

# Miljøprojekt nr. 161

1991

## Arbejdsmiljøforhold ved genanvendelse af affald



Arbejdsmiljøfondet

Miljøministeriet  
**Miljøstyrelsen**

## Miljøprojekt

- Nr. 62 : Luftforurening med kvælstofoxider i Danmark
- Nr. 63 : Anvendelse af analyseresultater ved vandkontrol
- Nr. 64 : Kosmetik - bivirkninger
- Nr. 65 : Miljøfremmede stoffer i kommunalt spildevand
- Nr. 66 : Undersøgelser af blødt aggressivt vand
- Nr. 67 : Kilder til grundvandsforurening
- Nr. 68 : Overflade aktiveret iltning af ferrojern i vand fra Hvidmosen
- Nr. 69 : Forbrug og forurening med chlorphenoler
- Nr. 70 : Organiske opløsningsmidler
- Nr. 71 : Kviksølv i havneslam
- Nr. 72 : Organic solvents
- Nr. 73 : Arealanvendelse og geologi - nitrat i grundvand
- Nr. 74 : Kviksølv i danske ferskvandsøkosystemer
- Nr. 75 : Forureningstilstanden i danske svømmebade
- Nr. 76 : Nitrat og pH i drikkevand
- Nr. 77 : Kviksølv i jord
- Nr. 78 : Drænvandskvalitet fra pyritholdige arealer
- Nr. 79 : Leptospirabakterier i rotter ved dambrug og landbrug
- Nr. 80 : Svømmebade og sygdomsrisici
- Nr. 81 : Lokale forureninger og helbredseffekter
- Nr. 82 : QSAR og toksikologi - en ny strategi i kemikalievurdering
- Nr. 83 : Forurening fra gamle affaldsdepoter uden kemikalieaffald
- Nr. 84 : Alternativ lossepladsteknologi
- Nr. 85 : Tilførsel af næringsstoffer til vandløb
- Nr. 86 : Genanvendelse af tekstilaffald
- Nr. 87 : Substitution af PVC-plast med andre plastmaterialer
- Nr. 88 : Emballage til mælk og juice
- Nr. 89 : Vandressourcerne og klimasvingninger
- Nr. 90 : Nikkelafgivelse fra metallegeringer
- Nr. 91 : Algetoksicitetstest
- Nr. 92 : CFC-forbrugsmønster i Danmark
- Nr. 93 : Mikrobiel nedbrydning af miljøfremmede stoffer i grundvand
- Nr. 94 : Genanvendelse af madaffald fra storkøkkener i København
- Nr. 95 : Bundfaunaundersøgelser som redskab til overvågning
- Nr. 96 : Svovlbrintedannelse og -kontrol i trykledninger
- Nr. 97 : Renere teknologi i fiskeindustrien
- Nr. 98 : Renere teknologi i træ- og møbelbranchen
- Nr. 99 : Kompostering af haveaffald i Frederiksborg amt
- Nr. 100 : Hazard assessment of 1, 1, 1-trichloroethane
- Nr. 101 : Organiske opløsningsmidler i husholdningsprodukter
- Nr. 102 : Fuglefaunaen på konventionelle og økologiske landbrug
- Nr. 103 : Sprøjtefri randzoner i kornmarker
- Nr. 104 : Miljøforbedring ved hovedseparation i rejepilleindustrien
- Nr. 105 : Forbrug af og forurening med bly i Danmark
- Nr. 106 : Haloner
- Nr. 107 : Galvanisk overfladebelægning uden affald og spildevand
- Nr. 108 : Madaffald fra storkøkkener
- Nr. 109 : Erstatningsstoffer for fosfat - spredning og effekter i miljøet
- Nr. 110 : Olie/kemikalieaffald - en spørgeskemaundersøgelse
- Nr. 111 : Undersøgelser af vejledende pyritgrænseværdier
- Nr. 112 : Kvantitative og kvalitative kriterier for risikoaccept
- Nr. 113 : Storskrald og haveaffald
- Nr. 114 : Papirindsamling via specialcontainere og genbrugsstation
- Nr. 115 : Vandmiljøplanens overvågningsprogram
- Nr. 116 : Renere teknologi i svine- og kreaturslagteribranchen
- Nr. 117 : Dioxinemission ved affaldsforbrænding
- Nr. 118 : Klorkilders betydning for dioxindannelse ved forbrænding

*Fortsættes på omslagets side 3.*

# **Miljøprojekt nr. 161**

**1991**

## **Arbejdsmiljøforhold ved genanvendelse af affald**

Per Malmros  
Lise Nersting  
Claus Petersen  
Torben Sigsgaard

Miljøministeriet

Miljøstyrelsen Arbejdsmiljøfondet

Rapporten er udgivet med tilskud fra Rådet vedrørende genanvendelse og mindre forurenende teknologi og fra Arbejdsmiljøfondet.

Det skal bemærkes, at de fremsatte synspunkter ikke nødvendigvis dækkes af Rådet eller af Miljøstyrelsen.

## Indhold

|           |                                                                                               |    |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|           | Forord                                                                                        | 6  |
| <u>1.</u> | <u>Indledning</u>                                                                             | 8  |
| 1.1       | Formål                                                                                        | 8  |
| 1.2       | Oversigt over undersøgelser                                                                   | 9  |
| 1.2.1     | Klude- og gummisortering                                                                      | 9  |
| 1.2.2     | Skiveegnens Renovationsselskabs Sorteringsanlæg i Kåstrup, 4S                                 | 10 |
| 1.2.3     | Erfaringer fra øvrige danske anlæg                                                            | 15 |
| 1.3       | Øvrige undersøgelser                                                                          | 18 |
| 1.3.1     | Øvrige danske undersøgelser                                                                   | 18 |
| 1.3.2     | Internationale erfaringer                                                                     | 19 |
| 1.4       | Undersøgelsens opbygning                                                                      | 22 |
| 1.4.1     | Valg af parametre til affalds analyse og anlægsbeskrivelser                                   | 24 |
| 1.4.2     | Valg af parametre til arbejds-hygieniske målinger og bestemmelse af mikrobiologisk potentiale | 28 |
| 1.4.3     | Valg af parametre, personundersøgelse                                                         | 33 |
| <u>2.</u> | <u>Anlægsbeskrivelser</u>                                                                     | 38 |
| 2.1       | Sorteringsanlæg på AFAV, Frederikssund                                                        | 38 |
| 2.2       | GMP-anlægget, Odense                                                                          | 38 |
| 2.3       | Sorteringsanlægget: KARA, Roskilde                                                            | 39 |
| 2.4       | MAKIR's anlæg til behandling af genanvendelige materialer                                     | 40 |
| 2.5       | Sorteringsanlæg 4S, Kåstrup, Skive                                                            | 41 |
| 2.6       | Sorteringsanlæg BOFA, Bornholm                                                                | 42 |
| 2.7       | Gentofte Komposteringsanlæg                                                                   | 43 |
| 2.8       | Sengeløse Losseplads, komposteringsanlæg                                                      | 44 |
| 2.9       | Kompostering i pilotanlæg på Amager (KIP)                                                     | 44 |
| 2.10      | Kompostering på AFAV, Frederikssund                                                           | 45 |
| 2.11      | Oversigtsskema over affaldstyper på anlæg                                                     | 46 |
| <u>3.</u> | <u>Resultater</u>                                                                             | 47 |
| 3.1       | Affaldsanalyser                                                                               | 47 |

|         |                                                                                          |     |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.1.1   | Diskussion af affaldsanalyser                                                            | 59  |
| 3.2     | Resultater fra arbejdshygiejniske målinger samt resultater fra mikrobiologisk potentiale | 60  |
| 3.2.1   | Resultater fra arbejdshygiejniske målinger på affalds- og sorteringanlæg                 | 60  |
| 3.2.2   | Resultater fra arbejdshygiejniske målinger på komposteringsanlæg                         | 73  |
| 3.2.3   | Resultater fra arbejdshygiejniske målinger fra vandværket i Lejre                        | 78  |
| 3.2.4   | Resultater fra bestemmelse af mikrobiologisk potentiale                                  | 79  |
| 3.3     | Sammenhæng mellem affaldsanalyser og mikrobiologiske målinger                            | 85  |
| 3.4     | Personundersøgelse, resultater                                                           | 93  |
| 3.4.1   | Lungefunktionsundersøgelse                                                               | 96  |
| 3.4.1.2 | Diskussion                                                                               | 99  |
| 3.4.2   | Serumanalyser                                                                            | 101 |
| 3.4.2.1 | Resultater                                                                               | 101 |
| 3.4.2.2 | Diskussion                                                                               | 103 |
| 3.4.3   | Allergiundersøgelsens resultater                                                         | 103 |
| 3.4.3.2 | Diskussion                                                                               | 106 |
| 3.4.4   | Interviewundersøgelses resultater                                                        | 108 |
| 3.5     | Diskussion af interview undersøgelser                                                    | 113 |
| 4.      | <u>Opsamling af resultater</u>                                                           | 116 |
| 4.1     | Affaldsanalyser                                                                          | 116 |
| 4.2     | Mikrobiologiske undersøgelser                                                            | 117 |
| 4.2.1   | Affaldsanlæggene                                                                         | 117 |
| 4.2.2   | Komposteringsanlæg                                                                       | 118 |
| 4.2.3   | Mikrobiologisk potentiale                                                                | 119 |
| 4.2.4   | Sammenhæng mellem affaldsanalyser og mikrobiologiske analyser                            | 119 |
| 4.3.1   | Personundersøgelse, interviews                                                           | 120 |

4.3.2 Personundersøgelser, klinisk 121

5. Konklusioner og anbefalinger 129

Litteraturliste 131

Bilagene udgives separat og kan fås ved henvendelse til Dansk Teknologisk Institut, Afdeling for Bioteknik.

## Forord

Igennem de sidste 15 år er det i stigende grad blevet klart, at det er nødvendigt at reducere forureningen og mindske presset på brugen af ressourcer, så meget mere da en del af disse ikke umiddelbart lader sig forny.

Der har derfor været stor interesse for etablering af systemer til genanvendelse, herunder anlæg til sortering af affald med henblik på udvinding af genanvendelige materialer.

Imidlertid viste det sig, at der blev registreret alvorlige arbejdsmiljøproblemer ved starten af et anlæg til central sortering af affald (medio 1986) i Danmark.

Samtidig viste en indledende undersøgelse udført for Specialarbejderforbundet i Danmark (SiD) af gendan a/s (nu RENDAN A/S) (1), at der var et stort behov for en egentlig empirisk undersøgelse af arbejdsmiljøforholdene.

På baggrund af disse erfaringer ansøgte Genanvendelsesrådet og Arbejdsmiljøfondet juli 1988 om midler til gennemførelse af et sådant projekt.

Projektgruppen har haft følgende sammensætning:

- Cand.scient Per Malmros, Direktoratet for Arbejdstilsynet, Projektleder
- Læge Torben Sigsgaard, Socialmedicinsk Institut, Århus Universitet
- Civ. Ing. Claus Petersen, RENDAN A/S
- Cand.brom Lise Nersting, Dansk Teknologisk Institut

Med henblik på løbende diskussion af projektets forløb, nedsattes en følgegruppe, der har haft følgende sammensætning:

- Miljøkonsulent Ole Busck, SiD
- Overlæge, dr. med. Kai Grunnet, Dansk Arbejdsgiverforening
- Direktør Henning Henriksen, I/S KARA, Kommunernes Landsforening
- Civ. Ing. Lise Fogh Pedersen, Miljøstyrelsen

- Cand.tech.soc. Chr. Ege Jørgensen, Miljøstyrelsen
- Speciallæge Leif Hansen, Direktoratet for Arbejdstilsynet
- Akademiingeniør Finn Gamél Christensen, Direktoratet for Arbejdstilsynet

Under udarbejdelsen af projektet har vi mødt stor imødekommenhed fra alle medarbejdere på de undersøgte anlæg, og fra følgegruppen, ligesom vore kolleger altid har været villige til diskussion. Til alle der således har hjulpet, bringes hermed vor tak.

Derudover skal der rettes en tak til alle de medarbejdere fra Københavns Vandforsyning, der deltog som kontrolpersoner, og i den forbindelse en speciel tak til Afd.ing. Ole Winthe-reik, der ydede stor assistance ved etablering af kontrolgruppen.

Februar 1990

Torben Sigsgaard  
Claus Petersen  
Lise Nersting  
Per Malmros

## 1. Indledning

### 1.1 Formål

Som nævnt har der været ønske om at genanvende en større del af den nuværende affaldsmængde.

Miljøstyrelsen har ved bekendtgørelserne nr. 881 og 882 af d. 11. december 1986 bestemt, at der pr. 1. januar 1990 skal være indført kommunale indsamlingsordninger af genanvendelige materialer og produkter fra såvel handelsvirksomheder (papir, karton og papmaterialer) som private husstande (aviser og glas).

Disse bekendtgørelser blev varslet i 1986, og der er siden gennemført en del forsøg, såvel med indsamlingsordninger, som med anlæg til sortering og øvrig behandling af affaldet.

Da anlæg til behandling af affald traditionelt giver anledning til lugtproblemer, har der været interesse for at etablere lukkede, centrale anlæg. Imidlertid har det i forbindelse med start af især et anlæg, "Skiveegnens Renovationsselskabs Sorteringsanlæg i Kåstrup", 4S vist sig, at sådanne aktiviteter kan medføre alvorlige arbejdsmiljøproblemer for de ansatte.

Som følge af et stort antal henvendelser til Arbejdsmedicinsk klinik, Skive og påfølgende anmeldelser til Arbejdsskadestyrelsen, er der siden foretaget en del undersøgelser, dels mikrobiologiske undersøgelser for at forsøge at identificere skadevoldere, dels egentlige arbejdsmedicinske undersøgelser.

Som følge af de mange sygdomstilfælde på 4S, nedlagde Arbejdstilsynet d. 19. oktober 1987 forbud mod håndsortering af affald på anlægget. Dette forbud gælder til det er dokumenteret, at tekniske og organisatoriske tiltag har sænket belastningsniveauet så meget, at arbejde uden beskyttelsesdragt og åndedrætssvæn kan foregå sikkerheds- og sundhedsmæssigt fuldt forsvarligt.

Samtidig antydede de indledende undersøgelser, at der kunne forventes lignende problemer på de øvrige anlæg, der opførtes som forsøgs- og udviklingsanlæg i perioden.

Som følge af den kraftige debat vedr. arbejdsmiljøforhold på affalds- og sorteringsanlæg, blev der, i forbindelse med Genanvendelsesrådets behandling af ansøgninger til etablering af genbrugsanlæg Marius Petersen, Odense (GMP) og

Bornholms Fælleskommunale Affaldsbortskaffelse I/S (BOFA), således gennemført yderligere tiltag til belysning af arbejdsmiljøforholdene, og disses sammenhæng med anlægsudformning og arbejdsprocesserne på anlægget.

Der var således et stort behov for en belysning af, hvilke arbejdsmiljøproblemer der mere præcist er tale om, hvilke er de ansvarlige faktorer, og hvordan er sammenhængen mellem arbejdsmiljøproblemerne, anlægsdesign, affaldstype samt organisering af arbejdet.

Formålet for projektet blev herefter beskrevet således:

"Ud fra eksisterende anlæg i Danmark at opnå en viden om personalets arbejdsmiljøforhold, specielt til anvendelse i kontrol- og normarbejde, herunder ved planlægning af nye anlæg" (9).

Undersøgelsen omfatter således kun anlæg, og dækker ikke forhold vedrørende indsamling og transport af affaldet. Derudover er der tale om en tværsnitsundersøgelse, hvor anlæg og medarbejdere er undersøgt til et givent tidspunkt, hvor driftforholdene var normale. Undersøgelsen dækker således ikke forholdene ved uheld, driftsstop m.m.

## 1.2 Oversigt over undersøgelser

Udgangspunktet for diskussionerne om arbejdsmiljøforhold af affaldsbehandling var i Danmark som nævnt erfaringerne på 4S - anlægget i Skiye.

Da erfaringerne herfra også danner baggrund for nærværende arbejde, vil disse blive diskuteret mere detaljeret her.

Imidlertid har det under arbejdet med dette projekt vist sig, at der eksisterer tidligere erfaringer i Danmark, hvad angår arbejdsmiljøproblemer ved genanvendelse.

Da erfaringerne herfra forekommer ganske lærerige og ikke før har været publiceret, skal disse indledningsvis kort beskrives.

### 1.2.1

#### Klude- og gummisortering

Som følge af den tiltagende ressourceknaphed i perioden op mod og under 2. verdenskrig var der stor interesse for genbrug, f.eks. af klude og gummi.

Disse materialer blev indsamlet med "syvtal"

fra skraldespande, mens gummiets derudover i nogle tilfælde blev gravet op af lossepladser.

Dette område var, hvad angår arbejdsmiljøforholdene, dækket af et regulativ fra 1919 (2). I dette regulativ er fastlagt hygiejneregler, og der er specielle regler for klude, der stammer fra skraldespande, herunder krav om anvendelse af særligt arbejdstøj ved sortering af sådanne. Derudover kunne det kræves, at sådanne "losseklude" skulle desinficeres inden sortering.

Som følge af et centralt ønske om at få overblik over arbejdsmiljøproblemerne, undersøgte en Københavnsk kludesorteringsvirksomhed A/S Joseph Levin & Co. (3). Der blev konstateret kvalme, opkastning og diarré hos arbejdere beskæftiget med sortering, mens en daværende ansat beskriver symptomer ved kludesortering som bronchitis, åndedrætsbesvær, svedeture etc. (4).

Arbejdstilsynet konstaterede at forholdene var meget utilfredsstillende, og der blev iværksat en lang række tekniske ændringer.

Disse blev gennemført i 1943 (5). Der blev monteret lokalafsug på alle sorterborde, og rengøringen blev forbedret, bla. med indførelse af støvsugere. Alle arbejdere blev tuberkuloseundersøgt. Der blev undersøgt 245 arbejdere, ingen af kvinderne fremviste abnorme fund, mens en mandlig arbejder blev indlagt på Øresundshospitalet, og 2 blev holdt under observation for tuberkulose.

Disse erfaringer synes i høj grad at være sammenlignelige med f.eks. observationerne af tilfældene af Organic Toxic Dust Syndrome (ODTS), hvilket også bekræftes af Arbejdstilsynets daværende overlæge, der inspicerede virksomheden (6). Samtidig viser de anvendte tiltag sig at ligne de, der er fundet nødvendige for at reducere belastningen ved affaldssortering.

### 1.2.2

#### Skiveegnens Renovationsselskabs Sorteringsanlæg i Kåstrup, 4S

Interessen for affaldsbehandling og arbejdsmiljøproblemer, tager i Danmark som nævnt udgangspunkt i erfaringerne med dette anlæg.

Anlægget, og de indtil sommeren 1989 indvundne erfaringer, skal gennemgås i det følgende.

Anlægget blev bygget i løbet af foråret 1986. Anlægget er etableret af 4 interessentkommuner; Sallingsund, Spøttrup, Sundsøre og Skive kommuner. Anlægget modtager og behandler dels

sorteringsegnet erhvervsaffald og dels dagrenovation. Iøvrigt henvises til anlægsbeskrivelsen under kapitel 2.

### Helbredsforhold

Som nævnt startede anlægget sorteringen medio 1986. Imidlertid var der mange indkøringsproblemer. De første sygdomstilfælde registreredes august 1986, og ligger umiddelbart i forlængelse af den første, kontinuerede driftsperiode.

Arbejdsmedicinsk afd., Skive, hvor de ansatte er blevet undersøgt, har sammenfattet sygdomstilfældene på 4S-anlægget i Kåstrup således:

#### Sygdomstilfælde

Der har ialt været 9 erkendte tilfælde af arbejdsbetingede sygdomme blandt 15 udsatte, debuteret i perioden august 1986 til september 1988, (idet de første 8 tilfælde debuterede i tiden frem til marts 1987).

Debutsymptomerne har enten været:

- svarende til øvre luftvejsinfektioner/akut bronchitis el.
- svarende til toxisk alveolit ("mandagsfeber")

De øvre luftvejssymptomer har været catarrhalia, tonsillit, pharyngit, og i 3 tilfælde har der været mistanke om toxisk alveolit, idet der indledningsvist har været lettere åndenød, kulderystelse, feberfølelse og almen utilpashed.

Det videre forløb har hos 6 ud af 9 ansatte være det samme:

- efterhånden tiltagende trykkende fornemmelse i brystet
- anfaldsvist åndenød ved anstrengelser samt ved ophold på 4S-anlægget.

og diagnosen er blevet astma bronchiale, i samtlige tilfælde verificeret ved daglige variationer i peak-flow på over 100 l/min.

Hos en ansat er der alene diagnosticeret kronisk bronchitis, og 2 kan siges at være lidt atypiske, idet den ene alene har fået diagnosen astma bronchiale obs.-pro. (og på grundlag af dette har forladt arbejdspladsen), og den anden havde, som den eneste, en tidligere erkendt astma, som efter en periode i ro på 5 - 6 år, blussede op igen i forbindelse med arbejdet. Total IgE hos 8 ud af 9 er normal. Leucocyttal var normale.

RAST-test for støv og affald har hos alle ansatte været negativ, hvorimod der er fundet vekslende, hyppigst positive titre overfor præcipiterende antistof, overfor såvel støv som affald.

Det, der således først og fremmest karakteriserer de kliniske billeder, er optræden af astma bronchiale, diagnosen er typisk stillet, efter at de ansatte er blevet sygemeldt fra arbejdet. I de to tilfælde foreligger peak-flow monitorering under arbejde og i fritiden, og der er her en klar sammenhæng mellem ophold på anlægget og nedsættelse i respirationsvejskapaciteten. 7 ud af 9 har måtte skifte arbejde.

#### Ætiologisk agens

Undersøgelserne afslørede i første omgang ikke et enkelt ætiologisk agens, og intet tyder på, at der er tale om en traditionel type I astma (idet RAST-prøverne var negative og IgE ikke var forhøjet). En simpel infektion er ikke sandsynlig, idet leucocyttallene var normale.

#### Sammenfatning af sygehistorier

Det, der først og fremmest må betegnes som påfaldende er, at 8 ud af 15 udsatte i perioden: august 1986 til marts 1987 var syge i relation til arbejde med næsten identiske symptomer. Tidsmæssigt er de to første tilfælde opstået ved samme arbejdsprocesser (rengøring/håndsortering) i forbindelse med særlig intensiv drift.

De 6 efterfølgende tilfælde opstod, før der blev stillet krav om luftforsynet åndedrætsværn. Det sidste tilfælde opstod i forbindelse med behandling af gammelt affald, hvor der skete en tilsidesættelse af sikkerhedsforskrifterne.

Sygdomstilfældene og indledende måleovervejelser er nærmere beskrevet i (7, 8, 25). De 9 registrerede tilfælde er alle anmeldt til Arbejdsskadestyrelsen. Pr. 1. september 1989 er de 6 anerkendt som erhvervsbetingede lidelser, mens sagsbehandlingen af de sidste 3 endnu ikke er endelig afsluttet.

Efter at have forladt arbejdet blev kun 2 ud af 7 symptomfri og 2 år senere (medio 89), klager 6 af 8 stadig over anstrengelsesudløst astma, heraf har 3 moderat øget hyperreaktivitet i lungerne (7).

#### Arbejdshygiejniske undersøgelser

Som følge af de registrerede sygdomstilfælde, har der været foretaget adskillige arbejdshygiejniske undersøgelser. Det var fra starten ikke klart, hvilke faktorer i miljøet, der var skyld i de observerede gener, hvorfor der blev

forsøgt mange forskellige målinger for at få identificeret ansvarlige agens.

Skiveegnens Bedriftssundhedscenter Aps, har gennemført 6 forskellige prøvetagningsrunder i slutningen af 1986 og begyndelsen af 1987. Der er i løbet af disse prøvetagninger målt følgende parametre:

- totalkim
- respirabelt støv
- totalstøv
- respirabelt alfa-kvarts
- organisk støv
- uorganisk støv
- tungmetaller i støv

Sammenfattende fandtes initialt forholdsvis høje støvstal, der efterhånden faldt til lavere niveau. Der er ikke fundet høje værdier for øvrige parametre, med undtagelse af totalkim. Disse tal har varieret meget, og har været endog meget høje, op til ca.  $10^9$ /m<sup>3</sup> luft, højest under rengøring og lidt lavere ved håndsortering.

Ved anlæggets ibrugtagning blev der gjort rent ved hjælp af trykluft og højtryksspuling.

De meget høje kimtal medførte, at der blev foreslået yderligere mikrobiologiske undersøgelser, og at mikroorganismerne og/eller disses produkter kunne være årsagen til luftvejslidelserne.

Som følge af erfaringer med arbejdsmiljøet i beslægtede miljøer (14), især renseanlæg, blev måleprogrammet senere ændret. Der blev herefter målt for:

- totalkim
- gramnegative kim
- svampe
- endotoxiner
- totalstøv

Den første rapport indeholdende dette parametervalg (26) konkluderer, at såvel de levende kim som endotoxinerne, var niveauer så høje, at der kunne forventes akutte gener, og at sådanne niveauer ville kunne give symptomer som de registrerede.

Således var de levende kim i de fleste tilfælde større end hvad kunne måles, og endotoxiner blev ved en enkelt måling målt til ca.  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  luft.

På baggrund af resultaterne i rapporten (26), blev det dels vurderet, at de valgte parametre kunne give ihvertfald en del af forklaringen på

de observerede symptomer, og dels besluttet, at foretage en omfattende indkapsling af transportbånd m.v., samt at etablere et centralt støvsugeanlæg til brug i driftsstopsituationer og til rengøring.

Effektiviteten af indkapslingerne i forhold til begrænsning af luftens indhold af levende kim, er senere undersøgt (27).

Efter endt indkapsling og rengøring blev en opfølgende arbejdsmiljøundersøgelse foretaget januar/februar 1988 (28).

Det blev her konkluderet, at niveauerne var generelt faldende, således blev endotoxiner kun påvist ved håndsortering og i truck i modtagelse, og her kun i lave niveauer.

Der var dog stadig meget høje kimtal visse steder, hvor der umiddelbart inden prøvetagning var foretaget reparation. Det blev derfor konkluderet, at der skulle foretages detailmålinger løbende til vurdering af de fortsatte optimeringsforsøg, der blev iværksat. Disse er indtil nu undersøgt og rapporteret i (29), (30), (31), og (32). Det er forsøgt belyst i hvor høj grad faktorer som: åbning af transportbånd, årstidsvariation i affaldskvalitet, ventilationsforhold og rengøringsmetodik, påvirker arbejdsmiljøforholdene.

#### Status for 4S (medio 1989)

De enkelte sygdomstilfælde, taget hver for sig, ville kunne opstå andre steder end på arbejdspladsen. Det tidsmæssige forløb, og at 9 ud af 15 udsatte udviklede sygdom gør det usandsynligt, at årsagen skal søges andet steds end på arbejdspladsen. Symptomernes alvorlighed (herunder astmatiske reaktioner), at 7 af de ansatte har måtte opgive arbejdet, og at sygdommene kun i få tilfælde er svundet mere end 2 år efter arbejdsophør, betyder at der måtte ses med stor alvor på disse arbejdsmiljøproblemer, og at yderligere arbejde med henblik på identifikation af skadevoldere, og udarbejdelse af problemløsningsforslag var nødvendigt.

Det er sikkert, at håndsortering som udført i dette tilfælde medfører endog meget høje kimtal, og da der samtidig er høje koncentrationer af endotoxiner og svampe i håndsorteringen, er der en klart forhøjet risiko ved dette arbejde.

Noget tyder desuden på, at tørring af affaldet med deraf følgende støvafgivelse indeholdende bla. endotoxiner, kan være en yderst vigtig enkeltfaktor i sygdomsopståelsen. Således som det er vist blandt personer beskæftiget med behandling af tørret kloakslam (39).

Ved tørring af affald bliver støv herfra lettere luftbåret og dermed øges risikoen for at den/de skadelige faktor(er) når luftvejene.

Visse tekniske forhold, kunne indledningsvis bemærkes. Det var således klart, at enhver form for aerosoldannelse skal minimeres. Der må således kun rengøres ved støvsugning og ikke ved fejning, trykluft, højtryksspuling o.lign. Al transport af forurenede affald skal ske indkapslet, og der skal lægges mere vægt på lokaludsugning end på rumventilation.

Samtidig antydede resultaterne fra de gennemførte målerunder, at årstiden har en reel effekt, ihvertfald er værdierne for august 1989 meget høje. Endelig er det vist, at en rengøringsmetode med månedlig nedspuling med koldt vand ikke er effektiv.

#### Arbejdstilsynets påbud

Som følge af de ovenfor nævnte sygdomstilfælde har Arbejdstilsynet løbende afgivet påbud, og der er foretaget ændringer af anlægget.

I Januar 1987 blev der afgivet påbud om anvendelse af åndedrætsværn, et påbud der i maj 1987 udvidedes med krav om luftforsynet åndedrætsværn overalt, at der kun må støvsuges ved rengøring, og der nedlagdes forbud mod håndsortering indtil videre. Endelig blev ledelsen pålagt udførelse af en handlingsplan med henblik på effektiv fjernelse af de konstaterede gener fra affaldet. Fristen sættes til 26. juni 1987. Denne handlingsplan er fortsat under udførelse, og effekten er løbende blevet evalueret ved inspektioner og målinger.

Endelig er der, som følge af det senest registrerede sygdomstilfælde, 17. oktober 1988, indgået en aftale mellem virksomheden og Arbejdstilsynet om etablering af en ekstern kontrolfunktion til kvalitetssikring af arbejdsmiljøet og etablering af balanceret rumventilation i maskinsorteringshallen, herunder forbedret lokalafsug ved primærmagnet. Udover de undersøgte i denne undersøgelse, er der ikke foretaget helbredsundersøgelser, heller ikke i form af interview af de der har forladt arbejdspladsen.

#### 1.2.3

#### Øvrige erfaringer fra danske anlæg

Der er foretaget inspektioner og udført målinger indenfor dette projekt, såvel på de anlæg, der indgår i undersøgelsen, som på de anlæg der ikke er medtaget.

I det følgende skal gives korte resumeer af de resultater der har været tilgængelige for den foreliggende undersøgelse.

#### F.R. I/S i Føvling, Ribe amt

Der håndsorteres erhvervsaffald fra faste kunder. Der frtages pap og PE-folie. Resten blandes med dagrenovation og maskinsorteringsegnet erhvervsaffald. Materialet opdeles og separeres maskinelt i 3 fraktioner. Der opdeles i affald til deponi, kompostering og en let fraktion, der balles og sælges som forædlet affaldsbrændsel. En rapport melder om ergonomiske problemer (1), og Arbejdstilsynskredsen har givet påbud om bedring af disse forhold. Øvrige helbreds-mæssige forhold er uoplyste, men planlægges undersøgt nærmere. Antal ansatte ca. 5.

#### AFAV I/S, Frederiksværk

Der sorteres på gulv (med truck) udvalgt erhvervsaffald. Herefter håndsorteres pap, papir og plast til genanvendelse. Frasorterede materialer ledes til ballepresse. Der er ca. 4 ansatte.

Der er meldt om problemer i form af madaffald og dårlig luft (1), ligesom makulation af for-trolige papirer har givet støj- og støvproblemer. Der er i december 1987 af 2 studerende på miljøtekniker uddannelsen, foretaget målinger på anlægget, der har givet grund til at få anlægget undersøgt i detaljer (10).

#### I/S KARA, Roskilde

Det er i (1) rapporteret, at de ansatte klager over støvgener, og i (11) at de ergonomiske forhold ikke synes tilfredsstillende. Udover i nærværende undersøgelse, er der ikke foretaget undersøgelser.

#### GMP-Odense

Dette anlæg er for nylig ombygget for ca. 18 mio., heraf ca. 6 mio. i offentlig støtte. Som følge af den megen debat om 4S-arbejds miljøproblemerne, blev disse diskuteret i en følgegruppe inden tilskud til anlægget blev bevilget fra Miljøstyrelsen. Rapporten herfra (33) er grundlaget for bevillingen.

En studenterrapport fra 1987, inden ombygning af anlægget, angiver at alle, der har svaret på en spørgeskemaundersøgelse på dette tidspunkt, føler sig generet af kulde og ca. 60% af støv og træk, mens der beskrives kulderystelser i forbindelse med arbejdet i visse tilfælde. 7 af 8 beskriver oplevelser med åndenød og trykken for brystet (35). I forbindelse med indeværende undersøgelse er der til Arbejdstilsynet anmeldt 4 tilfælde af ODS. Anlægget har haft stor personaleudskiftning, men de der har forladt arbejdspladsen er ikke undersøgt eller interviewet.

I forbindelse med indkøring af anlægget, er der foretaget en del målerunder (42), (43), (44), (45), (46), (47). Her bla. målt ved forsortering, i miljøkabiner, modtagehaller, ved ballepresse samt i værksted, kontrol- og spiserum. Målingerne har derudover givet et billede af årstidsvariationen i kimb belastningen. Resultaterne, herunder meget høje værdier i august 1989, har givet anledning til ombygninger fx af miljøkabine 1, ligesom der er ændret i indsamlingskonceptet, således at alle kommuner nu følger konceptet for Odense Kommune. Ved de seneste ændringer og undersøgelserne fra januar 1990, har Arbejdstilsynet ikke yderligere bemærkninger til anlægget, men det vil i sommeren 1990 blive undersøgt om anlægget fungerer tilfredsstillende når kimb belastningen er maximal. Endelig er der forhold vedr. mere traditionelle arbejdsmiljøproblemer, f.eks. ergonomi, der løbende vurderes og ændres.

#### FASAN, Næstved

Anlægget er taget i brug sommeren 1989 og behandler udelukkende kildesorteret papiraffald. Der er udført en undersøgelse (34) med henblik på vurdering af belastningsforholdene. Der er målt for støv, støj og kulilte. Målingerne viste resultater, der ved anvendelse af sumformlen lå på ca. 10% af grænseværdien. Også her er erfaringen, at kontrollen af de modtagne materialer, er forudsætningen for et godt arbejdsmiljø.

#### Vejle Kommune, Sorteranlæg

Vejle kommune har for nyligt taget et anlæg til manuel sortering af kildesorteret og kildesepareret erhvervsaffald samt kildesorterede materialer fra private husstande i brug. Der er af COWiconsult (11) og gendan a/s (RENDAN) udført arbejdet vurderinger og forslag til retningslinier for sikring af arbejdsmiljøet.

Medarbejderne er blevet helbredsundersøgt før opstart af anlægget, og efter nogle måneders driftsperiode, ligesom de mikrobiologiske forhold er blevet undersøgt.

Der er endnu ikke modtaget endelige rapporter, men især den første målerunde i august 1989 har vist meget høje værdier. Det er i denne periode ved inspektion konstateret, at sikkerhedsinstrukserne ikke overholdes, og at det modtagne affald har en for dårlig kvalitet. Der er rapporteret 2 tilfælde af astma hos medarbejdere beskæftiget ved rengøring, modtagelse af husholdningsaffald og ved håndsortering. På baggrund heraf er det øvrige personale lægeundersøgt på ny, ligesom anlægget har udført detaljerede arbejds- og sikkerhedsinstrukser for alle arbejdspladser. Disse tiltag er sket på Arbejdstilsynets foranledning.

Kommunen stoppede anlæggets drift, til resultatet af disse undersøgelser forelå. Da det konstateredes, at der ikke fandtes flere sygdomstilfælde blandt de ansatte, er anlægget genåbnet, og der er etableret en ekstern kvalitetskontrolordning udført af Vejle BST-center.

#### Bornholms genbrugsterminal, BOFA I/S

Dette anlæg er taget i brug i 1989, og modtager kildesepareret affald fra husholdninger, samt kildesepareret og kildesorteret affald fra industrier.

Medarbejderne er lægeundersøgt før og efter i-brugtagning, ligesom der er udført mikrobiologiske målinger (48), samt målinger af lydniveau og af kulilteindholdet. Helbredsundersøgelserne fandt ingen tilfælde af arbejdsbetingede luftvejslidelser. Endelig er ergonomiske forhold vurderet. Disse sidste vurderinger foretages løbende af Bornholms Bedriftssundhedscenter A/S. Efter de sidste justeringer har Arbejdstilsynet ikke haft yderligere bemærkninger til anlægget.

### 1.3 Øvrige undersøgelser

#### 1.3.1

#### Øvrige danske undersøgelser

Med baggrund i erfaringerne fra ovennævnte anlæg ansøgte de ansattes fagforbund SiD i efteråret 1986 Genanvendelsesrådet om støtte til et udredningsprojekt med henblik på kortlægning af arbejdsmiljøforholdene ved centrale sorteringsanlæg.

Arbejdet er udført af gendan a/s og senere publiceret af Miljøstyrelsen i 1988 (1).

Undersøgelsen er udført som interviews, vurdering af anlæggene, samtaler med ledelse og ansatte samt, endelig, en litteraturgennemgang.

Det blev i rapporten konkluderet, at arbejdsforholdene generelt ikke blev fundet tilfredsstillende. Der blev især peget på mangler i retning af forhold som ergonomi, træk og kulde.

Belastningerne fra mikroorganismer og/eller deres omsætningsprodukter blev ikke nærmere undersøgt i rapporten, men behovet for yderligere, specifikke undersøgelser blev understreg-  
et.

Ved ISWA-konferencen 1988 fremlagdes denne undersøgelse samt foreløbige resultater fra 4S (8).

Som følge af de mange vidnesbyrd om arbejdsmiljøproblemer iværksatte Arbejdstilsynet i 1989 en undersøgelse af problemernes omfang (49). Rapporten konkluderer, at der er en del alvorlige problemer forbundet med den måde affaldsbehandlingen er foregået på. Disse problemer skyldes såvel mikrobiologiske forhold, som mere traditionelle områder, som ergonomi, støj og kemiske forhold. Der blev samtidig konstateret et udtalt rådgivningsbehov, såvel indenfor det mikrobiologiske område, som indenfor de mere traditionelle områder. Rapporten indeholder derfor mange forslag til indretning og drift af anlæggene.

Behovet for en detail-regulering af området, f.eks. via en egentlig forhåndsgodkendelse af kommende anlæg, er endnu ikke endelig afklaret.

### 1.3.2

#### Internationale erfaringer

De miljø- og arbejdsmiljømæssige risici, der kan være forbundne med oparbejdningsanlæg, blev gennemgået af Diaz i 1976 (12). Det konkluderes, at personlige værnemidler er nødvendige, afhængigt af de specifikke arbejdsprocesser. Der peges især på patogene mikroorganismer som en årsag af mikrobiel oprindelse til helbredsmæssige gener.

Disse forhold skal diskuteres nærmere i det følgende.

Behandling af fast affald medfører mange arbejdsprocesser, hvor der er mulighed for human kontakt med mikroorganismer i affaldet.

Indholdet af mikroorganismer i husholdningsaffald er meget stort, af samme størrelsesorden som i råspildevand (13).

Med hensyn til muligheden for smitte fra patogene mikroorganismer i affaldet er der ikke tvivl om, at denne er til stede.

Sammenlignes imidlertid med undersøgelser fra spildevandsanlæg, ses hyppigheden af registrerede infektioner her at være forholdsvis lav (14).

En mulig begrundelse for at arbejdere, der arbejder med spildevand, ikke specielt hyppigt er registreret som havende infektioner hidrørende fra mikroorganismer, angives i følgende forhold (15):

- Koncentrationen af specifikke patogener i aerosoliseret form er lav, og bliver meget hurtigt reduceret med tid og af afstand fra kilden.
- Ved respirationsrate på 1 m<sup>3</sup>/time vil en normal person inhalere meget få organismer, med mindre vedkommende er konstant eksponeret i mange timer i træk.
- Eksponeringsgraderne er under den minimale infektiøse dosis.
- Mikroorganismer i spildevand er primært af enterisk oprindelse, mens eksponeringsruten i arbejdsmæssig sammenhæng er respiratorisk.
- Uspecifikke immunreaktioner på fremmedlegemer er i stand til at håndtere de inhalerede mikroorganismer.
- De eksponerede personer er sandsynligvis selekterede.

Det skal bemærkes, at der kan være tilfælde af infektioner, der er uundersøgte og derfor uopdagede.

Mansdorf (16) evaluerede deres undersøgelse af arbejdere i genbrugsindustrien og konkluderede, at kun støj og store mængder støv var helbredsrisici i denne branche, og fandt ingen grund til, at der skulle opsættes regler for dette i USA.

Lundholm og Rylander rapporterede et studie af 11 arbejdere i en virksomhed, hvor husholdningsaffald og kloakslam blev blandet, stampemølllet og komposteret i 6 måneder. Affaldet blev behandlet indendørs før kompostering.

Af de 11 ansatte arbejdere rapporterede 6 symptomer som svimmelhed, hovedpine, feber eller diarré, når de arbejdede, i modsætning til kun 2 udaf 41 ansatte ved et drikkevandsanlæg (17).

E.J. Duckett et al. har i 1980 gennemført en arbejdshygienisk undersøgelse på et genvindingsanlæg (18). Man registrerede høje kimtal (ca.  $10^6/m^3$ ), men der blev ikke fundet mange coliforme bakterier eller egentlige patogener. Der er ikke undersøgt for gramnegative bakterier, endotoxiner eller svampe.

Clark et al. fra USA undersøgte 98 kompostarbejdere samt 137 kontrolpersoner fra spildevandsanlæg og fandt her tegn på øget øje- og hudirritation samt tegn på inflammation i øjet blandt kompostarbejderne. Endvidere fandtes der en øget total mængde IgG samt specifik IgG overfor endotoxin blandt komposteringsarbejderne (19).

Svampe, gramnegative bakterier og endotoxiner på kompostanlæg er undersøgt af S. Clark et al. 1983 (20). Der blev fundet meget høje svampetal, og egentlige medicinske undersøgelser foreslås. Samtidig vurderes det, at mængden af husholdningsaffald har betydning for luftens indhold af gramnegative bakterier.

At svampeniveauet, herunder *Aspergillus fumigatus*, er så højt, at egentlige medicinske undersøgelser bør foretages, er ligeledes konklusionen af en undersøgelse af komposteringsprocesser (50).

At arbejde på forbrændings-sorterings/komposteringsanlæg medfører arbejdsmiljøproblemer er også konklusionen i en svensk undersøgelse fra 1984 (21). Problemerne drejer sig især om støj, mikroorganismer og støv. Der er fundet høje totalkimtal, gramnegative kim og svampesporer. Der er ved 2 anlæg foretaget medicinske undersøgelser i form af blodets indhold af tungmetaller og de ansattes blodbillede (differentialtælling). Der blev fundet et tilfælde af forhøjet blyindhold i blodet, mens blodbilledet ikke viste afvigelser fra det normale.

I (22) rapporteres om overhyppighed næse-, øre- og hudinfektioner hos kompostarbejdere, ligesom klinisk-kemiske undersøgelser tyder på inflammationer og udsættelse for endotoxin.

En indledende undersøgelse i Finland (23) anbefaler ligeledes åndedrætsværn ved affaldsarbejde, samt at der foretages arbejdsmedicinske undersøgelser, især af respirationsvejsystemet.

Under ISWA-konferencen 1988 blev dokumenteret, at arbejdere ved kompostanlæg er udsat for store mængder af luftbårne allergener (24).

#### 1.4 Undersøgelsens opbygning

Som nævnt var formålet med projektet, gennem undersøgelser af forholdene på eksisterende anlæg, at opnå viden om arbejdsmiljøforholdene, til anvendelse ved indretning og drift af nye anlæg.

De indledende undersøgelser, samt diskussionerne i de af Miljøstyrelsen nedsatte følgegrupper for de enkelte anlæg, viste at de forhold der især burde belyses i en samlet, større undersøgelse, faldt indenfor 3 problemfelter.

##### Råvarer

Som et resultat af diskussionerne i følgegrupperne, var det nødvendigt at få bedre oplysninger angående råvarekvaliteten på anlæggene. Det skulle undersøges, hvilke informationer der var nødvendige, for at kunne vurdere, om en given affaldskvalitet kunne behandles betryggende på et givent anlæg. Der var således uklarhed over, i hvor høj grad valgte sorteringskriterier var de rigtige, i hvor høj grad de blev overholdt, og i hvor høj grad en given fraktion (tilladt eller ej) ville påvirke arbejdsmiljøet.

Derudover viste det sig, at der var behov for en metode til udvikling af affaldskaraktistik.

De forskellige anlæg er opbygget til at behandle en given råvare, og der skulle som en del af projektet, udarbejdes grundige sammenlignelige anlægsbeskrivelser.

##### Kompostanlæg

Under diskussionen af undersøgelsen af affaldsanlæg, blev der rejst ønske om en tilsvarende undersøgelse af forholdene ved komposteringsanlæg. Dette skyldtes dels, at kompostering anses for at være en metode, der vil finde stigende anvendelse i de kommende år, og dels at der efteråret 1987 var registreret arbejdsmiljøproblemer på Gentofte kommunes formidlingsanlæg.

Det foreslåede undersøgelsesprogram adskiller sig fra affaldsprogrammet ved den arbejdshygiejniske del, da der er mikrobielle faktorer specifikke for komposteringsprocesser, som kan udgøre et arbejdsmiljøproblem.

##### Arbejdshygiejniske undersøgelser

Der var et stort behov for at få en sammenlignelig karakteristik af det mikrobiologiske arbejdsmiljø på en serie forskellige anlæg.

Endelig skulle denne viden have en sådan form, at de enkelte anlæg kunne sammenlignes under normal drift.

#### Personundersøgelser

Det var endelig et formål at få afklaret, hvilke symptomer og sygdomme, der kunne registreres på anlæggene, og om disse kunne relateres til enkelte anlæg, eller til det at arbejde med affald på en given måde.

#### Personundersøgelsens 2 dele

Den første afdeling er en undersøgelse af symptomprævalensen i de forskellige grupper af arbejdere, sat i forhold til symptomprævalensen blandt referencegruppen, der i dette tilfælde er vandværksarbejdere fra Københavns kommune. Dette design giver mulighed for at finde forskelle i symptommonsteret mellem grupperne.

Referencegruppen er udvalgt, idet denne gruppe ikke er udsat for organisk støv i forbindelse med arbejdet, men derudover må disse personer forventes at være sammenlignelige med affaldsarbejdere.

Forskelle, der bliver påvist mellem de enkelte grupper i undersøgelsen, kan herefter med større sandsynlighed tilskrives arbejdsmiljøbelastningen.

Tværsnitsundersøgelser af denne type har en tendens til at give en underestimering af sygdomshyppigheden i brancherne, idet personer der oplever symptomer i forbindelse med arbejdet, vil have en tendens til at søge væk. Dette vil føre til, at den gruppe der undersøges på et givet tidspunkt, vil være mere robust overfor netop de arbejdsmiljøbelastninger, der findes på den arbejdsplads, der undersøges. Dette illustreres af, at de personer, der tidligere er blevet syge på 4S, alle har skiftet job, og derfor ikke indgår i denne undersøgelse.

Dette fænomen kendes under betegnelsen "healthy workers selection", og er et velkendt problem i arbejdsmedicinske undersøgelser, der som den foreliggende undersøgelse, er planlagt som en tværsnitsundersøgelse.

Det vil derfor være af stor betydning at følge denne undersøgelse op med en prospektiv undersøgelse af medarbejdere i affaldsbranchen for at eliminere denne effekt af selektion.

Den anden del af personundersøgelsen er en sammenstilling af de enkelte personers reaktion på arbejdseksponeringen (lungefunktion, peak-flow og serologiske parametre) med de simultant målte eksponeringsniveauer fra den hygiejniske undersøgelse. Endelig blev der udført Histaminprovokation, se afsnit 3.4.1.

### Opsamling

Den gennemførte undersøgelse kunne herefter beskrives ved følgende delundersøgelser:

- Arbejdsmiljøet beskrives v.h.a. arbejdshygiejniske målinger og vurderinger på eksisterende danske anlæg.
- De hygiejniske undersøgelser relateres til personundersøgelserne, specielt med henblik på luftvejssymptomer. Samtidig sammenlignes resultaterne i affaldsbranchen med resultaterne fra personundersøgelsen i kontrolgruppen.
- Det modtagne affald (råvaren) karakteriseres i henhold til den anvendte indsamlingsmetode, og det mikrobiologiske potentiale af råvaren fastlægges. Sammenhæng mellem de arbejdshygiejniske parametre, affaldskvalitet og arbejdsprocesser undersøges.
- De opnåede resultater sættes i relation til anlæggenes opbygning og de udførte arbejdsprocesser.

#### 1.4.1

#### Valg af parametre til affaldsanalyse og anlægsbeskrivelser

Affaldsanalysernes funktion er, at give en beskrivelse af det aktuelt tilførte affald på den dag, hvor arbejdshygiejniske og -medicinske målinger var foretaget.

Analyserne er udført for at give en beskrivelse af affaldet.

#### Stikprøver

Affaldet eller materialerne, der modtages på anlægget i løbet af en dag, stammer ofte fra en række forskellige kilder. Derfor varierer sammensætningen af affaldet også over dagen. Ved affaldsanalyserne er dette forhold imødekommet, dels ved til enhver tid, at udtage stikprøver af affaldet, der behandles på anlægget, mens målinger iøvrigt gennemføres, dels ved at de udtagne stikprøver fordeler sig jævnt over hele arbejdsdagen.

I bilag 1.1 gives en nærmere beskrivelse af udtagning af stikprøver.

#### 23 materialegrupper

Under affaldsanalyser er materialerne grupperet i hovedgrupper - visse af disse er endvidere blevet underopdelt. Der er gennemført vægt- og volumenbestemmelser af samtlige udtagne stikprøver samt de materialegrupper prøverne er blevet opdelt i. I bilag 1.1 er nævnt de 23 grupper, samt hvorledes disse efterfølgende er

slået sammen til færre, operationelle grupper - det sidste er sket på grundlag af erfaringer fra de gennemførte analyser.

De 23 materialegrupper er reduceret til de 13, som fremgår af tabel 1.4.1. For hvert anlæg er de samlede resultater opgjort i et skema, der svarer til tabel 1.4.1. Tabellen viser den samlede vægtfordeling af de gennemførte affaldsanalyser.

| Resultat summeret over alle anlæg af gennemførte affaldsanalyser |                 | Vægt     |     | Hovedgruppe vægt |     |
|------------------------------------------------------------------|-----------------|----------|-----|------------------|-----|
|                                                                  |                 | kg       | %   | kg               | %   |
| <u>PAP</u>                                                       | tørt/rent       | 2.315,4  | 28  | 2.369,3          | 29  |
|                                                                  | vådt/forurennet | 53,9     | 1   |                  |     |
| <u>Aviser</u>                                                    | rene/tørre      | 3.107,75 | 38  | 3.135,45         | 38  |
|                                                                  | våde/forurenede | 27,7     | (0) |                  |     |
| <u>Papir</u>                                                     | rent/tørt       | 1.944,5  | 24  | 1.948,2          | 24  |
|                                                                  | vådt/forurenede | 3,7      | (0) |                  |     |
| <u>PE-folie</u>                                                  | rent/tørt       | 179,3    | 2   | 185,3            | 2   |
|                                                                  | forurennet      | 6,0      | (0) |                  |     |
| <u>Plastdunke</u>                                                |                 | 6,3      | (0) | 6,3              | (0) |
| <u>Træ</u>                                                       |                 | 43,1     | 1   | 43,1             | 1   |
| <u>Glas og flasker</u>                                           |                 | 67,3     | 1   | 67,3             | 1   |
| <u>Metal</u>                                                     |                 | 2,8      | (0) | 2,8              | (0) |
| <u>Haveaffald</u>                                                |                 | 0,2      | (0) | 0,2              | (0) |
| <u>Jord</u>                                                      |                 | 18,1     | (0) | 18,1             | (0) |
| <u>Mødspild</u>                                                  |                 | 98,2     | 1   | 98,2             | 1   |
| <u>Andet brændbart</u>                                           |                 | 300,2    | 4   | 300,2            | 4   |
| <u>Andet ej-br.bart</u>                                          |                 | 37,5     | (0) | 37,85            | (0) |
| <u>Total</u>                                                     |                 | 8.212,3  | 100 |                  |     |

Tabel 1.4.1

Tabel 1.4.1 og tabeller i det følgende giver kun oplysning om summen af de analyserede affaldsprøver på affaldssorteringsanlæg. Man kan ikke her ud fra konkludere hvilken affaldssammensætning, der findes på anlæggene.

På KARA og AFAV findes kun 1 behandlingslinie og materialeprøverne er derfor udtaget af denne linie. På BOFA har prøverne udelukkende omfattet det kildeseparerede husholdningsaffald og ikke det kildesorterede erhvervsaffald, der balles uden anden behandling. Hos MAKIR og GMP omfattede affaldsanalyserne udelukkende de kildeseparerede materialer. For de 3 sidstnævnte anlægs vedkommende gælder, at de kildesorterede materialer blev vurderet og tydeligvis ikke indeholdt væsentlige forureningsemner. På 4S var det af praktiske grunde kun muligt at undersøge de materialer, der aflæsses i hallen til erhvervsaffald. Her blev kun udvalgte læs erhvervsaffald samt kildesorterede aviser undersøgt.

Parallelt med de gennemførte vægt- og volumenbestemmelser, er der udtaget repræsentative prøver af det analyserede affald. Prøverne skulle efterfølgende bruges til mikrobielle analyser. Prøverne har haft en størrelse på ca. 200-500 g, og de materialer, der blev udtaget til analyser, varierede en smule afhængig af behandlingsanlægget, men de var typisk: rent og/eller forurenede pap, blandet papir, rene og forurenede aviser, plastfolie, typiske forureningsemner (f.eks. mælkekartoner, madaffald m.m.).

#### Vurdering af kvalitet og renhed

Udover de mere objektive registreringer om materialernes vægt- og volumenfordelinger er der foretaget en vurdering af renheden og kvaliteten af materialerne. Denne vurdering er foretaget af RENDAN's personale. Ligeledes er de ansatte udspurgt om kvaliteten af materialerne på undersøgelsesdagen i forhold til de materialer, der "normalt" behandles på anlægget.

#### Anlægsbeskrivelser

De 6 anlæg, hvor der er gennemført arbejdsmiljøundersøgelser, er forskellige m.h.t. modtagne affaldsmængder og -typer samt teknisk og arbejdsorganisatorisk opbygning. Der må derfor forventes forskel på den påvirkning, de ansatte udsættes for fra de tilførte materialer.

I det følgende afsnit vil de forskelligheder, der kan optræde mellem de enkelte anlæg i forhold til den tekniske opbygning, modtagne affaldstyper samt til dels de manuelle funktioner blive beskrevet. For at sætte arbejdsforholdene ind i en sammenlignelig ramme, bliver der anvendt et oversigtsdiagram, der kan bruges til at skitsere den tekniske opbygning samt de tilførte affaldstyper. Oversigtsdiagrammet er fra (1) bilag 2.

## Affaldstyper til behandlingsanlæg

De undersøgte behandlingsanlæg modtager typisk følgende typer affald:

- \* materialer og affald fra husholdninger
- \* erhvervsaffald
- \* produktionsspild (Makir og BOFA)

Som regel vil det kun være udvalgte materialer, der separeres og sorteres på behandlingsanlægget.

### Definitioner

Materialerne kan optræde i følgende 3 hovedgrupper:

#### Kildesorterede materialer

Materialer sorteret i individuelle fraktioner direkte ved kilden.

#### Kildeseparerede materialer

En sammensætning af kildeopdelte materialer, der er forberedt på efterfølgende sortering i enkeltmaterialer.

#### Blandet affald

Ikke kildesorteret eller -separeret affald.

#### Husholdningsaffald

I rapporten anvendes endvidere begrebet husholdningsaffald for dagrenovation. Der benyttes også "dagrenovationslignende" affald for den affaldsfraktion, der i sammensætning minder om dagrenovation. Madspild er en del dagrenovation eller "dagrenovationslignende" affald.

Til selve håndteringen/behandlingen af materialerne anvendes forskellige begreber, både når behandlingen sker ved kilden eller på centralt anlæg. Begrebene er:

#### Separering

En opdeling eller separation af de behandlede materialer eller affald i materialefraktioner som f.eks.: Brændbar del, tørre materialer, magnetisk metal, deponirest m.m.

#### Sortering

En sortering, så materialerne optræder som enkeltmaterialer (papir, pap eller plastfolie).

#### Mekanisk separation/sortering

En maskinel behandling således at materialerne separeres/sorteres.

#### Håndsortering

Manuel sortering af materialer.

#### Positiv sortering

Håndsortering, hvor de genanvendelige materialer sorteres fra det blandede materiale/affald. Positiv sortering kan finde sted på kildeseparerede materialer og blandet affald.

#### Negativ sortering

Håndsortering, hvor "fremmedelementer" fjernes fra det kildesorterede materiale.

#### 1.4.2

#### Valg af parametre til arbejdshygiejniske målinger og bestemmelse af mikrobiologisk potentiale

##### Arbejdshygiejniske målinger

##### Affalds- og sorteringsanlæg

Selv om der er foretaget mange mikrobiologiske undersøgelser på affaldsanlæg og lignende arbejdspladser, findes der ingen standardmålemetoder. De enkelte metoder har forskellige begrænsninger, hvorfor det konkrete valg af instrument og indsamlingsmetodik bør afhænge af det problem, der ønskes belyst.

Overvejelserne af betydning for parametervalget i dette projekt er anført nedenfor.

Årsager til gener forårsaget af mikroorganismer er ofte så komplekse, at det er vanskeligt at opstille et dækkende måleprogram.

Med hensyn til forventede skadelige mikrobiologiske agens synes de tidligere undersøgelser at vise, at de egentlige infektioner hidrørende fra patogene mikroorganismer og virus er mindre fremherskende end mere diffuse, multifaktorielle påvirkninger af toksisk og allergisk natur, hidrørende bl.a. fra svampe, gramnegative bakterier og endotoxiner (49). For endotoxinerne er der sandsynliggjort en dosisrespons sammenhæng (37). Denne parameter kan dog ikke alene karakterisere luftkvaliteten, andre organiske forbindelser formodes også at have en biologisk effekt.

##### Affalds- og sorteringsanlæg

##### Parametervalg

Til beskrivelse af den mikrobielle belastning i arbejdsmiljøet er valgt følgende parametre:

- Totalkim
- Svampe
- Gramnegative bakterier
- Endotoxiner
- Støv

Totalkim, svampe og gramnegative bakterier defineres som vækst fremkommet på h.h.v. trypton soya agar, modificeret Rose Bengal agar og Drigalsky agar alle dyrket ved stuetemperatur. Alle bestemmelserne er af levende kim. Døde eller subletalt skadede og sandsynligvis ligeledes stressede mikroorganismer vil ikke vokse frem på pladerne, og vil derfor ikke blive medtaget ved bestemmelsen.

Totalkim medtages som retningslinie for niveauet af luftbårne mikroorganismer i arbejdsmiljøet.

Svampe kan være årsag til såvel allergi som infektioner, og medtages derfor som særskilt parameter.

Gramnegative bakterier findes i stort tal i organisk materiale under nedbrydning, og benyttes til at give en vurdering af den mikrobielle påvirkning i arbejdsmiljøet stammende fra affaldet. I ikke belastede miljøer vil der normalt ikke findes større antal af gramnegative bakterier. I visse undersøgelser er medtaget bestemmelse af coliforme bakterier, som er en gruppe bakterier under gramnegative bakterier. Dette er ikke medtaget i denne undersøgelse, da disse ofte vil være følsomme overfor udtørring, og derfor evt. underestimeres ved bestemmelsen.

Endotoxiner anvendes som fællesbetegnelse for de toksiske og biologisk aktive komponenter, der er nært associeret til de gramnegative bakteriers cellevæg. Endotoxinerne frigives fra bakterierne, når de deler sig, idet de producerer et stort overskud til opbygning af nye membraner. Særlig store mængder af endotoxin frigives til omgivelserne når bakterierne dør.

Som nævnt er endotoxiner meget biologisk aktive, og de tilskrives mange forskellige effekter. Nedenfor anføres en summarisk oversigt over endotoxineffekter af interesse i arbejdsmiljøet.

---

I. Ved dannelse af aerosoler indeholdende endotoxiner: diarré, kvalme og træthed.

II. Ved dannelse af støv indeholdende bla. svampesporer og endotoxiner.

Høj exposition - Allergisk alveolitis (langvarig uger til måneder, feber, muskelømhed, åndedrætsbesvær, træthed).

Toxisk alveolitis (kortvaring indtil 1-2 døgn, start 4-6 timer efter udsættelse, feber, træthed, åndedrætsbesvær).

Mellemexposition - Uspecifik Astma eller allergisk Astma.

Lav exposition - Hyperreaktive luftveje og/eller (kronisk bronchitis) usikkert.

Astma hos i forvejen sensibiliserede personer.

I både I og II er der mulighed for irritation af hud og øje, og problemerne vil tiltage med stigende koncentration.

---

Med hensyn til dosis/effekt-værdier ved udsættelse for endotoxiner, er følgende præliminære resultater blevet foreslået:

| Symptom                  | Effektniveau                     |                               |
|--------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
|                          | rel.sikkert<br>ng/m <sup>3</sup> | usikkert<br>ng/m <sup>3</sup> |
| feber                    | 500 - 1000                       |                               |
| akut bronchokonstriktion | 100 - 200                        |                               |
| trykken over brystet     | 300 - 500                        |                               |
| kronisk bronchitis       |                                  | 50                            |
| hyperreaktive luftveje   |                                  | ?                             |

(37)

Totalstøvsanalyserne, er medtaget for at give en generel beskrivelse af støvforholdene.

Bestemmelse af organisk støv medtages ikke, idet de registrerede støvmængder i langt overvejende grad lå lavt. Niveaue af organisk støv ville derfor ofte ved den anvendte målemetode ligge omkring detektionsniveauet. Ved vurderingerne kan totalstøvtallet opfattes som organisk støv.

#### Prøveudtagning

Prøveudtagningsstederne er primært valgt efter placeringen af faste arbejdspladser. Ved alle positioner udtages de mikrobiologiske prøver med Impingere over ca. 3 timer. Hvor det var muligt blev udtaget korttidsprøver med RCS (Reuters Centrifugal Sampler) og Andersen prøvetager over 1/2 - 2 minutter.

Andersen prøvetager giver foruden kimtalsniveauet oplysninger om størrelsesfordelingen (i respirabel, ikke respirable fraktioner), hvilket har betydning ved vurderingen af effekter af et givet kimtalsniveau.

Støv og endotoxiner udtages på støvfiltre over ca. 3 timer.

Mikrobiologiske målinger med Impinger, støv- og endotoxinmålinger foretages altid sideløbende på lokaliteterne.

Målingerne blev iøvrigt udført i h.h.t. Arbejdstilsynets vejledning 87/1979.

Prøverne blev udtaget over en periode på 2 måneder (maj/juni 1989) for at undgå problemer m.h.t. årstidsvariation. Der blev udtaget prøver over 2 efterfølgende dage (mandag og tirsdag). Den ene målerunde på KARA måtte udgå, hvorefter en ny blev foretaget i august.

Metoder fremgår af bilag 1.2.

## Komposteringsanlæg

### Parametervalg

Foruden de angivne parametre under affalds- og sorteringsanlæg medtages følgende termofile mikroorganismer.

- *Aspergillus fumigatus*
- *Thermoactinomyces vulgaris*
- *Faenia rectivirgula* (tidligere *Micropo-lyspora faenia*)

Termofile mikroorganismer vil på visse tidspunkter under komposteringen være dominerende, hvorfor disse må forventes at kunne forekomme i stort tal ved visse processer. Specielt ved manipulering af affaldet under selve komposteringen.

*A. fumigatus*, *T. vulgaris* og *F. rectivirgula* kan udløse allergisk alveolit (38).

### Prøveudtagning

Prøveudtagning blev udført på samme måde som ved affalds- og sorteringsanlæg. Andersen prøvetager blev dog kun anvendt i forbindelse med indendørs anlæg.

Prøverne blev udtaget i september og oktober 1988 dog med 2 yderligere målinger i december (mølevending Gentofte) og februar 1989 (Amagerkomposteringen). Målingerne blev foretaget over 2 dage, hvoraf den ene var en mandag på hvilken personundersøgelserne blev foretaget, den anden blev valgt i samråd med de enkelte anlæg, på baggrund af hvilke arbejdsprocesser der skulle foregå.

Metoder fremgår af bilag 1.2.

## Mikrobiologisk potentiale

Med henblik på at opnå mere viden om de enkelte affaldsfraktioners indhold af mikroorganismer, er der gennemført mikrobiologiske målinger på selve affaldet.

Det var som nævnt en del af formålet af skaffe oplysninger til brug for vurdering af betydningen af at tillade specifikke elementer, f.eks. mælkekartoner i det affald, der skal sorteres.

### Definition

Mikrobiologisk potentiale defineres her som indholdet af bakterier og svampe i affaldet ved modtagelsen på affalds- og sorteringsanlæggene.

### Valg af affaldstyper

Det var primært sorteringsegne affaldstyper, der blev undersøgt, samt enkelte fejlsorteringer som ofte kunne forekomme på de enkelte anlæg.

Der blev så vidt muligt udvalgt både rene og urene fraktioner indenfor de enkelte grupper.

Affaldsfraktioner blev udvalgt på baggrund af affaldsanalyserne, se 1.4.1 og 3.1.

De gennemgående grupper var så vidt muligt følgende:

- Aviser, rene/urene
- Pap, rent/urent
- Blandet papir
- Blandet plast

Bedømmelsen rene/urene skete på baggrund af en visuel bedømmelse af fraktionen. Urene fraktioner havde ofte været udsat for fugt, men var ved udvælgelsen tørre, og der var spor efter anden forurening.

Det var ikke muligt at foretage denne opdeling af blandet papir og plast.

Foruden ovenstående blev udvalgt enkelte fejlsorteringer m.m. jvf. hedenstående:

- Mælkekartoner
- Papir med rester af røget sild
- Støvsugerposer
- Husholdningsaffald

Mælkekartoner indgik ved nogle af indsamlingsordningerne hos GMP dog ikke i Odense kommune, som var eneste kommune, der indgik i den samtidigt gennemførte affaldsanalyse på GMP.

På BOFA har der tidligere været separat indsamling af mælkekartoner, hvorfor fejlsortering med mælkekartoner i det kildeseparerede affald på prøveudtagningsdagene til tider forekom.

Papir med rester af røget sild forekom til tider hos BOFA - specielt i turistsæsonen.

Støvsugerposer samt husholdningsaffald stammede fra affald til brændselsspiller på 4S.

#### Mikrobiologiske parametre

Alle fraktioner blev undersøgt for:

- Totalkim
- Svampe
- Gramnegative bakterier
- Enterobakterier

På det mikrobiologiske område findes ikke standardmetoder. De valgte parametre, og det anvendte opsamlingsudstyr, er imidlertid det mest anvendte til lignende undersøgelser, såvel i Danmark som i udlandet.

Ovennævnte parametre på nær Enterobakterier blev udvalgt, idet de indgik i luftanalysen.

Enterobakterier blev medtaget, da der findes mange sygdomsfremkaldende bakterier og forrådnelsesbakterier i denne gruppe. I luftanalysen er gruppen ikke medtaget som separat bestemmelse, men indgår under gramnegative bakterier.

Årsagen er som nævnt bl.a. at mange fra gruppen har en dårlig overlevelse i luft, samt at påvisning af Enterobakterier fra luft er meget tidskrævende. Gruppen tilhører gramnegative bakterier og er således også en potentiel kilde til endotoxiner.

Der blev udtaget prøver på alle affalds- og sorteringsanlæg.

Metodebeskrivelse fremgår af bilag 1.2.

#### 1.4.3

#### Valg af parametre, personundersøgelse

Foruden de mikrobiologisk betingede arbejdsmiljøproblemer, har besøg på anlæggene vist, at der også er grund til at overveje mere traditionelle arbejdsmiljøproblemer.

Dette har også været resultatet af nylige undersøgelser og vurderinger foretaget på danske anlæg (1, 49).

Disse mulige belastninger skal omtales kort i det følgende.

#### Støj og vibrationer

På alle anlæg, der indtil nu er i drift, bruges maskiner, der medfører kraftig støjudvikling. Hvad angår maskinelle sorteringsanlæg er det især hammermøller, der udsender støj og vibrationer, men også separatorer, presser og malkulatorer har givet problemer. Specielt hvad angår vibrationer har vibrationsbånd givet anledning til klager over hovedpine og "ømme" fingre hidrørende fra slag mod vibrationsbåndene (49).

#### Træk og kulde

Som omtalt (1) klages der over ubehagelige temperaturer - både høje og lave, og over træk, samt over tør luft.

Problemerne opstår ved åbning og lukning af porte samtidig med kraftige udsugninger fra sorteringsanlæggene.

#### Ergonomiske forhold

Som nævnt i (1) udgør symptomer på led- og muskelsygdomme den største gruppe gener.

Det konkluderes, at bevægeapparatgenerne kan føres tilbage til påvirkninger fra temperaturforhold, træk og ergonomiske belastninger.

I undersøgelsen vurderes, at de ergonomiske belastninger kan tilskrives arbejdets udførelse, idet arbejdet karakteriseres som stillestående, monotont tempoarbejde i uhensigtsmæssige arbejdsstillinger (på grund af mange gentagne bevægelser, foroverbøjede arbejdsstillinger ofte med vrid i kroppen, når materialer smides i nedfaldsskakten). Belastningerne kan ligeledes tilskrives arbejdspladsens indretning (manglende indstillingsmuligheder m.m.).

Sygdomme forårsaget af udsættelse for organisk støv

Ved udsættelse for organisk støv ses mange symptomkomplekser, der alle er relaterede til en overstimulation af luftvejenes slimhinder. Den til grund liggende eksponering er organisk materiale bestående af organiske produkter med deraf følgende kontamination af mikroorganismer og deres stofskifteprodukter. Ved konferenceskonference i Skokloster ved Stockholm i efteråret 1988 opstilledes følgende sygdomskategorier for personer, udsat for organisk støv, med relation til luftvejene. (53, 54, 55).

Disse var

1. Extrinsic Allergisk Alveolitis (EAA)
2. Toxisk Alveolitis (TA)
3. Allergisk Astma (AA)
4. Nonallergisk Astma (HA)
5. Arbejdsrelateret hoste med eller uden slimproduktion (AH)

Allergisk Alveolitis (EAA)

Er et symptomkompleks der opstår ved udsættelse for organisk støv indeholdende mikroorganismer i koncentrationer, der ikke fremkalder Toxisk Alveolitis; men over en længere periode, Rask Andersen (51). Symptomerne er åndedrætsbesvær, feber eller kulderystelser, hoste og træthed. Endvidere mindre udtalte symptomer som pibende vejrtrækning, muskel- eller ledømhed, hovedpine og trykken for brystet. Symptomerne opstår efter en periode med en blanding af svampesporer og endotoxiner. Oftest kommer varmeformermelse med kulderystelser og de øvrige symptomer 6-8 timer efter udsættelse, og derfor ofte efter arbejdets ophør. Der er ved røntgenundersøgelse infiltrater dækkende begge lungehiler, og der vil ofte være temperaturstigning fra 38° og helt op til 41°, som refereret af Anna Rask Andersen (51). De serologiske fund er mindre sikre, men hos ca. 30% findes specifikke IgG antistoffer overfor mikroorganismer i arbejdsmiljøet. Lungebiopsier viser et fibroserende alveolitis. Varigheden af sygdommen er meget forskellig, men altid af måneders varighed og ikke sjældent er der permanent lungefunktionsnedsættelse efter et tilfælde. Lungefunktionen viser let obstruktion med ofte svært nedsat kulilte diffusion.

Individuelle forhold. Der er ingen øget hyppighed af atopikere blandt personer der lider af EAA, og det ser ud til at tobak nedsætter risikoen for at få EAA, idet der kun har været ganske få rygere blandt de hidtidige beskrevne tilfælde af sygdommen. Der er en tendens til at der rapporteres flest tilfælde blandt mænd, men i Finland, hvor kvinder passer køerne med foder og strøelse om vinteren, er der rapporteret flest tilfælde blandt kvinder, og det ser således ikke ud til, at der er nogen kønsforskel (56).

Toxisk Alveolitis (TA) (ODTS = Organisk Dust Toxic Syndrome)

Denne sygdom minder meget om EAA, men er karakteriseret ved et helt andet forløb samtidig med at udsættelsen for mikroorganismer i omgivelserne ser ud til at skulle være noget større. Symptomerne er i overvejende grad varmekølemelse med kulderystelser som opstår 4-12 timer efter udsættelsen for det belastende støv.

Herudover er symptomerne åndenød, hoste, muskelømhed, hovedpine, trykken for brystet og evt. diarré. Symptomerne kan optræde den første dag ved udsættelse for støvet, som det ses i bomuldsspinderier, hvor en del nyansatte får TA indenfor de første dage efter ansættelsen. Sygdommen varer fra 8-16 timer, men er normalt holdt op inden næste arbejdsdag. Ved længere tids eksponering på det samme niveau, kan der opstå tolerance overfor belastningen og symptomerne forsvinder, men kan atter komme tilbage, hvis man bliver udsat for større mængder støv eller, hvilket er specielt hyppigt, efter en ferie hvor tolerancen forsvinder. Røntgenundersøgelser er i alle tilfælde negative, serumundersøgelser viser af og til forhøjet leukocyttal, men dette er ikke obligat. Vitallografundersøgelse viser let nedsat lungefunktion med obstruktiv tendens. Diffusionskapaciteten er moderat til svært nedsat.

Individuelle forhold. Et enkelt arbejde beskriver, hvorledes 6 personer samtidig blev syge af at arbejde med muggen ensilage. Det ser således ud til at individuelle forhold er af mindre betydning ved TA end ved EAA.

Allergisk Astma

Allergisk astma opstår ved udsættelse for organisk støv efter en periode på uger til måneder, hvorefter personerne udvikler tydelige tegn på arbejdsrelateret astma, som opstår ved udsættelse for det sygdomsfremkaldende agens. Astmaen opstår oftest 5-10 minutter efter start på arbejde, og viser sig ved sædvanlige tegn på astma, nemlig pibende vejrtrækning, åndenød og hoste. Ved mildere grader af astma kan ses vedvarende arbejdsrelateret hoste og træthed. Røntgenundersøgelse er negativ.

I serologiske undersøgelser vil der ofte være forhøjede eosinofiltal samt specifikke IgE antistoffer overfor den generende faktor. I forbindelse med allergisk astma optræder der næsten altid hyperreaktive luftveje, som medfører at patienter med astma ikke kan tåle uspecifikke stimulanser af luftvejene, idet de da vil udvikle et astmaanfald. Lungefunktionen viser imellem anfaldene, i starten fuldstændig normale forhold og under anfaldet svær obstruktion, så svær at vitallografundersøgelse af og til må opgives. DCO vil være normalt imellem anfaldene. Peak-flow undersøgelse vil vise nedsatte værdier under anfald ofte med en tendens til bedring i week-ender og specielt i ferier. Det er ofte således, at personer med arbejdsrelateret astma, har det mindste peak-flow (de største problemer) lige efter arbejde eller ved sovetid. Der kan dog være variationer i dette mønster (52). Denne tendens er daglig til stede og får ofte personerne til at tro, at det er noget i deres eget hjem, de er overfølsomme overfor. Priktestundersøgelse vil af og til vise positive tegn på allergi overfor allergener, som personen er allergisk overfor, men som ikke er arbejdsbetinget. Histaminprovokation viser i stort set alle tilfælde øget bronchial reaktivitet i svær til middel-svær grad.

Individuelle forhold. Det er specielt atopikere der får allergisk astma ved usættelse for organisk støv. Ofte har patienterne tidligere i livet oplevet anfald ved udsættelse for andre allergifremkaldende stoffer (pollen, dyrehår, skæl mv.) eller også har patienterne i familien personer med allergisk astma. Tobaksrygning forværrer denne lidelse.

#### Ikke allergisk Astma (HA)

Denne astma sygdom viser sig efter en periode på uger til måneder, hvor man har været udsat for organisk støv (25). Patienterne udvikler arbejdsrelateret pibende vejrtrækning, arbejdsrelateret åndenød, hoste og i mindre grad trykken for brystet. Symptomerne forværres gradvist i løbet af ugen med maksimum om fredagen, hvorefter der er bedring i løbet af week-enden. Et antal alternative forløb af astma kendes, hvoraf det hyppigste er et forløb med let trykken for brystet i løbet af arbejdsdagen med et forsinket kraftigt anfald der starter efter arbejdstids ophør. Denne type anfald kan antage regelmæssige forløb med eller uden forværring i løbet af arbejdsugen. Røntgenundersøgelse viser normale forhold. Der er ikke beskrevet undersøgelser af lungebiopsier i denne gruppe. Hos de hidtil beskrevne patienter har der ikke været forhøjede værdier af IgE, IgG eller eosinofile. Der findes ikke specifikke IgE antistoffer overfor komponenter i støvet, men i en stor del af patienterne ses præcipiterende IgG antistofferne for komponenter i arbejdsmiljøet.

Priktest viser ingen positive tegn på hudallergi over standardpanelet, og i det refererede tilfælde ej heller overfor udvalgte allergener i miljøet. Lungefunktionsundersøgelse viser normale forhold mellem anfald. Der er endnu ikke foretaget DCO undersøgelse af denne gruppe, men enkelte undersøgelser af patienter har vist normale forhold (Sigsgaard, personlig meddelelse). Histaminprovokation viser svært til let øget reaktivitet i lungerne op til 36 måneder efter eksponeringsophør. Det samme gælder symptomerne på hyperreaktive slimhinder, nemlig anstrengelsesprovokeret dyspnoe, kuldeprovokeret dyspnoe og tobaksrøgsprovokeret dyspnoe.

Individuelle forhold. I de hidtil rapporterede tilfælde har der ikke været nogen øget prævalens af atopi, hverken som de fakto atopi eller som disposition i familien. Langt de fleste har dog været rygere. Dette kan dog skyldes at de undersøgte personer alle har været specialarbejdere eller industriarbejdere og prævalensen af rygere i disse grupper er højere end i resten af befolkningen.

#### Arbejdsrelateret hoste

Tør hoste som klart er arbejdsrelateret. Symptomerne opstår efter måneder til års udsættelse for støv, herefter udvikler personerne arbejdsrelateret hoste, som kan være voldsomt generende. Hosten er kun til stede i forbindelse med arbejde og svinder i løbet af weekender eller ferier. I nogle tilfælde beskrives hosten kun relateret til bestemte arbejdsprocesser, som optræder med mellemrum. Hos disse personer ses der en gradvis forringelse af lungefunktionen, og der opstår en lungefunktionsnedsættelse af obstruktiv karakter. En undersøgelse af danske landmænd med arbejdsrelateret hoste viser, at disse har let øget reaktivitet i luftvejene ved en histaminprovokationstest.

Hoste med opspyt. (Kronisk bronchitis) viser sig ved vedvarende hoste med opspyt, specielt om morgenen. Lungefunktionen viser en faldende tendens igennem årene af kombineret obstruktiv og restriktiv karakter. Personerne der for det meste er rygere har en let normal øget bronchial reaktivitet. Ved de hosterelaterede sygdomme, er der ingen forandringer i røntgen billeder, der er ej heller serologiske forandringer og priktesten er for det meste negativ. Der er ingen øget prævalens af allergisk disposition eller de fakto atopi i disse grupper.

## 2. Anlægsbeskrivelser

Der gives i det følgende en kort beskrivelse af de 6 sorteringsanlæg og de 4 komposteringsanlæg, der er indgået i denne undersøgelse. Beskrivelsen af anlægget, de modtagne materialer samt vurderingen af de hygiejniske forhold er givet ud fra iagttagelser på undersøgelsestidspunktet. Yderligere informationer er angivet i bilag.

### 2.1 Sorteringsanlæg på AFAV I/S, Frederikssund

Affald/  
materialer

Kildesorterede materialer fra virksomheder.

Kildeseparerede materialer fra virksomheder, containerpladser.

Anlæg

De kildesorterede materialer aflæsses i bunker, hvorfra de med gummiged skubbes på transportbånd og herfra ledes til ballepresning.

De kildeseparerede materialer aflæsses i en særlig del af hallen, og herfra kan de skubbes på transportbånd og videre til håndsorteringskabinen. Der foretages udelukkende positiv sortering.

Bemærkninger

Anlægget er af ældre dato end de øvrige, hvilket blandt andet kan følges i indretningen af håndsorteringskabinen, der - sammenlignet med andre anlæg - synes mørk med dårlige adgangs- og nedkastforhold. Kabinen er forsynet med friskluftsindblæsning.

Der virker støvet i hallen og sorteringskabinen.

Ansatte

Der arbejder 3 personer på anlægget.

1 på gulvet ved pressen, makulering samt inspektion af kildesorterede materialer. 2 på håndsorteringslinien. Herudover er der 1 arbejdsleder, der kører truck m.m.

### 2.2 GMP-anlægget, Odense

Affald/  
materialer

Kildesepareret husholdningsaffald - aviser, papir, pap, plastfolie, andet plast, metal og glas.

Kildesepareret erhvervsaffald - tørre genanvendelige materialer.

Aviser indsamlet af private organisationer.

Rene, kildesorterede materialer fra erhvervs-virkomheder og containerpladser.

#### Anlæg

De kildeseparerede materialer bliver med gummi-ged læsset på transportbånd, hvorefter materi-alerne ved hjælp af forskellige sigter og mag-net deles op i forskellige materialestrømme. Opdelingen omfatter bl.a. glas, metal, håndsor-teringsegne materialer (papir, pap m.m.), brændbar og ej brandbare fraktioner.

De håndsorteringsegne materialefraktioner fø-res videre til ventilerede håndsorteringskabi-ner (miljøkabine), hvor positiv sortering af materialer foretages.

Kildeindsamlede aviser føres ligeledes over en sigte inden de ledes til håndsortering.

Kildesorterede materialer fra erhverv føres på bånd og herfra direkte til presse, der også be-nyttes til de andre sorterede materialer.

#### Bemærkninger

I hallen for modtagelse af kildesepareret af-fald, samt hvor det maskinelle sorteringsanlæg er placeret fandtes en del støv og skidt. Det skønnes at støvet stammer fra såvel aflæsning, intern transport som den maskinelle behandling af affaldet. Der findes våde dele i affaldet, som gør gulvet beskidt.

Hallen for modtagelse af kildesorterede mate-rialer virkede renere, muligvis fordi affalds-fraktionerne var tørre.

Miljøkabinerne (håndsorteringen) var rene. Ka-bine 1 er ventileret mens kabine 2 er forsynet med overtryk, hvor hver ansat sidder ved sit bord isoleret fra materialerne. Dette skulle hindre forurening af arbejdsluften i miljøkabi-nen.

Omkring ballepressen var der meget støv og en del tørre materialer lå her omkring.

#### Ansatte

15 personer, der arbejder i 1 skift fordelt på 1 arbejdsleder, 1 i modtagelse for kildesepare-ret affald, 1 i kontrolrummet, 3 i hallen for kildesorterede materialer og 9 i håndsortering-en.

#### 2.3 Sorteringsanlægget: KARA, Roskilde

#### Affald/ materialer

Kildesorterede indsamlingsaviser.

Kildesepareret erhvervsaffald fra registrerede kunder.

## Anlæg

Kildesorterede aviser tippes på gulvet i modtagehallen. Med truck/gummiged skubbes aviserne direkte over på transportbånd der leder op til håndsorteringen.

Kildesepareret erhvervsaffald tippes i grav. Fra graven føres materialerne med en kran understyret med polygrab over til transportbåndet. Ikke sorteringsegnete materialer kan lægges i særligt opstillet container.

Transportbåndet fører materialerne til håndsorteringshallen, hvor der er mulighed for at foretage såvel positiv som negativ sortering, afhængig af om materialerne er kildeseparerede eller kildesorterede.

## Bemærkninger

Anlægget virker pænt og rent. Rengøring indgår som en del af det faste arbejde.

Hallerne for modtagelse og håndsortering er effektivt afskærmet fra hinanden. Der foretages lokaludsugning over sorterbåndet.

Affaldet/materialerne, der sorteres på, virker til gengæld ikke altid rene og tørre. Inspektionsmuligheden er nedsat gennem aflæsning i graven. Det er ikke hver dag graven bliver tømt for materialer, som således kan ligge i længere perioder på anlægget.

Restfraktionerne fra det kildeseparerede erhvervsaffald ledes idag tilbage til modtagegraven, hvorfra det med grabben lægges i containere. Affaldet har således mulighed for at passere håndsorteringen flere gange.

## Ansatte

1 sidder i kranen og styrer tilførelsen til båndene. 5 arbejder med håndsortering. 1 arbejdsleder kører truck og tilser ballepressen. De ansatte i håndsorteringen har delvis jobrotation med ansatte i fiberoparbejdningen samt i makuleringen.

### 2.4 Makir's anlæg til behandling af genanvendelige materialer

## Affald/ materialer

Kildesorterede aviser og ugeblade.

Kildesorteret erhvervsaffald/produktionsspild.

Kildesepareret erhvervsaffald (supermarkeder o.lign.).

## Anlæg

Kildesorterede aviser og ugeblade skubbes med gummiged ned på forsænket transportbånd, hvor 2

personer fjerner fejlplacerede materialer (plastposer, telefonbøger). Materialerne presses.

Kildesorteret erhvervsaffald blev skubbet direkte på båndet uden yderligere inspektion.

Kildesepareret erhvervsaffald, ofte fra supermarkeder m.m. blev altid checket og fejlplaceret materiale fjernet, som det skete for kildesorterede aviser.

I den bagerste del af hallen findes makuleringsanlægget.

#### Bemærkninger

De behandlede materialer virker rene og tørre. Der er ingen generende "affaldslugt" på virksomheden. Der er støvet specielt ved transportørerne og ballepresserne.

De til tider store mængder materialer, der ligger oplagret inde i hallen kan hurtigt og effektivt fjernes fra gulvet, takket være anlæggets store kapacitet.

#### Ansatte

14 mand fordelt på 2 hold samt 1 arbejdsleder.

#### 2.5 Sorteringsanlæg 4S, Kåstrup, Skive

#### Affald/ materialer

Dagrenovation, usorteret. Herudover modtages i perioder kildesepareret husholdningsaffald (den tørre del) fra andre dele af landet.

Erhvervsaffald.

Kildesorterede aviser.

#### Anlæg

Der findes 2 modtagehaller. I en hal modtages dagrenovationen som direkte tippes i grav. I den anden hal tippes erhvervsaffald på gulvet, hvorfra det inspiceres og med gummiged skubbes de behandlingseggede dele af affaldet ned i en anden grav.

I hallen for erhvervsaffald læsses endvidere kildeindsamlede aviser. Aviserne balles efter behov uden forudgående sortering.

I erhvervshallen findes endvidere transportør, der kan føre materialer op til håndsortering. Håndsorteringsafsnittet har på grund af arbejdsmiljøproblemer som nævnt været lukket de seneste år.

Fra gravene tages affaldet op med kran forsynet med polygrab, hvorefter det neddeles i en hammermølle. Det neddelte affald gennemgår herefter en ren maskinel separation/sortering i enkelte materialer og fraktioner fx: magnetisk

metal, papir, plast, kompost, deponifraktion. Den brandbare rest presses og tørres til brændselsspiller.

#### Bemærkninger

Overalt på anlægget arbejdes der med friskluft-forsynet åndedrætsværn/maskiner udstyret med p-3 filtre (gummiged m.m.).

De maskinelle processer er indkapslede, men dette hindrer ikke, at støv og affald forekommer på gulv m.m. i hallerne.

I modtagehallerne ligger en del affald på gulvet.

Store dele af anlægget er ikke rengøringsvenligt - dette gælder f.eks. de ru gulve. Rengøring af anlægget sker hver dag på 2. skift.

Der er indblæsning af frisk luft flere steder i maskinhallen.

I den maskinelle del af anlægget og udendørs "lugter der" af affald.

#### Ansatte

Den maskinelle del af anlægget betjenes af 8 faglærte, hvoraf 2 fungerer som arbejdsledere.

Opgaverne er overvågning, kontrol, inspektion samt udbedring af driftstop.

Herudover varetager 1 person truck- og gummigedkørsel, hvilket omfatter inspektion af erhvervsaffald, udskiftning af containere, læsning af brændselsspiller m.m.

På pladsen arbejder en del andre ansatte med andre funktioner (kompaktorkørsel, tilsyn, kemikalieaffald m.m.).

#### 2.6 Sorteringsanlæg BOFA, Bornholm

#### Affald/ materialer

Kildesepareret husholdningsaffald - aviser, papir og pap.

Kildesorteret erhvervsaffald.

Anlægget skal i fremtiden muligvis modtage kildesepareret erhvervsaffald, der skal håndsorteres.

#### Anlæg

Kildesepareret husholdningsaffald bliver med gummiged og transportbånd ført over en vibrationssigte og herfra ind til en ventileret håndsorteringskabine. Der foretages overvejende positiv sortering i de ønskede materialefraktioner.

Kildesorteret erhvervsaffald skubbes direkte på et transportbånd og herfra til ballepresse. Ballepressen bruges også til de håndsorterede materialer fra husholdninger.

Med truck gennemføres intern transport af opballede-materialer på anlægget.

#### Bemærkninger

Anlægget virker lyst og venligt. Der er ingen karakteristisk affaldslugt. Sorteringskabinen er meget stor og lys, og der er indblæsning af frisk luft.

Bortset fra området omkring ballepressen var maskinhallen også ren.

Modtagehallen virker for lille og materialerne (der virker tørre og uden urenheder) hober sig hurtigt op.

#### Ansatte

4 mand i håndsorteringen. 1 mand der kører gummiged + truck. 1 daglig leder, der f.eks. ved læsning af eksportvogn kan gå ind og overtage kørsel med enten truck eller gummiged.

### 2.7 Gentofte Komposteringsanlæg

#### Affald/ materialer

Haveaffald indsamlet fra private husholdninger i Gentofte og Gladsaxe kommuner.

Parkaffald (ofte afskårne grene) fra parker, kirkegårde m.m.

#### Milekomposteringsanlæg

Materialerne neddeles og stakkes i mindre miler, der vendes efter et par ugers forløb. Milerne stakkes om flere gange med en gummiged monteret med frontlæsser. Efter ca. 6 måneder sigtes materialet. Komposten lægges i større miler, mens sigteresten endnu en gang neddeles og indgår i en fornyet komposteringsproces.

Anlægget er placeret udendørs og ingen af processerne foregår under overdækning.

#### Bemærkninger

Det må forventes, at der sker en spredning af støv, mikroorganismer samt endotoxiner ved neddeling, milevending og sigtning af komposten. Dette er alle de processer, der kræver aktiv medvirken. Processerne udføres fra traktorer eller gummiged. På måledagene blev maskiner uden filtre benyttet, men der anvendes også maskiner med filtre.

Udover de 3 kørende maskiner arbejder en pladsmand samt en ved sigtemaskinen i det fri.

#### Ansatte

1 pladsmand (arbejdsleder). 3 i kørende materiel (påfyldning af neddelere, milevending, sigtning). 1 til inspektion af sigtemaskinen.

## 2.8 Sengeløse Losseplads', komposteringsanlæg

### Affald/ materialer

Haveaffald indsamlet i kommuner tilsluttet I/S Vestforbrænding. Haveaffald fra kommunale containerpladser i Vestforbrændings område.

Parkaffald, husdyrgødning, visse restprodukter fra industrielle forarbejdningsprocesser.

### Anlæg

Madraskomposteringsanlæg for haveaffald m.m. Materialerne læsses direkte på madrassen (komposteringspladsen), hvor det straks neddeles. Lag på lag bliver hele tiden lagt oven på madrassen.

Madrassen beluftes ved at en gummiged monteret fortil med en stor "greb" løsner op i madrassen og herved tilfører luft (ilt) til processen.

Efter ca. 15 måneders henstand sigtes kompostmaterialet. Komposten eftermodner et par måneder i store trapezmiler mens sigteresten tilføres en ny madras.

Hele anlægget ligger i det fri.

### Bemærkninger

Samtlige processer, hvor affaldet håndteres kan formodes at udsende såvel støv, mikroorganismer som endotoxiner. Det drejer sig om: aflæsning på madrassen, neddeling af materiale, beluftning, udgravning og sigtning.

Samtlige processer foregår fra gummigeder og traktorer udstyret med filtre.

### Ansatte

3 personer, der betjener det kørende materiel. 1 arbejdsleder, der til fods inspicerer arbejdspladsen.

## 2.9 Kompostering i pilotanlæg på Amager (KIP)

### Affald/ materialer

Kildesepareret husholdningsaffald bestående af madaffald, kaffe-, og tegrums og blomsterafklip.

### Anlæg

Pilotanlægget var placeret i en hal. Princippet var, at det kildeseparerede affald blev blandet med halm og komposteret/vendt i et kompostvarmeanlæg (KV-anlæg) i ca. 1 uge, hvorefter materialet blev udmadet og med trillebør lagt i miler placeret i den samme hal. Milerne var overdækket med et plasttelt, hvorfra der blev foretaget udsugning.

Milerne blev vendt med en manuelt betjent maskine. Komposteringen blev afsluttet efter 6-8 uger.

I samme hal blev foretaget forsøg med "regnormekompostering" i åbne kasser.

Pilotanlægget blev lukket i 1989.

#### Bemærkninger

Pilotanlægget var kendetegnet ved, at alle operationer skulle udføres manuelt. Den ansatte var således ved samtlige arbejdsoperationer fra indvejning, tømning af beholdere, udmadning fra reaktor, milevending i meget tæt kontakt med affaldet/komposten og skadelige agens derfra i form af mikroorganismer og endotoxiner. Der blev ikke brugt åndedrætsværn under hele arbejdet ved 1. målerunde, men dette blev påbudt mellem 1. og 2. runde.

Udsugning fandt kun sted fra KV-anlægget og under plastteltet.

Milevending blev kun foretaget sidst på arbejdsdagen, for at begrænse den mikrobiologiske forurening af luften i arbejdslokalet.

Udover de omtalte påvirkninger fra processerne kan nævnes, at de åbne kasser til regnormekompostering var bevokset med skimmelsvampe.

#### 2.10 Kompostering på AFAV I/S, Frederikssund

#### Affald/ materialer

Dagrenovation.

Kildesepareret dagrenovation bestående af madaffald, bleer, let haveaffald, vådt og snavset papir.

Slam.

#### Anlæg

Efter en neddeling og en magnetseparering af dagrenovationen blandes denne i en homogeniseringsstrømle (reaktor) med slam. Affaldet opholder sig i tromlen ca. 24 timer. Det forkomposterede materiale sigtes, sigteresten køres på deponi, mens råkomposten med transportbånd bringes fra den lukkede hal ud på den åbne komposteringsplads.

Råkomposten lægges i miler, der vendes med mellemrum. Den færdige kompost sigtes inden afsætning.

#### Bemærkninger

Den indendørs del af anlægget: modtagelse, neddeling, forkompostering (reaktor), sigtning, samt videre transport til komposteringspladsen foregår principielt uden manuel indgriben.

Imidlertid fejes og spules der hver dag i modtagehallen, ligesom der ofte opstår problemer med tilstopninger - og heraf følgende manuelle indgreb - på transportbåndet efter sigtning.

I kontrolrummet var luften meget "tung", selvom der var installeret indblæsning af frisk luft. I reaktorhallen er der kraftig lugt af nedbrydningsprodukter fra den mikrobielle vækst. Lugten var stærkere i rummet efter sigtning.

Med en opholdstid på max. 24 timer, men ofte meget kortere, hvor temperaturen ikke altid kommer over 50 grader opnås ingen effektiv hygiejnisering under forkomposteringen.

Til opbygning af miler benyttes en gummiged, der ikke var monteret med filtre.

Siden undersøgelserne blev foretaget er i oktober 1989 taget et nyt tunnelkomposteringsanlæg i brug til det kildeseparerede dagrenovation. Andet affald forbehandles stadig i homogeniseringsstrømlen.

#### Ansatte

1 i kontrolrummet. 1 arbejdsleder. 5 på anlægget.

#### 2.11 Oversigtsskema over affaldstyper på anlæg

#### AFAV:

Kildesorteret/kildesepareret affald fra virksomheder.

Kildesepareret affald fra containerpladser.

#### GMP:

Kildesepareret erhvervs- og husholdningsaffald. Aviser fra private og kildesorteret affald fra erhverv og containerpladser.

#### KARA:

Kildesepareret affald fra erhverv og containerpladser, samt aviser fra private husstande.

#### Makir:

Kildesorterede aviser og ugeblade, kildesorteret erhvervsaffald/produktionsspild.  
Kildesepareret erhvervsaffald.

#### 4S:

Dagrenovation.  
Erhvervsaffald.  
Kildesorterede aviser.

#### BOFA:

Kildesepareret husholdningsaffald.  
Kildesorteret erhvervsaffald.

#### Gentofte:

Have- og parkaffald.

#### Sengeløse:

Have- og parkaffald, husdyrgødning samt visse industrielle restprodukter.

#### Amager:

Kildesepareret husholdningsaffald.

#### AFAV kompost:

Dagrenovation, slam.

### 3. Resultater

Som nævnt i kapitel 1.4 kan den gennemførte undersøgelse beskrives ved følgende delundersøgelser:

- Det modtagne affald (råvaren) karakteriseres i henhold til de anvendte indsamlingskoncepter, og det mikrobiologiske potentiale fastlægges.
- Arbejdsmiljøet beskrives v.h.a. arbejdshygiejniske målinger.
- Personundersøgelser af de ansatte.

I det følgende gennemgås resultaterne fra delundersøgelserne på følgende måde. De enkelte delundersøgelser opsummeres afsnitsvis og diskuteres. Herefter sammenlignes affaldsanalyserne med de mikrobiologiske målinger og der konkluderes på disse oplysninger som et udtryk for kildestyrke og udsættelse.

Herefter gennemgås personundersøgelsens delundersøgelser, og der konkluderes på effektsiden.

Resultaterne opsamles herefter i kapitel 4.

#### 3.1 Affaldsanalyser

Resultater af affaldsanalyserne fremgår af bilag 2. Der er kun foretaget affaldsanalyser på sorteringsanlæggene.

Der er gennemført analyser på følgende 6 anlæg, som endvidere er beskrevet m.h.t. opbygning, arbejdsfunktioner og modtaget affald i de samme bilag.

|           |                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bilag 2.1 | AFAV - Manuel sortering af erhvervsaffald/-containeraffald.                                                                                                                                                          |
| Bilag 2.2 | GMP - Kildeseparerede materialer fra erhverv og private husholdninger til maskinel/manuel sortering. Endvidere er kildesepareret dagrenovation analyseret på håndsorteringsbåndet - efter den maskinelle separation. |
| Bilag 2.3 | KARA - Materialer (kildeindsamlede aviser/erhvervsaffald) tilført manuel sortering.                                                                                                                                  |

- Bilag 2.4      MAKIR - Erhvervsaffald som kræver frasortering af uønskede materialer (manuel operation). Analysen har kun omfattet de mest urene materialer, man modtager på dette anlæg.
- Bilag 2.5      4S      - Kildesorterede (spejder) aviser samt udvalgte læs fra handels- og kontorvirksomheder.
- Bilag 2.6      BOFA    - Kildeseparerede materialer fra husholdninger.

I bilagene til de enkelte anlæg er opgjort resultaterne af affaldsanalyserne opdelt for hver materialetype, der er gennemført analyser på. Resultaterne er bragt i et skema, der er bygget op som tabel 1.4.1. I tabel 1.4.1 er endvidere vist det samlede resultat af hele affaldsanalysen.

I bilagene er endvidere givet en anlægsbeskrivelse samt en kommentering af forholdene på undersøgelsesdagene.

Affaldsanalysen er foretaget på 6 forskellige anlæg med store forskelle i såvel affaldstyper som indsamlede materialer. I det følgende vil affaldsanalyserne blive vurderet på baggrund af hvorfra materialet stammer. Der er valgt en opdeling i følgende 4 hovedgrupper:

- Aviser      - Aviser - primært fra indsamlinger gennem frivillige organisationer:

|      |        |            |
|------|--------|------------|
| KARA | 22/05: | 1.066,4 kg |
| 4S   | 19/06  | 542,4 kg   |
| 4S   | 20/06: | 457,5 kg   |
|      |        | <hr/>      |
|      |        | 2.066,3 kg |
|      |        | =====      |

- Grønne systemer      - Grønne systemer - kildesepareret dagrenovation fra private husholdninger:

|      |           |                                      |
|------|-----------|--------------------------------------|
| GMP  | 17/05:    | 337,9 kg (før maskinel separering)   |
| GMP  | 17/05:    | 150,2 kg (efter maskinel separering) |
| BOFA | 26,27/06: | 1.300,8 kg                           |
|      |           | <hr/>                                |
|      |           | 1.788,9 kg                           |
|      |           | =====                                |

Containeraffald - Containeraffald. Såvel fra private som fra erhverv:

|              |                                         |
|--------------|-----------------------------------------|
| AFAV 8,9/5:  | 1.422,6 kg (overvejende avisindsamling) |
| Makir 29/05: | 123,4 kg (cont. til pap)                |
|              | <hr/>                                   |
|              | 1.546,0 kg                              |
|              | =====                                   |

Erhvervsaffald - Erhvervsaffald:

|                 |            |
|-----------------|------------|
| GMP 16/05:      | 733,0 kg   |
| KARA 25/05:     | 794,9 kg   |
| Makir 29,30/05: | 1.000,2 kg |
| 4S 19/06:       | 289,2 kg   |
|                 | <hr/>      |
|                 | 2.817,3 kg |
|                 | =====      |

Opdelingen i de 4 hovedgrupper er valgt, dels fordi materialesammensætningen indenfor disse grupper er nogenlunde sammenlignelige, dels fordi man herved har dækket de væsentlige kilder for materialer tilført affaldssorteringsanlæggene.

Der er ikke gennemført analyser på kildesorteret erhvervsaffald, idet dette normalt er kendetegnet ved stor renhed - inspektion af det kildesorterede erhvervsaffald underbygger dette.

| Vægt %                  |                 | avis  | Grønne system. | cont. affald | Erhverv affald | Total |
|-------------------------|-----------------|-------|----------------|--------------|----------------|-------|
| <u>PAP</u>              | tørt/rent       | 2     | 12             | 13           | 66             | 28    |
|                         | vådt/forurennet |       |                | (0,1)        | 2              | 1     |
| <u>Aviser</u>           | rene/tørre      | 73    | 45             | 44           | 4              | 38    |
|                         | våde/forurende  | 1     | (0,2)          | (0,4)        |                | (0,3) |
| <u>Papir</u>            | rent/tørt       | 24    | 32             | 41           | 9              | 24    |
|                         | vådt/forurennet |       |                | (0,2)        |                |       |
| <u>PE-folie</u>         | rent/tørt       | (-)   | 1              | (0,2)        | 6              | 2     |
|                         | forurennet      |       |                |              | (0,2)          |       |
| <u>Plastdunke</u>       |                 |       | (0,2)          |              | (0,1)          |       |
| <u>Træ</u>              |                 | (-)   |                |              | 2              | 1     |
| <u>Glas og flasker</u>  |                 |       | 4              |              |                | 1     |
| <u>Metal</u>            |                 | (-)   | (0,1)          |              |                |       |
| <u>Jord/haveaffald</u>  |                 | (-)   | 1              |              |                | (0,2) |
| <u>Madspild</u>         |                 |       | (0,1)          |              | 3              | 1     |
| <u>Andet brandbart</u>  |                 | (0,2) | 5              | 1            | 7              | 4     |
| <u>Andet ej-br.bart</u> |                 | (-)   | 1              | 1            | 1              | (0,5) |
| <u>Total</u>            |                 | 101   | 100            | 100          | 100            | 100   |
| <u>Stikprøvestr. kg</u> |                 | 2.066 | 1.789          | 1.546        | 2.811          | 8.212 |

Tabel 3.1.1

Vægt% fordeling af materialer i affaldsanalyser omfattende grupperne:

Avisindsamling (kildesorteret), grønne systemer (kildesepareret), containeraffald (bringesystemer), erhvervsaffald (kildesepareret).

I table 3.1.1 er for hver af de 4 hovedgrupper af analyseret affald anført den registrerede materialefordeling (vægt%), ligeledes er den samme fordeling anført for den samlede stikprøvestørrelse.

Der registreres store variationer i materialefordelingen mellem de forskellige affaldsgrupper. Aviser og papir (ugeblade, reklamer, skrivepapir) er de dominerende materialer indenfor de 3 første grupper, mens pap mængdemæssigt er det dominerende materialer fra erhvervsaffald.

Dette er ikke overraskende - dog skal det bemærkes, at indholdet fra containerpladser kunne have haft en hvilken som helst anden sammensætning (afhængig af hvilket materiale containerne er forbeholdt for).

Kildeindsamlende  
aviser og uge-  
blade

På KARA og 4S har affaldsanalyserne blandt andet omfattet kildesorterede aviser, hvor indsamlingen er foretaget af såvel private organisationer som af kommuner. Der er tale om en meget veldefineret materialegruppe, og det var i analyserne også klart, at fejlsortering og forurening af materialerne kun forekom i yderst begrænset omfang.

I tabel 3.1.2 er anført materialesammensætningen i analyserne fra de 2 anlæg. Ugeblade og tryksager optræder i fraktionen papir.

| Vægt%                   |                 | KARA    | (4S) Kåstrup | Analyser ialt |
|-------------------------|-----------------|---------|--------------|---------------|
| <u>PAP</u>              | tørt/rent       | 1       | 3            | 2             |
|                         | vådt/forurennet |         |              |               |
| <u>Aviser</u>           | rene/tørre      | 80      | 66           | 73            |
|                         | våde/forurende  | 2       | (0,2)        | 1             |
| <u>Papir</u>            | rent/tørt       | 17      | 30           | 24            |
|                         | vådt/forurennet |         |              |               |
| <u>PE-folie</u>         | rent/tørt       | (0,1)   |              | ( )           |
|                         | forurennet      |         |              |               |
| <u>Plastdunke</u>       |                 |         |              |               |
| <u>Træ</u>              |                 |         | (0,02)       | ( )           |
| <u>Glas og flasker</u>  |                 |         |              |               |
| <u>Metal</u>            |                 |         | (0,02)       | ( )           |
| <u>Jord/haveaffald</u>  |                 |         | (0,04)       | ( )           |
| <u>Madspild</u>         |                 |         |              |               |
| <u>Andet brændbart</u>  |                 | (0,2)   |              | (0,2)         |
| <u>Andet ej-br.bart</u> |                 | (0,02)  | (0,02)       | ( )           |
| <u>Total</u>            |                 | 100     | 99           | 100           |
| <u>Stikprøvestr. kg</u> |                 | 1.066,4 | 999,9        | 2.066,3       |

Tabel 3.1.2

Vægt% fordeling af materialer fundet i kildeindsamlede aviser og ugeblade.

97% af det undersøgte materiale bestod af tørre og rene aviser og ugeblade.

Der var nogle våde aviser imellem. Det skønnes, at disse er blevet våde ved at ligge i carport eller lignende inden indsamlingen. En del af disse våde aviser havde en muggen lugt og havde svampebevoksning.

Det generelle indtryk var dog, at denne fraktion er meget ren. På MAKIR blev foretaget inspektion af kildeindsamlede aviser og ugeblade. Heller ikke her registreredes forureninger - bortset fra plast, telefonbøger og lignende.

## Grønne systemer

2 af de undersøgte anlæg - BOFA, Bornholm samt Marius Pedersen (GMP), Fyn - modtager og behandler kildesepareret husholdningsaffald.

På Bornholm indsamles en fraktion bestående af pap, papir og aviser.

I Odense indsamles en fraktion bestående af pap, papir, aviser, plast og glas, mens der på Fyn iøvrigt indsamles metal, mælkekartoner og tekstiler sammen med de nævnte materialer.

Efter en vis mekanisk separation sorteres materialerne manuelt på anlæggene.

I tabel 3.1.3 er vist resultater af de gennemførte affaldsanalyser.

Fra Marius Pedersens sorteringsanlæg foreligger 3 opgørelser:

- den første stammer fra Odense kommunes grønne affald på analysedagen. Analysen blev foretaget inden affaldet behandles i den maskinelle (separation/sortering) del af anlægget.
- den anden stammer fra samme ordning og dag, men efter den maskinelle separation.
- den tredje analyse af affaldet er foretaget af Marius Pedersen ca. 1 1/2 måned før analyseprogrammet. Også dette affald stammer fra Odense Kommune.

| Vægt%                   |                 | BOFA    | GMP<br>før<br>Mask.<br>sep. | GMP<br>eft.<br>Mask.<br>sep. | GMP<br>egne<br>under-<br>søgel. | Analyser ialt<br>excl. GMP's |
|-------------------------|-----------------|---------|-----------------------------|------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| <u>PAP</u>              | tørt/rent       | 12      | 9                           | 18                           | 4                               | 12                           |
|                         | vådt/forurennet |         |                             |                              |                                 |                              |
| <u>Aviser</u>           | rene/tørre      | 46      | 38                          | 43                           | 41                              | 45                           |
|                         | våde/forurende  | (0,1)   | 1                           |                              |                                 | (0,2)                        |
| <u>Papir</u>            | rent/tørt       | 36      | 17                          | 33                           | 28                              | 32                           |
|                         | vådt/forurennet |         |                             |                              |                                 |                              |
| <u>PE-folie</u>         | rent/tørt       | (0,1)   | 3                           | 1                            | 1                               | 1                            |
|                         | forurennet      |         |                             |                              |                                 |                              |
| <u>Plastdunke</u>       |                 |         | (0,4)                       | 2                            | 1                               | (0,2)                        |
| <u>Træ</u>              |                 |         |                             |                              |                                 |                              |
| <u>Glas og flasker</u>  |                 | (0,01)  | 20                          | (0,1)                        | 9                               | 4                            |
| <u>Metal</u>            |                 | (0,02)  |                             | 1                            | (0,4)                           | (0,1)                        |
| <u>Jord/haveaffald</u>  |                 | (0,2)   | 4                           |                              | 16                              | 1                            |
| <u>Madspild</u>         |                 | (0,02)  | (0,5)                       |                              |                                 | (0,1)                        |
| <u>Andet brandbart</u>  |                 | 5       | 3                           | 2                            |                                 | 5                            |
| <u>Andet ej-br.bart</u> |                 | (0,03)  | 3                           | (0,1)                        |                                 | 1                            |
| <u>Total %</u>          |                 | 99      | 98                          | 100                          | 100                             | 100                          |
| <u>Stikprøvestr. kg</u> |                 | 1.300,8 | 337,9                       | 150,2                        | (4.980)                         | 1.788,9                      |

Tabel 3.1.3

Affaldsanalyserne viser, at de grønne fraktioner overvejende består af de materialer, der foreskrives i sorteringsvejledningerne.

Bornholm-systemet indeholder 94% af de anviste materialer. 5% af stikprøverne viste "andet brandbart". Denne del var dog ikke fejlsorteret materiale, men bestod primært af usædvanligt meget gaveindpakningspapir, hvortil kom en del ukurant (småt) papir. Der registreredes endvidere en del mælkekartoner, hvilket må tilskrives et afsluttet forsøg med indsamling af mælkekartoner. Samlet må det derfor siges, at det grønne affald på Bornholm havde en høj renhed og fin sorteringsgrad.

Det grønne affald fra Odense kommune må indeholde en del flere materialer end Bornholms. En enkelt pose med 15 kg jord påvirker analysen kraftigt. Fejlsorteringer forekom - omend det var sjældent - og de vigtigste var her haveaffald, poser med blandet dagrenovation (indeholdende madspild). Som forureningsemner kan iøvrigt påpeges en del støv, sand og glasstumper.

Det var påfaldende, at en væsentlig del af forureningsemnerne blev fjernet under den maskinelle behandling.

Generelt må om de undersøgte grønne systemers affald siges, at dette var forholdsvis rent. Det skal nævnes, at de her undersøgte indsamlingsordninger hører til de, der har den snæverste definition af "grønt affald". Det vil være rimeligt at antage, at jo bredere definitionen af grønt affald gøres, jo dårligere bliver sorteringsgrad og renhed af materialerne. En tendens hertil kan ses fra Bornholm til Odense.

Det var bemærkelsesværdigt, at de registrerede aviser og ugeblade klart var af nyere dato end de, der blev fundet i indsamlingsordninger for aviser og ugeblade. Forklaringen herpå må være, at med et grønt system, lægges aviserne straks i beholderen hertil, og de opbevares ikke først i carport eller lignende.

#### Containeraffald

På anlæggene AFAV og MAKIR registreredes containeraffald. Der var tale om containere til papir (AFAV), pap (MAKIR) samt containere til pap og papir (AFAV). På AFAV var materialer fra de forskellige containere blandet sammen, hvilket besværliggør en opdeling efter kilde, mens der på MAKIR var tale om en kendt container opstillet på en container (genbrugs)plads.

Resultatet af undersøgelserne fremgår af tabel 3.1.4. Idet der blev analyseret mest af denne type affald på AFAV, indgår disse registreringer også med størst vægt i samlede opgørelse.

| Materialefordeling<br>for containeraffald |                 | AFAV    | MAKIR | TOTALT |
|-------------------------------------------|-----------------|---------|-------|--------|
| Vægt%                                     |                 |         |       |        |
| <u>PAP</u>                                | tørt/rent       | 8       | 63    | 13     |
|                                           | vådt/forurennet |         | 1     | (0,1)  |
| <u>Aviser</u>                             | rene/tørre      | 46      | 19    | 44     |
|                                           | våde/forurende  | (0,5)   |       | (0,4)  |
| <u>Papir</u>                              | rent/tørt       | 44      | 4     | 41     |
|                                           | vådt/forurennet | (0,2)   |       | (0,2)  |
| <u>PE-folie</u>                           | rent/tørt       |         | 2     | (0,2)  |
|                                           | forurennet      |         |       |        |
| <u>Plastdunke</u>                         |                 |         |       |        |
| <u>Træ</u>                                |                 |         |       |        |
| <u>Glas og flasker</u>                    |                 |         |       |        |
| <u>Metal</u>                              |                 |         |       |        |
| <u>Jord/haveaffald</u>                    |                 |         |       |        |
| <u>Madspild</u>                           |                 |         |       |        |
| <u>Andet brændbart</u>                    |                 | (0,2)   | 6     | 1      |
| <u>Andet ej-br.bart</u>                   |                 | (0,1)   | 5     | 1      |
| <u>Total %</u>                            |                 | 99      | 100   | 101    |
| <u>Stikprøvestr. kg</u>                   |                 | 1.422,6 | 123,4 |        |

Tabel 3.1.4

Forureningsgraden på AFAV er meget lille. Der var knap 1% (vægt) våde og forurenede aviser og ugeblade. Der blev til anlægget tilført materialer bl.a. fra en frit opstillet container til pap, som af de ansatte blev afvist, og indholdet blev ledt udenom håndsorteringen. Der sker således en selektiv udvælgelse af læs til håndsortering.

På MAKIR foretages kun manuel sortering på læs, hvor der er for mange fremmedstoffer i forhold til hovedmaterialet. De 2 fraktioner brændbart og ej brændbart er ikke sorteret ud i enkelt materialer - der var dog en del træ og metal imellem.

Der er meget stor forskel på hvilken renhed i materialesammensætningen, man kan opnå med containeropstillinger. Information til brugeren, kontrol af container m.m. er vigtige forudsætninger for kvaliteten af de indsamlede materialer. Disse forhold er ikke kendt for de undersøgte containere, og det vil derfor ikke, på grundlag af denne undersøgelse, være muligt at udtale noget generelt om f.eks. hvilken kontrol der er nødvendig for at sikre et tilstrækkeligt rent materiale.

#### Erhvervsaffald

På alle anlæg modtages og behandles erhvervsaffald. Der er dog kun foretaget analyser af erhvervsaffald på følgende 4 anlæg: GMP, KARA, MAKIR og 4S. På GMP modtages både kildesorteret og kildesepareret erhvervsaffald - det er kun det kildeseparerede, der er undersøgt i denne forbindelse.

KARA modtager kun erhvervsaffald til håndsortering fra udvalgte kunder. På undersøgelsesdagen gik anlægget i stykker, hvilket betød at det var svært at variere stikprøveudtagningen fra graven. Affaldet stammer derfor overvejende fra en enkelt kunde.

MAKIR foretager kun manuel sortering/kontrol af de mest blandede læs med erhvervsaffald. Affaldsanalyserne har omfattet disse læs.

| Materialefordeling<br>for erhvervsaffald |                 | GMP   | KARA  | MAKIR   | 4S    | Erhverv ialt |
|------------------------------------------|-----------------|-------|-------|---------|-------|--------------|
| Vægt%                                    |                 |       |       |         |       |              |
| <u>PAP</u>                               | tørt/rent       | 61    | 52    | 86      | 51    | 66           |
|                                          | vådt/forurennet | 3     | 1     | 2       |       | 2            |
| <u>Aviser</u>                            | rene/tørre      | 3     | 12    | (0,01)  |       | 4            |
|                                          | våde/forurende  |       |       |         |       |              |
| <u>Papir</u>                             | rent/tørt       | 14    | 13    | 3       |       | 9            |
|                                          | vådt/forurennet |       |       |         |       |              |
| <u>PE-folie</u>                          | rent/tørt       | 9     | 4     | 5       | 7     | 6            |
|                                          | forurennet      | 1     |       |         |       | (0,2)        |
| <u>Plastdunke</u>                        |                 | (0,3) |       |         |       | (0,1)        |
| <u>Træ</u>                               |                 | 4     |       | (0,2)   | 5     | 2            |
| <u>Glas og flasker</u>                   |                 |       |       |         |       |              |
| <u>Metal</u>                             |                 | (0,1) |       |         |       |              |
| <u>Jord/haveaffald</u>                   |                 |       |       |         |       |              |
| <u>Madspild</u>                          |                 | 1     | 11    | (0,2)   | (0,1) | 3            |
| <u>Andet brændbart</u>                   |                 | 4     | 5     | 2       |       | 7            |
| <u>Andet ej-br.bart</u>                  |                 |       | 2     | 1       | 37    | 1            |
| <u>Total %</u>                           |                 | 100   | 100   | 100     | 100   | 100          |
| <u>Stikprøvestr. kg</u>                  |                 | 733   | 794,9 | 1.000,2 | 289,2 | 2.817,3      |

Tabel 3.1.5

Tabel 3.1.5 indeholder en række oplysninger som kort skal kommenteres:

- i alle undersøgelser udgør andelen af genanvendeligt pap over 50% af de udtagne stikprøver.
- i gennemsnit er 2% af pappet vådt/forurennet. Til denne gruppe hører også pap, hvor kun dele af pappet er forurennet.
- det forurenede PE-folie på GMP anlægget stammer fra afdækning på landbrugsarealer (sandsynligvis løgmarker el. lign.).

- på KARA består en overraskende stor del af "madspild". Affaldet indeholder mange plast-sække m.m. med kantineaffald (madrester, kaffefiltre og grums m.m.). De registrerede søkke er ikke analyseret nærmere med henblik på at finde den præcise materialesammensætning.
- den meget store andel af andet ej-brændbart på Kåstrup-anlægget skyldes, at det undersøgte parti indeholdt mange tapperester.

Generelt ser erhvervsaffaldet meget pænt og rent ud - bortset fra det på KARA. Kvaliteten af materialerne kan dog bedres noget - her er specielt problemet med det våde, forurenede papir et forhold, der kunne tages op.

### 3.1.1

#### Diskussion af affaldsanalyser

De foreliggende affaldsanalyser har normalt omfattet de affaldstyper, der på forhånd er vurderet som de mest belastende af de, der behandles på anlæggene. Dog er også kildesorterede aviser indgået i analyserne på 2 af anlæggene.

Resultatet af analyserne er gennemgået i det foregående og det er fundet at materialesammensætningen er meget forskellig for de enkelte affaldstyper. Forureningen og "tilladte" materialer i de enkelte affaldstyper er også forskellig.

De gennemførte analyser - er baseret på stikprøveudtagning over 2 dage, og giver således kun et øjebliksbillede.

Der kan dog knyttes følgende bemærkninger til analyserne for de 4 undersøgte affaldstyper:

- de kildeindsamlende aviser havde en meget høj renhed, det eneste belastende synes at være en mindre del våde aviser.
- de grønne systemer må generelt indeholde forskellige materialer. Egentlige fejlsorteringer i denne affaldstype er derfor haveaffald, madspild samt andre materialer. Madspild og haveaffald forekom kun som enkeltkilder og ikke som generelle forureninger. I den brændbare fraktion udgør f.eks. gavepapir og småt papir en væsentlig del - det skal bemærkes, at dette ikke er fejlsorteret ifølge sorteringsvejledningen.
- Containeraffald kan erfaringsmæssigt være meget forskelligt i sammensætning. De her undersøgte containere var pæne og indholdet var generelt rent og tørt.

- erhvervsaffald kan ligeledes variere meget i sammensætning. Det her analyserede affald har kun omfattet kildesepareret erhvervsaffald. 3 forhold skal påpeges fra de aktuelle analyser. Der blev fundet en del pap, der var vådt eller forurenet fra frugt m.m. Den store andel af madspild stammer fra et anlæg, hvor en del plastsække med kantineaffald forekom. Den store andel brændbart skyldes tæpperester på et anlæg.

Ud fra de gennemførte affaldsanalyser samt vurdering af anlæggene og affald modtaget på disse kan følgende konkluderes:

1. Kildesorterede materialer er generelt rene. Der er meget få fejlsorteringer og disse består oftest i f.eks. pap eller plastposer blandt kildesorterede aviser. Kvaliteten (renheden) af affaldet/materialerne påvirkes således ikke af fejlsorteringen. Kildesorterede materialer kan blive våde, såfremt der ved kilden ikke findes eget opsamlingsudstyr.
2. Kildeseparerede materialer er mindre forurenede jo mere selektive kravene er for indsamling/modtagelse af materialerne/affaldet. Dette betyder, at både færre tilladte materialetyper i det kildeseparerede affald og en konsekvent afvisning af materialer, der ikke opfylder kvalitetskravene, er nødvendig for at reducere forureningsgraden.
3. Mekanisk separation/udsugning kan fjerne en del af visse fysiske urenheder som støv, sand og lignende fra materialerne. Derimod er det usikkert, hvilken effekt disse tiltag har overfor mikroorganismer.

### 3.2 Resultater fra arbejdshygiejniske målinger samt resultater fra målinger af mikrobiologisk potentiale

#### 3.2.1

#### Resultater fra arbejdshygiejniske målinger på affalds- og sorteringsanlæg

Resultaterne fra de arbejdshygiejniske målinger fremgår af tabel 3.2.1.1 - 3.2.1.6. Ved de mikrobiologiske målinger er kun medtaget resultater fra Impingere. Årsagen er, at de er indgået ved alle målinger, samt at måleperioden var 3 timer fremfor 1/2 - 2 minutter ved Andersen og RCS. Impinger giver således et bedre udtryk for den gennemsnitlige belastning. RCS og Andersen vil være meget påvirkelige for varierende kildestyrke, og kan således vise spidsbelastninger.

Fastlæggelse af variationer over dagen kræver dog langt flere målinger, end hvad var muligt indenfor projektets grænser. Målingerne her er taget for generelt at give et bedre billede af belastningen. Baggrundsmålingerne er dog kun taget med RCS idet detektionsgrænsen for Impingere er for høj her. Af bilag 3.1 - 3.6 fremgår de resterende resultater fra de mikrobiologiske målinger, målepositioner, prøveudtagningstider, samt kommentarer og vurderinger af målingerne på de enkelte anlæg. Endelig indeholder bilagene en beskrivelse af det anvendte prøvetagningsudstyr.

Ved vurdering af resultaterne fra de enkelte anlæg, må det huskes, at de mikrobiologiske analyser udgør øjebliksbilleder, og at fx årstidsvariation og specielle, belastede arbejdsprocesser også har betydning. Årstidsvariationen for luftbårne kim på affalds- og sorteringsanlæg kendes ikke, men må forventes at have indflydelse på resultaterne. Endvidere vil forhold som fx rengøringsstandarden, affaldskvaliteten samt mængden af affald have indflydelse på niveauet af luftbårne kim, endotoxiner og støv.

#### Generelle betragtninger

Generelt kørte anlæggene uden væsentlige driftsproblemer på måledagene, dog lå KARA helt stille 1 dag, og affaldskvaliteten var ligeledes generelt pæn. De registrerede kimtalsmålinger ligger generelt en faktor  $10^3$  under, hvor akutte effekter ses i landbruget (51).

De fundne endotoxinniveauer ligger ligeledes under de niveauer, hvor der er angivet akutte symptomer (37).

De fundne støvniveauer ligger generelt lavt i forhold til arbejdstilsynets grænseværdi.

For kimal findes ingen grænseværdier, men i forbindelse med arbejdshygiejniske målinger på affalds- og sorteringsanlæg er ofte benyttet følgende foreslåede acceptniveauer, der oprindeligt er foreslået for rensningsanlæg:

|                        |        |                           |
|------------------------|--------|---------------------------|
| Totalkim               | 10.000 | (R. Rylander, pers.medd.) |
| do.                    | 5.000  | (56)                      |
| Gramnegative bakterier | 1.000  | (R. Rylander, pers.medd.) |

Undersøgelser på samme anlæg på andre tidspunkter af året tyder på, at kimtals- og endotoxin-niveauerne varierer med årstiden og at specielt i sensommeren og efteråret findes højere niveauer (43).

Dette stemmer ligeledes overens med den enkelte undersøgelse på KARA i august.

Ligeledes findes ingen grænseværdier for endotoxiner, men fra svensk side er foreslået en maksimal værdi på 100 ng endotoxiner/m<sup>3</sup> luft (37), hvilken ofte benyttes i Danmark i forbindelse med målinger på affalds- og sorteringsanlæg.

Til sammenligning bringes en opstilling over endotoxinmålinger fra arbejdsmiljøer, der er sammenlignelige med, hvad der findes på affaldsanlæg:

| Luftbårent Endotoxin          |                   |        |
|-------------------------------|-------------------|--------|
|                               | µg/m <sup>3</sup> |        |
| <u>Bomuldsspinderier</u>      |                   |        |
| kartning                      | 0.3               | - 3.9  |
| spinnerier                    | 0.1               | - 1.2  |
| vævning                       | 0.01              | - 0.05 |
| <u>Hørforarbejdning</u>       |                   |        |
| kartning                      | 1.2               |        |
| <u>Uldforarbejdning</u>       | 0.01              | - 0.05 |
| <u>Tørret kloakslam</u>       | 1.3               |        |
| <u>Pumpestation, kloak</u>    | 1.2               | - 3.5  |
| <u>Kompostering</u>           | 0.001             | - 0.4  |
| <u>Kyllingeslagterier</u>     | 0.6               | - 6.7  |
| <u>Svinestier</u>             | 0.3               | - 0.9  |
| <u>Savværker</u>              | 0.05              | - 0.2  |
| <u>Trykkerier</u>             |                   |        |
| vandfordamper                 | 0.3               | - 0.4  |
| <u>Arbejde med muggent hø</u> | 0.3               | - 6.7  |
| <u>Arbejde med ris</u>        | 0.05              | - 1.3  |
| <u>Arbejde med korn</u>       | 0.3               | - 3.6  |
| <u>Affaldsbehandling</u>      | 0.03              | - 1,0* |

(36)

\* Dette resultat er fra en indledende undersøgelse på 4S (7).

Ved støv er Arbejdstilsynets grænseværdi på 5 mg/m<sup>3</sup> for organisk støv, som dog er varslet nedsat til 3 mg/m<sup>3</sup>.

Usikkerheden og variationen ved mikrobiologiske luftmålinger er stor, hvorfor de registrerede kimtal bør betragtes som niveauer og ikke som absolutte værdier. Ved test af ugevariationer på kimtalsniveauerne på AFAV på 3 lokaliteter blev ingen signifikant forskel fundet på ugedage eller lokaliteter, jvf. bilag 3.13. Dette gælder dog nødvendigvis ikke generelt.

## Anlæg med kildesorteret affald (MAKIR samt GMP)

### MAKIR

De registrerede kimtalsniveauer på MAKIR lå meget ens ved de enkelte målepositioner og ingen steder blev registreret høje niveauer jvf. tabel 3.2.1.1.

| MAKIR<br>Lokalitet       | Totalkim<br>K.E./m <sup>3</sup> | Svampe<br>K.E./m <sup>3</sup> | Gramneg. bakt<br>K.E./m <sup>3</sup> | Endotox.<br>ng/m <sup>3</sup> | Støv<br>mg/m <sup>3</sup> |
|--------------------------|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Gummiged<br>"Modtagelse" | 5.050                           | 5.450                         | 2.600                                | 0,12                          | 1,17                      |
|                          | 2.300                           | 4.700                         | 2.550                                | 1,15                          | 1,44                      |
| Ballepresse:<br>1)<br>2) | 12.700                          | 12.500                        | 5.250                                | 0,92                          | 0,82                      |
|                          | 2.750                           | 1.600                         | 2.250                                | 0,11                          | 2,90                      |
| Papirsortering           | 4.700                           | 17.200                        | 4.750                                | 0,12                          | 1,03                      |
|                          | 1.500                           | 400                           | 850                                  | 1,28                          | 0,38                      |
| Papsortering             | 3.300                           | 10.550                        | 1.000                                | 6,26                          | 0,42                      |
|                          | 3.850                           | 6.750                         | 2.200                                | 1,80                          | 1,59                      |
| Makulering               | 3.300                           | 2.650                         | 2.200                                | 1,15                          | 1,23                      |
|                          | 600                             | 800                           | < 500                                | 1,25                          | 1,19                      |
| Baggrund                 | 80                              | 30                            |                                      | 0,13                          |                           |
|                          | 370                             | 510                           |                                      | 0,13                          |                           |

| GMP<br>Lokalitet                    | Totalkim<br>K.E./m <sup>3</sup> | Svampe<br>K.E./m <sup>3</sup> | Gramneg. bakt<br>K.E./m <sup>3</sup> | Endotox.<br>ng/m <sup>3</sup> | Støv<br>mg/m <sup>3</sup> |
|-------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Gummiged<br>kildesorteret<br>affald | 20.550                          | 4.700                         | 12.800                               | 3,17                          | 1,34                      |
|                                     | 81.950                          | 9.000                         | 23.550                               | 7,97                          | 1,20                      |
| Ballepresse                         | -                               | 6.250                         | <500                                 | 0,16                          | 0,78                      |
|                                     | 4.850                           | 1.200                         | 2.700                                | 2,75                          | 0,50                      |
| Baggrund                            | 400                             | <10                           |                                      | 1,02                          |                           |
|                                     | 625                             | 50                            |                                      | 1,50                          |                           |

1) bl. papir      2) makulering      -) udgået

Tabel 3.2.1.1

Arbejdshygiejniske målinger på MAKIR d. 29. og 30. maj samt på GMP ved kildesorteret affald d. 16. og 17. maj.

Den meget ens belastning kan skyldes, at affaldet kvalitetsmæssigt var ens, hvilket også stemmer rimeligt overens med den mikrobiologiske analyse af affaldet jvf. bilag 3.12. Endvidere var aktiviteten nogenlunde ens og høj ved alle målepositioner.

I forhold til alle øvrige anlæg var det meget store affaldsmængder, der blev behandlet.

De højere kimtalsniveauer ved ballepressen til blandet papir i forhold til makuleret papir skyldes formodentlig, at papir til makulering udgør en meget ren og tør fraktion i forhold til blandet papir. Støvmængden var derimod væsentlig større ved makuleret papir.

GMP

I hallen for kildesorteret affald på GMP blev registreret væsentlig højere kimtalsniveauer end på MAKIR jvf. tabel 3.2.1.1. Dette kan skyldes, at hallen i høj grad blev benyttet som lagerhal samtidig. Specielt på 2. dagen, hvor de højeste niveauer blev registreret, lå meget store mængder af kildesorteret affald i hallen.

På MAKIR fjernes affaldet hurtigt fra hallen og kun få steder lå små bunker affald.

Rengøringsstandarden, som også kan have indflydelse på kimtalsniveauerne, synes at være ens på de 2 anlæg.

GMP/MAKIR

I betragtning af aktivitetsniveauet samt de store mængder affald, der blev behandlet på MAKIR i forhold til GMP, må de registrerede niveauer på MAKIR opfattes som lave.

I sammenligning med de øvrige anlæg lå kimtalsniveauerne ligeledes lavt, hvis affaldsmængderne og aktivitetsniveauerne tages i betragtning dog undtaget BOFA.

Anlæg med affald fra grønne systemer og med maskinel behandling inden håndsortering (GMP og BOFA)

Anlægsindretning, arbejdsmiljømæssige foranstaltninger samt affaldskriterier var meget varierende på de 2 anlæg.

Generelt var BOFA langt mere rengøringsvenligt end GMP, og de restriktive affaldskriterier betød at al affaldet generelt var tørt, hvilket yderligere letter rengøringen.

GMP

På GMP var der tilsyneladende en sammenhæng mellem de registrerede måleværdier og aktivitetsniveau, affaldsmængderne samt til dels affaldskvaliten.

D. 16. maj blev registreret meget høje kimtalsniveauer i miljøkabine 1 ved sortering af kildesepareret erhvervsaffald jvf. tabel 3.2.1.2, specielt var der mange gramnegative bakterier både i forhold til de øvrige målinger på GMP, men også i forhold til andre anlæg. Aktiviteten ved sorteringen var høj, og affaldsmængderne var større end ved sortering af kildesepareret husholdningsaffald.

Kimtalsniveauerne ved sortering af spejderaviser (forsortering miljøkabine 1) lå noget lavere selvom aktivitet og affaldsmængder var nogenlunde ens. Det kan skyldes at spejderaviser mikrobiologisk set generelt udgør en renere fraktion end kildesepareret erhvervsaffald jvf. afsnit 3.2.4.

D. 17. maj, hvor der blev sorteret på kildesepareret husholdningsaffald i miljøkabine 1, blev registreret lavere kimtalsniveauer, hvilket formodentlig skyldes den væsentlig lavere aktivitet og mindre affaldsmængde.

Der kunne ikke registreres nogen væsentlig forskel ved håndtering af kildesepareret erhvervsaffald eller husholdningsaffald når der ses på de registrerede niveauer på steder med ens aktivitet (hal samt personbåren).

I miljøkabine 2 blev registreret værdier på niveau med håndsorteringen på BOFA selvom affaldet kvalitetsmæssigt var meget forskelligt. Det tyder på at overtrykskabinen kan holde den mikrobielle luftforurening ude.

| GMP Lokalitet                                   | Totalkim<br>K.E./m <sup>3</sup> | Svampe<br>K.E./m <sup>3</sup> | Gramneg.bakt<br>K.E./m <sup>3</sup> | Endotox.<br>ng/m <sup>3</sup> | Støv<br>mg/m <sup>3</sup> |
|-------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Gummiged<br>kildesepareret<br>affald            | 3.000                           | 2.700                         | <500                                | 0,14                          | 0,30                      |
|                                                 | 11.650                          | 6.600                         | 800                                 | 2,34                          | 0,35                      |
| Modt. kildese-<br>pareret affald<br>personbåren | 9.800                           | 6.150                         | 600                                 | 2,32                          | 0,77                      |
|                                                 | 9.300                           | 14.650                        | 1.100                               | 1,69                          | 0,82                      |
| Ballepresse                                     | -                               | 6.250                         | <500                                | 0,16                          | 0,78                      |
|                                                 | 4.850                           | 1.200                         | 2.700                               | 2,75                          | 0,50                      |
| Hal                                             | 32.150                          | 5.850                         | 7.600                               | 3,32                          | 1,16                      |
|                                                 | 38.650                          | 14.200                        | 6.050                               | 3,43                          | 1,23                      |
| Miljøkabine 1<br>personbåren                    | 60.650                          | 1.600                         | 54.750                              | 3,05                          | 1,00                      |
|                                                 | 8.800                           | 3.600                         | 2.950                               | 3,74                          | 0,45                      |
| Miljøkabine 1<br>forsortering<br>personbåren    | 14.900                          | 5.450                         | 850                                 | 3,26                          | 0,68                      |
|                                                 | 2.750                           | 1.350                         | <500                                | 1,70                          | 0,47                      |
| Miljøkabine 2<br>1. plads per-<br>sonbåren 17/5 | 5.050                           | <500                          | 1.650                               | 1,57                          | 0,50                      |
| Miljøkabine 2<br>2. plads per-<br>sonbåren 17/5 | 2.350                           | <500                          | <500                                | 0,17                          | 0,51                      |
| Baggrund                                        | 400                             | <10                           |                                     | 1,02                          |                           |
|                                                 | 625                             | 50                            |                                     | 1,50                          |                           |

-) udgået

Tabel 3.2.1.2

Arbejdshygiejniske målinger på GMP ved håndtering af kildesepareret affald d. 16. og 17. maj.

## BOFA

Alle de registrerede målinger på BOFA lå generelt lavt på nær ved ballepresse jvf. tabel 3.2.1.3, hvor der under presningen af ballerne skete en kraftig støvudvikling.

| Lokalitet                            | Totalt km<br>K.E./m <sup>3</sup> | Svampe<br>K.E./m <sup>3</sup> | Gramneg. bakt<br>K.E./m <sup>3</sup> | Endotox.<br>ng/m <sup>3</sup> | Støv<br>mg/m <sup>3</sup> |
|--------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Modtagelse<br>gummiged med<br>filter | 450                              | <500                          | <500                                 | 1,54                          | 0,12                      |
|                                      | 2.250                            | <500                          | -                                    | 0,15                          | 0,20                      |
| Modtagelse                           | 600                              | 800                           | <500                                 | 0,15                          | 0,23                      |
|                                      | 5.600                            | 2.400                         | 1.800                                | 0,75                          | 0,33                      |
| Ballepresse                          | 8.000                            | 5.000                         | <500                                 | 1,93                          | 0,74                      |
|                                      | 24.900                           | 16.450                        | 44.000                               | 0,25                          | 1,13                      |
| Håndsortering,<br>personbåren        | 650                              | 3.800                         | <500                                 | 0,68                          | <0,01                     |
|                                      | 3.700                            | 3.050                         | 3.650                                | 1,59                          | 0,13                      |
| Håndsortering,<br>stationær          | 150                              | <500                          | <500                                 | 3,31                          | 0,11                      |
|                                      | 1.550                            | <500                          | 500                                  | <0,15                         | <0,01                     |
| Baggrund                             | 1.310                            | 470                           |                                      | <0,15                         |                           |
|                                      | 250                              | 50                            |                                      | <0,15                         |                           |

-) udgået

**Tabel 3.2.1.3**

Arbejdshygiejniske målinger på BOFA 26. og 27. juni.

Resultaterne fra BOFA tyder på, at bl.a. strenge affaldskriterier, høj rengøringsstandard samt de foretagne arbejdsmiljøforanstaltninger gør det muligt, er begrænse mængden af luftbårne mikroorganismer og støv væsentligt.

### Andre anlæg (KARA og AFAV)

Ligesom GMP og BOFA er der stor forskel på KARA og AFAV anlægsmæssigt, m.h.b. på affaldskriterier, rengøringsvenlighed m.m.

KARA var det mest rengøringsvenlige af anlægene.

## KARA

På KARA udgik den ene målerunde i maj, hvorfor en ny blev foretaget i august. Generelt blev registreret højere niveauer i august specielt af svampe jvf. tabel 3.2.1.4. Dette stemmer godt overens med den årstidsvariation der normalt findes på luftbårne mikroorganismer med de højeste niveauer sent på sommeren og i efteråret (57).

Endotoxinindholdet lå generelt en faktor 10 højere end i maj.

For at undgå indflydelsen fra årstidsvariationen vil resultaterne fra KARA i august ikke blive benyttet ved sammenligning med de øvrige anlæg.

| Lokalitet                 | Totalkim<br>K.E./m <sup>3</sup> | Svampe<br>K.E./m <sup>3</sup> | Grønneg.bakt<br>K.E./m <sup>3</sup> | Endotox.<br>ng/m <sup>3</sup> | Støv<br>mg/m <sup>3</sup> |
|---------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Gummiged<br>med<br>filter | 750                             | <500                          | <500                                | 1,06                          | 0,25                      |
|                           | 16.350                          | 9.550                         | 1.250                               | 3,50                          | 0,50                      |
| Ballepresse               | 6.650                           | 3.500                         | 4.050                               | 2,11                          | -                         |
|                           | 16.750                          | 43.050                        | 1.250                               | 14,41                         | 0,60                      |
| Håndsortering             | 5.200                           | 1.100                         | 2.400                               | 2,09                          | 0,26                      |
|                           | 12.000                          | 11.100                        | 2.500                               | 12,88                         | 0,73                      |
| Håndsortering             | 13.450                          | 17.150                        | 5.700                               | 1,05                          | 0,51                      |
|                           | 19.100                          | 16.650                        | 950                                 | 10,53                         | 0,51                      |
| Makulering *              | 2.400                           | <500                          | <500                                | 0,17                          | 0,60                      |
| Baggrund                  | 630                             | 260                           |                                     | 0,10                          |                           |
|                           | 530                             | -                             |                                     | 0,15                          |                           |

\* Udtaget d. 24. maj      -) udgået

**Tabel 3.2.1.4**

Arbejdshygiejniske målinger på KARA d. 22. og 24. maj samt d. 28. august.

Ved makuleringen blev registreret meget lave niveauer. Dette skyldes formodentlig både at affaldskvaliteten var fri for forurening med organisk materiale, men også at makulering foregik i et nyindrettet rengøringsvenligt og rent rum.

Til støvreduktion blev det makulerede papir opsamlet direkte i plastposer og støvmængden var forholdsvis lav.

AFAV

På AFAV blev registreret store udsving i støv og kimtalsniveauerne jvf. tabel 3.2.1.5 og ligesom på GMP var aktiviteten meget varierende.

Der blev registreret relativ høj belastning ved den personbårne måling, hvilket formodentlig hænger sammen med de mange manuelle funktioner denne person har.

Ballepressen blev 1 gang ugentlig benyttet til at presse restfraktionen (den tørre fraktion) fra husstandsindsamlingen. Denne fraktion er betydelig mere uren end det kildeseparerede erhvervsaffald, hvorfor ballepressen og området omkring blev mere beskidt. Dette er formodentlig årsagen til de højere niveauer her i forhold til de øvrige anlæg.

Håndsorteringerne på AFAV og KARA lå på nogenlunde ens niveauer.

| Lokalitet     | Totalkim<br>K.E./m <sup>3</sup> | Svampe<br>K.E./m <sup>3</sup> | Gramneg.bakt<br>K.E./m <sup>3</sup> | Endotox.<br>ng/m <sup>3</sup> | Støv<br>ng/m <sup>3</sup> |
|---------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Gummiged      | 8.150                           | 4.000                         | <500                                | 1,72                          | 0,60                      |
| Modtagelse    | 47.050                          | 5.900                         | <500                                | 4,20                          | 0,77                      |
| Personbåren   | 35.250                          | 27.850                        | 3.850                               | 7,72                          | 1,63                      |
| Modtagelse    | 17.900                          | -                             | 1.650                               | 5,04                          | 2,73                      |
| Ballepresse   | 12.150                          | 8.400                         | <500                                | 1,53                          | 0,55                      |
|               | 63.550                          | 11.350                        | 3.050                               | 7,85                          | 1,05                      |
| Håndsortering | 14.350                          | 10.400                        | <500                                | 3,19                          | 0,66                      |
|               | 17.350                          | 5.950                         | <500                                | 2,82                          | 1,03                      |
| Baggrund      | 550                             | 370                           |                                     | 0,15                          |                           |
|               | 970                             | 1.050                         |                                     | 0,15                          |                           |

-) udgået

**Tabel 3.2.1.5**

Arbejdshygiejniske målinger på AFAV d. 8. og 9. maj.

#### Blandet affald 4S

Målingerne i håndsorteringen lå som ventet meget højt, som følge af at der stort set ingen støvreducerende tiltag er foretaget, samt at håndsorteringen er placeret direkte over modtagehallerne kun med interimistiske afskærmninger ved nedfaldsskaktene. Desuden lå et lag støv i det meste af håndsorteringen. Der er som tidligere nævnt nedlagt forbud mod håndsortering på 4S, og der blev på prøvetagningsdagene håndsorteret under fuld personlig beskyttelse.

I modtagehallen for erhvervsaffald, som har forbindelse med graven for husholdningsaffald, blev ligeledes registreret meget høje kimtal, hvilket peger på at organisk affald bør holdes helt adskilt fra affald til sortering.

Målingerne i hallen viste at spredningen af luftbårne mikroorganismer primært foregår under drift (aktivitet), idet kimtalsniveauet faldt væsentlig ved driftstoppet d. 19/6 i maskinhallen, jvf. bilag 3.5.

Målingerne viste endvidere at den foretagne indkapsling ikke kan hindre spredningen af mikroorganismer. Indkapslingen er ikke effektiv, idet affaldet flere steder falder ned fx når transportbåndene ændre retning og ved bagudfald p.g.a. stejle bånd. Endvidere er anlægget ikke

rengøringsvenligt, og på mange af de højereliggende bånd lå meget støv og affaldsrester, hvori vækst af mikroorganismer ligeledes kan foregå.

| Lokalitet                            | Totalkim<br>K.E./m <sup>3</sup> | Svampe<br>K.E./m <sup>3</sup> | Gramneg.bakt<br>K.E./m <sup>3</sup> | Endotox.<br>ng/m <sup>3</sup> | Støv<br>mg/m <sup>3</sup> |
|--------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Modtagelse<br>gummiged med<br>filter | 18.000                          | 9.600                         | <500                                | 0,18                          | 0,31                      |
|                                      | 38.950                          | 2.400                         | <500                                | 0,17                          | 0,29                      |
| Modtagelse                           | 276.350                         | 113.950                       | 2.850                               | 3,24                          | 4,85                      |
|                                      | 32.950                          | 15.550                        | 9.150                               | 3,48                          | 0,66                      |
| Primær magnet                        | 2.200                           | 1.150                         | 550                                 | 0,16                          | 0,16                      |
|                                      | 19.500                          | 650                           | 3.500                               | 0,18                          | 0,18                      |
| Pillepresse                          | 2.850                           | 850                           | 2.250                               | 0,16                          | 0,08                      |
|                                      | 9.000                           | 7.600                         | 1.150                               | 0,33                          | 0,50                      |
| Personbåren                          | 17.050                          | 9.900                         | 950                                 | 0,18                          | 0,35                      |
|                                      | 18.500                          | 5.850                         | 4.650                               | 0,18                          | 0,32                      |
| Håndsortering                        | 148.150                         | 142.000                       | <500                                | 1,75                          | 1,02                      |
| Baggrund                             | 1.630                           | 70                            |                                     | <0,15                         |                           |
|                                      | 750                             | 20                            |                                     | 0,15                          |                           |

Tabel 3.2.1.6

Arbejdshygiejniske målinger på 4S d. 19. og 20. juni.

### Diskussion

Der blev generelt registreret få høje niveauer af luftbårne kim, endotoxiner og støv. Dette hænger formodentlig bl.a. sammen med at affaldskvaliteten på måledagene var pæn, samtidig med at anlæggene stort set kørte uden problemer på måledagene. Endvidere må det forventes, at årstidsvariationen ligeledes har haft indflydelse, idet senere målinger tyder på, at niveauerne f.eks. ligger højere sent på sommeren og tidligt efterår jvf. KARA samt andre målinger (43, 57).

De registrerede endotoxinniveauer ligger alle lavt, og under de niveauer hvor effekter normalt registreres, jvf. afs. 1.4.2.

På andre tidspunkter af året samt ved håndtering af affald med højt organisk indhold er på anlæg fra undersøgelsen samt på lignende anlæg registreret langt højere niveauer samt niveauer over effektgrænsen samt over det foreslåede acceptniveau (43, 63).

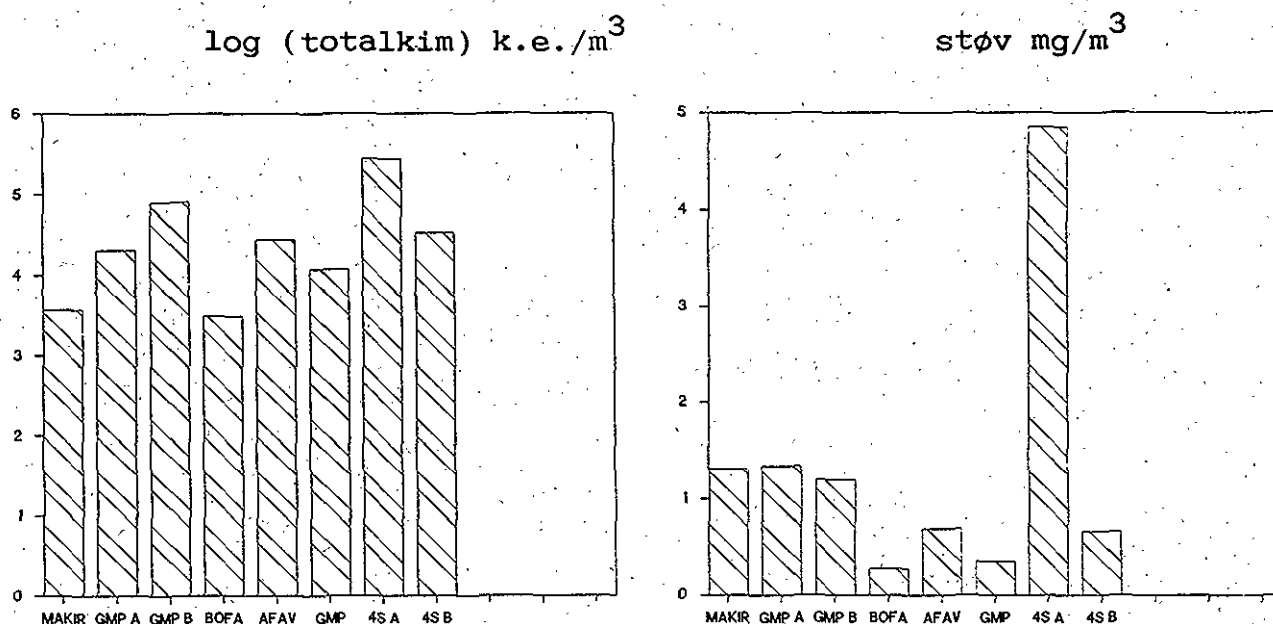
## Modtagehaller

På 4S blev registreret meget høje kimtals- og støvniveauer i modtagehallen som har direkte forbindelse med affaldsgraven for dagrenovation, jvf. figur 3.2.1.1.

Ligeledes blev på GMP registreret meget høje kimtalsniveauer i modtagehallen for kildesorteret affald på GMP, hvor store mængder affald lå oplagret.

Makir, hvor store mængder kildesorteret affald blev modtaget, samt BOFA, hvor kildesepareret affald blev modtaget, havde de laveste kimal.

## Modtagelse



Figur 3.2.1.1

Registrerede Log (total kim) samt støvniveauer i modtagelsen, jvf. tabel 3.2.1.7. Tallene er opgivet som gennemsnit over 2 dage, hvor der var store variationer er begge målinger dog opgivet.

## Ballepresse

Ved ballepresserne var det specielt på Makir, BOFA og AFAV, hvor højere niveauer blev registreret jvf. figur 3.2.1.2.

På Makir blev registreret høje støvniveauer under presningen af makuleret papir.

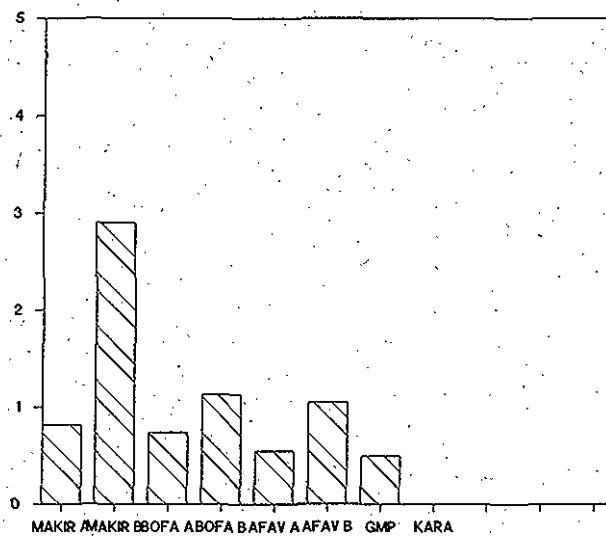
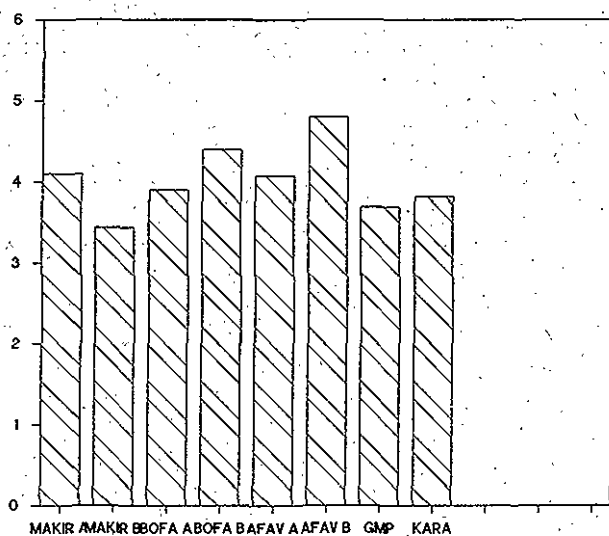
På BOFA var det et konkret problem at der under presningen af ballerne blev udsendt en støvsky lige ved kontrolpanelet. Dette forhold er senere rettet.

På AFAV skyldes de høje niveauer sandsynligvis at pressen blev benyttet til presning af den husstandindsamlende restfraktion fra Det grønne Affaldssystem. Det medførte at pressen blev mere snavset end normalt.

## Ballepresse

log (totalkim) k.e./m<sup>3</sup>

støv mg/m<sup>3</sup>



Figur 3.2.1.2

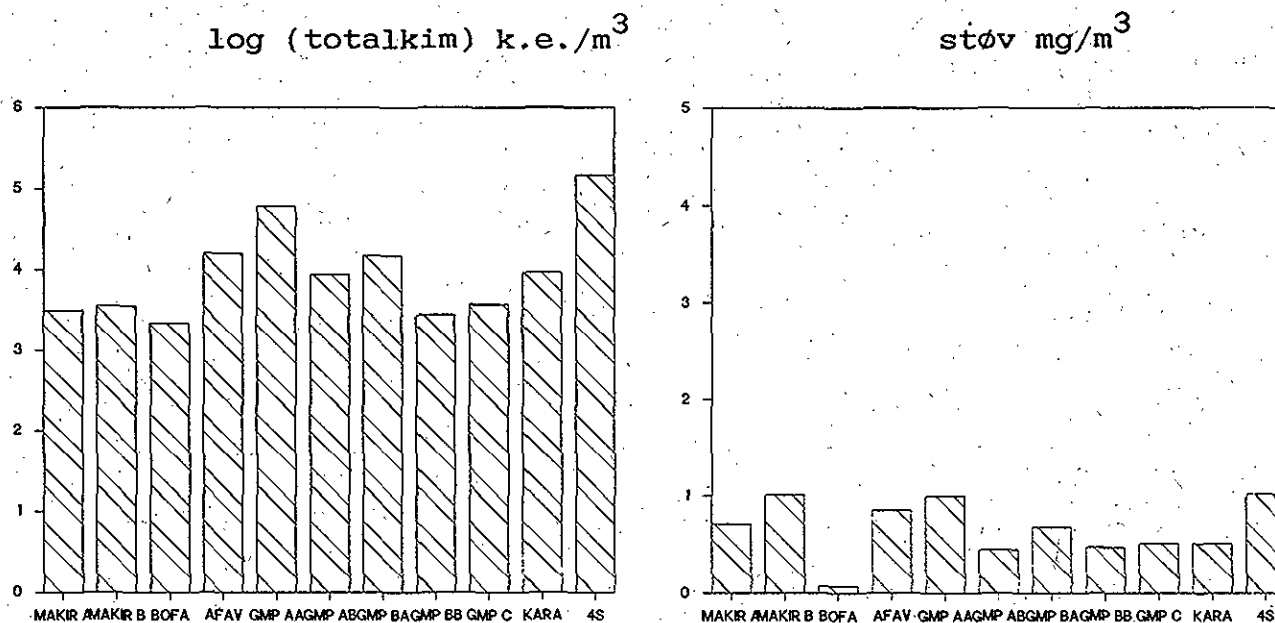
Registrerede Log (totalkim) samt støvniveauer ved ballepresse. Tallene er opgivet som gennemsnit over 2 dage, hvor der var store variationer er begge målinger dog opgivet.

### Håndsortering

Ved håndsorteringen var det primært på 4S samt GMP ved håndsortering af kildeseparatoreret erhvervsaffald, der blev registreret meget høje niveauer jvf. figur 3.2.1.3.

På 4S var ingen forureningsreducerende foranstaltninger og sorteringen var placeret ovenpå modtagehallerne.

## Håndsortering



**Figur 3.2.1.3**

Registrerede Log (totalnoise) og støvniveauer i håndsorteringen. Tallene er opgivet som gennemsnit af de 2 målinger, dog er begge målinger opgivet, hvor store variationer blev registreret over de 2 måledage.

Undersøgelsen tyder på, at det er muligt at reducere den mikrobielle belastning af arbejdsmiljøet væsentligt samt at etablere rimelige arbejdsmiljøforhold. Følgende parametre synes i et samspil at have indflydelse på den mikrobielle belastning af miljøet.

- Affaldskvaliteten bør være god. F.eks. kildesorteret, rene affaldsfraktioner (f.eks. Makir). Ved anvendelse af kildesepareret affald bør foreligge strenge affaldskriterier så affaldet holdes tørt og fri for letnedbrydeligt organisk materiale (f.eks. BOFA).
- Lagring af affald bør undgås (jvf. GMP, hal for kildesorteret affald).
- Modtagehaller specielt med dagrenovation er mikrobielt set meget belastede, og arbejdspladser i disse eller i rum med direkte forbindelse hertil bør undgås (jvf. 4S).
- Anlæggene bør indrettes så de er rengøringsvenlige (f.eks. BOFA).
- Ballepressen kan støve betydeligt, hvorfor støvreducerende foranstaltninger omkring disse bør foretages (f.eks. BOFA).

### 3.2.2

#### Resultater fra arbejdshygiejniske målinger på komposteringsanlæg

Resultaterne fra de arbejdshygiejniske målinger fremgår af tabel 3.2.2.1 - 3.2.2.4. Ved de mikrobiologiske målinger er kun medtaget resultater fra Impingere. I enkelte tilfælde, hvor det ikke har været muligt at måle med impingere, da processerne har været meget kortvarige, er medtaget resultater fra RC- og Andersen-prøvetager. Disse resultater er ikke umiddelbart sammenlignelige, da f.eks. opsamlingsprincipper samt opsamlingstider (3 timer for Impinger og 1/2-2 minutter for RCS og Andersensampler) er forskellige.

Målepositioner, resultatskemaer, kommentarer til målingerne, prøveudtagningstider samt vurdering af målingerne på de enkelte anlæg fremgår af bilag 3.7 - 3.11.

Målingerne blev foretaget i efteråret, hvor den højeste naturlige belastning med luftbårne svampe kan forventes, og hvor der tidligere har været registreret arbejdsmiljøproblemer på sådanne anlæg.

Målingerne kan ikke benyttes til en total vurdering af det mikrobielle arbejdsmiljø på de enkelte anlæg, idet en sådan undersøgelse bør tage hensyn til bla. årstidsvariationer samt alle de belastende arbejdsprocesser. Her har det vist sig vanskeligt at foretage målinger under bl.a. milevending, da denne proces kun foretages på visse dage, hvorfor måling under denne proces kun indgår få steder.

Generelt for alle anlægstyper gjaldt at endotoxinniveauerne lå lavt. Da gramnegative bakterier ikke er dominerende under komposteringen stemmer det godt overens. Høje endotoxinniveauer kunne stamme fra mikrobiel vækst i affaldet inden selve komposteringen.

Støvmålingerne lå ligeledes forholdsvis lavt; kun på Gentofte og i Sengeløse blev registreret niveauer over 1 mg/m<sup>3</sup>.

#### Udendørs anlæg (Sengeløse, Gentofte og efterkomposteringen på AFAV)

De 2 udendørs anlæg Sengeløse og Gentofte er jvf. anlægsbeskrivelsen meget forskellige m.h.t. komposteringsprincipper.

Efterkomposteringen på AFAV ligner i princippet milekomposteringen på Gentofte, affaldsfraktionerne er dog helt forskellige, jvf. kapitel 2.

Under selve komposteringsprocessen må forventes en mindre udsættelse m.h.t. luftbårne mikroorganismer ved arbejdet med madraskompostering i forhold til milekompostering, da den mikrobielle aktivitet generelt altid vil ligge under overfladen af madrassen. Ved bl.a. opgravning af madras til mile og beluftning af madrassen kan, efter forholdene, evt. forventes en høj belastning.

#### Processer inden kompostering

Resultaterne viser at håndtering af affaldet allerede ved modtagelse kan være en mikrobielt belastet funktion (mileopbygning, grenknusning, affaldspålægning) jvf. tabel 3.2.2.1 og 3.2.2.2. Belastningen synes dog at være meget varierende. Faktorer som affaldstype, alder på affaldet, opbevaringsmetode samt vandindhold har formodentlig stor indflydelse herpå.

| Lokalitet                    | Totalkim<br>K.E./m <sup>3</sup> | Svampe<br>K.E./m <sup>3</sup> | Grønneg.<br>K.E./m <sup>3</sup> | Asp.fum.<br>K.E./m <sup>3</sup> | Thermoact.<br>K.E./m <sup>3</sup> | Faenia ret.<br>K.E./m <sup>3</sup> | Endotox.<br>ng/m <sup>3</sup> | Støv<br>mg/m <sup>3</sup> |
|------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Personbåren 3/10             | 10.150                          | 2.150                         | 4.350                           | 450                             | 1.500                             | 1.100                              | 1,26                          | 0,52                      |
| På pladsen                   | 18.400                          | 700                           | 1.450                           | < 500                           | 700                               | 250                                | 1,15                          | 0,29                      |
|                              | 2.550                           | 1.600                         | < 500                           | 700                             | 450                               | 450                                | < 0,15                        | 0,14                      |
| Gummiged,<br>sigtning        | 23.600                          | 1.400                         | 450                             | < 500                           | 1.850                             | 2.350                              | 1,89                          | 1,54                      |
|                              | 33.650                          | 3.050                         | 4.900                           | 850                             | 5.050                             | 2.700                              | < 0,15                        | 0,67                      |
| Gummiged, mile-<br>opbygning | 13.000                          | 3.200                         | 2.050                           | 1.850                           | 1.600                             | 450                                | 1,85                          | 1,42                      |
|                              | 185.550                         | 10.950                        | 18.200                          | 3.000                           | 38.800                            | 13.750                             | 0,11                          | 0,42                      |
| Milevending *                | 92.250                          | 18.550                        | 1.600                           | -                               | 25.400                            | 82.550                             | 0,17                          | -                         |
| Baggrund                     | 380                             | 250                           |                                 |                                 |                                   |                                    | < 0,15                        |                           |
|                              | 410                             | 450                           |                                 |                                 |                                   |                                    | < 0,15                        |                           |
|                              | 150                             | 10                            |                                 |                                 |                                   |                                    | < 0,15                        |                           |

\* Udtaget d. 1. december

-) udgået

#### Tabel 3.2.2.1

Arbejdshygiejniske målinger på Gentofte komposteringsanlæg d. 8. september, 3. oktober og 1. december.

| Lokalitet                                 | Totaltdm.<br>K.E./m <sup>3</sup> | Svampe<br>K.E./m <sup>3</sup> | Gramneg.<br>K.E./m <sup>3</sup> | Asp. fum.<br>K.E./m <sup>3</sup> | Thermoact.<br>K.E./m <sup>3</sup> | Faenia ret.<br>K.E./m <sup>3</sup> | Endotox.<br>ng/m <sup>3</sup> | Støv<br>mg/m <sup>3</sup> |
|-------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Grenknuser                                | 28.650                           | 13.050                        | 6.300                           | 2.300                            | 850                               | 2.700                              | 0,44                          | 0,32                      |
|                                           | 22.550                           | 11.450                        | 5.950                           | < 300                            | 900                               | 1.050                              | 0,15                          | 0,22                      |
| Belufter/<br>affaldspålgger               | 250.550                          | 250.550                       | 11.400                          | 900                              | 4.000                             | 26.200                             | 3,49                          | < 0,01                    |
|                                           | 9.750                            | 11.250                        | 2.100                           | < 300                            | 2.550                             | 1.200                              | 0,11                          | 0,27                      |
| Store madras i<br>kanten 16/9             | 8.750                            | 6.150                         | < 500                           | 300                              | < 500                             | < 500                              | < 0,15                        | < 0,01                    |
| Lille madras i<br>kanten 16/9             | 14.700                           | 9.500                         | 1.200                           | 3.200                            | < 500                             | < 500                              | 0,24                          | 0,35                      |
| Opgravning af<br>madras til mile<br>10/10 | 4.800                            | 3.250                         | 1.850                           | < 300                            | 2.800                             | 2.300                              | < 0,15                        | 0,28                      |
| Opgravning af<br>lille madras<br>10/10    | 16.150                           | 21.600                        | < 300                           | < 300                            | 14.050                            | 2.900                              | 0,15                          | 1,57                      |
| Baggrund                                  | 1.250                            | 1.880                         |                                 |                                  |                                   |                                    | < 0,15                        |                           |
|                                           | 3.750                            | 200                           |                                 |                                  |                                   |                                    | < 0,15                        |                           |

Tabel 3.2.2.2

Arbejdshygiejniske målinger på Sengeløse madraskompostering d. 16. september og 10. oktober.

#### Gentofte

Ved milevending skete kraftig spredning af mikroorganismer (Gentofte) specielt af termofile arter, som er dominerende under komposteringsprocessen.

Sigtning af komposten afgav en del mikrobiel forurening (Gentofte), hvilket formodentlig skyldtes at der stadig var en del mikrobiel aktivitet i komposten, som stadig var varm.

#### AFAV

I modsætning hertil blev under frasisgning af sigteresten fra det forkomposterede affald på AFAV registreret lave niveauer jvf. tabel 3.2.2.3. Det kan skyldes at affaldet er meget fugtigt på dette tidspunkt, og spredning af støv og mikroorganismer derfor hindres. Dette stemmer godt overens med resultaterne ved mileopbygningen af det forkomposterede affald, hvor der ligeledes blev registreret lave niveauer på AFAV.

#### Sengeløse

Beluftning giver som forventet høje værdier.

#### Indendørs anlæg (Amagerkomposteringen og reaktorkomposteringen AFAV)

De to anlæg varierede en del anlægsmæssigt, idet hele Amageranlægget lå i en hal, hvorimod kun reaktoren, hammermølle, modtagehallen og kontrolrummet lå indendørs på AFAV.

## Reaktorkompstering

Ved selve reaktorkomposteringen var spredningen af mikroorganismer til omgivelserne tilsyneladende lille, jvf tabel 3.2.2.3 og 3.2.2.4 før opstart i hal.

| Lokalitet                  | Totalt km<br>K.E./m <sup>3</sup> | Svampe<br>K.E./m <sup>3</sup> | Gramneg.<br>K.E./m <sup>3</sup> | Asp. fum.<br>K.E./m <sup>3</sup> | Thermoact.<br>K.E./m <sup>3</sup> | Faenia ret.<br>K.E./m <sup>3</sup> | Endotox.<br>ng/m <sup>3</sup> | Støv<br>mg/m <sup>3</sup> |
|----------------------------|----------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Kontrolrum                 | 2.250                            | 6.300                         | 1.200                           | -                                | 500                               | < 500                              | 0,15                          | 0,24                      |
|                            | 149.300                          | 11.150                        | 118.500                         | 950                              | -                                 | -                                  | 29,4                          | 0,90                      |
| Hal ved udtag              | 2.750                            | 2.600                         | 250                             | -                                | 450                               | < 500                              | 0,17                          | < 0,01                    |
|                            | 550                              | 250                           | 500                             | < 500                            | 2.150                             | -                                  | 0,72                          | 0,33                      |
| Gummiged,<br>sigterest     | 4.600                            | 950                           | 1.650                           | -                                | 4.700                             | < 500                              | 0,15                          | 0,71                      |
|                            | 1.650                            | 700                           | < 500                           | < 500                            | 4.500                             | -                                  | < 0,15                        | 0,76                      |
| Gummiged,<br>milleopbygger | 4.000                            | 550                           | 800                             | -                                | 1.100                             | < 500                              | 0,17                          | 0,55                      |
|                            | 2.600                            | 2.100                         | 1.050                           | 800                              | 2.350                             | -                                  | 1,62                          | 0,47                      |
| Baggrund                   | 2.250                            | 2.370                         |                                 |                                  |                                   |                                    | 0,16                          |                           |
|                            | 240                              | 30                            |                                 |                                  |                                   |                                    | < 0,15                        |                           |

-) udgået

Tabel 3.2.2.3

Arbejdshygiejniske målinger på AFAV komposteringsanlæg d. 12. og 31. oktober.

## AFAV

Ved transport af det forkomposterede affald på de åbne bånd på AFAV i reaktorhallen var spredningen af luftbårne mikroorganismer, støv og endotoxiner ligeledes lille.

Dette skyldtes formentligt, at det fugtige affald holdt på støvet, samtidig med at transporten foregik roligt.

I kontrolrummet på AFAV, som lå over modtagelsen, blev den ene dag registreret høje niveauer. Niveauerne tyder på, at kontrolrummet ikke er tæt ud til modtagehallen, hvorfra forureningen formodentlig stammer.

Affaldsmæssigt ligner AFAV komposteringsanlægget 4S (modtagelse for husholdningsaffald), hvor der ligeledes blev fundet meget høje kimtalsniveauer, dog i selve modtagehallen.

## Amagerkompsteringen

På Amagerkomposteringen, hvor transporten af det forkomposterede affald foregik manuelt med trillebør og til tider inkluderede hakning af affaldet, var belastningen mere varieret.

Det er dog ikke muligt helt at adskille de enkelte processer, da alle foregik i samme rum og tæt ved hinanden.

| Lokalitet                                  | Totalkim<br>K.E./m <sup>3</sup> | Svampe<br>K.E./m <sup>3</sup> | Gramneg.<br>K.E./m <sup>3</sup> | Asp.fun.<br>K.E./m <sup>3</sup> | Thermoact.<br>K.E./m <sup>3</sup> | Faenia ret.<br>K.E./m <sup>3</sup> | Endotox.<br>ng/m <sup>3</sup> | Støv<br>mg/m <sup>3</sup> |
|--------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Personbåren<br>incl. milevending<br>22/9.  | 120.200                         | 130.900                       | 2.800                           | 32.200                          | 10.950                            | 107.300                            | 1,32                          | 0,56                      |
| Personbåren, ud-<br>en milevending<br>13/2 | 39.700                          | 53.750                        | 7.000                           | < 600                           | 1.400                             | < 500                              | 0,29                          | 0,14                      |
| Hal th. for<br>indgang                     | 13.850                          | 4.150                         | < 500                           | 3.150                           | 1.450                             | 9.000                              | 0,15                          | 0,29                      |
|                                            | 7.400                           | 3.350                         | < 600                           | < 600                           | < 600                             | < 600                              | 0,21                          | < 0,01                    |
| Hal tv. for<br>reaktor                     | 16.050                          | 16.750                        | < 500                           | 2.400                           | 17.200                            | 43.050                             | 0,15                          | 0,29                      |
|                                            | 19.050                          | 4.350                         | < 600                           | < 600                           | < 600                             | 700                                | 0,18                          | 0,14                      |
| Milevending 13/2                           | 835.700                         | 5.700                         | 58.600                          | 5.700                           | 7.150                             | 10.000                             | 0,16                          | -                         |
| Indfødning                                 | 2) 5.830                        | 1) 6.470                      | 1) 180                          | 1) 0                            | 1) 1.080                          | 1) 420                             |                               |                           |
|                                            | 1) 6.890                        | 620                           | 200                             | < 20                            | 920                               | 400                                |                               |                           |
| Udtag/hakning                              | 2) 6.500                        | 1) 27.500                     | 1) 210                          | 1) 0                            | 1) 540                            | 1) 1.300                           |                               |                           |
|                                            | 1) 8.390                        | +                             | 460                             | +                               | 620                               | 800                                |                               |                           |
| Før opstart, hal                           | 2) 5.200                        | 2) 400                        |                                 |                                 |                                   |                                    | < 0,15                        |                           |
| Baggrund                                   | 1.250                           | -                             |                                 |                                 |                                   |                                    | < 0,15                        |                           |
|                                            | 1.170                           | -                             |                                 |                                 |                                   |                                    | 0,16                          |                           |

-) udgået

+) overvokset

1) Andersenprøvetager

2) RC-prøvetager

#### Tabel 3.2.2.4

Arbejdshygiejniske målinger på Amagerkomposteringen d. 22. september og 13. februar.

Under milevending forekom den største spredning af mikroorganismer, hvorunder meget høje niveauer af luftbårne mikroorganismer blev registreret. Denne proces lå sidst på arbejdsdagen, som følge af arbejdsmiljøproblemer på anlægget. I øvrigt var der påbud om brug af åndedrætsværn under arbejdet på anlægget.

Resultaterne peger på at ved indendørs processer, hvor der sker en kraftig bevægelse af affaldet, findes en kraftig spredning af luftbårne mikroorganismer. Specielt milevending indendørs gav ophav til kritiske niveauer.

#### Diskussion

##### Udendørs anlæg

Ved de udendørs anlæg, var det specielt ved håndtering/neddeling af det modtagne affald samt under beluftning af madras- og milevending, at høje niveauer blev registreret. Desværre foreligger kun én måling fra milevending.

## Indendørs anlæg

Ved de indendørs anlæg, var på Amagerkomposteringen specielt milevendingen kritisk. Kimtalsniveauerne herunder var meget høje og da udluftningen i hallen var begrænset, må der forventes et betydeligt langsommere fald i kimtalsniveauerne end ved tilsvarende procedurer udendørs.

I kontrolrummet, modtagehal for grønt affald blev registreret høje kimtalsniveauer, hvilket jvf. modtagehallen på 4S peger på at specielt modtagehaller, hvor ikke-sorteret eller grønt husholdningsaffald modtages, mikrobielt set udgør meget belastede miljøer.

## Opsamling

Endotoxiner har ved denne undersøgelse ikke udgjort noget problem. Ligeledes lå alle de registrerede støvniveauer generelt lavt.

Udfra undersøgelsen kan det generelt siges, at høje kimtalsniveauer kan registreres ved bevægelse af affaldet, f.eks. opbygning af miler, milevending, beluftning etc. Der er dog stor variation på niveauerne.

Ved selve reaktorkomposteringen er spredninger af støv og kim lille, selvom reaktoren ligger indendørs, derimod skaber det lugtgener.

Ved indendørs milekompostering kunne ved milevending registreres kritisk høje niveauer, hvor denne anlægstype bør undgås eller indrettes på en sådan måde, at der ikke foregår belastning af personalet.

## 3.2.3

### Resultater fra arbejdshygiejniske målinger fra vandværket i Lejre

Resultaterne fremgår af tabel 3.2.3.1. Ved de mikrobiologiske målinger er kun medtaget resultater fra Impingere.

Målepositioner, resultatskemaer, kommentarer til målingerne og prøveudtagningstider fremgår af bilag 3.11.

De registrerede kimtals- og endotoxinniveauer lå alle lavt, og på højde eller under baggrundsmålingerne udenfor.

Målinger viste således, at arbejdspladsen på det pågældende tidspunkt ikke udgjorde et mikrobielt belastet miljø for de målte parametre, hvilket understøtter brugen af vandværksarbejdere som kontrolgruppe i det foreliggende projekt.

| Lokalitet  | Totalkim<br>K.E./m <sup>3</sup> | Svampe<br>K.E./m <sup>3</sup> | Gramneg.bakt<br>K.E./m <sup>3</sup> | Endotox.<br>ng/m <sup>3</sup> | Støv<br>mg/m <sup>3</sup> |
|------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Iltning    | 100                             | <500                          | <500                                | 10,31                         | 0,48                      |
|            | 50                              | <500                          | <500                                | 1,80                          | 0,66                      |
| Filtrering | <100                            | <500                          | <500                                | 1,86                          | 0,46                      |
|            | 100                             | <500                          | <500                                | 0,93                          | 0,68                      |
| Maskinhal  | 100                             | <500                          | <500                                | 0,19                          | 0,06                      |
|            | 100                             | <500                          | <500                                | <0,15                         | 0,18                      |

Tabel 3.2.3.1

Arbejdshygiejniske målinger på vandværket i Lejre d. 18. og 19. oktober.

### 3.2.4

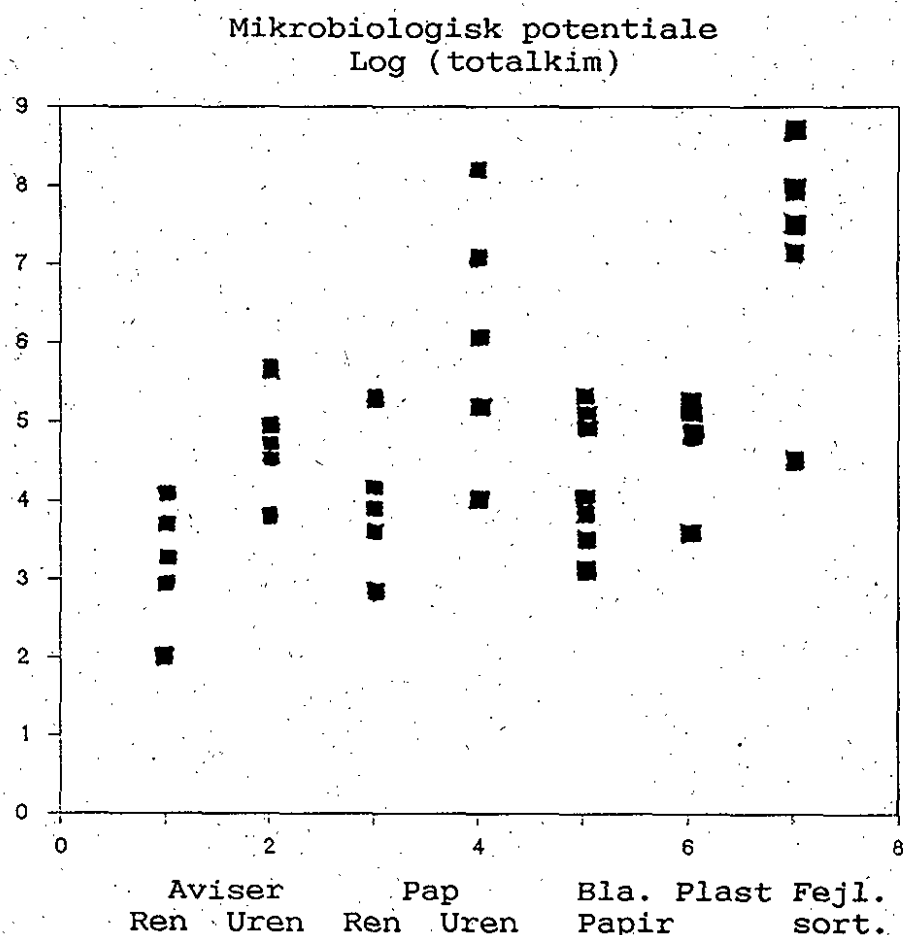
#### Resultater fra bestemmelse af mikrobiologisk potentiale

Resultaterne fra de mikrobiologiske undersøgelser fremgår af figur 3.2.4.1 samt af tabellerne 3.2.4.1 - 3.2.4.4.

I bilag 3.12 findes en opdeling på anlæg.

Det bør bemærkes, at de fundne kimtal ikke umiddelbart kan korreleres til antallet af luftbårne kim. De fundne kimtal er udtryk for de potentielle kilder, der findes og som evt. kan spredes til luften.

På figur 3.2.4.1 er afbildet Log (totalkim) for de undersøgte fraktioner opdelt efter type.



**Figur 3.2.4.1**

Log (totalkim) i de undersøgte fraktioner fra affalds- og sorteringsanlæg.

Af figuren ses at fejlsorteringer (affald med højt indhold af let nedbrydeligt organisk affald) var meget kimrige.

Urent pap viste sig i flere tilfælde at være meget kimrigt, selv om det kun så lidt tilsmudset ud. Dette skyldes formodentligt at papkasserne bliver benyttet til opbevaring af bl.a. fødevarer. Der var dog stor spredning på kimtalsniveauerne.

Rene aviser var den fraktion der havde de laveste kimtal.

Aviser urene, pap rent, blandet papir og plast lå nogenlunde på samme niveauer og generelt højere end rene aviser.

På anlæg som kun modtog kildesorterede og tørre fraktioner lå kimtallene tilsyneladende lavere end på anlæg som modtager en mere blandet fraktion jvf. bilag 3.12.

Generelt skete der et fald i kimtalsniveauet efter opbevaring af affaldet i 21 dage i åben papirpose.

Dette skyldtes formodentligt at fraktionerne under opbevaringen tørrede for meget ud og væksten af mikroorganismer således blev hæmmet.

Ved affald fra BOFA og 4S, hvor der blev tilsat 5% vand efter 10 dage ved 4S og efter h.h.v. 7 og 14 dage ved BOFA, blev der ikke registreret det samme fald i kimtallene. Der blev dog stadig overvejende registreret fald i kimtallene, hvilket tyder på at vandtilsætningen enten var for lille eller der var mangel på essentielle næringsstoffer.

Resultaterne efter 21 dages opbevaring er af ovenstående grunde udgået af undersøgelsen.

#### Aviser rene/urene

I rene aviser lå kimtallene generelt lavt og der blev fundet meget få gramnegative bakterier herunder enterobakterier jvf. tabel 3.2.4.1. En enkelt af prøverne, som var karakteriseret som ren, lå noget højere.

Under urene aviser blev fundet noget højere værdier som primært bestod af svampe og gram-negative bakterier, hvoraf enterobakterierne udgjorde en mindre del.

| Aviser, rene<br>Anlæg | Totalkim<br>K.E./g | Svampe<br>K.E./g | Gramneg.<br>K.E./g | Enterobakt.<br>K.E./g |
|-----------------------|--------------------|------------------|--------------------|-----------------------|
| AFAV                  | $85 \cdot 10^1$    | $80 \cdot 10^1$  | <100               | <100                  |
| KARA<br>(Erhverv)     | $12 \cdot 10^3$    | $21 \cdot 10^2$  | $64 \cdot 10^2$    | $70 \cdot 10^1$       |
| MAKIR                 | $10 \cdot 10^1$    | <100             | <100               | <100                  |
| 4S<br>aviser)         | $18 \cdot 10^2$    | $80 \cdot 10^1$  | <100               | $10 \cdot 10^2$       |
| GMP<br>(fra sort.)    | $50 \cdot 10^2$    | $20 \cdot 10^1$  | $30 \cdot 10^1$    | $20 \cdot 10^1$       |

| Aviser, urene<br>Anlæg | Totalkim<br>K.E./g | Svampe<br>K.E./g | Gramneg.<br>K.E./g | Enterobakt.<br>K.E./g |
|------------------------|--------------------|------------------|--------------------|-----------------------|
| AFAV                   | $49 \cdot 10^4$    | $19 \cdot 10^4$  | $14 \cdot 10^3$    | $76 \cdot 10^2$       |
| KARA                   | $42 \cdot 10^3$    | $60 \cdot 10^3$  | $47 \cdot 10^2$    | $12 \cdot 10^2$       |
| MAKIR<br>Storskrald    | $68 \cdot 10^2$    | $80 \cdot 10^1$  | $40 \cdot 10^1$    | <100                  |
| GMP                    | $53 \cdot 10^3$    | $54 \cdot 10^3$  | $45 \cdot 10^3$    | $10 \cdot 10^2$       |
| BOFA                   | $83 \cdot 10^3$    | $>50 \cdot 10^3$ | sk.                | $28 \cdot 10^2$       |

Tabel 3.2.4.1  
Mikrobiologisk analyse af rene og urene aviser.

#### Pap rent/urent

Der var generelt stor forskel på kimtalsniveauerne ved rent og urent pap. Ved urent pap lå kimtalsniveauerne meget højt, specielt for gramnegative bakterier og enterobakterier jvf. tabel 3.2.4.2

Kimtalsniveauerne lå ofte på højde med hvad man kan finde i kimrige levnedsmidler, hvilket var noget forbavsende, da der ikke blev medtaget dagrenovationslignende materiale i prøverne, men kun tilsmudset pap.

| Pap, rent<br>Anlæg | Totalkim<br>K.E./g | Svampe<br>K.E./g | Gramneg.<br>K.E./g | Enterobakt.<br>K.E./g |
|--------------------|--------------------|------------------|--------------------|-----------------------|
| AFAV               | $82 \cdot 10^2$    | $60 \cdot 10^1$  | $50 \cdot 10^1$    | $44 \cdot 10^2$       |
| KARA               | $15 \cdot 10^3$    | $28 \cdot 10^2$  | $15 \cdot 10^2$    | $40 \cdot 10^1$       |
| MAKIR              | $72 \cdot 10^1$    | <100             | $25 \cdot 10^1$    | $30 \cdot 10^1$       |
| 4S<br>Pap, erhverv | $43 \cdot 10^2$    | $80 \cdot 10^1$  | <100               | <100                  |
| GMP                | $21 \cdot 10^4$    | $84 \cdot 10^3$  | $18 \cdot 10^2$    | <100                  |
| BOFA               | $42 \cdot 10^2$    | $20 \cdot 10^1$  | $13 \cdot 10^2$    | $50 \cdot 10^1$       |

| Pap, urent<br>Anlæg      | Totalkim<br>K.E./g | Svampe<br>K.E./g | Gramneg.<br>K.E./g | Enterobakt.<br>K.E./g |
|--------------------------|--------------------|------------------|--------------------|-----------------------|
| AFAV                     | $16 \cdot 10^7$    | $58 \cdot 10^5$  | $44 \cdot 10^6$    | $63 \cdot 10^4$       |
| KARA                     | $12 \cdot 10^6$    | $64 \cdot 10^3$  | $57 \cdot 10^5$    | $48 \cdot 10^3$       |
| MAKIR                    | $12 \cdot 10^5$    | $15 \cdot 10^2$  | $13 \cdot 10^5$    | $16 \cdot 10^4$       |
| GMP<br>Småt pap f. sort. | $11 \cdot 10^3$    | $31 \cdot 10^2$  | $70 \cdot 10^1$    | $17 \cdot 10^2$       |
| BOFA                     | $15 \cdot 10^4$    | $>50 \cdot 10^3$ | $70 \cdot 10^3$    | $41 \cdot 10^2$       |

Tabel 3.2.4.2

Mikrobiologisk analyse af rent og urent pap.

Årsagen til at kimtallene ofte lå så højt skyldes formodentlig at papkasserne f.eks. har været benyttet til opbevaring af levnedsmidler.

#### Blandet papir

Det blandede papir udgjorde en uhomogen fraktion, men fremstod generelt tørt og rent. Kimtallene i denne gruppe lå meget spredt både m.h.t. niveauer samt typer af dominerende mikroorganismer jvf. tabel 3.2.4.3.

I forhold til at fraktionen som oftest forekom tør og ren, blev der registreret relativt høje kimtal.

| Blandet papir<br>Anlæg | Totalkim<br>K.E./g | Svampe<br>K.E./g | Gramneg.<br>K.E./g | Enterobakt.<br>K.E./g |
|------------------------|--------------------|------------------|--------------------|-----------------------|
| AFAV                   | $73 \cdot 10^2$    | <100             | <100               | <100                  |
| KARA<br>Erhverv        | $96 \cdot 10^3$    | $78 \cdot 10^2$  | $28 \cdot 10^3$    | $26 \cdot 10^2$       |
| MAKIR                  | $32 \cdot 10^2$    | $35 \cdot 10^1$  | $85 \cdot 10^1$    | $10 \cdot 10^1$       |
| 4S                     | $21 \cdot 10^4$    | $12 \cdot 10^2$  | $17 \cdot 10^2$    | $70 \cdot 10^2$       |
| GMP                    | $14 \cdot 10^4$    | $99 \cdot 10^2$  | $42 \cdot 10^3$    | $50 \cdot 10^2$       |
| BOFA                   | $13 \cdot 10^2$    | $32 \cdot 10^2$  | $20 \cdot 10^1$    | $15 \cdot 10^1$       |
| BOFA                   | $71 \cdot 10^2$    | $25 \cdot 10^2$  | $85 \cdot 10^1$    | $35 \cdot 10^1$       |

Tabel 3.2.4.3  
Mikrobiologisk analyse af blandet papir.

#### Plast

Som blandet papir udgjorde plast en meget blandet gruppe.

Generelt var materialet meget støvet, hvilket også ses af kimtallene, idet mikroorganismer normalt ikke nedbryder plastik. Væksten stammer formodentlig fra støvet på plastikken jvf. tabel 3.2.4.4.

| Plast<br>Anlæg | Totalkim<br>K.E./g | Svampe<br>K.E./g | Gramneg.<br>K.E./g | Enterobakt.<br>K.E./g |
|----------------|--------------------|------------------|--------------------|-----------------------|
| AFAV           | $19 \cdot 10^4$    | $50 \cdot 10^1$  | $66 \cdot 10^2$    | $20 \cdot 10^1$       |
| KARA           | $17 \cdot 10^4$    | $72 \cdot 10^2$  | $10 \cdot 10^4$    | $95 \cdot 10^2$       |
| MAKIR          | $42 \cdot 10^2$    | $95 \cdot 10^1$  | $14 \cdot 10^2$    | $20 \cdot 10^1$       |
| GMP            | $75 \cdot 10^3$    | $29 \cdot 10^2$  | $14 \cdot 10^3$    | $80 \cdot 10^2$       |

Tabel 3.2.4.4  
Mikrobiologisk analyse af plast.

### Fejlsorteringer m.m.

Generelt for de udvalgte prøver var at indholdet af letnedbrydeligt organisk materiale måtte forventes at være højt dog evt. undtaget støvsugerposer.

Som ventet blev der også i alle tilfælde registreret meget høje kimtal. Disse peger på at fejlsorteringer i høj grad kan være en potentiel kilde til mikrobiel forurening jvf. tabel 3.2.4.5.

| Fejlsorteringer<br>m.m.<br>Materiale | Totalkim<br>K.E./g | Svampe<br>K.E./g  | Gramneg.<br>K.E./g | Enterobakt.<br>K.E./g |
|--------------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|
| 4S<br>Støvsugerposer                 | $35 \cdot 10^3$    | $20 \cdot 10^2$   | $90 \cdot 10^2$    | $16 \cdot 10^2$       |
| 4S<br>Dagrenov. erhverv              | $15 \cdot 10^6$    | $50 \cdot 10^6$   | > sk               | $23 \cdot 10^5$       |
| GMP<br>Mælkekartoner                 | $93 \cdot 10^6$    | $12 \cdot 10^5$   | $83 \cdot 10^6$    | $12 \cdot 10^5$       |
| BOFA<br>Mælkekartoner                | $56 \cdot 10^7$    | $35 \cdot 10^5$   | $> 50 \cdot 10^6$  | $> 50 \cdot 10^5$     |
| BOFA<br>Røget sildepapir             | $30 \cdot 10^6$    | $> 50 \cdot 10^5$ | $22 \cdot 10^3$    | $11 \cdot 10^3$       |

Tabel 3.2.4.5

Mikrobiologisk analyse af fejlsorteringer m.m.

For mælkekartoner bør bemærkes at mikroorganismer, som findes inde i kartonen i mælkeresterne, medtages i analyse. Det er uklart, hvorvidt disse vil spredes til luften under sorteringen.

### 3.3 Sammenhæng mellem affaldsanalyser og mikrobiologiske målinger

Det er i det følgende undersøgt, hvorvidt der er nogen sammenhæng mellem de mikrobiologiske analyser samt affaldet, aktiviteten m.m. på undersøgelsestidspunktet.

Til dette brug er der på grundlag af affaldsanalyser samt en vurdering af arbejdsprocessen, aktivitetsniveau, affaldskvalitet og -sammensætning foretaget en inddeling i følgende kategorier:

Målinger  
gennemført

|                 |                                             |    |
|-----------------|---------------------------------------------|----|
| Affaldestyper   | Kildesorteret husholdningsaffald            | 6  |
|                 | Kildesorteret erhvervsaffald                | 14 |
|                 | Kildesepareret husholdningsaffald           | 13 |
|                 | Kildesepareret erhvervsaffald               | 13 |
|                 | Blandet affald (AFAV kompost, 4S, KIP)      | 20 |
|                 | Haveaffald (Sengeløse, Gentofte)            | 12 |
| Affaldskvalitet | 0 meget rent og tørt                        | 11 |
|                 | 1 mindre urenheder, let støvet              | 14 |
|                 | 2 støvet, men kun få urenheder              | 21 |
|                 | 3 væsentlige urenheder                      | 0  |
|                 | 4 blandet affald (Sengeløse, AFAV, 4S)      | 18 |
|                 | 5 meget let fordærveligt affald (AFAV, KIP) | 14 |

|                  |          |
|------------------|----------|
| Aktivitetsniveau | 0 lav    |
|                  | 1 middel |
|                  | 2 høj    |

|                   |                                        |    |
|-------------------|----------------------------------------|----|
| Sted i behandling | Modtagelse                             | 10 |
|                   | Modtagelse (kildesorterede materialer) | 8  |
|                   | Ballepresse                            | 8  |
|                   | Håndsortering                          | 13 |
|                   | Maskinhal                              | 6  |
|                   | Miljøkabine 2 (GMP)                    | 2  |
|                   | Makulering                             | 3  |
|                   | Modtagelse (4S)                        | 2  |
|                   | Kompostering indendørs                 | 13 |
|                   | Kompostering udendørs                  | 14 |

Støv

Databehandling af måleresultaterne viser, at ved opdeling efter behandlingssted findes et signifikant højere støvniveau i modtagelsen på 4S end på alle andre steder. Herudover findes høje niveauer ved ballepresning på alle anlæg. Modtagelsen ved kildesorterede materialer er mest støvende.

Ved opdeling efter affaldstyper er støvbelastningen ved arbejde med kildesorteret erhvervsaffald større end ved kildesepareret husholdningsaffald, blandet affald og haveaffald.

I forhold til affaldskvaliteten er meget rent og tørt affald den gruppe, der giver den højeste belastning. Den gruppe der giver den laveste støvbelastning er meget let fordærveligt affald.

De ovenfor anførte resultater omfatter kun støvforholdene og kun på de rå data. For at sikre en tilnærmet normaldeling af data, er der i de efterfølgende analyser benyttet en logaritmisk transformering af datamaterialet bortset fra de katagoriske data. Dataene er behandlet ved en envejs variansanalyse.

## Behandlingssted

Svampebelastningen er signifikant lavere i miljøkabine 2 (GMP) end ved samtlige andre behandlingssteder jvf. tabel 3.3.1. Svampeniveauet er endvidere signifikant lavere ved makuleringen end ved alle andre behandlingssteder bortset fra håndsortering, maskinhal og miljøkabine 2. Endelig er svampeniveauet højere ved modtagelsen (AFAV + 4S) end i håndsorteringen.

Støvniveauet ved indendørs kompostering er lavere end ved ballepressen og modtagelsen (alle 3 typer). Støvniveauet i modtagelsen (kildesorteret materiale) og ballepresning er større end i håndsortering.

Endotoxinniveauet er ved såvel inden- som uden-dørskompostering lavere end ved håndsortering og modtagelse af kildeseparerede materialer.

Kimtallet er lavere ved makulering end ved udendørskompostering og modtagelsen af blandet affald.

Hvad angår gramnegative bakterier, viser resultaterne at antallet i håndsortering er lavere end ved modtagelse af kildesorterede materialer.

| Behandlings-<br>sted       | 1 | 2 | 3 | 4               | 5 | 6      | 7             | 8 | 9             | 10    |
|----------------------------|---|---|---|-----------------|---|--------|---------------|---|---------------|-------|
| 1 Modtagelse<br>kildesep.  |   |   |   |                 |   | svampe | svampe        |   | støv<br>endo. | endo. |
| 2 Modtagelse<br>kildesort. |   |   |   | støv<br>gr.neg. |   | svampe | svampe        |   | støv          |       |
| 3 Ballepresse              |   |   |   | støv            |   | svampe | svampe        |   | støv          |       |
| 4 Håndsort.                |   |   |   |                 |   | svampe |               |   | endo.         | endo. |
| 5 Maskinhal                |   |   |   |                 |   | svampe |               |   |               |       |
| 6 Miljøka-<br>bine 2       |   |   |   |                 |   |        |               |   |               |       |
| 7 Makulering               |   |   |   | svampe          |   | svampe |               |   |               |       |
| 8 Modtagelse<br>4S + AFAV  |   |   |   |                 |   | svampe | kim<br>svampe |   | støv          |       |
| 9 Komp. inde               |   |   |   |                 |   | svampe | svampe        |   |               |       |
| 10 Komp. ude               |   |   |   |                 |   | svampe | kim<br>svampe |   |               |       |

Tabel 3.3.1

Afbildning af signifikante forskelle på støv-, kimtals-, og endotoxin- og svampeniveauet i forhold til behandlingssted. Ud af x-aksen er afbildet samme behandlingssteder som y-aksen. Ved angivelser i skemaet er y-aksen signifikant højere end angivet handlingssted på x-aksen.

| Behandlingssted              | Antal målinger | L(støv)         | L(total-kim)   | L(svampe)      | L(gram-negative) | L(endotoxiner)  |
|------------------------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|------------------|-----------------|
| 1. Modtagelse kildesepareret | 10             | -0,20<br>(0,34) | 3,94<br>(0,54) | 3,70<br>(0,45) | 2,28<br>(1,12)   | 0,17<br>(0,60)  |
| 2. Modtagelse kildesorteret  | 8              | -0,02<br>(0,24) | 3,78<br>(0,56) | 3,72<br>(0,49) | 3,53<br>(0,50)   | 0,10<br>(0,70)  |
| 3. Ballepresse               | 9              | 0,01<br>(0,23)  | 4,03<br>(0,45) | 3,74<br>(0,40) | 2,80<br>(1,40)   | -0,03<br>(0,62) |
| 4. Håndsortering             | 13             | -0,59<br>(0,70) | 3,81<br>(0,80) | 3,30<br>(1,16) | 2,35<br>(1,38)   | 0,15<br>(0,68)  |
| 5. Maskinhal                 | 6              | -0,46<br>(0,49) | 4,19<br>(0,74) | 3,43<br>(0,57) | 3,39<br>(0,44)   | -0,29<br>(0,65) |
| 6. Miljøkabine 2             | 2              | -0,30<br>(0,01) | 3,54<br>(0,23) | 1,00<br>(0)    | 2,11<br>(1,57)   | -0,29<br>0,68   |
| 7. Makulering                | 3              | -0,02<br>(0,17) | 3,22<br>(0,39) | 2,44<br>(1,28) | 1,78<br>(1,35)   | -0,20<br>(0,49) |
| 8. Modtagelse AFAV + 4S      | 2              | 0,25<br>(0,61)  | 4,98<br>(0,65) | 4,62<br>(0,61) | 3,71<br>(0,36)   | 0,53<br>(0,02)  |
| 9. Kompostering inde         | 13             | -0,70<br>(0,66) | 4,13<br>(0,89) | 3,70<br>(0,74) | 2,50<br>(1,37)   | -0,57<br>(0,77) |
| 10. Kompostering ude         | 14             | -0,43<br>(0,55) | 4,24<br>(0,59) | 3,69<br>(0,70) | 3,11<br>(1,00)   | -0,53<br>(0,82) |

Tabel 3.3.1.1

Gennemsnit samt standardafvigelse (angivet i parentes) for de logaritmerede måleværdier opgjort efter behandlingssted.

#### Affaldstype

Svampeniveauet er signifikant lavere ved arbejde med kildesepareret husholdningsaffald end alle andre affaldstyper.

Støvemissionen fra såvel kildesepareret husholdningsaffald og blandet affald er lavere end fra både kildesorteret og -separeret erhvervsaffald.

Det kildeseparerede erhvervsaffald, blandet affald og haveaffald har højere kimniveau end kildesorteret erhvervsaffald og kildesepareret husholdningsaffald.

Kildesepareret erhvervsaffald har et højere indhold af endotoxiner end blandet affald og haveaffald.

For gramnegative bakterier og endotoxiner fandtes ingen signifikante forskelle i niveauerne for de forskellige affaldstyper.

Affaldstype

|                                     | 1 | 2   | 3                     | 4 | 5    | 6 |
|-------------------------------------|---|-----|-----------------------|---|------|---|
| 1 Kildesorteret husholdningsaffald  |   |     | svampe                |   |      |   |
| 2 Kildesorteret erhvervsaffald      |   |     | støv<br>svampe        |   | støv |   |
| 3 Kildesepareret husholdningsaffald |   |     |                       |   |      |   |
| 4 Kildesepareret erhvervsaffald     |   | kim | støv<br>kim<br>svampe |   | støv |   |
| 5 Blandet affald                    |   |     | kim<br>svampe         |   |      |   |
| 6 Haveaffald                        |   |     |                       |   |      |   |

Tabel 3.3.2

Angivelse af signifikante forskelle på støv-, kimtals-, svampe-, gramnegative bakterier og endotoxinniveauer i forhold til affaldstype. På x-aksen er angivet samme affaldstyper som y-aksen. For de angivne parametre gælder, at affaldstypen på y-aksen giver signifikant højere niveauer i forhold til x-aksen.

| Affaldstype                             | Antal<br>målinger<br>ca. | L(støv)         | L(total-<br>kim) | L(svampe)      | L(gram-<br>negative) | L(endo-<br>toxiner) |
|-----------------------------------------|--------------------------|-----------------|------------------|----------------|----------------------|---------------------|
| 1. Kildesorteret<br>husholdningsaffald  | 6                        | -0,26<br>(0,22) | 3,83<br>(0,35)   | 3,64<br>(0,63) | 3,43<br>(0,36)       | 0,05<br>(0,47)      |
| 2. Kildesorteret<br>erhvervsaffald      | 14                       | 0,01<br>(0,22)  | 3,73<br>(0,55)   | 3,44<br>(0,79) | 2,89<br>(1,32)       | -0,05<br>(0,64)     |
| 3. Kildesepareret<br>husholdningsaffald | 13                       | -0,67<br>(0,66) | 3,49<br>(0,64)   | 2,78<br>(1,28) | 2,38<br>(1,17)       | -0,08<br>(0,73)     |
| 4. Kildesepareret<br>erhvervsaffald     | 13                       | -0,16<br>(0,23) | 4,35<br>(0,45)   | 3,91<br>(0,50) | 2,21<br>(1,42)       | 0,40<br>(0,44)      |
| 5. Blandet affald                       | 20                       | -0,57<br>(0,62) | 4,13<br>(0,86)   | 3,62<br>(0,75) | 2,79<br>(1,15)       | -0,45<br>(0,71)     |
| 6. Haveaffald                           | 12                       | -0,45<br>(0,60) | 4,35<br>(0,54)   | 3,80<br>(0,69) | 3,14<br>(1,08)       | -0,57<br>(0,86)     |

Tabel 3.3.2.1

Gennemsnit samt standardafvigelse (angivet i parentes) for de logaritmerede måleværdier opgjort efter affaldstype.

#### Affaldskvalitet

Støvemission fra behandling af såvel "meget rent og tørt" samt "støvet, men kun få urenheder" lå højere end for alle andre affaldskvaliteter.

Kimbelastningen er signifikant højere for de 3 kvaliteter med højt indhold af let nedbrydeligt organisk materiale.

Endotoxinerne forekommer i signifikant større mængde i den "støvede, men få urenheder" end "blandet affald" og "meget let fordærveligt affald". Ligeledes er der signifikant flere endotoxiner i "mindre urenheder, let støvet" end ved håndtering af "meget let fordærveligt materiale".

Der registreredes ingen signifikante forskelle i niveauerne af gramnegative bakterier og svampe for de forskellige affaldskvaliteter.

## Affaldskvalitet

|                                       | 0   | 1           | 2 | 3 | 4             | 5             |
|---------------------------------------|-----|-------------|---|---|---------------|---------------|
| 0. meget rent og tør                  |     | støv        |   |   | støv          | støv          |
| 1. mindre urenheder, let støvet       |     |             |   |   |               | endo.         |
| 2. støvet, men kun få urenheder       | kim | støv<br>kim |   |   | støv<br>endo. | støv<br>endo. |
| 3. væsentlige urenheder               |     |             |   |   |               |               |
| 4. blandet affald                     | kim | kim         |   |   |               |               |
| 5. meget let for-<br>dærveligt affald | kim |             |   |   |               |               |

Tabel 3.3.3

Angivelser af signifikante forskelle på støv-, endotoxin-, gramnegative bakterier-, svampe- og kimtalsniveauer i forhold til affaldskvaliteten. Hvor y-aksen er signifikant højere i forhold til x-aksen.

| Affaldskvalitet                       | Antal målinger | L(støv)         | L(total-kim)   | L(svampe)      | L(gram-negative) | L(endotoxiner)  |
|---------------------------------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|------------------|-----------------|
| 0. meget rent og tørt                 | 11             | -0,00<br>(0,26) | 3,48<br>(0,33) | 3,34<br>(0,93) | 2,93<br>(0,98)   | -0,20<br>(0,59) |
| 1. mindre urenheder, let støvet       | 14             | -0,60<br>(0,68) | 3,64<br>(0,71) | 3,21<br>(0,96) | 2,67<br>(1,29)   | 0,01<br>(0,73)  |
| 2. støvet, men kun få urenheder       | 21             | -0,09<br>(0,24) | 4,19<br>(0,48) | 3,60<br>(0,99) | 2,47<br>(1,38)   | 0,29<br>(0,48)  |
| 3. væsentlige urenheder               | 0              |                 |                |                |                  |                 |
| 4. blandet affald                     | 18             | -0,44<br>(0,59) | 4,35<br>(0,65) | 3,75<br>(0,74) | 3,21<br>(0,91)   | -0,48<br>(0,79) |
| 5. meget let for-<br>dærveligt affald | 14             | -0,64<br>(0,63) | 4,05<br>(0,86) | 3,61<br>(0,73) | 2,56<br>(1,28)   | -0,53<br>(0,75) |

Tabel 3.3.3.1

Gennemsnit samt standardafvigelse (angivet i parentes) for de logaritmerede måleværdier opgjort efter affaldskvalitet.

Sammenfattende om de gennemførte statistiske beregninger kan siges:

- støvbelastningen er størst ved modtagelsen og ved ballepresning. Gennemgående støver tørre affaldskvaliteter, som forventet, mere end våde og erhvervsaffald støver mere end husholdningsaffald.
- det luftbårne svampeindhold er lavere fra kildesepareret husholdningsaffald, hvilket går igen ved miljøkabine 2.
- endotoxinniveauerne er størst ved håndtering af tørre materialer med visse urenheder.
- kimtallene er større når der arbejdes med vådt, forurenset affald.

En multipel lineær regressionsanalyse viser ligeledes, at endotoxintallet korrelerer til dels til totalkim dels til affaldskvaliteten. Tørre materialer har tendens til at give større endotoxintal.

$$\text{Log (endotoxin ng/m}^3\text{)} = -1,571 + 0,468_3 \times \text{log (totalkim KE/m}^3\text{)} - 0,175 \times \text{affaldskvalitet.}$$

### 3.4 Personundersøgelse resultater

Til videre analyse er der valgt en opdeling af anlæggene efter 2 kriterier: A) råvarens beskaffenhed, B) bearbejdningstype. Den fremkomne opdeling ser ud som følger:

- |                   |                       |
|-------------------|-----------------------|
| 1. Vandværker     |                       |
| 2. Papirsortering | (Makir, BOFA)         |
| 3. "- på anlæg    | (AFAV, GMP, KARA)     |
| 4. Havekompost    | (Gentofte, Sengeløse) |
| 5. Skraldkompost  | (KIP, AFAV)           |
| 6. Sortering man. | (GMP)                 |
| 7. Sortering mek. | (4S)                  |

På grund af de små gruppestørrelser, har det været nødvendigt at lave 4 grupper til de logistiske regressionsanalyser:

1. Vandværker (1)
2. Papirsortering (2)
3. Havekompost (4)
4. Affaldsarbejde (3 + 5 + 6 + 7)

Fordeling af personlige data på anlægstyperne samt rygevaner ses af tabel 3.4.1.

|                                | vand<br>værker      | papirsortering<br>alene i anlæg |                   | kompostering<br>haveaf skrald |                   | sortering<br>manuel mekanisk |                   |
|--------------------------------|---------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------|------------------------------|-------------------|
| Alder                          | <sup>1,2</sup> 44.5 | <sup>b</sup> 37.2               | <sup>1</sup> 44.2 | 37.5                          | 42.3              | <sup>a</sup> 31.9            | <sup>a</sup> 32.6 |
| Mænd                           | 119 (100)           | 20 (100)                        | 9 (69.2)          | 8 (100)                       | 8 (100)           | 14 (100)                     | 9 (100)           |
| Kvinder                        |                     |                                 | 4 (30.8)          |                               |                   |                              |                   |
| Mdr på<br>anlæg                | <sup>1</sup> 147.0  | <sup>a</sup> 64.5               | <sup>a</sup> 19.3 | <sup>a</sup> 9.5              | 97.5              | <sup>a</sup> 17.6            | <sup>a</sup> 13.4 |
| Arbejdsår<br>før<br>ansættelse | <sup>1</sup> 16.6   | <sup>a</sup> 3.8                | <sup>1</sup> 17.9 | <sup>1</sup> 14.9             | <sup>1</sup> 20.3 | <sup>1</sup> 13.0            | 11.8              |
| Rygning<br>pakkår              | 15.6                | 9.2                             | 19.1              | 22.8                          | 11.9              | 8.8                          | 11.0              |
| Cigaretækv                     | 9.5                 | 7.4                             | 16.3              | 13.1                          | 10.8              | 7.2                          | 11.1              |

1 signifikant forskellig fra a, 2 signifikant forskellig fra b.

Tal i parentes = %

Tabel 3.4.1

Fordeling af alder køn og rygevaner på anlægstyper. Aritmetisk middelværdi.

For at undersøge arbejdsmiljøets påvirkning af lungerne blev lungefunktionen målt på alle medarbejdere før og efter 6 timers arbejde på en mandag:

|                                | Morgen                    | Eftermiddag               |
|--------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Udånding i 1. sec.:            | FEV <sub>1</sub>          | FEV <sub>1</sub>          |
| Lungernes arbejds-<br>volumen: | FVC                       | FVC                       |
| Tiffeneaus index:              | FEV <sub>1</sub> /FVCx100 | FEV <sub>1</sub> /FVCx100 |

Den største værdi af disse målinger er derefter lagt til grund for beregning af FEV<sub>1</sub>%:

$$FEV_1\% = \frac{FEV_{1\max}}{\text{Normalværdi af } FEV_1} \times 100$$

$$FVC\% = \frac{FVC_{\max}}{\text{Normalværdi af } FVC} \times 100$$

$$FEV_{1\text{ænd}}\% = \frac{FEV_{1\text{eftermiddag}} - FEV_{1\text{morgen}}}{FEV_{1\max}} \times 100$$

$$\text{FVC}\% = \frac{\text{FVC}_{\text{eftermiddag}} - \text{FVC}_{\text{morgen}}}{\text{FVC}_{\text{max}}} \times 100$$

Den forcerede vitalkapacitet FVC er den største luftmængde, som kan udåndes efter en maksimal indånding. FVC er større hos mænd end hos kvinder, den stiger med højden og aftager med alderen fra midt i tyverne. FVC er et statisk mål, der bedst kan tolkes sammen med FEV<sub>1</sub>.

Det forcerede expiratoriske volumen i 1. sec. FEV<sub>1</sub> er den luftmængde, der højst kan udåndes på 1. sec. efter en maksimal indånding. FEV<sub>1</sub> er afhængig af alder, køn og højde på samme måde som FVC.

FEV<sub>1</sub> findes nedsat ved tilstande som astma og bronchitis. En samtidig nedsættelse af FEV<sub>1</sub> og FVC ses ved "for store lunger" (emfysem).

FEV<sub>1</sub> og FVC opgives i denne undersøgelse som FEV<sub>1</sub>% og FVC%, idet de er korrigeret for normalværdien for hver enkelt person beregnet ud fra køn, alder og højde. 100% svarer således til en for personen forventet værdi.

(FEV<sub>1</sub>/FVC) x 100, også kaldet Tiffeneaus index, viser om der er sammensnøring af luftvejene, idet værdier under 60% svarer til at der er en hindring af luftens passage gennem luftvejene.

Normalværdier for FEV<sub>1</sub> og FVC er beregnet ud fra en standard udgivet af Dansk Selskab for Lungemedicin (65).

#### Diagnose af respiratoriske lidelser:

Kronisk bronchitis blev diagnosticeret hvis personen havde hostet med opspyt 3 måneder eller mere, igennem de sidste 2 år eller længere.

Kronisk tør hoste blev diagnosticeret hvis personen havde hostet uden opspyt 3 måneder eller mere, igennem de sidste 2 år eller længere.

Astma blev diagnosticeret hvis personen havde en kendt astmasygdom karakteriseret ved tilbagevendende åndedrætsbesvær med normal lungefunktion mellem anfaldene.

Hvis der derudover var kendte allergiske reaktioner, der kunne udløse disse anfald, eller positive reaktioner ved priktesten, blev astmasygdommen karakteriseret som allergisk astma. Hvis der ikke var kendte allergiske reaktionsmønstre eller positive reaktioner ved priktesten, samtidig med et positivt fund ved histaminprovokationstesten, blev astmasygdommen karakteriseret som ikke allergisk astma.

Toxisk alveolitis (ODTS) blev diagnostiseret hvis personen havde oplevet influenzaefornemmelse eller feberfornemmelse i tilknytning til arbejde, hvor infektionssygdomme på det pågældende tidsrum ikke kunne sandsynliggøres. Herudover skulle mindst 1 af de følgende kriterier være til stede samtidig: trykken for brystet, åndedrætsbesvær, tør hoste, muskelsmerter eller ledsmerter.

### 3.4.1

### Lungefunktionsundersøgelse

#### 3.4.1.1

#### Basisværdier

|                      | vand<br>værker    | papirsortering<br>alene i anlæg | kompostering<br>haveaf skrald | sortering<br>manuel mekanisk                  |
|----------------------|-------------------|---------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| FEV <sub>1</sub> %   | 116.4             | 108.9                           | 106.1                         | 114.1 114.3 116.4 104.0                       |
| FVC%                 | 119.6             | 107.2                           | 114.1                         | 116.7 113.1 117.5 116.0                       |
| TIFF                 | <sup>b</sup> 77.5 | <sup>1,2</sup> 83.5             | <sup>a</sup> 74.5             | 79.3 81.1 <sup>1</sup> 81.8 <sup>a</sup> 73.5 |
| FEV <sub>and</sub> % | -0.9              | -1.2                            | 1.5                           | -0.7 -0.8 -2.1 1.9                            |
| FVC <sub>and</sub> % | <sup>1</sup> -1.1 | -0.8                            | <sup>a</sup> 2.1              | 1.3 0.0 <sup>1</sup> -2.1 1.9                 |

1 signifikant forskellig fra a, 2 signifikant forskellig fra b.

Normalværdier FEV<sub>1</sub>% FVC% = 100; TIFF = 70-85; FEV<sub>1and</sub>% FVC<sub>and</sub>% = ukendt

Tabel 3.4.1.1

Fordeling af lungefunktionsresultater på anlægstyper. Middelværdi.

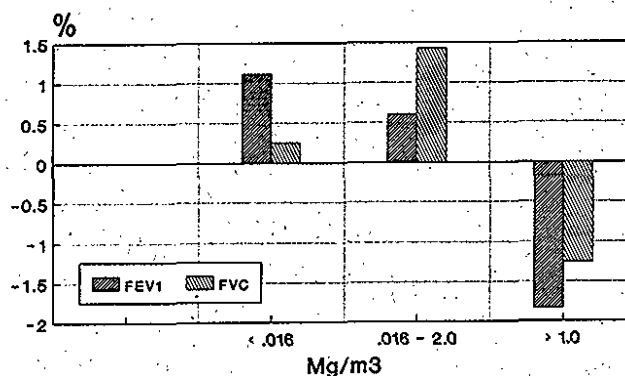
Ved analyse af lungefunktionsværdierne FEV<sub>1</sub>% og FVC% findes ingen signifikante forskelle mellem grupperne m.h.t. disse basisværdier. Der findes signifikant lavere Tiffeneaus index (FEV<sub>1</sub>/FEV) x 100 for personer beskæftiget med papirsortering på et affaldsanlæg og personer beskæftiget ved maskinel sortering.

Vandværksarbejdere har et signifikant lavere index end papirsorteringsarbejdere, der er ansat i anlæg, hvor man kun sorterer papir.

#### Lineær regressionsanalyse

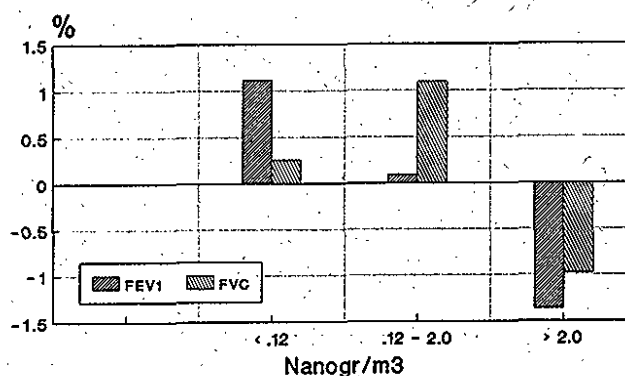
Ved en multipel lineær regressionsanalyse af sammenhængen mellem eksponeringen og basisværdierne i lungefunktion findes der ingen signifikante sammenhænge.

Procentvise ændringer i lungefunktionen  
i løbet af arbejdsdagen, opdelt efter  
totalstøvbekastning



Restriktion affaldsarbejdere

Procentvise ændringer i lungefunktionen  
i løbet af arbejdsdagen, opdelt efter  
den totale endotoxinbelastning



Restriktion affaldsarbejdere

Figur 3.4.1.1

Den procentvise ændring i lungefunktionen efter h.h.v. totalstøv- og endotoxinbelastningen.

Ændring i lungefunktion i løbet af arbejdsdagen

Lineær regression

Ved analyse af sammenhængen mellem anlægstype og ændringen i FEV<sub>1</sub> og FVC findes et signifikant fald i FVC blandt ansatte beskæftiget med affaldssortering på et lukket anlæg. Der findes ingen signifikante forskelle mellem de enkelte grupper for FEV<sub>1</sub>'s vedkommende.

Ved en lineær regression af sammenhængen mellem FEV<sub>1</sub>%ænd og FVC%ænd og grupperede eksponeringsvariable (se bilag 4.2) findes, når der foretages restriktion til affaldsarbejdere, en signifikant association mellem FEV<sub>1</sub>%ænd og totalstøvs-eksponeringen.

$$\text{FEV}_1\% \text{ænd} = 2.09 (1.30) - 1.87 (.86) \times \text{Niveau (totalstøv)}$$

$$R^2 = .067$$

|         |                                   |           |
|---------|-----------------------------------|-----------|
| Niveau: | I < 0.016 mg/m <sup>3</sup>       | Totalstøv |
|         | II 0.016 - 1.00 mg/m <sup>3</sup> | Totalstøv |
|         | III > 1.00 mg/m <sup>3</sup>      | Totalstøv |

Tallene i parentes angiver usikkerheden på sidste betydende ciffer.

For FVC%ænd findes der også en signifikant association til den grupperede totalstøvsbelastning.

$$\text{FVC\%ænd} = 2.21 (1.10) - 1.54 (.73) \times \text{Niveau (totalstøv)}$$

$$R^2 = .063$$

Niveau I, II og III som for FEV% ænd's vedkommende.

Tallene i parentes angiver usikkerheden på sidste betydende ciffer.

Ændringen i lungefunktionen i de enkelte kategorier af totalstøvseksponering og endotoxinseksponering kan ses på fig. 3.4.1.1.

For de øvrige eksponeringsparametre findes ingen signifikante associationer til ændringen i lungefunktionsparametrene i løbet af arbejdsdagen.

#### Histaminprovokation

Histaminprovokation er en test af bronkiernes tendens til at trække sig sammen. En positiv test er oftest forbundet med, at personen har astma.

Ved histaminprovokationen blev lungernes reaktivitet overfor aerosoliseret histaminklorid målt hos alle affalds- og komposteringsarbejdere. En reaktion ved konc.  $\leq 8$  mg histamin/ml blev regnet som positiv. Der blev fundet 1 person (tabel 3.4.1.2), men denne person var også hyperreagerende før starten på anlægget et halvt år tidligere. Da der ikke var nye positive fund i affaldsindustrien blev det besluttet at undlade denne undersøgelse af vandværksarbejdere. Det positive fund hos en person, som arbejdede på et papirsorteringsanlæg var positiv ved indgangen til studiet og er således ikke et nyt tilfælde.

|   | Vand<br>værker | papirsortering<br>alene i anlæg |    | kompostering<br>haveaf skrald |   | Sortering<br>manuel mekanisk |   |
|---|----------------|---------------------------------|----|-------------------------------|---|------------------------------|---|
|   | -              | 1                               | 0  | -                             | 0 | 0                            | 0 |
| N | 119            | 19                              | 13 | 8                             | 1 | 14                           | 9 |

Fishers exact: 1 signifikant forskellig fra a, 2 signifikant forskellig fra b.

Tabel 3.4.1.2  
Histaminprovokation.

#### Peak-flow

I forbindelse med interviewet blev der udleveret et peak-flow meter, og givet instruktion i brugen heraf. Medarbejderne administrerede herefter selv at puste i peak-flowmetrene hver 3. time i de følgende 2 uger, hvorefter de blev returneret. Et peak-flow blev herefter erklæret for normalt, hvis forskellen mellem den maksimale og minimale aflæsning (range) i løbet af de 2 uger var mindre end 100 l/min. eller mindre end 50% af maximumværdien. Der blev ikke fundet nogen overhyppighed af abnorme peak-flow udsving i affaldsindustrier.

|                                     | Vand<br>værker | papirsortering<br>alene i anlæg |    | kompostering<br>haveaf skrald |   | Sortering<br>manuel mekanisk |   |
|-------------------------------------|----------------|---------------------------------|----|-------------------------------|---|------------------------------|---|
| N                                   | 119            | 20                              | 13 | 8                             | 8 | 14                           | 9 |
| Afleveret<br>og udfyldte<br>skemaer | 96             | 18                              | 12 | 2                             | 3 | 12                           | 2 |
| Signifikante<br>udsving i PF        | 6              | 1                               | 1  | 0                             | 0 | 1                            | 0 |

Fishers exact: 1 signifikant forskellig fra a, 2 signifikant forskellig fra b.

Tabel 3.4.1.3  
Peak-flow selvmonitorering.

#### 3.4.1.2

Diskussion af lungefunktionsundersøgelser. Ved undersøgelsen af basisværdierne findes ingen signifikante forskelle mellem værdierne af FEV% og FVC% imellem de enkelte arbejdstyper. Tiffeneaus index (TIFF) findes at være signifikant lavere blandt personale ved papirsortering på anlæg og mekanisk sortering i forhold til såvel papirsortering alm. som manuel affaldssortering.

Disse forskelle er ikke entydige og skyldes formentlig til en vis grad forskelle i rygevaner, da disse anlæg også har det højeste tobaksforbrug, målt som cigaretækvivalenter pr. dag.

En anden grund til at der ikke findes forskelle mellem grupperne, kan være den korte eksponeringstid som medarbejderne har haft.

Ved en multipel linær regressionsanalyse, hvor eksponeringsintensiteten for de enkelte støvkomponenter inddrages sammen med alder, køn og rygevaner, kan der ikke påvises nogen signifikant association til basisværdierne af lungefunktionen. Dette har også relation til, at den gennemsnitlige ansættelseslængde for anlæggene, der varierer fra 9,5 - 97,5 måneder, hvilket er meget kort tid til at inducere varige forandringer i lungefunktionen.

Ved undersøgelse af forandringen i lungefunktionsparametrene findes der ingen signifikante forskelle mellem anlæggene. Derimod findes ved en multipel linær regression en signifikant negativ sammenhæng mellem eksponering af totalstøv og såvel FEV<sub>1</sub>% og FVC%, således at der er tale om et fald i lungefunktionen når totalstøvkonzentrationen overstiger 1 mg/m<sup>3</sup> på anlæggene.

Ved disse undersøgelser er der udelukkende inddraget papir og affaldsarbejdere, da allergiundersøgelsen tyder på en selektion af følsomme individer væk fra affaldsindustrien, idet der findes en signifikant lavere hyppighed af priktestpositive i affaldsindustrien i forhold til kontrolgruppen. Det er tidligere vist i bomuldsindustrien at atopiske personer reagerer med større fald i lungefunktionen end andre (64,40) og Castellan har vist at kun ca. halvdelen reagerer på eksponering med endotoxin i lave koncentrationer (39). Derfor har de lineære regressioner ikke inddraget vandværksarbejderne, da de i denne forbindelse ikke er sammenlignelige.

Histamin provokations testen gav ingen yderligere information, da der ikke var positive reaktioner blandt affaldsarbejderne. Peak-flow monitoreringen afslørede ingen forskelle mellem affalds- og vandværksarbejdere, idet der ikke var en signifikant overhyppighed af abnorme udsving i nogen af grupperne i forhold til vandværksarbejdere. Dette skyldes sandsynligvis det forhold at der i de perioder, hvor peak-flow selvmonitoreringen foregik, ikke var abnorme eksponeringer, som kunne føre til peak-flow ændringer blandt medarbejderne.

## 3.4.2

Serumanalyser

|                           | vand<br>værker     | papirsortering<br>alene i anlæg     | kompostering<br>haveaf skrald        | sortering<br>manuel mekanisk        |
|---------------------------|--------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| IgE                       | <sup>1</sup> 103.5 | <sup>1</sup> 25.2 <sup>1</sup> 49.6 | <sup>a</sup> 326.5 <sup>1</sup> 28.5 | <sup>1</sup> 85.2 <sup>1</sup> 39.0 |
| IgG                       | 12.16              | 13.20   11.67                       | 14.38   13.25                        | 12.43   12.00                       |
| Eosinofile<br>Leukocytter | 220.2              | 246.8   248.6                       | 296.3   173.1                        | 192.1   353.0                       |

<sup>1</sup> signifikant forskellig fra a.

Tabel 3.4.2.1

Fordeling af serologiske variable på anlægstyper.

## 3.4.2.1

Resultater. Ved serumanalyserne kunne der findes en signifikant højere IgE koncentration blandt havekomposteringsarbejdere. En lineær regressionsanalyse viste, at der blandt affaldsarbejdere var en signifikant association mellem IgE niveau i serum og den totale kimbeklastning som personen var udsat for. Således stiger IgE koncentrationen ved stigende totalimbeklastning.

$$\text{IgE} = - 297.4 (125.2) + 93.2 (30.7) \times \log (\text{kim}^*)$$

$$R^2 = 0,09$$

$$*\text{Kim} = \text{Totalkim K.E./m}^3$$

Tallene i parentes angiver usikkerheden på sidste betydende cifre.

De øvrige analyser viste ingen association til eksponeringsvariabler.

Ved en (ANOVA) analyse variansanalyse af sammenhængen mellem tobaksforbrug (cigaretakvivalenter pr dag) og de grupperede eksponeringsvariabler, i forhold til serumniveauer findes en negativ sammenhæng mellem tobaksforbrug og IgG-niveau i serum, jvf. tabel 3.4.2.2.

### Undersøgelse af IgE

|                     | Sum af<br>kvadrater | Friheds-<br>grader | Middel-<br>kvadrat | F     | Signif.<br>af F |
|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-------|-----------------|
| Hovedeffekter       | 461430.420          | 9                  | 51270.047          | 1.951 | .062            |
| Cigaretakvivalenter | 2406.289            | 2                  | 1203.145           | .046  | .955            |
| Endotoxinbelastning | 121526.912          | 2                  | 60763.456          | 2.312 | .108            |
| Alder               | 162576.386          | 4                  | 40644.096          | 1.546 | .201            |
| Totalkim belastning | 234096.596          | 1                  | 234096.596         | 8.907 | .004            |
| Forklaret           | 461430.420          | 9                  | 51270.047          | 1.951 | .062            |

### Undersøgelse af IgG

|                     | Sum af<br>kvadrater | Friheds-<br>grader | Middel-<br>kvadrat | F     | Signif.<br>af F |
|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-------|-----------------|
| Hovedeffekter       | 97.868              | 9                  | 10.874             | 1.165 | .334            |
| Cigaretakvivalenter | 68.762              | 2                  | 34.381             | 3.684 | .031            |
| Endotoxinbelastning | 20.667              | 2                  | 10.333             | 1.107 | .337            |
| Alder               | 10.568              | 4                  | 2.642              | .283  | .888            |
| Totalkim belastning | .293                | 1                  | .293               | .031  | .860            |
| Forklaret           | 97.868              | 9                  | 10.874             | 1.165 | .334            |

Antal 72 (kun affaldsarbejdere)

Tabel 3.4.2.2

Sammenhængen mellem serumværdier og alder, rygevaner, endotoxinbelastning og totalkimbelastning for affaldsarbejdere (ANOVA).

### Middelværdier af IgE: grupper opdelt efter totalkimeksponeringer

| Totalkim<br>log (K.E./m <sup>3</sup> ) | Antal | Middel-<br>værdi | Standard<br>Afvigelse | 95% konf.int. for middelværdi |    |          |
|----------------------------------------|-------|------------------|-----------------------|-------------------------------|----|----------|
| ≤ 10.000                               | 40    | 33.2000          | 61.9024               | 13.4027                       | To | 52.9973  |
| > 10.000                               | 29    | 140.5862         | 242.2076              | 48.4553                       | To | 232.7171 |
| Total                                  | 69    | 78.3333          | 170.8938              | 37.2802                       | To | 119.3865 |

### Middelværdier af IgG: grupper opdelt efter cigaretforbrug

| Cigaretækvivalenter | Antal | Middel-værdi | Standard Afvigelse | 95% konf.int. for middelværdi |    |         |
|---------------------|-------|--------------|--------------------|-------------------------------|----|---------|
| 0                   | 31    | 13.5484      | 3.2232             | 12.3661                       | To | 14.7307 |
| 1 - 10              | 10    | 13.5000      | 2.7588             | 11.5265                       | To | 15.4735 |
| 11 +                | 29    | 11.5862      | 2.8350             | 10.5078                       | To | 12.6646 |
| Total               | 70    | 12.7286      | 3.1157             | 11.9856                       | To | 13.4715 |

Antal = 75 (kun affaldsarbejdere)

### Tabel 3.4.3.3

Serumværdiernes afhængighed af udvalgte eksponeringer.

### 3.4.2.2

Diskussion af serumanalyserne. Som det fremgår af tabel 3.4.2.2 og 3.4.2.3 er der en signifikant sammenhæng mellem totalalkimbelastningen og serum IgE, således at jo højere eksponeringen for totalalkim var på undersøgelsesdagen jo højere var den gennemsnitlige IgE i gruppen af affaldsarbejdere.

For IgG ses der en signifikant negativ effekt af rygning på IgG niveau i serum, hvilket er i overensstemmelse med, hvad der er fundet ved undersøgelse af andre industrier med organisk støveksposering (59, 52, 60).

### 3.4.3

### Allergiundersøgelsens resultater

|              | vand værker | papirsortering alene i anlæg |          | kompostering haveaf skrald |          | sortering manuel mekanisk |   |
|--------------|-------------|------------------------------|----------|----------------------------|----------|---------------------------|---|
| Astma        | 9 (7.6)     | 1 (5.0)                      | 1 (14.3) | 1 (12.5)                   | 0        | 0                         | 0 |
| Prik > 2mm   | 29 (24.4)   | 2 (10.0)                     | 4 (57.3) | 4 (50.0)                   | 2 (25.0) | 4 (28.6)                  | 0 |
| Prik > hist. | 9 (7.6)     | 0                            | 0        | 1 (12.5)                   | 0        | 0                         | 0 |
| N            | 119         | 20                           | 13       | 8                          | 8        | 14                        | 9 |

Fishers exact: 1 signifikant forskellig fra a, 2 signifikant forskellig fra b.

### Tabel 3.4.3.1

Fordeling af allergisymptomer på anlægstyper N (%).

| Astma          | Odds Ratio | 95 %'s sikkerhedsgr. |   |   |       |
|----------------|------------|----------------------|---|---|-------|
| Eksponering    |            |                      |   |   |       |
| Vandværker     | 1.00       |                      |   | - | -     |
| Papirsortering | 0.53       | 0.06                 | - |   | 4.57  |
| Havekompost    | 1.34       | 0.14                 | - |   | 13.22 |
| Affaldsanlæg   | 0.21       | 0.03                 | - |   | 1.78  |
| Confoundere    |            |                      |   |   |       |
| rygning        | 1.08       | 0.56                 | - |   | 2.09  |
| alder          | 0.27*      | 0.08                 | - |   | 0.97  |
| atopisk disp   | 1.08       | 0.59                 | - |   | 1.99  |
| Basis          | 0.144      |                      |   |   |       |
| Prævalens      |            |                      |   |   |       |
|                | 12/192     |                      |   |   |       |

Tabel 3.4.3.2

Logistisk regressionsanalyse af; astma fordelt på virksomhedstype i forhold til vandværksarbejder.

| Svage priktestreaktioner | Odds Ratio | 95 %'s sikkerhedsgr. |   |   |       |
|--------------------------|------------|----------------------|---|---|-------|
| Eksponering              |            |                      |   |   |       |
| Vandværker               | 1.00       |                      |   | - | -     |
| Papirsortering           | 0.21       | 0.03                 | - |   | 1.73  |
| Havekompost              | 2.33       | 0.37                 | - |   | 14.67 |
| Affaldsanlæg             | 1.00       | 0.37                 | - |   | 2.69  |
| Confoundere              |            |                      |   |   |       |
| rygning                  | 0.96*      | 0.93                 | - |   | 0.995 |
| alder                    | 0.89       | 0.37                 | - |   | 2.15  |
| atopisk disp             | 1.19       | 0.80                 | - |   | 1.79  |
| Basis                    | 0.2744     |                      |   |   |       |
| Prævalens                |            |                      |   |   |       |
|                          | 28/192     |                      |   |   |       |

Tabel 3.4.3.3

Logistisk regressionsanalyse af; Svage priktestreaktioner fordelt på virksomhedstype. I forhold til vandværksarbejdere.

Af tabel 3.4.3.2 fremgår det at der ikke er større risiko for at have astma blandt affaldsarbejderne når der korrigeres for rygning, alder og atopisk disposition. Alder over 40 er forbundet med en signifikant lavere risiko for at have astma.

Af tabel 3.4.3.1 ses der ingen signifikante forskelle i andelen af personer med positive reaktioner overfor et vilkårligt allergen. Ved logistisk regression ses ingen signifikante forskelle mellem grupperne, når der korrigeres for alder, køn og atopisk disposition tabel 3.4.3.3.

Ved en undersøgelse af de enkelte allergeners reaktivitet i grupperne, findes der kun forskel i reaktiviteten overfor *Lepidoglyphus Destructor* blandt affaldsarbejdere. Af tabel 3.4.3.4 ses det, at for denne lagermide er der en signifikant øget risiko for en reaktion > 2 mm og > neg reference i affaldsindustrien.

| Svage reaktioner overfor<br><i>Lepidoglyphus Destructor</i> | +  | -   |
|-------------------------------------------------------------|----|-----|
| Vandværksarbejdere                                          | 1  | 118 |
| Papirarbejdere                                              | 0  | 20  |
| Havekompost arbejdere                                       | 0  | 8   |
| Affaldsarbejdere                                            | 3* | 41  |

| Svage reaktioner overfor<br><i>Lepidoglyphus Destructor</i> | +  | -   |
|-------------------------------------------------------------|----|-----|
| Vandværksarbejdere                                          | 1  | 118 |
| Papirarbejdere                                              | 0  | 20  |
| Havekompost arbejdere                                       | 0  | 8   |
| Affaldsarbejdere                                            | 3* | 41  |

\*) Approximative 95% grænseværdier, i forhold til vandværksarbejdere.

OR = 8.6341 ( 1.0720 - 177.1809 )

OR.: Odds Ratio

Tabel 3.4.3.4

Svage positive hudreaktioner overfor *Lepidoglyphus destructor*.

| Positive reaktioner<br>> Histaminreference | +  | -   |
|--------------------------------------------|----|-----|
| Vandværksarbejdere                         | 9  | 110 |
| Papirarbejdere                             | 0  | 20  |
| Havekompost arbejdere                      | 1  | 7   |
| Affaldsarbejdere                           | 0* | 44  |

| Positive reaktioner<br>> Histaminreference | +  | -   |
|--------------------------------------------|----|-----|
| Vandværksarbejdere                         | 9  | 110 |
| Papirarbejdere                             | 0  | 20  |
| Havekompost arbejdere                      | 1  | 7   |
| Affaldsarbejdere                           | 0* | 44  |

\*) Approximative 95% grænseværdier, i forhold til vandværksarbejdere.

OR = .000 ( .6113 - .000 )

Tabel 3.4.3.5

Positive priktestreaktioner > histaminref.

Af tabel 3.4.3.5 fremgår det, at der en signifikant lavere andel (0) af affaldsarbejderne i forhold til vandværksarbejdere, der har en positiv priktestreaktion > histaminreferencen.

Der er ingen signifikant forskel mellem havekompostarbejdere, papirarbejdere og vandværksarbejdere.

| Hudkløe > 2 x årligt | Odds Ratio | 95 %'s sikkerhedsgr. |   |  |      |
|----------------------|------------|----------------------|---|--|------|
| Eksponering          |            |                      |   |  |      |
| Vandværker           | 1.00       |                      | - |  |      |
| Papirsortering       | 1.39       | 0.28                 | - |  | 7.07 |
| Affaldsanlæg         | 3.78*      | 1.46                 | - |  | 9.78 |
| Confoundere          |            |                      |   |  |      |
| alder                | 1.62       | 0.53                 | - |  | 4.91 |
| Basis                | 0.064      |                      |   |  |      |
| Prævalens            |            |                      |   |  |      |
|                      | 24/187     |                      |   |  |      |

Tabel 3.4.3.6

Logistisk regressionsanalyse af; hudkløe eller svie > 2 gange årlig fordelt på virksomheds-type i forhold til vandværksarbejdere.

| Hudkløe > 2 x månedlig | Odds Ratio | 95 %'s sikkerhedsgr. |   |        |  |
|------------------------|------------|----------------------|---|--------|--|
| Eksponering            |            |                      |   |        |  |
| Vandværker             | 1.00       |                      | - |        |  |
| Papirsortering         | -          |                      | - |        |  |
| Havekompost            | -          |                      | - |        |  |
| Affaldsanlæg           | 14.65*     | 1.54                 | - | 132.23 |  |
| Confoundere            |            |                      |   |        |  |
| atopisk disp           | 1.42       | .73                  | - | 2.77   |  |
| alder                  | 0.59       | 0.10                 | - | 3.47   |  |
| køn                    | 8.51       | 0.91                 | - | 79.54  |  |
| Basis                  | 0.0073     |                      |   |        |  |
| Prævalens              | 7/179      |                      |   |        |  |

Tabel 3.4.3.7

Logistisk regressionsanalyse af; hudkløe eller svie > 2 gange månedlig fordelt på virksomheds-type i forhold til Vandværksarbejdere.

### 3.4.3.2

Diskussion af allergiundersøgelser. Der er ikke vist nogen øget risiko for astma i denne undersøgelse af affaldsarbejdere, selvom tidligere arbejde viser, at netop denne type arbejde kan give astma (7) efter kort tids ansættelse.

For svag priktestreaktioner findes en øget risiko for sensibilisering overfor *Lepidoglyphus Destructor* i affaldsindustrien tydende på en eksponering for denne i forbindelse med arbejdet.

For positive priktestreaktioner > histaminreferencen findes en signifikant lavere risiko i affaldsbranchen i forhold til vandværksarbejdere med en odds ratio på (0.597 - 0.000). Disse forhold kan sandsynligvis forklares ved at der sker en udvandring af følsomme individer fra affaldsindustrien tidligt i ansættelsesforløbet, således at gruppen af affaldsarbejdere efterhånden bliver mere robust overfor eksponeringen (Healthy Worker Selection). Det kunne også skyldes en mindre eksponering, men herimod taler den øgede forekomst af svage reaktioner overfor *Lepidoglyphus Destructor*. Disse forhold er i overensstemmelse med en nylig undersøgelse i bomuldsindustrien (61), hvor der også fandtes en lavere odds ratio for positive priktestreaktioner > histaminreaktioner, men for enkelte allergener en signifikant højere odds ratio for svage positive reaktioner.

Begge disse undersøgelser tyder derfor på, at personer med tendens til allergiske manifestationer forlader arbejdet med udsættelse for organisk støv, og denne udvandring fører til at arbejdsstyrken efterhånden bliver mere robust overfor organisk støv end befolkningens gennemsnit. Dette indtryk forstærkes endvidere af, at risikoen for at have astma falder med alderen i denne undersøgelse.

#### Hudsymptomer

Der findes en signifikant øget risiko for hudsymptomer i affaldsindustrien i forhold til vandværksarbejdere. Denne forskel bliver stærkere, hvis man begrænser undersøgelsen til alle, der har hudkløe - eller svie mere end 2 x månedlig, idet risikoen herfor er 23.61 x så høj i affaldsanlæggene. Hvis der undersøges for blærer i hud eller revner i huden findes for begge disse spørgsmål ikke-signifikant overhyppighed i affaldsanlæggene.

## 3.4.4

## Interviewundersøgelses resultater

|                                        | vand<br>værker | papirsortering<br>alene i anlæg | kompostering<br>haveaf skrald | sortering<br>manuel mekanisk |
|----------------------------------------|----------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Kronisk<br>Bronchitis                  | 16 (13.4)      | 5 (25.0) 3 (23.1)               | 2 (25.0) 2 (25.0)             | 0 (0) 0 (0)                  |
| Kronisk<br>Tør hoste                   | 18 (15.1)      | 4 (20.0) 3 (23.1)               | 3 (37.5) 1 (12.5)             | 4 (28.6) 1 (11.1)            |
| Trykken<br>for brystet                 | 1 (0.9)        | 1 (5.0) 2 (15.4)                | 0 (0) 1 (14.3)                | 2 (14.3) 1 (12.5)            |
| Influenza<br>el. feber-<br>fornemmelse | 1 (0.8)        | 0 (0) 0 (0)                     | 0 (0) 3 (37.5)                | 3 (21.4) 0 (0)               |
| Åndenød ved<br>let anstreng-<br>else   | 4 (3.4)        | 0 (0) 4 (30.8)                  | 0 (0) 0 (0)                   | 1 (7.1) 0 (0)                |
| N                                      | 119            | 20 13                           | 8 8                           | 14 9                         |

Fishers exact: 1 signifikant forskellig fra a, 2 signifikant forskellig fra b.

Tabel 3.4.4.1

Fordeling af lungesymptomer på anlægstyper N (%).

| Kronisk bronchitis | Odds Ratio | 95 %'s sikkerhedsgr |
|--------------------|------------|---------------------|
| Eksponering        |            |                     |
| Vandværker         | 1.00       | -                   |
| Papirsortering     | 3.05       | 0.88 - 10.65        |
| Havekompost        | 3.18       | 0.52 - 19.33        |
| Affaldsanlæg       | 0.73       | 0.24 - 2.21         |
| Confoundere        |            |                     |
| rygning            | 4.53*      | 1.56 - 13.17        |
| alder              | 1.01       | 0.42 - 2.42         |
| atopisk disp       | 1.29       | 0.88 - 1.88         |
| Basis              | 0.043      |                     |
| Prævalens          | 28/192     |                     |

\* =  $P < 0.05$

Tabel 3.4.4.2

Logistisk regressionsanalyse af; kronisk bronchitis fordelt på virksomhedstype i forhold til vandværksarbejdere.

| Kronisk tør hoste | Odds Ratio | 95 %'s sikkerhedsgr. |   |  |       |
|-------------------|------------|----------------------|---|--|-------|
| Eksponering       |            |                      |   |  |       |
| Vandværker        | 1.00       |                      | - |  |       |
| Papirsortering    | 1.95       | 0.51                 | - |  | 7.50  |
| Havekompost       | 5.05       | 0.97                 | - |  | 26.36 |
| Affaldsanlæg      | 1.23       | 0.48                 | - |  | 3.18  |
| Confoundere       |            |                      |   |  |       |
| rygning           | 2.28*      | 1.39                 | - |  | 3.73  |
| alder             | 0.77       | 0.34                 | - |  | 1.75  |
| atopisk disp      | 1.51*      | 1.06                 | - |  | 2.16  |
| Basis             | 0.054      |                      |   |  |       |
| Prævalens         | 34/192     |                      |   |  |       |
| * = p< 0.05       |            |                      |   |  |       |

Tabel 3.4.4.3

Logistisk regressionsanalyse af; kronisk tør hoste fordelt på virksomhedstype i forhold til vandværksarbejdere.

| Trykken for brystet | Odds Ratio | 95 %'s sikkerhedsgr. |   |  |       |
|---------------------|------------|----------------------|---|--|-------|
| Eksponering         |            |                      |   |  |       |
| Vandværker          | 1.00       |                      | - |  |       |
| Papirsortering      | 1.43       | 0.27                 | - |  | 7.47  |
| Havekompost         | 2.06       | 0.21                 | - |  | 19.80 |
| Affaldsanlæg        | 5.43*      | 2.01                 | - |  | 14.64 |
| Confoundere         |            |                      |   |  |       |
| rygning             | 0.93       | 0.57                 | - |  | 1.54  |
| alder               | 0.65       | 0.26                 | - |  | 1.65  |
| atopisk disp        | 1.26       | 0.83                 | - |  | 1.92  |
| Basis               | 0.085      |                      |   |  |       |
| Prævalens           |            |                      |   |  |       |
|                     | 24/192     |                      |   |  |       |

Tabel 3.4.4.4

Logistisk regressionsanalyse af; trykken for brystet fordelt på virksomhedstype i forhold til vandværksarbejdere.

| Åndenød ved let anstrengelse | Odds Ratio | 95 %'s sikkerhedsgr. |   |       |
|------------------------------|------------|----------------------|---|-------|
| Eksponering                  |            |                      |   |       |
| Vandværker                   | 1.00       |                      |   | -     |
| Papirsortering               | -          |                      |   |       |
| Havekompost                  | -          |                      |   |       |
| Affaldsanlæg                 | 3.80       | .93                  | - | 15.57 |
| Confoundere                  |            |                      |   |       |
| rygning (pakkeår)            | 2.63       | 0.69                 | - | 0.98  |
| alder                        | 0.97       | 0.20                 | - | 4.72  |
| atopisk disp                 | 1.35       | 0.74                 | - | 2.47  |
| Basis                        | 0.0059     |                      |   |       |
| Prævalens                    |            |                      |   |       |
|                              | 9/162      |                      |   |       |

Tabel 3.4.4.5  
Logistisk regressionsanalyse af; Åndenød ved let anstrengelse fordelt på virksomhedstype i forhold til vandværksarbejdere.

| Toxisk Alveolitis | Odds Ratio | 95 %'s sikkerhedsgr. |   |  |        |
|-------------------|------------|----------------------|---|--|--------|
| Eksponering       |            |                      |   |  |        |
| Vandværker        | 1.00       |                      |   |  | -      |
| Papirsortering    | -          |                      |   |  |        |
| Havekompost       | -          |                      |   |  |        |
| Affaldsanlæg      | 17.19*     | 1.86                 | - |  | 158.52 |
| Confoundere       |            |                      |   |  |        |
| rygning           | 3.51       | 0.32                 | - |  | 37.93  |
| alder             | 0.19*      | 0.03                 | - |  | 1.36   |
| atopisk disp      | 2.28       | 1.07                 | - |  | 4.84   |
| Basis             | 0.003      |                      |   |  |        |
| Prævalens         | 7/164      |                      |   |  |        |

Tabel 3.4.4.6  
Logistisk regressionsanalyse af; Toxisk Alveolitis fordelt på virksomhedstype i forhold til vandværksarbejdere.

| Øjensymptomer  | Odds Ratio | 95 %'s sikkerhedsgr. |   |  |       |
|----------------|------------|----------------------|---|--|-------|
| Eksponering    |            |                      |   |  |       |
| Vandværker     | 1.00       |                      |   |  |       |
| Papirsortering | 1.70       | 0.42                 | - |  | 6.85  |
| Havekompost    | 1.35       | 0.15                 | - |  | 12.05 |
| Affaldsanlæg   | 3.83*      | 1.55                 | - |  | 9.44  |
| Confoundere    |            |                      |   |  |       |
| alder          | 1.29       | 0.48                 | - |  | 3.46  |
| Basis          | 0.0897     |                      |   |  |       |
| Prævalens      |            |                      |   |  |       |
|                | 29/192     |                      |   |  |       |

Tabel 3.4.4.7

Logistisk regressionsanalyse af; øjensymptomer fordelt på virksomhedstype i forhold til Vandværksarbejdere.

#### Lungesymptomer

Af tabel 3.4.4.2 og 3.4.4.3 fremgår det, at der ikke er signifikant effekt af de forskellige arbejdseksponeringer på kronisk bronchitis og tør hoste. Der findes derimod en signifikant øget risiko for kronisk bronchitis blandt rygere på 4.53 gange.

Personer der er disponeret for atopi har en signifikant øget risiko for tør hoste.

Trykken for brystet forekommer signifikant 5.43 x hyppigere i affaldsindustrien i forhold til vandværkerne.

Risikoen for åndenød ved let anstrengelse er ikke signifikant forøget i affaldsindustrien. Derimod er der en 17.2 x signifikant øget risiko for at have oplevet ODTS (Toxisk Alveolitis), hvis man er ansat i affaldsbranchen. Denne risiko øges 2.3 x, hvis man er disponeret for atopi. Således at den relative risiko for at have oplevet ODTS er 39.6 x større for en atopisk disponeret affaldsarbejder i forhold til en ikke atopisk disponeret vandværksarbejder.

Ved logistisk regressionsanalyse fandtes øjensymptomer at være signifikante 3.83 gange hyppigere i affaldsindustrien i forhold til vandværker. Der var ikke signifikant øget risiko i papirsorteringer og havekomposterings (tabel 3.4.4.7).

| I de sidste<br>12 måneder | vand<br>værker | papirsortering<br>alene i anlæg |          | kompostering<br>haveaf skrald |          | sortering<br>manuel mekanisk |          |
|---------------------------|----------------|---------------------------------|----------|-------------------------------|----------|------------------------------|----------|
| Nedsat<br>appetit         | 7 (6.0)        | 6 (33.0)                        | 0 (0)    | 1 (12.5)                      | 4 (50.0) | 2 (14.3)                     | 0 (0)    |
| Madlede                   | 6 (5.0)        | 1 (5.6)                         | 1 (7.7)  | 0 (0)                         | 0 (0)    | 4 (28.5)                     | 0 (0)    |
| Kvalme                    | 9 (7.7)        | 2 (11.2)                        | 4 (30.8) | 1 (12.5)                      | 3 (37.5) | 4 (28.5)                     | 1 (12.5) |
| Vekslende<br>afføring     | 20 (17.2)      | 2 (11.2)                        | 2 (15.4) | 2 (25.0)                      | 3 (37.5) | 2 (15.4)                     | 3 (37.5) |
| Opkast<br>el diarrè       | 6 (5.3)        | 0 (0)                           | 1 (9.1)  | 2 (25.0)                      | 5 (62.5) | 4 (28.6)                     | 2 (25.0) |

Tabel 3.4.4.8

Fordeling af gastrointestinale symptomer på anlægstyper N (%).

| Kvalme > 2 x ugentlig | Odds Ratio | 95-%'s sikkerhedsgr. |   |  |      |
|-----------------------|------------|----------------------|---|--|------|
| Eksponering           |            |                      |   |  |      |
| Vandværker            | 1.00       |                      |   |  | -    |
| Papirsortering        | 0.98       | 0.11                 | - |  | 8.49 |
| Havekompost           | -          |                      |   |  |      |
| Affaldsanlæg          | 1.63       | 0.45                 | - |  | 5.86 |
| Basis                 | 0.0598     |                      |   |  |      |
| Prævalens             |            |                      |   |  |      |
|                       | 12/187     |                      |   |  |      |

Tabel 3.4.4.9

Logistisk regressionsanalyse af; kvalme > 2 gange ugentlig fordelt på virksomhedstype i forhold til vandværksarbejdere.

| Vekslende afføring | Odds Ratio | 95 %'s sikkerhedsgr. |   |  |      |
|--------------------|------------|----------------------|---|--|------|
| Eksponering        |            |                      |   |  |      |
| Vandværker         | 1.00       |                      |   |  | -    |
| Papirsortering     | 0.60       | 0.13                 | - |  | 2.82 |
| Havekompost        | 1.60       | 0.30                 | - |  | 8.51 |
| Affaldsanlæg       | 1.60       | 0.69                 | - |  | 3.69 |
| Basis              | 0.208      |                      |   |  |      |
| Prævalens          | 35/186     |                      |   |  |      |

Tabel 3.4.4.10

Logistisk regressionsanalyse af; problemer med vekslende afføring indenfor de sidste 12 måneder fordelt på virksomhedstype i forhold til vandværksarbejdere.

| Kvalme, opkast el. diarré | Odds Ratio | 95 %'s sikkerhedsgr. |   |  |       |
|---------------------------|------------|----------------------|---|--|-------|
| Eksponering               |            |                      |   |  |       |
| Vandværker                | 1.00       |                      | - |  |       |
| Papirsortering            | -          |                      |   |  |       |
| Havekompost               | 7.51*      | 1.17                 | - |  | 48.12 |
| Affaldsanlæg              | 7.30*      | 2.50                 | - |  | 21.29 |
| Confoundere               |            |                      |   |  |       |
| Atopisk disp              | 1.31       | 0,82                 | - |  | 2.08  |
| Basis                     | 0.0358     |                      |   |  |       |
| Prævalens                 |            |                      |   |  |       |
|                           | 20/145     |                      |   |  |       |

Tabel 3.4.4.11

Logistisk regressionsanalyse af; kvalme, opkastning eller diarre nogensinde i fabriksanlæg fordelt på virksomhedstype i forhold til vandværksarbejdere.

#### Gastrointestinale symptomer

Kvalme og opkastning eller diarre nogensinde i forbindelse med arbejdet kommer 7.51 x så hyppigt ved havekompostering og 7.30 x så hyppigt i affaldsindustrien i forhold til vandværker og papirsorteringsanlæg jvf. 3.4.4.9. Der findes ingen signifikante overhyppigheder af kvalme > 2 gange ugentlig eller vekslende afføringsproblemer. Opkast eller diarre er specielt et hyppigt problem i skraldkomposteringen, hvor 5 af 8 interviewede havde oplevet dette, og det kan muligvis skyldes, at man tilsætter slam til råkomposten, og derved exponerer medarbejderne for enterobakterier.

Den store overhyppighed for affaldsarbejdere skyldes kompostering/skrald se tabel 3.4.4.8.

### 3.5 Diskussion af interview undersøgelser

Der findes ingen øget risiko for kronisk bronchitis eller kronisk tør hoste i affaldsindustrien; derimod findes signifikant øget risiko for at have trykken for brystet i forbindelse med arbejdet, og der findes en øget risiko for symptomer på åndenød ved let anstrengelse. En del af forklaringen på at der ikke findes øget risiko for kronisk bronchitis og tør hoste, må søges i den korte eksponeringstid som affaldsarbejderne har haft.

Risikoen for de akutte symptomer på Toxisk Alveolitis og kvalme eller opkastning er signifikant øget på affaldsanlæggene, og for de sidstes vedkommende også i havekomposteringsanlæg. Som tegn på at disse personers periodevis udsættelse for belastninger, der fører til intoksikations symptomer. Den højeste prævalens af opkastning eller diarré fandtes i skraldkomposteringsanlæggene, og dette skyldes muligvis at den slamtilblanding, der foregår tidligt i processen, fører til udsættelse for enterobakterier og enterotoxin.

For symptomer forenlig med Toxisk Alveolitis findes en signifikant øget risiko blandt personer med familiær disposition til atopi. Dette er ikke i overensstemmelse med, hvad der tidligere er fundet blandt svenske landmænd, hvor man ikke kunne vise nogen sammenhæng mellem atopi og Toxisk Alveolitis (62). Den høje incidens af astma der er rapporteret fra den tidligste fase af et af de undersøgte anlæg er ikke fundet på andre af anlæggene, men kan skyldes, at personer med tendens til luftvejsproblemer har søgt væk fra affaldsindustrien og derfor ikke indgår i undersøgelsen. Dette understøttes af den lave prævalens af personer med en positiv priktest, som blev fundet i affaldsbranchen, samtidig med at der blev fundet høje prævalenser af svage priktestreaktioner, og at såvel øjen- som hudsymptomer fandtes signifikant hyppigere i affaldsindustrien.

Af interviewene fremgik det, at trykken for brystet, kløe og svie i øjnene samt hudsymptomer var almindeligt forekommende symptomer. Toxisk Alveolitis og kvalme, opkastning eller diarré var derimod symptomer, der opstod ved specielle situationer:

- Vending af miler, der var "brændt sammen".
- Rensning af forkomposteringsreaktor, der havde stået stille i 3 uger.
- Dårligt sorteret affald, der lugtede grimt, da det blev kørt igennem anlæg.

Disse hændelser er alle karakteriseret, ved at der har været kraftig vækst i materialet af mikroorganismer, og ved arbejdet er disse mikroorganismer og deres omsætningsprodukter frigjort til luften. Fra undersøgelser i Svensk Landbrug må vi forvente, at kim- og endotoxintal i disse "worst cases" har ligget langt over, hvad der er påvist ved de i denne undersøgelse gennemførte målinger.

### Opsamling af personundersøgelserne

Der er en sammenhæng mellem den totale støvkonzentration og fald i lungefunktionen (FEV<sub>1</sub> og % FVC) i gruppen af affalds- og papirarbejdere.

Der ses stigende serumkoncentrationer af IgE med stigende eksponering for totalalkim.

Der blev påvist signifikante overhyppigheder af lunge og slimhindsymptomer i affalds- og kompostindustrien.

Der blev ikke påvist nogen øget hyppighed af astma i affaldsindustrien, og der var en signifikant lavere hyppighed af priktestpositive personer, hvilket kunne være udtryk for, at specielt følsomme individer søger anden beskæftigelse. Alligevel var der en overhyppighed af trykken for brystet på 5.43 x og en øget hyppighed af åndenød ved let anstrengelse.

Endvidere blev der påvist øgede hyppigheder af Toksisk alveolitis og kvalme, opkastning eller diarré i forbindelse med arbejdet, det sidstnævnte specielt på anlæg, hvor der tilblandes slam.

Disse resultater er i overensstemmelse med, hvad der tidligere er beskrevet efter udsættelse for organisk støv i danske industrier, og hvad der er beskrevet blandt kloakarbejdere.

De koncentrationer af mikroorganismer og endotoxin, der er påvist i denne undersøgelse, er således i stand til at fremkalde symptomer som trykken for brystet, kløe og svie i øjnene samt kløe og svie i huden. Meget tyder dog på, at der skal højere niveauer til for at give de mere alvorlige symptomer på toksisk Alveolitis samt opkastning eller diarré. Der blev ikke påvist personer med øget reaktivitet i lungeslimhinden som det var tilfældet med tidligere medarbejdere på 4S-anlægget og 2 tidligere medarbejdere på Vejle-anlægget.

#### 4. Opsamling af resultater

I det følgende afsnit skal de vigtigste delkonklusioner fra det foregående resultatafsnit samles og diskuteres.

Som nævnt i indledningen og i kapitel 3, har den foreliggende undersøgelse 3 delelementer, nemlig:

1. Affaldsundersøgelse og vurdering
2. Arbejdshygiejniske undersøgelser
3. Personundersøgelse

##### 4.1 Affaldsanalyser

Det skal indledningsvis understreges, at der er udført forholdsvis få analyser, og kun over to dage, hvorfor det ikke er muligt at sige noget om i hvor høj grad de opnåede resultater lader sig generalisere.

De gennemførte affaldsanalyser har omfattet en række forskellige affaldstyper fordelt på de forskellige anlæg, der er indgået i undersøgelsen. For at vurdere renheden og kvaliteten af materialerne og affaldet, der behandles på sorteringsanlæggene, er affaldet delt op i typerne - kildeindsamlede aviser, kildesepareret husholdningsaffald, containeraffald, samt erhvervsaffald.

Vurderingen af renhed og kvalitet af materialerne baseres på prøver udtaget af de materialer, der blev behandlet på anlæggene på undersøgelsesdagene.

De kildeindsamlede aviser havde en meget høj renhed. Det eneste belastende syntes at være en mindre del våde aviser.

Det kildeseparerede husholdningsaffald fra de grønne systemer må efter sorteringsvejledningerne indeholde forskellige materialer afhængigt af det konkrete indsamlingskoncept. Af reelle fejlsorteringer fandtes i de undersøgte prøver begrænset madspild og haveaffald.

Containeraffald kan være meget forskelligt i sammensætning. Containere i denne undersøgelse var generelt pæne, og indholdet var rent og tørt.

Erhvervsaffaldet kan variere meget i sammensætning - især afhængig af hvilke krav, der stilles til sorteringen ved kilden.

Det skal bemærkes, at undersøgelserne udelukkende omhandlede kildesepareret erhvervsaffald - de kildesorterede materialer, der på visse anlæg udgør langt den største del af de tilførte materialer, indgik ikke i undersøgelsen. Der blev i analyserne af det kildeseparerede erhvervsaffald fundet noget forurennet pap (et enkelt læs indeholdt en del dagrenovationslignende materiale).

Af de gennemførte affaldsanalyser samt vurdering af anlæggene og affald kan for de undersøgte anlæg, følgende konkluderes:

1. Kildesorterede materialer, såvel fra erhverv som fra private husholdninger, er generelt rene. Der er meget få fejlsorteringer og disse består f.eks. af pap eller plastposer blandt kildesorterede aviser. Kvaliteten (renheden) af affaldet/materialerne påvirkes således ikke af fejlsorteringen. Kildesorterede materialer kan forringes (blive våde), såfremt der ved kilden ikke findes egnet opsamlingsudstyr.
2. Kildeseparerede materialer er mindre forurenede, jo mere restriktive kravene er for indsamling/modtagelse af materialerne/affaldet. Dette betyder, at både færre tilføjede materialetyper i det kildeseparerede affald og en konsekvent behandling af materialer, der ikke opfylder kvalitetskravene, er nødvendigt for at reducere forureningsgraden.
3. Mekanisk separation/udsugning kan fjerne en del af visse fysiske urenheder som støv, sand og lignende fra materialerne. Derimod er det usikkert, hvilken effekt disse tiltag har overfor mikroorganismer.

#### 4.2 Mikrobiologiske undersøgelser

##### 4.2.1

##### Affaldsanlæggene

Også her skal det indledningsvis understreges, at det drejer sig om få analyser, så muligheden for at generalisere ikke kan vurderes. Yderligere er undersøgelserne varslet, så det må antages at målingerne er udført under optimale forhold.

Der blev på affaldsanlæggene generelt registreret få høje niveauer af luftbårne kim, endotoxiner og støv. Dette hænger formodentlig bl.a. sammen med at affaldskvaliteten på måledagene var god, samtidig med at anlæggene stort set kørte uden problemer på måledagene.

Fra andre undersøgelser vides at fx driftsstop kan resultere i en meget høj kimbeklastning.

Det er derudover sandsynligt, at tidspunktet for undersøgelserne har haft indflydelse på de registrerede kimtalsniveauer. Det er kendt at den mikrobiologiske belastning er underlagt endog meget stor årstidsvariation, og resultater fra denne og øvrige undersøgelser tyder på at den maksimale belastning på anlæggene i hvertfald i 1988 forelå i august måned, hvor målingerne i projektet er foretaget i maj måned.

Målingerne på kompostanlæggene er udført om efteråret.

På baggrund af de arbejdshygiejniske målinger på anlæggene, opnåedes følgende konklusioner:

- Affaldskvaliteten bør være god fx kildesorteret, rene affaldsfraktioner. Ved anvendelse af kildesepareret affald bør foreligge strenge affaldskriterier så affaldet holdes tørt og fri for letnedbrydeligt organisk materiale.
- Modtagehaller specielt med dagrenovation er mikrobielt set meget belastede og arbejdspladser i disse eller i rum med kontakt her-til bør undgås.
- Lagring af affald bør undgås både m.h.t. kildesorteret og kildesepareret affald.
- Håndsortering kan være en meget belastende proces, støvreducerende foranstaltninger bør derfor installeres fx punktudsug, sigter m.m. til fraskillelse af støv fra affald m.v.
- Ballepressen kan støve betydeligt, hvorfor støvreducerende foranstaltninger omkring disse bør foretages.
- Anlæggene bør indrettes så de er rengøringsvenlige, således at det er muligt at holde en god rengøringsstandard.

#### 4.2.2

#### Komposteringsanlæg

Udfra undersøgelsen kan det generelt siges, at høje kimtalsniveauer kan registreres ved bevægelse af affaldet, fx opbygning af miler, milevending, beluftning etc. Der er dog stor variation på niveauerne.

Endotoxiner har ved denne undersøgelse vist lave værdier i forhold til resultater opnået i

landbrug og i forhold til opgivne dosis/effekt-værdier. Ligeledes lå alle de registrerede støvniveauer generelt lavt.

For komposteringsanlæggene kunne det konkluderes, at:

- Ved de udendørs anlæg var det specielt ved håndtering, neddeling af det modtagne affald samt under beluftning af madras- og milevending, at høje kimtalsniveauer blev registreret.
- Ved de indendørs anlæg, var specielt milevendingen kritisk. Kimtalsniveauerne herunder var meget høje, hvorfor denne anlægstype bør undgås eller indrettes på en sådan måde, at der ikke foregår belastning af personalet.
- Ved selve reaktorkomposteringen er spredninger af støv og kim lille, selvom reaktoren ligger indendørs, derimod skaber det lugtgener.

#### 4.2.3

##### Mikrobiologisk potentiale

Rene, tørre fraktioner havde de laveste kimtal (aviser, pap, papir og plast), specielt kilde-sorterede aviser.

Urene fraktioner (våde eller med forurening) lå generelt højere specielt urent pap.

I fejlsorteringer med højt indhold af letnedbrydeligt organisk materiale lå kimtallene generelt meget højt.

#### 4.2.4

##### Sammenhæng mellem affaldsanalyser og mikrobiologiske analyser

Sammenligning mellem affaldsanalyserne og målinger af luftbårne forureninger viser følgende tendenser:

- støvbelastninger er størst ved modtagelsen og ved ballepresning. Gennemgående støver tørre affaldskvaliteter mere end våde og erhvervsaffald mere end husholdningsaffald.
- det luftbårne svampeindhold synes lavere ved arbejde med kildesepareret husholdningsaffald, hvilket også ses i konkrete arbejdspladsmålinger (GMP).
- at endotoxin-tallene synes størst ved håndteringen af tørre materialer med visse urenheder - f.eks. for kildesepareret erhvervsaffald.

- at kimtallene er større, når der håndteres våde, forurenede materialer og affald.

En multipel regressionsanalyse viser at de eneste to parametre, der har signifikant indflydelse på endotoxintallet er totalkim og affaldskvalitet. Behandling af tørre materialer har således en tendens til at medføre større endtoxinital.

#### 4.3.1

#### Personundersøgelse, interviews

Der fandtes ingen øget risiko for kronisk bronchitis eller kronisk tør hoste i affaldsindustrien, derimod er der signifikant øget risiko for trykken for brystet i forbindelse med arbejdet, og der er øget risiko for åndenød ved let anstrengelse. En del af forklaringen på at der ikke er fundet øget risiko for kronisk bronchitis og tør hoste, må søges i den korte eksponeringstid som affaldsarbejderne har haft.

Risikoen for de akutte symptomer på Toxisk Alveolitis og diarré eller opkastning er signifikant øget på affaldsanlæggene, og for de sidstes vedkommende også i havekomposteringsanlæg. Som tegn på disse personers udsættelse for periodevis belastninger, der fører til intoxications symptomer.

For symptomer forenlig med Toxisk Alveolitis var der en signifikant øget risiko blandt personer med familiær disposition til atopi. Den høje incidens af astma der er rapporteret fra den tidligste fase af et af de undersøgte anlæg er ikke fundet på andre af anlæggene, men kan skyldes, at personer med tendens til luftvejsproblemer har søgt væk fra affaldsindustrien og derfor ikke indgår i undersøgelsen, hvilket understøttes af allergiudredningen. Belastningen anskueliggøres af de akutte øjensymptomer og hudsymptomer der er signifikant hyppigere i affaldsindustrien.

Af interviewene fremgik det, at trykken for brystet, kløe og svie i øjnene samt hudsymptomer var almindeligt forekommende symptomer. Toxisk Alveolitis og kvalme, opkastning eller diarré var derimod symptomer, der opstod ved specielle situationer:

- Vending af miler, der var "brændt sammen".
- Rensning af forkomposteringsreaktor, der havde stået stille i 3 uger.
- dårligt sorteret affald, der lugtede "grimt", da det blev kørt igennem anlæg.

Disse hændelser er alle karakteriseret, ved at der har været kraftig vækst i materialet af mikroorganismer, og i forbindelse med arbejdet bliver disse mikroorganismer og deres omsætningsprodukter frigjort til luften. Fra undersøgelser i Svensk Landbrug må vi forvente, at kim- og endotoxintal i disse "worst cases" har ligget langt over, hvad der er påvist ved de i denne undersøgelse gennemførte målinger (62).

#### 4.3.2

#### Personundersøgelser, klinisk

Der er en sammenhæng mellem totalstøvkonzentrationen og fald i lungefunktionen ( $FEV_1$  og  $FVC$ ) i gruppen af affalds- og papirarbejdere.

Der ses stigende serumkoncentrationer af IgE med stigende eksponering for totalalkim.

Der blev påvist signifikante overhyppigheder af lunge- og slimhindsymptomer i affalds- og kompostindustrien.

Der blev ikke påvist nogen øget hyppighed af astma i affaldsindustrien, og der var en signifikant lavere hyppighed af priktestpositive personer, hvilket kunne være udtryk for, at specielt følsomme individer søger anden beskæftigelse. Alligevel var der en overhyppighed af trykken for brystet på 5.43 x og en øget hyppighed af åndenød ved let anstrengelse.

Endvidere blev der påvist øgede hyppigheder af Toxisk Alveolitis og opkastning eller diarré i forbindelse med arbejdet.

De koncentrationer af mikroorganismer og deres omsætningsprodukter i endotoxin, der er påvist i denne undersøgelse, er således i stand til at fremkalde symptomer som trykken for brystet, kløe og svie i øjnene samt kløe og svie i huden. Meget tyder dog på, at der skal højere niveauer til for at give de mere alvorlige symptomer på Toxisk Alveolitis samt opkastning eller diarré. Der blev ikke påvist personer med øget reaktivitet i lungeslimhinden som det var tilfældet med tidligere medarbejdere på 4S-anlægget og 2 tidligere medarbejdere på Vejle-anlægget.

I den foreliggende undersøgelse er vandværksarbejdere valgt som referencegruppe. Som afslutning på opsamlingen af personundersøgelserne bringes en sammenstilling af udvalgte resultater af denne sammenligning, primært ud fra interviewundersøgelsen.

De følgende figurer er indsat for at lette oversigten over de logistiske regressionsanalyser, idet der for en nærmere granskning må henvises til tabellerne nummer 3.4.3.2, 3.4.3.3, 3.4.3.6, 3.4.3.7 og 3.4.4.1 - 3.4.4.11. I disse tabeller er de fulde modeller med sikkerhedsgrænser indført. For oversigtslighedens skyld er der på figurerne påført en stjerne på alle ODDS-ratioer der er signifikante på 95% niveauet. I øvrigt henvises til metodeafsnittet.

### ODDS-RATIO FOR AFFALDS & PAPIRIRARBEJDERE I FORHOLD TIL VANDVÆRKSARBEJDERE

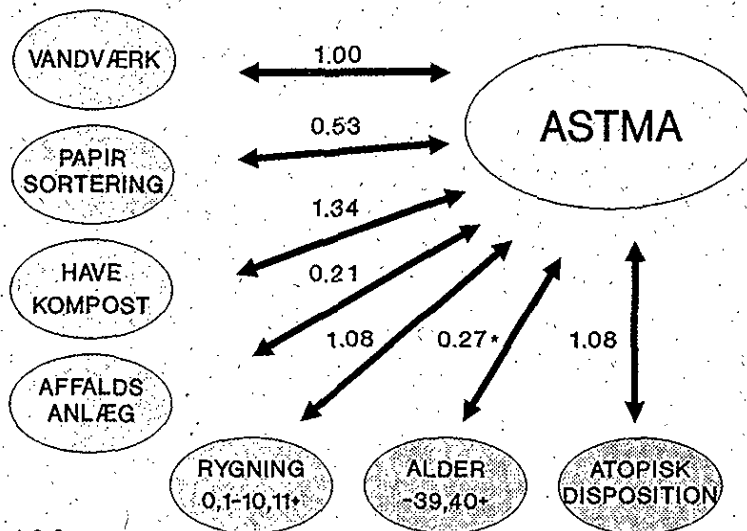


Fig 3.4.3.2.

### ODDS-RATIO FOR AFFALDS & PAPIRIRARBEJDERE I FORHOLD TIL VANDVÆRKSARBEJDERE

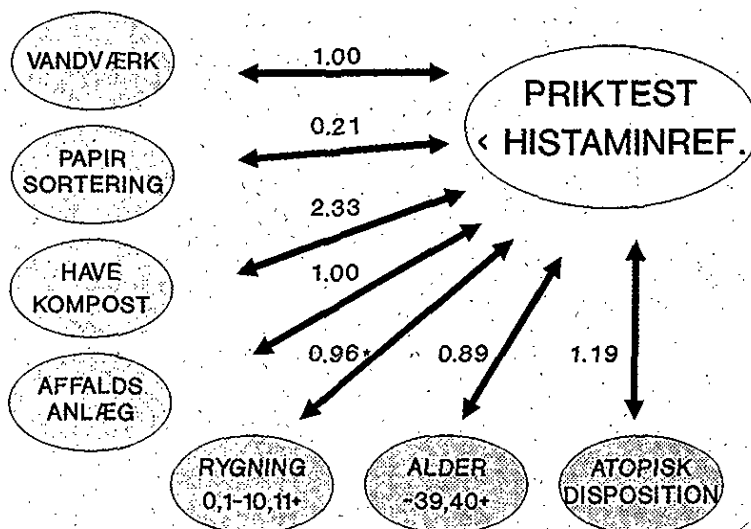


Fig 3.4.3.3.

# ODDS-RATIO FOR AFFALDS & PAPIRIRARBEJDERE I FORHOLD TIL VANDVÆRKSARBEJDERE

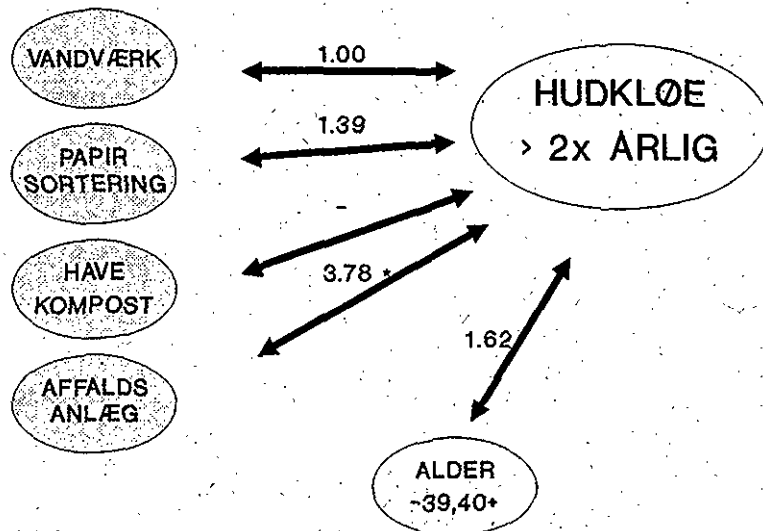


Fig 3.4.3.6

# ODDS-RATIO FOR AFFALDS & PAPIRIRARBEJDERE I FORHOLD TIL VANDVÆRKSARBEJDERE

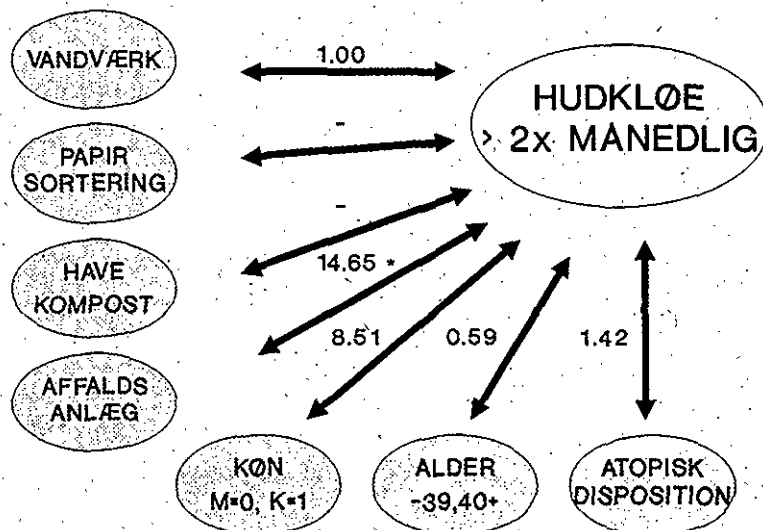


Fig 3.4.3.7

### ODDS-RATIO FOR AFFALDS & PAPIRIRARBEJDERE I FORHOLD TIL VANDVÆRKSARBEJDERE

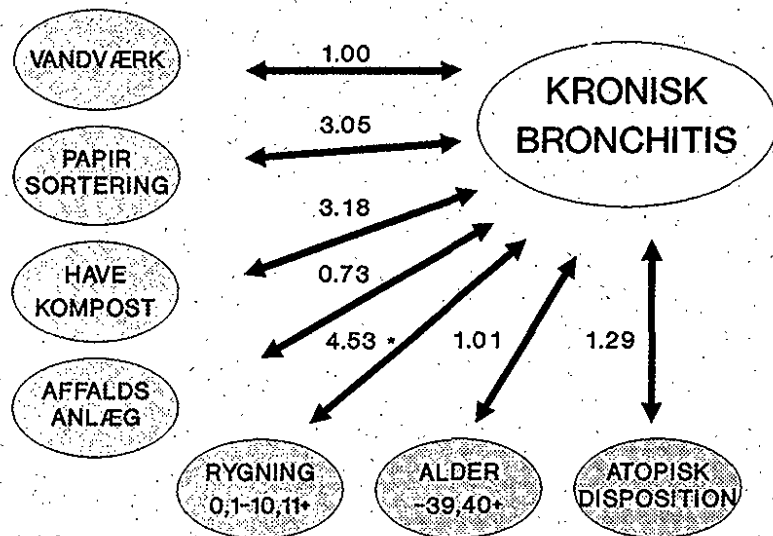


Fig 3.4.4.2

### ODDS-RATIO FOR AFFALDS & PAPIRIRARBEJDERE I FORHOLD TIL VANDVÆRKSARBEJDERE

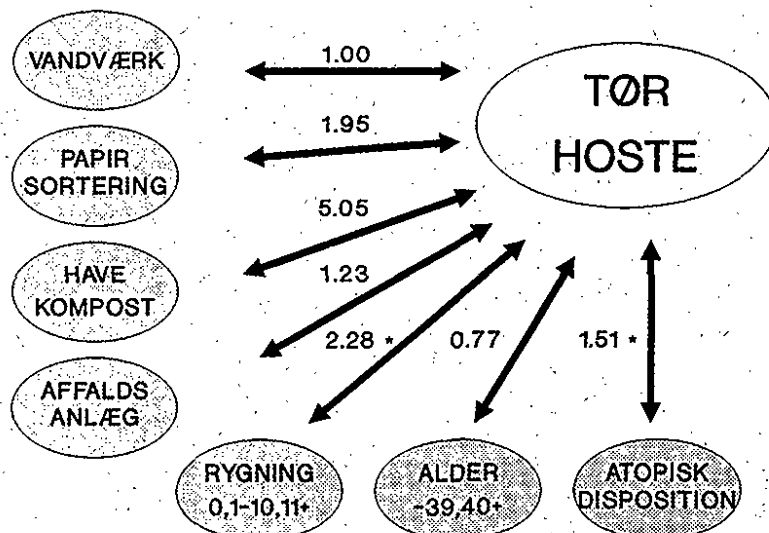


Fig 3.4.4.3

# ODDS-RATIO FOR AFFALDS & PAPIRIRARBEJDERE I FORHOLD TIL VANDVÆRKSARBEJDERE

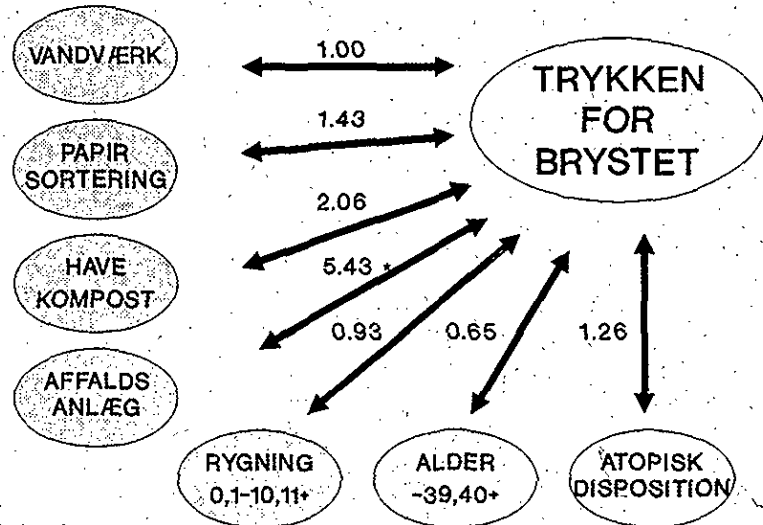


Fig 3.4.4.4

# ODDS-RATIO FOR AFFALDS & PAPIRIRARBEJDERE I FORHOLD TIL VANDVÆRKSARBEJDERE

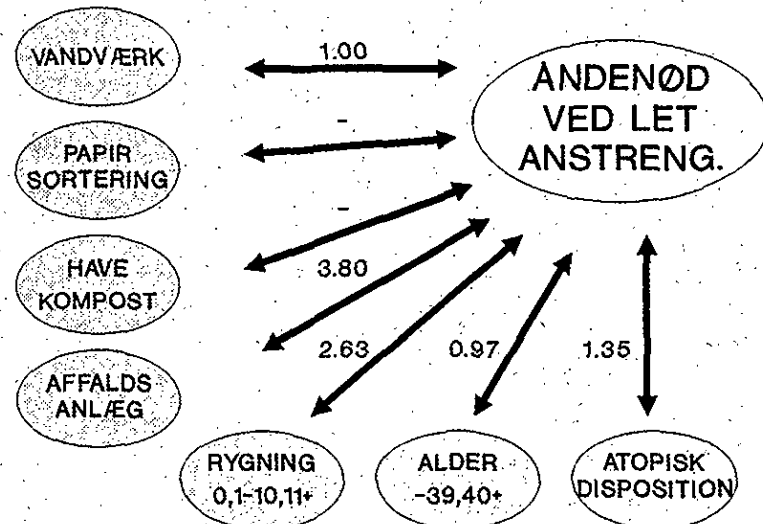


Fig 3.4.4.5

# ODDS-RATIO FOR AFFALDS & PAPIRIRARBEJDERE I FORHOLD TIL VANDVÆRKSARBEJDERE

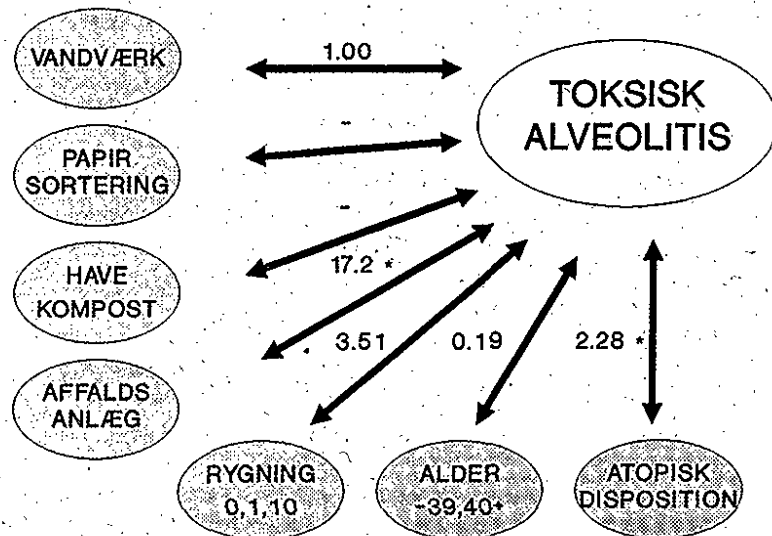


Fig 3.4.4.6

# ODDS-RATIO FOR AFFALDS & PAPIRIRARBEJDERE I FORHOLD TIL VANDVÆRKSARBEJDERE

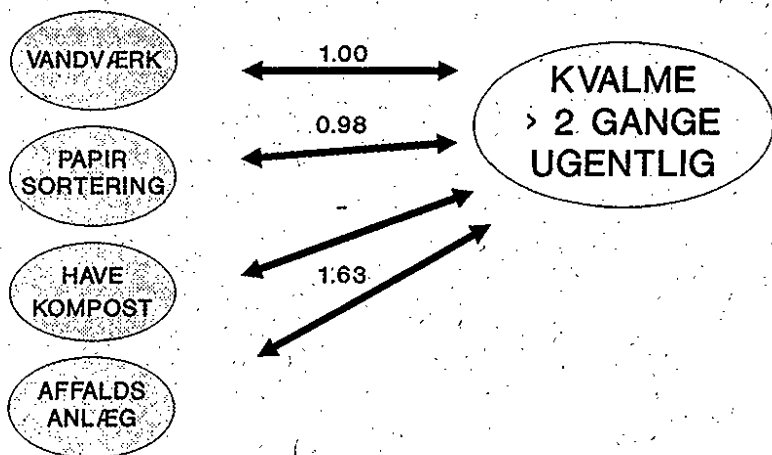


Fig 3.4.4.9

# ODDS-RATIO FOR AFFALDS & PAPIRIRARBEJDERE I FORHOLD TIL VANDVÆRKSARBEJDERE

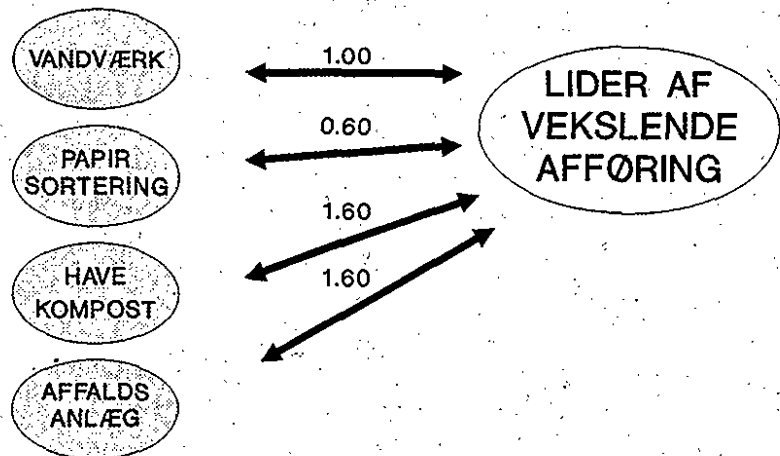


Fig 3.4.4.10

# ODDS-RATIO FOR AFFALDS & PAPIRIRARBEJDERE I FORHOLD TIL VANDVÆRKSARBEJDERE

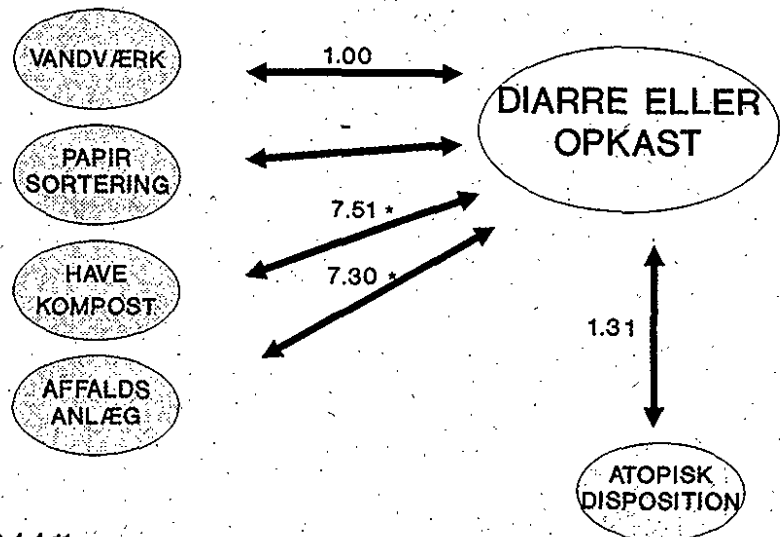


Fig 3.4.4.11

## 5. Konklusioner og anbefalinger

### Konklusioner

Den gennemgåede litteratur har vist, at der kan opstå meget alvorlige arbejdsmiljøproblemer ved forkert behandling af affald. Disse erfaringer blev allerede gjort under 2. verdenskrig ved manuel sortering af klude og gummi fra skraldespande og lossepladser. Sygdomstilfældene, såvel respirationssymptomer i visse tilfælde med udvikling af astma, som ODTS-lignende tilfælde, synes meget lig de, der er beskrevet for de ansatte på 4S-anlægget og Vejle-anlægget.

I den foreliggende undersøgelse er der ikke fundet nye astmatilfælde, men signifikante overhyppigheder af lunge- og slimhinde symptomer ved arbejde på affalds- og kompostanlæg. Øjensymptomer og hudsymptomer er signifikant hyppigere i affaldsindustrien. Derudover blev registreret trykken for brystet.

Toxisk Alveolitis, opkastning eller diarré i tilknytning til arbejdet er ligeledes fundet i den foreliggende undersøgelse.

Med hensyn til de mikrobiologiske arbejdsmiljøfaktorer, har undersøgelsen kunnet bekræfte betydningen af renheden af det affald der skal behandles på anlæggene. Affaldet fandtes at variere meget, men det kan anføres, at kilde-sorteret affald generelt fremstår rent og at kildesepareret materiale bør have stramme kriterier. I begge tilfælde bør der være kontrol af renheden, såvel før indsamling på vogn, som ved ankomst til anlægget.

Det ses endvidere, at håndsortering, og øvrig tæt kontakt til affaldet kræver omhyggelig indretning og stor disciplin i arbejdet, hvis sundhedsskadelige påvirkninger skal undgås. Der blev registreret høje måleværdier i nogle modtagehaller, kontrolrum og håndsortering. Endelig opstår og spredes nogen mikrobiel luftforurening fra ballepresserne.

Ud fra iagttagelserne kan det yderligere vurderes, at det er nødvendigt at indrette anlæggene så de er rengøringsvenlige, ligesom der dagligt skal anvendes betydelige ressourcer på rengøring.

Hvad angår kompostanlæggene giver modtagelse og initialbehandling nogle gange problemer, ligesom arbejdsprocesser som milevending og beluftning kræver særlige tiltag. Hvis sådanne processer skal foregå indendørs kræves helt specielle foranstaltninger.

## Anbefalinger

Den foreliggende undersøgelse er som nævnt planlagt som en tværsnitsundersøgelse, et design der medfører, at der kan forventes en underestimering på effektsiden, da eventuelle syge må forventes at have forladt arbejdspladsen. Dette forhold dokumenteres af forløbet omkring 4S-anlægget, hvor der ikke er fundet nye sygdomstilfælde i den foreliggende undersøgelse efter de første 9 tilfælde. Derudover viste affaldsvurderingen på anlæggene, at der på de aktuelle prøvetagningsdage generelt var tale om forholdsvis god affaldskvalitet.

Endelig er der tale om en varslet prøvetagning, hvorfor det ikke er muligt at vurdere repræsentativiteten af fx de mikrobiologiske undersøgelser.

Det er på baggrund af ovenstående bemærkelsesværdigt at undersøgelsen, især de lægelige interviews, har vist at de ansatte på de undersøgte anlæg er udsat for en helbredsmæssig påvirkning.

Der er derfor behov for at følge udviklingen gennem en forløbsundersøgelse, ligesom der snarest bør udarbejdes standardiserede mikrobiologiske prøvetagnings- og analysemetoder, og det bør især vurderes hvilken prædiktiv værdi sådanne arbejdshygiejniske undersøgelser kan få.

Endelig bør igangsættes arbejde med udvikling af kvalitetssikringssystemer til kontrol af affaldskvalitet og anlæggenes driftsfunktion.

## LITTERATURLISTE

1. "Arbejdsmiljø ved sorteringsanlæg". Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 7, 1988. Claus Petersen, Gendan A/S.
2. Regulativ for Tekstilfabrikker samt klude-sorteringsvirksomheder i henhold til Lov nr. 143 af 29. april 1913. Indenrigsministeriet 27. februar 1919.
3. Arbejds- og Fabrikstilsynet: Københavns Søndre Kreds "Årsberetning 1941".
4. Peter Jacobsen, Berlingske Tidene 11.12.89
5. Arbejds- og Fabrikstilsynet: "Beretning om Arbejds- og Fabrikstilsynets Virksomhed i året 1943". København 1944.
6. Poul Bonnevie, Personlig meddelelse.
7. T. Sigsgaard, B. Bach, E. Taudorf, P. Malmros og S. Graversen, 1990: "Ophobning af luftvejslidelser blandt ansatte på et nyopført affaldssorteringsanlæg". Ugeskrift for læger 152 (35): 2482-5.
8. P. Malmros and Petersen, C. 1988: "The Working Conditions at Danish Sorting Plants", In: L. Andersen & J. Møller (Eds.): ISWA 88 Proceedings of the 5th international solid waste Conference.
9. "Arbejdsmiljøforhold på affalds- og sorteringsanlæg". Projektbeskrivelse af 5. juli 1988.
10. "Affaldssortering, et arbejdsmiljøproblem, endotoksiner, mikroorganismer og støv". Projekt på Miljøteknikeruddannelsen dec. 1987. P. Bjerregaard og S. Hansen.
11. "Arbejdsmiljømæssige vurderinger ved skitseprojekteringen af affaldssorteringsanlægget". COWiconsult for Vejle kommune, 1987.
12. L.F. Diaz et al. 1976: "Health Aspect Considerations Associated with Resource Recovery". Compost science sommeren 1976.
13. H.R. Pahren, C.S. Clark, 1987: "Microorganisms in Municipal Solid Waste and Public Health Implications" in: Critical Reviews in Environmental Control 17(3) 187-228.
14. P. Malmros, 1988: "Sundhedsskadelige stoffer i kloaksystemer og på renseanlæg", Arbejdsmiljøfondet 1988.

15. H.R. Pahren. Jakubowsky, W. 1981: "Health Aspects of Waste Water Aerosols", Water Sci.Technol. 13:1091
16. Mansdorf S.Z. et al. "Industrial Hygiene Characterization and Aerobiology of Resource Recovery Systems"; Final report on contract no. 210-79-0013, National Institute for Occupational Safety and Health, Morgantown 1982.
17. M. Lundholm, Rylander, R. 1980: Occupational Symptoms Among Compost Workers". Journal of Occ.Med, 22:256-257.
18. E. J. Duckett, J. Wagner, R. Welker, B. Rogers and V. Usdin, 1980: "Pysical/chemical and Microbiological analyses of dust at a Resource Recovery Plant, Am.Ind.Hyg. ASSJ. 41:908-914.
19. S.C. Clark, Bjørnson H.S., Schwartz-Fulton, J., Holland, J.W. and Gartside, P.S., 1984: "Biological Health Risks Associated With the Composting of Waste Water Treatment Plant Sludge". J. Water Pollut. Control Fed. 56(12):1269-1276.
20. S.C. Clark et al. 1983: "Levels of Gram-negative Bacteria, Aspegillus fumigatus, Dust and Endotoxin at Compost Plants". Appl. and Env. Microbiol. 1501-1505.
21. "Arbetsmiljön vid svenska avfallsverk", DRAV nr. 23, 1984, SNV PM 1901.
22. S.C. Clark 1986: "Comparison of Organic Dusts Exposures in Agricultural Occupations and Waste Producing Industries", Am.four. Ind.Med, 10:286-297.
23. P. Rakkonen et al. 1987: Working Conditions and Hygiene at Samitary landfills in Finland", Aun.Occ.Hyg. 31:505-13.
24. B. Cook et al. 1988: "Domestic Waste Composting Plants as Sources of Airborne Microorganisms". Warren Spring Laboratory 1988.
25. T. Sigsgaard, B. Bach and P. Malmros, 1990: "Respiratory Impairment Among Workers in a Garbage-Handling Plant Am.Jour. Ind.Med. 17:92-93.
26. "Arbejdsmiljøundersøgelse på 4S", Teknologisk Institut, sept. 87.

27. "Kimtællinger på Kåstrup-anlægget 4. november 1987", Teknologisk Institut, 3. november 1988.
28. "Arbejdsmiljøundersøgelse på 4S, Teknologisk Institut, marts 1988.
29. "Henfaldsmålinger på 4S", Teknologisk Institut, juni 1988.
30. "Arbejdsmiljøundersøgelse på 4S", Teknologisk Institut, august 1988.
31. "Arbejdsmiljøundersøgelse på 4S", Teknologisk Institut, januar 1988.
32. "Arbejdsmiljøundersøgelse samt rengøringskontrol på 4S", Teknologisk Institut, september 1989.
33. "Beskrivelse af arbejdsforhold og arbejdsmiljø ved ombygget sorteranlæg i Odense", Marius Petersen, december 1987.
34. "Støj, støj og kuliltemålinger ved FASANS Genbrugsafdeling". BST-Storstrøms amt nrd, 4. september 1989.
35. "Ikke et ord om arbejdsmiljø - en rapport om affaldsbehandling og arbejdsmiljø", R.U.C., Institut for Miljø, Teknologi og Samfund, Juni 1987.
36. T. Sigsgaard, L. Bæk og P. Malmros, 1988. "Endotoksiner", en kort udredning specielt med henblik på affaldsbehandling. Projekt for Miljøstyrelsen.
- 37. R. Rylander, Y. Petterson and K. S. Donhaus, 1986: "Health Effects of Organic Dusts in the Farm Environment". Am. J. Ind. Med.; 10:199.
38. K. Holmberg og Kallings, L., 1980: "Allergisk alveolit orsaknad av mögel och termofila aktinomyceter" Läkartidningen 77 nr. 1-2, 39-44.
39. I. Mattsby, R. Rylander, 1978: "Clinical and Immunological Findings in Workers Exposed to Sewage Dust". Jour. Oce. Med. 20:690-692.
40. "Arbejdsmiljøundersøgelser på GMP", Industrirenovationen, Teknologisk Institut 6. december 1988.
41. "Arbejdsmiljøundersøgelse på GMP", Modtagehallen for grønt affald". Teknologisk Institut 18. april 1989.

42. "Måling for Mikroorganismer, endotoksiner og støv ved affaldssorteringsanlæg tilhørende A/S Marius Petersen. Teknologisk Institut.
43. "Arbejdsmiljøundersøgelser på GMP, Industrirenovationen. Teknologisk Institut 23. august 1989.
44. "Måling for Mikroorganismer, endotoksiner og støv i miljøkabine 1 ved sorteringsanlæg tilhørende A/S Marius Petersen". Miljø-kemi, Dansk Miljøcenter A/S 29.09.89.
45. "Målinger for Mikroorganismer, endotoksiner og støv ved sorteringsanlæg ved Fyens Industrirenovation", Havnegade 90, Odense 24.10.89.
46. "Målinger for Mikroorganismer, endotoksiner og støv ved sorteringsanlæg ved Fyens Industrirenovation", Havnegade 90, Odense Miljøkemi, Dansk Miljøcenter A/S 15.01.90. (Måledatoer 04.01.90, 09.01.90)
47. "Arbejdsmiljørapport", BST-Midtfyn Januar 1990.
48. "Arbejdshygiejniske målinger på BOFA I/S 26. og 27. juni" (1989). Teknologisk Institut 06.09.1989.
49. "Arbejdsmiljøproblemer ved affaldsbehandling". Arbejdstilsynet At-rapport 10/1990.
50. M. H. Kothary, T. Chase Jur. and D. D. Macmillan, 1984; "Levels of Aspergillus fumigatus in Air and in Compost at a Sewage sludge Composting Inst." *Environ. Poll.* 34:1-14.
51. A. Rask Andersen 1989: "Pulmonary reactions to inhalation of mould dusts in farmers", Uppsala 1989. Thesis p 1-75.
52. T. Sigsgaard, K. E. Otte 1988: "Hyperreactivity and atopy among asthmatic ex-cotton-workers". Proc. XII Cotton dust research Conf. New Orleans: 222-224.
53. A. Thelin, Workgroup report: "Exposure pattern in relation to symptoms - clinical findings". *Am Journal of Industrial Medicine* 17:129-129, 1990.
54. L. Rosenhall et al., Workgroup report: "Influence of atopy and smoking on symptoms - clinical findings". *Am Journal of Industrial Medicine* 17:130-131, 1990.

55. G. Dopico et al., Workgroup report: "Guidelines for evaluation of clinical cases". Am Journal of Industrial Medicine 17:132-135, 1990.
56. Svensk LO's Handlingsprogram 1980: "Mikroorganismer". Miljön i Arbetslivet, 5:3-37.
57. Blomqvist, G. et al. 1983: "Provtagning av Mikroorganismer i luft". Arbete och Hälsa 1983:4.
58. Castellán, R. M., et al. "Inhaled endotoxin and decreased spirometric values". New Engl. J. Med. 317:605-610, 1987.
59. Andersen, P., Pedersen, O. F., Bach, B., Bonde, G. J., "Serum antibodies and immunoglobulins in smokers and nonsmokers". Clin. exp. Immunol. 47:467-473, 1982.
60. Abel, A., Donbæk, L., Sigsgaard, T., "Arbejdsmiljøundersøgelse på Grenå Papfabrik A/S", 1990.
61. Sigsgaard, T., "Respirationssygdomme og allergi blandt medarbejdere på bomulds-, uld- og syntetfiberspinderier i Danmark". 1st Edition. page 1-128. Arbejdsmiljøfonden i Danmark, København, 1990.
62. Rask-Andersen, A., "Pulmonary reactions to inhalation of mould dust in farmers with special reference to fever and allergic alveolitis": Thesis 1st Edition. page 1-125. Universitatis Uppsaliensis, Uppsala, 1988.
63. "Arbejdshygiejniske målinger på formuldingscentralen den 24. og 25. oktober 1989", Teknologisk Institut, 23. november 1989.
64. Sepulveda, M-J., Castellán, R.M., Hankinson, J.L., Cocke, J.B., "Acute lung function response to cotton dust in atopic and non-atopic individuals". Brit. J. Ind. Med. 41: 487-491, 1984.
65. Spirometri: En rekommendation. København: Dansk Lungemedicinsk Selskab, 1986: 1-17.

## Registreringsblad

**Udgiver:** Miljøstyrelsen, Strandgade 29, 1401 København K

**Serietitel, nr.:** Miljøprojekt, nr. 161

**Udgivelsesår:** 1991

**Titel:** Arbejdsmiljøforhold ved genanvendelse af affald

**Undertitel:**

**Forfatter(e):**

Malmros, Per; Sigsgaard, Torben; Petersen, Claus; Nersting, Lise

**Udførende institution(er):**

Miljøstyrelsen; Rådet vedr. genanvendelse og mindre forurenende teknologi (spons); Arbejdsmiljøfondet (spons); Direktoratet for Arbejdstilsynet; Århus Universitet. Socialmedicinsk Institut; RENDAN A/S; Dansk Teknologisk Institut

**Resumé:**

På baggrund af de senere års mange arbejdsmiljøproblemer på affaldssorteringsanlæg er forholdene blevet undersøgt på 7 affaldsbehandlings- og komposteringsanlæg. Det modtagne affald er analyseret, det mikrobiologiske forureningsniveau målt, og der er foretaget arbejdsmedicinske undersøgelser af de ansatte. Der er stadig helbredsmæssige effekter ved at arbejde på anlæggene, og nye måle- og kontrolmetoder er påkrævet.

**Emneord:**

arbejdsmiljø; affald; sammensætning; central sortering; kompostering; anlægsteknik; metodik; sundhedsskadelige virkninger; mikroorganismer

**ISBN:** 87-503-8921-1

**ISSN:** 0105-3094

**Pris:** 120,- (inkl. 22% moms)

**Format:** A4

**Sideantal:** 136 s.

**Md./år for redaktionens afslutning:** december 1990

**Oplag:** 700

**Andre oplysninger:**

**Tryk:** FairPrint, Roskilde



Trykt på 100% genbrugspapir

- Nr. 119 : Okkerrensning i forbindelse med landbrugsmæssig dræning
- Nr. 120 : Kontrol af køretøjer med katalysator
- Nr. 121 : Forurenede industrigrunde
- Nr. 122 : Indsamling af papir og pap fra erhvervsvirksomheder
- Nr. 123 : Risikovurdering af forurenede grunde
- Nr. 124 : Vedligeholdelse af køle-smøremidler
- Nr. 125 : Fugleføde i kornmarker - insekter og vilde planter
- Nr. 126 : Miljøvenlige malematerialer i jernindustrien
- Nr. 127 : Miljøfremmede, organiske stoffer i kommunalt spildevand
- Nr. 128 : Nedsivning fra byggeaffald
- Nr. 129 : Genanvendelse af bygge- og anlægsaffald - del 1
- Nr. 130 : Forureningsfri galvanomaskiner til værkstedsbrug
- Nr. 131 : Miljøvurdering af PVC og udvalgte alternative materialer
- Nr. 132 : PVC i kontorartikler, sundhedssektor, m v.
- Nr. 133 : PVC i byggeri og anlæg
- Nr. 134 : PVC i emballage
- Nr. 135 : Hjemmekompostering
- Nr. 136 : Bearbejdning af danske måledata af regn og afstrømning
- Nr. 137 : Regulering af forurening fra afløbssystemer under regn
- Nr. 138 : Renere teknologi på energiområdet
- Nr. 139 : Afvask af trykpresser med sojaoile
- Nr. 140 : Vandige malematerialer til korrosionsbeskyttelse
- Nr. 141 : Det grønne affaldssystem i AFAV
- Nr. 142 : Det grønne affaldssystem i Høng
- Nr. 143 : Katodisk elektrodypemaling
- Nr. 144 : Reparationsmaling af automobiler
- Nr. 145 : Genanvendelse af nedknust tegl
- Nr. 146 : Restprodukter fra røggasrensning ved affaldsforbrænding
- Nr. 147 : Blæserensningsmetoder
- Nr. 148 : Storskralsordninger med genanvendelse
- Nr. 149 : Emissionsundersøgelse for pejse og brændeovne
- Nr. 150 : Prognose for bygge- og anlægsaffald - hovedrapport
- Nr. 151 : Prognose for bygge- og anlægsaffald - bilagsdel
- Nr. 152 : Kemikalier i husholdningen
- Nr. 153 : Danmarks udledning af industrielt spildevand
- Nr. 154 : Miljømærkning af produkter
- Nr. 155 : Spredning af forurening i moræner
- Nr. 156 : Drikkevandskvalitet i Danmark
- Nr. 157 : Anvendelse af nedknust beton i ny beton
- Nr. 158 : Bortskaffelse af havneslam
- Nr. 159 : Miljøvenlig affedtning i jernindustrien
- Nr. 160 : Genanvendelse af bygge- og anlægsaffald - del 2
- Nr. 161 : Arbejdsmiljøforhold ved genanvendelse af affald

# Arbejdsmiljøforhold ved genanvendelse af affald

---

På baggrund af de senere års mange arbejdsmiljøproblemer på affaldssorteringsanlæg er forholdene blevet undersøgt på 7 affaldsbehandlings- og komposteringsanlæg. Det modtagne affald er analyseret, det mikrobiologiske forureningsniveau målt, og der er foretaget arbejdsmedicinske undersøgelser af de ansatte. Der er stadig helbredsmæssige effekter ved at arbejde på anlæggene, og nye måle- og kontrolmetoder er påkrævet.

---

Miljøministeriet  
**Miljøstyrelsen**

Strandgade 29, 1401 København K, tlf. 31 57 83 10

---

**Pris kr. 120.- inkl. 22% moms**

ISSN nr. 0105-3094

ISBN nr. 87-503-8921-1