7383	-7.2863	
Morgen	.2055	1.5173	1.1666	1.3054	1.1770	1.1740	1.1517	1.1377	.3597	.4948	
Form	2.5373	.5420	.4972	.5324	.4876	.4863	.7396	.6990	.3708	.3564	
S02	-6957	-1.3951									
N02	-1.1618	-1.1176	-1.1371	-1.1016	-1.0921	-1.1915	-1.6393	-1.4727	-1.1320	-1.1284	
O3	-3881	-1.1195	-0.5955	-0.697	-0.433	-0.761	-0.552	.0057	-0.445	.0302	
SVF	.0065	.0314	.0332	.0417	-0.119	.0335	.0107	.0057	.0316	.0361	
S04	.0336	.0024	.0015	.0089	-0.023	.0016	-1.125	-1.884	-0.010	-0.137	
N03	-0.019	.0143	.0152	.0301	.0023	.0147	.1199	.0961	.0775	.0846	
Clx	-0.002	-0.293	-0.223	-0.188	-0.184	-0.287	-1.345	-1.035	-0.216	-0.334	
Min. temp	-0.159	-0.412	-0.179	-0.314	-0.182	-0.5730	-0.528	-0.346	-0.023	-0.037	
Rel. fukt	-0.307	.0009	.0038	.0005	.0038	.0008	-0.541	-0.368	.0123	.0083	
Bjerke p.	.0047	.0025	.0053	.0078	.0055	.0058	.0406	.0409	.0151	.0165	
Gress p.											
Utendørs											
S02xC1x											
Sykelighet											
Lungesyke											
Deltagere											
Konstant	22	25	28	3.0858	28	28	22	22	26	26	
Aktiv	-3.2076	-1.9295	-6.0335	-5.7752	-6.4870	-6.9285	-5.5041	-5.2289	-3.1739	-4.0339	
Morgen	.3726	1.3926	1.3903	1.4207	1.4355	1.3787	1.0340	.9927	-0.574	.1446	
Form	2.6477	1.1245	1.0350	1.0590	.9675	1.0367	1.2418	1.2069	.6198	.5529	
S02	-4345	-1.2341									
N02	-1.1601	-1.1850	-2.399	-2.524	-0.234	-2.928	-5.914	-1.0472	-1.207	-1.663	
O3	.7537	.0208	.0269	.0139	.0155	.0286	-8.449	.0459	.0005	.0828	
SVF	.0420	.0078	.0046	-0.040	-0.102	.0006	.0192	.0459	-0.493	-0.425	
S04	-0.585	-0.441	-0.923	-0.948	-1.012	-0.794	.1397	-0.578	-1.292	-1.238	
N03	-0.222	-0.445	.0004	-1.196	.0088	.0118	-2.037	-2.475	-1.293	-1.309	
Clx	-0.555	.0058	.0297	.0284	.0323	.0226	-0.172	.0192	.0566	.0421	
Min. temp	-0.845	-0.268	-0.249	-0.188	-0.204	-0.4399	-1.244	-1.430	.0050	.0053	
Rel. fukt	-0.131	-0.456	-0.0697	-0.0766	-0.0662	-0.0680	-0.819	-0.0784	-0.0031	-0.0071	
Bjerke p.	-0.0027	.0044	.0110	.0083	.0115	.0111	.0348	.0360	.0085	.0090	
Gress p.											
Utendørs											
S02xC1x											
Sykelighet											
				2.1075		.2947				.3301	

Cont.

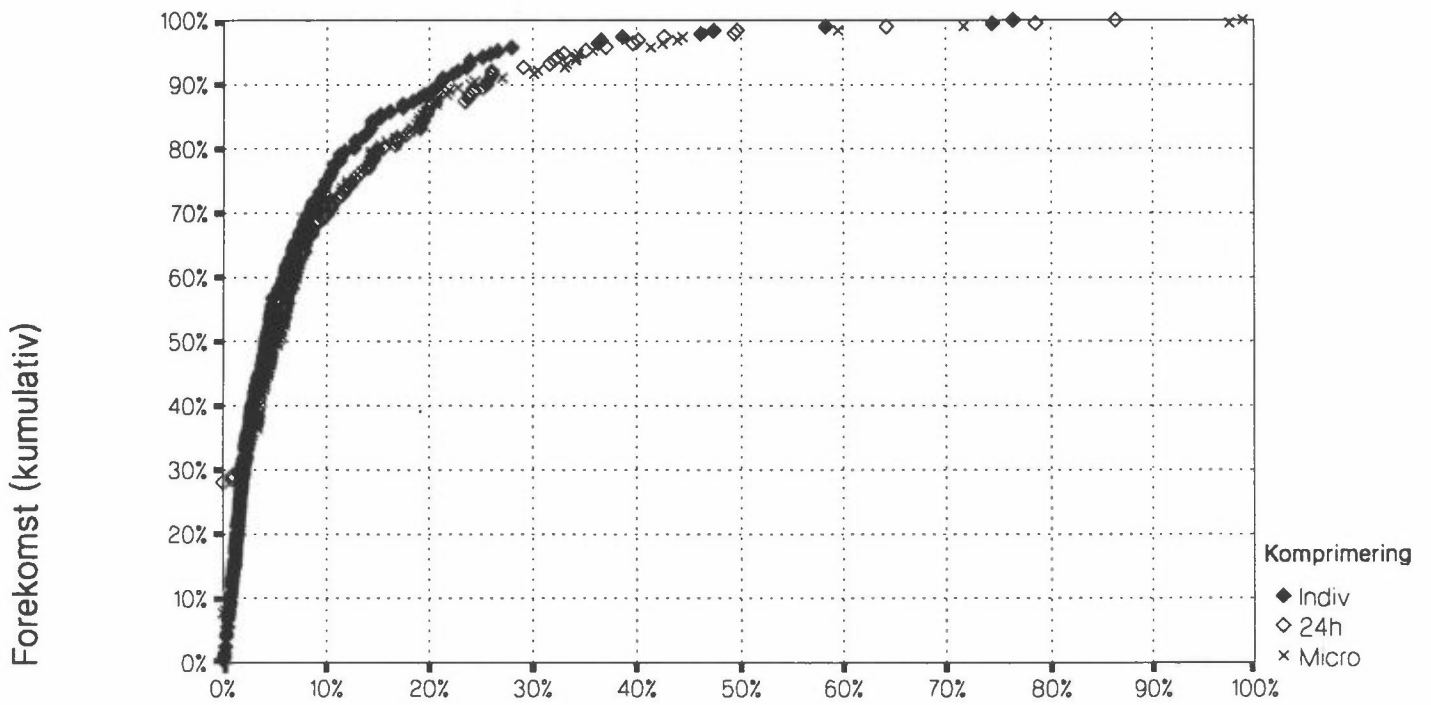
	Indiv. start	Indiv. mean	Indiv. m ²	Indiv. m ³	Indiv. m ⁴	Indiv. m ⁵	24h m ²	24h m ⁴	Mikro m ²	Mikro m ⁶
Sommer										
Gruppe	63	89	100	97	100	99	55	59	91	86
Studiepopulasjon	-3.3708	-4.617	-5.0166	-5.1327	-5.0498	-5.4929	-2.1554	-3.3282	-3.7089	-5.0092
Deltagere	.4144	1.3970	1.1515	1.1743	1.1270	1.1489	1.4050	1.3930	.2658	.6585
Konstant	2.6720	.4001	.3531	.3547	.3453	.3478	.7747	.7739	.1987	.1475
Morgen	-.8989	-1.4178								
Form	-.0603	-.0796	-.0366	-.0507	-.0296	-.0464	.0050		.0823	.0659
SO ₂	-.3691	-.0201	-.0427	-.0182	.0296	.0505	-.6195	-.7753	.0662	.1514
NO ₂	-.0925	.0046	.0018	.0105	.0063	.0030	-.5036	-.3595	-.0108	.0403
O ₃	-.0205	-.0821	-.0632	-.0568	-.0526	-.0610	.5160	.2933	-.0841	-.0789
SVF	-.0432	.0166	.0251	.0434	.0252	.0214	.0775	.1344	.0685	.0631
SO ₄	-.0922	.0903	.0809	.0671	.0764	.0808	.0406	-.0748	.0663	.0538
NO ₃	-.0252	.0086	-.0056	-.0078	-.0122	-.3848	-.0230	-.0254	.0825	.0773
Clx										
Min.temp										
Rel.fukt	.1224	.1249	.0265	.0228	.0348	.0235	.0988	.0912	.0485	.0343
Bjerke p.	.0194	-.0404	-.0093	-.0230	-.0078	-.0092	-.0734	-.0617	-.0011	-.0079
Gress p.										.4275
Utendørs										
SO ₂ xClx				1.7905		.2274				
Sykelighet										
Lungesyke										
Deltagere	18	22	27	26	28	27	20	21	23	23
Konstant	-.1659	-.9296	-3.5519	-3.5338	-3.4924	-3.6595	-4.0953	-4.0811	-1.5332	-2.2415
Aktiv	-.7550	.7736	.6378	.6649	.6201	.6474	.5355	.5566	-.5762	-.3495
Morgen	2.5563	.6989	.8211	.8396	.7945	.8326	1.3036	1.2336	1.0584	1.0578
Form	-.7617	-1.1982								
SO ₂	-.0843	-.0536	-.0592	-.0544	-.0736	-.0698	.0969		-.0635	-.0990
NO ₂	-.3093	-.0639	-.0693	-.0784	-.0193	-.0693	.2427	.2499	-.0427	-.0072
O ₃	-.1987	.0693	.0777	.0849	.0193	.0156	.2735	.1745	-.0671	-.0139
SVF	-.1102	-.0409	-.0187	-.0289	-.0178	-.0150	-.1170	-.0221	.1218	.1355
SO ₄	-.1222	-.0075	.0016	.0056	-.0178	-.0080	.0106	.0064	.0092	.0123
NO ₃	.0741	-.0033	-.0035	-.0193	-.0031	-.0021	.0020	.0017	-.0656	-.0776
Clx	-.0866	-.0803	-.0410	-.0545	-.0387	-.0398	-.1546	-.1363	-.0165	-.0152
Min.temp										
Rel.fukt	.0754	-.0163	-.0063	-.0093	-.0077	-.0072	-.0141	.0103	.0148	.0145
Bjerke p.	.0473	.1249	.0152	.0299	.0206	.0150	.0204	.0253	-.0014	-.0031
Gress p.										.2382
Utendørs										
SO ₂ xClx						.0209				
Sykkelighet				2.5367						

VEDLEGG 6

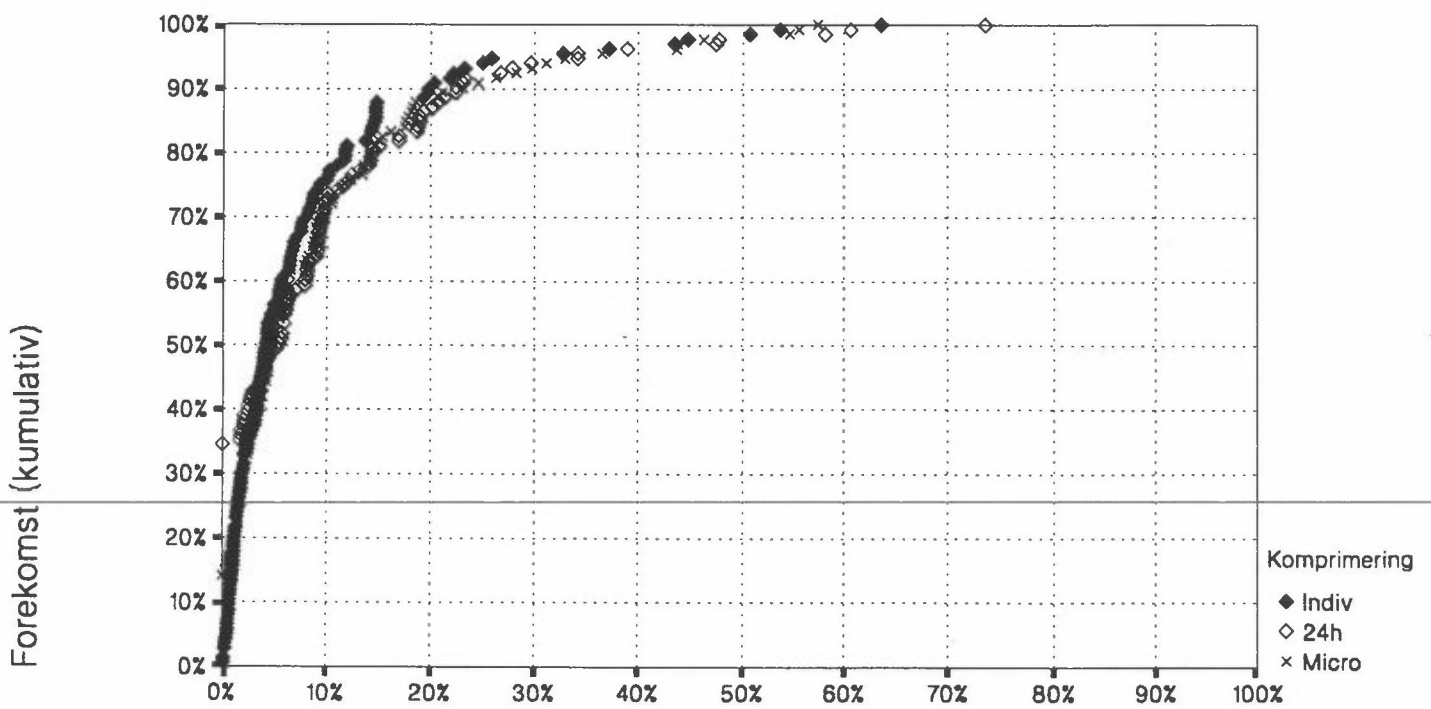
Kumulativ prosent
på alle helseparametere



Sliten/slapp Vinter

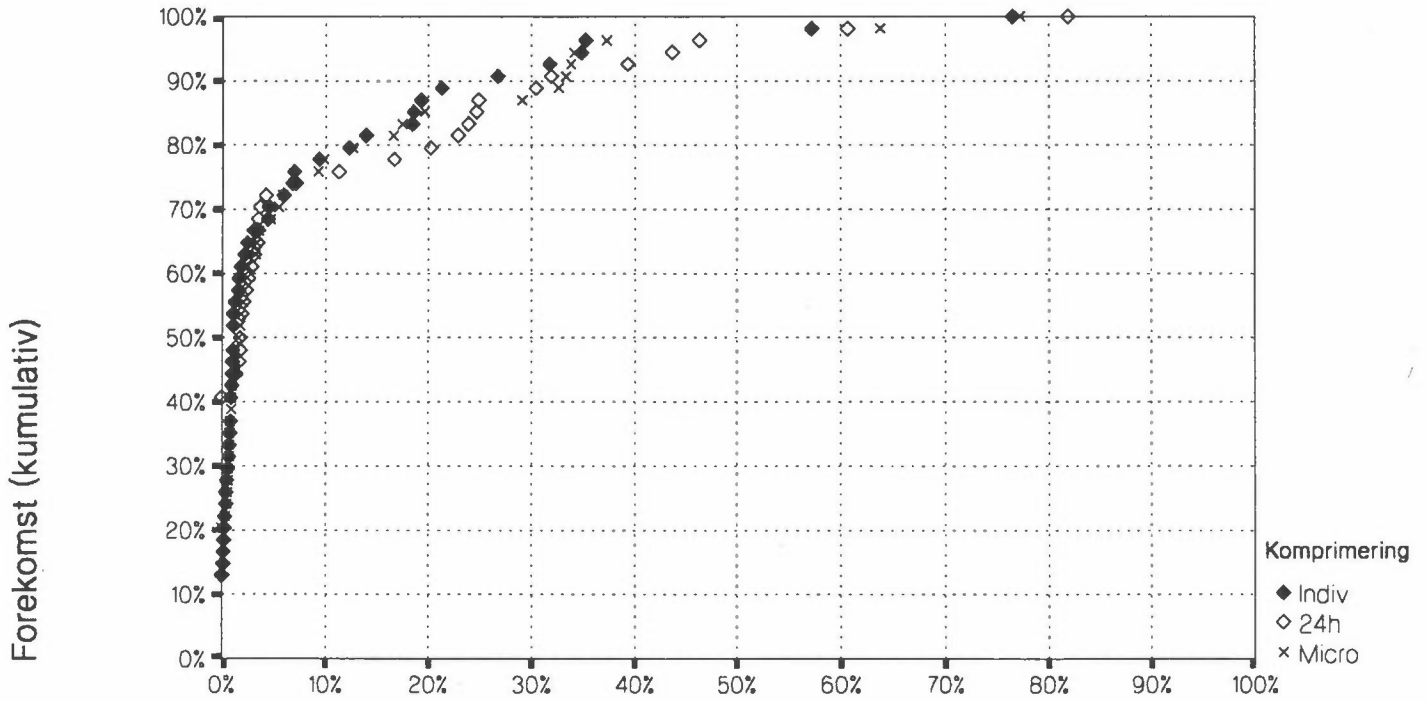


Sliten/slapp Sommer

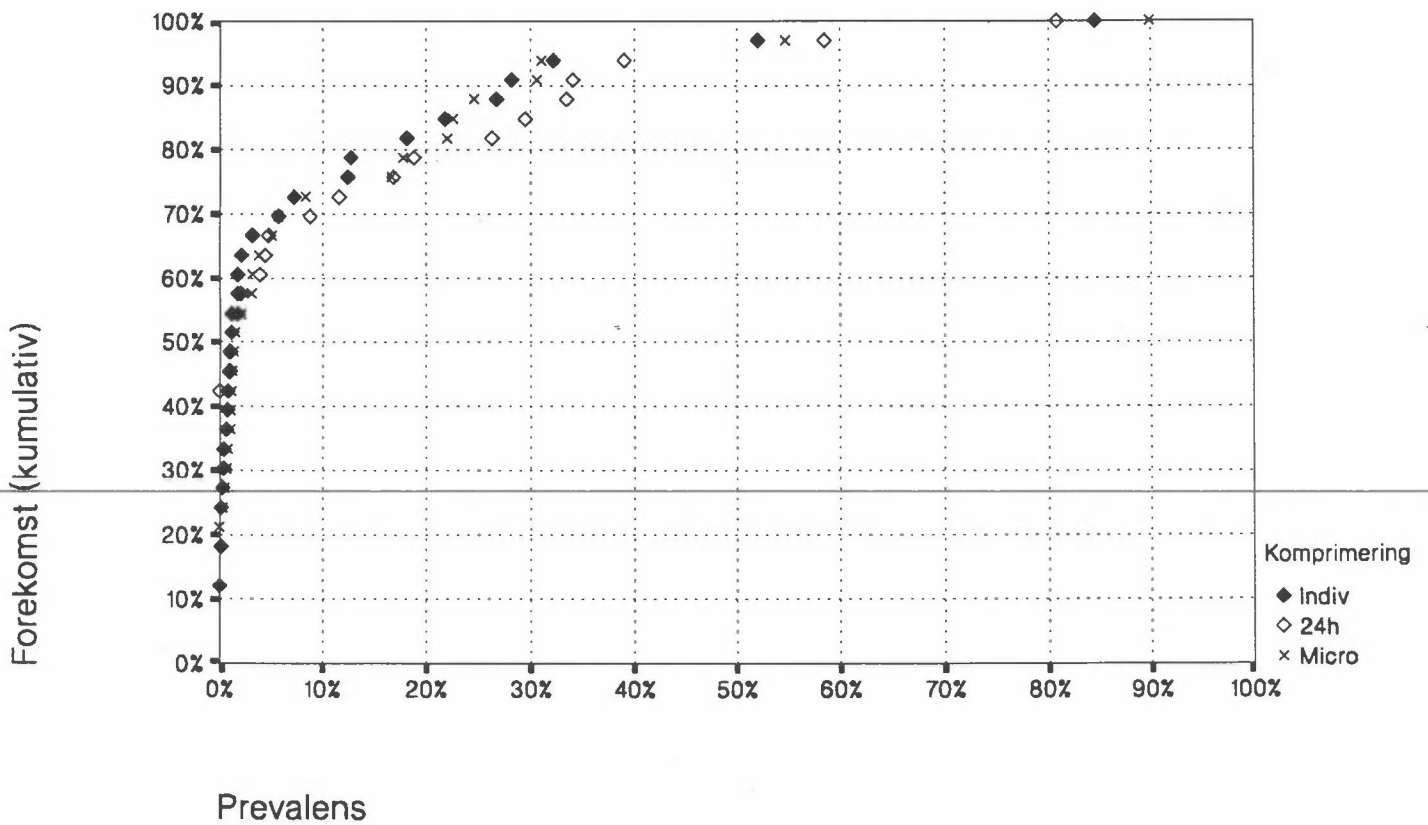


Prevalens

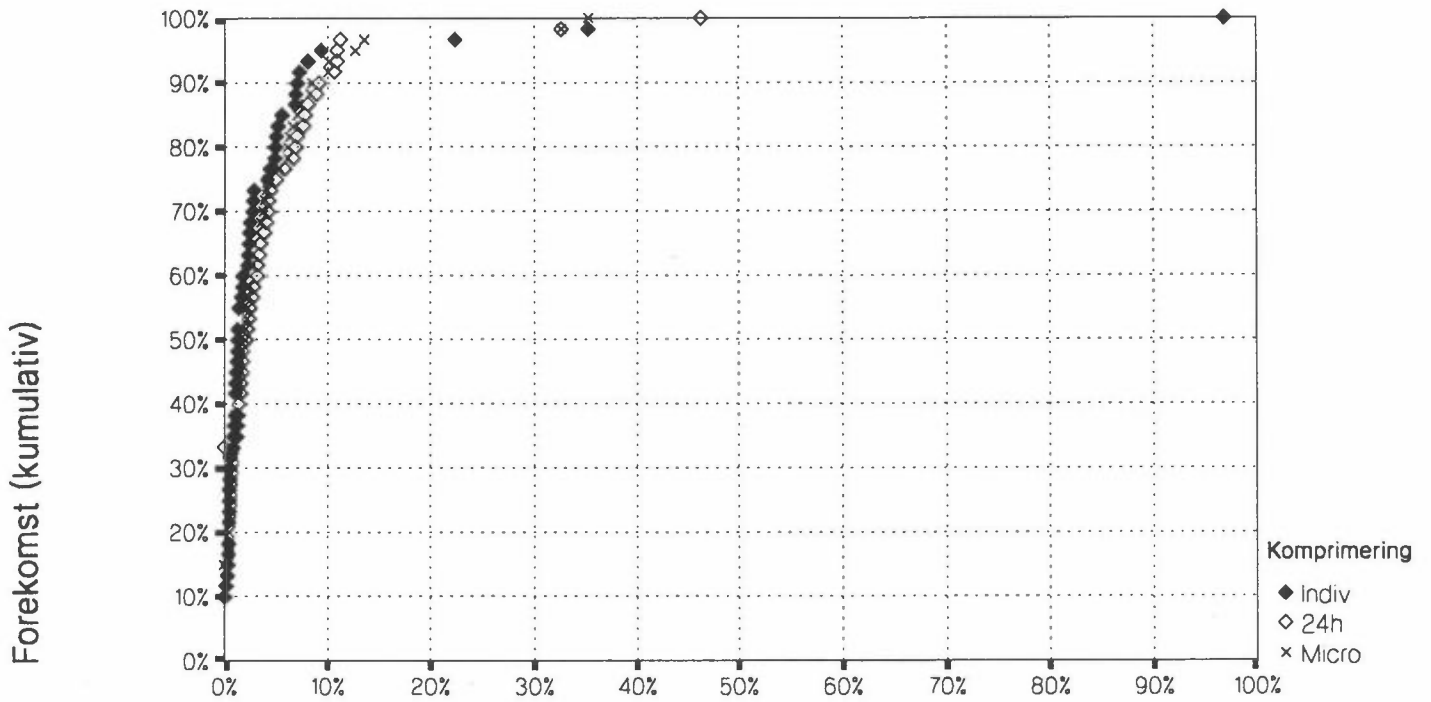
Sjenerende støy Vinter



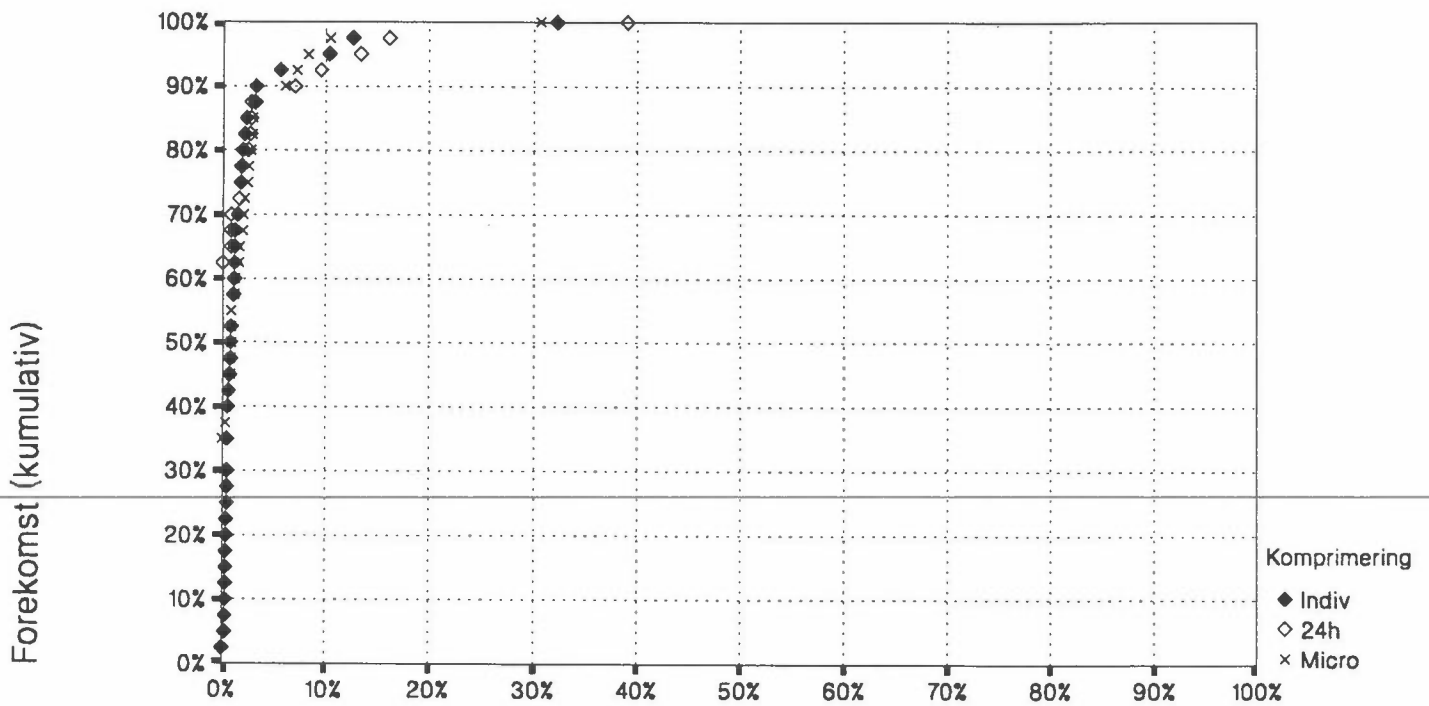
Sjenerende støy Sommer



Sjenerende lukt Vinter

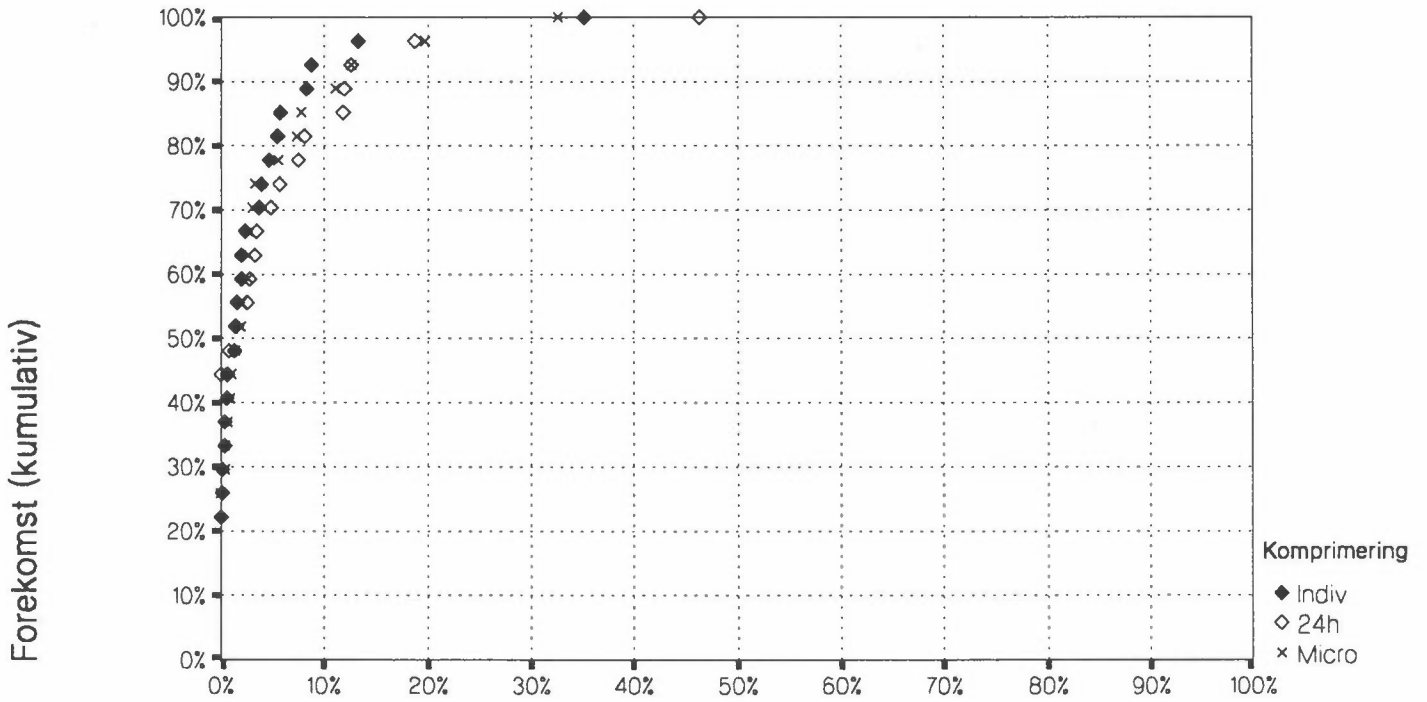


Sjenerende lukt Sommer

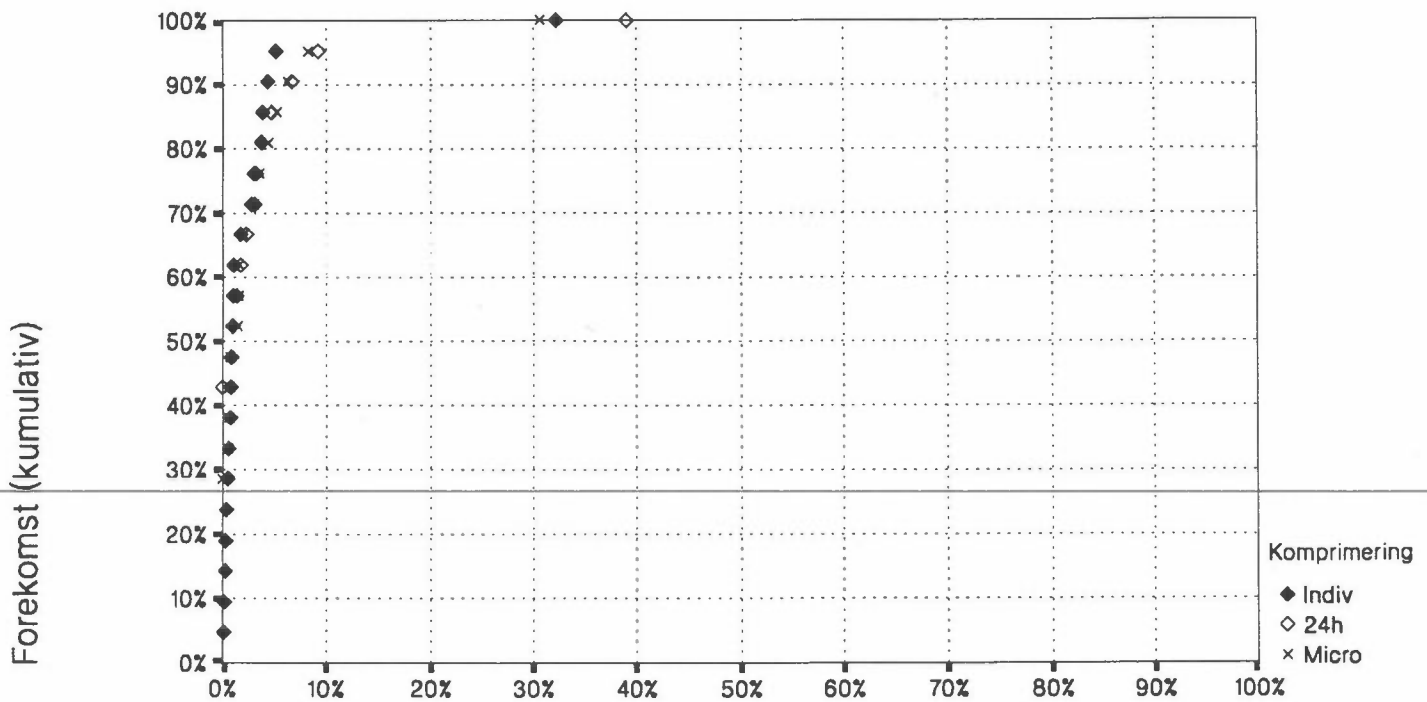


Prevalens

Sjenerende industrirøyk Vinter

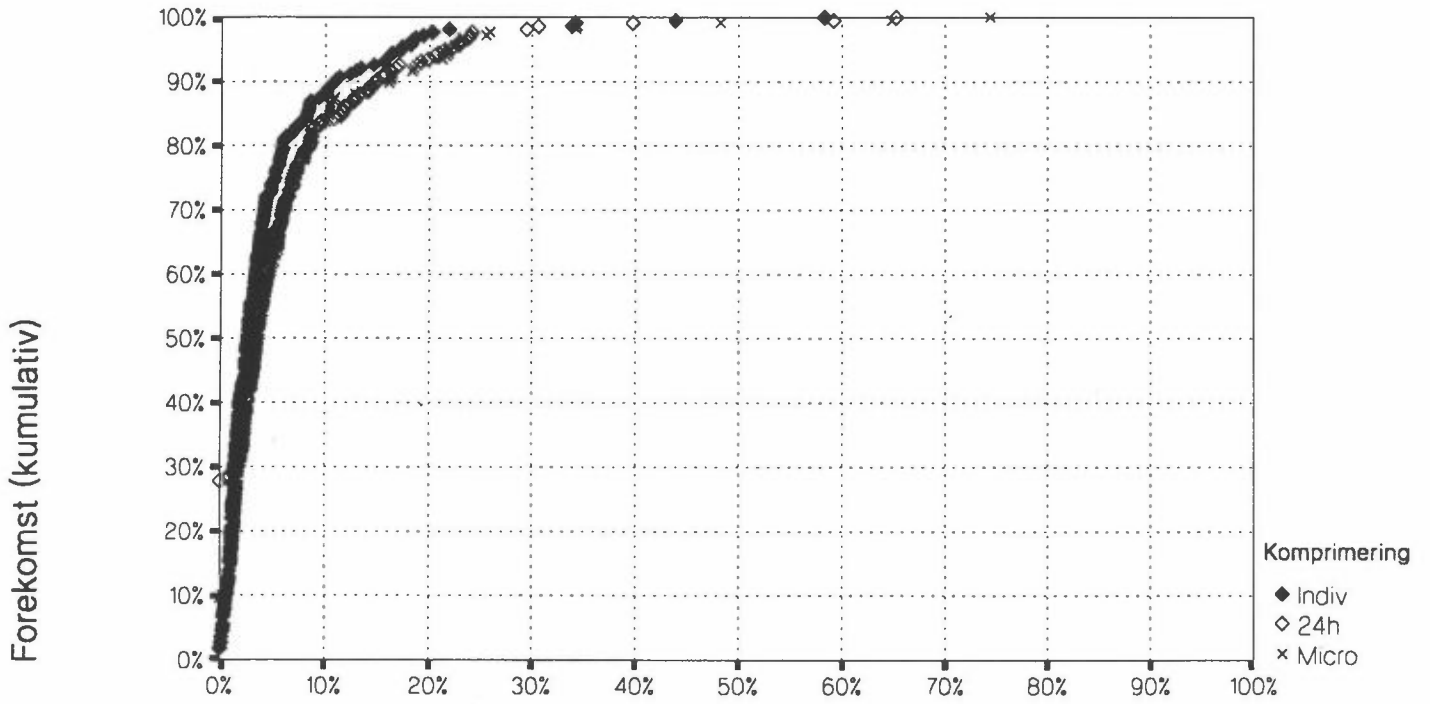


Sjenerende industrirøyk Sommer

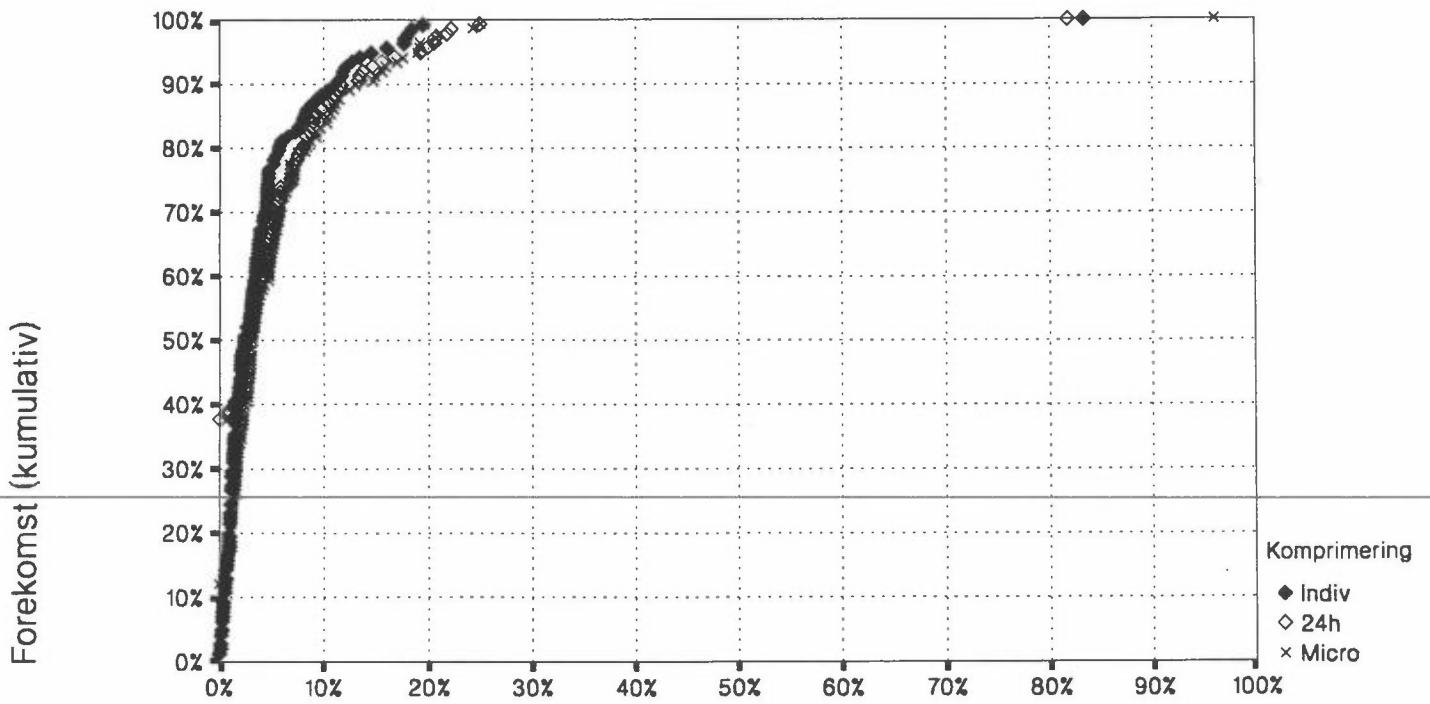


Prevalens

Hodepine Vinter

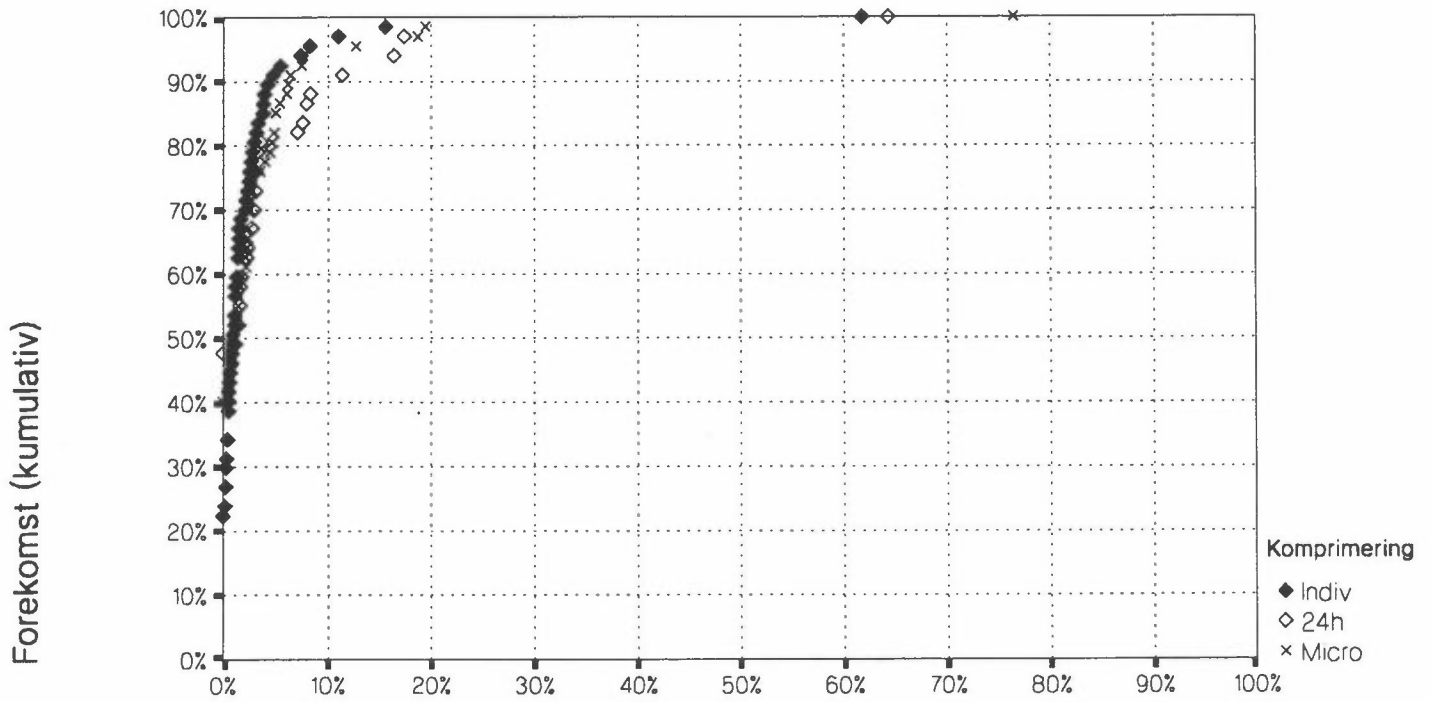


Hodepine Sommer

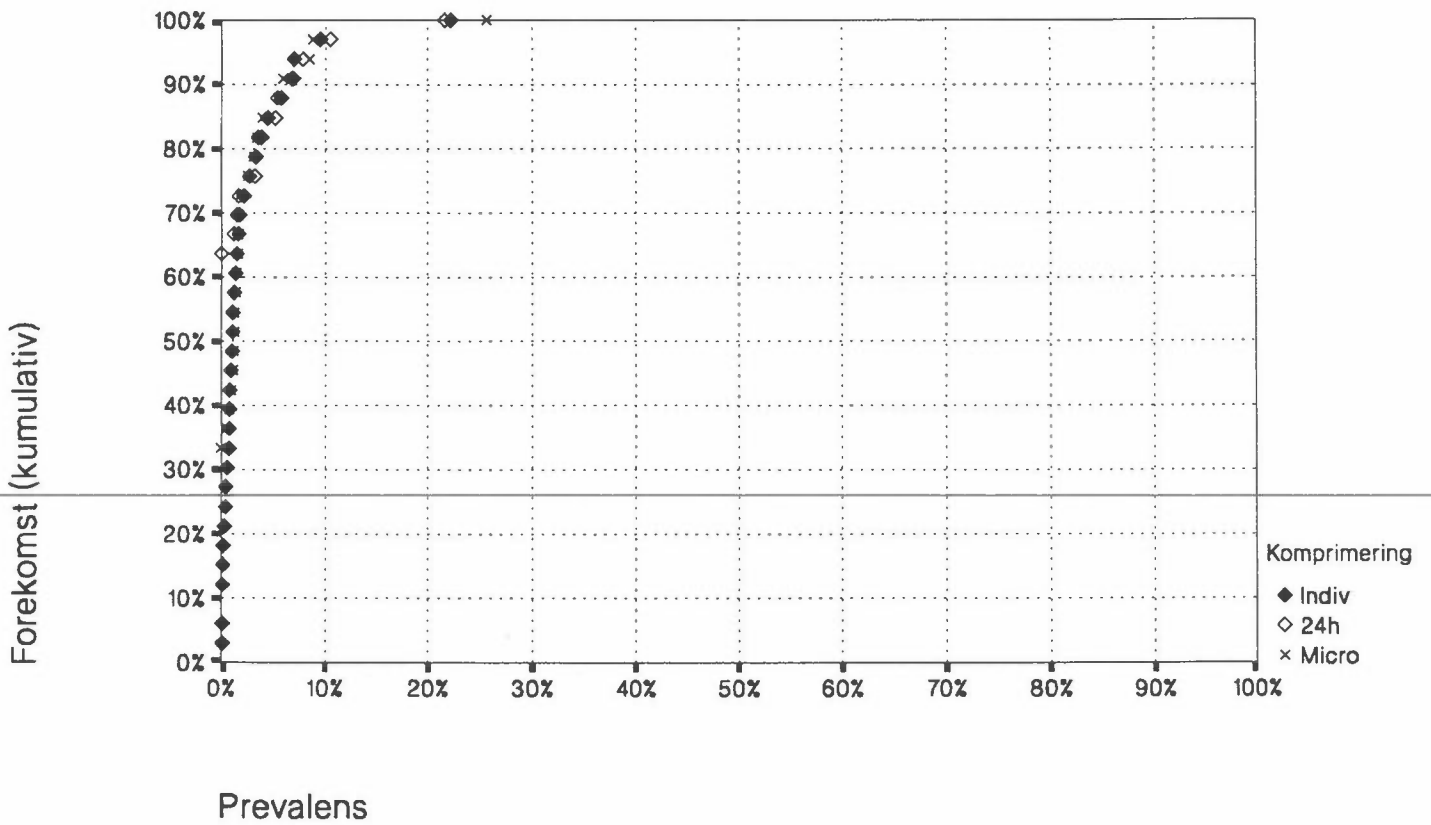


Prevalens

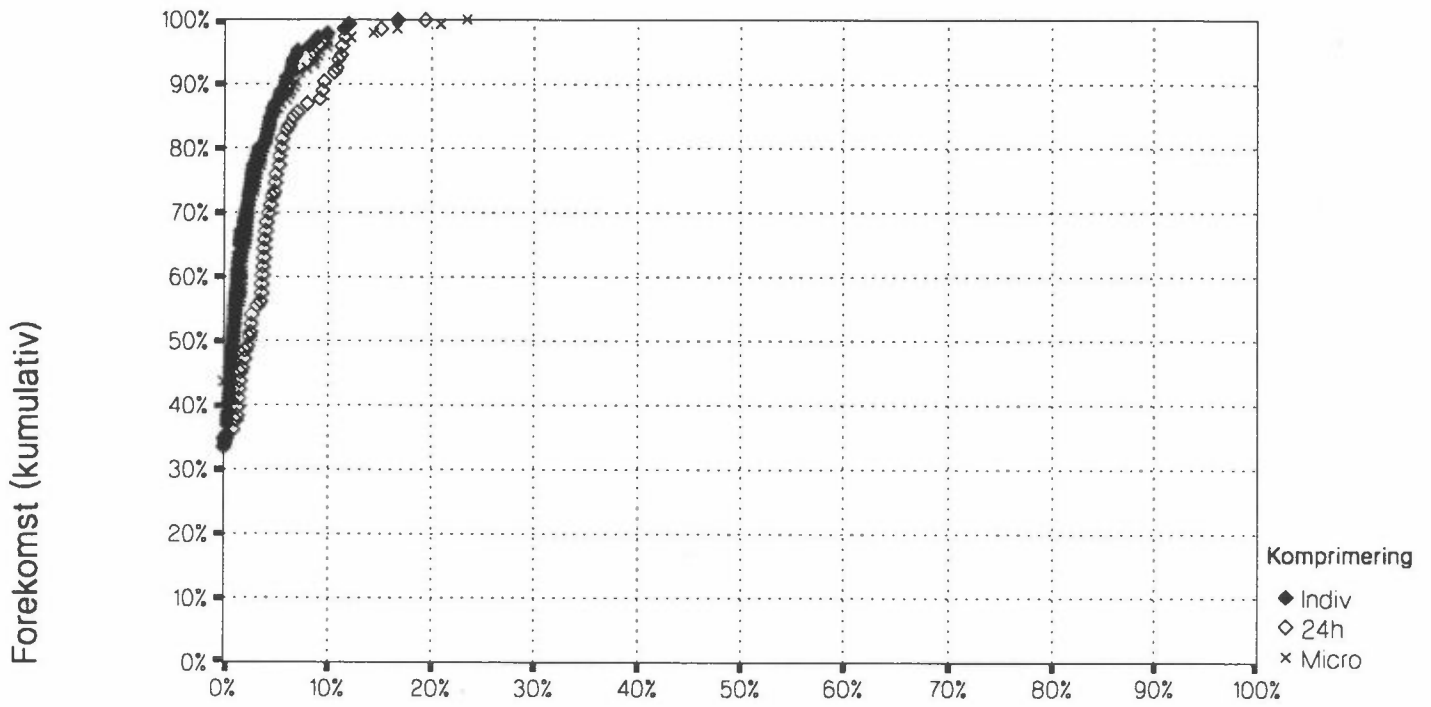
Svimmelhet Vinter



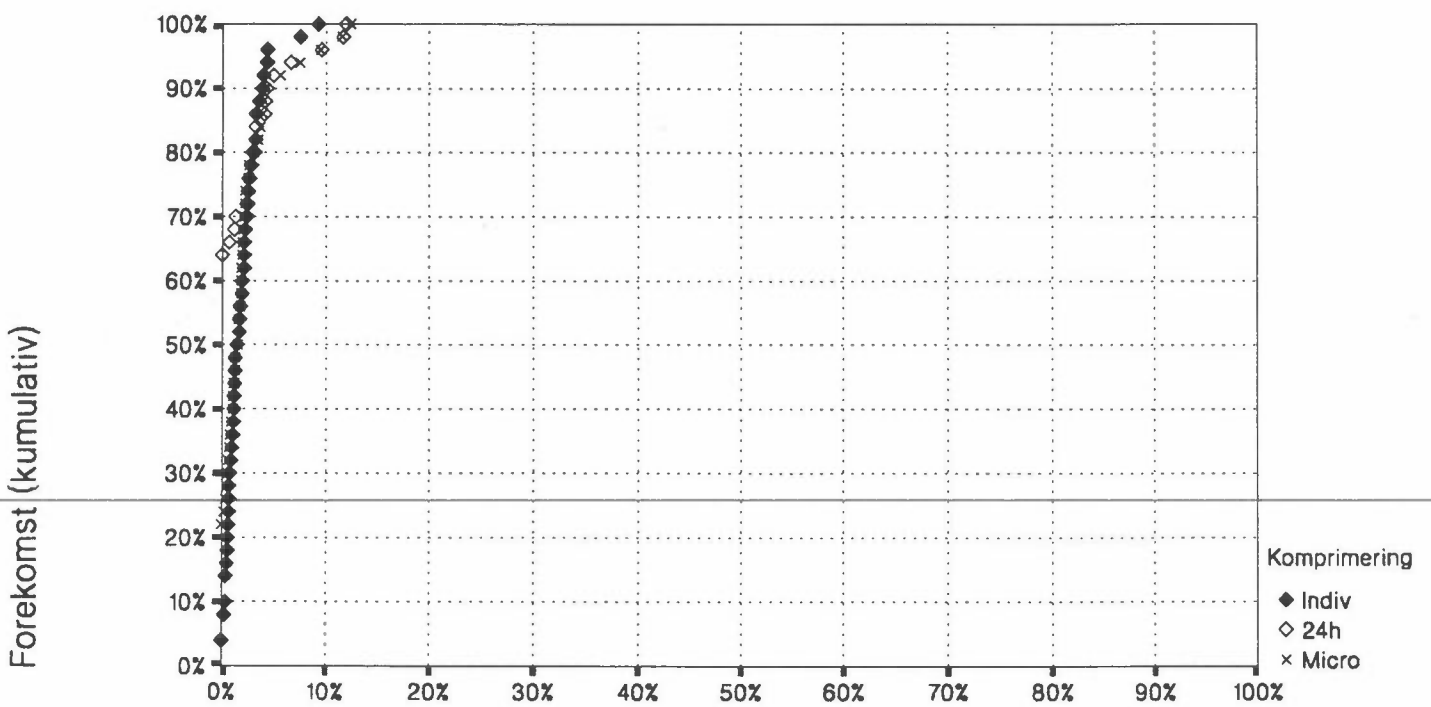
Svimmelhet Sommer



Kvalm/uvel Vinter

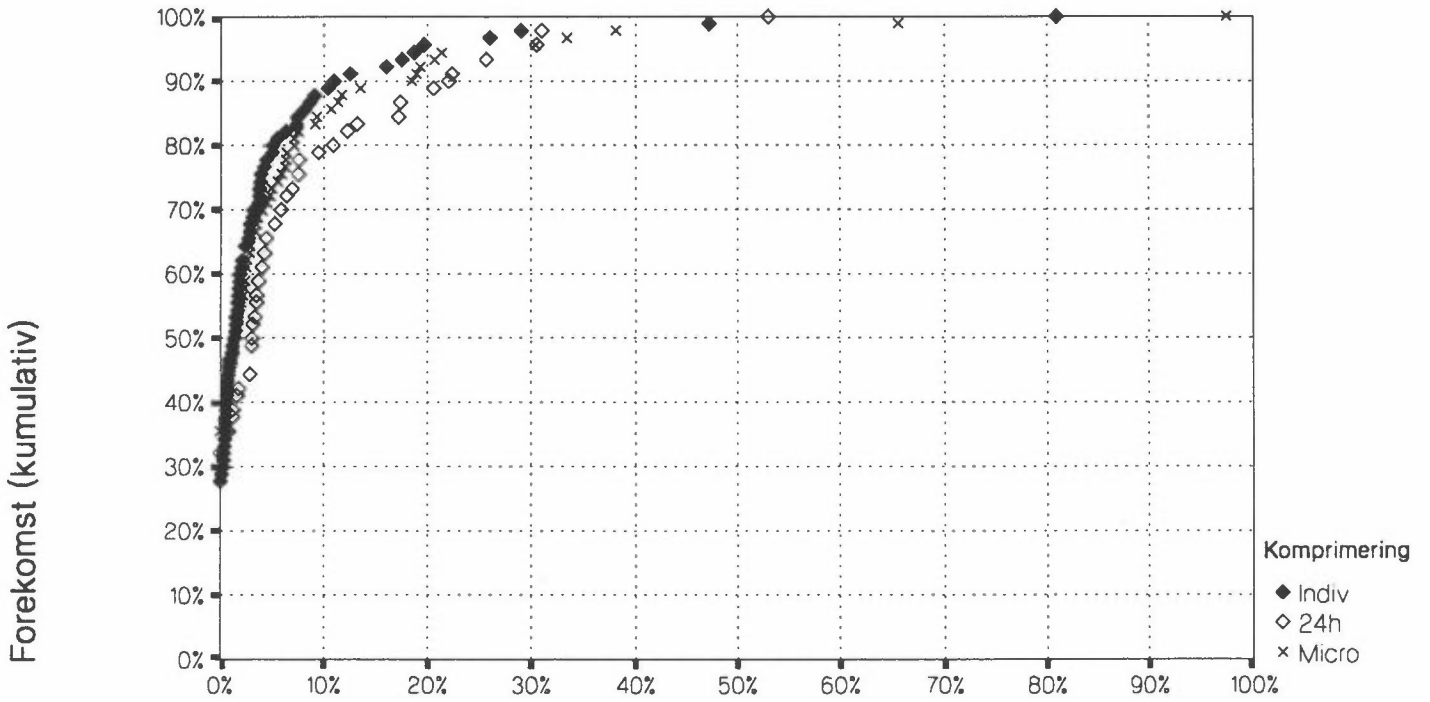


Kvalm/uvel Sommer

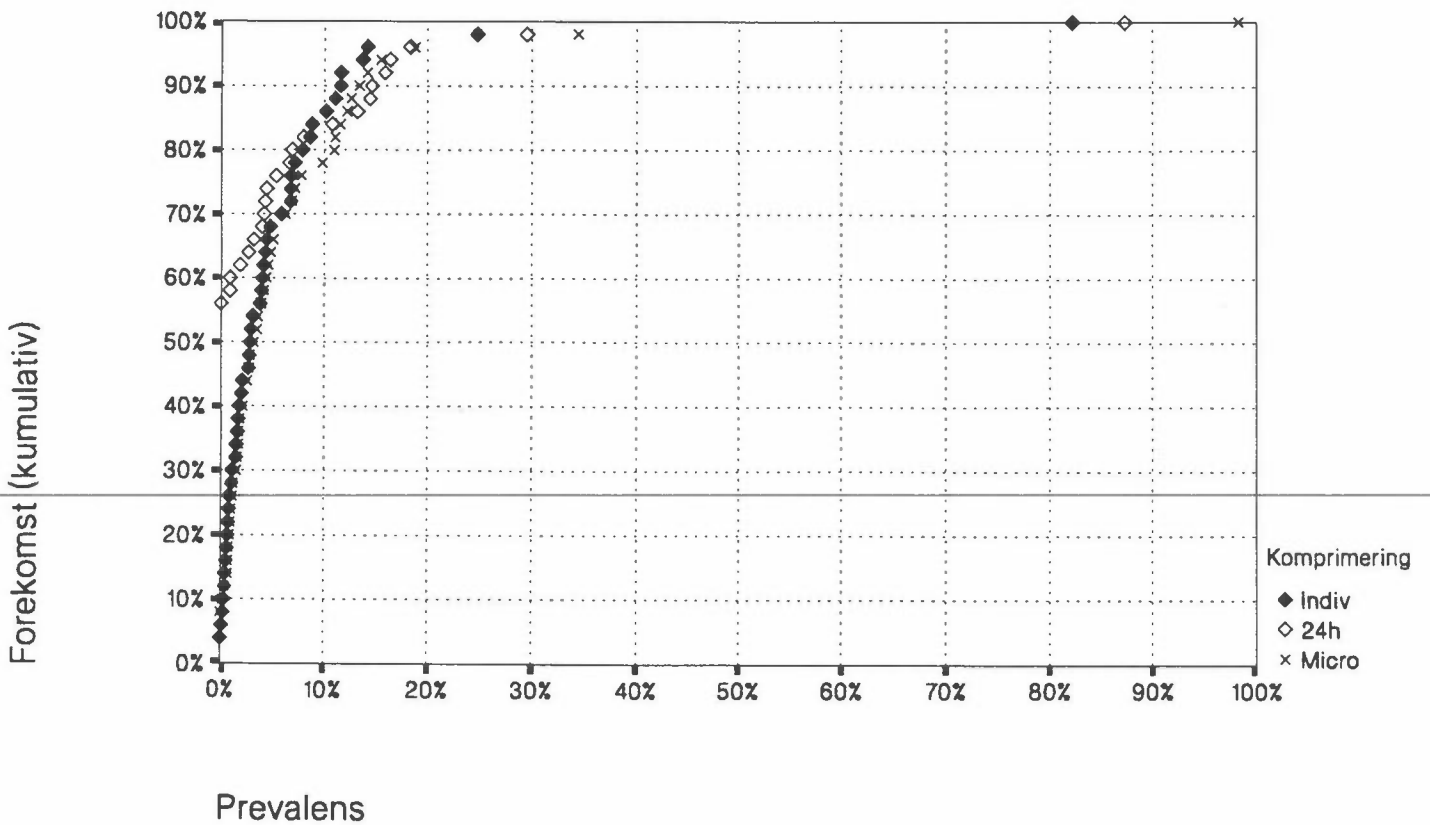


Prevalens

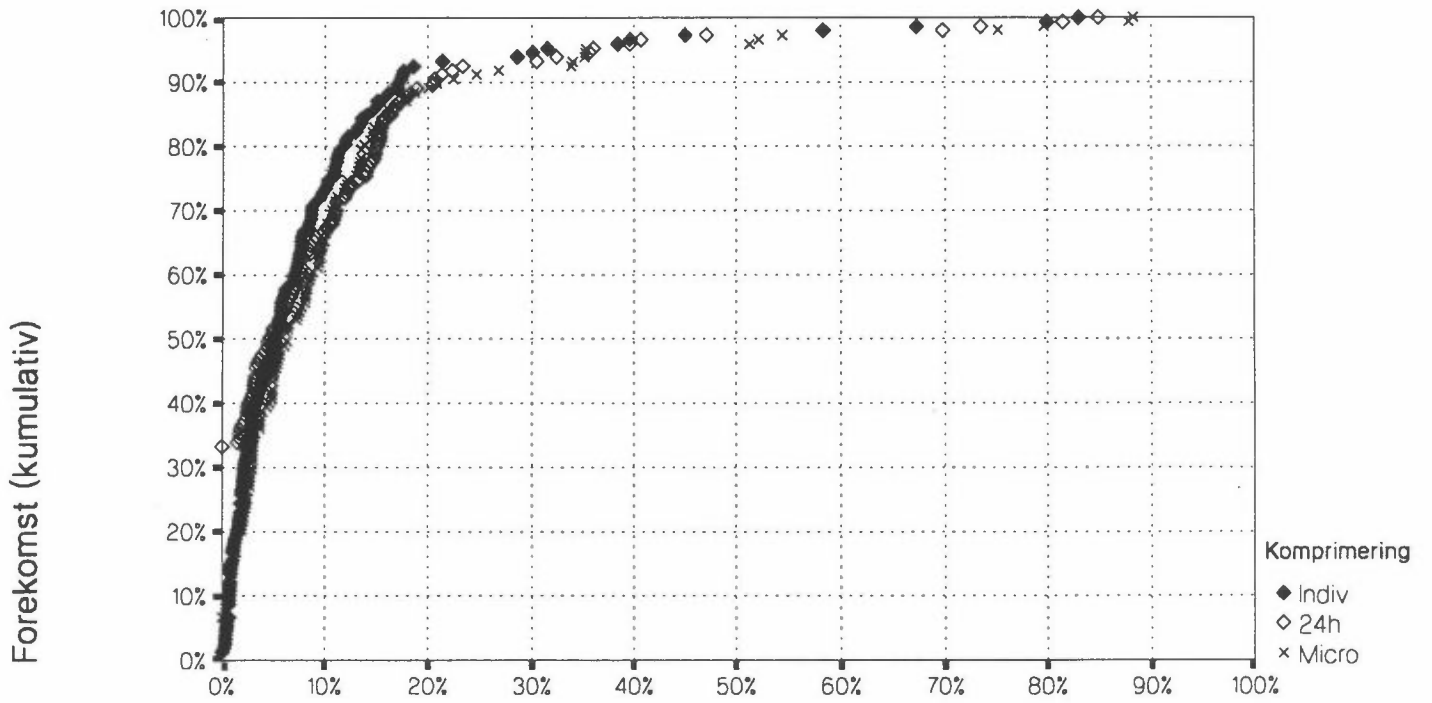
Øyeirritasjon Vinter



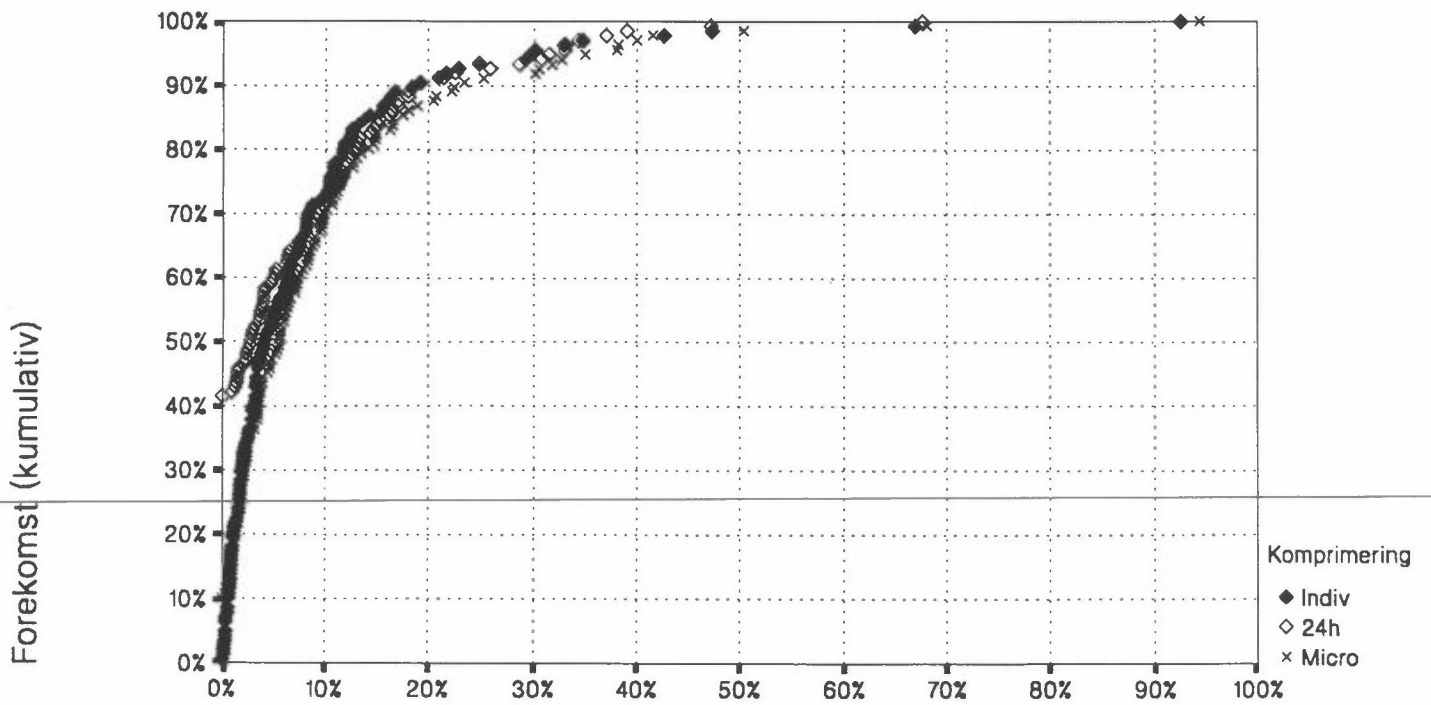
Øyeirritasjon Sommer



Nysing Vinter

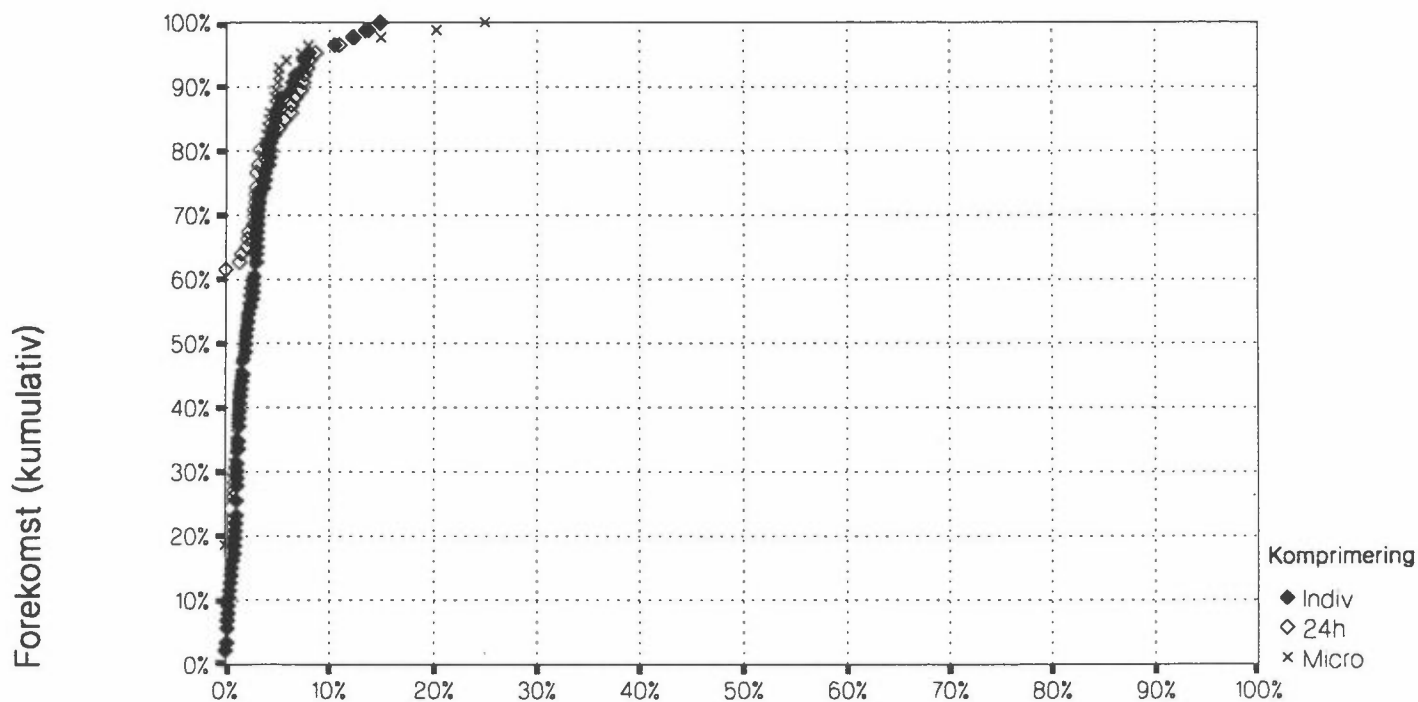


Nysing Sommer

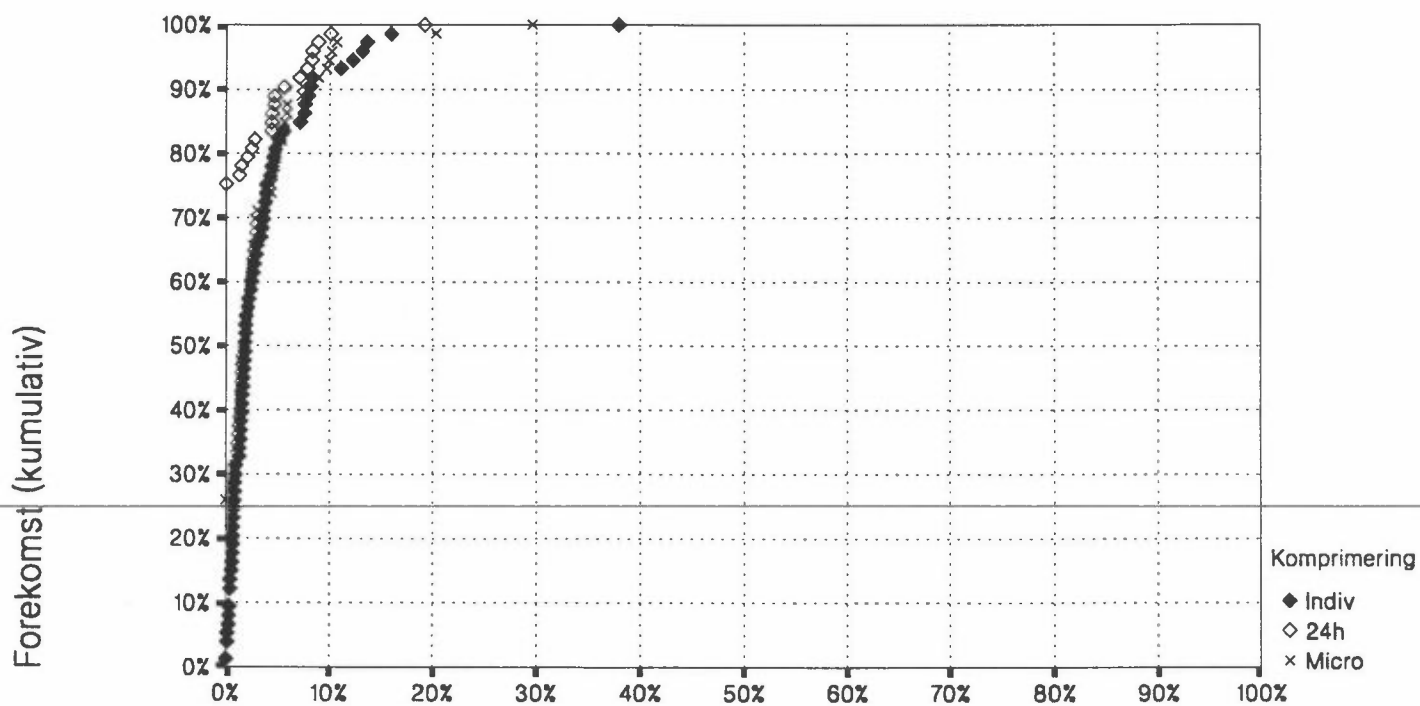


Prevalens

Feberfølelse Vinter

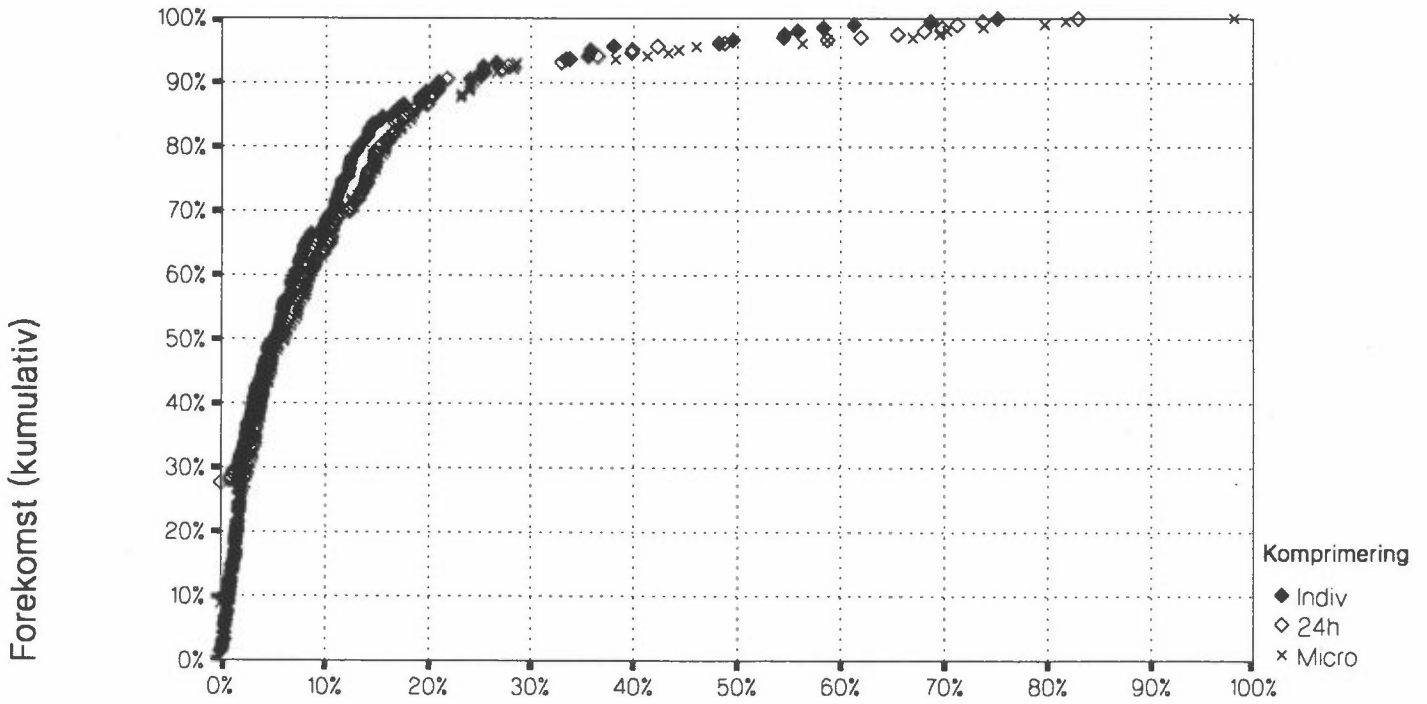


Feberfølelse Sommer

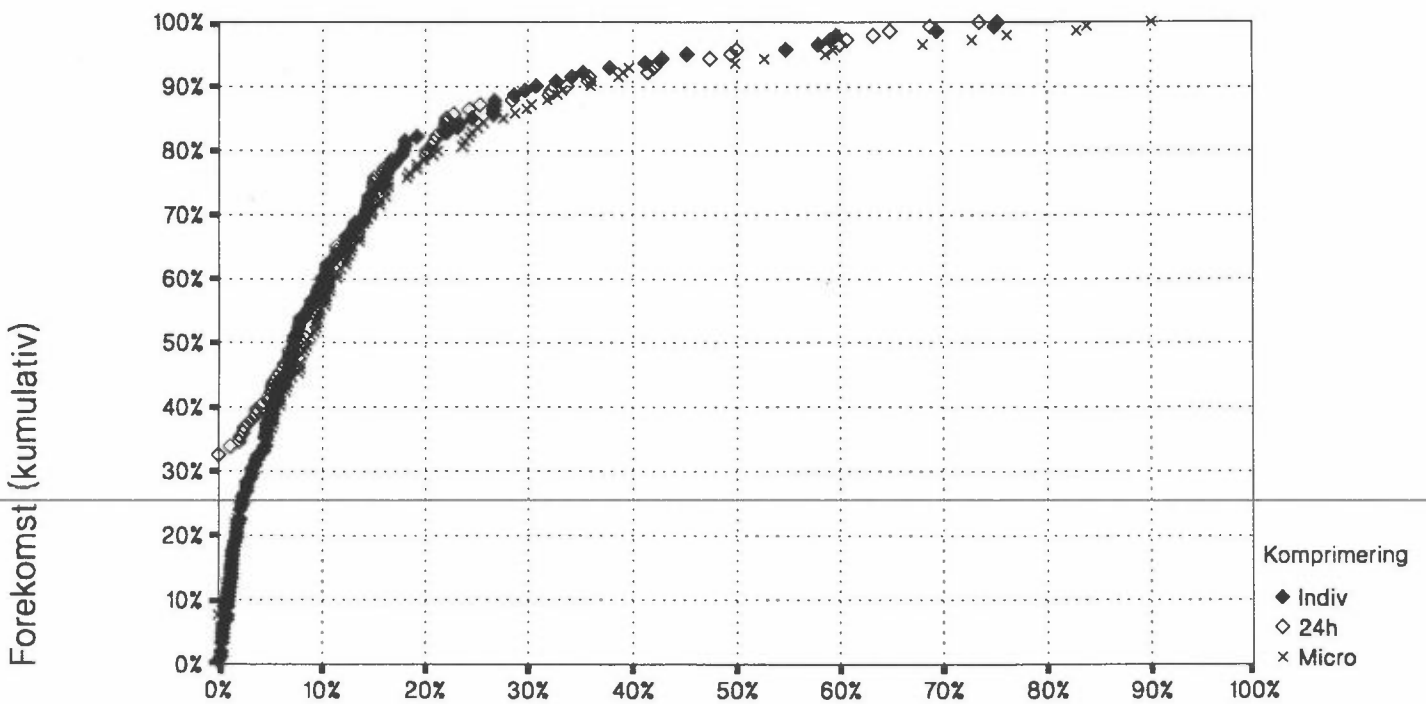


Prevalens

Halsirritasjon Vinter

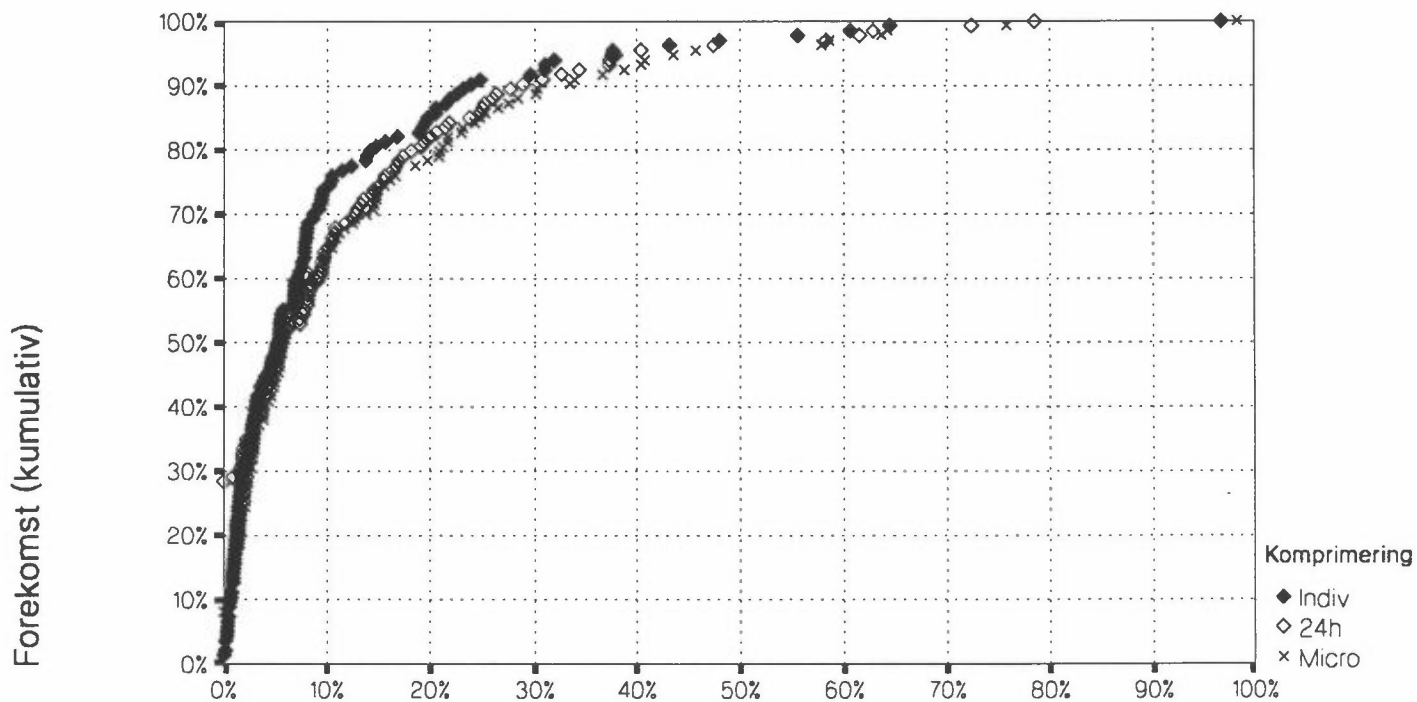


Halsirritasjon Sommer

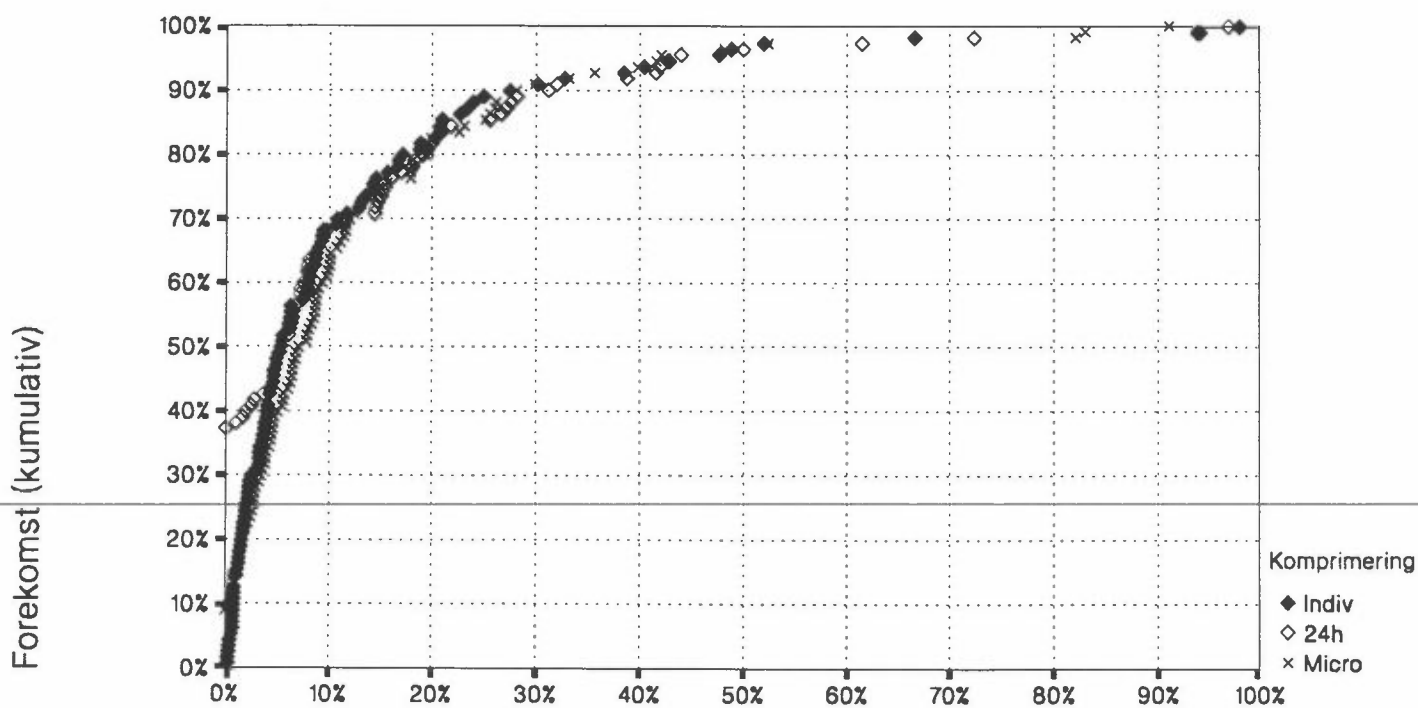


Prevalens

Hoste Vinter

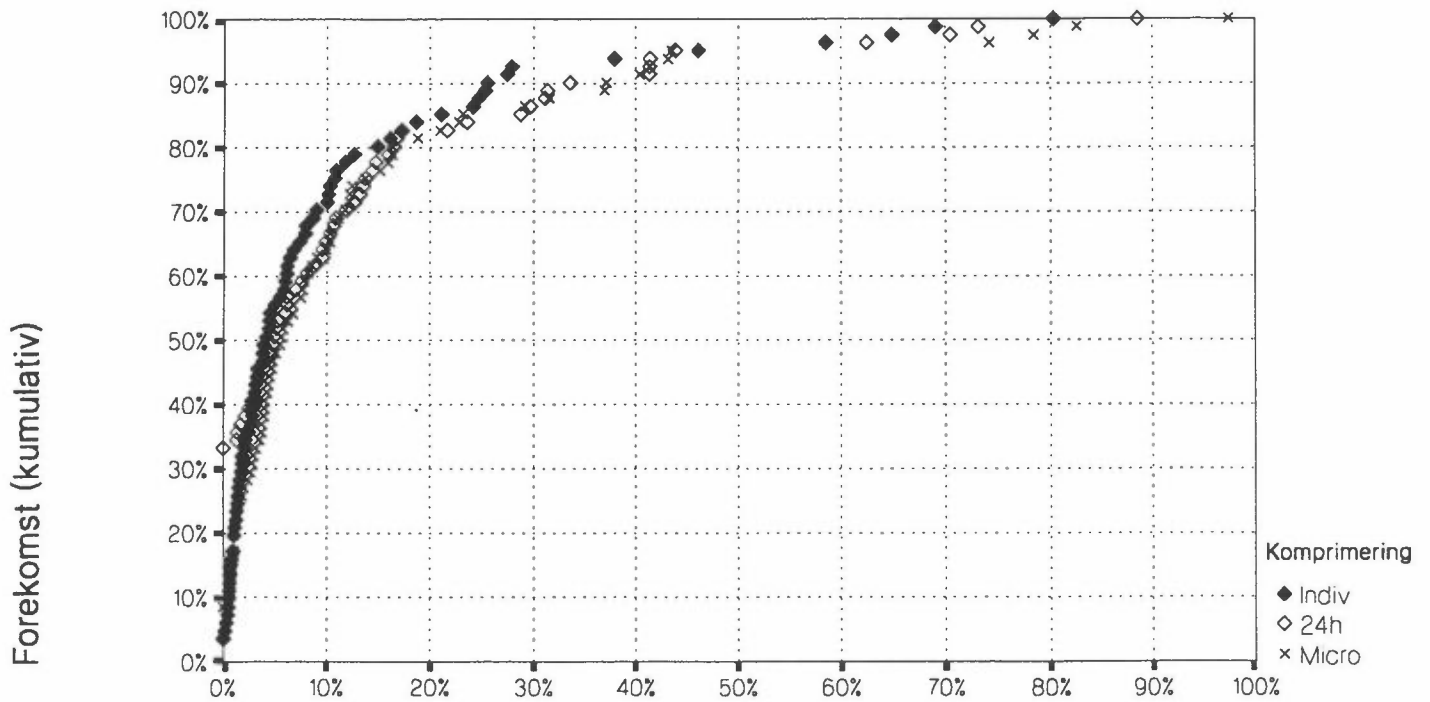


Hoste Sommer

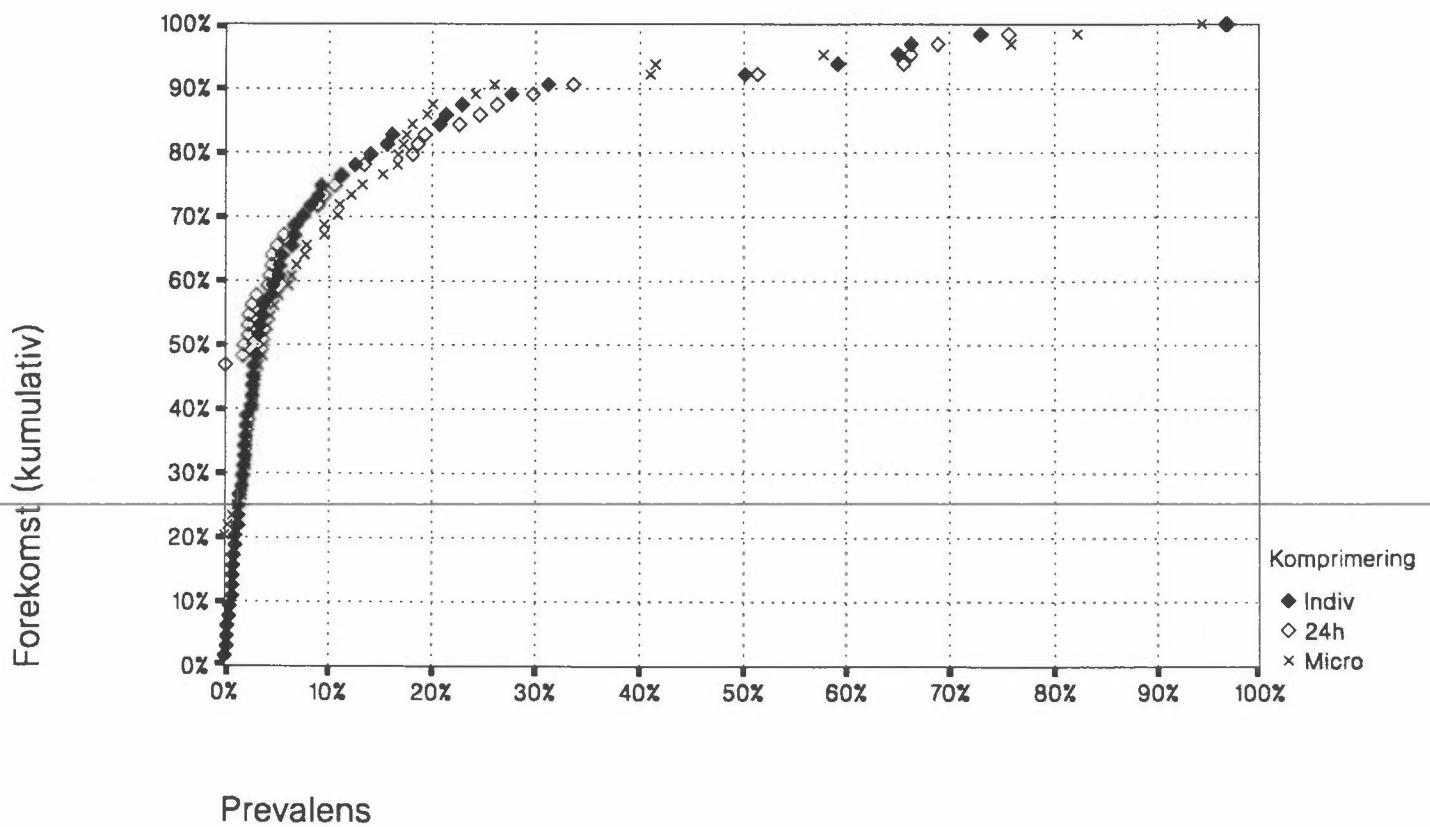


Prevalens

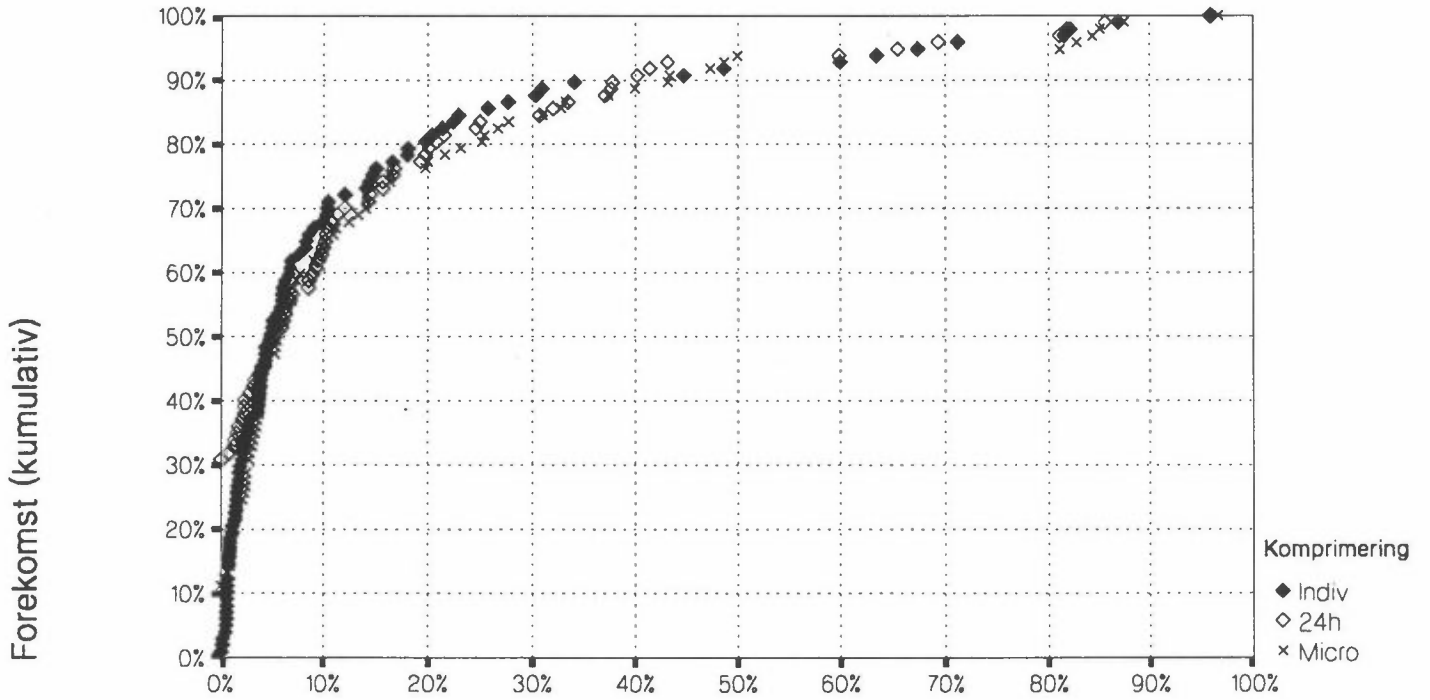
Piping/Tett i brystet Vinter



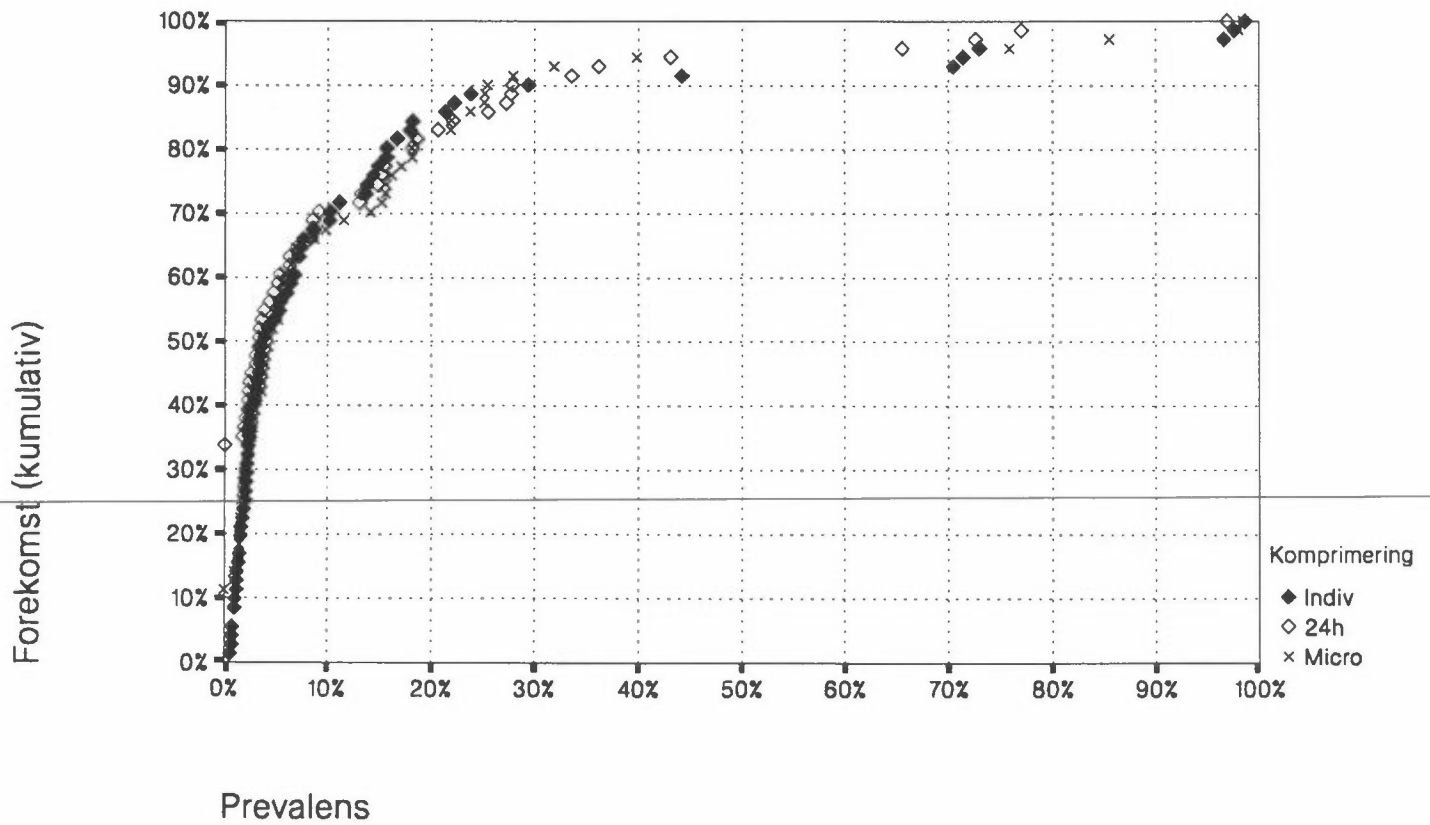
Piping/tett i brystet Sommer



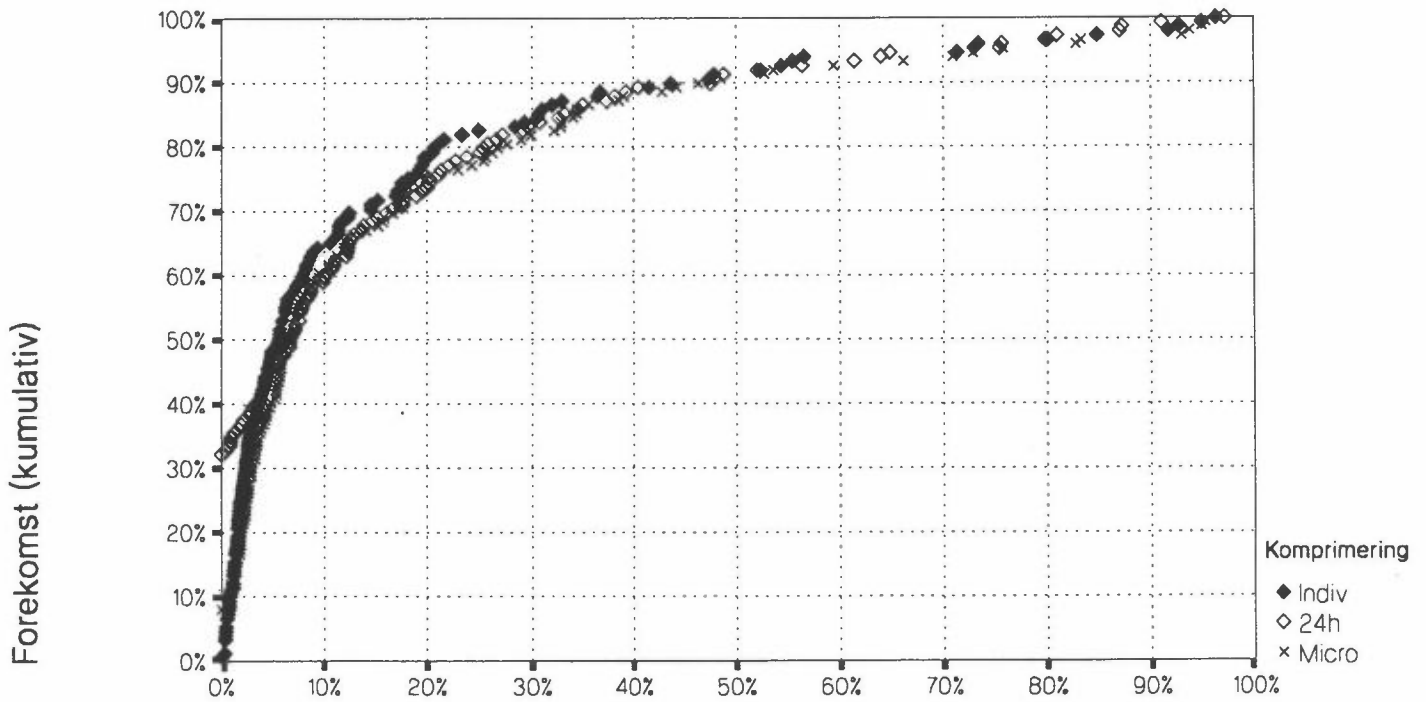
Tungpustethet Vinter



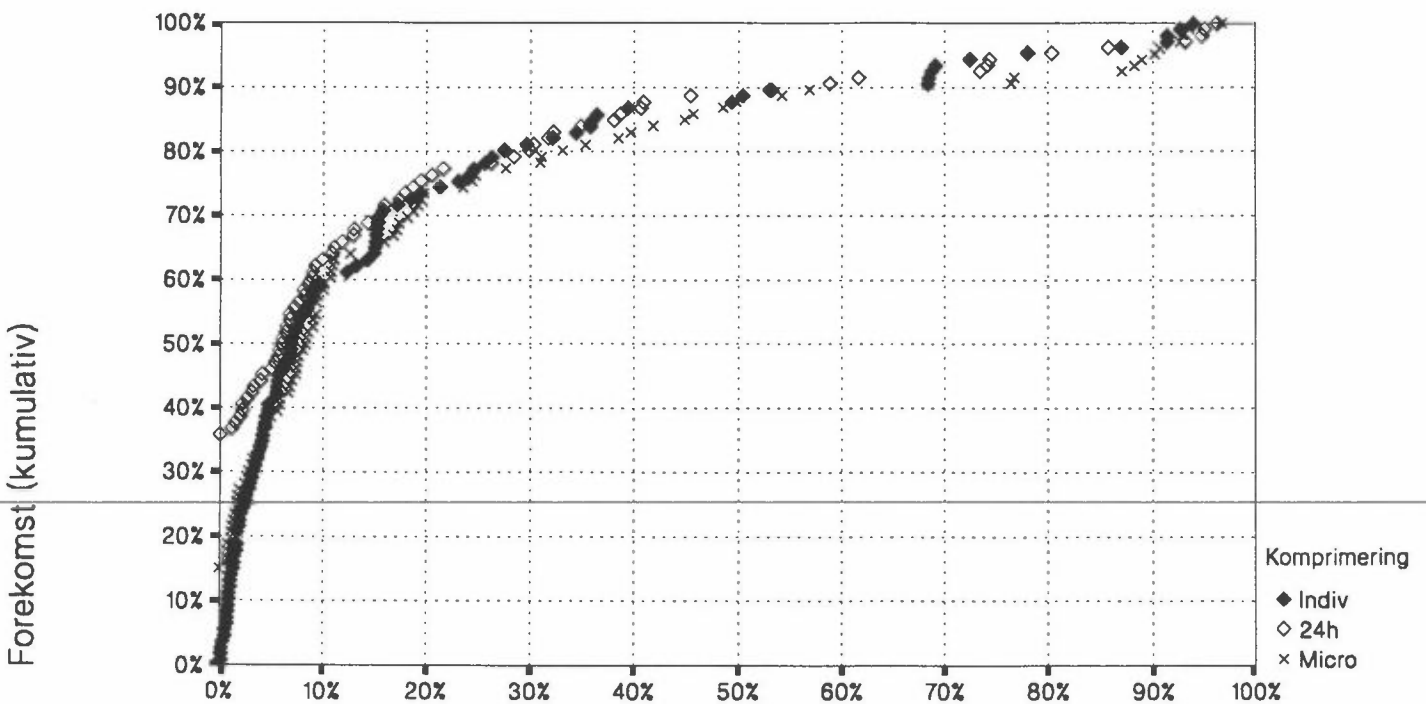
Tungpustethet Sommer



Muskelsmerter Vinter

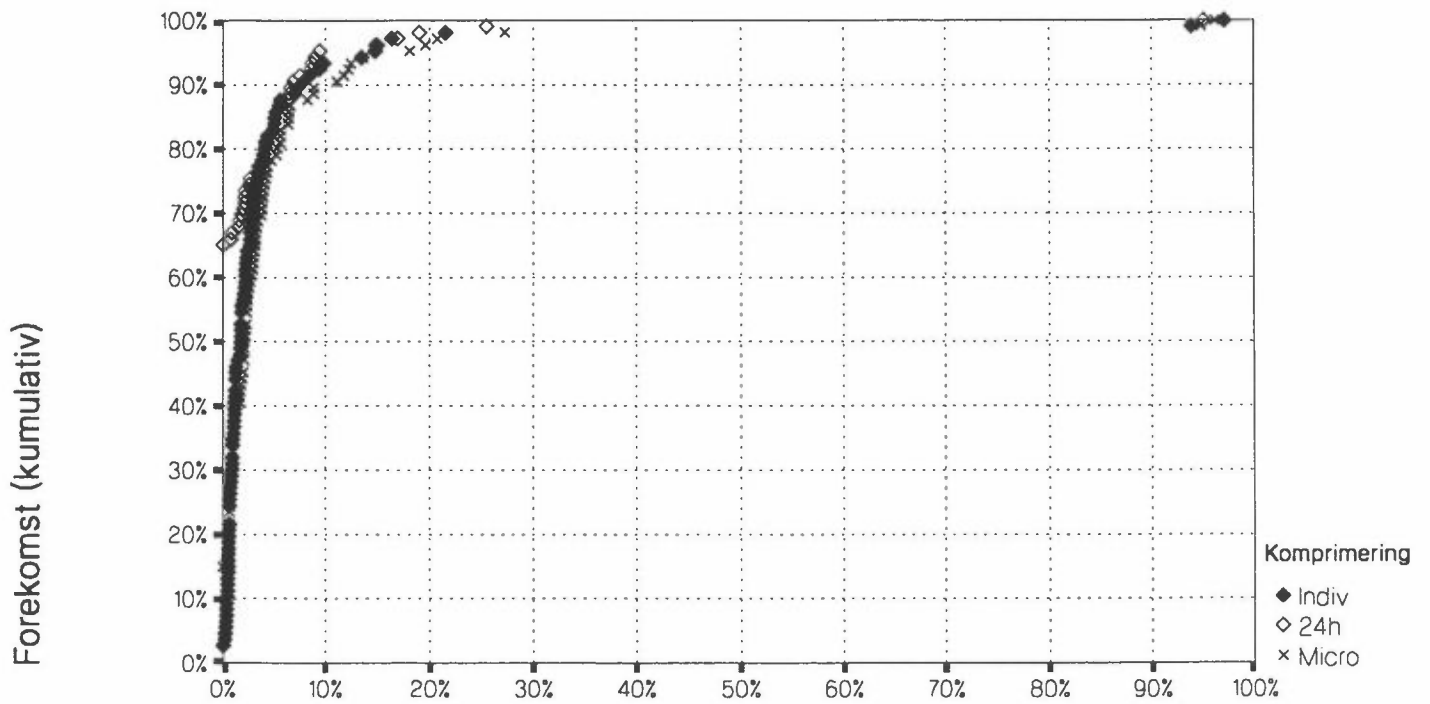


Muskelsmerter Sommer

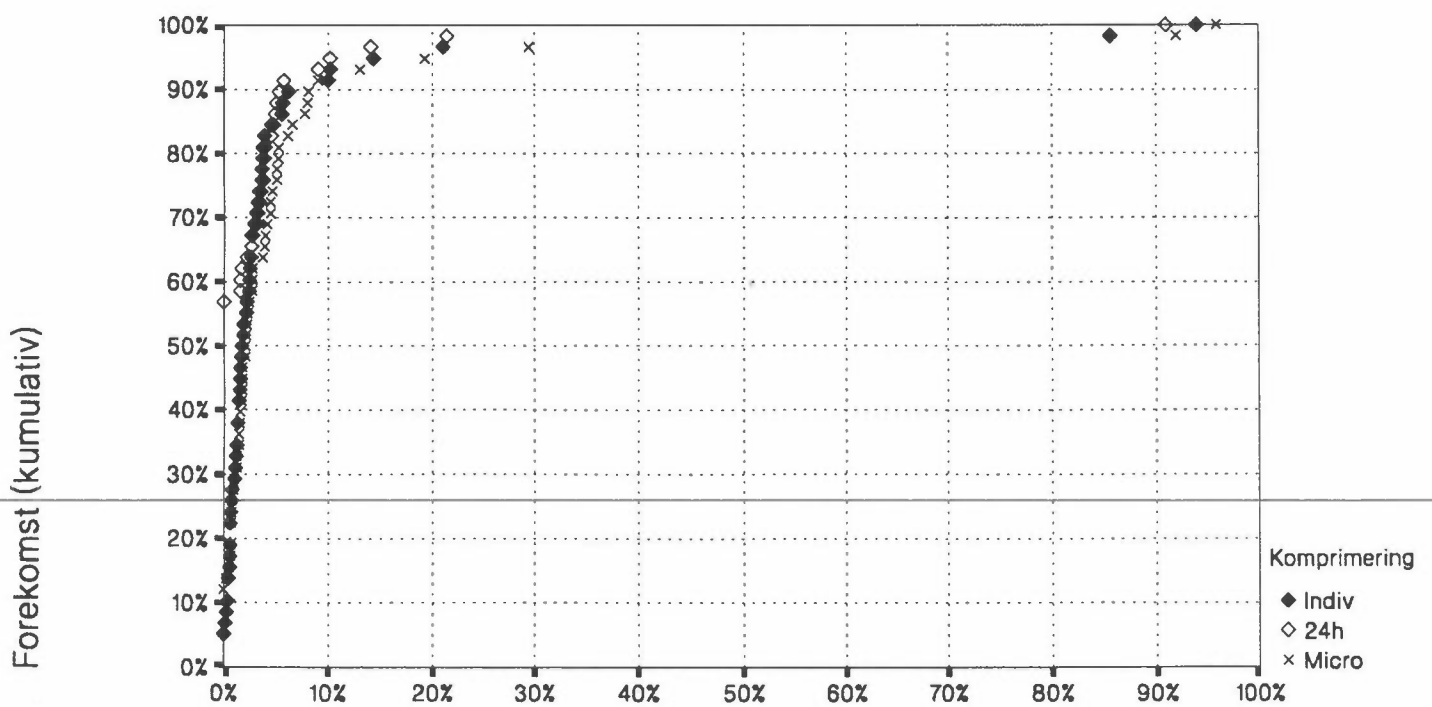


Prevalens

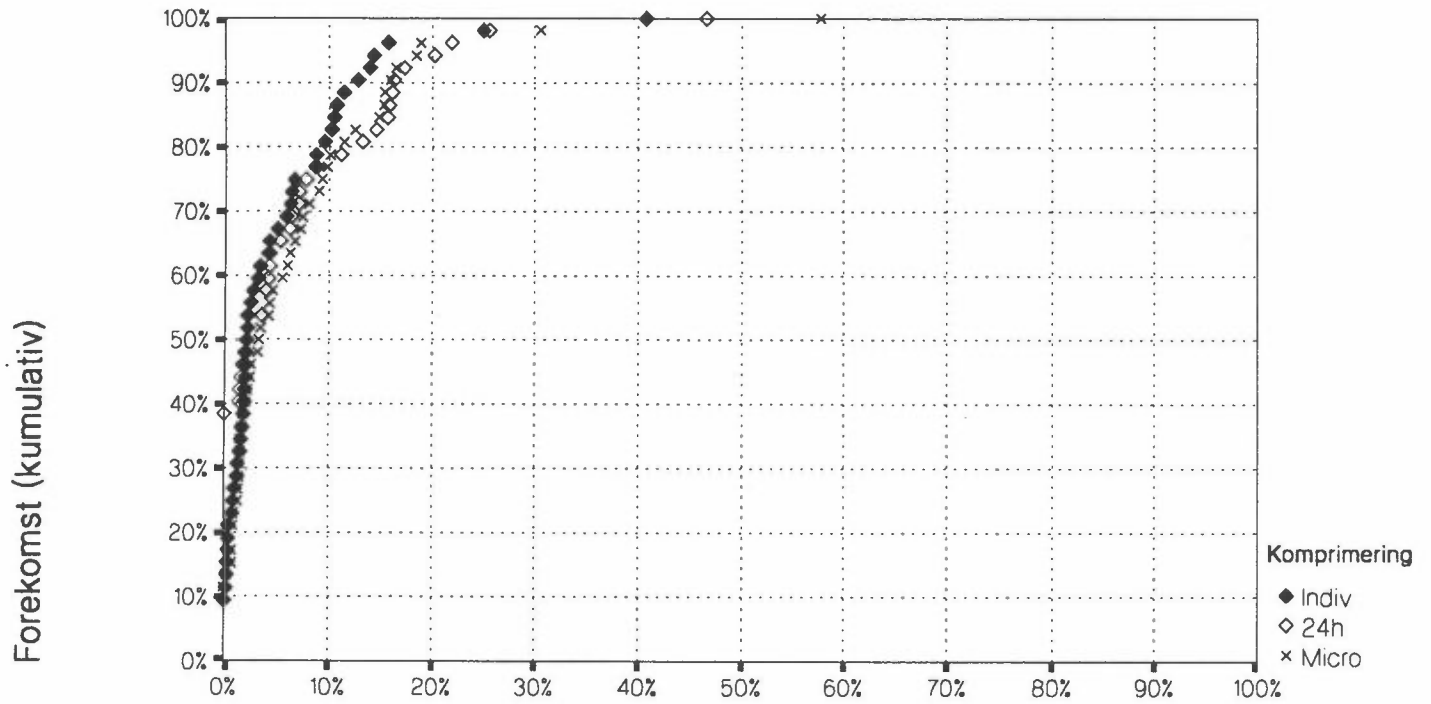
Magesmerter Vinter



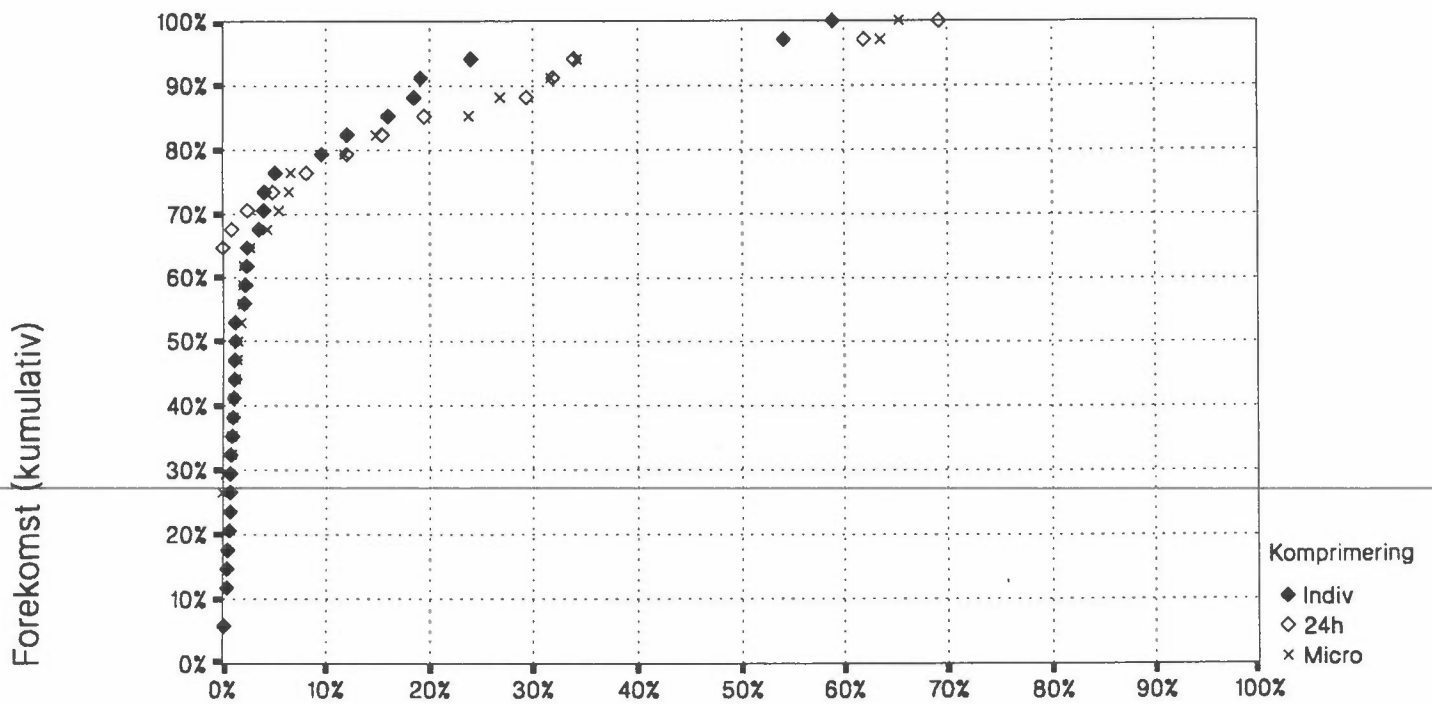
Magesmerter Sommer



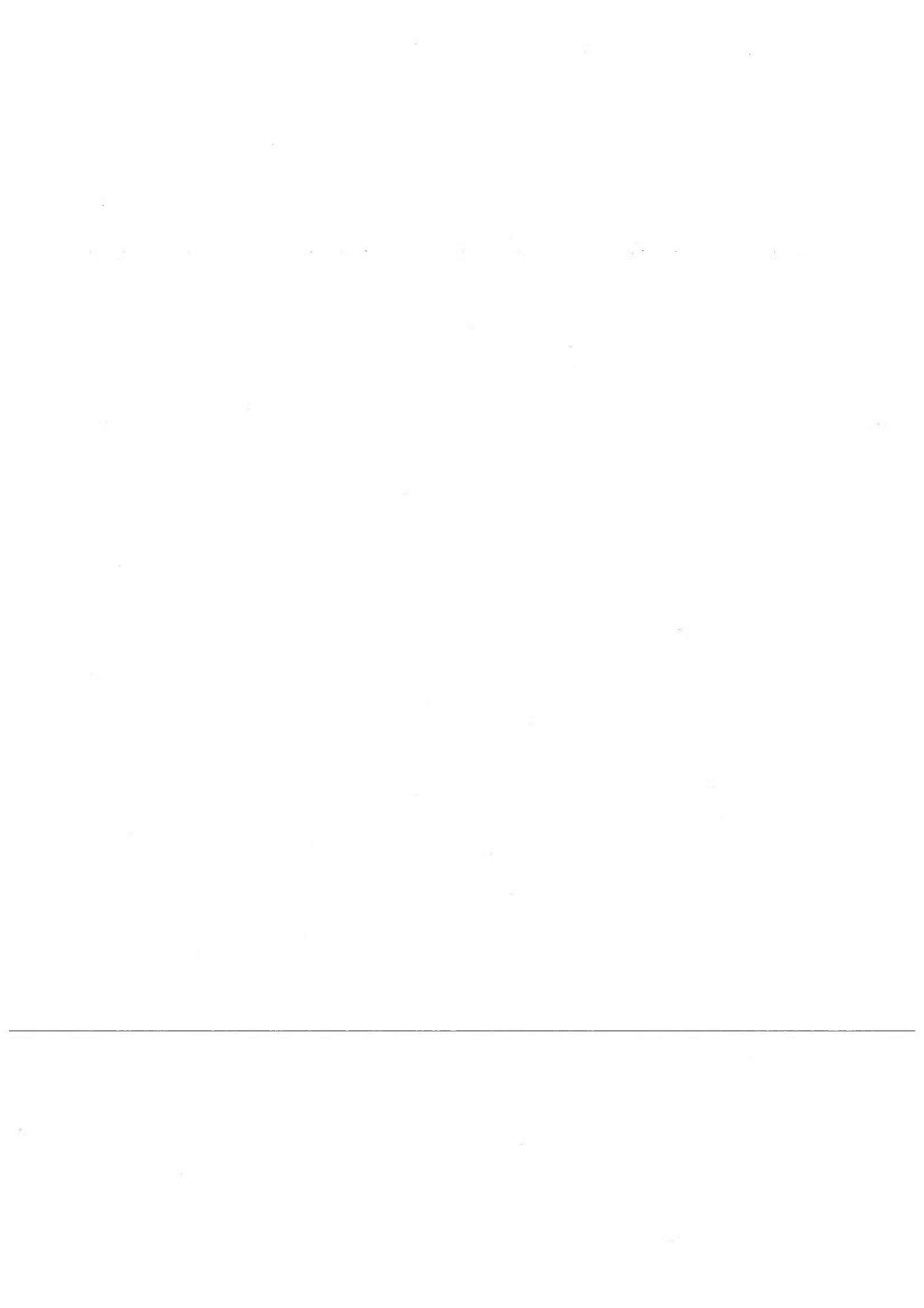
Nervøs/urolig Vinter



Nervøs/urolig Sommer

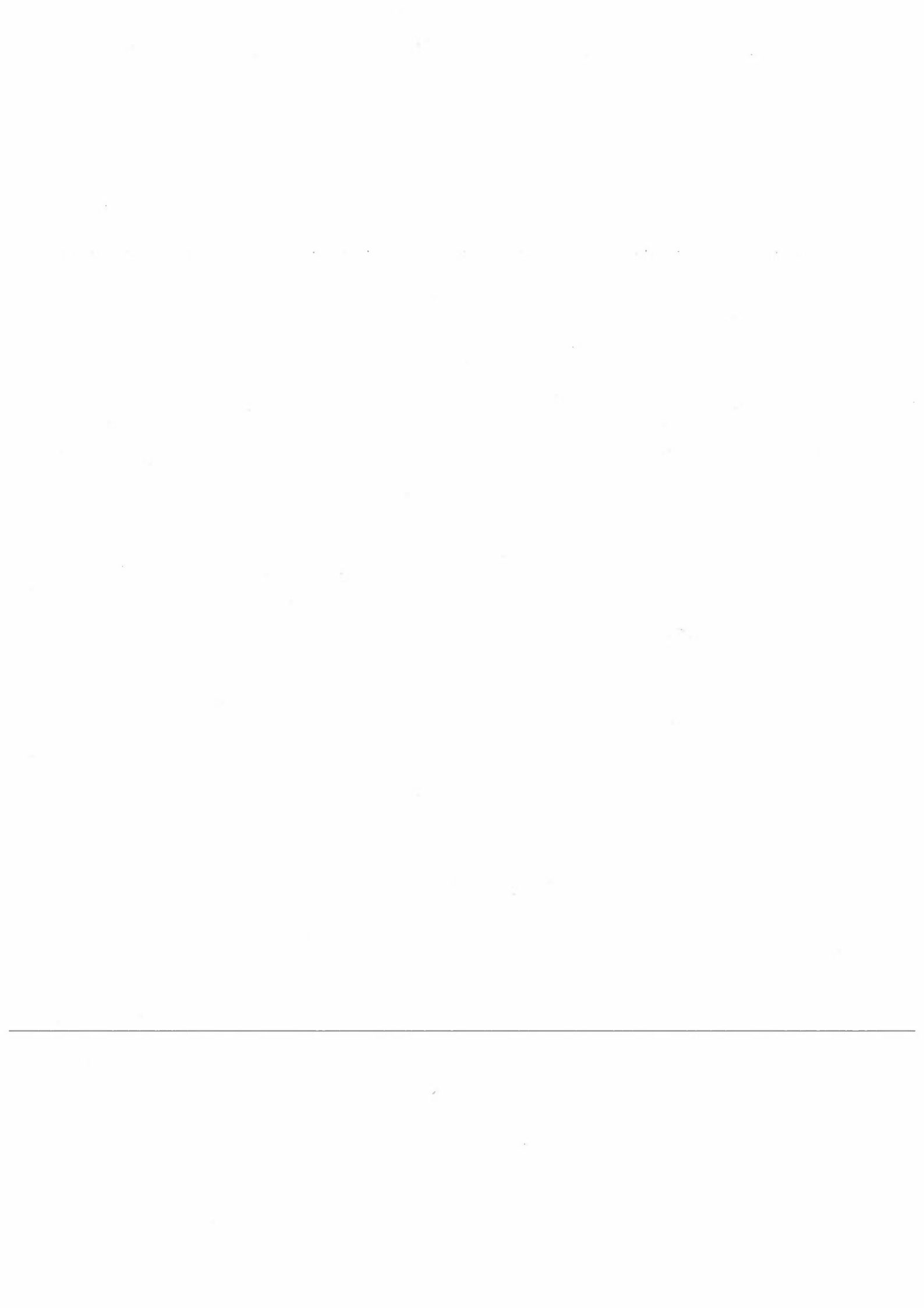


Prevalens



VEDLEGG 7

Beregning av sansynlighet for responsrapportering
for enkelte utvalgte responser og
eksponeringssituasjoner



BEREGNING AV SANNSYNLIGHET FOR RESPONSERAPPORTERING FOR ENKELTE
UTVALGTE RESPONSER OG EKSPONERINGSSITUASJONER.

Hver deltaker rapporterer sine responser hver time på et dagbokskjema (fig. 1.1). For hver av de 17 symptomer, og for hver sesong i undersøkelsen, er det dermed registrert en tidsrekke med responser, hvor responsen kan ha enten verdi 0 (ikke plaget) eller 1 (plaget). Ved hjelp av modeller er det for hver time anslått personlig eksponering for en rekke luftforurensninger, og i tillegg er det notert andre opplysninger. Oppgaven er å beskrive sammenhengen mellom de registrerte dikotome responsene og uavhengige variabler (personlig eksponering for forurensningene og de andre opplysningene). Beskrivelsen skal foregå i to trinn. Først skal man anslå sammenhenger enkeltvis for hver deltaker, og deretter blir disse resultater kombinert for grupper av deltakere. Det er disse grupperesultater vi har beskrevet i rapporten, men i denne beskrivelse skal vi se først på modellen for enkeltdeltakere, og for en responsvariabel.

1. Modell for en enkeltdeltaker.

Beskrivelsen antar at respons "1" forekommer med en viss sannsynlighet p , og følgende at respons "0" forekommer med sannsynlighet $1-p$. Man antar videre en type funksjonell avhengighet mellom p og uavhengige variabler (luftforurensninger). I vårt tilfelle bruker vi multivariat logistisk regresjon (Hosmer og Lemeshow, 1989), som antar at avhengighet av sannsynligheten for responser er en s-formet (multidimensjonal) kurve, som for hver time kan formelt uttrykkes på formen

$$p = \frac{\exp(\alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p + \beta_{p+1} z_1 + \dots + \beta_{p+q} z_q)}{1 + \exp(\alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p + \beta_{p+1} z_1 + \dots + \beta_{p+q} z_q)}, \quad (1)$$

hvor indeks for timen, deltaker, responstype og sesong ikke er skrevet. I uttrykket er $\alpha, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p, \dots, \beta_{p+q}$ koeffisientene,

x_1, \dots, x_p betegner verdier av forurensningene, og z_1, \dots, z_q er verdier av andre uavhengige variabler for gitt time, individ og sesong.

Det er vanskelig å anslå koeffisienter i uttrykk av type (1) direkte. Ved å reformulere oppgaven for p kan man uttrykke en "relativ sannsynlighet", også kalt "odds", $p/(1-p)$. Når man i tillegg bruker en logaritmisk transformasjon av odds, kommer man til en linær form

$$\ln(p/(1-p)) = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p + \beta_{p+1} z_1 + \dots + \beta_{p+q} z_q, \quad (2)$$

som det er lettere å anslå koeffisientene for. Transformasjon fra p til $\ln(p/(1-p))$ heter logit-transformasjon, og størrelsen " $\ln(p/(1-p))$ " heter logit.

Estimatene for koeffisienter $\alpha, \beta_1, \dots, \beta_{p+q}$ fra uttrykkene (1) og (2) er betegnet som a, b_1, \dots, b_{p+q} . De uttrykker indirekte en endring av $\log(p/(1-p))$ ved enhetsendring av nivåene av $x_1, \dots, x_p, z_1, \dots, z_q$: hvis estimer settes i uttrykk (2) eller (1), anslår man en dose-responskurve (det at et estimat kan brukes istedenfor den "sanne" parameter framkommer fra en framstilling av uttrykket (1) resp. (2) som en polynomisk funksjon). Regnestykket er komplisert og kurven skal fremstilles i $p+q$ dimensjoner.

I praksis er vi gjerne mest interessert i effekten av uavhengige variabler enkeltvis. Koeffisientestimer a, b_1, \dots, b_{p+q} brukes på en enkel måte for å regne ut "odds ratio" (differansen på en logit skala) mellom logit-verdi på et referansenivå og logit-verdi på et annet nivå, f.eks. differansen mellom logiter for et lavt forurensningsnivå (nivå 1) og ett høyt belastningsnivå (nivå 2). Formelt får vi "odds ratio", φ ,

$$\varphi = \frac{p^2 / (1-p^2)}{p^1 / (1-p^1)}, \quad (3)$$

hvor p^1 og p^2 er sannsynlighetene for en respons på nivå 1 og nivå 2. Ved logaritmisk å transformere φ får vi ut fra (2) ved hjelp av (3)

$$\begin{aligned} \ln(\varphi) &= [\ln p^2 / (1-p^2)] - [\ln p^1 / (1-p^1)] = \\ &= \beta_1 (X_1^2 - X_1^1) + \dots + \beta_p (X_p^2 - X_p^1) + \dots + \beta_{p+q} (Z_q^2 - Z_q^1). \end{aligned} \quad (4)$$

Hvis vi ser på endring i bare en komponent j , $1 \leq j \leq p+q$, samtidig som andre variabler k , $k \neq j$, er konstante, får vi $\ln(\varphi) = \beta_j (X_j^1 - X_j^2)$, eller

$$\varphi = \exp(\beta_j (X_j^1 - X_j^2)). \quad (5)$$

Størrelsen φ er lett beregnelig fra uttrykk (5).

For en tolkning av koeffisienter er det mulig å forestille seg en teoretisk situasjon hvor bare én av x 'er eller z 'er endres, og alle de andre holdes konstant. Resultatet kan uttrykkes f.eks. i form av tabell 11 eller figur 11, hvor det blir brukt individuelle koeffisienter istedenfor gjennomsnittlige koeffisienter i hver gruppe (både i tabell 11 og figur 9 ble det tatt hensyn til at eksponeringsvariabler i modell (2) ble brukt i logaritmisk form).

Hvilken virkning eksponeringsvariabel X_j har på p kan fremstilles ved å regne ut fra (1) betinget sannsynlighet $p(X_j | X_k, 1 \leq k \neq j \leq p+q)$ for enkelte verdier x_j av X_j . Vi kan nærme oss det riktige resultatet ved å kategorisere X_j i \underline{l} intervaller $(X_j^0, X_j^1), \dots, (X_j^{l-1}, X_j^l)$, og regne ut for de øvrige variable $X_k, k \neq j$ hvilken gjennomsnittsverdi de har i hvert intervall av X_j . Disse gjennomsnittsverdier kan dermed brukes i (1).

I denne typen framstilling bruker man verdier av uavhengige variabler ut fra det området hvor disse ble observert og hvor dermed koeffisientanslagene er gyldige, dvs. man framstiller ~~ikke prediksjon av p . Framstilling av en dose-respons sammenheng~~ for sannsynligheten har en enkel intuitiv forklaring. Men den anslåtte sammenhengen synes ikke monotont stigende i X_j i denne endimensjonale framstillingen p.g.a. variasjoner i andre variabler $X_k, k \neq j$, og dette vanskeligjør tolkning.

2. Beregning for en gruppe deltakere.

Sammenhenger mellom responser og uavhengige variabler skal kvantifiseres for grupper av individer, ikke for individuelle deltakere. Koeffisientverdier anslått for individer blir derfor kombinert ved hjelp av en modell for tilfeldige effekter, etter metoden beskrevet av Korn og Whittemore (1979).

Gruppene er gjerne definert på forhånd, med definisjon i forhold som kjønn, alder, helsestatus, røykestatus, o.l. I en gruppe inngår i utgangspunktet alle individer som oppfyller kriterier for gruppedlemskap. Det er imidlertid ikke entydig hvilke individer som inngår i en gruppe for kombinasjon av koeffisienter: det kan være alle i gruppen, men også bare de i gruppen som rapporterte symptom, eller de som koeffisienter er tilgjengelige for (dette forutsetter at deltakeren rapporterte symptomet tilstrekkelig mange ganger). Det er den siste muligheten vi har benyttet oss av: den forenkler beregningene betraktelig, men tolkningen av resultater må ta hensyn til denne innskrenkede gruppedefinisjon. Også antall individer i hver gruppe forandres fra symptom til symptom, og kan variere fra noen få til over hundre.

La oss betegne de samlede gruppekoeffisienter som A, B_1, \dots, B_{p+q} . For et enkelt individ var fordeling av anslagene a, b_1, \dots, b_{p+q} avhengig av den enkeltes variasjon i eksponeringsvariabler. For gruppeanslagene A, B_1, \dots, B_{p+q} må man i tillegg ta hensyn til variasjonene mellom individer. Men også disse kombinerte koeffisienter kan brukes i (1) for å beregne anslag for sannsynligheten p på samme måte som for enkeltindivider, og med den samme argumentasjon.

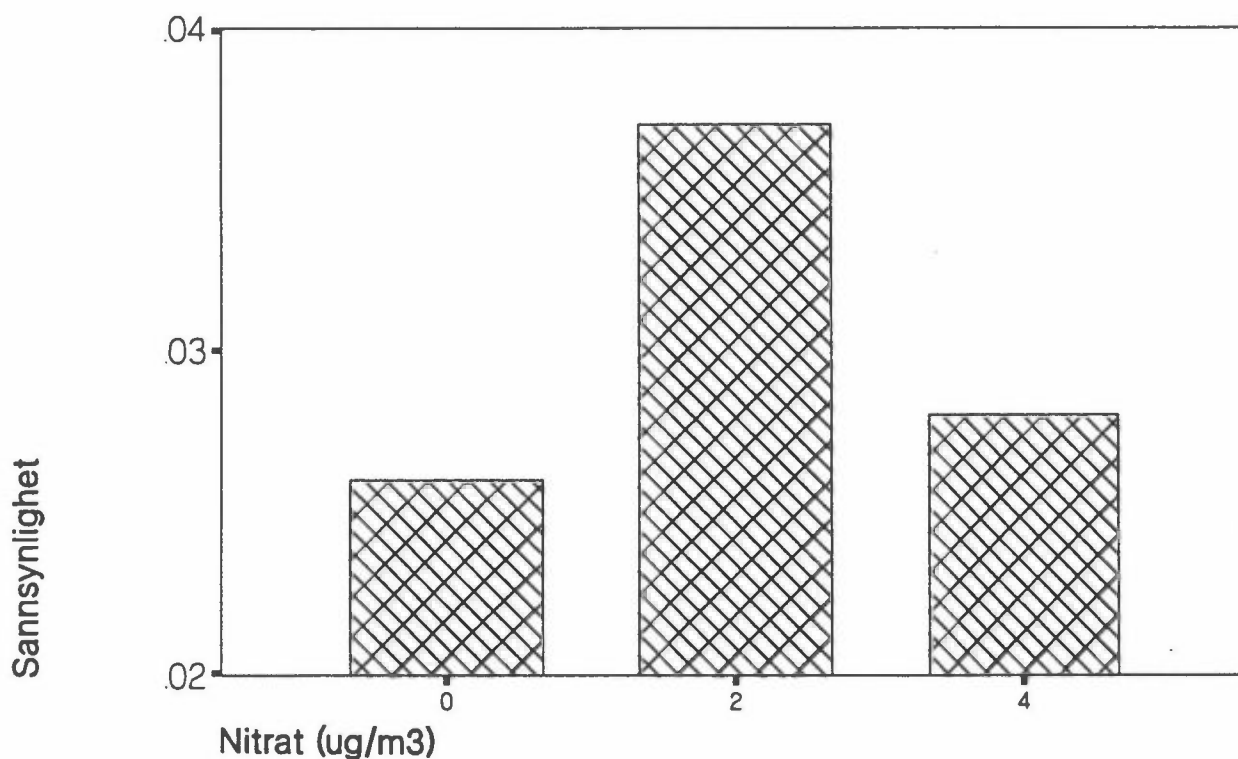
For å framstille hvilken virkning en eksponeringsvariabel X_j har på p kan man regne ut fra (1) en betinget marginal sannsynlighet for respons p ($Y=1 \mid X_j=x_j$) for enkelte verdier x_j av X_j , hvor for $X_k, 1 \leq k \neq j \leq p+q$ tar man deres gjennomsnittlige verdi for hver verdi x_j av X_j , resp. i intervaller definert for X_j .

I beregningen må vi ta hensyn til X_j og X_k verdier for alle individer. Vi tar utgangspunkt i deltakere som utgjør gruppen, dvs. tar hensyn til at gruppene har forskjellig deltakersammensetning for forskjellige symptomer, og dermed er gjennomsnittlige verdier for X_j og X_k forskjellige fra symptom til symptom. For hvert symptom har vi kategorisert gjennomsnittsverdier X_j^* i l intervaller $(X_j^{*0}, X_j^{*1}), \dots, (X_j^{*l-1}, X_j^{*l})$, og regnet ut for de øvrige variable X_k^* , $k \neq j$ hvilken gjennomsnittsverdi de tar på seg i hvert intervall av X_j^* . Stjernen ved X betegner gjennomsnittet tatt over alle deltakere i gruppen der det finnes anslåtte koeffisientverdier for et symptom. Disse gjennomsnittsverdier ble dermed brukt i (1), og resultat for øyeirritasjoner vist mot nitratkategorier i figur 7.1. Man skal være oppmerksom på at grunnlaget for gjennomsnittsverdier av eksponeringsestimater er svært ujevnt i nitrat-kategorier: under $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ er det registrert over 37 000 timer, mellom 1 og $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 3 000 timer og over $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bare 350 timer.

En enklere måte å fremstille resultater på er vist i tabellene 7.1, 7.2 og i figur 7.2. Man har regnet ut sannsynligheten for responser på en referansenivå for alle komponenter når deltakere er våkne, og for responser i tilfelle enten en eller alle eksponeringskomponenter er blitt høye. Som "referanse"-nivå ble valgt 10-prosentil av den kumulative fordelingen for eksponeringsverdier for alle deltakere i studiepopulasjonen. Som et "høyt" nivå ble 95-prosentil valgt.

REFERANSER

- Hosmer, D.W. and Lemeshow, S. (1989) Applied logistic Regression. New York, Wiley. 308 pp.
- Korn, E.L. and Whittemore, A.S. (1979) Methods for analyzing panel studies of acute health effects of air pollution. Bio-metrics, 35, 795-802.
-



Nitratkategorier viser middel av konsentrasjonsklasse, klasse "null" er alle timer med eksponering under 1 ug*m-3.

Figur 7.1: Sannsynlighet for øyeirritasjon som funksjon av nitrat, vinter, studiepopulasjon.

Tabell 7.1:

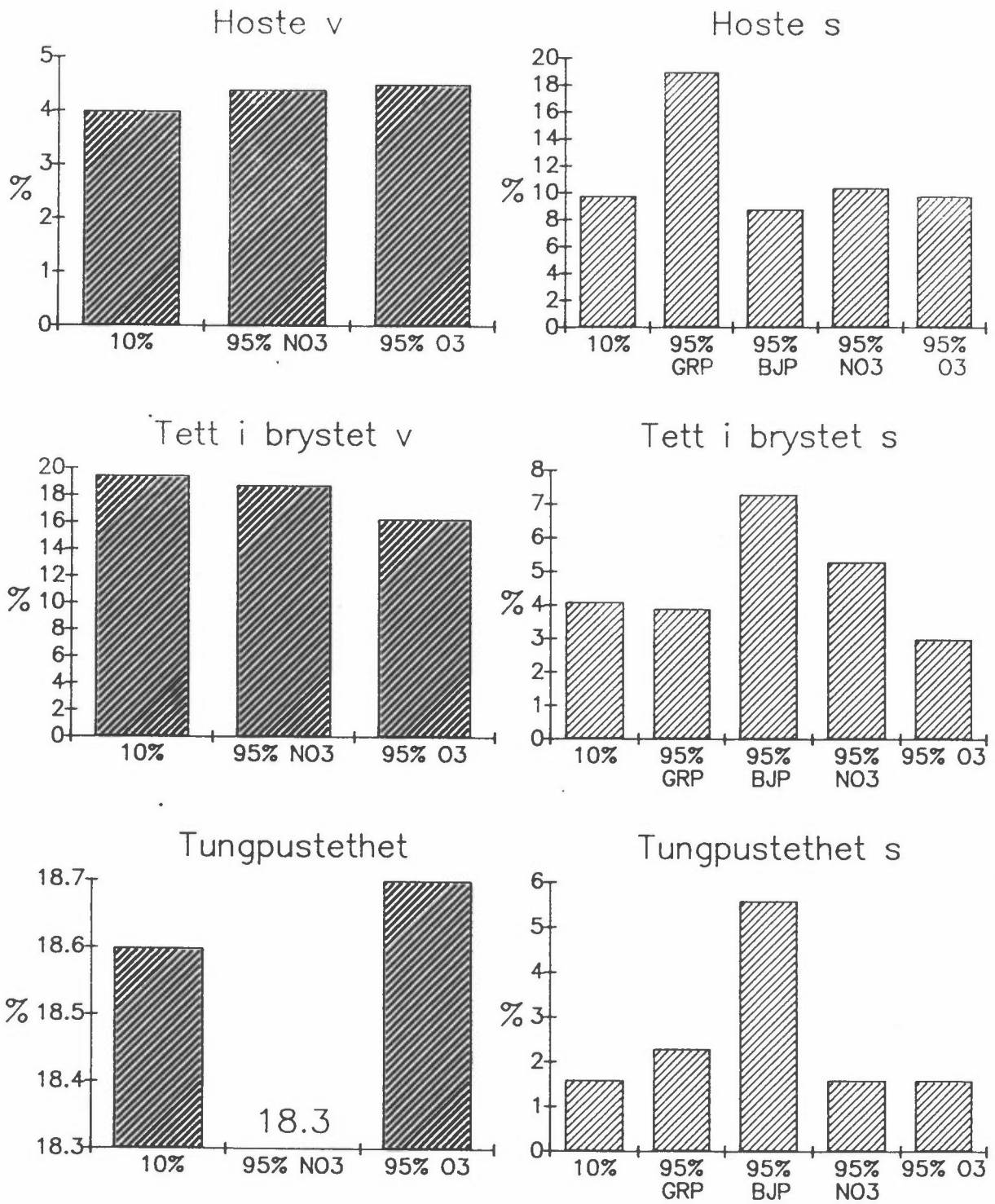
Vinter	Referanse-nivå	Alle eksjons. variable 95-prosentil	Nitrat 95-prosentil	Ren 95-prosentil
112	0,000796	0,002382	0,000966	0,00129
113	0,006562	0,005332	0,005916	0,006542
114	2,51E-05	0,000143	2,88E-05	3,41E-05
115	0,019494	0,006616	0,017123	0,018003
116	0,028811	0,015507	0,029165	0,027344
117	0,002154	0,000682	0,002092	0,001867
118	0,010231	0,006266	0,012297	0,010142
119	0,012187	0,009128	0,011408	0,01408
120	0,00098	0,000603	0,000852	0,000877
121	0,035005	0,030283	0,039072	0,037387
122	0,040247	0,034732	0,043615	0,044725
123	0,194613	0,044378	0,187849	0,163038
124	0,186192	0,08445	0,18335	0,187733
125	0,157874	0,178078	0,162304	0,159699
126	0,037294	0,027053	0,03616	0,044091
127	0,018611	0,014836	0,015565	0,019349
128	0,061049	0,036262	0,061879	0,061075

Tabell 7.2:

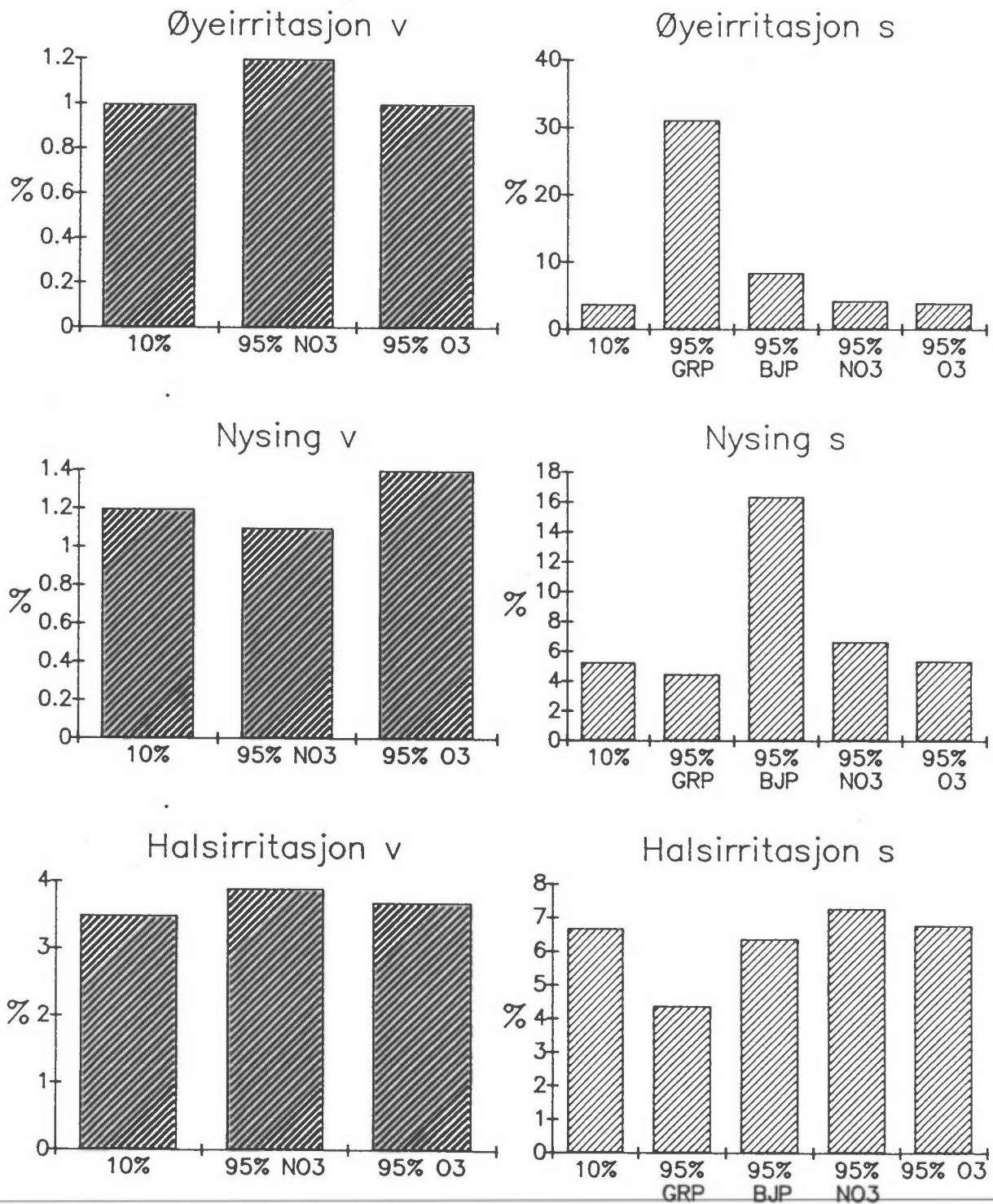
Sommer	Ref. nivå	Gresspollen 95 prosentil	Bjerkepollen 95 prosentil	Nitrat 95 prosentil	Rom 95 prosentil
112	0,039918	0,214941	0,235413	0,061957	0,033552
113	0,000431	0,001188	0,000394	0,000487	0,000667
114	0,000430	0,009423	0,370936	0,000789	0,000466
115	0,012290	0,035449	0,060832	0,016507	0,012670
116	0,000966	0,000487	0,194026	0,001478	0,000979
117	0,000471	0,001433	0,003366	0,000477	0,000443
118	0,038376	0,311528	0,084720	0,043423	0,040315
119	0,053294	0,045051	0,163604	0,066932	0,053578
120	0,003163	0,001962	0,016477	0,004275	0,002544
121	0,066912	0,044352	0,064037	0,073763	0,067614
122	0,097540	0,189761	0,088051	0,103692	0,098254
123	0,040525	0,039431	0,072826	0,052707	0,029724
124	0,015979	0,023195	0,055837	0,015681	0,015862
125	0,097693	0,269784	0,073876	0,098462	0,083885
126	0,006088	0,042087	0,005121	0,007008	0,005549
127	0,014082	0,141212	0,000612	0,013766	0,012785
128	0,031458	0,028849	0,006002	0,031752	0,028790

Tabell 7.3: Koding av symptomer for tabeller 7.1 og 7.2.

112 sjenerende støy	120 feberfølelse
113 sjenerende lukt	121 halsirritasjon
114 sjenerende industrirøyk	122 hoste
115 hodepine	123 piping/tett i brystet
116 svimmelhet	124 tungpustethet
117 kvalme/uvelhet	125 muskelsmerter
	nakke/rygg
118 øyeirritasjon	126 mavesmerter
119 nysing	127 nervøsitet/uro
	128 slitenhet/slapphet



Figur 7.2:



Figur 7.3:

