

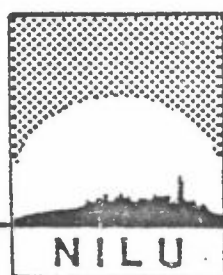
NILU TR : 20/85
REFERANSE: 0-8303
DATO : DESEMBER 1985

**KORTTIDSSTUDIE AV SAMMENHENGEN MELLOM
LUFTFORURENSNINGER OG AKUTTE
HELSESKADER I GRENLAND**

PROSJEKTSKISSE

Jocelyne Clench-Aas

Trond Bøhler



NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING

Postboks 130 - 2001 Lillestrøm

NILU TR : 20/85
REFERANSE: 0-8303
DATO : DESEMBER 1985

*KORTTIDSSTUDIE AV SAMMENHENGEN MELLOM
LUFTFORURENSNINGER OG AKUTTE
HELSESKADER I GRENLAND*

PROSJEKTSKISSE

Jocelyne Clench-Aas

Trond Bøhler

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM
NORGE

ISBN 82-7247-656-8

SAMMENDRAG

I nedre Telemark rundt Skien-Porsgrunn finnes mange forskjellige industri-anlegg, (petrokjemi, kunstgjødning, sement, ferrosilicium og cellulose) i en lang og smal dal. Luftforurensningene i området inneholder derfor en rekke forskjellige kjemiske forbindelser som svoveldioksid, nitrogenoksider, hydrokarboner og partikulære forbindelser. Området har vært blant de høyest belastede med luftforurensning som vi kjenner i Norge, og belastningen i området er såvidt betydelig at det kan være grunn til bekymring for mulige virkninger på befolkningens helse og trivsel.

I 1979 bad Miljøverndepartementet derfor Norsk institutt for luftforskning (NILU) om å undersøke sammenhengen mellom helsevirkninger og luftforurensninger i området. En omfattende intervju-undersøkelse ble satt i gang for å få et inntrykk av helsetilstanden når en tok hensyn til alder, kjønn, røykevaner, arbeidsforhold osv. i Porsgrunnområdet. Denne undersøkelsen gav svar på en del av disse helsemessige virkninger. Samvariasjon med luftforurensningsnivået både for lungesyntomer og hodepine hos voksne og barn ble påvist. Sammenhengen var tydeligst hos kvinner (Siem og Skogvold, 1981). Tendensen i de mest forurensede områder var økt hyppighet av astma hos barn, og bronkitt hos voksne. Undersøkelsen gav ikke svar på hvilken komponent eller gruppe av komponenter som var viktigst og på hvilke nivåer de førte til helseskader.

Den tidligere helseundersøkelsen gir et godt utgangspunkt for en mer inngående studie av virkningene av luftforurensning på befolkningens helse og trivsel i området. Målet er nå å etterprøve tidligere resultater, og å oppdage, beskrive og kvantifisere de mindre åpenbare virkninger av luftforurensning på menneskers helse og trivsel.

Det foreslås å benytte en kohort-studie i Grenland, hvor en gruppe mennesker følges over et tidsrom, for å undersøke korttidsvirkninger av luftforurensninger på menneskers helse og trivsel. De viktigste grunner til dette er:

- a) Det bør være mulig å skille mellom virkninger av enkelte luftforurensninger og kombinasjon av disse.
- b) Det bør være mulig å bestemme på hvilket nivå forskjellige komponenter av luftforurensning begynner å vise effekter.
- c) Det bør være mulig å unngå problemer med ukontrollerbare faktorer, siden hvert individ brukes som sin egen referanse.
- d) Undersøkelsen utføres i felt og blir da mest mulig representativ for virkeligheten.
- e) Undersøkelsen kan gjennomføres relativt raskt og med kostnader innen rimelige grenser.

Det er ønskelig å vurdere sannsynligheten for å registrere en helse- eller trivselseffekt av luftforurensning i området. Verdier av de forskjellige luftforurensningskomponentene i Grenland er derfor sammenlignet med verdier som i andre undersøkelser er vist å kunne påvirke menneskets helse. I Grenland er det målt nivåer av SO_2 , NO_2 , O_3 , partikulært sulfat og nitrat som er høye nok til at minst en undersøkelse har vist antydning til helseeffekter.

En kohort-studie kan i prinsippet også nyttes til å undersøke luftforurensningers virkning på f. eks. hjerte-kar sykdommer og kreft. En slik undersøkelse vil imidlertid måtte omfatte et stort antall personer og gå over meget lang tid, og faller således utenfor det prosjektet som her foreslås.

Det foreslåtte prosjektet har følgende omfang:

A) Forsøksgrupper

To forsøksgrupper foreslås:

- Lungesyke mennesker som lider av reversible luftveissykdommer (valgt siden de er de mest følsomme for små endringer i luftforurensningssituasjonen).

- Lungefriske - friske mennesker (valgt for å undersøke luftforurensnings-effekt på trivsel).

Statistiske metoder som er benyttet i tidligere studier gir at et antall på 75 personer pr forsøksgruppe vil være tilstrekkelig for denne undersøkelsen.

B) Måleprogram for luftkvalitet og meteorologi

Det er nødvendig i en slik undersøkelse at man har en god oversikt over den virkelige eksponering til komponenter av interesse. Hvert individs eksponering er avhengig av individets bevegelse i et varierende konsentrasjonsfelt og av tiden brukt innendørs eller utendørs, i en bil, osv.

Ved bruk av statistiske spredningsmodeller er det mulig å estimere utendørs verdier av de forskjellige komponenter fra et mindre antall målestasjoner og kjennskap til utslippsdata og meteorologi. Ved bruk av dagbokmetoden kan man beregne hvert individs eksponering til de valgte komponentene for hver time av døgnet.

Følgende komponenter inngår i måleprogrammet for luftkvalitet:

- Svoveldioksid (SO_2)
- Nitrogenoksider (NO , NO_2)
- Ozon (O_3)
- Sulfat (SO_4^{2-})
- Nitrat (NO_3^-)
- Ammonium (NH_4^+)
- Klorid (Cl^-)
- Karbonmonoksid (CO)
- Sikt
- Partikler (2 trinn)

Måleprogrammet for luftkvalitet er basert på fem faste stasjoner for måling av utendørs konsentrasjoner og i tillegg en mobil enhet for kartlegging av forholdet mellom innendørs og utendørs konsentrasjoner.

C) Virkningsparametre

Virkningsparametre er valgt ut for å reflektere de daglige endringer i symptomer, bruk av medikament, lungefunksjon hos de lungesyke og en vurdering av trivsel og ubehag hos både lungesyke og lungefriske.

De foreslåtte variabler er:

- Toppstrømhastigheter (peak flow-PEF) ved bruk av Mini-Wright Peak Flow Meter (bærbar).
- Bruk av medikament.
- Egenvurdering av trivsel og ubehag som f. eks. reduksjon i aktivitetsnivå, plager av dårlig lukt, kløe eller sår hals, hodepine.
- En blind variabel.
En variabel som neppe har noe med luftforurensning å gjøre, som f. eks. feber.

D) Dataanalyse og statistisk bearbeidelse

Datamaterialet fra en slik helseundersøkelse skiller seg i vesentlig grad fra andre datatyper, idet dataene er: subjektive, dikotome (ja/nei) og avhengig av tidligere hendelser. Det har vært utarbeidet spesielle statistiske metoder som kan analysere slike data, blant annet Korn- og Whittemore-modellen. Denne har vært brukt i lignende kohortundersøkelser med tilfredsstillende resultater. Den foreslås derfor brukt i Grenlandsundersøkelsen.

E) Prosjektgjennomføring

Undersøkelsen skal foregå i minst to måneder om vinteren og to måneder om sommeren for å oppnå sesongvariasjon i luftkvalitet, minst mulig forstyrrelser av ferietid, og for å inkludere pollensesongen som er den vanskeligste tiden for allergikere.

Prosjektet skal gjennomføres ved:

- forbredelsesfase som inkluderer pilotforsøk, valg av forsøkspersoner, valg og opplæring av ansatte, forberedelse av spørreskjemaer og håndbok.
- gjennomføring av hovedundersøkelsen.
- databearbeidelse og analyse.

Prosjektet er planlagt organisert slik at NILU vil stå ansvarlig for praktisk gjennomføring, databearbeidelse, statistiske analyser og rapportskriving. Luftmålinger både innendørs og utendørs er NILUs ansvar i samarbeid med Statens forurensningstilsyns kontrollseksjon i nedre Telemark. Statens Institutt for Folkehelse (SIFF) vil stå ansvarlig for den medisinske del av prosjektet, som inneholder bl.a utvelgelse av deltagere, inklusjons- og eksklusjonskriterier og testing av lungefunksjon.

FORORD

I 1979 gjennomførte Norsk institutt for luftforskning (NILU) en undersøkelse i nedre Telemark angående helseeffekter av luftforurensninger. Resultatene fra den første undersøkelsen ga et godt grunnlag for videre undersøkelser i området.

Miljøverndepartementet og Statens forurensningstilsyn bevilget i 1983 midler for planlegging av en videre helseundersøkelse i området. Denne planleggingsfasen skulle utføres av NILU med dr. philos. J. Clench-Aas og cand. real. Trond Bøhler som prosjektledere, i samråd med en styringskomité bestående av følgende medlemmer:

Ass. overlege Harald Siem, formann, Oslo Helseråd
Fylkeslege Arne Birger Knapskog, Skien
Professor Amund Gulsvik, Haukeland Sykehus
Cand. real. Arne Bang Huseby, Universitetet i Oslo
Dr. philos. Tore Aune, SIFF
Overing. Sigurd Hagen, SFT

Denne prosjektskissen beskriver status i planleggerarbeidet ved slutten av 1985. Den er organisert slik at i tillegg til hovedsammendraget foran, har hvert kapittel først et sammendrag som gir en enkel oversikt over kapitlets innhold. Utfyllende beskrivelser av metoder og forurensningsforhold er gitt i vedlegg A-D.

INNHOLODSFORTEGNELSE

	Side
SAMMENDRAG	3
FORORD	9
1 INNLEDNING	13
2 MÅL	15
3 GENERELT OM LUFTFORURENSNING OG HELSEEFFEKTER	15
3.1 Luftforurensninger	15
3.2 Helsevirkninger	17
4 BAKGRUNN	19
4.1 Oversikt over relevant litteratur	20
4.1.1 Resultater fra kammerforsøk	22
4.1.2 Resultater fra kohort-studier	24
4.2 Luftkvalitet og meteorologiske forhold i Skien- Porsgrunn området	25
4.3 Vurdering av forurensningsnivået i Grenland og mulige helseeffekter	26
5 PROSJEKTBEKRIVELSE	31
5.1 Beskrivelse av alternative typer undersøkelser	32
5.2 Valg av studiemetode	37
6 FORSØKSGRUPPE - VALG OG STØRRELSE	38
6.1 De som lider av luftveissykdommer	39
6.2 Friske mennesker	41
6.3 Valg av størrelsen på forsøksgruppene	41
6.4 Opprettholdelse av deltagerne gjennom undersøkelses- perioden	42
7 MÅLEPROGRAM FOR LUFTKVALITET OG METEOROLOGI	44
7.1 Måleprogram for meteorologi	45
7.2 Måleprogram for luftkvalitet	47
7.2.1 Utendørs målinger	48
7.2.2 Målinger av innendørs/utendørs forhold	50
7.3 Pollenmålinger	51
8 KARTLEGGING AV LUFTFORURENSNINGSEKSPONERING	51
9 TID PÅ ÅRET OG VARIGHET FOR UNDERSØKELSEN	53
10 VIRKNINGSPARAMETRE	54
10.1 Valg av virkningsparametre	54
10.1.1 Toppstrømshastigheter (PEF)	54
10.1.2 Bruk av medikamenter	54

10.1.3	Egen vurdering av symptomer i luftveissykdommer	55
10.1.4	Egen vurdering av trivsel og ubehag	55
10.1.5	Blindvariable	55
10.1.6	Sammenslåtte variable	55
10.2	Målemetoder for virkningsvariablene	56
10.2.1	Mini-Wright Peak Flow Meter	56
10.2.2	Daglig spørreskjema for virkningsvariable	57
11	DATA-ANALYSE OG STATISTISK BEARBEIDELSE	58
11.1	Datainnsamling og bearbeidelse	58
11.2	Eksponeeringsberegninger	59
11.3	Statistiske analyser av helsevariabler	60
12	PROSJEKTGJENNOMFØRING	61
12.1	Forberedelsesfase	62
12.1.1	Pilotforsøk	62
12.1.2	Valg av forsøkspersoner	62
12.1.3	Valg og opplæring av ansatte	63
12.1.4	Forberedelse av forskjellige typer spørreskjemaer	63
12.1.5	Forberedelse av håndbøker/instrukser	65
12.2	Gjennomføring av undersøkelsen	65
12.3	Databearbeidelse	66
13	PERSONELL OG ORGANISERING AV PROSJEKTET	66
14	FRAMDRIFTSPLAN	67
15	REFERANSER	70
	VEDLEGG A: Tabeller og figurer som beskriver forurensningsforhold i Grenland	75
	VEDLEGG B: Statistisk metode for valg av størrelse på forsøksgrupper	83
	VEDLEGG C: Statistisk metode for analyse av virkningsvariable	91
	VEDLEGG D: Detaljert tidsplan for prosjektets gjennomføring	95

KORTTIDSSTUDIE AV SAMMENHENGEN MELLOM LUFTFORURENSNINGER OG AKUTTE HELSESKADER I GRENLAND

PROSJEKTSKISSE

1 INNLEDNING

I Grenland finnes mange forskjellige industrianlegg i en lang og smal dal. Området har vært blant de høyest belastede med luftforurensning i Norge. I en tverrsnittsundersøkelse av området's befolkning i 1979, var tendensen økte lungesyntomer, hodepine, og økt hyppighet av blant annet astma og bronkitt i de mest forurensede områder. Den tidligere undersøkelsen gir et godt utgangspunkt for en videre undersøkelse av virkningen av luftforurensning på befolkningens helse og trivsel.

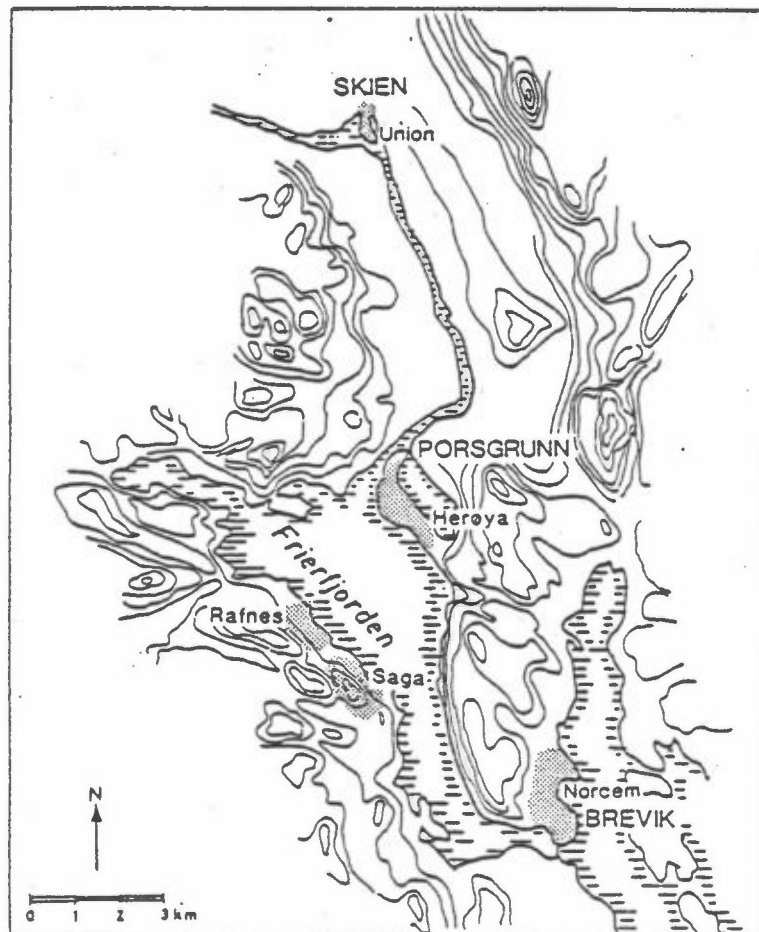
I Grenland finnes mange forskjellige industrianlegg (petrokjemi, kunstgjødsel, sement, ferrosilisium og cellulose) i en lang (15 km) og smal (3 km) dal (figur 1). Luftforurensningene i området inneholder derfor en rekke forskjellige kjemiske forbindelser som svoveldioksid, nitrogenoksider, hydrokarboner og partikulære forbindelser. Med luftforurensning har området vært blant de høyest belastede i Norge. Belastningen i området er såvidt tydelig at det er grunn til bekymring for mulige virkninger på befolkningens helse og trivsel.

I Skien-Porsgrunn området har det tidligere vært utført en undersøkelse av sammenhengen mellom helsevirkninger og luftforurensninger. Den ble utført i 1979 av NILU, og var en omfattende intervju-undersøkelse for å få et inntrykk av helsetilstanden når en tok hensyn til alder, kjønn, røykevaner, arbeidsforhold osv. Denne undersøkelsen viste at luftforurensninger kunne ha betydning for menneskers helse og trivsel. Det ble også påvist en samvariasjon med luftforurensningsnivået for lungesyntomer og hodepine hos både voksne og barn. Sammenhengen var tydeligst hos kvinner (Siem og Skogvold, 1981). Dette studiet var lagt opp slik at hovedsiktemålet var å registrere

helsestatus i de siste 14 dager, men helsetilstand generelt var også inkludert. Tendensen var økt hyppighet av astma hos barn, og bronkitt hos voksne i de mest forurensede områdene.

Andre undersøkelser støtter disse observasjoner. Statens skjermbildefotografering har gjennomført en studie for noen fylker i Norge, som viste blant annet sammenhengen mellom hoste, slim og luftforurensning (hovedsakelig SO_2) hos voksne menn (Bjartveit et al., 1983). En undersøkelse av mindre omfang gjort i Skien (Clausson og Oland, 1981) viste de samme tendenser.

Den tidligere helseundersøkelsen i Grønland gir et godt utgangspunkt for en mer inngående studie av virkningene av luftforurensning på befolkningens helse og trivsel i området. Denne undersøkelsen ga ikke svar på betydningen av sosiale faktorer og hvilken komponent eller gruppe av komponenter som har størst betydning for mulige helseskader.



Figur 1: Topografisk kart over Grønland med lokalisering av de viktigste industriutslipp.

2 MÅL

Prosjektets formål er, som fastsatt av Miljøverndepartementet og Statens forurensningstilsyn, å undersøke om enkelte eller kombinasjoner av luftforurensninger virker inn på menneskers helse og trivsel i Skien/Porgrunn området. Undersøkelsen skal legges opp slik at de offentlige myndigheter får den nødvendige informasjon for å kunne ta beslutninger om eventuelle tiltak.

Målet er således å etterprøve tidligere resultater, og å oppdage, beskrive og kvantifisere de mindre åpenbare virkninger av luftforurensning på menneskers helse og trivsel i Grenlandsområdet.

3 GENERELT OM LUFTFORURENSNINGER OG HELSEEFFEKTER

Menneskelig opptak av luftforurensninger er avhengig av både utendørs og innendørs forurensningskilder. Luftkvaliteten kan påvirke helse i forskjellig grad fra å øke de mindre alvorlige plager som påvirker den daglige trivsel, til å øke symptomer og dødelighet av de mer alvorlige sykdommer, som f. eks., astma, kreft, hjerte- og lungesykdommer. Myndighetene har behov for å vite hvilken luftforurensningskomponent og på hvilket nivå disse komponenter fører til helseskader, og hvor stor del av befolkningen som blir berørt. Selv om nedsatt trivsel og sjenanse er mindre alvorlig enn f. eks. kreft, kan nedsatt trivsel ha betydning fordi det berører så mange personer.

3.1 LUFTFORURENSNINGER

Luftens kvalitet og sammensetning er av stor betydning for menneskets helse og trivsel i et område. De stoffer som vanligvis omtales som forurensninger i uteluften er blant annet svoveldioksid, nitrogendioksid, karbonmonoksid, hydrokarboner, fotokjemiske oksidanter som ozon og peroksyacetylnitrat (PAN), toksiske metaller (bly, kvikksølv, kadmium, etc), fluorider og partikulære forbindelser.

Luftforurensninger i et område er sammensatt av bidrag fra både lokale kilder og fra langtransport. I et tettsted eller et industriområde vil vanligvis utslipp fra lokale kilder ha størst betydning. De dominerende luftforurensninger på lokal skala er utslipp fra fabrikker, biler og husoppvarming. Disse primære forurensningene (SO_2 , NO_2 , CO, etc) varierer mye i tid og rom avhengig av utslippenes beliggenhet og de meteorologiske forhold, sammenlignet med de sekundære forbindelser av mer regional karakter (sulfat, nitrat). Det er derfor viktig at luftmålinger tar hensyn til de store forskjeller det er i tidsoppløsning for de aktuelle stoffene, og benytter seg av forskjellige midlingstider (time, døgn, måned) i samsvar med stoffenes variasjon i tid og rom.

I stedet for bare å angi konsentrasjoner av forurensninger i uteluft, har en i de senere år blitt mer opptatt av den totale eksponering, dvs hva et menneske får i seg av forurensninger i løpet av et tidsrom. I denne sammenheng er det viktig å kartlegge luftforurensninger i menneskers nærmiljø, da disse kan avvike stort fra luftforurensninger på en større skala. Viktige momenter i denne sammenheng er bidrag fra innendørs kilder, som f. eks isolasjons- og byggemateriale, røyking og bruk av peis, ovn eller kamin. Andre eksempler kan være at en person utsettes for forskjellig grad av bilforurensning om man oppholder seg i gatemiljøet eller i et bilfritt miljø. For å kartlegge hva et menneske inhalerer i løpet av en periode er det ofte blitt benyttet bærbare prøvetakere. I den senere tid er det også utviklet eksponeringsmodeller, som tar hensyn til i hvilke miljøer et menneske har oppholdt seg i et bestemt tidsrom (Berglund et al., 1984).

Den minste skala er den som er inne i selve organismen. Når man puster inn luft bruker man nese og/eller munn, og de forskjellige deler av luftveiene kan endre luftens sammensetning betydelig. Fuktigheten øker, partikler deponeres i de forskjellige deler av luftveien avhengig av størrelse og vekt. Gassene absorberes avhengig av sin hygroskopiske karakter, og gass og partikler kan påvirke hverandre og lage nye kjemiske forbindelser. Noen eksempler er: Mennesker som puster inn gjennom nesen får mindre problemer med SO_2 enn de som puster gjennom munnen. Formaldehyd-effekter ser ut til å være avhengig av om den tas opp i partikler (Berglund et al., 1984).

Et annet viktig opptak av luftforurensninger er gjennom næringskjedene. Tungmetaller avsettes og tas opp i vegetasjonen som blir spist opp direkte av mennesker eller føres opp i næringskjeden av dyr som mennesker deretter spiser.

3.2 HELSEVIRKNINGER

At luftforurensninger kan påvirke menneskers helse har vært kjent i mange år, da særlig på grunn av flere kjente episoder med høye konsentrasjoner av luftforurensning som har medført dødelighet. For eksempel i Donora, Pennsylvania i 1948, der halvparten av byens 12000 innbyggere ble syke med 20 dødsfall (mot 2 forventet) i perioden med høye luftforurensninger. I 1952 i London oppsto en episode med høye konsentrasjoner av SO_2 ($3830 \mu\text{g}/\text{m}^3$) og sot ($4460 \mu\text{g}/\text{m}^3$) som førte til 4000 flere dødsfall enn forventet (Siem og Skogvold, 1981).

Selv om disse eksemplene viser virkninger av høye konsentrasjoner av enkelte komponenter, har det vært meget vanskelig å påvise mindre effekter på lavere nivåer. Problemet er å kunne identifisere hvilken komponent eller blanding av komponenter som fører til hvilke virkninger. Da er det nødvendig også å kunne beskrive at disse virkninger fører til en forverring av helse og trivsel og at de ikke bare er en del av en tilpasningsprosess. Som eksempel på tilpasning kan nevnes at mennesker kan leve på store høyder hvor oksygeninnholdet i luften er lav.

Virkninger av lave nivåer av luftforurensninger krever også en god oversikt over kompliserende biologiske faktorer, som f. eks. kjønn, alder, røykevaner, ernæring, individuelle arvelige faktorer, osv.

Helse kan defineres som individets evne til å motstå fysiske, psykiske og sosiale påkjenninger, slik at disse påkjenninger ikke medfører nedsatt levetid, nedsatt funksjon eller nedsatt trivsel. Av dette følger at det er vanskelig å finne et entydig og objektivt mål for helseeffekter. Effektene kan være dødsfall, hoste, såre øyne eller generell mistrivsel, og disse kan vanskelig bringes inn på en felles skala. Et stort arbeid ligger ugjort når det gjelder å utvikle integrerte dose/responsrelasjoner som tar hensyn til

dette. De studier vi bygger på i dag reflekterer respons fra luftforurensningen når det gjelder dødsfall, astmaepisoder eller målbar nedsatt lungeventilasjon. Bare i liten grad blir subjektiv sjenanse, mistriivsel og psykosomatiske plager gjenstand for vurdering. De siste aspektene blir stadig viktigere etter hvert som luftforurensning som gir alvorlige skader blir bragt under kontroll. Irritasjon og psykosomatiske plager vil, selv om de ikke er så alvorlige som f. eks. kreft, få stor betydning fordi de omfatter så mange personer.

Mange av effektene av luftforurensning er uspesifikke og kan også tilskrives andre faktorer. Symptomer som tretthet, utilpasshet, hodepine og søvnløshet påvirkes av en lang rekke fysiske, psykiske og sosiale forhold som er en del av den alminnelige hverdag. Det er bare i større epidemiologiske undersøkelser hvor variabler som alder, kjønn, belastning på arbeidsplassen, røykevaner, trafikkmønster, sosiale forhold og kulturelle variabler er studert, at vi kan få tallmessige uttrykk for virkninger av luftforurensningene ved slike lite spesifikke mål for helse.

På bakgrunn av den forskning som har vokst frem, er det antatt at luftforurensning kan forverre kronisk hjerte- og lungesykdom, redusere vekst og utvikling, hindre respirasjon, påvirke hjerne- og muskelfunksjon, og føre til forbigående irritasjon i øyne og luftveier (SFT, 1982; Emetz og Camner, 1983). Episoder med kraftig luftforurensning kan utvilsomt også føre til økt dødelighet.

Ved studier av helseeffekter har man enten konsentrert seg om akutte virkninger eller kroniske virkninger. En slik inndeling er betinget av de metoder som har vært brukt for å studere virkningene. Dersom de akutte virkninger ikke er totalt reversible, kan de gå over til å bli kroniske.

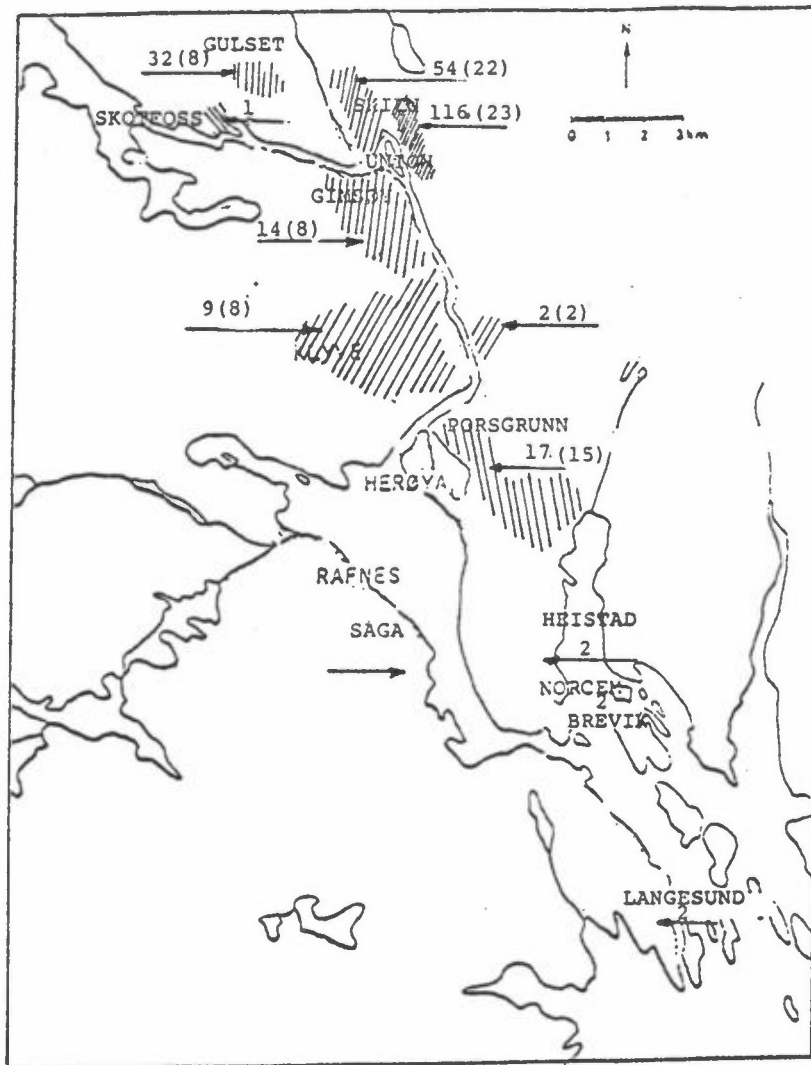
4 BAKGRUNN

En studie av helsevirkninger er både tidkrevende og kostbar. Det er derfor nødvendig å vurdere muligheten for å kunne måle en helseeffekt av luftforurensninger i området. Dette kan gjøres ved å sammenholde målte nivåer av forskjellige luftforurensninger i Grenland med tilsvarende verdier fra utenlandske helseundersøkelser. En slik sammenligning viser at i Grenland er konsentrasjonene av en rekke forurenkningskomponenter høyere enn de nivåer som har ført til målbare helseeffekter andre steder.

Også i de senere år har befolkningen i Telemark vært plaget av luftforurensninger, til tross for en betydelig nedgang i utslippene. Antall klager til SFTs kontrollseksjon i Telemark synes imidlertid å være på vei nedover. De mottok 114 klager fra 45 personer i 1983 og 268 klager fra 105 personer i 1982. Antallet av klager i 1983 fordelt på geografiske områder er vist i figur 2 (SFT, 1983).

Den tidligere Grenlandsundersøkelsen (Siem og Skogvold, 1981) gir en detaljert beskrivelse av helsetilstanden i området. Resultatene viser et økt antall plager av luftveissymptomer i de mest forurensede områder. Undersøkelsen fant ingen korrelasjon mellom hjerte-kar sykdommer og luftforurensninger, men den viste en sammenheng mellom symptomer for luftveissykdommer og økt forureningsnivå. I tillegg kunne en se en viss sammenheng mellom luftforurensninger og nedsatt trivsel, hodepine og i mindre grad kløende utslett, rennende øyne og andre helsefaktorer.

I den tidligere Grenlandsundersøkelsen ble det også gitt en oversikt over visse kreftformer (gjort av Kreftregisteret). Denne viste ingen overhyppighet av kreft i byområder i Telemark i forhold til Larvik eller landet forøvrig. En undersøkelse av luftforurensningers virkninger på arvestoff pågår i Porsgrunnområdet. De preliminare resultater viser en mulig sammenheng mellom luftforurensning og skader på arvestoff (Hansteen, 1983).



Figur 2: Antall klager i 1983 fordelt på ulike områder. Tallene i parentes angir antall personer som har klaget.

Fra: Kontrollseksjonen, Statens forurensningstilsyn, Årsrapport 1983 for industriforurensning i nedre Telemark.

4.1 OVERSIKT OVER RELEVANT LITTERATUR

Undersøkelser av luftforurensning og helseeffekter på mennesker kan deles i tre typer (nærmere beskrevet i avsnitt 5.1):

- 1) Kammerforsøk hvor mennesker er utsatt for bestemte konsentrasjoner av enkelte komponenter.
- 2) Tverrsnittsundersøkelser som beskriver helsetilstand i en gruppe mennesker på ett bestemt tidspunkt.

- 3) Kohort-studier hvor en følger en gruppe mennesker i en tidsperiode og sammenligner endringer i helsetilstand med endringer i eksponering til luftforurensning.

En omfattende oversikt over litteratur som handler om luftforurensninger og luftveissykdommer er beskrevet i en tidligere NILU-rapport (Noel, 1984). I tillegg ble det i 1982 utarbeidet en rapport av en arbeidsgruppe oppnevnt av Statens forurensningstilsyn (SFT, 1982). På grunnlag av litteraturstudier har gruppen beskrevet sammenhengen mellom luftforurensninger og skadevirkninger på helse og miljø for noen enkelte komponenter.

Tverrsnittsepidemiologiske undersøkelser viser en mulig sammenheng med økt sykkelighet, særlig av luftveissykdommer, og økt konsentrasjon av SO_2 , partikler, NO_2 og O_3 i luften. Resultatene er langt fra entydige, men viser en sammenheng mellom nivåer av luftforurensning og helsevirkninger.

En del kohort-studier som er gjennomført i den senere tid har ved hjelp av mer nøyaktig metodikk bekreftet en korrelasjon mellom komponentene ozon, nitrat, sulfat og partikler (TSP) og økte symptomer, medikamentforbruk eller nedsatt lungefunksjon for personer med luftveissykdommer. Tidligere kohort-studier har oppdaget enkelte problemer som det må tas hensyn til i slike studier som f. eks.; eksponering til tobakkryk i hjemmet, innendørs kilder av luftforurensning som NO_2 og formaldehyd, mulig tidsforsinkelse i effekter i forhold til høye luftforurensningskonsentrasjoner og mulig tilpasning til høyere nivåer av forurensning.

I de epidemiologiske undersøkelser har luftforurensningsnivået vanligvis vært karakterisert ved bare å bruke en eller noen få utendørs stasjoner. Det er meget sjeldent at bærbare instrumenter eller eksponeringsmodeller har vært brukt. Det er nå akseptert at undersøkelser som omhandler helsevirkninger og luftkvalitet må benytte et godt estimat for hva et menneske blir eksponert for av forskjellige luftforurensninger (Berglund et al., 1984).

4.1.1 Resultater fra kammerforsøk

For å fastsette nivåer hvor helsevirkninger er mest synlig har kammerforsøk vært mest brukt. Kammerforsøkene nedenfor handler om korttidseksponering med varighet fra 5-10 minutter til flere timer. Resultater viser:

Svoveldioksid (SO₂)

I kammerforsøk har det vært vanskelig å bekrefte effekter av SO₂ på de samme nivåene som har ført til problemer i epidemiologiske undersøkelser. I 1984 ble det gjort en undersøkelse som kanskje gir en del forklaringer. Boushey (1984) testet nedsatt lungefunksjon hos astmatikere med: 1) 0.5 ppm SO₂ (1300 µg/m³) alene, 2) aktivitet alene, 3) SO₂ + aktivitet, 4) høy fuktighet alene, 5) SO₂ + høy fuktighet, 6) kald, tørr luft (-10⁰ C) alene og 7) SO₂ + kald, tørr luft. Resultatene viste:

- A) Ingen effekt av 0.5 ppm SO₂ alene eller aktivitet alene, men en fordobling av "specific airway resistance (SRaw)" med SO₂ + aktivitet.
- B) Ingen effekt av høy fuktighet alene, veldig liten med kald, tørr luft alene, beskjeden økning ved fuktighet + SO₂, tredobling av SRaw med SO₂ + kald, tørr luft.
- C) Aktivitet + 0.25 ppm (650 µg/m³) SO₂ førte også til en signifikant økning av SRaw, men i mer beskjeden grad.

Nitrogendioksid (NO₂)

Det er stor usikkerhet om hvor høye nivåer av NO₂ som er nødvendig for å framkalle reaksjoner hos de mer ømfindtlige befolkningsgrupper. Det er nødvendig å skille mellom to forskjellige mål brukt for å vurdere helsevirkninger. Den ene er følsomhet ovenfor bronkiale irritanter, som f. eks. carbachol eller methacholine, og den andre er mulig nedgang i lungefunksjon. Et kammerforsøk (Orehek et al., 1976) fant at 0.1 ppm NO₂ (200 µg/m³) kunne fremkalle økt bronkial reaktivitet hos de lungesyke. I noen undersøkelser av lungefunksjoner fant en imidlertid ingen effekt ved NO₂-nivåer fra 0.1 ppm NO₂ til 1 ppm (2000 µg/m³) hos både lungesyke og lungefri~~se~~ (Hackney et

al., 1978; Morrow, 1984). I 1982 fant derimot Ahmed et al. også at 0.1 og 0.2 ppm NO₂ førte til økt ømfindtlighet til carbachol, men ikke til methacholine (Ahmed et al., 1982 a og b). ppm NO₂ førte til økt ømfindtlighet til carbachol, men ikke til methacholine. Hazucha et al. fant i 1983 ingen effekt av 0.5 ppm NO₂ på "methacholine challenge" hos astmatikere.

På bakgrunn av disse undersøkelser er det derfor meget vanskelig å vurdere ved hvilken konsentrasjon NO₂ kan påvirke helsen til lungesyke mennesker. Muligheten for en effekt er tilstede allerede med et nivå av 0.1 ppm eller 200 µg/m³. Det har vært antydnet effekter hos lungefriske ved 500 µg/m³.

Det savnes undersøkelser av samme type som er gjort for SO₂, dvs. å kombinere NO₂ med aktivitet, fuktighet og temperatur.

Ozon (O₃)

Kammerforsøk med ozon har ikke gitt entydige resultater. Det ser ut til at om en kombinerer ozon med aktivitet, så finner en effekter hos både astmatikere og friske mennesker fra 200-740 µg/m³ (.11 ppm - .37 ppm). En tilpasningseffekt har vært målt som begynner etter 2-5 dagers eksponering og som varer inntil 14 dager. Øyeirritasjoner begynner allerede ved 200 µg/m³ (Emetz og Camner, 1983).

Karbonmonoksid (CO)

De fleste undersøkelser måler effekten ut fra mengden av kullos bundet til hemoglobin (COHb). CO kan føre til ganske alvorlige effekter på hjerte-kar systemet, sentralnervesystemet og kan føre til redusert fostervekt. Nylig har det vært antydnet en mulig sammenheng mellom "Sudden Infant Death Syndrome (SIDS)" hos spebarn og kullos (Mage, 1984). Derfor har WHO anbefalt at CO-andelen på hemoglobin ikke må overskride 2.5% hos ømfindtlige mennesker. Det tilsvarer 35 mg/m³ i 1 time med lett aktivitet eller 8 timer med 20 mg/m³. Disse nivåene kan forekomme i rush-tiden i sterkt trafikkerte gater (Emetz og Camner, 1983).

4.1.2 Resultater fra kohort-studier

Freziers 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 deltagers hjem. Forurensningsnivået innendørs ble ikke registrert. Hver deltager fylte ut en dagbok om luftveissykdommer og bruk av medikament. To ganger daglig målte de toppstrømhastighet med en "Mini-Wright peak flow meter". Alle deltagerne gjennomgikk en grundig helseundersøkelse før de begynte, og alle 34 fullførte undersøkelsen. Den eneste komponenten som varierte noe i undersøkelsesperioden var sulfat. Tre deltagere hadde sterk nedgang i helse-tilstand med økt sulfatkonsentrasjon. Fire så ut til å være bedre med økt sulfat, og de 24 andre hadde blandede resultater. Forfatterens konklusjoner var at ca 9% av astmatikerne var svært ømfindtlige for sulfat i luft og ville ha en vesentlig forbedret helsetilstand hvis sulfatkonsentrasjonen ikke overskrider $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 for toppstrømhastighet og nebulizer-kronolog for medikamentforbruk. Hver enkelt deltager bodde ikke lengre avstand enn 1.5 km fra en av de to målestedene for luftkvalitet. Luftforurensninger innendørs ble ikke målt. På grunn av tidligere bestemte eksklusjonskriterier og mangel på sterkt forurensede dager, fikk de uklare resultater. Maksimum månedsmidler for SO_2 , O_3 , sulfat og nitrat var henholdsvis 36, 60, 4 og $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Undersøkelsen fant korrelasjon mellom høyt nitratnivå og både økte symptomer og økt medikamentforbruk. Forfatterne mener at svakheter med undersøkelsen var 1) for lavt luftforurensningsnivå og 2) at eksklusjonskriteriene var for strenge (de tok ut data når luftveisinfeksjoner var tilstede og hvis folk var utenfor området mer enn 3 timer).

Undersøkelsen i Canada (Silverman et al., 1982, a og b), er i ferd med å avsluttes og bare foreløpige resultater er tilgjengelige ennå. I denne undersøkelsen ble luftforurensningsmålinger utvidet til også å inkludere innendørs målinger og bærbare prøvetakere. Hver deltaker fylte ut en dagbok

om sine aktiviteter for at luftforurensningseksposeringen kunne estimeres. Undersøkelsen fant en sammenheng mellom økte NO_2 -verdier og redusert lungefunksjon hos både friske og astmatikere, men resultatene var 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 (Holguin et al., 1985) registrerte aktiviteter, symptomer, toppstrømhastighet (PEF) og medikamentforbruk hos 52 astmatikere i seks måneder. Luftforurensninger ble i likhet med de canadiske undersøkelser, målt med faste utendørs, innendørs/utendørs og bærbare prøvetakere. Utendørsmålingene var ikke mer enn 1.5 km fra hver deltagers hjem og målte O_3 , SO_2 , NO_2 , CO og totalt partikkelinnhold fordelt på to trinn ($<2 \mu\text{m}$), pollen og meteorologiske variabler. Alle 52 fullførte undersøkelsen, men noen ble eliminert på grunn av mangel på astma-anfall (hadde vokst dem av seg). De fant en signifikant økning av astma-anfall med økt ozon særlig når temperaturen falt samtidig. Ozon var den eneste av komponentene som viste store endringer, mens SO_2 og tildels 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 $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

4.2 LUFTKVALITET OG METEOROLOGISKE FORHOLD I SKIEN-PORSGRUNN OMRÅDET

Hoveddalføret i området er orientert i nordvest-sørøstlig retning (se figur 1). Topografien fremmer dannelse av lokale bakkeinversjoner med dårlige spredningsforhold og vind fra nordvest. Dette opptrer særlig om vinteren og om natten om sommeren. Om våren og sommeren fører land-sjøbris effekten ofte til vind inn fjorden om dagen og ut fra nordvest om natten.

De to viktigste områdene med industriutslipp i Grønlandsområdet er Skien (Union Bruk) og Herøya (Porsgrunn Fabrikker og Porsgrunn Elektro-metallurgiske). Klyve og Ås ligger i dominerende vindretning for utslippene fra Herøya i henholdsvis sommer- og vintersesongen. Fra Herøya slippes ut ammoniakk, klor, saltsyre, nitrogenoksider og partikler i tillegg til svoveldioksid som også slippes ut fra Union Bruk.

Det er utført en rekke studier av luftkvalitet i området tidligere (Hanssen og Sivertsen 1977; Larssen 1979 og 1980; Schjoldager 1982; Schjoldager et al. 1984; og Hov og Semb 1984) og SFTs kontrollseksjon for nedre Telemark utfører regelmessige målinger av luftforurensningene i området. I tabellene A1-5, vedlegg A, er det gjengitt kumulativ fordeling av times- og døgnverdier for noen aktuelle stoffer i de fem siste vinter- og sommersesonger. Målestedene Øvre gate og Skien brannstasjon ligger henholdsvis øst og nord for Union Bruk (se forøvrig fig. 3).

Disdannelse i Grenland med påfølgende redusert sikt har vært gjenstand for en rekke undersøkelser tidligere. Industriutslippene i området, da spesielt saltsyre, ammoniakk og klor, gjør at det oppstår dis som legger seg som et slør over området selv om luftfuktigheten ikke er høy nok for "naturlig" tåkedannelse. Disen fører også av og til med seg en ubehagelig industrilukt, og oppleves som en ulempe for befolkningen i området. Dette opptrer spesielt på sommerdager med land-sjøbris. Om vinteren skjer disdannelsen oftest ved svak vind fra nordlig kant. Som parameter for dis måles b_{sp} som er partiklenes spredningskoeffisient.

Sikten er gitt ved:

$$V(\text{km}) = \frac{3.9}{b_{sp}}$$

hvor b_{sp} må være gitt i km^{-1} .

Figur A-1 viser forløpet av b_{sp} på Klyve og hvordan denne varierer med vindretningen sett i forhold til Herøya. Uten forurensningspåvirkning er sikten i området mellom 20-100 km, mens typiske verdier for sikt med forurensningspåvirkning er 2-10 km (Larssen 1979 og 1980).

Den vesentligste delen av lysspredningen skjer av den finfraksjonerte delen av partiklene ($< 2 \mu\text{m}$), slik at denne parameteren kan benyttes på to måter i denne undersøkelsen:

- 1) Parameter som måler innholdet av respirable, hygroskopiske partikler i luften
- 2) Indikator for røykfaner fra industriutslipp.

Måleresultatene fra Øvre gate og Skien brannstasjon viser at svoveldioksid har hatt maksimum timesverdier mellom 270 og 1240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i de fire siste sommer og vintersesongene på grunn av uhellsutslipp fra Union Bruk. Ved å sammenligne timesverdier og døgnmiddelverdier for SO_2 i vedlegg A (tabell A1-5 og figur A1-2) ser man betydningen av å registrere timesverdier, da uhellsutslippene kan ha kort varighet og belastningen på et sted vil variere avhengig av vindretning og spredningsforhold.

Nitrogenoksider og ozon er målt på Klyve og Ås i henholdsvis sommer- og vintersesongen på grunn av dominerende vindretninger i disse årstidene. Maksimum timesverdi mellom 70-170 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ er målt for nitrogendioksid i hver sesong. Ozon, som er en fotokjemisk oksidant, er målt om sommeren på Klyve, med maksimum timesverdier for hver sommersesong mellom 140 og 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Tidligere ozon-målinger utført vinterstid (1976-79) gir vesentlig lavere verdier enn om sommeren, og maksimum timesverdier om vinteren var i området 105-125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Av partikulære forbindelser er det i perioden 1979-84 foretatt regelmessige analyser av sulfat og nitrat. Disse viser stor variasjon av døgnverdier avhengig av meteorologiske forhold. Månedsmidler for sulfat og nitrat i perioden 1979-84 er henholdsvis 3 - 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ og 3 - 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ med maksimum døgnverdier opptil 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ og 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ for henholdsvis sulfat og nitrat. Sammenlignet med andre belastede områder er nivået av disse forbindelser relativt høyt.

Resultatene av målingene viser at de aktuelle stoffene varierer sterkt i tid og rom, og at noen viser en klar sesongvariasjon. Det er derfor viktig ved denne undersøkelsen å benytte korte midlingstider og studere sesongvariasjoner for å få et detaljert og riktig bilde av de forurensninger deltagerne blir eksponert for mens undersøkelsen pågår.

4.3 VURDERING AV FORURENSNINGSNIVÅET I GRENLAND-OMRÅDET OG MULIGE HELSE-EFFEKTER

Grenlandsundersøkelsen i 1979 viste økt hyppighet av luftveissykdommer og hodepine. I tillegg har SFTs kontrollseksjon i nedre Telemark fått mange klager over luftforurensningseffekt på helse i området. I en rundspørring gir flere mennesker enn de som ringer inn til SFTs kontrollseksjon uttrykk for å være plaget av luftforurensninger (Jensen og Sand, 1983). Det er uvisst om menneskers subjektive oppfatning av luftforurensningers påvirkning er reell, eller om det er psykologiske effekter i tilknytning til for eksempel dis.

Ved å sammenholde resultater av tidligere helseundersøkelser og målte verdier i Grenland av de enkelte luftforurensningskomponenter, kan en vurdere sannsynligheten for å måle en effekt i området.

I denne sammenheng er det imidlertid viktig å ta hensyn til levemønster og boforhold, idet eksponeringen av en luftforurensning vil være avhengig av f. eks. antall timer utendørs og om boligene i en undersøkelse har luftkondisjonering. Tabell 1 gir en enkel oversikt over forurensningsnivået ved tidligere undersøkelser og konsentrasjoner målt i Grenland i perioden 1976-84.

Tabell 1: Utendørs verdier av forskjellige luftforurensningskomponenter i Grenland sammenlignet med kammerforsøk og kohort-studier hos astmatikere.

Komponenter Forfattere	Midlingstid	SO ₂ µg/m ³	NO ₂ µg/m ³	O ₃ µg/m ³	Sulfat µg/m ³	Nitrat µg/m ³
Kammerforsøk	Minutter til flere timer	650*	200* usikkert	200-700*		
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
Frezieres et al., 1982	Månedsmidler				t: 4.3-25.7*	
Holguin et al., 1985	Månedsmidler	10	40-60	110*		
Silverman et al., 1982, a-b)	3 mndr. middel	9±13	31±22*			
Verdier målte i Grenland	Årsmidler Halvårsmidler	15-91	8-22	44-76	t: 3.6-10.4	t: 3.1-4.7
1979-1984	Maks.mnd.midl.	95	34	83	34.8	7.6
	Maksimum - time Maksimum - døgn	1238	172	195	300	28.1

* Observerte signifikante effekter på helse.
f: fin; g: grov; t: totalt.

Svoveldioksid (SO₂)

Halvårsmidler for SO₂ på målesteder i Skien ligger mellom 15 og 90 µg/m³ for perioden 1979-83, med maksimum timesverdier opp mot 1200 µg/m³ i spesielle situasjoner (se vedlegg A). Timesverdier av SO₂ over 300 µg/m³ forekommer mellom 0.1-7.0% av hver sesong i perioden 1979-84.

Kammerforsøk utført ved lav temperatur (-10⁰C) og SO₂-konsentrasjon på 0.5 ppm (650 µg/m³) gav målbare helseeffekter. Andre studier viste ingen helseeffekt med månedsmidler og halvårsmidler på henholdsvis 8-36 µg/m³ og 10 µg/m³. Nivåene i Grenland ligger høyere enn dette (se tabell 1), slik at det er mulig at man vinterstid kan registrere målbare effekter av SO₂ på luftveiene i Skien-området. Aktivitet utendørs vil dessuten øke sannsynligheten for målbare effekter.

Ozon (O₃)

Nivået av ozon i Grenland varierer med årstiden avhengig av den fotokjemiske aktivitet. Halvårsmidler for ozon på Klyve for perioden 1979-83 ligger mellom 40 og 76 µg/m³, med maksimum timesverdier opp til 200 µg/m³ i episoder om sommeren med høy fotokjemisk aktivitet (se vedlegg A). I kohort-studiet i Houston (Holguin et al., 1985) var middelveidien for ozon i måleperioden (6 mndr) ca 110 µg/m³, og undersøkelsen registrerte en målbar økning i risiko for astmaanfall ved en økning av ozonkonsentrasjonen på 80 µg/m³. I Grenland er typiske variasjoner av ozon mellom natt og dag ca 50 µg/m³ med døgnvariasjoner opptil 100-150 µg/m³ i episoder med høy fotokjemisk aktivitet om sommeren. I en annen undersøkelse (Perry et al., 1982) ble det ikke registrert noen målbar effekt av ozon for månedsmiddel mellom 12-60 µg/m³. Tilsvarende verdier for Grenland er månedsmidler mellom 44-85 µg/m³ (se tabell 1).

Når en sammenholder konsentrasjonsnivået i Grenland med tidligere studier av helseeffekter, er det viktig å ta hensyn til levemønster i området. I Houston (Holguin et al., 1984) oppholdt deltagerne seg utendørs i ca 1.5 timer av døgnet, og innendørskonsentrasjonen av ozon var ca 10% av utendørsverdier pga luftkondisjonering. I Norge tilbringer mennesker ca 4-6 timer av døgnet utendørs, og luftkondisjonering blir sjelden brukt. Det er derfor rimelig å anta at innendørsverdier av ozon er ca 80-90% av konsentrasjonen utendørs. Slike forskjeller i levemønster og boforhold kan medføre at den aktuelle eksponering til luftforurensning kan bli opptil 6 ganger høyere i Norge når man sammenligner med Houston-undersøkelsen.

Nitrogendioksid (NO_2)

Middelverdier for sommer- og vinterhalvåret i Grenland for NO_2 i perioden 1979-83 ligger mellom 8 og 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, med maksimum timesverdier mellom 110 og 170 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Resultater fra kammerforsøk viser stor usikkerhet om helsevirkninger rundt 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (se kapittel 4.1.1). Det er viktig å påpeke at kombinasjoner av NO_2 og andre faktorer som aktivitet, høy fuktighet eller lave temperaturer ikke har vært studert i kammerforsøk. I kohort-studier med 3 måneders middel av NO_2 på 10-50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ble det registrert målbare helseeffekter (Silverman et al, 1982,a). NO_2 -nivået i Grenland er noe lavere enn tidligere studier, men på et slikt nivå at det er mulig at helseeffekter av NO_2 kan forekomme (se tabell 1).

Sulfat (SO_4^{2-})

Middelverdier over året av sulfat i Grenland for perioden 1979-83 er mellom 3.5 og 10.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ med maksimum månedsverdi opptil 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Døgnverdier over 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ har forekommet i 10-30% av året i perioden 1979-83 med maksimum døgnverdi mellom 40 og 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (se vedlegg A og tabell 1).

Tidligere kohort-studier (Freziers et al., 1982) har påvist målbare helseeffekter for døgnverdier av sulfat over ca 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Sulfatnivået i Grenland er derfor høyt sammenlignet med tidligere undersøkelser. Det bør derfor være mulig å påvise eventuelle helseeffekter av sulfat.

Nitrat (NO_3^-)

Middelverdier over året for nitrat i Grenland for perioden 1979-83 er 3-5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, med maksimum døgnerverdier mellom 8 og 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Høyeste månedsmiddel i perioden var 7.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. I måleperioden 1980-83 ble det målt døgnerverdier av nitrat over 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i 20-40% pr sesong (se vedlegg A). Tidligere studier (Perry et al., 1982) har påvist målbar helseeffekt av nitrat for konsentrasjoner på 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ målt som månedsmiddel. Det er derfor mulig at nitratnivået i området er så høyt at den kan påvirke menneskers helse og trivsel.

5 PROSJEKTBEKRIVELSE

I dette kapitlet diskuteres hvilken metode som bør brukes for å tilfredsstille de målene som er satt av Miljøverndepartementet og Statens forurensningstilsyn. Tidligere studier av tilsvarende omfang og innhold blir gjennomgått og vurdert for å finne den studieform som er best egnet til å nå målene.

Konklusjonen er at en kortvarig kohort-studie (4-6 mndr) hvor personene er sin egen referanse, vil egne seg best til å måle små, men viktige, forandringer i helsestatus. Denne metoden er den mest anvendelige når man skal studere hvilken komponent eller gruppe av komponenter som gir effekter, og på hvilket nivå en forurensningskomponent fører til et helseproblem.

To kohort-grupper, en med lungefriske og en med personer som lider av reversible luftveissykdommer, vil bli fulgt daglig i hele forsøksperioden ved bruk av spørreskjemaer. Registrering av meteorologiske forhold og luftkvalitet vil bli utført samtidig.

Grenlandsundersøkelsen i 1979 (Siem og Skogvold, 1981) viste at det var en mulig sammenheng mellom luftforurensninger og enkelte symptomer av luftveislidelser og hodepine hos både barn og voksne. Denne tverrsnittsundersøkelsen kunne derimot ikke gi svar på hvilke komponenter som var de mest sannsynlige årsaker til disse helsevirkningene. I en videre og mer detaljert undersøkelse er det derfor nødvendig å utforme undersøkelsen slik at dette er mulig. Først må kravene identifiseres, og disse kan inndeles som følger; 1) vitenskapelig, 2) sosialt, 3) kostnader og varighet.

- 1) Det viktigste vitenskapelige krav er at en må kunne skille de effekter som gjelder luftforurensning ut fra de som skyldes kompliserende faktorer som f.eks. alder, kjønn, røykevaner, utdanning, ernæring osv. I tillegg bør prosjektet kunne skille mellom virkningen av de enkelte luftforurensningskomponenter.
- 2) De sosiale krav er at prosjektet må inneholde de aktuelle problemer myndighetene har: a) det må gjelde de områder som er aktuelle (f.eks. Skien og Porsgrunn), b) en bør ha med risikogrupperne - barn, eldre, gravide, lungesyke osv.
- 3) Prosjektets kostnadsramme bør stå i rimelig forhold til mulige resultater, og sist, men ikke minst, bør prosjektet kunne gi svar innen en rimelig tidsbegrensning.

5.1 BESKRIVELSE AV ALTERNATIVE TYPER UNDERSØKELSER

Den skisserte epidemiologiske undersøkelsen er valgt ut fra flere mulige typer undersøkelser (oppsummert i tabell 2):

Tabell 2: Beskrivelse av alternative studie-design og evaluering av disse.

VALG AV STUDIE DESIGN

STUDIE DESIGN	OMFANGET AV UNDERSØKELSEN	MULIGHET TIL Å ETTERKOMME STUDIETS KRAV		
		Vitenskapelig behov		Sosialt behov
		Mulighet til å skille effekter av ulike luftforurensningskomponenter	Mulighet til å skille ut biologiske, sosiale, o.l. effekter	
TVERRSNITTS-EPIDEMIOLOGISK UNDERSØKELSE				
1. Morbiditet	Måle sykdommers prevalens	Ikke mulig	Ikke tilfredsstillende	Tilfredsstillende
2. Mortalitet	Måle sykdommers prevalens, men mindre tilfredsstillende enn ved morbiditet	Ikke mulig	Ikke tilfredsstillende	Tilfredsstillende
KOHORT				
1. Langtidsvirkninger	Måle insidens av morbiditet og mortalitet	Ikke mulig	Ikke tilfredsstillende	Tilfredsstillende
2. Korttidsvirkninger				
a) Friske mennesker som undersøkes før, under og etter trening	Måle effekt av ekstra høyt inntak av luft på grunn av økt ventilasjon	Gode muligheter	Tilfredsstillende	Ikke tilfredsstillende
b) Friske mennesker som undersøkes kun ved spørreskjema	Måle daglig variasjon i trivsel	Gode muligheter	Tilfredsstillende	Moderat Ikke tilfredsstillende
c) Sensibel gruppe (en gruppe som har en eller annen kronisk sykdom) (undersøkes daglig ved spørreskjema/tester)	Daglig variasjon i ubehag, symptomer osv.	Gode muligheter	Tilfredsstillende	Tilfredsstillende
EKSPERIMENTELL UNDERSØKELSE				
1. Friske mennesker som undersøkes før, under eller etter trening	Måle utførelse og trivsel	Meget tilfredsstillende	Tilfredsstillende	Ikke tilfredsstillende
2. Friske mennesker som undersøkes med et spørreskjema	Variasjon i trivsel	Meget tilfredsstillende	Tilfredsstillende	Ikke tilfredsstillende
3. Sensibel gruppe (en gruppe som har en eller annen kronisk sykdom) (undersøkes ved daglig spørreskjema/tester)	Måle variasjoner i symptomer og trivsel	Meget tilfredsstillende	Tilfredsstillende	Ikke tilfredsstillende
PASIENTKONTROLL (case-control)	Beskrive sykdommers etiologi	Ikke mulig	Moderat tilfredsstillende	Tilfredsstillende

- 1) Dyreforsøk, hvor små dyr med kort levetid er eksponert for høye konsentrasjoner av en eller flere komponenter med det mål å kunne overføre de målte effekter til mennesker.
- 2) Eksperimentell undersøkelse, hvor menneskers respons til luftforurensningskomponenter undersøkes ved bruk av kammer med regulerte nivåer av de enkelte komponenter, men hvor eksponeringstiden sjelden overskrider 8 timer. Fysiologiske parametre måles før og etter for å kontrollere effekten av disse komponentene.
- 3) Epidemiologiske undersøkelser, hvor en prøver å beskrive helseeffekter ved å undersøke befolkningsgrupper eksponert til luftforurensning. Det vanlige livsmønsteret blir ikke forstyrret i slike undersøkelser. Disse studiene kan undersøke mortalitet eller morbiditet, og kan følge tre forskjellige design-typer:
 - a) Tverrsnittsundersøkelse, hvor en sammenligner tilfeldig valgte populasjoner fra ulike steder med hverandre. De blir spurt om sykdommer, livsmønster og mulig eksponering til luftforurensninger og andre risikofaktorer. Antall mennesker med den undersøkte sykdom blir registrert. En undersøker både årsak og effekter på samme tid.
 - b) Pasient-kontroll (case-control) eller "case-comparison", hvor en velger mennesker med en sykdom (case) og mennesker uten sykdom (control or comparison) som er så lik den "syke" gruppen som mulig i alder, kjønn, røykevaner etc. Eksponering til luftforurensning blir estimert for begge grupper ved bruk av spørreskjema. Ved hjelp av statistiske analyser kan en bestemme hvorvidt den "syke" gruppen har forskjellig eksponering til luftforurensning i forhold til den "friske" gruppen.
 - c) Kohort-undersøkelse, hvor hvert individ av en menneskegruppe måles gjentatte ganger over et tidsrom av måneder eller år, og derfor brukes som sin egen referanse. Helsetilstanden blir sammenlignet med eksponeringen av luftforurensninger i samme tidsrom.

Undersøkellesmetodene beskrevet ovenfor har alle sine fordeler og ulemper. Ved dyreforsøk kan man beskrive ganske nøyaktig hvordan en komponent virker inn fysiologisk, men det er vanskelig å overføre resultatene fra slike forsøk til å gjelde mennesker.

En eksperimentell undersøkelse, hvor man bruker kjente konsentrasjoner av enkelte komponenter, gir den beste mulighet for å svare på effekter av komponenter på menneskers helse. Ved å sammenligne de samme individer med seg selv under forskjellige kombinasjoner av luftforurensningskomponenter kan en effektivt skille ut effekter av kompliserende faktorer. Denne type undersøkelse er ut fra de vitenskapelige krav best egnet til å svare på spørsmål om virkninger, men den kan være veldig kostbar, spesielt når slike forsøkskamre ikke eksisterer (som i Norge). En slik undersøkelse måler bare kortvarige effekter og symptomer av luftforurensning. Det byr også på moralske problemer å gi skadelige doser av luftforurensninger til f.eks. astmatikere. Derfor er slike forsøk stort sett utført med friske mennesker.

En tverrsnittsundersøkelse vil gi svar på mulige sammenhenger mellom f.eks. luftforurensninger og hyppighet (prevalens) av mer alvorlige sykdommer. Det er imidlertid ikke mulig å bestemme hvilke luftforurensningskomponenter som er årsaken, og det er vanskelig å skille ut kompliserende faktorer, som f.eks. kjønn, røykevaner, økonomiske forhold etc. Slike undersøkelser gir mye informasjon til en rimelig pris, tar kort tid og tilfredsstillende de sosiale behov som er nevnt.

Sammenlignet med en tverrsnittsundersøkelse, har en pasient-kontroll studie større mulighet til å kontrollere kompliserende faktorer. Den sammenligner hver pasient med en eller flere kontrollvalgte som er så lik som mulig pasient i alder, kjønn, sosial/økonomisk nivå etc. En slik undersøkelse kan dessverre heller ikke gi svar på hvilke komponenter eller på hvilke nivåer disse komponentene medfører helseskader.

I en kohort-studie følges en gruppe mennesker over tid. Helsetilstanden for hver deltager registreres to eller flere ganger daglig. Dette gir grunnlag for å unngå kompliserende faktorer som røykevaner, økonomiske forhold osv.

Kohort-studier kan inndeles i to alternativer:

- 1) Måling av langtidsvirkninger ved å sammenligne sykdommers insidens over tid i høyt og lavt belastede områder.
- 2) Måling av korttidsvirkninger ved å måle små endringer i helse og trivsel.

En oversikt over de to alternativene er gitt i tabell 3. Alternativ 1 handler om svært alvorlige sykdommer, mens alternativ 2 handler om enklere symptomer. Alternativ 1 vil ta fra 10 til 30 år å gjennomføre, og krever samtidig god oversikt over inn- og utflytting av personer i forsøksgruppen og endringer i luftforurensningssituasjonen. Den lange oppfølgingstiden fører til at det er vanskelig å gjennomføre en slik undersøkelse i praksis. Alternativ 2, som har mye kortere varighet, kan derimot studere effekter av enkeltkomponenter.

Tabell 3: Kohort-studier - oversikt.

Kohort-studie Alternativer	Omfanget av undersøkelsen	Vitenskapelig behov		Kostnad
		Responsvariabel	Tid før resultater	
I - Langtidsvirkninger	Måle insidens av sykkelighet og dødelighet	Insidens av irreversibile luftveissykdommer, hjertekarsykdommer, kreft, osv.	Meget langt (10 til 20 år)	høy
II- Korttidsvirkninger				
a) Friske mennesker som undersøkes før, under eller etter trening	Måle effekter av ekstra høyt inntak av luft på grunn av økt ventilasjon	Endringer i vanlige luftveistester, andre fysiologisk variable (puls, temp., osv.)	Kort	lav
b) Friske mennesker som undersøkes kun ved spørreskjema	Daglig variasjon i trivsel	Hodepine, lukt, rennende nese, sviende øyne	Innen 1 år	middels
c) Risikogruppe (en gruppe som har en eller annen kronisk sykdom) undersøkes ved daglig spørreskjema/tester	Variasjoner i ubehag, symptomer osv.	Kun de med reversible luftveissykdommer - astma bronkiale - kronisk obstruktiv luftveissykdom	Innen 1 år	middels

Når vi ser etter den type undersøkelse som best vil svare til de vitenskapelige og sosiale behov og er tilfredsstillende i kostnad og tid, kan vi derfor konkludere som følger:

Av undersøkelsene nevnt ovenfor, er det bare en kohort- studie eller eksperimentelle undersøkelser som helt ut tilfredstiller de to vitenskapelige krav som er nødvendig i denne undersøkelsen:

- skille effekter av ulike luftforurensningskomponenter
- skille ut biologiske, sosiale og andre kompliserende faktorer

Eksperimentelle undersøkelser må utføres i spesialkamre og er derfor ikke tilfredsstillende når det gjelder å reflektere virkeligheten. En kohortstudie kan derimot utføres i felt under realistiske forhold. Denne studie-design vil derfor bli lagt til grunn for videre planlegging i denne undersøkelsen.

5.2 VALG AV STUDIEMETODE

Det foreslås at kohort-studie alternativ 2 benyttes i Grenland. De viktigste grunner til dette er:

- a) Det bør være mulig å skille mellom virkninger av enkelte luftforurensninger og kombinasjoner av disse.
- b) Det bør være mulig å bestemme på hvilket nivå forskjellige komponenter av luftforurensning begynner å vise effekter.
- c) Det bør være mulig å unngå problemer med kompliserende faktorer, siden hvert individ er brukt som sin egen referanse.
- d) Undersøkelsen utføres i felt og blir da mest mulig representativ for virkeligheten.
- e) Undersøkelsen kan gjennomføres relativt raskt og med kostnader innen rimelige grenser.

Selv om kohort-studie type 2 handler om relativt trivielle og ufarlige symptomer, er dette en type undersøkelse som er best egnet til å gi en mer detaljert beskrivelse av luftforurensningers helseeffekter. Man må anta at de komponenter som fører til økt sykkelighet hos de som lider av luftveissykdommer er de samme som kan føre til utviklingen av irreversible helseskader i lungene (Evans, 1984; Kilburn, 1984).

6 FORSØKSGRUPPER - VALG OG STØRRELSE

Det foreslås å undersøke 2 forsøksgrupper:

- 1) Mennesker som lider av reversible luftveissykdommer
- 2) Friske mennesker

Personer med luftveissykdommer er valgt siden de er mest følsomme for små endringer i luftforurensningssituasjonen. En gruppe med friske mennesker er også tatt med for å studere om endringer i konsentrasjonen av luftforurensninger har innvirkning på deres trivsel, dvs. gir utslag i form av hodepine, sår hals osv. Det er viktig at denne gruppen er med for å kunne overføre resultatene av undersøkelsen til befolkningen generelt i Grenland-området. Denne gruppen skal også være en kontrollgruppe for den øvrige undersøkelsen om luftveisslidelser. Statistiske metoder, som er benyttet i tidligere studier, gir at et antall på 75 personer pr. forsøksgruppe vil være tilstrekkelig for denne undersøkelsen.

6.1 DE SOM LIDER AV LUFTVEISSYKDOMMER

Det foreligger en liste over alle mennesker i Grenland-området som lider av luftveissykdommer (diagnosene 490-493) for årene 1980-1983 (tabell 4). Aktuelle forsøkspersoner som lider av astma eller kronisk bronkitt og som bor i det utvalgte området, vil bli plukket ut fra denne listen. For å bestemme hvem som er best skikket for undersøkelsen, vil hver enkelt bli intervjuet. Disse intervjuene vil avklare hvem som har slike plager regelmessig og som har mulighet til å delta i undersøkelsen.

Tabell 4: Antall personer med luftveissykdommer (diagnose 490-493) for perioden 1980-1983. (TSS: Telemark Sentralsykehus.)

	Skien	Porsgrunn
Barneavdelingen (født år 1970 eller senere)	44	36
Medisinsk avdeling i Porsgrunn	31	87
Diagnosestasjon ved TSS i Skien	243	131
Totalt	290	254

I samarbeid med lokale lungeleger, vil ca. 125 mennesker bli plukket ut for en mer detaljert helsetest.

Lungesykdommer er vanskelige å definere eller inndele i kategorier. Denne undersøkelsen vil studere små variasjoner i lungefunksjonen, slik at sykdommer må være mest mulig reversible. Når man velger deltagerne, bør en derfor bruke blant annet tester på reversibilitet og følsomhet for ekstern påvirkning. Derfor vil mulige deltagerne gjennomgå en test av lungefunksjoner, en røntgenundersøkelse av brystet, etc. Deltagerne i selve undersøkelsen vil bli valgt ut på grunnlag av resultatene fra disse testene. Innhold, utførelse og endelig utvalg av disse innledende helseundersøkelser vil bli overlatt til de lokale lungeleger og helsemyndigheter.

Det endelige valg av deltagere vil deretter bli gjort med følgende inklusjons- og eksklusjonskriterier:

1) Sosiale kriterier.

a) Alle alderstrinn er aktuelle, men barn foretrekkes fordi de:

- tilbringer stor del av tiden ute,
- røyker ikke,
- gir færre komplikasjoner p.g.a. andre sykdommer,
- beveger seg mindre utenfor området.

b) Begge kjønn kan velges, med hjemmeværende foreldre foretrekkes.

c) Helst ikke røykere.

d) Helst ikke yrkeseksponerte.

e) Ikke mennesker som til daglig eller ofte er borte fra området.

2) Medisinske kriterier.

a) Ingen andre kjente sykdommer.

b) Definisjon og valg av normer for de forskjellige parametre av lungefunksjon vil bli gitt av lokale spesialister.

6.2 FRISKE MENNESKER

Et tilfeldig utvalg av samme antall lungefriske mennesker vil bli plukket ut. De skal helst være tilpasset de utvalgte lungesyke ved;

- a) lik alder.
- b) likt kjønn.
- c) likt geografisk boligområde.
- d) like røykevaner (eksponering til passiv røyking).

Denne gruppen kan derfor benyttes både som en tilpasset kontroll for lungesyke og som en egen forsøksgruppe for vanlige trivselsfaktorer.

6.3 VALG AV STØRRELSEN PÅ FORSØKSGRUPPENE

For å gjennomføre en slik vitenskapelig undersøkelse er det viktig at forsøksgruppen er stor nok til at en kan skille ut små effekter, men ikke for stor slik at kostnadene blir for store. Det er utviklet statistiske metoder for å beregne en riktig størrelse på forsøksgruppen.

Før en kan bestemme størrelsen på forsøksgrupper som er best egnet, må en bestemme hvilke statistiske analysemetoder som skal brukes. I denne undersøkelsen er "Korn og Whittmore-modellen" best egnet for analyse av data. En beskrivelse av metoden er gitt i avsnitt 11.3 og vedlegg C. Modellen er basert på å beregne regresjonskoeffisienter for hvert enkelt individ av en effekt målt som ja/nei mot de enkelte komponenter av luftforurensninger. Etter å ha valgt analysemetode er det nødvendig å skaffe seg sannsynlige verdier for de beregnete koeffisienter og deres varianser (usikkerhetsmoment). Det er bare to måter å skaffe seg den nødvendige informasjon på: 1) ved tidligere erfaring fra andre undersøkelser, eller 2) ved å skaffe seg dette gjennom pilot-undersøkelser hvor både luft- og helseparametre regi-

streres. Vi har her mulighet til å utnytte informasjon fra to tidligere undersøkelser, Holguin et al., 1985, (for ozon og NO₂) og Whittemore og Korn, 1980, (for totalt partikkelinnhold (TSP)).

Ut fra disse metoder foreslår vi 75 mennesker i hver gruppe - lungesyke og lungefriske. Beskrivelsen av beregningene er gitt i vedlegg B.

6.4 OPPRETHOLDELSE AV DELTAGERNE GJENNOM UNDERSØKELSESPERIODEN

De beregnede størrelser for forsøksgrupper reflekterer selvfølgelig det antall deltagere som må fullføre undersøkelsen. Derfor er det nødvendig å diskutere mulige frafall og andre årsaker for utelatelse. I de tre undersøkelser som ligner denne var frafallet som følger:

- 1) Houston (Holguin et al. 1985): Et barn ble ekskludert i undersøkelsen. I virkeligheten fullførte han undersøkelsen, men de som jobbet med ham tvilte på at han hadde fylt ut skjemaene hver dag.
- 2) Colorado (Perry et al., 1982): Ingen frafall.
- 3) Los Angeles (Frezieres et al., 1982): Ingen frafall.

Andre grunner for utelukkelse som er brukt i noen av disse undersøkelser, er: 1) ingen anfall i måleperioden, 2) anfall hver dag i måleperioden, 3) reise utenfor måleområdet, 4) andre sykdommer. I Houston ble 1 utelukket for anfall hver dag og 8 for mindre enn 5 anfall i den 6 måneder lange perioden. I Colorado ble 17 utelukket på grunn av at mindre enn 60% data var igjen etter at dager med sykdom og reise utenfor området var trukket fra. I Los Angeles ble ingen utelukket p.g.a. disse kriterier.

Erfaringer fra disse tidligere undersøkelsene gir derfor et godt grunnlag for å planlegge en undersøkelse i Grenland. For å opprettholde deltagerne er det helt nødvendig å stimulere og opprettholde motivasjonen gjennom hele perioden. Dette gjøres best ved god og regelmessig kontakt mellom de lokalt ansatte og deltagerne.

Forhåpentlig vil den omfattende helseundersøkelsen under forberedelsene identifisere både de som er for ømfintlige (har anfall hver dag) og de som er for lite ømfintlige. En må også regne med at noen barn vokser ut av sine astmaproblemer i løpet av måleperioden.

I denne undersøkelsen vil det bli brukt modellberegninger for uteluft p.g.a. at måleområdet er betydelig større enn i Colorado (hele Skien og Porsgrunn-området). Derfor er det tvilsomt at vi vil miste mange på grunn av at de tilbringer mye tid utenfor området. Dette er en av fordelene ved særlig å bruke barn og hjemmeværende voksne. I Colorado angret de på deres a priori bestemmelser om å utelukke de som har luftveisinfeksjoner. Det er ikke planlagt å utelukke slike data i denne undersøkelsen, siden det kan være en sammenheng mellom luftveisinfeksjoner og luftforurensninger.

Til tross for at det er liten grunn til å tro at utelukkelse av deltagerne vil være stor, anbefaler vi likevel å begynne med 75 deltagere. Hvis kun 50 deltagere vil fullføre undersøkelsen, viser tidligere studier at dette ikke vil skape noen problemer når det gjelder statistisk analyse av dataene.

7 MÅLEPROGRAM FOR LUFTKVALITET OG METEOROLOGI

I denne undersøkelsen skal en studere sammenhengen mellom luftforurensninger og personers helse over en relativt kort periode. Det er derfor korttids-effekter av luftforurensninger som er av interesse. De komponentene som har størst betydning for korttids-effekter er slike som ofte varierer raskt i tid og rom avhengig av utslipps- og spredningsforhold. Dette må en ta hensyn til ved valg av midlingstider og antall målesteder.

Undersøkelsen bør foregå i to perioder, fortrinnsvis januar-februar og mai-juni, med en forberedende fase på minimum et halvt år. Tid på året er valgt for å dekke årstidsvariasjoner. Varighet av periodene må være minimum 2 måneder for å få en representativ beskrivelse av de meteorologiske forhold i området for hver årstid.

Følgende komponenter inngår i måleprogrammet for meteorologi og luftkvalitet:

- Vind (retning/styrke)
 - Temperatur
 - Relativ fuktighet
 - Stabilitet
 - Svoveldioksid
 - Nitrogenoksider
 - Ozon
 - Sulfat
 - Nitrat
 - Ammonium
 - Klorid
 - Karbonmonoksid
 - Sikt
 - Partikkelinnhold (to størrelsesfraksjoner)
 - Pollen
-

Måleprogrammet beskrevet nedenfor er basert på at hele området skal kartlegges, idet personene som skal delta i undersøkelsen bor spredt over hele området. Det er foreslått fem faste stasjoner for utendørs målinger med lik instrumentering, og en mobil enhet for målinger av innendørs/utendørs forhold. For tre av de faste stasjonene er det planlagt å bruke SFT's målesteder på Ås, Klyve og Skien Brannstasjon. Lokaliseringen av de to siste stasjonene blir endelig bestemt senere da dette er avhengig av blant annet hvor deltakerne bor. Det er foreløpig foreslått stedene Flåtten og Borge.

Figur 3 viser de foreslåtte plasseringene av målestedene for undersøkelsen. Det er lagt vekt på å kartlegge variasjonen i konsentrasjonen av industriutslipp (SO_2 , NO , NO_2) og fotokjemiske oksidanter (ozon), og i tillegg beskrive sammensetningen og innholdet av partiklene i luften. I tillegg er målinger av innendørs/utendørs forhold viktig, idet folk flest oppholder seg innendørs i ca. 80% av tiden.

7.1 MÅLEPROGRAM FOR METEOROLOGI

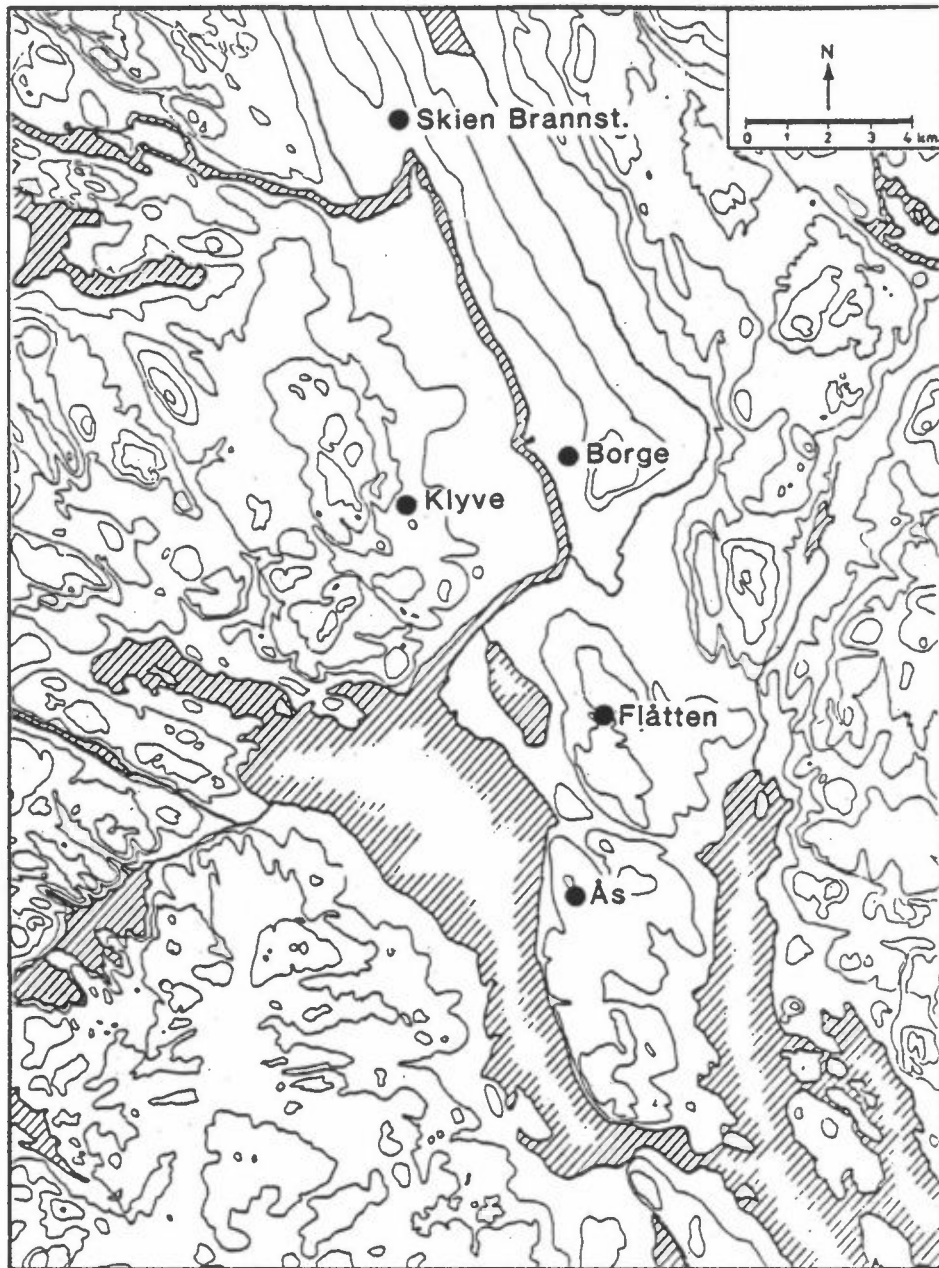
Meteorologiske målinger kan anvendes på to måter i denne undersøkelsen:

a) Gi informasjon om spredningsforholdene i området.

Ved å sammenholde luftkvalitetsdata med meteorologiske parametre, kan man få belastningsfordelinger. Resultatene kan bidra til å forklare kildene til de forskjellige forurensningskomponentene.

b) Vurderes isolert som årsak til helsevirkninger.

Variasjoner i meteorologiske parametre som f.eks. temperatur og fuktighet kan i seg selv ha helsevirkninger på utsatte grupper.



Figur 3: Lokalisering av målesteder for meteorologi og luftkvalitet.

Måleprogrammet for meteorologi skal innbefatte følgende variable:

- Vind (retning/styrke)
- Temperatur
- Relativ fuktighet
- Stabilitet (dT/dz)

SFTs kontrollseksjon i nedre Telemark utfører målinger av alle disse variable på Ås. Stabilitetsmålingene på Ås antas å være representative for hele området, mens de øvrige variable bør måles på hvert målested gitt i figur 3. Måleprogrammet for meteorologi er gitt i tabell 5.

Tabell 5: Måleprogram for meteorologi.

Variable	Lokalisering	Midlingstid
Temperatur	Ås, Klyve	1 time
Fuktighet	Flåtten, Borge	"
Vind (styrke/retning)	Skien Brannstasjon	"
Stabilitet	Ås	"

7.2 MÅLEPROGRAM FOR LUFTKVALITET

Dette måleprogrammet skal beskrive hvilket forurensningsnivå deltakerne er utsatt for over døgnet, og dessuten legge vekt på forurensningskomponenter som kan ha innvirkning på personers helse. Det er derfor nødvendig med en kort midlingstid for å fange opp variasjoner i luftforurensning, og i tillegg en kartlegging av innendørs/utendørs forhold. Ved valg av komponenter er det lagt vekt på stoffer fra industriutslipp som varierer mye i tid og rom. Prøvetakingen av partikler vil bli utført slik at partiklene blir separert i to trinn etter størrelse. Skillet vil være ved ca 2 µm i diameter. Den overveiende del av partikkelmassen er i trinnet mindre enn 2 µm, som er den respirable fraksjonen og vil gi den vesentligste delen av sikt-reduksjonen.

Følgende komponenter inngår i måleprogrammet for luftkvalitet:

- Svoveldioksid (SO_2)
- Nitrogenoksider (NO , NO_2)
- Ozon (O_3)
- Sulfat (SO_4^{2-})
- Nitrat (NO_3^-)
- Ammonium (NH_4^+)
- Klorid (Cl^-)
- Karbonmonoksid (CO)
- Sikt
- Partikler (2 trinn)

Måleprogrammet for luftkvalitet er basert på fem faste stasjoner for måling av utendørs konsentrasjoner og i tillegg en mobil enhet for kartlegging av innendørs/utendørs forhold.

7.2.1 Utendørs målinger

Hver målestasjon vist i figur 3 har samme instrumentering som gitt i tabell 6. Stoffene SO_2 , NO , NO_2 og sikt-parameteren vil bli målt kontinuerlig med midlingstid 1 time, og det vil bli tatt døgprøver av partikler med analyse av partikulært sulfat. I tillegg utføres analyser på døgnbasis i partikkelsammensetningen av nitrat, klor og ammonium på Ås i januar - februar og Klyve i mai - juni. Ozon vil bli målt kun på Klyve i begge måleperiodene, da denne komponenten varierer mindre i tid og rom sammenlignet med stoffene fra industriutslippene.

Tabell 6: Måleprogram for luftkvalitet.

Komponent	Lokalisering	Periode	Midlingstid
SO ₂	Ås, Klyve	jan.-feb./	1 time
NO, NO ₂	Flåtten, Borge	mai-juni	1 time
Sikt	Skien Brannst.		1 time
Partikler			1 døgn
Sulfat			
Ozon	Klyve	jan.-feb./ mai-juni	1 time
NH ₄ ⁺	Klyve	mai-juni	
NO ₃ ⁻	Ås	jan.-feb.	1 døgn
Cl ⁻			

SFTs kontrollseksjon har et omfattende overvåkingssystem av luftforurensningene i området. I tabell 7 nedenfor er det satt opp de komponenter som NILU bearbeider for kontrollseksjonen og som vil inngå i undersøkelsen.

Tabell 7: Målingene som utføres av SFTs kontrollseksjon (SFT, 1983) som vil inngå i undersøkelsen.

Komponent	Lokalisering	Periode	Midlingstid
SO ₂	Skien Brannst.	Hele året	1 time
SO ₂	Øvre gate	Hele året	1 time
NO, NO ₂ , dis	Klyve, Ås	Hele året	1 time
NH ₃ , NH ₄ ⁺			
NO ₃ ⁻	Klyve/Ås	sommer/	1 døgn
Cl ⁻		vinter	
Ozon	Klyve	sommer	1 time

I forslaget inngår analyser av partiklene kun på døgnbasis. Dette regner en er akseptabelt så lenge sikt-parameteren blir registrert kontinuerlig. Tidligere undersøkelser (Larssen, 1979 og 1980) har vist at siktparameteren er velegnet for identifisering av røykskyen fra Herøya, i tillegg til at den beskriver mengden av respirable, hygroskopiske partikler i luften. Ved bruk

av denne kombinert med meteorologiske målinger er det mulig å estimere variasjonen over døgnet av partikkelkonsentrasjonen og dermed konsentrasjonen av partikulære forbindelser. Når det gjelder stoffene i konsentrasjoner forårsaket av industriutslippene er det av stor betydning at disse registreres kontinuerlig, da disse kan variere mye over døgnet avhengig av vindretning og spredningsforhold. For å beskrive variasjonen over døgnet av disse stoffer er typiske eksempler fra tidligere undersøkelser vist i vedlegg A.

7.2.2 Målinger av innendørs/utendørs forhold

I undersøkelsen ønsker en å beskrive personers eksponering for luftforurensninger. Det er derfor meget viktig å kartlegge innendørs konsentrasjoner, idet folk flest i gjennomsnitt oppholder seg innendørs i ca 80% av tiden. I den forberedende fase av undersøkelsen vil hver husstand få tildelt et spørreskjema for å beskrive blant annet hustype, boligstandard og hva slags oppvarming som benyttes. Ut fra disse opplysningene blir husstandene inndelt i kategorier av hustyper. Målingene av innendørs/utendørs forhold vil bli utført for en husstand innen hver kategori i ca 1 uke i hver måleperiode. I tillegg vil det bli målt i de forskjellige rom tilhørende en husstand for å studere innendørs kilder (røyking, peis, kamin, osv.). Målingene vil bli utført for komponentene gitt i tabell 8. Måleutstyret plasseres i en varebil eller campingvogn og målingene vil pågå i begge måleperiodene. Stoffene som måles er de samme som for utendørsmålingene og i tillegg kommer karbonmonoksid og formaldehyd som kan ha innendørs kilder.

Tabell 8: Komponenter som inngår i innendørs/utendørsmålingene.

Stoff	Midlingstid
SO ₂	1 time
NO _x , NO ₂	1 time
CO	1 time
Svevestøv	6 timer
Sulfat	6 timer
Formaldehyd	6 timer

7.3 POLLENMÅLINGER

NILU har tidligere utført målinger for Norges Astma- og Allergiforbund av pollen på Klyve (NILU, 1980), som viser at dette området følger samme mønster i pollensammensetning som ellers på Østlandet. Pollen kan ha betydning for helse og trivsel p.g.a. allergi mot enkelte pollensorter. De personer dette gjelder vil i disse periodene endre sitt livsmønster i form av økt medikamentbruk eller nedsatt helse. Informasjon om allergi og pollen-konsentrasjoner er derfor av betydning i denne undersøkelsen.

Det foreslås at det settes opp en pollenfelle (type Burchardfelle) på Klyve. Denne skiftes en gang i uken, og men kan få oppløselighet på 1 time hvis ønskelig. Måleperioden blir kun siste feltperiode, mai - juni, da det ikke er interessant å måle pollen om vinteren. De viktigste pollensorter er bjørk (betula) i mai og gras i juni. Tellingene bør derfor omfatte bjørkepollen og graspollen (uspesifisert).

8 KARTLEGGING AV LUFTFORURENSNINGSEKSPONERING

Når man sammenholder helseeffekter med luftforurensninger er det viktig å kartlegge den reelle eksponering av de enkelte forurensninger som hver deltager blir utsatt for. Som eksempel kan nevnes at innendørs ozon-konsentrasjoner kan være ca 10-50% av utendørs verdier, mens partikkelinnholdet innendørs kan være opptil 300% sammenlignet med utendørs verdier, hvis det finnes innendørs kilder (røyking, osv). Denne undersøkelsen vil derfor bruke en dagbok-metode, hvor hver deltager fyller ut et skjema som beskriver antall timer tilbrakt i forskjellige mikro-miljøer som innendørs, utendørs, i bil, osv. Denne informasjonen vil så bli benyttet til å beregne den reelle eksponeringen av de enkelte luftforurensninger.

I en undersøkelse hvor man skal prøve å sammenholde eksponering av forskjellige luftforurensninger med helseeffekter, er en nøyaktig beskrivelse av eksponering meget viktig. Eksponering i denne sammenheng betyr de virkelige

konsentrasjoner av en luftforurensningskomponent som en person utsettes for, avhengig av hvor man oppholder seg over døgnet.

Eksponering av personer for luftforurensninger kan estimeres på to måter:

- 1) Personbåret prøvetaker.
- 2) Dagbokmetoden.

Ved bruk av personbåret prøvetaker må man bære ett måleinstrument for hver av de aktuelle komponenter. Dette er omtrent umulig å gjennomføre i praksis, spesielt hvis studiet varer over et lengre tidsrom. Dessuten kan slike prøvetakere få deltakerne til å endre sin daglige livsrytme fordi enkelte aktiviteter ikke kan utføres.

Dagbokmetoden var først beskrevet av Fugas (1975) og senere utarbeidet av Duan (1982) og denne registrerer menneskers oppholdstid i forskjellige mikro-miljøer i et bestemt tidsrom.

Ved bruk av en dagbokmetode beskriver hver enkelt person i kronologisk orden hvor de har oppholdt seg i løpet av døgnet (mikro-miljøer), som f.eks. innendørs, i bil, i gatemiljø, på arbeidssted osv. Man kan deretter kombinere disse opplysningene med målinger av meteorologi og luftforurensninger i uteluft og i de forskjellige mikro-miljøer. Tidsoppløsningen av noteringene kan settes til 1, 3 eller 6 timer etter hva som er nødvendig for å sammenholde luftmålinger med helsevirkninger.

Houston-undersøkelsen var den første som brukte dagbok-metoden i kohortstudier (Holquin et al., 1985; Contant et al., 1983). De brukte faste stasjoner for utendørs luft og i tillegg målte de innendørs konsentrasjoner i en uke i forskjellige hustyper. Regresjonskoeffisienter ble beregnet ved å sammenholde innendørsverdier for de forskjellige hustyper og målinger på de faste utendørsstasjoner for hver komponent for hver time i døgnet. Hvert individ fylte ut en dagbok hvor de beskrev i hvilket mikro-miljø de hadde vært for hver time av døgnet (utfylles to ganger om dagen for de siste 12 timer).

Eksponeringsestimatene ble sammenlignet med målte verdier fra personlige prøvetakere for å teste metoder (Contant et al., 1983). Undersøkelsen viste at eksponeringsberegningene var i god samsvar med de verdier som ble målt med bærbare prøvetakere.

NILU har i tidligere studier brukt en forenklet versjon av en slik dagbok-metode (Clench-Aas et al., 1984). I 1984 er metoden forbedret til å bli mye mer sammenlignbar med den som ble brukt i Houston-undersøkelsen, og lignende metode er foreslått benyttet i denne undersøkelsen.

9 TID PÅ ÅRET OG VARIGHET FOR UNDERSØKELSEN

Undersøkelsen skal foregå i minst 2 måneder om vinteren (januar, februar) og minst 2 måneder om sommeren (mai, juni). Disse periodene er valgt for å oppnå:

- 1) Sesongvariasjon i luftkvalitet p.g.a. forskjellige meteorologiske forhold sommer/vinter, som f.eks.:
 - a) fotokjemisk aktivitet (oksidantdannelse) p.g.a sollys,
 - b) stabile inversjoner om vinteren, land-sjøbris om sommeren.
- 2) Minst mulig forstyrrelser av ferietid.
- 3) For å inkludere pollensesongen som er den vanskeligste tid for allergikere. Siden vi leter etter en forverring av helsetilstand må vi være sikre på å måle når den opprinnelige katalysator av astma-anfall er tilstede.

10 VIRKNINGSPARAMETRE

Daglige endringer i symptomer, bruk av medikamenter og toppstrømhastigheten (PEF) ved bruk av Mini-Wright peak flow meter, daglige endringer i trivsel og følelser av ubehag vil registreres hos både lungesyke og lungefriske.

10.1 VALG AV VIRKNINGSPARAMETRE

Generelt er det valgt virkningsvariabler som skal reflektere; lungefunksjon, egenvurdering av symptomer av luftveislidelser, bruk av medikamenter og symptomer av ubehag og trivsel. De variabler som foreslås registrert er beskrevet nedenfor:

10.1.1 Toppstrømhastigheter (peak flow - PEF)

Dette er et mål for den maksimale hastighet ved utånding (l/s eller l/min) og er en funksjon av styrke av lungemuskler, elastisitet og luftveisobstruksjoner. Det er vanskelig å sammenligne PEF-verdier mellom to personer på grunn av 1) forskjell i motivasjon bak en tvungen utånding, 2) forskjeller blant instrumenter og 3) individuelle fysiske egenskaper. Disse vanskelighetene er redusert betydelig når en bare ser på tidsvariasjonen av PEF separat for hver person. Denne variabel måles hos både lungesyke og lungefriske for å få et inntrykk av variasjonen i en referansepopulasjon, og den vil bli målt både morgen og kveld.

10.1.2 Bruk av medikamenter

Spesielt for de som lider av luftveissykdommer, men også for de lungefriske, vil bruk av medikamenter bli notert (tidspunkt, mengde).

10.1.3 Egen vurdering av symptomer av luftveissykdommer

Egen vurdering av forskjellige symptomer av luftveissykdommer vil bli registrert hos både lungesyke og lungefriske, slik at lungefriske kan brukes som kontroll. Piping i brystet, tett i brystet og hosterier måles, da disse variablene av lungeleger er ansett for å være de mest representative.

10.1.4 Egen vurdering av trivsel og ubehag

Egenvurdering av forskjellige trivsel- og ubehagsvariable vil bli registrert hos både lungesyke og lungefriske. Registreringene inkluderer; 1) reduksjon i aktivitetsnivå på grunn av luftforurensning, 2) plager av dårlig lukt, 3) kløe i eller sår hals, 4) øyeirritasjoner, 5) rennende nese eller nysing, 6) kvalme, 7) hodepine, 8) sinnstemning, 9) sliten, slapp, initiativløs. Denne listen har blitt utarbeidet på grunnlag av plager beskrevet i den tidligere Grenlandsundersøkelsen (Siem og Skogvold 1981), og en lokal students dagbokundersøkelse (Jensen og Sand, 1983).

10.1.5 Blindvariable

Egenvurdering av feber har tidligere vært valgt som blind variabel - en variabel som neppe har noe med luftforurensning å gjøre. Den har også en annen fordel da den gir informasjon om en persons egenoppfatning av om en er syk eller ikke. Denne parameter vil bli testet i pilotprosjektet (se avsnitt 12.1.1).

10.1.6 Sammenslåtte variable

For å gi et bedre uttrykk for effekter vil det være nødvendig å slå sammen noen av variablene ovenfor til en variabel, for deretter å analysere denne videre. For eksempel, hvis en astmatiker bruker medikamenter kan han stoppe piping i brystet. Noen mennesker vil si de har piping i brystet, andre at de er tett i brystet. Derfor er det nødvendig å definere en ny sammensatt variable som beskriver luftveisproblemer totalt. De regler som vil bli brukt

for å bestemme denne nye variable vil bli utarbeidet av lungeleger i prosjektgruppen.

En sammensatt ubehagsvariabel vil også bli definert på samme måte, og de regler som bestemmer dette vil bli utarbeidet av prosjektgruppen senere.

10.2 MÅLEMETODER FOR VIRKNINGSVARIABLENE

Hovedsakelig vil to metoder bli brukt for å registrere eventuelle virkninger av luftforurensning;

- 1) Mini-Wright Peak Flow meter, for måling av toppstrømhastighet (PEF).
- 2) Daglig spørreskjema for de andre variablene.

Både bruk av Mini-Wright og spørreskjema må testes grundig i et pilot-program. Deltakerne i pilotprosjektet vil gi deres oppfatning av hvilke variable som var nyttige eller ikke, og hjelpe i valg av ord og måte å registrere. I den endelige undersøkelsen vil det være meget viktig med en god opplæring og en prøveperiode før dataene kan brukes.

10.2.1 Mini-Wright Peak Flow Meter

Dette er et bærbart instrument. Brukerne trekker inn så mye luft som mulig, og deretter puster de ut så kraftig og fort som de kan. Dette gjentas 3-5 ganger og enten brukes høyeste verdi eller gjennomsnittsverdien. Som beskrevet i bruksanvisningen til instrumentet, er korrelasjonen mellom Mini-Wright og standard Wright svært god, 0.99 for voksne og 0.97 for barn. Den største fordelene med Mini-Wright er at den er det eneste bærbare instrument som måler lungefunksjonen, og derfor kan målinger utføres hjemme om morgenen eller sent på kvelden. Ved bruk av Mini-Wright er det viktig at hver deltaker bruker samme prøvetaker gjennom hele undersøkelsen, da måleresultatene kan variere fra instrument til instrument.

Instrumentene må kalibreres regelmessig. Dette har skapt problemer tidligere, men ble stort sett løst i Houston-undersøkelsen. Prosjektet skal bruke den samme kalibreringsmetoden som ble brukt i Houston-undersøkelsen.

I tillegg har utstyret begrenset holdbarhet, og dette har skapt problemer når det gjelder langtids kohort-studier som varer over flere år. I denne undersøkelsen som vil vare i 4 måneder, regner man ikke med at slike problemer vil oppstå. Det viste seg i de tre lignende amerikanske undersøkelsene som hadde en varighet på opptil 6 måneder, at utstyret ikke endret seg under denne perioden.

10.2.2 Daaglig spørreskjema for virkningsvariable

Hver deltaker vil fylle ut to skjemaer daglig som beskriver symptomer, ubehag, trivsel, etc. Om morgenen fylles ut et skjema som dekker foregående natt, og tilsvarende fylles et skjema ut om kvelden som beskriver de siste 12 timer om dagen.

Spørreskjemaene har to deler. Den første del inneholder direkte spørsmål om betydelige endringer i medikamentforbruket, behov for besøk hos lege, osv. I den andre delen blir egenvurdering av symptomer, trivsel og ubehag registrert. Det eksisterer flere problemer med egenvurdering av helse, trivsel, osv. Det kan være vanskelig å sammenligne mennesker på grunn av at personer opplever symptomer forskjellig. Vi har derfor forsøkt å utarbeide en metode hvor personer er sin egen referanse. Metoden går ut på at hver virkningsvariabel blir registrert kontinuerlig, og ikke i intervaller. Ut fra hver deltakers spredning for en variabel, blir et ja/nei-svar for en 12-timers periode definert som en prosentdel av individets totale variasjon.

11 DATA-ANALYSE OG STATISTISK BEARBEIDELSE

En helseundersøkelse av et slikt omfang vil gi store datamengder som må kodes, registreres, kontrolleres og bearbeides. Målinger av luftforurensninger og meteorologi vil sammen med utslippsdata benyttes til å beregne konsentrasjoner utendørs av de enkelte komponenter. Aktivitetsvariabler vil bli brukt for å estimere den reelle eksponering til forurensninger over døgnet. Virkningsvariablene blir deretter sammenholdt med eksponeringsverdiene ved bruk av spesielle statistiske metoder for å undersøke sammenhengen mellom de enkelte luftforurensninger og helsevirkninger.

11.1 DATAINNSAMLING OG BEARBEIDELSE

Tre hovedtyper av variable samles i denne undersøkelsen:

- 1) Luftforurensninger og meteorologiske variable.
- 2) Virkningsvariable.
- 3) Aktivitetsvariable.

NILU har i flere år utviklet og tilpasset rutiner for bearbeiding av luftkjemiske og meteorologiske data, slik at denne delen kan gjennomføres ved små endringer av eksisterende modeller.

Måledata for luftkvalitet og meteorologi skal sammen med utslippsfordelinger benyttes i spredningsmodeller for å beregne konsentrasjonsfordelinger av de enkelte luftforurensningskomponenter over hele området. For å utarbeide en utslippsoversikt over luftforurensninger i området er det behov for følgende informasjon:

- Befolkningsdata (geografisk fordeling, levemønster).
- Lokalisering og beskrivelse av industriutslipp.
- Forbruk av olje til husoppvarming (geografisk fordeling, oljeleveranser).
- Avfallsforbrenning (lokalisering, kapasitet).

Det vil i denne forbindelse være nødvendig med bistand fra blant annet industrien, kommuner, veikontorer, oljeselskaper og SFTs kontrollseksjon i nedre Telemark.

Ved innsamling av data for virknings- og aktivitetsvariable vil lokalt ansatte gjennomgå de daglige skjemaer med deltakerne en gang pr uke og kode informasjonen.

Dataene blir så sendt til NILU som registrerer disse på sitt data-anlegg og kontrollerer dataene med kontrollrutiner som må utarbeides for dette prosjektet. Deretter må den store datamengden reduseres, forenkles og tilpasses til den videre data-analyse.

Spesielt for personer med luftveissykdommer vil det ved bruk av medisinske kriterier bli beregnet en ny variabel for lungefunksjonen ut fra virkningsvariablene. For begge grupper vil det bli definert en trivselsvariabel.

11.2 EKSPONERINGSBEREGNINGER

I kapittel 8 ble det beskrevet bruken av en dagbok for å kartlegge i hvilket miljø hver deltaker hadde oppholdt seg i løpet av en 12-timers periode, som f.eks. innendørs hjemme, ute, i bilen, på arbeidsstedet, osv.

De faste målestasjonene gir timesverdier for stoffene utendørs. Disse sammen med spredningsmodeller basert på utslippsdata og meteorologiske målinger vil gi utendørskonsentrasjoner av luftforurensninger i området. Innendørs/utendørs målinger gir koeffisienter som kan brukes til å skalere de beregnede utendørsverdier til de aktuelle miljøer hvor deltakerne har oppholdt seg.

Ved å kombinere disse tre faktorene; dagbok, utendørs konsentrasjonsfelter og koeffisienter for spesielle miljøer, beregnes timesvise eksponeringsverdier E_t , for hvert individ og for hvert stoff slik:

$$E_t = m_i C_t$$

hvor

m_i = koeffisient for det miljøet vedkommende har oppholdt seg i.

C_t = beregnede utendørskonsentrasjoner for det aktuelle stoff i det aktuelle området.

Ut fra disse verdiene blir det for hver 12-timers periode beregnet maksimum og middelveier for eksponering. Hvilke av disse verdier som blir benyttet vil være avhengig av hvilke helsevirkninger som studeres, og dette må avklares av spesialister på virkningssiden. Kriteriet for at en eksponeringsverdi for en 12-timers periode kan beregnes er at det må finnes ni eller flere timesestimer for eksponering.

11.3 STATISTISK ANALYSE AV HELSEVARIABLE

Datamaterialet fra en slik helseundersøkelse skiller seg i vesentlig grad fra andre typer data, idet dataene er:

- 1) subjektive
- 2) dikotome (ja/nei)
- 3) avhengige av tidligere hendelser (anfall o.l.)

Dette medfører at helsedataene krever en spesiell statistisk bearbeidelse. En teoretisk modell utviklet av Whittemore og Keller (1979) og Korn-Whittemore (1979) er tidligere blitt brukt i Houston- og Colorado-undersøkelsene med gode resultater. Denne metoden utfører en separat logistisk regresjon av helserespons imot aktuelle luftvariable i omgivelsene for hvert individ. Disse individuelle parametre blir deretter kombinert for å beregne summerte estimater av effekter fra omgivelsene som f.eks. luftforurensninger, temperatur, fuktighet, osv. Metoden til Korn-Whittemore er beskrevet nærmere i vedlegg C.

De beregnede koeffisienter kan også brukes til å studere andre effekter som for eksempel alder, kjønn, passiv eller aktiv røyking osv. Den lungefriske gruppen er valgt slik at den er så lik den lungesyke som mulig. Det er derfor mulig å utføre parvis statistisk analyse tilsvarende det som brukes i pasientkontroll undersøkelser.

12 PROSJEKTGJENNOMFØRING

Et prosjekt av så stort omfang vil trenge betydelig tid til forberedelser, gjennomføring og ikke minst for analyse av resultatene. Vi har satt opp en detaljert tidsplan i vedlegg D, som viser når de forskjellige delaktivitetene må begynne for å kunne fullføre prosjektet innen en 3 års periode.

Hovedkategorier av nødvendige aktiviteter kan inndeles slik:

- Forberedelsesfase.
 - Gjennomføring av undersøkelsen.
 - Databearbeidelse og statistisk analyse.
-

12.1 FORBEREDELSESFASE

12.1.1 Pilotforsøk

En stor undersøkelse av denne type trenger et pilotforsøk. Formålet med dette er å prøve utstyr og spørreskjemaer, og å få impulser fra deltakerne om endringer som kan gjøres for å få det mer praktisk og gjennomførbart.

Spørreskjemaer må vurderes for valg av ord, variable, kodingsmuligheter, forståelse osv. Prøvekjøring av spørreskjemaer og Mini-Wright må vare i minst to uker. Det kan være ønskelig å fortsette i to måneder for å teste menneskers evne til å holde ut en slik undersøkelse. I så fall er det helt nødvendig å bruke samme beredskap (personell som ringer hjemmet ofte osv.) for å oppnå samme motivasjon som under hovedundersøkelsen. Det bør være 5-10 lungesyke og 5-10 lungefriske i et pilotforsøk.

12.1.2 Valg av forsøkspersoner

A) Lungesyke

Utvalg av lungesyke deltakere bør gjøres trinnvis. En liste over mennesker som har vært innlagt for lungesykdom kategori 490-493 er blitt utarbeidet ved flere avdelinger (Telemark sykehus - barneavdelingen, medisinsk avdeling i Porsgrunn og Diagnosestasjon i Skien).

De lokale lungespesialister må utarbeide de inklusjon- og eksklusjonskriterier som skal benyttes i undersøkelsen. Ved bruk av disse kriterier velges de som er mest sannsynlig å vurdere videre. Disse må intervjues for å undersøke interesse for å delta, innhente flere helseopplysninger (utvikling av sykdom i den senere tid), og om vedkommende vil oppholde seg i området mens undersøkelsen varer.

Ut fra de som har vært intervjuet, må de lokale lungeleger velge de som skal gjennomgå den endelige store undersøkelsen av helse- og lungefunksjoner. Det endelige utvalg av 75 deltagere kommer fra denne gruppen som har vært grundig undersøkt.

B) Lungefriske

En liste med tilfeldig utvalg av mennesker boende i området må utarbeides. De må intervjues for å undersøke interesse, helsetilstand og opphold i området i undersøkelsesperioden.

12.1.3 Valg og opplæring av ansatte

Et slikt prosjekt trenger velkvalifiserte, lokale ansatte. Det som er viktig er høy motivasjon for selve prosjektet og evne til å behandle mennesker, spesielt barn. De som blir ansatt må læres opp i de forskjellige aktiviteter de må gjennomføre, som f.eks. utfylling av flere typer spørreskjemaer, kalibrering av Mini-Wright, koordinering med prosjektledelsen og koding av skjemaer.

12.1.4 Forberedelse av forskjellige typer spørreskjemaer

Flere typer spørreskjemaer må utarbeides og testes før prosjektet kan komme i gang. De er:

- Daglige spørreskjema.

Dette er diskutert i kapitlene 8 og 10 og vil ikke beskrives nærmere her.

- Ukentlige spørreskjema.

En gang i uken må deltakerne komme inn til det lokale senter for å levere siste ukes spørreskjema, kalibrere sin Mini-Wright måler, og ha en samtale med de ansatte for å forsikre seg om at alt går bra, og at det ikke har foregått store endringer i livsmønster. Et spørreskjema må utarbeides for å standardisere denne prosessen.

- Intervjuskjemaer for lungesyke og lungefriske.

Som nevnt må en rekke personer velges og intervjues før det endelige valg blir gjort. Dette intervjuskjema for begge grupper må utarbeides av både de lokale lungeleger og prosjektledelsen.

- Skjema for omfattende undersøkelse av lungefunksjon.

De lokale lungeleger må utarbeide skjemaer for den omfattende undersøkelsen av helse og lungefunksjoner.

- Skjema for klassifisering av hustyper.

Etter at forsøksgruppene er valgt må de fylle ut et skjema som beskriver bolig, som f.eks. alder, type, størrelse osv. Fra disse skjemaer vil hustypene inndeles i kategorier og det vil bli utført innendørs målinger for ett hus innen hver kategori. Disse vil også bli brukt for å velge koeffisienter som benyttes i analysefasen ved beregning av eksponering til luftforurensninger.

- Skjema for husvaner.

Deltakerne i undersøkelsen må fylle ut et skjema for å avdekke de enkeltes vaner angående lufting, oppvarming etc., som er meget viktig når eksponering av luftforurensninger skal beregnes.

12.1.5 Forberedelse av håndbøker/instrukser

Flere håndbøker og instrukser som beskriver nødvendige operasjoner må utarbeides for å sikre standardiserte rutiner. Disse må forklare og beskrive:

- Hvert av de ovennevnte skjemaer og hvordan de må fylles ut.
- Kalibrering av Mini-Wright måleren.
- Rutiner ved det lokale helsesenter.
- Gjennomføring av utendørs og innendørs/-utendørs målinger.
- Koding av data.

12.2 GJENNOMFØRING AV UNDERSØKELSEN

Undersøkelsen vil foregå i to perioder, januar - februar og mai - juni, og er inndelt i flere trinn. Forsøkspersonene må læres opp av de lokalt ansatte og må prøve å fylle ut noen av de nødvendige spørreskjemaer. De må følges nøye gjennom undersøkelsen med telefonkontakt flere ganger i uka og en ukentlig kontroll.

En gang pr uke skal hver deltaker inn til et lokalt senter for å levere et ukeskjema som oppsummerer endringer av betydning i uka som er gått (f.eks. besøk, økt problem med å puste, endringer i medikamentforbruk, etc.). Disse besøkene er i første rekke beregnet til å vedlikeholde motivasjonen for undersøkelsen, men de kan også benyttes som en kontroll for den regelmessige føringen av dagboken.

Utendørs målestasjoner for luftkvalitet må være utplassert i god tid før undersøkelsen, og vil bli kontrollert annen hver dag. Målinger av innendørs luft vil foregå gjennom hele undersøkelsesperioden.

Koding av data gjennomføres av de lokale ansatte fortløpende under hele undersøkelsen. Påfølgende uke, etter den siste ukens daglige spørreskjemaer er levert, vil de bli kodet. Hvis det skulle dukke opp noen problemer med svarene, kan deltakerne bli kontaktet mens de ennå husker hva som skjedde i forrige uke.

12.3 DATABEARBEIDELSE

Databearbeidelse og analyse er beskrevet i kapittel 11. Hovedtrekkene er:

- Etter koding lokalt, blir spørreskjemaer sendt til NILU for data-registrering og kontroll.
- Sammenslåing av flere variabler til én eller flere sammenslåtte variable og klassifisering av variabler om egen vurdering av symptomer og trivsel.
- Data må sjekkes og feil må rettes.
- Noen statistiske modeller må utvikles.
- Statistiske analyser.
- Utarbeidelse av rapporter.

13 *PERSONELL OG ORGANISERING AV PROSJEKTET*

Prosjektet tenkes organisert slik at NILU vil stå ansvarlig for prosjektets organisering, praktisk gjennomføring, databearbeidelse, statistiske analyser og rapportskrivning,

Luftmålinger både innendørs og utendørs er NILUs ansvar i samarbeid med Statens forurensningstilsyns kontrollseksjon i nedre Telemark.

Statens Institutt for Folkehelse (SIFF) vil stå ansvarlig for den medisinske del av prosjektet som inkluderer bl.a. valg av deltakere, valg av inklusjons- og eksklusjonskriteria, testing av helse- og lungefunksjon, og oppfølging av deltakernes helse gjennom undersøkelsen.

Den praktiske, daglige gjennomføringen av prosjektet når selve undersøkelsen er i gang, vil bli utført av lokalt ansatte i nedre Telemark, i nært samarbeid med NILU og SIFF.

Prosjektet vil også inkludere en gruppe spesialister innen de aktuelle fagområder av prosjektet som f.eks. lungefunksjon, statistikk, epidemiologi, osv. og disse vil gi faglige råd og støtte gjennom prosjektets gjennomførelse.

NILUs prosjektgruppe vil inkludere:

- To forskere, ansvarlig for henholdsvis prosjektorganisering og program for luftkvalitet og meteorologi.
- Minst to prosjektmedarbeidere for å dekke praktisk gjennomføring av både luftmålinger og datainnsamling og andre praktiske problemer gjennom hele prosjektet.
- En datagruppe - for registrering og tilrettelegging av data, bearbeidelse, rensing, modellutvikling, osv.
- En statistiker - som er ansvarlig for den statistiske analyse av data.

I Telemark vil den medisinske delen av prosjektet, som SIFF er ansvarlig for, bli utført i samarbeid med lederne for de aktuelle avdelingene ved Telemark sykehus,

- Barneavdelingen
- Medisinsk avdeling i Porsgrunn
- Diagnosestasjon i Skien

14 FRAMDRIFTSPLAN

Framdriftsplanen er vist i tabell 9 nedenfor. I den forberedende fasen vil det tas kontakt med lokale myndigheter, opprette lokale kontorer for kontroll og oppfølging og velge deltakere til undersøkelsen. Etableringen av måleprogrammet for luftkvalitet og meteorologi vil foregå i november - desember og målingene vil starte 1. januar. Denne fasen bør ha en varighet på minimum et halvt år. Selve undersøkelsen vil foregå i to perioder, januar - februar og mai - juni 1987, og deretter er det nødvendig med minimum 1 1/2 år for bearbeiding av det store datamaterialet som samles inn, slik at avsluttende rapportering vil skje i slutten av 1988. En mer detaljert beskrivelse av tidsplanen er gitt i tabell 10 (som er en oppsummert versjon av Vedlegg D).

Tabell 9: Fremdriftsplan for undersøkelsen.

	År 1	År 2	År 3
Forberedelser	—		
Intervjuer, valg av deltakere	—		
Utslippsoversikter	—	—	
Undersøkelsen, feltarbeid		—	
Databearbeiding, modellutvikling/beregninger		—	—
Statistisk bearbeiding		—	—
Fremdriftsrapportering	—	—	—
Avsluttende rapportering			—

Tabell 10: Grenland helseundersøkelse - Tidsplan med nøkkelaktiviteter.

	År 1	År 2	År 3
Jan.		*Begynne i felt, periode 1	*Modell-beregninger og statistisk analyse
Feb.		Begynne data-registrering, periode 1	↓
Mars		Start modell-utvikling - tilpassing	↓
April		*Sjekking av instrumenter, bearbeiding av måledata, periode 1	↓
Mai	*Får kontrakt *Bestille NILU-utstyr *Velge intervjuobjekter	*Begynne i felt, periode 2. Testing av modeller	↓
Juni			↓
Juli		*Nedtaking av instrumenter o.l.	↓
Aug.	*Gjøre ferdig intervju-skjemaer		Rapportering
Sep.	*Begynne intervjuer. Gjøre ferdig helse-skjemaer. Pilotprosjekt	*Registrering av data, periode 2	↓
Okt.	*Begynne legeundersøkelser	Bearbeiding av måledata, periode 2	↓
Nov.	Motta helseutstyr. *Etablering av måleprogram	Sammenkopling av data, tilpassing	↓
Des.	*Endelig valg av deltakere. *Alle skjemaer klare	↓	Ferdig

*Aktiviteten må gjennomføres til angitt tid for at prosjektet ikke skal bli vesentlig forsinket.

15 REFERANSER

- Ahmed, I., Danta, I., Dougherty, R.L., Schreck, R. og Sackner, M.A.(1982-a) Effect of NO₂ (0.2 ppm) on specific bronchial reactivity to ragweed in subjects with allergic asthma. Am. Rev. Respir. Dis., 127, 160.
- Ahmed, T., Marchette, B., Danta, I., Birch, S., Dougherty, R.C., Schreck, R. og Sackner, M.A.(1982-b) Effect of 0.1 ppm NO₂ on bronchial reactivity in normals and subjects with chronic asthma. Am. Rev. Respir. Dis., 125, 152.
- Berglund, B., Lindvall, T. og Sundell J.(1984) Indoor Air. Volume 1-5. 3rd International Proceedings of Conference on Indoor Air Quality and Climate, Stockholm, August 20-24, 1984. Stockholm, Swedish Council for Building Research.
- Bjartveit, K., Foss, O.P. og Gjervig, T.(1983) The cardiovascular disease study in Norwegian counties - results from first screening. Acta Medica Scandinavica, Suppl. 675.
- Boushey, H.A.(1984) Determinants of airway responses to sulfur dioxide. In: Indoor Air Volume 3. Sensory and Hyperreactivity Reactions to Sick Buildings. B. Berglund, T. Lindvall, J. Sundell, eds. Stockholm, Swedish Council for Building Research. pp 203-209.
- Clausson, B. og Oland, G.(1981) En studie av luftveissykdommer og luftforurensninger i Skien, 1980. Skien, Helsegruppa i Folkeaksjonen mot luftforurensning og støy i Grenland.
- Clench-Aas, J., Thomassen, T., Skaug, K. og Levy, F. (1984) Blood lead - a function of vehicular emissions and smoking. Part I. Lillestrøm (NILU OR 43/84).
- Contant, C.F., Stock, J.H., Holguin, A.H., Gehan, B.M., Kotchmar, D.J., Buffler, P.A. og Hsi, B.P.(1983) Empirical models for estimating exposures to air pollutants in a health effect study. In: National symposium on Recent Advances in Monitoring of Ambient Air and Stationary Sources. Proceedings. Raleigh, N.C. pp 206-219 (EPA-600/9-84-001).
- Duan, N.(1982) Models for human exposure to air pollution. Environ. Int., 8, 305-9.
- Emetz, L. og Camner, P. (Eds.)(1983) Motor Vehicles and Clean Air - Health Risks Resulting from Exposure to Motor Vehicle Exhaust. National Swedish Institute of Environmental Medicine.

- Evans, M.J.(1984) Oxidant gas. Environ. Health Perspect., 55, 85-96.
- Frezieres, R.G., Coulson, A.H., Katz, R.M., Detels, R., Siegel, S.C. og Rachelefsky, G.S. (1982) Response of individuals with reactive airway disease to sulfates and other atmospheric pollutants. Ann. Allergy, 48, 156-165.
- Fugas, M.(1975) Assessment of total exposure to an air pollutant. In: Proc. of the International Conference on Environmental Testing and Assessment. Vol 2, paper no. 38-5.
- Hackney, J.D., Thiede, F.C., Linn, W.S., Pedersen, E.E., Spier, C.E., Law, D.L. og 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.
- Hanssen, J.E. og Sivertsen, B.(1977) Bamble-undersøkelsen. Måling av luftforurensning i Grenland 1975/76. Lillestrøm (NILU OR 2/77).
- Hansteen, I.L.(1983) Arvestoffskader og miljøpåvirkning. Porsgrunn, Telemark Sentralsykehus, Yrkesmed. avd. (Rapport 83.03.)
- Hazucha, M.J., Ginsberg, J.F., McDonnel, W.F., Haak, E.D., Pimmel, R.L., Saloam, S.A., House, D.E. og 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., Stock, T.H., Kotchmar, D.J., Hsi, B., Jenkins, D.E., Gehan, B.M., Noel, L. og Mey, N. (1985). The effects of ambient ozone exposure on the probability of asthmatic attack. Proceedings of APCA - Speciality Conference on Ozone - Oxidant standard. Houston, November 1984.
- Hov, Ø og Semb, A. (1984) Disdannelse i Grenland - Sammendragsrapport. Lillestrøm (NILU OR 62/84.)
- Jensen, A. og Sand, N.(1983) Nærmiljø og forurensning i Skien - en dagbokundersøkelse. Hovedoppgave - Telemark distriktshøyskole.
- Kilburn, K.H.(1984) Particles causing lung disease. Environ. Health Perspect., 55, 97-110.
- Korn, E.L. og Whittemore, A.S.(1979) Methods for analyzing panel studies of acute health effects of air pollution. Biometrics, 35, 795-802.

Larssen, S.(1979) Måling av forurensningsdis på Ås i Grenland, vinteren 1978/1979. Lillestrøm (NILU OR 15/79).

Larssen, S.(1980) Undersøkelse av forurensningsdis på Klyve i Grenland, sommeren 1979. Lillestrøm (NILU OR 40/80).

Mage, D.T.(1984) A possible relationship of sudden infant death syndrome to indoor air quality. In: Indoor Air Volume 2, Radon, Passive Smoking, particulates and Housing in Epidemiology. B. Berglund, T. Lindvall, J. Sundell, eds. Stockholm, Swedish Council for Building Research. pp 281-285.

Morrow, P.E.(1984) Toxicological data on NOx: An Overview. J. of Toxicol. Env. Health, 13, (2-3) 205-227.

Noel, L.(1984) Respiratory illness and air pollution. Lillestrøm (NILU TR 9/84).

Norsk institutt for luftforskning(1980) Årsberetning 1979. Lillestrøm. s. 24-29.

Orehek, J., Massari, J.P., Gayrard, P., Grimaud, C. og Charpin, J.(1976) Effect of short-term low level nitrogen dioxide exposure on bronchial sensitivity of asthmatic patients. J. Clin. Invest., 57, 301-307.

Perry, G.B., Chai, H., Dickey, D.W., Jones, R.H., Kinsman, R.A., Morill, C.G., Spector, S.L. og Weiser, P.C.(1982) Effects of particulate air pollution on asthmatics. Am. J. Public Health, 73, (1) 50-56.

Schjoldager, J.(1982) Luftforurensning fra Union Bruk, Skien. Juni 1980 - juni 1981. Lillestrøm (NILU OR 12/82).

Schjoldager, J., Dreiem, R., Wathne, B.M., Johannessen, T., Stige, L. og Tveita, B.(1984) Målinger av ozon. Østlandet - Telemark - Sørlandet 1981-83. Målinger av PAN, Telemark 1983. Lillestrøm (NILU OR 34/84, SFT-rapport 115/84).

Snedecor, G.W. og Cochran, W.G.(1967) Statistical methods. Iowa, 6th ed, Iowa State University Press.

Siem, H. og Skogvold, O.F.(1981) Helseundersøkelsen i Grenland 1979 - En sammenligning av luftforurensning og helse i Porsgrunnsområdet og Larvikområdet. Lillestrøm (NILU OR 34/81).

- Silverman, F., Corey, B., Mintz, S., Olver, P. og 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. og Goldsmith, C.H. (1982-b) Exposure estimates in assessing health effects of air pollution. Environ. Monit. Assess., 2, 233-245.
- Statens forurensningstilsyn (1982) Luftforurensning - virkninger på helse og miljø. Oslo (SFT-rapport nr. 38).
- Statens forurensningstilsyn. Kontrollseksjonen (1983) Årsrapport 1982 for industriforurensning i nedre Telemark. Porsgrunn.
- Statens forurensningstilsyn. Kontrollseksjonen (1984) Årsrapport 1983 for industriforurensning i nedre Telemark. Porsgrunn.
- Whittemore, A.S. og Keller, J. (1979) Asthma and air pollution: A quantitative theory. Proceedings of SIMS Conference on Energy and Health, N.E. Breslow and A.S. Whittemore (eds.). Philadelphia, SIAM.
- Whittemore, A.S. og Korn, E.L. (1980) Asthma and air pollution in the Los Angeles area. Am. J. Public Health, 70, 687-696.

VEDLEGG A

Tabeller og figurer som beskriver forurensningsforhold
i Grenland

Tabell A-1: Kumulativ fordeling av timesverdier for svoveldioksid
 stedene: a) Øvre gate, b) Skien brannstasjon.
 S: Sommer, V: Vinter.

1-6 år -
 7-8 år -
 9-14 år -
 15-16 år -
 17-18 år -
 19-20 år -
 21-26 år -
 27-28 år -

a)

% av tiden over ₃ (µg/m ³)	Periode									
	V 79/80	S 80	V 80/81	S 81	V 81/82	S 82	V 82/83			
10	63.8	91.0	94.8	91.6	95.3	-	82.0	68.9	82.5	
30	63.8	52.9	59.1	41.9	60.4	Ingen data	34.5	30.3	59.5	
50	44.8	29.2	32.4	16.4	43.1		14.9	10.5	38.7	
80	33.7	13.9	9.2	7.2	17.4		5.1	1.4	18.2	
120	21.5	6.1	1.9	2.4	9.3		1.7	0.7	14.5	
160	17.1	3.9	0.8	0.9	6.4		0.7	0.5	8.9	
200	11.3	2.3	0.5	0.3	3.4		0.4	0.1	6.5	
300	7.0	0.7	0.1	0.2	0.8		0.1	0.1	2.5	
500	2.6	0.2	0.1	0.1	0.1		0.0		0.7	
800	0.5	0.1	0.1						0.1	
1000	0.1								0.0	
Middel	90.8	49.2	43.4	34.2	59.4		30.1	24.1	65.7	
Max	1009.7	807.3	891.0	646.0	508.6		414.1	338.0	1000.0	

b)

% av tiden over ₃ (µg/m ³)	Periode								
	V 79/80	S 80	V 80/81	S 81	V 81/82	S 82	V 82/83	S 83	V 83/84
10		36.7	88.7	67.5	95.9	92.4	83.0	68.4	64.2
30	Ingen data	15.5	50.5	22.9	41.1	23.4	14.3	21.3	15.6
50		8.6	20.7	13.1	18.0	12.4	2.8	11.8	3.7
80		3.1	5.4	6.3	6.0	5.1	0.6	5.1	1.7
120		1.2	2.0	2.6	3.1	2.8	0.3	1.8	1.1
160		0.6	0.9	1.5	1.4	1.5	0.2	0.7	0.3
200		0.3	0.4	0.8	0.7	0.7	0.1	0.4	0.2
300		0.1	0.2	0.5	0.0	0.1	0.1	0.2	0.0
500		0.1	0.0	0.2		0.0	0.1		
800				0.1					
1000				0.1					0.0
Middel		15.7	36.9	27.8	34.5	26.0	18.9	24.3	18.4
Max		698.0	433.3	1238.4	269.1	417.4	578.0	396.0	279.8

Tabell A-2: Kumulativ fordeling av timesverdier for nitrogenoksider.
Målesteder: Ås-vinter, Klyve-sommer.

% av tiden over ₃ (µg/m ³)	Periode									
	S 79	V 79/80	S 80	V 80/81	S 81	V 81/82	S 82	V 82/83	S 83	V 83/84
5	55.8	61.8	35.3	46.7	42.1	87.7	57.7	63.8	53.0	61.3
10	35.2	50.9	18.8	34.2	22.1	73.0	27.2	47.9	35.6	44.6
20	15.2	34.6	4.3	20.8	5.9	49.2	34.1	16.5	16.5	27.1
30	6.5	21.8	2.4	8.8	1.7	26.8	1.9	22.7	7.3	15.2
50	1.1	6.1	0.7	0.5	0.1	2.9	0.5	9.0	2.0	3.2
80	0.4	0.4	0.4			0.0	0.1	2.2	0.2	0.5
100	0.1	0.5	0.1				0.1	0.8	0.1	0.1
120	0.0	0.0	0.0					0.5	0.0	0.0
160								0.5		
Middel	12.2	19.1	7.8	10.8	7.5	22.3	9.2	19.7	11.5	15.3
Max	115.0	110.0	110.0	70.0	65.0	77.5	105.0	172.5	137.5	110.0

Tabell A-3: Kumulativ fordeling av timesverdier for ozon.
Målesteder: Ås-vinter, Klyve-sommer.

% av tiden over ₃ (µg/m ³)	Periode					
	V 76/77	V 77/78	V 78/79	S 79	S 82	S 83
10	85.9	84.3	91.6	98.6	99.0	96.0
30	67.9	66.8	72.5	89.0	92.1	80.3
50	42.9	45.0	44.3	79.2	81.0	57.7
80	11.3	11.4	8.4	39.2	45.8	10.3
120	0.0	0.4	0.0	4.2	7.1	0.2
160				0.4	1.6	0.0
200				0.0	0.0	
240						
Middel	44.1	43.8	46.3	70.9	76.4	52.0
Max	104.2	125.5	108.0	182.7	195.0	142.1

Tabell A-4: Kumulativ fordeling av døgnerverdier for partikulært sulfat for målestedene a) Ås, b) Kongens gate.

a)

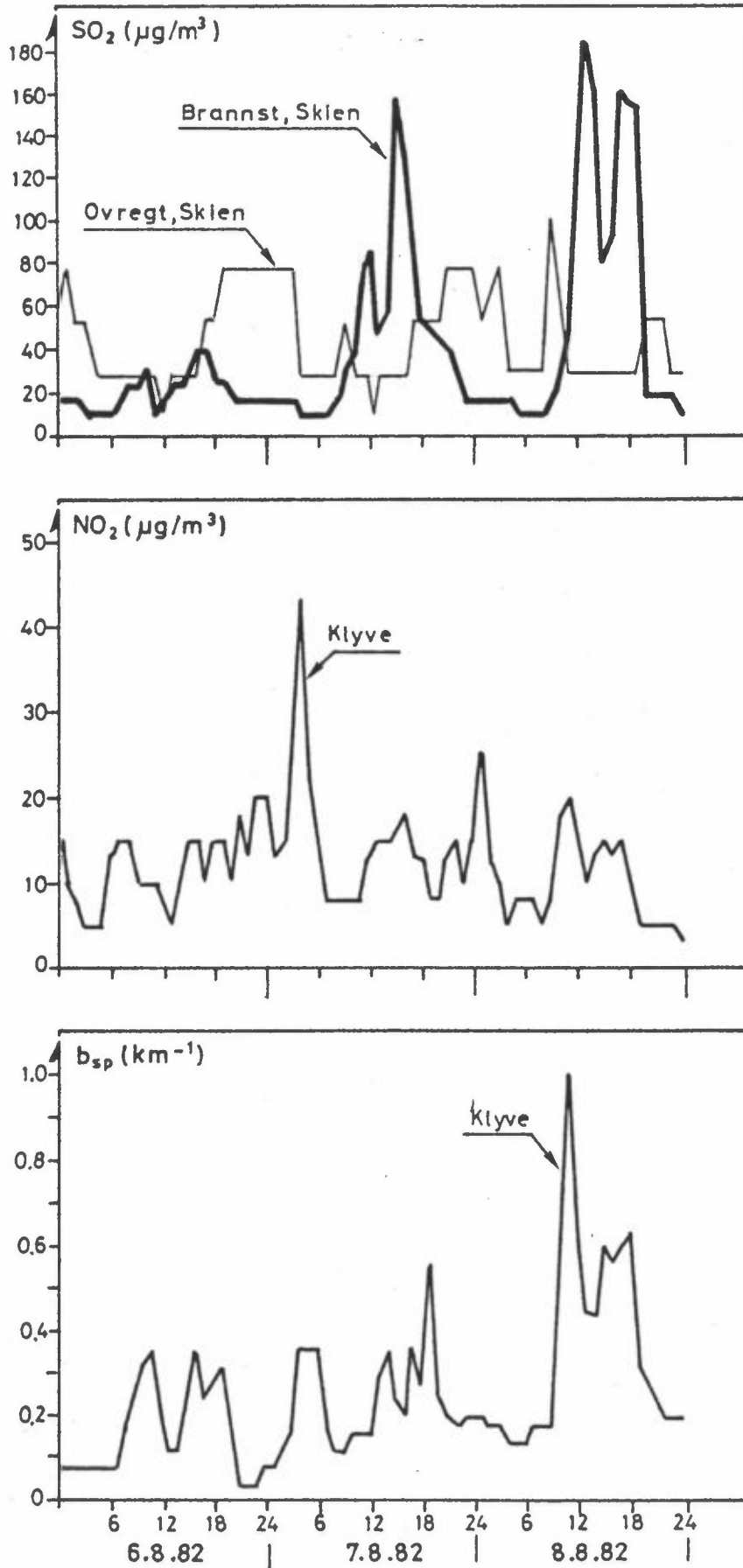
% av tiden over	1979	1980	1981	1982	1983
4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	55.4	60.4	42.2	48.2	46.8
8 "	31.8	30.9	24.6	26.6	19.4
12 "	21.4	18.5	12.8	18.4	9.2
16 "	12.6	13.0	7.9	11.8	3.9
20 "	9.9	10.0	3.8	7.7	2.1
30 "	4.4	6.1	0.8	3.3	0.9
50 "	1.4	3.6	0.0	2.0	0.0
Høyeste	77.6	300.1	39.5	111.0	43.9
Gjennomsnitt	8.4	10.4	5.7	7.2	5.4

b)

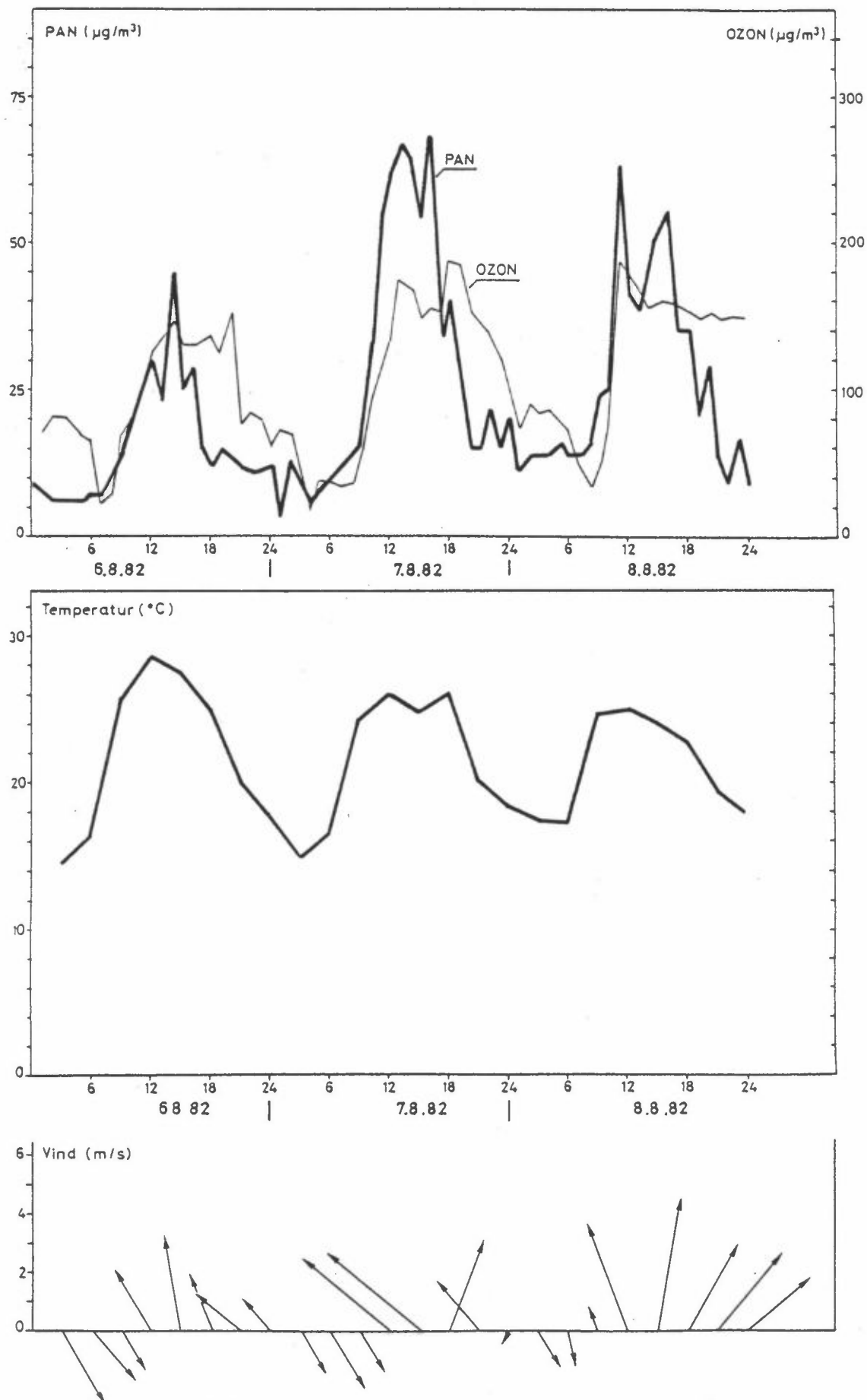
% av tiden over	1979	1980	1981	1982	1983
4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	53.3	51.9	32.9	39.0	28.5
8 "	29.5	25.8	14.7	17.2	9.6
12 "	13.9	13.0	6.7	8.1	3.6
16 "	3.5	7.8	1.2	4.6	1.1
20 "	0.9	5.2	1.2	1.4	0.3
30 "	0.0	0.9	0.0	0.4	0.0
50 "	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Høyeste	22.6	35.0	26.6	30.8	25.7
Gjennomsnitt	6.0	6.4	4.0	4.4	3.7

Tabell A-5: Kumulativ fordeling av døgnerverdier for partikulært nitrat. Målesteder: Ås-vinter, Klyve-sommer.

% av tiden over	V 1980	S 1980	V 1980/81	S 1981	V 1981/82	S 1982	V 1982/83	S 1983
4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	39.0	38.7	29.7	40.4	48.4	34.4	21.9	27.4
8 "	5.1	13.3	6.6	19.1	18.2	8.8	3.4	11.2
12 "	0.0	6.6	1.4	9.3	4.5	5.5	1.2	4.5
16 "	0.0	2.1	0.9	1.2	1.7	1.6	0.6	1.7
20 "	0.0	1.4	0.0	0.6	0.6	0.5	0.6	0.0
30 "	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
50 "	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Høyeste	8.7	21.1	17.1	20.1	24.2	22.0	28.1	18.8
Gjennomsnitt	3.1	4.2	3.4	4.6	4.7	3.8	3.1	3.5



Figur A1: Timesmidlede konsentrasjoner av SO₂ i Skien og NO₂ partikkelinnholdet (b_{sp}) på Klyve i perioden 6-8 august 1982.



Figur A2: Klyve, 6-8 august 1982. Konsentrasjon av PAN og ozon på Klyve. Temperatur og vindhastighet på Ås. Pilene for vindhastighet er vektorer og viser vindstyrke (lenden på pila) og vindretning (den veien vinden blåser).

VEDLEGG B

Statistisk metode for valg av størrelse på forsøksgrupper

Statistisk metode for valg av størrelse på forsøksgrupper.

Størrelsen på en forsøksgruppe kan ved tilpassing av vanlig statistiske metoder estimeres som følger (Snedecor og Cochran, 1967):

$$N = \frac{(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 \cdot \sigma^2}{\delta^2} \quad (1-B)$$

hvor

$(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2$: koeffisienter gitt ved tabellverdier nedenfor (tabell B-1).

σ^2 : variansen for de β -koeffisienter for helsevirkninger mot hver luftvariabel beregnet ovenfor i Korn-Whittemore modellen.

δ : defineres som naturlig logaritme av odds ratio - se nedenfor.

Tabell B-1: Tabellverdier for koeffisienter $(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2$ som benyttes for å bestemme størrelsen på en forsøksgruppe (Snedecor og Cochran, 1967).

Sannsynlighet (P)	To-sidig test			En-sidig test		
	Signifikant nivå (α) 0.01	0.05	0.10	Signifikant nivå (α) 0.01	0.05	0.10
0.80	11.7	7.9	6.2	10.0	6.2	4.5
0.90	14.9	10.5	8.6	13.0	8.6	6.6
0.95	17.8	13.0	10.8	15.8	10.8	8.6

I tabell B-1 er uttrykket $(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2$ satt opp for en-sidige og to-sidige tester og ved forskjellige signifikante nivåer (α) og sannsynlighet. I størrelsesberegningene nedenfor er det benyttet $\alpha = 0.05$ og to-sidige tester, som er et konservativt estimat. Sannsynligheter på 0.80 og 0.90 er vanlig, og en høyere sannsynlighet (0.95, 0.99) kan brukes, men dette krever en vesentlig større forsøksgruppe.

Når det gjelder verdier for variansen av β -koeffisienter for helsevirkninger mot hver av de luftvariable som skal undersøkes, så er slike beregnet ved tidligere kohort-undersøkelser for noen stoffer. Verdier for ozon og NO_2 er funnet i Houston-undersøkelsen (Holguin et al. 1985), og variansen for TSP i Los Angeles-undersøkelsen (Whittemore og Korn, 1980). Følgende verdier er mottatt fra medarbeidere i Houston-prosjektet:

	Ozon	NO_2	TSP
Varians (σ^2)	0.0002759	0.0014191	0.0000282

Odds ratio er en variabel som beskriver økningen i mulighet for anfall pr. enhet endring av en luftvariabel. Siden det ikke eksisterer en forutbestemt minimum effekt for hver luftvariabel er det beregnet virkninger med økning i relativ risiko mellom 0.1 til 2.5% pr. enhet endring av luftvariabel (tabellene 8-2 til 8-5). Siden det ikke er en lineær sammenheng blir verdiene for odds ratio omregnet til δ -verdier ved uttrykket:

$$\delta = \ln (\text{odds ratio})$$

Odds ratio for en økning ΔC av en luftvariabel blir da:

$$\text{Odds ratio} = \exp (\delta \cdot \Delta C)$$

En økning med 40 ppb ozon og NO_2 , og $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ TSP gir f.eks. 32% økning i risiko for anfall, mens tilsvarende verdi for pr. enhets endring var 0.7% (se tabell 8-2).

I tabell 8-2 er det beregnet to typer odds ratio, en pr. enhet endring, og en for 40 enheter endring, ved forskjellige verdier for δ . Disse verdiene gjelder for stoffene O_3 , NO_2 og TSP. I tabell 8-3 til 8-5 er størrelsene av forsøksgruppene beregnet for forskjellige verdier av odds ratio og ved en endring på 40 enheter for stoffene, ved bruk av ligning 1-8 og antagelsene ovenfor (to-sidig test, $\alpha=0.05$).

Som eksempel på bruk av tabellene, så gir disse at med en sannsynlighet på 90%, vil 60 personer være tilstrekkelig for å oppnå en økt risiko for anfall

på 32% ved en økning av ozonkonsentrasjonen med 40 ppb. Tilsvarende verdier med samme sannsynlighet, antall personer og endring på 40 enheter er 8% og 88% for henholdsvis TSP og NO_2 .

Tabellene B-2 til B-5 viser også at ved å øke antall deltagere til 116 vil man for ozon bare redusere målbarheten for økt risiko for anfall til 22%.

Tabell B-2: Tabell over odds ratios, δ og endring i mulighet for anfall ved en 40 enhets endring i komponentene. Disse verdier gjelder for alle komponenter. (Odds ratio = $\exp(\delta \cdot \Delta C)$).

	Delta (δ)	Odds ratio pr. enhet endring	Odds ratio pr. 40 enhet endring
1	0.0009995	1.001	1.04079
2	0.0019980	1.002	1.08320
3	0.0029955	1.003	1.12729
4	0.0039920	1.004	1.17314
5	0.0049875	1.005	1.22079
6	0.0059821	1.006	1.27034
7	0.0069756	1.007	1.32184
8	0.0079682	1.008	1.37538
9	0.0089597	1.009	1.43102
10	0.0099503	1.010	1.48886
11	0.0109399	1.011	1.54898
12	0.0119286	1.012	1.61146
13	0.0129162	1.013	1.67640
14	0.0139029	1.014	1.74389
15	0.0148886	1.015	1.81402
16	0.0158733	1.016	1.88690
17	0.0168571	1.017	1.96263
18	0.0178399	1.018	2.04132
19	0.0188218	1.019	2.12308
20	0.0198026	1.020	2.20804
21	0.0207825	1.021	2.29631
22	0.0217615	1.022	2.38801
23	0.0227395	1.023	2.48328
24	0.0237165	1.024	2.58225
25	0.0246926	1.025	2.68506

Tabell B-3: Nødvendig størrelse av forsøksgruppen for å kunne påvise effekt av ozon av størrelsesorden vist i tabell 9. Beregnet for trinn på 80, 90 og 95%.

	Trinn		
	80%	90%	95%
1	2181.93	2900.04	3590.52
2	546.03	725.73	898.53
3	242.92	322.87	399.74
4	136.78	181.80	225.08
5	87.63	116.47	144.20
6	60.91	80.96	100.24
7	44.80	59.54	73.72
8	34.33	45.63	56.49
9	27.15	36.09	44.68
10	22.02	29.26	36.23
11	18.21	24.21	29.97
12	15.32	20.36	25.21
13	13.07	17.37	21.50
14	11.28	14.99	18.56
15	9.83	13.07	16.18
16	8.65	11.50	14.24
17	7.67	10.20	12.62
18	6.85	9.10	11.27
19	6.15	8.18	10.13
20	5.56	7.39	9.15
21	5.05	6.71	8.30
22	4.60	6.12	7.57
23	4.22	5.60	6.94
24	3.88	5.15	6.38
25	3.57	4.75	5.88

Tabell B-4: Nødvendig størrelse av forsøksgruppen for å kunne påvise effekt av NO₂ av størrelsesorden vist i tabell 9. Beregnet for trinn på 80, 90 og 95%.

	Trinn		
	80%	90%	95%
1	11222.3	14915.7	18467.0
2	2808.4	3732.6	4621.4
3	1249.4	1660.6	2056.0
4	703.5	935.0	1157.7
5	450.7	599.0	741.6
6	313.3	416.4	515.5
7	230.4	306.2	379.1
8	176.6	234.7	290.6
9	139.7	185.6	229.8
10	113.2	150.5	186.3
11	93.7	124.5	154.1
12	78.8	104.7	129.7
13	67.2	89.3	110.6
14	58.0	77.1	95.4
15	50.6	67.2	83.2
16	44.5	59.1	73.2
17	39.5	52.4	64.9
18	35.2	46.8	58.0
19	31.6	42.1	52.1
20	28.6	38.0	47.0
21	26.0	34.5	42.7
22	23.7	31.5	39.0
23	21.7	28.8	35.7
24	19.9	26.5	32.8
25	18.4	24.4	30.3

Tabell B-5: Nødvendig størrelse av forsøksgruppen for å kunne påvise effekt av TSP av størrelsesorden vist i tabell 9. Beregnet for trinn på 80, 90 og 95%.

	Trinn		
	80%	90%	95%
1	223.358	296.868	367.551
2	55.895	74.291	91.980
3	24.867	33.051	40.921
4	14.002	18.610	23.041
5	8.970	11.922	14.761
6	6.235	8.288	10.261
7	4.586	6.095	7.546
8	3.514	4.671	5.783
9	2.780	3.694	4.574
10	2.254	2.995	3.709
11	1.864	2.478	3.068
12	1.568	2.084	2.581
13	1.338	1.778	2.201
14	1.154	1.534	1.900
15	1.007	1.338	1.656
16	0.886	1.177	1.457
17	0.785	1.044	1.292
18	0.701	0.932	1.154
19	0.630	0.837	1.036
20	0.569	0.756	0.936
21	0.517	0.687	0.850
22	0.471	0.626	0.775
23	0.432	0.574	0.710
24	0.397	0.527	0.653
25	0.366	0.486	0.602

VEDLEGG C

Statistisk metode for analyse av virkningsvariable

Beskrivelse av Korn-Whittemore-modellen.

Datamaterialet fra en slik helseundersøkelse skiller seg i vesentlig grad fra andre typer data, idet datene er;

- 1) subjektive.
- 2) dikotome (ja/nei).
- 3) avhengige av tidligere hendelser (anfall o.l.).

Dette medfører at helsedataene krever en spesiell statistisk bearbeidelse. En teoretisk modell utviklet av Whittemore og Keller (1979) og Korn og Whittemore (1979) er tidligere blitt brukt i Houston- og Coloradoundersøkelsen med gode resultater. Denne metoden utfører en separat logistisk regresjon av helserespons imot aktuelle luftvariable i omgivelsene for hvert individ. Disse individuelle parametre blir deretter kombinert for å beregne summerte estimater av effekter fra omgivelsene som f.eks. luftforurensninger, temperatur, fuktighet osv.

Sannsynlighet for anfall for ett individ ved bruk av Korn-Whittemore modellen er gitt ved (Holguin et al., 1985):

$$P = \frac{\exp(\alpha + \beta x_t)}{1 + \exp(\alpha + \beta x_t)}$$

hvor

- x_t : vektor som omfatter estimerte eksponeringsverdier for aktuelle variable som f.eks. luftforurensninger, temperatur og fuktighet eller kombinasjoner av disse.
- β : vektor med individuelle regresjonskoeffisienter for hver variabel i x_t .
- α : funksjon som beskriver andre faktorer, som f.eks. tidligere hendelser og andre grunner som kan provosere frem et individuelt anfall.

En logistisk regresjonsmodell blir tilpasset hver enkelt deltager i undersøkelsen. For hver virkningsvariabel av interesse (dikotom) kan individuelle koeffisienter beregnes for hver deltager og for hver ko-variant.

Koeffisientene for hver ko-variant og for hvert menneske er summert for å gi en samlet koeffisient av effekten av denne ko-varianten. Når de individuelle koeffisienter summeres er de vektet med den inverse av sin estimerte varians.

Den totale koeffisienten for en ko-variant blir beregnet ved:

$$S = \frac{\sum_{j=1}^n w_{jk} \beta_{jk}}{\sum_{j=1}^n w_{jk}}$$

hvor

$$w_{jk} = \frac{1}{\text{Var}(\beta_{jk})}$$

β_{jk} = estimert regresjonskoeffisient for individ j

og

$\text{Var}(\beta_{jk})$ = estimerte varianser av den estimerte regresjonskoeffisient for individ j.

Når en kombinerer koeffisientene må en velge mellom to antagelser:

- "fixed-effects modell" hvor man forutsetter at det ikke eksisterer noen virkelig forskjell mellom mennesker og at de observerte forskjeller er på grunn av målefeil, eller
- "random-effects modell" hvor man forutsetter at de virkelige koeffisienter for hvert individ er normal- fordelt og at observerte forskjeller er både på grunn av målefeil og individuelle variasjoner.

Det er den sistnevnte modell, "random-effects" som vil bli brukt i denne undersøkelsen.

VEDLEGG D

Detaljert tidsplan for prosjektets gjennomføring

MAY-JUNE	JULY - VACATION	AUGUST	SEPTEMBER
<p>Receive grant</p> <p>Reserve NILU air monitoring instruments</p> <p>Press release</p> <p>Order 4 peak flow meters and 2 Chronologs</p> <p>Order calibration</p> <p>Begin preparing pretest forms</p> <p>Identify 4 lung volunteers for pretest</p> <p>Identify 4 health volunteers for pretest</p> <p>Select lung function tests to be used in pretest for screening</p> <p>Organize system for lung function screening with appropriate organization /or physicians</p>	<p>No work</p>	<p>Test peak flow meters & Chronologs in office</p> <p>Develop peak flow meter calibration system in I.Lab.</p> <p>Meet SFTs local control section, decide location of monitoring stations</p> <p>Begin quality assurance checks on selected set of air monitoring data</p> <p>Prepare forms for indoor monitoring to categorize houses</p> <p>Advertise for interviewers</p> <p>Finalize pretest forms</p>	<p>Discuss pretest forms & procedures with volunteers for suggestions and comments</p> <p>Finalize pretest forms</p> <p>Finalize health forms and procedures</p> <p>Pretest: 8 subjects, 2 weeks</p> <p>Write coding instructions for health forms</p> <p>Finalize coding instructions & have typed</p> <p>Train interviewers</p> <p>Press release</p> <p>Type and xerox pretest forms</p> <p>Lung function screening test for 4 lung pre-test subjects</p> <p>Prepare draft interview form and training manual</p> <p>Type interview and training manual drafts - circulate for review</p> <p>Interview draft to SSB?</p> <p>Finalize choice of lung function screening tests</p> <p>Finalize interview forms and training manual and have typed</p> <p>Begin preparations for subcontract for lung function tests</p>

OCTOBER		NOVEMBER		DECEMBER	
Begin lung function tests	Order peak flow meters, Chronologs and decoders	Prepare calibration system for peak flow meters	Check peak flow meters, Chronologs and decoders	Select lung sub-jects & invite into the study	Select healthy subjects & invite into the study
Complete inter-views by end of month	Order second peak flow meter calibrator	Calibrate all peak flow meters and plot the baseline curves	Advertise field office staff positions	Set up air moni-toring stations to be fully ope-rational in the beginning of January	Set up air moni-toring stations to be fully ope-rational in the beginning of January
Advertise computer pro-grammer position	Code pretest health data	Print health forms	Programmer works on pretest analysis with statistician's guidance	Progress Report	Progress Report
Write manual of office pro-cedures and have typed	Finalize health forms and proce-dures	Complete lung function tests by end of month	Programmer writes data entry and logic check programs		
Type health forms and xerox for training					

Year 2

JANUARY	FEBRUARY	MARCH	APRIL	MAY	JUNE
<p>Train office staff</p> <p>Set up indoor monitoring system in first house by end of first week</p> <p>Begin field data collection. Subjects begin on different days after training sessions by office staff</p> <p>Arrange for data enterer to begin in next month</p> <p>Begin weekly checks of randomly selected peak flow calibrations</p> <p>Begin daily zero-span of air monitoring instruments</p>	<p>Begin data entry of coded health forms</p> <p>Begin weekly quality assurance & logic checks on health data</p> <p>First full scale monthly calibration of air monitoring instruments</p> <p>Categorize house types of all subjects' houses</p>	<p>First set of strip chart air monitoring data to NILU for initial visual check early in month</p> <p>Strip chart data to Data Section to calibrate curves (first month's charts)</p> <p>Strip chart data from Data Section to be transferred to coding sheets (avlesing)</p> <p>Strip chart data (from first charts) entered into computer</p> <p>Complete field data collection by mid-month</p> <p>Start making computer models</p>	<p>Begin logic & quality assurance checks on first month's strip chart data</p> <p>Final system check of air monitoring stations</p> <p>Programmer writes program to produce some description of each subject's health data</p> <p>Field office staff completes health form coding by end of month</p> <p>Field office staff recontacts subjects</p> <p>Air monitoring stations fully operational by end of last week of month</p>	<p>Last month's strip chart data to NILU to begin same procedures as first month's data</p> <p>Health data entry completed by end of month (phase 1)</p> <p>Subjects begin 2nd phase of data collection at beginning of month</p> <p>Follow 1st phase program for data procedures and calibrations of health & air monitoring equipment</p> <p>Categorize house types of any new subjects' houses</p>	<p>Print out selected description of each subject's health data to give to subjects</p> <p>Once 1st phase air monitoring data are ready, begin description analyses and modelling experiments</p> <p>Complete data collection by end of month</p> <p>After quality assurance and logic checks completed on health data, begin programs to define illness (1st phase data)</p> <p>As soon as some health data & some air monitoring data are available, begin "building" the model</p>

Year 2

<p>JULY</p> <p>Final performance checks of air monitoring stations</p> <p>Dismantle air monitoring stations</p>											
<p>AUGUST</p> <p>Complete health data coding by mid-month</p>											
<p>SEPTEMBER</p> <p>Complete health data entry by end of month</p>											
<p>OCTOBER</p> <p>Complete air monitoring data entry by end of month</p>											
<p>NOVEMBER</p> <p>Complete quality assurance checks of health data</p>											
<p>DECEMBER</p> <p>Finalize illness definitions and "illness/no illness" variable to computer file</p> <p>Begin descriptive statistics of health data</p> <p>Progress Report</p>											

Year 3

JANUARY	FEBRUARY	MARCH	APRIL	MAY	JUNE
<p>Complete quality assurance checks of air monitoring data</p> <p>Prepare reports for each subject on selected health variables</p>	<p>Begin description statistics of air data</p> <p>Send out subjects' reports.</p>	<p>Select variables for initial trial with analytical model. Test the model</p>	<p>Refine models</p> <p>Continue analysis</p>	<p>Begin preparations for reports on study results</p> <p>Write draft report of study results. Distribute for comments</p>	<p>Finalize report on study results</p> <p>Progress Report</p>

Year 3

JULY	Vaca- tion				
AUGUST	Write first draft of report and distribute for comments				
SEPTEMBER	Write second draft or report and write journal article - send to journal				
OCTOBER					
NOVEMBER	Finalize report. Prepare for printing				
DECEMBER	Complete project reports and all associated work				

**NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING (NILU)
NORWEGIAN INSTITUTE FOR AIR RESEARCH**

(NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FORSKNINGSRÅD)

POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM (ELVEGT. 52), NORGE

RAPPORTTYPE Oppdragsrapport	RAPPORTNR. TR 20/85	ISBN-82-7247-656-8	
DATO Desember 1985	ANSV. SIGN. <i>Storland</i>	ANT. SIDER 102	PRIS kr 90,-
TITTEL En korttidsstudie av sammenhengen mellom luftforurensninger og akutte helseskader i Grenland - Prosjektskisse		PROSJEKTLEDER Jocelyne Clench-Aas	
		NILU PROSJEKT NR. 0-8303	
FORFATTER(E) Jocelyne Clench-Aas Trond Bøhler		TILGJENGELIGHET* A	
		OPPDRAGSGIVERS REF.	
OPPDRAGSGIVER (NAVN OG ADRESSE) Statens forurensningstilsyn Postboks 8100, Dep 0032 OSLO 1			
3 STIKKORD (å maks. 20 anslag) Grenland Kohort-studie Helseeffekter			
REFERAT (maks. 300 anslag, 7 linjer) Prosjektskissen inneholder et forslag til kohort-studie med samtidige innendørs og utendørs målinger av luftkvalitet og meteorologi. Hver deltager fyller ut spørreskjemaer over helsevirkninger og sammenholdt med luftforurensninger vil det bli beregnet eksponeringsverdier for hver luftforurensning for hver deltager. Undersøkelsen vil vare i 4 mndr fordelt på 2 mndr om vinteren og 2 mndr om sommeren. Totalt vil studiet vare i ca 3 år inkludert forundersøkelser, feltarbeid og deretter kontroll, bearbeidelse og statistisk analyse av måledata.			

TITLE Short term cohort study of the relationship between health effects and air pollution - Project proposal.
ABSTRACT (max. 300 characters, 7 lines) The project description proposes to use a short term cohort study of two population groups - healthy and suffering from airway disease - with simultaneous indoor/outdoor meteorological and air quality measurements. Each participant fills out a daily questionnaire of health effects which will then be related to his/her estimated exposure to each pollutant. The field study will last at least 4 months, 2 in winter and 2 in summer. The entire study including preparatory phase, field work, data analysis and reporting will last 3 years.

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

