

00000  
cho 5

# Arbeidsforskningsinstituttene

Arbeidsfysiologisk institutt - Arbeidspsykologisk institutt - Muskelfysiologisk institutt  
Yrkeshygienisk institutt

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

Postadresse: P.b. 8149 Dep Oslo 1

Tittel:

INNEKLIMA -  
EN ORIENTERING OM KLIMAFAKTORER OG FORURENSNINGER

Forfatter(e):

Kåre Lenvik og Finn Levy

Prosjektansvarlig:

Prosjektmedarbeidere:

Utgiver (institutt):

Yrkeshygienisk institutt

Dato:

1.4.86

Antall sider:

39

ISSN:

0800-3777

Serie:

HD 927/86 FOU

Sammendrag:

Rapporten gir en oversikt over klimafaktorer og fysiske og kjemiske faktorer som vedrører inneklimate og innemiljøet. Forurensninger, forurensningskilder, helseplager og helseeffekter ved ulike faktorer, innendørs klimatiske faktorer og parametre er bl.a. omtalt.

Eksempler på registreringsskjemaer for kartlegging av innemiljøet for å finne årsaker til og løsninger på inneklimateproblemer, er bl.a. tatt med.

Stikkord:

Inneklimate  
Klimafaktorer  
Forurensninger  
"Syke bygg"

Key words:

Indoor climate  
Indoor air pollution  
"sick buildings"  
"Tight buildings"

628.8  
4  
cho 5

**I N N E K L I M A**

**EN ORIENTERING OM KLIMAFAKTORER OG FORURENSNINGER**

**2. utgave**

**Kåre Lenvik**

**Finn Levy**

---

**YRKESHYGIENISK INSTITUTT**

**OSLO - APRIL 1986**

# I N N H O L D S F O R T E G N E L S E

<u>Seksjon</u>	<u>Side</u>
1 INNLEDNING	3
2 VENTILASJON	4
3 LUFTFUKTIGHET	4
4 STATISK ELEKTRISITET	5
5 LUFTIONER	6
6 TEMPERATUR, KULDE OG VARME	7
7 STØV, PARTIKLER OG FIBRE	7
8 MIKROORGANISMER	8
9 LUKTSTOFFER	9
10 KJEMISKE LUFTFORURENSNINGER	10
10.1 Kilder og komponenter	11
10.1.1 Formaldehyd (CH <sub>2</sub> O)	12
10.1.2 Karbondioksyd (CO <sub>2</sub> )	13
10.1.3 Karbonmonoksyd (CO)	14
10.1.4 Nitrøse gasser (N <sub>x</sub> O <sub>y</sub> )	14
10.1.5 Svoveldioksyd (SO <sub>2</sub> )	14
10.1.6 Oson (O <sub>3</sub> )	14
10.1.7 Radon (Rn)	15
10.1.8 Tobakksrøyk	16
10.1.9 Plaststoffer	16
10.1.10 Teppegulv	17
10.1.11 Rengjøring	17

<u>Seksjon</u>	<u>Side</u>
11 BELYSNING	17
12 LYD	18
13 STRATEGI VED INNEKLIMAUNDERSØKELSER	19
13.1 Ventilasjon	20
13.2 Lufttemperatur	21
13.3 Relativ luftfuktighet	22
13.4 Luftforurensninger	22
13.4.1 Forurensningskilder	25
1.1 Bygningsmaterialer og inventar	25
1.2 Kopieringsmaskiner	25
13.5 Rengjøring	26
13.6 Luftrensning	26
VEDLEGG 1: Inneklima - opplysninger om helsetilstand (skjema)	
VEDLEGG 2: Inneklima - opplysninger om lokaler (skjema)	

## FORORD

Inneklimaet er en del av det samlede innemiljø.

Innendørs klima i ikke-industrielt miljø, så som moderne kontorlokaler og vanlige boliger, er tradisjonelt blitt betraktet som fri for spesielle helseskadelige faktorer. I de siste 10-20 årene har det imidlertid vist seg å oppstå helseplager utover det man kunne forvente også i slike miljøer.

På grunn av at disse helseplagene er av relativt ny dato, av lavgradig art og med uspesifikke symptomer som er vanlige også i befolkningen forøvrig, har det ikke vært lett å tilbakeføre effektene til helt bestemte faktorer i inneklima/miljøet. Generelt sett vet man idag altfor lite om årsakene til inneklimaproblemene til å kunne finne fram til tilfredsstillende løsninger på problemene. I flere land legges det nå imidlertid opp til mer omfattende og systematiske undersøkelser for å belyse årsaksforholdene.

Man kjenner til en del momenter som er av betydning for inneklimaet og som kanskje også kan være årsak eller medvirkende årsak til plager i konkrete tilfeller. Men det er en stor mangel på eksakte kunnskaper om sammenhengen mellom de enkelte faktorer ved inneklimaet og de helseplager som er registrert. Foreløpig må man derfor foreta sine vurderinger etter beste skjønn, selv om dette ikke er noe ønskesituasjon.

I denne rapporten er det satt sammen en del informasjon, momenter og betraktniger som foreløpig kan legges til grunn når det gjelder å skaffe seg en oversikt over problemene og finne fram til best mulige løsninger. Det er også gitt forslag til registreringsskjema for klima/miljøfaktorer og for helseplager.

Det er ikke tatt med litteraturhenvisninger i denne oversikten. En litteraturoversikt er utarbeidet i en separat rapport (K. Lenvik, HD-926/86 FOU).

## 1 INNLEDNING

Siden midten av 60-årene har det vært en stadig økende registrering av det man idag kaller "syke-bygg"syndromet. Dette er en felles betegnelse på en rekke symptomer/plager som forekommer i kontorer ("kontorsyke"), boliger, skoler, barnehager og andre lokaler med ikke-industrielle aktiviteter. Man snakker gjerne om "syke" bygg som karakteriseres ved en overfrekvens blant ansatte av et eller flere av følgende symptomer :

- øye-, nese- og/eller halsirritasjon
- tørrhetsfølelse i hud og/eller slimhinner
- hudutslett/tørr hud
- unormal trøtthetsfølelse
- hodepine/tung i hodet
- tørrhoste og sår hals
- hyppige luftveisinfeksjoner
- kløe og overfølsomhetsreaksjoner

Symptomene opptrer etter en tids opphold i lokalene og øker gjerne gradvis i styrke utover dagen. Når man forlater lokalene, avtar ofte symptomene. De personene som plages, kan ofte fortelle at arbeid av samme type i andre bygg ikke har medført plager.

Den direkte sammenheng mellom innklimafaktorer eller eksposisjoner og forekomsten av symptomer, har vist seg vanskelig å avdekke. På bakgrunn av undersøkelser som er foretatt, er det nokså bred enighet om at flere faktorer sannsynligvis spiller sammen, faktorer som enkeltvis kanskje ikke medfører noe ubehag eller symptomer. Faktorer som man mener spiller en rolle for inneklimate er luftfuktighet, temperatur, varmestråling, ventilasjonsforhold, støv og andre luftforurensninger, støy, belysning m.m. Statisk elektrisitet, ladede partikler og forekomst av positive og negative luftioner hevdes også være av betydning. Stress og psykososiale forhold i arbeidet, kan også spille en rolle for hvordan den enkelte reagerer på avvikelser fra det optimale inneklimate. Samspillet mellom de ulike faktorer og virkning på mennesket er imidlertid lite undersøkt og kjent. Det er også store individuelle variasjoner mellom individers "reaktivitet" på problemene. Verst stilt er astmatikere, allergikere og andre med hyperreaktivitet (overfølsomhet) i luftrørgrenene (bronkier) og/eller slimhinner.

## 2 VENTILASJON

Energisparing i de siste tiår, har medført en generell nedsetting av luftomsetningen ved at bygninger er gjort tettere og økt ombruk av luft. I langt større grad enn tidligere er man således idag avhengig av ventilasjonssystemene for å oppnå tilstrekkelig luftutskiftning i rom/lokaler. Et gjennomgående trekk ved lokaler med personer med plager som tilskrives inneklimate, har da også vist seg å være at ventilasjonsforholdene ikke har vært tilfredsstillende.

Det har vist seg at mekaniske ventilasjonsopplegg ofte fungerer dårlig og gir for liten luftutskiftning. Spesielt vanskelig ser det ut til å være ved en kombinasjon av ventilasjon (luftutskiftning) og temperaturregulering evt. kombinert med luftfukting i samme anlegg (klimaanlegg). Dette kan skyldes dårlig prosjektering og planlegging slik at ventilasjonssystemene ikke har tilstrekkelig kapasitet. Ofte har det også vist seg å være manglende tilsyn og drift. Det kan være mangelfulle eller dårlige justeringer eller mangelfullt teknisk vedlikehold. Slike forhold kan føre til nedsatt kapasitet, dårlig rensing av luften m.v. Det kan også forårsake ubalanse i ventilasjonen slik at enkelte rom kan ha god ventilasjon, mens andre, nærliggende og tilstøtende rom, samtidig har dårlig ventilasjon. Mangelfullt renhold, f.eks. av filtre, kan ha lignende konsekvenser.

## 3 LUFTFUKTIGHET

Fuktigheten i luften er av stor betydning for omgivelsene. Først og fremst er den av betydning for varmeavgivelsen fra kroppen (svetting). Når fuktigheten er lav, vil avkjølingsprosessen ved fordampning av svette fra huden foregå hurtig, med følge at man kan føle seg kald selv ved moderate temperaturer. På den annen side vil følelse av ubehag ved høye temperaturer øke kraftig hvis fuktigheten er høy, p.g.a. nedsatt svetting.

Luftfuktigheten har også en indirekte innflytelse på inneklimate ved sin betydning for andre faktorer, som f.eks. på statisk elektrisitet og støvinnhold i luften.

Forsøk og erfaring viser at menneskets subjektive opp-

fatning av luftfuktigheten, sjelden stemmer med objektive målinger. F.eks. har målinger der det har vært klaget over tørr luft, ofte vist at luftfuktigheten ikke har vært spesielt lav. Det er holdepunkter for at den relative luftfuktighet i ren luft kan svinge i området 20 - 70 % uten at dette har noen direkte betydning for komfortfølelsen.

Det er grunn til å tro at luftfuktigheten har sin betydning for innemiljøet først og fremst på grunn av sitt samspill med andre faktorer. Følelsen av tørr luft, kan f.eks. skyldes høy temperatur, stor luftutskiifting, støv og andre irriteranter. Luftfuktigheten har dessuten stor innflytelse på mengden av mikroorganismer i luften. Generelt regner man at høy luftfuktighet akselererer vekst av mikroorganismer, men det finnes også enkelte typer mikroorganismer som trives bedre ved lavere luftfuktighet. (Enkelte undersøkelser har f.eks. vist at influensavirus smitter mindre ved 45-60% relativ fuktighet enn under og over dette nivå).

Husstøvmidd, som er vanlig forekommende i hus, trives meget godt ved relativ luftfuktighet i området 60-70 % og forekommer praktisk talt ikke under 40 % relativ fuktighet ved 22 °C. Dyrestudier har forøvrig vist reduserte problemer med luftveisinfeksjoner ved det midlere luftfuktighetsområdet og større plager både ved lavere og ved høyere nivåer.

Både svevestøv og statisk elektrisitet kan være et problem ved inneklimate. Her spiller luftfuktigheten en stor rolle ved at begge disse faktorer vil reduseres betydelig ved høy luftfuktighet.

Ventilasjonsforholdene er av stor betydning for luftfuktigheten i lokaler. Dårlig ventilasjon, kan f.eks. føre til høy luftfuktighet når det er mange personer i et rom eller andre kilder som kan avgi fuktighet til luften.

Lav luftfuktighet antas hos enkelte å virke uttørrende på slimhinnene og derved kunne redusere motstandskraften mot øvre luftveisinfeksjoner. Det er imidlertid sparsomt med dokumentasjon av dette.

#### 4 STATISK ELEKTRISITET

Statisk elektrisitet kan i seg selv være plagsom gjennom de utladninger som forårsakes. Videre antas at statisk elektrisitet kan ha betydning for luftens innhold av partikler og støv og avsetninger av dette.



Elektrisk oppladning av personer forårsakes i stor utstrekning av kontakt og friksjon mellom skosåler og gulvbelegg. Ved visse kombinasjoner av materialer kan det oppstå potensialforskjeller mellom personen og jord ("personoppladning") på flere tusen volt. Som en tommelfingerregel vil spenninger opptil 1000 - 2000 volt ikke være merkbar for de fleste, mens spenninger på 3000 volt vil begynne å bli plagsomme ved at det oppstår utladninger ved kontakt med jordede gjenstander, f.eks. elektriske apparater.

Personoppladning vil ikke oppstå dersom både skosåler og gulvbelegg kan lede elektrisk strøm. Hvis imidlertid et av disse to materialer er isolerende, kan høye personoppladninger oppstå.

Materialet som gulvbelegget består av er en viktig faktor, men som nevnt ovenfor, er også luftfuktigheten av stor betydning. Det foreligger rapporter som konkluderer med at luftfuktighet på over ca. 40 % vil redusere statisk elektrisitet i de fleste luftventilerte kontorlokaler betydelig. Ved lavere luftfuktighet enn dette vil syntetiske materialer som polyamid (nylon), polypropylen, acryl, m.fl. forårsake personoppladninger på flere tusen volt. Ved gulvbelegg av naturfibre som bomull og ull, har det vist seg at fuktigheten kan være noe lavere, ned til 30-35 %, før de samme problemer oppstår, under ellers samme betingelser.

Problem med statisk elektrisitet vil være størst i lokaler med mye elektrisk utstyr, f.eks. skjermterminaler. Det er beskrevet utslett utløst av en kombinasjon av statisk elektrisitet p.g.a. skjermterminaler og støvavsetning på hud.

## 5 LUFTIONER

Innemiljø med mekanisk ventilasjonsanlegg, tørr luft, mye støv, store plastoverflater og dataskjermer hevdes å ha redusert mengden med "lette" eller "små" luftioner, d.v.s. ladede molekyler, i forhold til uteluft. Særlig er mangel på negative luftioner hevdet å være ugunstig. Sammenhengen mellom dette og helseeffekter er ennå uavklart. Selvom enkelte mener de blir mindre plaget av tretthet, hodepine og luftveisbesvær ved å tilføre luften negative ioner, er det tynt vitenskapelig grunnlag for at virkningen er en reell effekt av ionetilskuddet.

## 6 TEMPERATUR, KULDE OG VARME

Kulde og varme gir grunnlag for rapportering av ubehag. Trekk, som defineres som uønsket lokal avkjøling av kroppen forårsaket av luft i bevegelse, har vist seg å være en av de mest plagsomme faktorer i kontorlokaler.

Ved forsøk er det vist at en temperaturforskjell på 5<sup>0</sup> C fra hode til føttene, medfører at personer klager over utilpasshet og dårlig luftkvalitet. Temperaturgradienter kan dessuten medføre ubehagelig trekk. Dess lavere temperatur, dess mindre luftbevegelser skal til før trekkfølelser oppstår. Det finnes oversikter over hvilke lufthastigheter som skal til ved forskjellige temperaturer for at trekk skal oppleves. F.eks. vil mange føle trekk når lufthastigheten overstiger 0,1 m/s ved 20<sup>0</sup> C, mens ved 25<sup>0</sup> C kan lufthastigheten nærme seg 0,4 m/s før trekkfølelser føles ubehagelig av særlig mange.

Trekk og lave temperaturer kan forårsake økt slimavsondring i nesen (snue). Lokal avkjøling av føtter, har vist seg å ha relativt stor effekt i så henseende.

Lav temperatur fører til kalde fingre og nedsatt manuell presisjon f.eks. ved maskinskrivning og finarbeid. For høy temperatur gir igjen nedsatt arbeidstempo og konsentrasjon. Den enkelte kan til en viss grad kompensere for avvik i den subjektivt optimale temperatur ved å variere påkledningen. Det bør tilstrebes å holde lavest mulig komfortabel temperatur, i kontorer 20-24<sup>0</sup> C. Gjennomsnittlig komforttemperatur ligger ifølge den danske klimaforsker Fanger på 22.6<sup>0</sup> C.

## 7 STØV, PARTIKLER OG FIBRE

Partikler kan både føre til slimhinne-irritasjon i kraft av sin form og størrelse og i kraft av sin kjemiske sammensetning.

Støv finnes alltid i større eller mindre mengder i inneluften. Organisk støv kan være allergifremkallende. Uorganisk støv virker vanligvis ved uspesifikk, ikke-allergisk, lokal irritasjon. Av betydning er også kjemiske substanser som partiklene bærer med seg på sin overflate. I vanlig husstøv finnes mikroorganismer (bakterier og sopp sporer), pollen, hudrester, middrester,

hår, maling-/lakkrester, tekstilfibre, plast, tre, sement, m.v. I tillegg må en altså regne med at støvpartikler kan føre med seg "kjemisk last", d.v.s. kjemiske stoffer som virker lokalirriterende. Støvfibre fra mineralull (steinull, glassvatt) brukt som isolasjon eller i lydabsorberende takplater kan også forekomme og gi øye/nesesyntomer. Mineralullfibre (MMMF) over ca. 5µm diameter kan f.eks. gi skader i overflaten av slimhinner og hud, og derved føre til symptomer. Mineralullfibre kan drysse/avgis fra isolasjon i tak, ventilasjonsopplegg og lyddempende takplater. Fibre som måtte ha lagt seg omkring i lokaler, kan fås på fingre og overføres til øynene hvor det kan føre til irritasjon. Det skulle ikke være noen kreftrisiko ved mineralfibre i denne sammenheng.

Asbest kan avgis fra slitte varmevekslere, men gir i regelen ingen tidlige symptomer. Asbestfibre kan imidlertid etter 40-50 år føre til kreft i lunge eller brysthinne.

En rekke organiske komponenter som finnes i husstøv kan være årsak til allergi. Spesielt bør man være oppmerksom på at hår og flass fra dyr, samt insektrester, er vanlige allergener som finnes i husstøv.

Støv fra tørkede matvarer og damp fra tilberedning av mat kan også inneholde potente allergener.

Det er mye som tyder på at statisk elektrisitet samtidig med forekomst av støv i luften, kan være spesielt ugunstig. Bl.a. tyder enkelte undersøkelser på at noen hudproblemer ved bruk av skjermterminaler skyldes at ladede støvpartikler avsettes i ansiktet og fører til hudirritasjon.

Svevestøv antas å være medvirkende til irritasjon og tørrhet av hud og slimhinner.

På partikler kan det være "festet" bl.a. kjemiske forurenninger/irritanter. Når støvet deponeres på hud og slimhinner kan slike avgis. Elektrostatisk oppladning øker deponering av støv.

Normer for støvforurensninger i industriatmosfære kan ikke overføres til kontormiljø eller boligmiljø.

## 8 MIKROORGANISMER

Mikroorganismer i luften er vanligvis knyttet til støvpartikler eller finfordelte vanndråper i luften.

Avhengig av bl.a faktorer som størrelse på "verts"-partikkel, temperatur, fuktighet og elektrisk ladning vil mikroorganismene kunne sveve lenge i luften eller sedimentere relativt raskt.

Mikroorganismer i inneluft (især bakterier og virus) spres oftest direkte ved dråper fra person til person, men i enkelte tilfelle også via ventilasjonsanlegg eller ved støvpartikler som virvles opp. Ved innånding kan disse utløse infeksjoner, f.eks. tuberkulose, "barne-sykdommer", influensa og vanlig forkjølelse.

Befuktninganlegg (herunder lokale luftfuktere) og ventilasjonskanaler har ofte vært kilde for oppvekst av mikroorganismer, særlig visse bakterier og alger. Forstøvet vann fra luftfuktere kan derfor inneholde mikroorganismer, eller giftstoffer fra disse, som kan føre til allergiske tilstander/plager (allergisk snue, allergisk lungebetennelse (alveolitt), luftfukterfeber).

Muggsopper er en hyppig årsak til inneklimateproblemer, blant annet ubehagelig lukt, og dessuten årsak til allergi. Muggsopp utvikles gjerne på fuktige steder i bygningskonstruksjonene især ved mer enn ca. 75% relativ fuktighet, og spres gjennom luften.

Kuldebroer eller kondens på andre kalde flater som f.eks kalde vannrør, kjøleelementer i luftkondisjoneringsanlegg m.v. er spesielt utsatt for oppvekst av mikroorganismer. Spesielt problematisk kan det være ved overdreven luftfukting om vinteren og/eller i spesielt tette hus.

Så lenge stedene er fuktige, blir organismene i liten grad spredd i luften. Under vekst kan sterke luktstoffer produseres. Det antas at slike luktstoffer er medvirkende til økt rapportering av inneklimateplager.

## 9 LUKTSTOFFER

Luktstoffer kan komme fra mennesker (svette, utånding m.v.), men også fra andre kilder, f.eks. mat, fyring, sigarettøyk, og forskjellige typer arbeidsoperasjoner. Maling, lakk, bonevoks, rengjøringsmidler, plaststoffer og sponplater er kilder til lukt i visse perioder.

Subjektive opplevelser/vurderinger er sterkt inne i bildet når det gjelder å karakterisere forholdene. "Ukjente lukter" oppleves som mer ubehagelige enn "kjente". Lukten er i seg selv ikke helseskadelig. Det er først og fremst ubehaget og trivselsmomentet man til

nå har vært opptatt av ved tilstedeværelse av lukt. Men lukten kan være indikator på forhold av en mer alvorlig karakter, f.eks. fuktskader. Luktstoffene er medvirkende til økt rapportering av inneklimaplager i bygninger med fuktskader. Lukt har også vist seg å være indikator på ødeleggelser/nedbrytning i bygningsmaterialer/konstruksjoner som f.eks. bakteriespaltning i fuktig sparkel, tapetklister o.l. Det kan også være et varsko om at ventilasjonssystemet ikke fungerer riktig.

## 10 KJEMISKE LUFTFORURENSNINGER

Ved siden av de klimatiske forhold som temperatur og luftfuktighet, har selve luftkvaliteten og luftens innhold av mikroforurensninger pådratt seg sterk mistanke som årsak til inneklimaproblemer. Med unntak av noen få stoffer, som karbonmonoksyd og formaldehyd, samt radon, har det vært foretatt relativt få undersøkelser av dette. Stort sett har undersøkelsene vært begrenset til kun påvisning av stoffene.

Det er påvist flere hundre forskjellige organiske stoffer i inneluft i form av gass, damp og/eller aerosoler.

De vanligste stoffgruppene er alifatiske og aromatiske hydrokarboner. Terpener, aldehyder og alkoholer påvises også ofte, sammen med stoffer brukt som løsemidler.

Man har som nevnt ovenfor, kommet relativt kort når det gjelder å identifisere og kartlegge betydningen av mikroforurensninger for helse og velvære. Dette skyldes bl.a. at det ofte er tale om komplekse blandinger og meget lave konsentrasjoner slik at det har vært forbundet med store analytiske problemer å foreta undersøkelser. Konsentrasjonene viser seg å være meget lave, ofte bare 1/100 - 1/1000 av konsentrasjoner i industrielt miljø og som en kjenner til vil kunne medføre helseplager.

For en rekke av de komponenter som er påvist i inneklimate, har det vist seg at konsentrasjonen i inneluften er høyere enn i uteluft. Men, som i uteluft, er det et fåtall stoffer (10-20) som utgjør vel 90 % av den totale konsentrasjonen av stoffer i inneluft. De øvrige har således, selv om det er mange, en marginal betydning for totaldosen.

Det er vanskelig ut ifra dagens toksikologiske viten, å forstå at de lave konsentrasjoner av organiske stoffer i inneluft, skulle medføre noen plager. Det er imidlertid

grunn til å tro at visse komponenter i kombinasjon med hverandre kan ha en adderende virkning, kan medføre en kraftig effektøkning og/eller at det dannes andre stoffer som virker sterkt irriterende.

### 10.1 Kilder og komponenter

Forurensninger i form av gass, damp eller svevepartikler i inneluft, kan stamme fra utemiljøet, jordsmonn, bygningsmaterialer, inventar/møbler i lokalene, mennesker, og fra innendørs aktiviteter.

Forurensninger kan bli tilført innemiljøet gjennom luften som tas inn utenfra. Luftinntaket skjer gjennom friskluftkanaler og ventilasjonssystemer, gjennom sprekker og utettheter i bygningen og gjennom åpne vinduer og dører. Viktige utendørs forurensninger som kan prege inneluften kan komme fra industri (eks.:  $\text{SO}_2$ , røyk) eller biltrafikk (eks. CO, bly, eksos). Pollen kan også på denne måten komme inn i inneluften og medføre plage for allergikere.

Bygningsmaterialer, møbler og tekstiler avgir damper/gasser og partikler til luften. Avdamping avtar gjerne med tiden, mens partikkel-/fiberdannelse trolig vil kunne øke etter hvert p.g.a. slitasje. Det er ved laboratorieforsøk vist at en rekke materialer avgir stoffer som kan påvises i luften.

En rekke partikler, damper/gasser tilføres luften gjennom forskjellige aktiviteter i lokalene. Tobakksrøyking, matlaging, renhold og støvsuging kan være slike aktiviteter. Rengjøringsprodukter, desinfeksjonsmidler, blekemidler, løsemidler og aerosol/-drivgasser som ofte benyttes innendørs kan forurense luften. Papirhåndtering, kopieringsmaskiner o.l. kan også bidra med støv og kjemiske forurensninger.

Menneskenes og dyrenes kropp og stoffskifte tilfører også kjemiske komponenter til luften. Karbondioksyd ( $\text{CO}_2$ ), allergener, vanndamp og luktstoffer er eksempler på slike komponenter.

Forurensningene i inneluften vil, både i sammensetning og tidsforløp, være avhengig av hvilke kilder de stammer fra. Det kan være systematiske variasjoner i løpet av et døgn eller i løpet av lengre tidsperioder. Ved siden av at komponentene som påvises kan indikere forurensningskildene, kan kjennskap til variasjonen også være til god hjelp. Eksempelvis vil forurensninger fra bygningsmaterialer kanskje være størst i begynnelsen av en dag og

avta utover dagen etterhvert som aktiviteter til og fra lokalene øker og det således skjer en utlufting av lokalene. Forurensninger som skyldes kopiering vil øke etterhvert som kopieringsaktiviteten pågår. Forurensninger fra rengjøring vil normalt være størst like etter rengjøringen og avta etterhvert.

Stoffer som avgis fra nye materialer vil være størst den første tiden og etterhvert avta. Det er foretatt mange undersøkelser som viser at "avdampning" av formaldehyd, som forekommer relativt hyppig i inneluft, kan vedvare i mange år. Man regner gjerne med at det kan gå fra noen måneder til flere år før avdampingen er nede på halvparten av den opprinnelige, avhengig av de lokale forhold.

For forureningskomponenter som har sin hovedkilde inne, vil innendørs konsentrasjon overstige konsentrasjonen ute. Som nevnt tidligere har det særlig for organiske stoffer ofte vist seg å være en høyere konsentrasjon innendørs enn utendørs. Organiske komponenter stammer gjerne fra bygningsmaterialer og inventar (møbler/kontorutstyr o.l.) i rom, eller fra innendørs aktiviteter som rengjøring, kopiering m.fl.

Det meget store antall stoffer som avgis (emitteres) fra bygnings- og innredningsmaterialer, er, bortsett fra formaldehyd, studert i bare noen få systematiske undersøkelser.

Formaldehyd har enkelte ganger vært påvist i så store konsentrasjoner i lokaler, boliger og kontor at man har ment at dette kunne forklare symptomene. Forøvrig har det sjelden vært mulig å påvise stoffer i luften som har kunnet forklare de subjektive plager som har forekommet.

#### 10.1.1 Formaldehyd (CH<sub>2</sub>O)

Mest undersøkt av organiske stoffer i inneklima, er formaldehyd. Undersøkelsene har stort sett vært konsentrert til hus der det har forekommet klager på slimhinneirritasjon eller i hus med kjente kilder til formaldehyd, især sponplater og isolasjon med ureaformaldehyd. Enkelte ganger har man kunnet forklare symptomene ut ifra forekomst av formaldehyd i luften.

Det er store individuelle forskjeller i toleranse for formaldehyd. Enkelte personer reagerer på konsentrasjoner ned til 0,05 ppm (0,06 mg/m<sup>3</sup>).

Formaldehyd i inneluft skyldes i første rekke innendørs kilder. Bidraget fra uteluft synes å være av mindre

betydning og generelt er innendørs formaldehydkonsentrasjoner høyere enn konsentrasjonen ute.

Formaldehydforbindelser inngår i en rekke bygnings- og innredningsmaterialer, først og fremst gjennom lim som benyttes. Mest kjent er lim til sponplater, laminater, takelementer m.m, herunder lim i skap, dører, benker og andre møbler og lim for golvbelegg og tapeter. Mange artikler i innemiljø, som kosmetikk, shampo, tekstiler, papirartikler, skinn/lærartikler m.m. kan også inneholde formaldehyd.

Ved siden av feltundersøkelser i bygg, er det foretatt en del laboratorieundersøkelser av emisjon av formaldehyd fra forskjellige bygningsmaterialer. Mange faktorer influerer på avspaltningen. Luftkonsentrasjonen vil være avhengig av bl.a.

- emisjonskilde (type, mengde, behandling, fysiske/tekniske egenskaper)
- alder på kilde
- temperatur
- luftfuktighet
- luftomsetting

Ved økning av luftfuktigheten, øker også emisjonen kraftig. Undersøkelser har vist at fuktighet forårsaker kjemiske reaksjoner slik at formaldehyd avspaltes og avgis, især fra formaldehydholdig lim og isolasjonsskum. Likeledes øker emisjon med økende temperatur. Undersøkelser med sponplater og isoleringsskum har vist en økning i størrelsesorden 5-10 ganger når temperaturen økes fra 23 til 30-40 grader. Soloppvarming av en vegg vil f.eks. kunne medføre en mangedobling av formaldehyd-emisjonen.

Den totale emisjon av formaldehyd avtar med tiden dersom de påvirkende faktorer holdes noenlunde konstant. Men avspaltningen kan foregå over mange år. Det er trolig at avspaltning av andre stoffer har et lignende forløp.

#### 10.1.2 Karbondioksyd (CO<sub>2</sub>)

Mengde karbondioksyd i tørr "landlig" luft vil under normale forhold være i størrelsesorden 0,03-0,04 % (3-400 ppm). I befolkningstette industriområder vil konsentrasjonen være høyere - i størrelsesorden 0,07 %.

I utgangspunktet kan en regne med at karbondioksyd forekommer i like store mengder i inne- og uteluft. Nærvær av mennesker, tobakksrøyking, fyring o.l. vil medføre høyere konsentrasjoner inne enn ute. Hvis det



samtidig er dårlig ventilerte rom, vil konsentrasjonen kunne bli mange ganger høyere enn de nivåer som er nevnt ovenfor.

Ved karbondioksyd-konsentrasjoner over 0,1 - 0,15 %, (1000-1500 ppm) i luften, kan det hos noen opptre hodepine, tretthet, svimmelhet m.v. Dette kan indikere utilstrekkelig luftutskifting. I tette lokaler kan utåndingsluft fra få personer medføre CO<sub>2</sub>-mengder på dette nivået. En person avgir ca. 18 liter CO<sub>2</sub> pr. time ved lett aktivitet.

Luftens innhold av karbondioksyd, kan benyttes som indikator på luftkvaliteten og ventilasjonseffekten i lokaler der CO<sub>2</sub> hovedsaklig stammer fra mennesker eller andre innendørs kilder. Ved for dårlig ventilasjon, kan det forventes at CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen i luften øker ved nærvær av CO<sub>2</sub>-produserende kilder, som f.eks. mennesker.

#### 10.1.3 Karbonmonoksyd (CO)

Biltrafikk, tobakksrøyking, gassapparater og ildsteder med dårlig trekkforhold og frisklufttilførsel, er kilder til karbonmonoksyd. Karbonmonoksyd er i seg selv en luktfri og meget giftig gass som nedsetter transporten av oksygen i blodet. Hodepine er første symptom på økende CO-innhold i luften.

#### 10.1.4 Nitrose gasser (N<sub>x</sub>O<sub>y</sub>)

Nitrose gasser er en fellesbetegnelse på gasser som består av nitrogen og oksygen. Noen av disse virker lokalirriterende på slimhinner i øyne og luftveier.

Tobakk, gassapparat og ildsteder med mangelfullt røykavtrekk og lufttilførsel kan være innendørs kilder til nitrose gasser. Forøvrig vil forekomst kunne skyldes utendørs kilder, særlig eksos.

#### 10.1.5 Svoveldioksyd (SO<sub>2</sub>)

Svoveldioksyd i bygninger, vil hovedsaklig stamme fra uteluft ved forbrenning av kull og olje. Gassen er slimhinneirriterende.

#### 10.1.6 Oson (O<sub>3</sub>)

Osonkonsentrasjonen er som regel høyere i uteluft enn i inneluft. Dersom det ikke er kilder til osondannelse

innendørs, er gjerne konsentrasjonen her 40 - 70 % av utendørs konsentrasjon.

Det er få kilder til osondannelse innendørs. Visse prosesser og maskiner, spesielt slike som opererer med høye spenninger, kan forårsake osondannelse.

Visse dårlig vedlikeholdte kopieringsmaskiner og enkelte ionegeneratorer, ("luftionisatorer"), kan forårsake osondannelse. Målinger tyder imidlertid på at osonmengden i et vanlig ventilert rom er så liten at det ikke ansees å representere noen helserisiko.

Oson har en stikkende lukt og virker irriterende på slimhinnene. Det er en meget reaktiv gass, som virker sterkt oksyderende. Den har kort levetid i inneklimate med en halveringstid i størrelsesorden 2-10 min.

#### 10.1.7 Radon (Rn)

Radon er en radioaktiv gass som stammer fra spaltning av radium. Radon spaltes videre hvorved det dannes nye radioaktive stoffer, radondøtre. Radium finnes i jordgrunnen og enkelte byggematerialer som således er viktige kilder til radon i bygninger. Drikkevann hentet opp fra brønner i noen typer fjell, som f.eks. granitt, kan også være av betydning.

I for tette lokaler med dårlig ventilasjon, kan man risikere enn opphopning av radon i inneluften.

Radondøtre adsorberes bl.a. på små partikler, som f.eks. røyk, og innåndes derved, med økt risiko for utvikling av lungekreft p.g.a. deponering på slimhinnene.

Konsentrasjonen av radon og radondøtre i hus er gjerne lavere om sommeren enn om vinteren (pga. bedre utlufting). I større bygninger vil radonkonsentrasjonen være mer avhengig av byggematerialene enn i mindre hus der jordgrunn har en større innvirkning. Av samme grunn vil radonkonsentrasjonen i mindre lokaler variere mer fra sted til sted enn i større bygninger. Dessuten kan det variere fra rom til rom i samme bygning. Radon antas å være årsak til flere tilfelle av lungekreft årlig.

### 10.1.8 Tobakksrøyk

Tobakksrøyking regnes gjerne som den viktigste innendørs forurensningskilde. Ca. 30 -40 % av befolkningen røyker slik at tobakksrøyk vil forekomme i de fleste lokaler.

Det er identifisert flere tusen kjemiske stoffer fra tobakksrøyk som således bidrar med et spektrum av stoffer til luften, også med partikulære forurensninger. Imidlertid er det et relativt begrenset antall stoffer som man til nå har konsentrert seg om ved luftmålinger i forbindelse med røyking, bl.a. nikotin, CO, formaldehyd og røykpartikler.

Tobakksrøyk er en vesentlig kilde for nikotin, karbonmonoksyd, nitrogenoksyder, aldehyder, polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og partikulære luftforurensninger. Akrolein er et lokalirriterende og illeluktende stoff som også oppstår som følge av tobakksrøyking.

Øye- og luftveisirritasjoner er nokså utbredt blant mennesker som oppholder seg i røykfylte lokaler. Det er videre dokumentert at barn som regelmessig utsettes for tobakksrøyk, får hyppigere luftveisinfeksjoner.

En bør være spesielt oppmerksom på at tobakksrøyk kan spres gjennom ventilasjonssystemet.

### 10.1.9 Plaststoffer

Plastmaterialer er ofte tilsatt visse stoffer for å oppnå forskjellige egenskaper. F.eks. er det vanlig å benytte ftalat-estere for å mykgjøre plast. Ftalatestere kan således forekomme i gulv- og veggbekledninger, men også i maling og i strømkabler.

Ftalatestere har i de senere år fått øket oppmerksomhet både i kontormiljø og annet arbeidsmiljø. I kontormiljø har spesielt butylftalater blitt undersøkt. Det er f.eks. påvist sammenheng mellom konsentrasjonen av butylftalater i inneluft og skader på prydvvekster.

Vinyl gulvbelegg er ofte belagt med butylbenzylftalat eller di(2-etylhexyl)ftalat, for å lette rengjøringsarbeide. I slike vinylbelegg er benzyl- og benzalklorid påvist som forurensninger.

### 10.1.10 Teppegulv

Tørr luft", allergiplager og statisk elektrisitet synes å være et større problem ved tekstilbelegg enn ved "hårde gulvbelegg". Tepper, herunder nålefilt, virker som en sterkere støvoppsamler enn glatte og harde gulvbelegg. Slitasje av tepper vil i seg selv også bidra med støv til luften. Helsemessige problemer oppstår gjerne p.g.a. av støv som virvles opp.

Statisk elektrisitet er i noen grad avhengig av teppematerialet. Statisk elektrisitet kan reduseres ved bruk av "antistatiske teppekvaliteter", men kvaliteten er varierende og bør dokumenteres i hvert enkelt tilfelle.

Antistatisk behandling har som regel en forbigående effekt, og må nærmest betraktes som nødløsninger.

### 10.1.11 Rengjøring

Rengjøringsprosesser antas å være av betydning som irriteranter og allergikilder.

Teppeshampoer kan f.eks. inneholde natriumdodecylsulfat. Det er enkelte rapporter der man mener dette stoffet har vært årsak til irritasjon på øyne og luftveier når det er tørt og virvles opp som støv. Damper fra løsemidler kan også forårsake slike symptomer. Løsemidler inngår ofte i poleringsmidler og voks, så vel som i polish- og bonevoksfjernere. Støvsuging medfører sterk oppvirvling og spredning av de minste støvpartiklene fra gulvbelegg og dermed forverres problemene.

Dersom rengjøring er årsak til plager, vil plagene sannsynligvis være mest fremtredende like etter rengjøringsarbeidet.

## 11 BELYSNING

Feilaktig belysning ved arbeid med f.eks. dataskjerm-terminaler kan medføre øyesymptomer som kan forveksles med plager på grunn av tørr luft. For sterk eller svak belysning, store lyskontraster, reflekser eller feil fargetemperatur i lysrør, må tas i betraktning ved totalvurdering av inneklimalager.

12 LYD

I kontormiljø foreligger ofte mange moderate støykilder som kan virke forstyrrende og hevdes å kunne gi opphav til symptomer som f.eks. tretthet og svimmelhet. Det gjelder særlig svak og lavfrekvent lyd. Infralyd, det vil si lydfrekvenser som ligger under ca. 16 Hz (svingninger per sekund), kan oppstå under visse forutsetninger både i ventilasjonsanlegg og som resonanssvingninger i bygninger, særlig nær sterkt trafikkerte veier.

### 13 STRATEGI VED INNEKLIMAUNDERSØKELSER

For å kunne finne fram til mulige årsaker til inneklimateproblemer, er det viktig med en systematisk og komplett kartlegging av symptomer og plager. Dette gjøres greiest ved en skjemaundersøkelse som hver enkelt ansatt besvarer. Vedlegg 1 og 2 viser eksempler på skjemaer og hvilke spørsmål som det kan være nyttig og nødvendig å se nærmere på i en slik undersøkelse.

Er forholdene i et lokale lik for en større gruppe mennesker, både med hensyn til arbeidsmiljø og klimaforhold, kan man ved statistikk over forekomst av symptomer finne ut om symptomene forekommer hyppigere enn "normalt" i spesielle miljøer. Gjelder problemene en liten avgrenset gruppe individer, vil imidlertid statistiske betraktninger være vanskelig og forbundet med relativt store usikkerhetsmomenter.

Her i landet er det dårlig med statistikk over sykefravær og plager/ulykker i yrkeslivet. Undersøkelser i Danmark har imidlertid vist hyppigheter av symptomene hodepine og slimhinneirritasjon på mer enn en gang pr. uke hos henholdsvis 11 og 15 % på arbeidet og 6 og 5 % i hjemmene.

Et bygg er et dynamisk system der en rekke faktorer av betydning for inneklimate og luftkvaliteten, kan variere meget, både i tid og rom. Dette vanskeliggjør ofte målinger m.h.t. å oppnå representativt resultat og reproduserbarhet. Det er derfor viktig at målinger og prøvetaking, både med hensyn til sted og tid, er godt gjennomtenkt og spesifiseres grundig. Dato og klokkeslett må alltid noteres og det må foretas en nøye beskrivelse av stedet (punkt i rommet) der målinger gjøres.

Enkelte parametre kan forandres relativt meget over kort tid. Dette innebærer at situasjonen for en dag bør fastlegges ved flere målinger i løpet av dagen, f.eks. en måling ved begynnelsen av dagen, en midt på dagen og en måling ved slutten av arbeidsdagen. Likeledes bør døgnvise sammenligninger av data baseres på målinger tatt på samme sted og tidspunkt hvert døgn.

Ved bestemmelse av støv og forurensninger i luften, er det ofte viktig å notere bygningstekniske data og opplysninger om inventar og utstyr. Vedlegg 2 inneholder et skjema med oversikt over faktorer som kan være nyttig

i en kartlegging.

### 13.1 Ventilasjon

Ventilasjonsforholdene er nokså avgjørende for luftkvaliteten og de klimatiske forhold innendørs. Som nevnt tidligere har det ofte vist seg å være mangler ved ventilasjonen der det har foreligget plager. Ventilasjonen er avgjørende for å unngå opphopning av forurensninger i luften. Ved dårlig inneklime, er det derfor naturlig at man som en første undersøkelse går gjennom og sjekker alle forhold som har med ventilasjonen å gjøre. Dette kan ofte klarlegge problemene.

Momenter som bør sjekkes ved ventilasjonen er:

- Giennomstrømningshastighet av luft.

Det må undersøkes om ventilasjonsanlegget virker som forutsatt og evt. virker i alle rom.

Det må undersøkes om luftutskiftningen er god nok. Det er viktig å påse at luftutskiftningen gjelder all luft i rommet (rommene), og ikke bare en begrenset del/sone/trasé av rommet.

- Luftinntak.

Det bør påses at luften som tas inn utenfra er ren og frisk. Luften må ikke komme fra områder der det er kilder til forurensning. Slike kilder kan være motorer/kjøretøyer, virksomhet i tilstøtende rom der stoffer kan avgis til luften (f.eks løsemidler fra maling), fyring, røyk, m.m. Man bør være oppmerksom på at vindforholdene kan påvirke kvaliteten av innsugd luft. Ikke sjelden har det vist seg at ventilasjonssystemet er plassert slik at avsug fra forurensende aktiviteter suges inn i ventilasjonssystemet under spesielle vindforhold. Arbeidstilsynet har satt opp følgende retningslinjer for plassering av luftinntak:

- mer enn 4 m over trafikkert gate, vareinntak o.l.

- i betryggende avstand fra utblåsing av forurenset luft og skorsteiner

- på skyggefulle steder slik at luften er kaldest mulig om sommeren.

- Ventilasjonssystemets tilstand.

Resirkulasjonsforhold og filtersystemer må man være spesielt oppmerksom på. Det bør foreligge planer og instruksjoner for jevnlig ettersyn, rengjøring og vedlikehold av ventilasjonsopplegget. Det viser seg

at støv og annen skitt samles i ventilasjonssystemets forskjellige deler og således kan om og om igjen dras med luftstrømmen gjennom lokalene. Spesielt ille kan det bli der det er resirkulasjon (ombruk) av luft. Det er derfor meget viktig med omhyggelig og jevnlig rengjøring av slike anlegg.

Karbondioksyd ( $\text{CO}_2$ ) kan fungere som indikator for virkningen av ventilasjonen i rom der det oppholder seg mennesker. Luftkonsentrasjonen av denne gassen kan vise om fornyelsen av luften er tilstrekkelig. Ellers finnes det røykappuller til å påvisning av luftstrømningen.

Mange steder er det ventilasjonsanlegg tilrettelagt for ombruk av luft. Omfanget av ombruk og av tilførsel av frisk luft kan ofte reguleres. Man må her ikke operere med 100 % ombruk av luft, men alltid sørge for et vesentlig innslag av frisk luft. Likeledes må det stilles spesielt strenge krav til rensing (filtrering) av luften ved slike anlegg. Inneluft inneholder store mengder småpartikulært materiale og mange av de filtreringsopplegg som idag benyttes, er ikke istand til å fjerne slike partikler i særlig grad.

### 13.2 Lufttemperatur

Det er nesten umulig å fastsette en temperatur som er helt "riktig" for alle i et lokale. Fysisk form, helse-tilstand og vaner samt bekledning og aktivitetsnivå medvirker til at det vil være forskjellig opplevelse av "best temperatur". Ved erfaring og forskning har man imidlertid funnet fram til temperaturområder som flest mulig kan tilpasse seg og ikke føle nevneverdig ubehag. Temperatur i området 20-24 °C har vist å være bra ved kontorvirksomhet, høyest ved mye skriving og annet stillesittende arbeid. Kvinner foretrekker høyere temperatur enn menn.

Relativ høy lufttemperatur og luftgjennomstrømningshastighet kan sammen gi en uttørrende effekt. Ved tørrhetsfor-nemmelser kan det være grunn til å tenke over om dette kan være en årsak og om temperatur og/eller luftgjennomstrømning kan reduseres noe. (Ved evt. reduksjon av luft-hastigheten må en spesielt passe på at luftutskiftningen ikke blir for liten).

Undersøkelser har vist at følelsen av "friskhet" også kan ha sammenheng med temperaturen. Ved f.eks. undersøkelser foretatt i Danmark viste en reduksjon av temperaturen fra 23 °C til 21 °C at plager med "tung luft" ble redusert med omtrent to tredeler.



Ved bestemmelse av lufttemperatur, bør den følges over hele arbeidsdagen, minimum ved arbeidstidens begynnelse og slutt.

### 13.3 Relativ luftfuktighet

Ut ifra det man foreløpig vet om luftfuktighetens innvirkning på inneklimaet og på mennesker, kan man idag vanskelig angi noe absolutt komfortområde for relativ luftfuktighet. Mange forhold synes å spille inn, (f.eks. temperatur, som nevnt ovenfor), slik at luftfuktigheten og øvrige faktorer må tilpasses hverandre etter de stedlige lokale forhold.

Dersom man har følelse av tørr luft, kan dette ofte motvirkes ved å senke temperaturen.

Fuktigheten bør ikke være for høy slik at risiko for kondens og oppvekst av mikroorganismer blir så stor. På den annen side vil for lav luftfuktighet kunne føre til statisk elektrisitet og mer svevestøv. Ved moderate temperaturer vil kanskje relativ fuktighet omkring 40-50 % være å anbefale. Men aktivitet og kroppens behov for varmeavgivelse, betyr meget for hvilke fuktighetsnivåer som vil tolereres. Om vinteren vil høy relativ fuktighet kunne føre til bygnings-skader og muggproblemer p.g.a. kondens, og det frarådes av den grunn innendørs luftfuktighet over 40 % i kuldeperioder.

### 13.4 Luftforurensninger

Luftkvaliteten er ofte vanskelig å takle. Å avsløre kilder for forurensende stoffer i luften er mulig i visse tilfeller, vesentlig når det er kontormaskiner eller andre aktiviteter der løsemidler finnes i større omfang. Men mange ganger er det ikke mulig å avdekke en spesiell kilde. I andre tilfeller kan kilden være så vanlig og avgi stoffer i så små mengder at det er praktisk svært vanskelig og ikke økonomisk rimelig å kunne fjerne og erstatte den. I stedet kan det være aktuelt å kompensere ved å endre, ("forsterke"), ventilasjonen.

Enkelt-stoffer har sjelden kunnet utpekes som årsak til oppståtte problemer. Måling og søk etter enkelt-stoffer, uten en sterk mistanke ut i fra kjennskap til f.eks. forurensningskilder, er ressurskrevende og kostbart og derfor normalt ikke noen farbar vei. I stedet kan det være verdifullt å foreta en bestemmelse av indikator-stoffer, d.v.s. bestemmelse av en parameter som er avhengig av og viser tilstanden omkring andre forhold som

f.eks. funksjonen til tekniske systemer eller forekomst og grad av visse typer forurensninger. Lukt, fuktflekker og temperaturforhold kan på tilsvarende måte gjelde som indikatorer på enkelte forhold. Nedenfor foreligger en oversikt over visse indikatorfaktorer:

Indikator	Indikator for	Kommentar
CO <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- personbelastning</li> <li>- ventilasjon</li> </ul>	Normalverdi 400 - 700 ppm. Dårlig luft 1000 ppm. Plagsomt 1500 ppm.
CO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- forbrennings- produkter</li> <li>- tobakksrøyk</li> <li>- bilavgasser</li> <li>- luftstrømning</li> </ul>	Hodepine ved ca. 100 ppm i 2-3 timer
Støv/partikler	<ul style="list-style-type: none"> <li>- teppe/nålefilt</li> <li>- dryss fra himlings- plater</li> <li>- rengjøring</li> <li>- papirhåndtering</li> </ul>	Ventilasjon gjennom perfor- erte takplater/ mineralullplater i tak
Damp/røyk	<ul style="list-style-type: none"> <li>- misforhold mellom forurensningskilde og ventilasjon</li> </ul>	
Fukt- flekker	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vannskade</li> <li>- kondens</li> <li>- risiko for vekst av mikroorganismer</li> </ul>	Obs. lukt?
Lukt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ventilasjon</li> <li>- råte/vannskade</li> <li>- spesielle aktiviteter</li> </ul>	Luktproblemer bedres ved økt ventilasjon, mens årsaken må elimineres
Temperatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ventilasjon</li> <li>- personbelastning</li> <li>- elektrisk utstyr (maskiner, lysarmatur)</li> </ul>	Anbefalt temperatur ved stillesittende arbeid 20-24 °C (P.O.Fanger).

### 13.4.1 Forurensningskilder

Det er tre prinsippielt forskjellige måter å minske forurensningene på: Fjerne eller forandre forurensningskildene, ventilering og luftrensing og rengjøring.

Å fjerne kilden vil være det ideelle. Dette kan være aktuelt når kilden er kjent (f.eks. sigarettøyking) og ingen erstatning er nødvendig. Som regel vil det imidlertid være en mer aktuell problemstilling å erstatte en forurensningskilde med en kilde som gir mindre forurensning. Det kan ofte også foretas designendringer for å redusere emisjonen av forurensninger.

Luften i de fleste forurensede kontor kan gjøres mindre plagsom og mer komfortabel ved å øke luftinntaket for derigjennom å fortynne innendørs-genererte forurensninger. Men dette må gjøres med forsiktighet, bl.a. hvis luftinntaket er lokalisert ved gatenivå nær trafikk eller i nærheten av andre utendørs kilder som bidrar til luftforurensninger. En bør også her være oppmerksom på at for stor luftgjennomstrømning kan føre til andre klimatiske problemer.

#### 13.4.1.1 Bygningsmaterialer og inventar

Ved bevisst valg av bygningmaterialer kan man redusere mengden av innendørs forurensninger. Sponplater eller andre produkter som inneholder urea-formaldehyd, kan f.eks. begrenses til det høyst nødvendige. Møbler og inventar, gulvbelegg, vegg- og takbekledning kan velges slik at støvoppsamling og forurensninger blir minst mulig. Gulvtepper vil ofte være en stor støvkilde og også bidra til økende grad av statisk elektrisitet. Men de ulike teppeslag gir forskjellig utslag i så hen-seende.

I nye eller ny-restaurerte lokaler kan det være nyttig å ventilere/lufter lokalene i en lang periode (over måneder) før de tas i bruk. Ventilasjonen kan f.eks foregå uten noen form for oppvarming eller kjøling for å spare energi. Den kan foregå uten noen form for resirkulasjon av luft slik at forurensningene blir ført direkte og snarest mulig ut av systemet.

#### 13.4.1.2 Kopieringsmaskiner

Kopieringsmaskiner har vist seg ofte å være en

forurensningskilde for organiske damper og støv. Slike maskiner bør derfor plasseres i egne avlukkede rom med god ventilasjon og adskilt fra permanente arbeidsplasser. Slike "kopieringsrom" bør ha egen ventilasjon og ikke kobles til et sentralt ventilasjonssystem for dermed å unngå at forurensningene dras med til andre rom. Kopieringsmaskiner kan også medføre osondannelse særlig når de er dårlig vedlikeholdt. Oson har en karakteristisk lukt og vil lett merkes på grunn av det. Kopieringsmaskiner avgir også en del varme.

### 13.5 Rengjøring

Det er hovedsaklig to måter å redusere plager fra rengjøringsmidler på. Det første er å legge rengjøringsrutinene til slutten av dagen. Forurensninger i luften etter rengjøringen vil da kunne bli redusert før arbeidets start dagen etter. Videre bør det, dersom det er mulig, velges rengjøringsmidler som forårsaker minst mulig ubehagelige forurensninger. Støvsugning bør skje til sentralt avsug slik at støv ikke blåses tilbake i rommet.

Når det gjelder teppebelegg på golv, er det vanskelig å få til rutinemessige rengjøringsprosedyrer som virkelig gir tilfredsstillende hygienisk rengjøring. Bruk av teppegulv i lokaler med mange personer og stor trafikk bør derfor vurderes grundig. Særlig vanskelige kan problemene være i skoler og der det er allergikere.

### 13.6 Luftrensning

Mekaniske filtre, elektrostatiske luftrensere (og i mindre grad ionegeneratorer) kan brukes for å fjerne partikulære forurensninger fra luften.

Det er relativt få undersøkelser av effektiviteten ved luftrensere. Det er foretatt forsøk med tobakksrøyk som viser at filtre i ventilasjonanlegg ikke er særlig effektive. Elektrostatiske filtersystemer med utvidet overflate antas være mest effektive når det gjelder finpartikulært materiale. Effektiviteten har imidlertid vist seg å være avhengig av design av utstyret, slik at den kan variere fra modell til modell.

Inneluft inneholder finpartikulært støv (diameter < 5  $\mu\text{m}$ ). Dagens filtreringssystemer i ventilasjonsopplegg tar ofte bort bare en viss andel av disse, p.g.a. at filterene er for grove. Det er derfor viktig å sørge for at støv ikke samles opp og tilføres luften unødvendig, bl.a. ved grundige rengjøringer. Det er også meget viktig med

periodisk tilsyn og skikkelige rengjøringsrutiner av  
utstyr og filtrerings- og ventilasjonsopplegg.

\*\*\*\*\*

## V E D L E G G

Eksempler på skjemaer og spørsmålstillinger til bruk  
ved intern kartlegging av innemiljøet.

**INNEKLIMA - OPPLYSNINGER OM HELSETILSTAND**

Spørreskjema til ansatte ved

I forbindelse med at enkelte har plager ved arbeid i lokalene her, vil det være nødvendig med en helse- og miljø kartlegging med henblikk på å komme på sporet av mulige årsaker.

Helseopplysningene blir behandlet som fortrolige opplysninger. Informasjonen vil bli brukt som ledd i miljøarbeidet for om mulig å finne fram til årsakene til plagene.

Vennligst fyll ut skjemaet så fullstendig som mulig. De fleste spørsmål kan besvares med en avkrysning, men før gjerne opp tilleggsopplysninger på ledig plass eller på baksiden av arkene.

---

1. Navn: .....



2. Fødselsdato: .....

Mann Kvinne

3. Ansettelsestidspunkt (måned, år).....

4. Arbeidssted (bygning, etasje, avdeling, rom): .....

5. Arbeidsoppgave(r): .....

6. Angi daglig/ukentlig (stryk det som ikke passer) omfang av bruk av kontorutstyr:

ANTALL TIMER daglig/ukentlig

	0	0-2	2-4	4-8	8-14
Skrivemaskin:					
Dataterminal:					
Regnemaskin :					
Kopieringsmaskin:					
Andre kontormaskiner:					
Arb. uten maskin:					

7. Arbeidstid: Heltid \_\_\_ Deltid \_\_\_

Hvis deltid, timer pr. uke: \_\_\_\_\_

8. Røkevaner: a) Røker ikke \_\_\_ b) Røkt tidligere \_\_\_

c) Røker sjelden \_\_\_

d) Røker daglig \_\_\_ , tobakksforbruk?.....

9. Har du i løpet av siste år vært plaget av noen av følgende symptomer i forbindelse med arbeidet? (sett kryss):

	Nei	Av og til	Ofte
Tørrhet i øyne			
Tørrhet i nesen			
Tørr hals			
Tørr hud			
Svie/kløe i ansiktet			
Utslett i ansiktet			
Problemer med kontaktlinser			
Kløe/irritasjon/tåredannelse i øyne			
Kløende eller rennende nese			
Tett i nesen			
Slapphet/unormal tretthet			
Leddverk/smerte			
Muskelsmerter			
Hodepine			
Tett i pusten			
Piping i pusten			
Kortpusthet			
Trekk(-fornemmelser)			

Feber ja  nei  Hyppighet og varighet:

Antatt årsak:

10. Når på døgnet begynner symptomene? Varierer\_\_

kl. 08-11:\_\_\_ 11-14:\_\_\_ 14-17:\_\_\_ 17-20:\_\_\_ 20-08:\_\_\_

Vet ikke: \_\_\_ Har ingen av disse symptomene:\_\_\_

11. Hvilke symptomer plager deg mest (prioritert rekkefølge):

- 1 ..... mye \_\_, noe \_\_, ubetydelig \_\_ plage
- 2 ..... mye \_\_, noe \_\_, ubetydelig \_\_ plage
- 3 ..... mye \_\_, noe \_\_, ubetydelig \_\_ plage

12. Er det forskjell på plager med årstidene? Nei\_\_ Ja\_\_  
Hvis ja, hvilken årstid er best\_\_\_\_\_, verst\_\_\_\_\_?

13. Har du hatt tilsvarende plager før du begynte på nåværende arbeidsplass? Ja \_\_ Nei\_\_ Vet ikke\_\_

14. Hvordan varierer temperaturen i lokalet når det er problemer?

Fra\_\_ til\_\_grader i tiden kl.09-15. Vet ikke \_\_

15. Hva er da relativ luftfuktighet. Ca\_\_\_\_%. Vet ikke \_\_

16. Hvor mange arbeider i samme kontor/rom som deg? \_\_\_\_\_

17. Hvor mange røyker i kontoret/rommet? \_\_\_\_\_

18. Er du allergisk: Ja\_\_ Nei\_\_

Hvis ja

Allergisk for:

- |                    |       |       |
|--------------------|-------|-------|
| Øyekatarr/allergi  | ....  | ..... |
| Høysnue            | ....  | ..... |
| Astma              | ....  | ..... |
| Eksem              | ....  | ..... |
| Legemiddel allergi | ....  | ..... |
| Andre allergier    | ..... | ..... |

19. Er det forhold i forbindelse med arbeidet/arbeidsmiljøet som du selv mener kan ha betydning for dine plager (f.eks. støy, støv, lysforhold, samarbeidsproblemer):

.....  
.....

Takk for hjelpen!

**INNEKLIMA - OPPLYSNINGER OM LOKALER**

Dette skjemaet er beregnet som beskrivelse av et område av en bygning (lokaler/del av lokaler/kontorer e.l.) med relativt lik aktivitet og bygningstekniske forhold over hele området. Dersom lokaler med forskjellig typer aktiviteter eller bygningstekniske forhold skal beskrives, må lokalene deles inn i områder/soner på en måte slik at forholdene innenfor hver enkel sone blir relativt ensartet. Et skjema fylles ut for hvert område.

NB: Sett kryss ved ja/-nei spørsmål.

1. Institusjon/firmanavn.....

2. Type lokale(r) (Skole, bolig, barnehage, kontorlokaler, bibliotek, m.v.) .....

Lokalets gateadresse: .....

Antall personer i lokalene: .....

**3. Bygningstekniske opplysninger**

Lokalets/bygningens alder (angi ca. antall år): .....

Hovedaktivitet i lokalene:.....

Restaurerte lokaler - angi restaureringsår ..... og

tidligere virksomhet i lokalene: .....

Beskrivelse av lokalene (kontorlandskap, enkeltkontorer, antall personer pr. rom, romstørrelser, o.l.)

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

3.1. Gulvunderlag (-konstruksjon):

Betong: ja\_\_ nei\_\_  
Sponplater: ja\_\_ nei\_\_  
Treverk: ja\_\_ nei\_\_

3.2. Gulvbelegg:

Teppe: ja\_\_ nei\_\_  
Linoleum: ja\_\_ nei\_\_  
Vinyl (PVC): ja\_\_ nei\_\_  
Tregulv (parkett): ja\_\_ nei\_\_  
Nålefilt: ja\_\_ nei\_\_  
Er gulvet malt/lakkert: ja\_\_ nei\_\_

Annet (spesifiser): .....

3.3. Vegger:

Betong: ja\_\_ nei\_\_  
Leca/mur(stein): ja\_\_ nei\_\_  
Trepanel: ja\_\_ nei\_\_  
Tre(finere)plater: ja\_\_ nei\_\_  
Sponplater: ja\_\_ nei\_\_  
Huntonittplater: ja\_\_ nei\_\_  
Gipsplater: ja\_\_ nei\_\_  
Glassfiberstrie: ja\_\_ nei\_\_  
Tekstiltapet: ja\_\_ nei\_\_  
Vinyltapet: ja\_\_ nei\_\_  
Papirtapet: ja\_\_ nei\_\_

Er vegger malt/lakkert: ja\_\_ nei\_\_

Annet (spesifiser): .....

3.4. Tak:

Betong: ja\_\_ nei\_\_  
Trepanel: ja\_\_ nei\_\_  
Tre(finere)plater: ja\_\_ nei\_\_  
Sponplater: ja\_\_ nei\_\_  
Huntonittplater: ja\_\_ nei\_\_  
Gipsplater: ja\_\_ nei\_\_  
Er taket malt/lakkert: ja\_\_ nei\_\_  
Senket himling: ja\_\_ nei\_\_

Annet (spesifiser): .....

3.5. Isolasjon:

Mineralull (steinull, glassvatt): ja\_\_ nei\_\_  
Etterisolasjon: ja\_\_ nei\_\_

Annet (spesifiser): .....

3.6. Akustikkplater m/mineralullfibre: ja\_\_ nei\_\_

Annet (spesifiser): .....

4. Utstyr i lokalene

Printere/skrivemaskiner: ja\_\_ nei\_\_ Antall: ....  
Data-/skjermterminaler: ja\_\_ nei\_\_ Antall: ....  
Kopieringsmaskiner: ja\_\_ nei\_\_ Antall: ....

Andre kontormaskiner: .....

5. Oppvarming

Radiator med varmt vann: ja\_\_ nei\_\_  
Panelovner/varmelister: ja\_\_ nei\_\_  
Sentraloppvarmet luft: ja\_\_ nei\_\_  
Gulvvarme: ja\_\_ nei\_\_  
Takvarme: ja\_\_ nei\_\_

Annet (spesifiser): .....

6. Ventilasjon/lufting

Mekanisk ventilasjon: ja\_\_ nei\_\_  
Resirkulasjonsanlegg: ja\_\_ nei\_\_  
Luftspalter over/under vinduer: ja\_\_ nei\_\_  
Manuell lufting  
(åpning av dører/vinduer o.l.): ja\_\_ nei\_\_

Nærmere beskrivelse av ventilasjonen:

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

7. Luftfukting

Sentral befukting i klimaanlegg: ja\_\_ nei\_\_  
Lokal bruk av luftfuktere: ja\_\_ nei\_\_  
Ingen spesiell form for fukting: ja\_\_ nei\_\_

Annet (spesifiser) .....

8. Støy ja\_\_ nei\_\_

Støykilde(r): .....

## 9. Belysning

Lysrør i tak/himling: ja\_\_ nei\_\_  
Glødelampe i tak/himling: ja\_\_ nei\_\_  
Punktbelysning på den enkelte arbeidsplass: ja\_\_ nei\_\_

Annet (spesifiser): .....

## 10. Rengjøringsrutiner

Dersom det er mulig, bør navn på produkter som benyttes til rengjøring, boning og annen behandling o.l. oppgis under punkt pkt.13, "Tilleggsopplysninger".

10.1. Type hovedrengjøring: Vask:...Støvsuging:...Mopping:...

Hyppighet .....

Når på døgnet(ca.):.....

10.2. Boning: ja\_\_ nei\_\_ Hyppighet.....

10.3. Desinfisering:.....

Hyppighet: .....

10.4. Antistatisk behandling: Av tepper o.l. ja\_\_ nei\_\_  
Av utstyr ja\_\_ nei\_\_

Hvis behandling - hyppighet: .....

11. Planter i rommet: ja\_\_ nei\_\_

Benyttes plantevernmidler: ja\_\_ nei\_\_

Benyttes glansmidler på plantene: ja\_\_ nei\_\_

I så fall hvor ofte skjer behandling: .....

.....

## 12. Omgivelser

Sterkt trafikkerte områder: ja\_\_ nei\_\_

Villakvarter/friluftsområde: ja\_\_ nei\_\_

Industrikvarter/produksjonsvirksomhet: ja\_\_ nei\_\_

Annet (spesifiser):.....

