

ORIO

**Hygiene og lukt ved innsamling av
våtorganisk avfall**

Litteraturstudie



PROSJEKTRAPPORT

Prosjekt nr.: 472 - 347	Rapport dato: 29.04.03
Tittel: Hygiene og lukt ved innsamling av våtorganisk avfall	
Forfatter(e): Jarle Marthinsen	Antall sider: 28 Antall vedlegg: 1
Oppdragsgiver: ORIO	Kontaktperson: Tormod Briseid
Utdrag: Det er gjennomført en studie av tilgjengelig litteratur om hygiene og lukt ved innsamling av våtorganisk avfall for å oppsummere dokumentert kunnskap om emnet. Det er foretatt en rekke større og mindre undersøkelser i Norge, Danmark m.fl. primært knyttet til renovatørenes arbeidssituasjon ved innsamling av usortert husholdningsavfall og våtorganisk fraksjon. På bakgrunn av undersøkelser som er foretatt kan det konkluderes med at: <ul style="list-style-type: none">• Blandet husholdningsavfall og kildesortert våtorganisk avfall inneholder høye konsentrasjoner av mikroorganismer som ved eksponering kan utløse toksiske effekter som influensalignende symptomer og mage - tarm symptomer.• Renovatører som samler inn kildesortert våtorganisk avfall vil være utsatt for hygienisk belastning samt luktsjenanse.• Renovatører synes ikke generelt å ha økt hyppighet av mage/tarm-, hud-, eller luftveissymptomer sammenlignet med andre arbeidstakere.• Innføring av kildesortering av våtorganisk avfall synes ikke å ha medført økt forekomst av helseplager blant renovatører. En tendens til økt forekomst av hodepine og kvalme sammenlignet med innsamling av usortert husholdningsavfall er observert. Det er også vist at selv en moderat eksponering kan gi tegn på inflammasjon i luftveiene.• Det er lite trolig at lukt representerer noen helseproblem, men kan bidra til å utløse symptomer som hodepine og kvalme hos renovatører.• Frigivelsen av mikroorganismer er i hovedsak den samme om avfallet lagres i tett eller ventilert beholder.• Bruk av ventilerte innsamlingsystemer som tørker ut avfallet avgir trolig mindre lukt enn tette systemer.• Renovasjonsbiler med høyt innkast, gardin og avsug samt automatisk lift reduserer eksponeringen for mikroorganismer ved innsamling.• 7 eller 14 dagers innsamlingsfrekvens betyr lite for eksponering av mikroorganismer og luktemisjoner.	
Emneord: Våtorganisk avfall, innsamling, hygiene, lukt, eksponering, arbeidsmiljø,	Fylke: Alle Kommune(r): Alle
Prosjektleder: Jarle Marthinsen	Kontrollert av: Eirik Bjørn

INNHOLD

0. Sammendrag	5
1. Innledning	8
1.1 BAKGRUNN OG HENSIKT	8
1.2 LITTERATURSØK	8
1.3 INNHOLD OG AVGRENSNING	9
2. Arbeidsmiljø før renovatører	10
2.1 RAPPORTERTE HELSEPLAGER HOS RENOVATØRER	10
2.2 MÅLT EKSPONERING OG SYMPTOMER PÅ PLAGER	11
2.3 LUKTSJENANSE	12
3. Avfallets betydning for hygiene og lukt	14
3.1 AVFALLETS INNHOLD AV MIKROORGANISMER	14
3.2 HYGIENE	14
3.2.1 <i>Våtorganisk vs blandet</i>	14
3.2.2 <i>Innsamling av restavfall uten våtorganisk avfall</i>	15
3.2.3 <i>Innsamling av hageavfall</i>	15
3.3 LUKT	15
4. Betydningen av valg av løsning	17
4.1 SYSTEMLØSNINGER FOR INNSAMLING AV VÅTORGANISK AVFALL	17
4.2 HYGIENE VED ULIKE INNSAMLINGSLØSNINGER	17
4.2.1 <i>Oppsamlingsutstyr i kjøkkenbenken</i>	17
4.2.2 <i>Innsamlingsutstyr utendørs</i>	18
4.2.3 <i>Kjøretøy</i>	19
4.3 LUKT VED ULIKE INNSAMLINGSLØSNINGER	19
4.3.1 <i>Oppsamlingsutstyr i kjøkkenbenken</i>	19
4.3.2 <i>Innsamlingsutstyr ute</i>	19
5. Betydning av innsamlingsfrekvens	21
5.1 HYGIENE	21
5.2 LUKT	21
6. Problemets omfang og alvor	22
6.1 OPPSAMLING I KJØKKENBENKEN	22
6.2 LAGRING UTENDØRS	22
6.3 INNSAMLING OG TRANSPORT	23
7. Avbøtende tiltak og behov for ny kunnskap	24
7.1 TILTAK FOR Å REDUSERE EKSPONERING FOR MIKROORGANISMER OG LUKT	24
7.2 BEHOV FOR KUNNSKAP	24
8. Litteratur	26

VEDLEGG: SAMMENDRAG AV VIKTIGE PUBLIKASJONER

Ordforklaringer

Actinomyceter	Strålesopp. En gruppe gram-positive bakterier som kan framkalle allergiske reaksjoner.
Bioareosol	Partikler eller dråper finfordelt i luft som inneholder biologisk materiale.
Biologisk markør	Indikator som gir et mål på eksponering og toksisk effekt
Eksponering	Ytre påvirkning av fysisk, mekanisk, kjemisk, biologisk art som personer utsettes for
Endotoksin	Giftstoff som sitter i celler på gram - negative bakterier.
EPS	Extracellurar polysaccharides - biomarkør for muggsoppeksponeering.
Glukan ($\beta_{(1-3)}$ -D-glukan)	Giftstoff som finnes i cellevegger i muggsopp.
Inflammasjon	Betennelse.
Merkaptan	Gruppe luktgasser med svært lav luktterskel som kan oppstå ved nedbrytning av våtorganisk avfall.
ODTS	Organic dust toxic syndrome -Betegnelse for influensalignende symptomer som feber, kulderysting, hodepine, muskelsmerter og/eller trykk i brystet.
Patogene organismer	Organismer som utløser sykdom hos mennesker og varmblodige dyr.
Perkolat	Vann som dannes ved nedbrytning av våtorganisk avfall. Oppstår i beholdere.
VOC	Flyktige organiske stoffer. Stoffer som fordunster ved lave temperaturer.

0. Sammendrag

Innledning

Hensikten med dette prosjektet har vært å oppsummere dokumenterte undersøkelser og erfaringer knyttet til lukt og hygiene ved kildesortering av våtorganisk avfall, samt identifisere eventuelle kunnskapshull.

Tilgjengelig data er samlet inn fra offentlige myndigheter, relevante forskningsinstitutter aktører i avfallsbransjen og et utvalg medisinske tidsskrifter/databaser. Det er identifisert 3 større forskningsprogrammer samt flere enkeltstående undersøkelser.

Hygiene og lukt er vurdert for:

- Arbeidsmiljø for renovatører
- Avfallets betydning for hygiene og lukt
- Hygiene og lukt i ulike systemløsninger
- Betydning av innsamlingsfrekvens

Til slutt er det sett på problemets omfang og alvor, mulige avbøtende tiltak og behov for ny kunnskap.

Arbeidsmiljø for renovatører

Blandet husholdningsavfall, separat kildesortert våtorganisk avfall og spesielt perkolat som oppstår under tett lagring, inneholder høye konsentrasjoner av mikroorganismer og endotoksiner. Renovatører som samler inn husholdningsavfall vil være eksponert for mikroorganismer og støv som ligger vesentlig over det som er naturlig forekommende. Totalt sett synes det allikevel ikke som om renovatørene har vesentlig økt forekomst av helseplager som mage-tarm infeksjoner, hudirritasjon eller luftveissymptomer sammenlignet med andre arbeidsgrupper. Renovatører som har slike symptomer mener allikevel i større grad enn andre arbeidsgrupper at symptomene er arbeidsrelaterte. De symptomer som forekommer hyppigere blant renovatører, og som kan relateres til mikrobiologisk eksponering, er kvalme og diare. Symptomene opptrer hyppigst om sommeren.

Flere undersøkelser viser at eksponeringen for endotoksiner er lav og under foreslåtte grenseverdier. Det er allikevel funnet sammenhenger mellom rapporterte symptomer på kvalme og eksponering for endotoksin, og mellom symptomer på diare og eksponering for endotoksin og muggsopp.

Undersøkelser av biologiske markører i lungevæske mm fra renovatører viser tegn på økt inflammasjon i luftveiene sammenlignet med kontrollgruppene. Nylig rapporterte undersøkelser i Norge viser at selv moderat eksponering kan gi tegn på inflammasjon i luftveiene. Resultatene kan ikke tolkes som indikator på forekomst av sykdom.

Undersøkelser som er foretatt på luktkomponenter som hydrogensulfid, merkaptaner, ammoniakk og flyktige organisk forbindelser (VOC) viser at det er få luktsterke komponenter ved innsamling av våtorganisk avfall. Det er derfor lite trolig at lukt representerer noe helseproblem. Det skal allikevel pekes på at luktterskelen for en rekke

forbindelser ligger betydelig lavere enn deteksjonsgrensen for måleinstrumentene. Lukt av råttent mat oppgis av renovatører som årsak til plager som diare og hodepine.

Renovatører som samler inn husholdningsavfall er mao. utsatt for påvirkning som kan føre til helseplager. Selv om det ikke er påvist spesielle helseskader bør det allikevel fokuseres på tiltak som kan redusere eksponeringen.

Avfallets betydning

Eksponering for mikroorganismer vil avhenge av flere forhold og det er vanskelig direkte å skille mellom kildesortert våtorganisk avfall og blandet husholdningsavfall når det gjelder mikrobiologisk potensiale. Målinger av renovatørenes eksponering viser ingen vesentlig forskjell mellom innsamling av restavfall og innsamling av sortert våtorganisk. Det er bare i liten grad påvist noen helsemessig forskjell på danske renovatører som samler inn våtorganisk og de som samler inn blandet avfall. Det er allikevel registrert en tendens til økt forekomst av kvalme og hodepine ved innsamling av våtorganisk. Lignende resultater er funnet i Norge.

Separat oppsamling og innendørs lagring av våtorganisk avfall viser i en undersøkelse høyere nivåer av endotoksin mm i husstøv sammenlignet med innendørs lagring av uorganisk restavfall. Nivåøkningen er moderat ved tømning 2 ganger hver uke eller mer.

Våtorganisk avfall skiller seg fra annet husholdningsavfall ved å ha en kraftigere lukt og være mer fuktig. Erfaringer fra kommuner og renovasjonsselskaper tyder på at våtorganisk fraksjon gir mer lukt enn blandet avfall ved innsamling. Erfaringer kan også tyde på at det er kjøtt, fisk og skalldyr som avgir den sterkeste og mest ubehagelige lukten.

Målinger som er gjennomført har derimot i liten grad kunne påvise en forskjell mellom våtorganisk fraksjon og blandet avfall. Det understrekes at flere av disse målingene er gjennomført for å avdekke eventuelle helsemessige skader av luktgasser og ikke i hvilken grad gassene bidrar til luktsjenanse.

Betydninger av valg av systemløsninger

Undersøkelser som er gjennomført viser noe ulike resultater, men generelt kan det konkluderes med at frigivelse av mikroorganismer er den samme om avfallet lagres i tett beholder eller i ventilert beholder eller papirsekk. Undersøkelsene tyder allikevel på at eksponeringen kan være høyere om sommeren med bruk av tette beholdere.

Tette innsamlingsløsninger (plastpose/tett beholder) fører til dannelse av perkolat som inneholder høye konsentrasjoner av mikroorganismer og endotoksiner. Avfallet vil være fuktig og avgir derfor ikke så mye støv. Ved bruk av luftede systemer (papir/biopose og ventilert beholder) vil dannelsen av perkolat være betydelig mindre. Avfallet vil tørke opp og dermed avgi mer støv ved håndtering.

Undersøkelser både i Norge og Danmark konkluderer med at bruk av innsamlingskjøretøyer med høyt innkast, gardin og avsug har størst betydning for eksponeringen av mikroorganismer. Automatisk lift som gjør det mulig for renovatøren å gå litt unna renovasjonsbilen ved tømning antas også å ha en positiv effekt. Det er allikevel svært viktig at renovatørene selv utnytter de muligheter som bedre

innsamlingsutstyr gir. Arbeidet må i tillegg organiseres og tilrettelegges slik at bedre rutiner kan gjennomføres i praksis.

Bruk av luftede systemer vil som sagt tørke ut avfallet og nedbrytningen som allerede starter i kjøkkenbenken vil skje med god lufttilgang. Det er derfor mye som tyder på at ventilerte systemer avgir mindre lukt enn tette. Målinger av luktgasser i hhv. tett og ventilert beholder tyder også på dette.

Innsamlingsfrekvens

Det er ikke funnet belegg for at innsamlingsfrekvens alene har noen betydning for eksponeringen av mikroorganismer.

Det er vanskelig å trekke klare konklusjoner når det gjelder lukt. Målinger kan tyder på at enkelte luktgasser (ammoniakk) øker med økende lagringstid. Et mindre forsøk i Drammensregionen tyder allikevel ikke på at innsamling hver 14. dag gir økte luktuemper, og at det er andre forhold som er mer avgjørende for om avfallet lukter enn lagringstiden.

Problemets omfang og alvorlighetsgrad

Våtorganisk avfall inneholder i likhet med blandet husholdningsavfall og restavfall mikroorganismer og stoffer i konsentrasjoner som kan fremkalle sykdom og symptomer på sykdom. Det er primært renovatørene som blir eksponert for mikroorganismer ved tømning av beholder. Arbeidet som renovatøren utfører fører ikke generelt til økte helseplager sammenlignet med andre grupper, men renovatørene rapporterer i noe høyere grad enn andre om diare, kvalme og hodepine.

Undersøkelser foretatt i Danmark konkluderer med at lukt fra innsamling av våtorganisk fraksjon ikke kan medføre helseskade, men kan gi luktuemper som bidrar til å utløse symptomer som hodepine og kvalme.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn og hensikt

Mange kommuner har erfart at innsamling av våtorganisk avfall gir luktsjenanse, spesielt i varme perioder om sommeren. Helsemyndighetene i en del kommuner har stilt spørsmålsteget ved de hygieniske forholdene knyttet til separat innsamling av våtorganisk fraksjon. Enkelte har hevdet at det er betydelig hygienisk risiko forbundet med separat innsamling av våtorganisk fraksjon, uten at det er lagt fram dokumentasjon på dette. I noen kommuner har kommunelegen stilt krav om ukentlig tømning om sommeren, men lokale helsemyndigheter praktiserer regelverket svært forskjellig fra kommune til kommune.

Hensikten med dette prosjektet er å oppsummere dokumenterte undersøkelser og erfaringer knyttet til lukt og hygiene ved kildesortering av våtorganisk avfall, samt identifisere eventuelle kunnskapshull.

1.2 Litteratursøk

Det er gjennomført et begrenset litteratursøk primært på hjemmesidene til:

- offentlige instanser/myndigheter
- relevante forskningsinstitutter
- aktører/organisasjoner i avfallsbransjen
- et utvalg medisinske tidsskrifter/databaser

Vi har identifisert enkelte større forskningsprosjekter:

“Sikkerhed og sundhet ved affald og genanvendelse” gjennomført av Arbejdsmiljøinstituttet (AMI) i Danmark i perioden 1993 til 1999.” Dette er det største programmet som er gjennomført i Norden om helse/hygiene tilknyttet innsamling og håndtering av avfall. Det er publisert en rekke rapporter fra programmet der flere har relevans til innsamling av bioavfall.

“Arbeidsmiljø og kildesortering” gjennomført av Statens arbeidsmiljøinstitutt (STAMI) i Norge. Programmet har gått over flere år og har bl.a. publisert 3 rapporter.

EU har også støttet et treårig program “Prevention of disease by waste handling with special referanse to endotoxin and (1-3) β -D-glucan - disease and waste dust exposure.” Det er ikke utarbeidet sluttrapport fra prosjektet, men flere vitenskapelig artikler foreligger. Det har ikke vært mulig å få full oversikt over de samlede resultatene i dette prosjektet.

Kommuner, avfallsselskaper og renovatører sitter med mye kunnskap og erfaring fra innsamling av våtorganisk avfall. Det har bare i begrenset grad vært mulig å kartlegge disse erfaringene.

Et sammendrag av de viktigste publikasjonene er vedlagt.

1.3 Innhold og avgrensning

Kartleggingen av hygieniske forhold omfatter eksponering som følge av mikroorganismer og stoffer produsert fra mikroorganismer. Kartleggingen av lukt er knyttet til eksponering som følge av flyktige forbindelser og andre luktgasser.

Innsamlingsløsninger for våtorganisk avfall omfatter:

- Oppsamling av avfallet i kjøkkenbenken
- Innsamling i utendørs enhet
- Tømming og transport

Forbehandling av avfallet som optisk sortering kan sies å være en del av innsamlingsløsningen for avfall som samles inn i en felles beholder. Problemstillinger knyttet til lukt og hygiene på et optisk sorteringsanlegg er mer beslektet med tilsvarende problemstilling på et behandlingsanlegg og er derfor holdt utenom denne studien.

Erfaringene er innhentet fra publikasjoner fra inn og utland. Det må understrekes at det kan være betydelig forskjeller mellom Norge og andre land som det ikke har vært mulig å gå inn på i dette prosjektet eller som ikke har vært beskrevet i publikasjonene som er gjennomgått. Vesentlige forskjeller kan være:

- avfallets sammensetning og hva som inngår i de ulike fraksjonene (bio og rest)
- utstyr brukt til oppsamling, innsamling og transport
- bruk av personlig verneutstyr og organisering av arbeidet

Hygiene og lukt er vurdert for:

- Arbeidsmiljø for renovatører
- Avfallets betydning for hygiene og lukt
- Hygiene og lukt i ulike systemløsninger
- Betydning av innsamlingsfrekvens

Til slutt er det sett på problemets omfang og alvor, mulige avbøtende tiltak og behov for ny kunnskap.

De aller fleste undersøkelser er knyttet til renovatørens arbeidsmiljø. Vi har i mindre grad funnet studier på luktemisjoner og luktsjenanse.

2. Arbeidsmiljø før renovatører

Renovatørene som samler inn våtorganisk avfall vil være utsatt for hygienisk og ergonomiske belastning samt luktsjenanse ved innsamling av avfall. Det er gjennomført flere undersøkelser for å få oversikt over forekomst av arbeidsrelaterte helseplager og symptomer som kan knyttes til mikrobiologiske eksponering og eksponering for flyktige gasser. Slik undersøkelser har ofte vært kombinert med kliniske undersøkelser og måling av mikrobiologiske markører. Det er også gjennomført undersøkelser med personbåret prøvetakingsutstyr for å få representative målinger av eksponeringen i innåndingssonen både for å få oversikt over eksponeringsnivået og for å se om det er en sammenheng med rapporterte plager og symptomer.

2.1 Rapporterte helseplager hos renovatører

I programmet "*Arbeidsmiljø og kildesortering*" ble det gjennomført en spørreundersøkelse blant renovatører som samler inn våtorganisk avfall/3/. Gruppen ble sammenlignet med renovatører som samlet inn blandet husholdningsavfall. Undersøkelsen omfattet 159 renovatører fra 12 renovasjonsselskaper.

Svarene tyder på at innsamling av kildesortert våtorganisk avfall ikke har medført økt forekomst av helseplager blant renovatørene sammenlignet med innsamling av usortert husholdningsavfall. Det var imidlertid en tendens til økt forekomst av hodepine og kvalme i forbindelse med innsamling av organisk avfall sammenlignet med innsamling av usortert avfall.

I programmet "*Sikkerhed og sundhed ved affald og genanvendelse*" ble det gjennomført en spørreskjemaundersøkelse i 1994 av 2300 danske renovatører, som omfatter nær samtlige danske organiserte renovatører på det tidspunktet/15/. Gruppen ble sammenlignet med en kontrollgruppe som besto av 1430 kommunalt ansatte som i hovedsak arbeidet utendørs. Det understrekes at denne undersøkelsen omfattet både renovatører som samlet inn sortert våtorganisk avfall og renovatører som samlet inn blandet avfall mm.

Renovatørene synes ikke generelt å ha økt hyppighet av mage-tarm-, hud- eller luftveissymptomer i forhold til sammenligningsgruppen. Renovatørene som har slike symptomer rapporterer allikevel oftere at symptomene er relatert til arbeidet. Blant renovatører forekommer diaré langt hyppigere om sommeren enn på andre årstider. Renovatørene oppgir lukt, råttent mat, grønt avfall, hageavfall mm som årsak til problemene.

I en Ph.D avhandling/23/ basert på ovenfor nevnte data samt andre data samlet inn i programmet konkluderes det med at renovatørene rapporterer om:

- mer kvalme og diaré enn kontrollgruppen
- mer kløe og svie på hendene og i nesen

For luftveissymptomer og ODTS - symptomer kan det ikke registreres noen forskjell mellom de to gruppene. Hodepine og migrene rapporteres på samme nivå. Renovatørene rapporterer om færre legediagnostiserte sykdommer og har lavere medisinforbruk enn kontrollgruppen med unntak for astmamedisin som er på samme nivå.

Ph. D avhandlingen har foretatt en videre analyse av de symptomer som overrapporteres av renovatørene, for å se om det finnes en sammenheng mellom symptomene og arbeidet de utfører. Resultatet viser at de renovatører som er utsatt for organisk avfall og restavfall i mer enn 1/ 4 av arbeidstiden eller mer rapporterer om signifikant flere symptomer på kvalme enn sammenligningsgruppen som her består av kommuneansatte og ueksponerte renovatører. Den operasjonen hvor flest rapporterer om kvalme er tømning av avfallet.

For diare var det en sammenheng med innsamling av blandet husholdningsavfall, men ikke organisk avfall og andre sorterte fraksjoner. Tømning av avfall er også her den operasjonene som gir symptomer hos de fleste som rapporterer.

2.2 Målt eksponering og symptomer på plager

I den tidligere nevnte Ph.D avhandlingen/23/ ble det også sett om det var noen sammenheng med mellom rapporterte symptomer og eksponering for bioareosoler. Resultatene viser en signifikant sammenheng mellom rapportering av kvalme og eksponering for endotoksiner og en sammenheng mellom rapportering av diare og eksponering for sopp eller endotoksin. Eksponeringen for endotoksiner var generelt lav ved innsamling av såvel våtorganisk som blandet avfall.

Under programmet "Arbeidsmiljø og kildesortering" /1/ ble det også gjennomført målinger av renovatørenes eksponering for mikroorganismer med bruk av personbåret utstyr. Den gjennomsnittlige eksponeringen ble målt til 10^6 mikroorganismer/ m^3 luft både ved innsamling av kildesortert og usortert avfall. Sammenlignet med andre arbeidsplasser er dette et nivå som antas å representere helsefare. Undersøkelsen advarer mot direkte å sammenligne med andre arbeidsplasser ettersom sammensetningen av mikroflora kan være forskjellig. Undersøkelsen viste videre at eksponeringsnivået for endotoksin og støv var lav ved innsamling av avfall.

En undersøkelse av renovasjonsarbeidere i Gøteborg /27/ som samler inn våtorganisk avfall viste at eksponeringen av endotoksin var lav i begge måleperioder, mens eksponeringen av $\beta_{(1-3)}$ - glukane var lav i en periode og høy i den andre. Eksponeringen av $\beta_{(1-3)}$ - glukane var høyere blant renovatører enn kontrollgruppen av kommunalt ansatte. Målinger av lungefunksjon viste ingen signifikant forskjell mellom renovatørene og kontrollgruppen.

I samme undersøkelse ble det også målt på forandringer i inflammatoriske celler og markører. Resultatene tyder på at renovatørene har vært utsatt for miljøeksponering. Forandringene var små og kunne ikke tolkes som indikatorer på forekomst av sykdom.

En tysk undersøkelse/33/ sammenlignet renovatører som samlet inn bioavfall med arbeidere på komposteringsanlegg og en kontrollgruppe av nytilsatte renovatører. Undersøkelsen omfattet:

- intervjuer for arbeidsrelaterte helseplager
- kliniske undersøkelser og målinger av antistoffkonsentrasjoner

Undersøkelsen ga følgende konklusjoner:

- Det er ingen signifikant forskjell i rapporterte helseplager hos renovatører i forhold til kontrollgruppen.

- Det er ingen signifikant forskjell i antistoffkonsentrasjonene mot muggsopp og actinomyceter (allergen) i forhold til kontrollgruppen.

Undersøkelsen viste for øvrig at ansatte på komposteringsanlegg hadde signifikant høyere rapporterte helseplager og antistoffer.

En undersøkelse i Nederland/38/ sammenlignet renovatører som samlet inn sortert eller blandet husholdningsavfall med en kontrollgruppe. Undersøkelsen omfattet:

- Intervjuer med renovatørene om bl.a. luftveissymptomer
- Neseskylling og måling av markører for inflammasjon i øvre luftveier
- Eksponeringsmålinger med personbåret utstyr for bestemmelse av organisk støv, endotoksin og $\beta_{(1-3)}$ -glukan

Undersøkelsen viste at renovatører som samler inn husholdningsavfall (blandet eller sortert) viser tegn på økt inflammasjon i øvre luftveier og åndedrettssymptomer sammenlignet med kontrollgruppen.

I en nylig publisert artikkel/35/ redegjøres det for resultater av en undersøkelse foretatt på 25 renovatører i HRA - området som samler inn våtorganisk avfall og papir. Resultatene viser tegn på inflammasjon og tette luftveier, samt at symptomene øker utover i arbeidsuka. Selv en moderat eksponering, som ble påvist her, kan gi tegn på inflammasjon i nedre luftveier.

Det ble ikke funnet noe sammenheng mellom arbeidsrelaterte symptomer og sykdommer som renovatørene oppga, og resultater av målinger av eksponering for bioareosoler og biomarkører i lungevæske.

2.3 Luktsjenanse

I flere av intervjuundersøkelsene rapporterer renovatørene om lukt ved innsamling som kan relateres til råtnende matavfall.

I programmet "*Arbeidsmiljø og kildesortering*" /1/ ble det gjennomført målinger av flyktige organiske forbindelser (VOC) ved innsamling av kildesortert og blandet avfall med bruk av personbåret utstyr. Målingene viste få luktsterke komponenter. Det pekes allikevel på at lukterskelen for en del luktgasser er lav og til dels betydelig lavere enn deteksjonsnivået til måleinstrumentene.

I en undersøkelse under programmen "*Sikkerhet og sundhed mm*" /13/ ble det foretatt målinger av flyktige organiske stoffer (VOC) i magasinet på renovasjonsbiler ved innsamling av grønt og blandet husholdningsavfall.

Mer enn 90 ulike flyktige forbindelser ble registrert. Sammensetningen synes å være mer kompleks over blandet avfall sammenlignet med grønt avfall. Konsentrasjonen av gasser var generelt mindre enn 1/50 av hygienisk grenseverdi og for de svovelholdige VOC'er var konsentrasjonene 100 - 1000 ganger lavere enn grenseverdien. Det antas på bakgrunn av målingene at eksponeringsnivået for flyktige gasser under innsamling er meget lav. Kortvarig høye eksponeringsnivåer kan allikevel ikke utelukkes.

I den tidligere nevnte Ph.D avhandlingen/23/ ble det funnet en sammenheng mellom kløe og svie i nesen med oppfattelsen av avfallets lukt. Det er ikke undersøkt om symptomene er psykisk bestemt eller om lukten reelt var så sterk at det kan gi irritasjon i slimhinner.

3. Avfallets betydning for hygiene og lukt

3.1 Avfallets innhold av mikroorganismer

Ulike studier har vist at husholdningsavfall inneholder høye konsentrasjoner av mikroorganismer, i størrelsesorden $10^8 - 10^9$ cfu/g, herunder mikroorganismer som kan framkalle sykdommer og symptomer på sykdommer. Våtorganisk avfall skiller seg fra annet husholdningsavfall ved å ha en kraftigere lukt og ved å være mer fuktig. Ved oppbevaring kan avfallet danne et perkolat som inneholder mikroorganismer i samme størrelsesorden som fast avfall, $10^8 - 10^9$ cfu/ml, og endotoksiner i konsentrasjoner rundt 100 µg/ml. Endotoksin fra gram negative bakterier og $\beta_{(1-3)}$ -glukan fra muggsopp er biologisk aktive stoffer som kan utløse toksiske effekter med influensalignende symptomer og mage – tarm besvær. Innholdet av endotoksin i perkolat er så stort at en dråpe er nok til å utløse toksiske effekter/23/.

Forsøk med måling av luktgasser fra bioavfall i lukkede beholdere viser tilstedeværelse av H₂S, merkaptaner, ammoniakk og en rekke flyktige organiske forbindelser (VOC) som kan bidra til luktsjenansen.

Et sentralt spørsmål i denne sammenhengen er om den våtorganiske fraksjonen har et større potensiale for å avgi mikroorganismer/luktgasser i omgivelsene enn usortert husholdningsavfall. Som det vises nedenfor er det gjort flere forsøk på å avklare dette. Det understrekes at sammensetningen av de ulike avfallsfraksjonene ikke alltid er tydelig beskrevet.

3.2 Hygiene

Våtorganisk vs blandet

Eksponering for mikroorganismer vil avhenge av flere forhold og det er vanskelig direkte å skille mellom kildesortert våtorganisk avfall og blandet husholdningsavfall når det gjelder mikrobiologisk potensiale.

I en nederlandsk undersøkelse/30/ ble sammenhengen mellom innendørs lagring av organisk avfall og nivået av mikrobielle markører som endotoksiner, $\beta_{(1-3)}$ -glukan og EPS av muggsopp i husstøv studert. Studien viste en økning av nivåene for alle markørene i boliger med separat lagring av bioavfall. Ved tømmeffrekvens 2 ganger eller mer ble det bare målt en moderat økning sammenlignet med restavfall og blandet avfall. Ved tømning hver uke eller sjeldnere var økningen større. Det påpekes at sammenhengen mellom forhøyet mikrobiologisk eksponering og helseeffekter er usikker ettersom den ikke er undersøkt direkte.

Tidligere nevnte undersøkelser gjennomført av helsetilstand og arbeidsmiljø blant renovatører av AMI/15/ og STAMI/3/ kunne i liten grad påvise at renovatører som samlet inn kildesortert organisk avfall ble mer syke enn renovatører som samlet inn blandet avfall. Det var allikevel en tendens til økt forekomst av hodepine og kvalme blant renovatører i forbindelse med innsamling av våtorganisk avfall.

Ved gjennomføring av målinger av renovatørens eksponering for mikroorganismer og endotoksiner i 3 områder i Norge med innsamling av våtorganisk avfall ble det ikke påvist noen vesentlig endring i eksponeringssituasjonen. Eksponeringen ved innsamling av blandet avfall lå noe lavere enn ved innsamling av kildesortert bioavfall. /1/

Lignende resultat er funnet i programmet "*Sikkerhed og sundhet*". Eksponeringen ved innsamling av bioavfall skiller seg ikke vesentlig fra eksponeringen ved innsamling av blandet husholdningsavfall. Det ble allikevel hyppigere påvist tilstedeværelse av termofil muggsopp (*Aspergillus fumigatus*) ved innsamling av bioavfall. /23/

En tidligere nevnt nederlandsk undersøkelse/38/ viste heller ikke noen klar forskjell mellom eksponeringsnivåene for ulike avfallstyper (organisk avfall, restavfall og uorganisk avfall). Høyeste nivåer av støv, endotoksiner og $\beta_{(1-3)}$ -glukan ble funnet ved tømning av avfallet.

Innsamling av restavfall uten våtorganisk avfall

Innsamling av restavfall med tette beholdere viste i en norsk studie /1/ like høy eksponering som innsamling av bioavfall i ett av tre undersøkte områder. Restavfallet i denne undersøkelsen ble samlet inn med 4 ukers intervall. I en dansk publikasjon /34/ som oppsummerer flere tidligere undersøkelser, ble det antydnet at eksponeringen ved innsamling av grovavfall og papir var lavere enn ved innsamling av sortert komposterbart avfall, sortert avfall eller blandet avfall.

Det er få studier som foretar en direkte sammenligning av restavfall med sortert våtorganisk avfall som gjør det mulig å skille på de to fraksjonene. Erfaringsmessig vil restavfallet også inneholde matavfall pga. feilsortering. Det er derfor ikke så overraskende at det mikrobiologiske nivået er på omtrent samme nivå for rest som for blandet husholdningsavfall.

Innsamling av hageavfall

I programmet "*Sikkerhed og sundhed*" blir det konkludert med at innsamling av hageavfall ofte medfører høyere eksponeringsnivåer for strålesopp og muggsopp enn ved innsamling av våtorganisk avfall og blandet avfall. /25/

3.3 Lukt

Våtorganisk avfall skiller seg fra annet husholdningsavfall ved bl.a. å ha kraftigere lukt. Normalt skulle man derfor tro at kildesortering og separat innsamling av våtorganisk fraksjon gir mer lukt enn innsamling av blandet avfall. Erfaringer fra kommuner og renovasjonsselskaper tyder også på det /36/. Målinger som er gjennomført har allikevel i liten grad kunne påvise en slik forskjell. Det understrekes at flere av disse målingene er gjennomført for å avdekke eventuelle helsemessige skader av luktgasser og ikke i hvilken grad gassene bidrar til luktsjenanse.

En dansk undersøkelse/5/ på våtorganisk avfall innsamlet og lagret uemballert i container viste lave konsentrasjoner for ammoniakk i hovedsak under luktgrensene. Ammoniakk betraktes derfor ikke å utgjøre et vesentlig problem, men kan eventuelt bidra til luktsjenanse. For H₂S og merkaptan lå de fleste målingene over luktgrensen. Det antas

ikke at gassene kan føre til alvorlige helseplager, men forekomst i de målte konsentrasjoner kan bidra til luktsjenanse og utløse symptomer som hodepine og kvalme.

4. Betydningen av valg av løsning

4.1 Systemløsninger for innsamling av våtorganisk avfall

Det finnes en rekke systemløsninger for innsamling av våtorganisk avfall. Grov sett kan vi dele dem i:

- Separat tett eller luftet beholder
- Delt beholder for våtorganisk og rest (kun for enkeltabbonenter)
- Felles beholder for våtorganisk og rest mm og etterfølgende optisk sortering
- Separat tråstativ og sekk i ulike varianter
- Kildesorteringsskap med bøtter uten lokk (kun for enkeltabbonenter)
- Dypoppsamlingsystemer (kun fellesløsninger)
- Avfallssug (kun fellesløsninger)
- Avfallskvern

I Norge dominerer trebeholdersystemet der våtorganisk samles inn i en separat tett beholder. Flere har de siste årene etablert anlegg for optisk sortering og samler inn våtorganisk fraksjon i egne fargede poser i samme beholder som restavfall og eventuelt andre fraksjoner.

Inne i kjøkkenbenken kan det benyttes nedbrytbare poser av maisstivelse eller forsterket papir eller ikke-nedbrytbare poser av plast f.eks vanlige bæreposer. Posene kan plasseres i plastbøtter med eller uten lokk eller i tråstativ.

Innsamling av utendørs enhet skjer normalt med baklastende komprimatorbiler. For innsamling av delte beholdere benyttes bil med tilsvarende delt kammer. Enkelte steder er det tatt i bruk enmannsbetjent sidelaster med arm for automatisk løfting og tømning av beholder.

Prinsipielt kan det skilles på innsamlingssystemer som er luftede og systemer som er "tette". Papirposer og maisposer i tråstativ kombinert med sekkestativ eller luftet beholder utendørs er eksempler på luftede systemer. Bruk av plast bæreposer i bøtter med lokk og tette beholdere utendørs er eksempel på system som er "tette".

4.2 Hygiene ved ulike innsamlingsløsninger

Oppsamlingsutstyr i kjøkkenbenken

Vi har ikke funnet undersøkelser som kan belyse effektene av ulike typer oppsamlingsutstyr i kjøkkenbenken.

I en tysk undersøkelse /31/ ble det gjennomført et laboratorieforsøk for å bestemme effekten av en bestemt type biofilter for emisjonene av soppsporer og lukt. Forsøket ble gjennomført med bruk av plastbøtter med og uten filter plassert i en tett beholder. Målinger av soppsporer og registrering av lukt ble foretatt daglig over en 3 ukers periode. I forsøk 1 ble det brukt ulike typer matrester, vegetabilsk planteavfall og hundemat. I forsøk 2 ble det bare brukt vegetabilsk matavfall, skrell, planter, brødrester mm.

Når det gjelder emisjon av soppsporer viser resultatene at emisjonene tar til etter ca. 4 dagers lagring i bøtte uten filter og ca 6 dager i bøtte med filter. Bruk av biofilter i lokk reduserer emisjonene betydelig og forsinker emisjonene med 1 – 2 dager.

Innsamlingsutstyr utendørs

Resultatene fra *Arbeidsmiljø og kildesortering/1/* indikerer at innsamling av våtorganisk avfall på sommerstid med bruk av tette avfallsbeholdere fører til en høyere eksponering enn bruk av lufttet beholder (komposteiner). Bruk av komposteiner viste ingen årstidsvariasjon, mens det var tydelig årstidsvariasjon med bruk av tett beholder.

I en annen studie innenfor samme program ble det foretatt undersøkelse av luftbårne mikroorganismer og utvikling av nedbrytningsgasser fra bioavfall lagret i hhv kompostainer (med og uten struktur) og tette beholdere./4/. Resultatet fra denne undersøkelsen viste ingen forskjell på frigjøring av mikroorganismer fra avfallet ved bruk av tett eller lufttet beholder. Forsøket viste også at perkolat (sigevann) bare ble dannet i tette beholdere. Perkolatet inneholdt store mengder mikroorganismer, bl.a. 4 ganger så mye bakterier som det faste avfallet. Målinger av endotoksiner viste at potensialet var større i avfall lagret i tett beholder enn avfall lagret i kompostainer. Dannelse av perkolat gir økt risiko for eksponering via sprut og hudkontakt.

Erfaringer bl.a. fra Sandnes viser at det allikevel dannes perkolat i ventilerte beholdere og at dette kan gi sprut og søl på arbeidsklærne ved tømning. Renovatørene selv anser dette som det største arbeidsmiljøproblemet ved innsamlingen.

I programmet "*Sikkerhet og sundhet m.v*" viser en undersøkelse at konsentrasjonene om sommeren av muggsopp og endotoksiner ved innsamling av våtorganisk avfall var høyere i beholdere sammenlignet med papirsekk /25/. Dette samsvarer med resultater fra norske undersøkelser.

I en annen undersøkelse ble avfallets evne til å frigjøre luftforurensninger målt ved 3 ulike typer innsamlingsutstyr inne/ute /19/.

- a. Papirpose/papirsekk.
- b. Spann/container.
- c. Plastpose/container.

Forsøket ble gjennomført på blandet husholdningsavfall, men ettersom tidligere undersøkelser har vist at mengden mikroorganismer i blandet avfall og våtorganisk avfall er på samme nivå, anses det som relevant å ta med resultatene fra denne undersøkelsen. Resultatene viste at systemet med papirposer og sekk (a) støvet mest og at støvet inneholdt den største mengde mikroorganismer. Uemballert avfall (b) var mindre støvende og støvet inneholdt mindre mengder mikroorganismer. Systemet med plastpose (c) var minst støvende og støvet hadde den laveste konsentrasjonen av mikroorganismer. Avfall oppbevart i rene containere støvet like mye som avfall oppbevart i tilgrisede containere. For system a ble avfallet mer støvende og støvet inneholdt flere mikroorganismer ved lagring fra 7 til 14 dager. Denne tendensen ble ikke registrert i de to øvrige systemene. I system b ble det målt mest perkolat tilsvarende 12,5 liter pr 100 kg avfall etter 14 dager. System c ble det målt litt perkolat, mens system a ikke avga perkolat.

Kjøretøy

Resultatet fra "Arbeidsmiljø og kildesortering" /1/ viste at renovasjonsbiler med høyt innkast, gardin og mekanisk avsug gir lavere eksponering for mikroorganismer enn biler med lavt innkast.

Tilsvarende resultater er funnet i "Sikkerhet og sundhet" /25/. Høyt innkast reduserte eksponeringen med en faktor på 25 for muggsopp og 8 for bakterier. Montering av avsug og gardin på komprimatorbiler med lavt innkast reduserte eksponeringsnivåene med en faktor på 3- 8 for mikroorganismer og en faktor på 2 for støv og endotoksiner.

Undersøkelser foretatt av AMI /14/ viser også at bruk av gardin og avsug samt langsom tømning av beholder hadde stor betydning for eksponeringen av støv og mikroorganismer.

I en undersøkelse i Sandnes og Stavanger /40/ ble det gjennomført målinger ved bruk av tradisjonell baklaster og baklaster med høyt innkast, gardin, avsug og automatisk lift. I motsetning til undersøkelsene omtalt ovenfor, ble det i denne undersøkelsen ikke funnet noen vesentlig forskjell i eksponeringen for mikroorganismer mellom de to innsamlingskjøretøyene. Renovatørens adferd ved tømning er derfor svært viktig for å oppnå de forbedringer som innsamlingsutstyret gir. Automatisk lift gjør det mulig for renovatørene å gå noen skritt unna, mens tømmeoperasjonen pågår. Denne muligheten ble i liten grad utnyttet.

Vi har ikke funnet undersøkelser knyttet til sidelastende kjøretøyer, men ettersom innsamlingen her skjer automatisk og styres fra førerhus er det svært trolig at eksponeringen er vesentlig lavere enn bruk av tradisjonelle kjøretøyer.

4.3 Lukt ved ulike innsamlingsløsninger

Oppsamlingsutstyr i kjøkkenbenken

Tidligere nevnte undersøkelse av effekten av biofilter på bøtte til bruk i kjøkkenbenken /31/ viser at lagring av organisk avfall (inkl. kjøtt og fisk) innendørs avgir lukt, men lukten blir først sterk etter 3 dager for bøtter uten filter. Lukten økte fram til ca. 7 dagers lagring hvor den ble registrert som meget sterk og utålelig. For bøttene som var utstyrt med biofilter var det ikke mulig å kjenne lukt før etter ca. 10 dager. Lukten var da tydelig men ikke ubehagelig og etter 14 dager tydelig til sterk. Lukten økte ikke utover dette. Resultatene ble verifisert gjennom målinger på vegetabilsk matavfall.

Det understrekes at lukten i denne undersøkelsen ikke ble målt, men ble registrert av tre personer og karakterisert etter en fastlagt skala fra 0 til 6.

Innsamlingsutstyr ute

I "Arbeidsmiljø og kildesortering" /4/ ble luktemisjonene fra komposteiner med halm og tett beholder sammenlignet. Luktundersøkelse av flyktige organiske forbindelser viste bl.a funn av luktgasser som H₂S og metantiol de første 3 dagene i utendørs tett beholder. I komposteiner ble det ikke gjort funn av slike gasser over deteksjonsgrensen. Ammoniakk ble målt i begge beholdere.

Flere undersøkelser har vist at innsamling i papirpose/ maispose og sekk eller kompostainer utendørs gir et mye tørrere avfall. Opptørkingen av avfallet ligger i området 30 - 50 % ved 14 dagers lagring. Lagring i tett beholder fører kun til et mindre vekttap (2,5 - 9 %). På bakgrunn av dette er det svært trolig at ventilerte systemer bidrar med mindre lukt enn tette.

5. Betydning av innsamlingsfrekvens

5.1 Hygiene

Innsamlingen av våtorganisk avfall skjer med ulik frekvens i ulike systemer. De vanligste modellene er ukesinnsamling eller 14 - dagers innsamling, men også mer fleksible systemer der abonnentene selv avgjør når de har behov for å tømme, har begynt å komme.

En dansk undersøkelse/19/ gjennomført på blandet husholdningsavfall viste at avfall innsamlet med 14 dagers frekvens hadde litt lavere eksponeringspotensiale for bakterier enn avfall innsamlet med ukesfrekvens. Det er ikke mulig å si om forskjellen skyldes forskjell i tømmeffrekvens, avfallets kvalitet eller utstyr som ble benyttet. Undersøkelsen viste også at innsamling i papirpose/papirsekk gir mer støvende avfall og at støvets innhold av mikroorganismer øker ved lagring fra 7 til 14 dager.

Hovedkonklusjonen i programmet "*Sikkerhed og sundhed*" er at det ikke kan konkluderes med at tømmeffrekvens alene har noen betydning for eksponeringen av bioareosoler.

En dansk Ph. D avhandling basert på 5 vitenskapelige publikasjoner/23/ peker på undersøkelser som viser at perkolatets innhold av mikroorganismer og endotoksiner er på samme nivå etter hhv. 7 og 14 dager.

5.2 Lukt

I *Arbeidsmiljø og kildesortering*/4/ viser målinger av H₂S og metylmerkaptan fra våtorganisk avfall oppbevart i lukkede containere høyest konsentrasjon etter 7 dager, mens konsentrasjonen av ammoniakk økte over hele oppsamlingsperioden.

For å vurdere overgang til 14 dagers tømning hele året i Drammensregionen, ble det gjennomført 14 dagers tømning i 700 husstander i Modum kommune sommeren 1999/37/. Det ble gjennomført måling av luktgasser (primært ammoniakk) og spørreundersøkelser i prøveområdet samt parallelle undersøkelser i et område med ukestømning. Systemløsningen var delt beholder for rest og våtorganisk, og som poseløsning ble det benyttet vanlige plast bæreposer. Resultatet fra undersøkelsen var at:

- 14 dagers tømning gir ikke økt lukttulempen sammenlignet med ukestømning.
- Det ble målt luktkonsentrasjoner over deteksjonsgrensene ved flere målinger i referanseområdet enn i området med 14 dagers tømning. De høyeste konsentrasjonene ble også målt i referanseområdet.
- Abonnenter med 14 dagers tømning opplever ikke ubehagelig lukt oftere enn de med ukestømning.

Forsøket var relativt begrenset, men indikerer i all fall at innsamlingsfrekvens ikke har så stor betydning for lukten.

6. Problemets omfang og alvor

Blandet husholdningsavfall, våtorganisk avfall og restavfall inneholder mikroorganismer og stoffer i konsentrasjoner som kan fremkalle sykdommer og symptomer på sykdom. Konsentrasjonene i perkolat dannet ved tett lagring er særlig høyt. Det er i liten grad påvist noen vesentlig forskjell i eksponeringen fra ulike avfallsstyper. Undersøkelser gjennomført på blandet husholdningsavfall vil derfor også kunne være relevant for innsamling av våtorganisk fraksjon.

Eksponering for mikroorganismer og lukt kan skje ved:

- oppsamling i kjøkkenbenken
- lagring utendørs
- innsamling og transport.

6.1 Oppsamling i kjøkkenbenken

Den tidligere nevnte nederlandske studien /30/ viste høyere nivå for mikrobiologiske parametre i husstøv ved innendørs lagring av våtorganisk fraksjon sammenlignet med husstander med kun uorganisk restavfall. Tømmefrekvens og særlig gulvbelegg påvirket resultatene. Det påpekes at det ikke er undersøkt om de målte nivåene representerer noen fare for økte luftveisplager mm. Det går heller ikke fram av artiklene om de ulike fraksjonenes sammensetning og oppsamlingssystemet er representativ for norske forhold.

Det er kjent at antallet mikroorganismer vil øke når nedbrytningen av avfallet begynner. Temperaturmålinger i innendørs og utendørs avfallsbeholder viser en rask temperaturøkning de første dagene, noe som indikerer at den mikrobiologiske nedbrytningen av avfallet allerede begynner i kjøkkenbenken, selv om lagringen inne normalt ikke er lenger enn 2 – 3 dager. En økning i antallet mikroorganismer i avfallet skjer derfor allerede i innendørs beholder. Ettersom det ikke skjer noen håndtering av avfallet ved innendørs lagring og ettersom oppsamlingen stadig tilføres ferskt avfallet over det som er lagret, er det lite trolig at det kan skje en eksponering som medfører helseulempet fra lagringen innendørs. Avfallet i innendørs beholder vil i hovedsak være ferskt avfall. Det understrekes at det ikke gjennomført studier som kan bekrefte eller avkrefte denne antakelsen.

Generelt anses ikke lukt fra innendørs beholder å representere noe problem, ettersom beholderen tømmes ofte, og kan tømmes når eventuelle luktulempet oppstår. Vi kjenner ikke til undersøkelser foretatt på innendørs beholder, men en tysk undersøkelse viste at lukt først oppsto etter ca. 3 dager/31/.

6.2 Lagring utendørs

Ved utendørs lagring vil nedbrytningen av avfallet fortsette og antallet mikroorganismer øke. Undersøkelser i Danmark/5/ viste at beholdere som sto i ro bare avga muggsopp i relativt lave konsentrasjoner. Ut fra dette er det lite trolig at luftbårne mikroorganismer over stillestående beholdere utgjør noe hygienisk problem. Dette gjelder uavhengig av lagring i 7 eller 14 dager.

Flyktige luktgasser vil kunne oppstå og erfaringsmessig betyr type avfall (kjøtt, fisk) og temperaturforhold mye for luktnivåene. Undersøkelse som er gjennomført både i Norge

og Danmark viser at gasskonsentrasjonene ligger langt under de nivåer som kan gi helseskader. Luktulempene er derfor først og fremst en sjenanse. Renovasjonsselskaper og kommuner har erfart at luktproblemer oppstår særlig fra beholder for kildesortert våtorganisk avfall i varmeperioder om sommeren. Erfaringene tyder også på at abonnentene lærer hvordan de kan unngå lukt og de venner seg til at lukt oppstår fra tid til annen.

Det er vanskelig å trekke klare konklusjoner på hvor alvorlig luktproblemet er, men generelt anses det å være mindre alvorlig, selv om det kan være alvorlig nok i enkelttilfeller.

6.3 Innsamling og transport

Generelt har ikke renovatørene flere symptomer eller mer sykdom enn andre arbeidsgrupper. Spørreundersøkelser blant renovatører, helseundersøkelser og målinger av eksponeringsnivåer og luktgasser tyder ikke på at innsamling av våtorganisk avfall representerer noen vesentlig økt helsefare sammenlignet med innsamling av blandet husholdningsavfall. Samtidig viser noen undersøkelser en tendens til økt forekomst av mage-tarm symptomer og hodepine for renovatører og spesielt renovatører som samler inn våtorganisk fraksjon.

Renovatører blir eksponert for mikroorganismer på et nivå som kan gi helseplager ved innsamling av husholdningsavfall og sortert våtorganisk avfall. Enkelte undersøkelser viser også at miljøpåvirkning har skjedd, men flere undersøkelser klarer ikke å påvise hverken økt helseplager eller symptomer. Nye undersøkelser tyder på at selv en moderat eksponering kan gi tegn på inflammasjon i luftveiene samt nedsatt lungefunksjon. Tømmeoperasjonen er den enkelte arbeidsoperasjon som gir høyest eksponering.

Renovatører som samler inn husholdningsavfall er mao. utsatt for påvirkning som kan føre til helseplager. Selv om det ikke er påvist spesielle helseskader bør det allikevel fokuseres på tiltak som kan redusere eksponeringen.

Renovatørene eksponeres også for luktgasser og oppgir i spørreundersøkelser ofte lukt av avfall som årsak til symptomer. Luktgasser som H₂S og merkaptaner har en luktterskel som ofte ligger under deteksjonsgrensene for måleinstrumentene som benyttes. Selv om lukt ikke opptrer i helseskadelige konsentrasjoner, kan lukten allikevel være så sterk at symptomer på kvalme og hodepine kan oppstå.

7. Avbøtende tiltak og behov for ny kunnskap

7.1 Tiltak for å redusere eksponering for mikroorganismer og lukt

Renovatørene blir eksponert for mikroorganismer og luktgasser først og fremst ved tømning av beholdere. Lukt oppstår ved lagring utendørs og ved tømning. Tiltak som kan forbedre arbeidssituasjonen kan være:

- Bruk av baklastere med høyt innkast, gardin og avsug samt automatisk lift.
- Bruk av sidelastere med løftearm operert av sjåfør.
- Rutiner og tilrettelegging for bruk av personlig verneutstyr samt organisering og utførelse av innsamlingsoperasjonene
-
- Bruk av dypoppsamlingsenheter for innsamling i fellesløsninger.
- Bruk innersekk i beholder og/eller papirposer/maisposer innendørs.
- Rutiner for rengjøring av beholdere.

Abonmentene kan selv gjennomføre tiltak for å hindre lukt fra beholdere:

- Sørge for god emballering (bruke tette poser, ikke for fulle poser og knyte godt igjen).
- Pakke inn spesielt luktende avfall i avispapir om sommeren.
- Ikke bruke beholder til spesielt flytende avfall (supper, sauser).
- Holde beholderen ren ved spyling/vasking ved behov eller når det oppstår perkolat
- Plassere beholder skyggefullt om mulig.

Det er også gjennomført forsøk med bruk av konserverende væske som medførte en markant reduksjon av avfallets mikrobiologiske potensiale, redusert mikrobiell vekst, og redusert luktemisjon selv ved lagring over 14 dager. /4/

7.2 Behov for kunnskap

Det er gjennomført flere store undersøkelser på renovatørens helsetilstand i forhold til eksponering for mikroorganismer. Flere studier viser at renovatørene har vært ansatt i arbeidet kun i en kort periode. Undersøkelsene omfatter bare ansatte i den aktive arbeidsperioden og ikke etter at det har gått over i annet arbeid, pensjon mm. Ansatte som kan ha blitt så sterkt belastet at de har sluttet i arbeidet er ikke fanget opp. Det komplette bildet av hvilken eksponering renovatørene blir utsatt for, inkludert seneffekter, mangler derfor.

Nesten alle undersøkelser av lukt og hygiene har vært knyttet til renovatørens arbeidsmiljø og helsesituasjon. De aller fleste studier er knyttet til hygieniske forhold. Det er få grundige studier knyttet til luktemisjoner og effektene av disse. Det gjelder primært lukt som sjenanse og som utløsende faktor for hodepine og kvalme.

Eksponeringen abonnentene utsettes for er i liten grad undersøkt. Hygiene og lukt knyttet til oppsamling i kjøkkenbenken kjenner vi bare fra to undersøkelser foretatt i Nederland og Tyskland. Forholdene er nødvendigvis ikke parallelle til situasjonen her i landet. Effekt av ulike kjøkkenbenkløsninger, avfallstyper og tømmefrekvens er ikke vurdert i Skandinavia.

Renovatørens eksponering er i hovedsak knyttet til tømmeoperasjonen. Hvilken effekt nye innsamlingskjøretøyer som sidelastere med løftearm har, er i liten grad vurdert.

8. Litteratur

	Tittel	Forfatter(e)	Utgiver	År
1	Arbeidsmiljø og kildesortering	Heldal K., Nilsen H., Eduard W., Vejersted B.	SFT	1997
2	Arbeidsmiljø – sammendrag av rapporten Arbeidsmiljø og kildesortering		SFT	1997
3	Arbeidsmiljø og kildesortering - Spørreundersøkelse om helse og arbeidsforhold blant renovatører,	Heldal K, Kjuus H, Veiersted B:	Statens arbeidsmiljøinstitutt (STAMI)	1998
4	Eksperimentelt genererte bioareosoler fra matavfall lagret i ulike oppsamlingsutstyr,	Heldal KK, Breum NO, Nielsen BH, Wilkins K:	STAMI	1999
5	Komposterbart husholdningsaffald	Nielsen, BH; Würtz H; Holst E	Miljøstyrelsen	1991
6	Arbeidsmiljøproblemer ved innsamling af organisk husholdningsaffald	Andersen, T; Petersen, C; Bjørn KG; Wibroe L; Ebbehøj N.	Miljøstyrelsen	1992
7	Todelt innsamling i etageboliger i Århus kommune	Tønning, K.	Miljøstyrelsen	1992
8	Smitstofreduktion ved affaldsbehandling	Ilsøe, B.	Miljøstyrelsen	1993
9	Innsamling af madaffald fra husstande i København - Bilagsrapport	Sørensen, K; Bjørnstrup, H.	Miljøstyrelsen	1993
10	3 – delt innsamlingsystem for dagrenovation	Malmros, P; Pedersen, LF; Trøster K; Andresen S; Tønning K.	Miljøstyrelsen	1993
11	Genanvendelse av dagrenovation med system 2000 i Århus kommune. Delrapport 4 arbeidsmiljø.	Gaardboe, BST Århus	Miljøstyrelsen	
12	Evaluering av kildesorteringsløsninger for privathusholdninger		Felles avfallshåndtering i Drammensregionen	1994
13	Flygtige organiske stoffer fra husholdningsaffald	Wilkins, CK	Arbeidsmiljøinstituttet (AMI)	1995
14	Eksponering for luftforurensning ved innsamling af blandet husholdningsaffald ved anvendelse af komprimatorvogne med og uten udsug.	Breum, N.O; Nielsen, BH; Nielsen EM, Poulsen, OM	AMI	1995
15	Spørreskjemaunderøkelse blant renovatører – Baseline undersøkelsen	Ivens, UI; Hansen, J; Skov, T; Poulsen, OM; Ebbehøj, N	AMI	1996

16	Eksponeringsvurdering samt helbredsstatus for skraldemænd beskeftiget med innsamling af haveaffald og storkrald i Esbjerg	Stebæk E.I.; Breum NO; Dahl, S; Nielsen, BH; Nielsen, EM; Schibye, B; Wilkins, CK; Ebbehøi, N; Poulsen, OM; Midtgård, U	AMI	1996
17	Skraldemænds eksponering for luftforurensning ved innsamling af haveaffald i spande	Breum, NO; Nielsen, BH; Nielsen, EM	AMI	1996
18	Eksponeringsvurdering samt helbredsstatus for kraldemænd der innsamlar komposterbart husholdningsaffald	Stebæk E.I.; Breum NO; Nielsen, BH; Nielsen, EM; Wilkins, CK; Ebbehøi, N; Poulsen, OM; Midtgård, U; Ivens, U	AMI	1996
19	Betydning af affaldets alder og oppbevaringsbetingelser for eksponering for luftforurensning	Breum NO; Nielsen, BH; Nielsen, EM; Wilkins, CK; Poulsen, OM; Midtgård, U;		1996
20	Innsamling af husholdningsaffald i Danmark - Branchebeskrivelse	Kjær, B; Ivens UI; Poulsen, OM	AMI	1996
21	Bioaerosoler og flygtige organiske stoffer fra haveaffald	Wilkins K, Breum, NO; Nielsen, M	AMI	1996
22	Statusrapport om biologisk arbejdsmiljø på komposteringsanlæg	Christensen A; Nielsen BH	AMI	1997
23	Mikroorganismer i bioaffald	Nielsen, BH	AMI	1998
24	Epidemiologisk undersøkelse ved innsamling og genanvendelse af husholdningsaffald	Ivens, UI	AMI	1998
25	Arbejdsmiljø og helbredsforhold ved innsamling og genanvendelse af affald	U. Midtgård m.fl.	AMI	1999
34	Bioaerosol exposure in waste collection: A comparative study on the significance of collection equipment, type of waste and seasonal variation	Nielsen, EM m.fl.	App Occup Hyg vol 41 no 3 pp 325 – 344	1997
26	Källsortering og återvinning – Hygienproblem vid innsamling av källsorterad avfall	Johansson, K; Holmberg N.	Packforsk	1993
27	Undersøkning av renhållningsarbetare som hanterer separert biologisk avfall i Gøteborg	Thorn, J; Rylander, R; Beijer, L.	Gøteborg Universitet	1998
28	Hur står det til med arbeidsmiljøen i kretsloppet	Alvarez, E; Anetonsson A-B.	IVL Svenska Miljøinstituttet AB	2001
29	Handfasta råd vi utforming av innsamlingsssystem för källsorterat avfall från hushåll och foretag	Alvarez, E de Davilla	IVL	2002
33	Health complaints and immunological markers of exposure to bioaerosols among biowaste collectors and compostworkers	Bünger, J et al		
30	Increased Levels of Markers of Microbiological Exposure in Homes with Indoor Storage of Organic Householdwaste	Wouters, IM; Douwes, J; Doekes, G; Thorne, PS; Brunekreef; B; Heederik, DJJ	App Environ Microb. Feb 2000 vol 55 no 2 p. 627 - 631	2000

38	Upper airway inflammation and respiratory symptoms in domestic waste collectors	Wouters, IM m.fl	Occup Environ Med 2002;59:106-112	2002
31	Hygiene investigation of the effectiveness of biofilters in household containers for the storage of waste prior to collection	Mathys, W	Wilhelms universitet of Westphalia	1998
39	Prevention of diseases by waste handling with special reference to endotoxin and (1-3) β -D-glucan – diseases and waste dust exposure		Gøteborg universitet	2001
32	Exposure-response relationship between gastrointestinal problems among waste collectors and bioaerosol exposure	Ivens UI et al	Scand J Work Environ Health 1999;25(3);238-245	
35	Airway inflammation in waste handlers exposed to bioaerosols assessed by induced sputum	Heldal KK m.fl.	Eur Respir J 2003; 21: 641-645	2003
36	Innsamling av våtorganisk avfall – erfaringer fra etablerte kildesorteringsordninger	Seim, R m.fl.	NRF	1999
37	Evaluering av 14. dagers innsamling av våtorganisk avfall i Modum kommune		Felles avfallshåndtering i Drammensregionen	1999
40	Mikroorganismer og gasser i bioavfall. Hvilke, hvor mange og hvor farlig ? En arbeidsmiljøundersøkelse	Wiik, R m.fl.	Rogaland Research	1998

Vedlegg



Kildesortering i byområder og spredt bebyggelse - Arbeidsmiljø- og kildesortering (SFT 1997)

Mål	Undersøke eventuelle endringer i eksponeringen fra mikroorganismer og endotoksiner ved innføring av kildesortering av husholdningsavfall. Studere eventuelle sammenhenger mellom helseplager og eksponering for mikroorganismer og endotoksiner.
Omfang/ gjennomføring	<p>Omfattet eksponeringsmålinger i 3 områder med ulike typer innsamlingsløsninger.</p> <ul style="list-style-type: none">• Tette beholdere 120/240 l (Kristiansand)• Luftet beholder (Innherred)• Kildesorteringsskap (Senja) <p>Gjennomført eksponeringsundersøkelser ved innsamling av usortert avfall.</p> <p>Registreringer av helse og arbeidsforhold gjennom spørreundersøkelse, samt blodprøver analysert for spesifikke antistoffer. Støv, mikroorganismer og endotoksiner ble målt i innåndingssonen med bærbart utstyr. Totalt ble det utført 159 eksponeringsmålinger på 22 renovatører og 49 eksponeringsmålinger på 11 komposteringsarbeidere.</p>
Resultat	<p>Den gjennomsnittlige eksponeringen for mikroorganismer var ca. 10^6 mikroorganismer/m^3 luft som i undersøkelsen er karakterisert som et høyt eksponeringsnivå. En grov sammenligning er gjort mot en tidligere undersøkelse av arbeidere på sagbruk og kloakkrenseanlegg, hvor dette nivået antas å representere en helsefare.</p> <p>Eksponeringen av endotoksiner var ved innsamling gjennomgående lavt og ingen individuelle målinger lå opp mot nivået hvor helseskader kan forventes. Støvkonsentrasjonene var lave.</p> <p>Renovatørens eksponering for mikroorganismer har ikke endret seg vesentlig ved innføring av kildesortering.</p> <p>Bruk av renovasjonsbil med høyt innkast, gardin og mekanisk avsug viste lavere eksponeringsnivåer enn biler med lavt innkast.</p> <p>Bruk av tett beholder ga høy eksponering om sommeren og høyere enn bruk av komposteinere. Vinterstid var eksponeringen fra tett beholder lav og lavere enn fra komposteinere som viste omtrent lik eksponering sommer som vinter.</p>

Det ble funnet en sammenheng mellom eksponering for mikroorganismer og akutte plager som irritasjon og kløe i øyne og nese.

Arbeidsmiljø og kildesortering - Spørreundersøkelse om helse og arbeidsforhold blant renovatører (Stami 1998)

Mål	Undersøke om innføring av kildesortering av husholdningsavfall medførte endrede eksponeringsforhold og dermed økt risiko for helseplager.
Omfang/ gjennomføring	Spørreundersøkelse blant renovatører som samler inn organisk avfall. Renovatører som samler inn blandet avfall er benyttet som intern sammenligningsgruppe. Resultater sammenlignet med tilsvarende dansk undersøkelser. Totalt omfattet undersøkelser 159 renovatører fra 12 renovasjonsselskaper.
Resultat	Kildesortering synes ikke å ha medført økt forekomst av helseplager blant renovatørene. Det var imidlertid en tendens til økt forekomst av hodepine og kvalme i forbindelse med innsamling av organisk avfall sammenlignet med innsamling av blandet avfall.

Eksperimentelt genererte bioareosoler fra matavfall lagret i ulike oppsamlingsutstyr (Stami 1999)

Mål	Undersøke frigjøringen av luftbårne mikroorganismer og utvikling av nedbrytningsgasser fra avfall lagret i ulike oppsamlingsutstyr.
Omfang/ gjennomføring	Omfattet 3 ulike løsninger: <ul style="list-style-type: none">• Komposteiner med struktur (halm)• Komposteiner uten struktur• Tett avfallsbeholder Likeledes ble effekten av bruk av konserverende væske undersøkt. Undersøkelsen ble gjennomført i laboratorium. Organisk avfall med bestemt sammensetning ble produsert og lagret over 14 dager.
Resultat	Mengden mikroorganismer som ble frigjort fra avfallet viste ingen forskjell om avfallet hadde vært lagret i tett avfallsbeholder eller komposteiner med og uten strukturmateriale.

Perkolat ble bare dannet i tett avfallsbeholder og inneholdt 4

ganger så mye bakterier som avfallet. Det mikrobielle endotoksinpotensialet var større i avfall lagret i tett avfallsbeholder enn fra avfall lagret i komposteiner. Dannelsen av perkolat gir økt risiko for eksponering via sprut og hudkontakt.

Tilsatt strukturmateriale kan selv være kilde til genererte mikroorganismer. 10 ganger mer bakterier i aerosolen i komposteineren med struktur sammenlignet med komposteineren uten.

Bioareosolene besto for det meste av sopp sporer, men avfallet inneholdt for det meste bakterier. Sammensetningen av mikroorganismer i avfallet gir nødvendigvis ikke samme sammensetning i aerosolene som dannes, noe som henger sammen med støvdannelsen under håndtering. Det ble dannet mer støv fra det forholdsvis tørre avfallet i komposteineren sammenlignet med den tette avfallsbeholderen.

Nedbrytningsgasser som hydrogensulfid og merkaptaner ble registrert de to tre første dagene fra tett beholder, mens ammoniakkonsentrasjonen økte over hele lagringsperioden i alle beholderløsninger.

Tilsetning av konserverende væske medførte markant reduksjon av avfallet evne til å friggi mikroorganismer, og det var lite eller ingen mikrobiell vekst i avfallet.

Komposterbart husholdningsavfall (Miljøstyrelsen 1991)

Mål	Belyse den mikrobielle utviklingen og sammensetningen i kildesortert husholdningsavfall beregnet for kompostering. De mikrobiologiske funn ble vurdert i forhold til arbeidsmiljøproblemer.
Omfang/ gjennomføring	<p>Det ble foretatt undersøkelser av mikroorganismer, endotoksiner, luktgasser i organisk avfall innsamlet i Frederiksundområdet.</p> <p>Avfallet ble lagret uten emballasje i konteinere over 14 dager ved ulik temperatur for å simulere kjølig (vår) og varm (sommer) periode.</p> <p>Over forsøksperioden ble det tatt ut prøver av perkolat og luft over avfallet, samt foretatt gassmålinger. Prøver ble tatt ut fra stillestående konteiner og konteiner under håndtering.</p>
Resultat	Innholdet av bakterier i perkolatet var meget høyt gjennom hele forsøksperioden (10^8 - 10^9 /pr. ml). Innholdet av muggsopp var

vesentlig lavere. Endotoksiner i perkolatet ble påvist i meget høye konsentrasjoner (10 – 300 µg pr. ml). Konteinere som var lagret kjølig ga det samme resultat som konteinere som var lagret varmt når det gjelder perkolatdannelse.

I luftprøver over konteinere som sto i ro ble det bare registrert muggsopp i relativt lave konsentrasjoner. Undersøkelsen tyder derfor ikke på at luftbårne mikroorganismer over stillestående beholdere utgjør noe arbeidsmiljøproblem.

I luftprøvene fra beholdere under håndtering ble det påvist bakterier i relativt lave konsentrasjoner ($10^3 - 10^5$ pr. m^3 luft). Samme konklusjon gjelder for innholdet av endotoksiner (6 – 26 ng/ m^3 luft).

Målingene av ammoniakk lå i hovedsak under deteksjonsgrensen, men kan allikevel gi et bidrag til lukt. Målingene av hydrogensulfid og merkaptan antas å være overskredet ved de fleste målinger. Innholdet antas ikke å medføre helseskader, men kan bidra til å utløse symptomer som hodepine og kvalme.

Arbeidsmiljøproblemer ved innsamling af organisk husholdningsaffald (Miljøstyrelsen 1992)

Mål	Vurdering av arbeidsmiljøforholdene for renovasjonsarbeiderne ved innsamling av organisk avfall i Helsingørskommune, med bakgrunn i registrerte sykdomstilfeller.
Omfang/ gjennomføring	Utredning som omfatter: <ul style="list-style-type: none">- Gjennomgang og beskrivelse av systemet i kommunen og regionen- Registrering av avfallet, arbeidsoperasjonene, utstyret- Vurdering og forslag til løsninger
Resultat/ konklusjon	Mulighet for mikrobiologisk eksponering (Vurdering): <ul style="list-style-type: none">- Ved transport av gjennomvåte sekker (Største risiko)- Når en sekk går i stykker- Under tømning når sekkene knuses og avfall flyter ut.- Når lokk åpnes på den fulle sekken for å frigjøre den.- Risiko for sprut og kontakt med avfallet ved manuell tømning av beholder i bil- Urene beholdere (uemballert avfall, ødelagte poser)- Manglende rutiner for bruk av verneutstyr og spesielt manglende bruk av hansker.- Rengjøring av biler

Flygtige organiske stoffer fra husholdningsavfall (AMI 1995)

Mål	Vurdere toksisk potensiale av flyktige avfallsgasser for renovatører.
Omfang/ gjennomføring	Målinger av flyktige organiske stoffer (VOC) i magasinet på renovasjonsbiler ved innsamling av grønt og blandet husholdningsavfall.
Resultat	<p>Mer enn 90 ulike flyktige forbindelser ble registrert. Sammensetningen synes å være mer kompleks over blandet avfall sammenlignet med grønt avfall.</p> <p>Konsentrasjonen av gasser var generelt mindre enn 1/50 av hygienisk grenseverdi og for de svovelholdige VOC'er var konsentrasjonene 100 – 1000 ganger lavere enn grenseverdien.</p> <p>Det antas på bakgrunn av målingene at eksponeringsnivået for flyktige gasser under innsamling er meget lav. Kortvarig høye eksponeringsnivåer kan allikevel ikke utelukkes.</p>

Eksponering for luftforurensning ved innsamling av blandet husholdningsavfall ved anvendelse av komprimatorvogne med og uten udsug.

(AMI 1995)

Mål	Sammenligne eksponeringsnivået for støv og mikroorganismer ved komprimatorbiler med og uten gardin og avsug. I tillegg ble effektene av tømmehastigheten målt.
Omfang/ gjennomføring	Konsentrasjonene av støv og mikroorganismer ble målt i innåndingssonen hos renovatørene gjennom hele arbeidsdagen. Målinger ble gjennomført med personbåret og stasjonært utstyr mm. Forsøkene ble gjennomført på to ulike renovasjonsbiler ved innsamling av usortert husholdningsavfall.
Resultat	<p>Undersøkelsen viste at renovasjonsbilen med gardin og avsug ga et lavere eksponeringsnivå for alle parametre. Undersøkelsen viste også at bruk av gardin og avsug samt langsom tømming av beholder hadde stor betydning for spredning av støv.</p> <p>Konklusjonen er at bruk av gardin og avsug reduserer renovatørens eksponering for støv og mikroorganismer vesentlig. Langsom tømming vil kunne redusere eksponeringsnivået ytterligere.</p> <p>Undersøkelsen viste at bruk av gardin alene ikke reduserte eksponeringen.</p> <p>Eksponeringsnivået for muggsopper var lavt i forsøkene.</p>

Spørreskjemaundersøkelse blant renovatører - Baseline undersøkelsen (AMI 1996)

Mål	Kartlegge arbeidsbetingelser og helseforhold hos danske renovatører og sammenligne forekomst av sykdommer med en annen gruppe kommunalt ansatte. Danne grunnlag for undersøkelser av årsaker til evt. økt forekomst av sykdommer eller symptomer.
Omfang/ gjennomføring	Nasjonal undersøkelse basert på spørreskjemaundersøkelse til 2303 personer ansatt som renovatører, som omfatter nær alle organiserte renovatører i Danmark på det tidspunktet undersøkelsen ble foretatt. Sammenligningsgruppen besto av 1430 kommunalt ansatte. Svarprosenten var 76 % for renovatører og 81 % for sammenligningsgruppen.
Resultat	<p>Renovatørene synes ikke generelt å ha økt hyppighet av mage-tarm, hud eller luftveissymptomer enn sammenligningsgruppen. Renovatørene som har slike symptomer rapporterer oftere at symptomene er relatert til arbeidet. Blant renovatører forekommer diaré langt hyppigere om sommeren enn på andre årstider. Renovatørene oppgir lukt, råttent mat, grønt avfall, hageavfall mm som årsak til problemene.</p> <p>Undersøkelsen kan ikke konkludere med om kroniske undersøkelser stammer fra arbeidet. Undersøkelsen kan heller ikke si noe om langtidseffekter.</p>

Eksponeringsvurdering samt helbredsstatus for skraldemænd der innsamler komposterbart husholdningsavfall

(AMI 1996)

Mål	Detaljert beskrivelse av eksponeringen for støv, mikroorganismer og VOC ved innsamling av komposterbart avfall.
Omfang/ gjennomføring	Omfatter eksponeringsmålinger på 8 renovatører i Fredriksund som samler inn komposterbart avfall i hhv. sekker og beholdere med 14. dagers tømmefrekvens. Det ble gjennomført målinger i 4 periode med personbåret utstyr som dekker alle årstidsvariasjoner. Sammenholdt med innledende helseundersøkelse. Det ble blant annet spurt om ODTS - symptomer og mage-tarm besvær. I tillegg ble arbeidernes lungefunksjon undersøkt.
Resultat	<ul style="list-style-type: none">Helseundersøkelsen viste ingen symptomer eller sykdommer som kan relateres til arbeidet.

- Støvmålingene viste årstidsvariasjoner overfor flere av de mikrobielle parametrene bl.a muggsoppen *Aspergillus* opp mot 20 ganger høyere konsentrasjon om sommeren enn om vinteren
- Generelle eksponeringsnivået mhp. støv og mikroorganismer avviker ikke vesentlig fra tidligere undersøkelser på blandet husholdningsavfall
- Innsamling med beholdere og komprimatorbil ga en høyere eksponering for muggsopp og endotoksiner enn innsamling i sekker og flatbil.
- Målinger av VOC inne i renovasjonsbilen viste forholdsvis lave konsentrasjoner

Betydning af affaldets alder og oppbevaringsbetingelser for eksponering for luftforurensning

(AMI 1996)

Mål	Vurdere betydningen av avfallet alder og oppbevaringsbetingelser for renovatørens eksponering for luftforurensning.
Omfang/ gjennomføring	<p>Undersøkelsen ble gjennomført i to deler på blandet husholdningsavfall:</p> <ol style="list-style-type: none">2. Eksponering for luftforurensning ved 14 dagers innsamling vs 7 dagers innsamling for blandet husholdningsavfall i to forskjellige områder3. Vurdere avfallets evne til å frigjøre luftforurensninger ved 3 ulike typer innsamlingsutstyr inne/ute.<ol style="list-style-type: none">a. Papirpose/papirsekkb. Spann/containerc. Plastpose/container <p>Del 2 ble gjennomført i laboratorium med måling av VOC, Støv og mikroorganismer mm. Perkolatmengden ble registrert.</p>
Resultat	<p>Avfall innsamlet med 14 dagers frekvens hadde litt lavere eksponering for bakterier enn avfall innsamlet med ukese frekvens. Det er ikke mulig å si om forskjellen skyldes forskjell i tømme frekvens, avfallets kvalitet eller utstyret som ble brukt.</p> <p>Systemet med papirposer og sekk (a) støvet mest og støvet inneholdt den største mengde mikroorganismer. Uemballert avfall (b) var mindre støvende og støvet inneholdt mindre mengder mikroorganismer. Systemet med plastpose (c) var minst støvende og støvet hadde den laveste konsentrasjonen av mikroorganismer.</p>

Avfall oppbevart i rene containere støvet like mye som avfall oppbevart i tilgrisede containere .

For system a ble avfallet mer støvende og støvet innehold flere mikroorganismer ved lagring fra 7 til 14 dager. Denne tendensen ble ikke registrert i de to øvrige systemene

I system b ble det målt mest perkolat tilsvarende 12,5 liter pr 100 kg avfall etter 14 dager. System c ble det målt litt perkolat, mens system a ikke avga perkolat.

System a førte til et samlet vekttap på 30 - 50 %, b 10 - 15 % og c < 2,5 %.

Måling av VOC i spann viste forekomster av svovelholdig forbindelser opp mot 0,5 mg/m³

Epidemiologisk undersøkelse af helbredseffektene ved innsamling og genanvendelse af husholdningsaffald (AMI 1998) Ph. D. Avhandling

Mål	Beskrive helsetilstanden blant danske renovatører ansatt i avfallsindustrien gjennom resultater fra en spørreundersøkelse. Beskrive sammenhengen mellom helseproblemer og de arbeidsbetingede eksponeringene. Sammenholde opplysninger fra spørreskjema med bioareosolmålinger foretatt i forskningsprogrammet.
Omfang/ gjennomføring	En vider bearbeiding av materialet innsamlet ved "baselineundersøkelsen" i 1994.
Resultat	Sammenlignet med sammenligningsgruppen rapporterer renovatørene om: <ul style="list-style-type: none">• Mer kvalme og diare• Mer kløe på hender og i nesen• Samme nivå for luftveissymptomer• Samme nivå for ODTS - symptomer• Sammen nivå for hodepine og migrene• Færre legediagnostiserte sykdommer og med unntak av astmamedisin, lavere medisinformbruk

Mikroorganismer i bioaffald

Arbejdmiljømessige aspekter ved håndtering af grønt husholdningsaffald og kompost - Ph.D. - avhandling (AMI 1998)

Mål	Ph.D avhandling som diskuterer dagens viten knyttet til problemene ved måling av luftbårne mikroorganismer og helseproblemer
Omfang/ gjennomføring	Avhandlingen baseres på 5 vitenskapelige artikler om mikroorganismer i bioavfall og kompost samt eksponeringsnivåene for bioaerosoler ved innsamling av avfall.
Resultat/ konklusjon	<p>Luftbårne mikroorganismer og endotoksiner kan ved innånding bli deponert i luftveiene og medføre forskjellige helseeffekter f.eks allergiske og toksiske reaksjoner i lungene samt mage - tarm symptomer som oppkast, diare og kvalme.</p> <p>Blant renovasjonsarbeidere er det funnet sammenheng mellom diare og eksponering av muggsopp, samt mellom kvalme, diare og eksponering av endotoksin,</p> <p>Innenfor avfalls og gjenvinningsbransjen er eksponeringsnivået særlig høyt for sporedannende mikroorganismer, spesielt muggsopp og actinomyceter (strålesopp), mens utsettelsen for støv og endotoksiner generelt er lavt.</p> <p>Eksponering av luftbårne mikroorganismer er på samme nivå ved innsamling av bioavfall og blandet husholdningsavfall. Aerosoler fra bioavfall inneholder oftere <i>Aspergillus fumigatus</i> (muggsopp) og perkolat fra vått avfall anses å utgjøre en økt risiko for eksponering for endotoksiner.</p>

Arbeidsmiljø- og helbredsforhold ved innsamling og genanvendelse af affald. (AMI 1999)

Mål	Framskaffe viten som kan danne bakgrunn for myndighetenes administrative tiltak i forbindelse med fastsettelse av krav til et godt arbeidsmiljø.
Omfang/ gjennomføring	Sluttrapport fra forskningsprogrammet "Sikkerhed og sundhed ved affald og genanvendelse".
Resultat (Konklusjon av programmet)	Renovatører er utsatt for støv og mikroorganismer i en konsentrasjon som ligger vesentlig over den naturlig forekommende bakgrunnskonsentrasjonen. Eksponeringsnivået for totalstøv lå i området 0,1 - 0,8 mg/m ³ (maks 1,9) og endotoksinnivået lå i området 2 - 25 EU/m ³ (maks 10 ⁴). Eksponeringsnivået for totale mikroorganismer var 10 ⁵ - 10 ⁶

celler/m³(maks 5,8 10⁶). Eksponeringsnivået for dyrkbare muggsopper lå i området 10⁴ - 10⁵ cfu/m³ og dyrkbare bakterier 10³ - 10⁴ cfu/m³ maks 2,8 10⁵)

Vanskelig å skille direkte mellom betydningen av avfallstypen og de forskjellige kombinasjonene av innsamlingssystem, ettersom innføring av kildesortering medfører endringer i både innsamlingsutstyr og tømmeffrekvens. Kjøretøy synes allikevel å være mest bestemmende for eksponeringen.

- Høyt innkast reduserer eksponeringen med en faktor på 25 for muggsopp og 8 for bakterier sammenlignet med lavt innkast.
- Montering av gardin og avsug på biler med lavt innkast reduserer eksponeringen med en faktor på 3- 8 for mikroorganismer og 2 for støv og endotoksiner

Sammenligning mellom innsamling i plastpose og papirsekk samt plastpose og beholder viser eksponering på samme nivå for flere av de mikrobiologiske parametrene, men om sommeren var konsentrasjonen av muggsopper større i beholder.

- Eksponeringsnivået med innsamling av blandet husholdningsavfall og kildesortert organisk husholdningsavfall er generelt på samme nivå.
- Innsamling av hageavfall medførte høyere eksponering for strålesopp og muggsopp enn andre avfallstyper.

Det kan ikke konkluderes med om tømmeffrekvensen alene har noen betydning for eksponeringen av bioareosoler.

Enkelte målinger i forbindelse med tømning av avfall på anlegg viste at renovatøren var utsatt for endotoksinnivåer som lå langt over gjennomsnittet i korte perioder.

Eksponeringen for muggsopper og endotoksin var lavest om vinteren, og opp til 20 ganger lavere enn om sommeren. Mindre årstidsvariasjon når det gjelder eksponeringen for bakterier. Perkolatdannelsen viser også en årstidsvariasjon, men mindre.

Arbeiderne gir uttrykk for mage-tarmproblemer, luftveisproblemer, slimhinneirritasjon som henger sammen med eksponering for organisk støv, mikroorganismer, og eventuelle gasser fra avfallet. Eksponeringen for mikroorganismer ligger generelt på et nivå som er flere hundre ganger over den naturlige forekommende bakgrunnskonsentrasjonen. Sykdommer som kan utløses fra mikrobiologisk eksponering var høyere blant renovatører enn blant kontrollgruppene.

Bioaerosol exposure in waste collection: A comparative study on the significance of collection equipment, type of waste and seasonal variation
(App Occup Hyg vol 41 no 3 pp 325 - 344 1997).

Mål Karakterisere renovatørenes eksponering for bioareosoler i forhold til styrende faktorer som avfallstype, innsamlingsutstyr, kjøretøyer, sesongvariasjoner og organisering av arbeidet.

**Omfang/
gjennomføring** Oppsummering og vurdering av data fra 8 ulike studier av eksponering for bioareosoler. Primært studier gjennomført under AMI prosjektet "Sikkerhed og sundhet ved affald og genanvendelse".

Resultat Arbeidere blir eksponert for bioareosoler ved innsamling av husholdningsavfall. Episoder av arbeidsrelaterte luftveislidelser, mage-tarm lidelser og hudproblemer kan være større for renovatører enn for den generelle arbeidsstokken. Det er trolig at episodene skyldes eksponering for bioareosoler eller flyktige organiske forbindelser.

Undersøkelsen viser at avfallstype kan være styrende for eksponeringen. Innsamling av hageavfall ga ofte høy eksponering for muggsopp. Renovatører som samlet inn sortert eller blandet avfall ble fra tid til annen eksponert for de samme nivåene. En annen studie viser lavere eksponering for blandet avfall og papir. En annen styrende faktor er innsamlingsutstyret. Høyt innkast reduserte eksponeringen med en faktor på 25. Eksponeringen varierer også over året. Om vinteren er konsentrasjonen av mikroorganismer, dyrkbar sopp, soppspor og endotoksiner lav.

Undersøkning av renhållningsarbeidere som hanterer separat biologisk avfall i Gøteborg (Gøteborg Universitet 1998)

Mål Belyse risiko for luftveisinflammasjon blant renovatører som arbeider med separat biologisk avfall fra husholdninger, samt foreslå tiltak for å minske eventuelle risiko.

**Omfang/
gjennomføring** Undersøkelse på samtlige renovatører som arbeidet med innsamling av bioavfall (15), samt kontrollgruppe (27). Eksponeringen for organisk støv ble målt ved ulike arbeidsoperasjoner med personbåret utstyr. Støvet ble analysert for endotoksin og glukon. Målinger ble foretatt to ganger høsten 1997 (oktober og november). Alle som deltok i undersøkelsen ble intervjuet bl.a. for å kartlegge eventuelle sykdommer og plager. Det ble gjort målinger av lungefunksjon og luftveienes reaktivitet. Det ble videre tatt prøver av blod og lungevæske (spytt) bl.a. for å måle inflammatoriske markører og antistoffer.

Resultat Eksponeringen av endotoksin ved innsamlingsoperasjonene var lav (0,2 - 1,7 ng/m³) og under forslått grenseverdi. Nivået var som for kontrollgruppen. Ansatt på forkomposteringsanlegget viste høye verdier (12 - 40 ng/m³). For glukane var middelmålingen lav i oktober, men høy i november. Glukaneksponeringen var høyere blant renovatørene enn blant kontrollgruppen.

Det var ingen signifikant forskjell i lungefunksjonsverdiene mellom renovatørene og kontrollgruppen. Forandringer i inflammatoriske celler og markører tyder på at renovatørene har vært utsatt for miljøeksponering. Forandringene var små og kan ikke tolkes som indikatorer på forekomst av sykdom.

Health complaints and immunological markers of exposure to bioaerosols among biowaste collectors and compost workers (Occup Environ Med 2000; 458-464)

Mål	Sammenligne arbeidsrelaterte helseklager og sykdommer blant renovatører og kompostarbeidere med en kontrollgruppe.
Omfang/ gjennomføring	Målinger gjennomført på 53 renovatører og 58 kompostarbeidere og 40 arbeidere i en kontrollgruppen. Kontrollgruppen omfattet nytilsatte renovatører. Gjennomført i Hamburg og 7 mindre byer. Studie som omfattet intervjuer, kliniske undersøkelser og målinger av antistoffer.
Resultat	Ingen signifikant forskjell i helseplager hos renovatører i forhold til kontrollgruppen. Ingen signifikant forskjell i antistoffkonsentrasjonene mot muggsopp og actinomyceter (allergener) i forhold til kontrollgruppen.

Increased Levels of Markers og Microbiological Exposure in Homes with Indoor Storage of Organic Householdwaste (App Environ Microb. Feb 2000 vol 55 no 2 p. 627 - 631)

Mål	Vurdere sammenhengen mellom innendørs lagring av organisk avfall og nivået av mikrobielle markører i husstøv.
Omfang/ gjennomføring	Innsamling av husstøv i 99 boliger i Nederland, halvparten med separat biologisk oppsamling av bioavfall i kjøkkenbenken. Husstøvet ble analysert for endotoksiner, β -glukan, EPS (Extracellular polysaccharides) av muggsoppene <i>Aspergillus</i> og <i>Penicillium</i> , som markører for muggsoppeksposering.

Prøvetakingen ble kombinert med spørreundersøkelse.

Resultat

Målingene viste signifikant høyere nivåer av endotoksiner markører for muggsopp (aspergillus og penicillium) både i oppholdsrom og kjøkken i de husholdningene hvor organisk avfall ble lagret innendørs, sammenlignet med husstander som bare lagret ikke-organisk restavfall innendørs. Det var også en tendens til økende innhold av β -glukan, men ingen økning i allergener fra midd i husstøv eller kjæledyr.

I boliger som bare lagret ikke organisk restavfall innendørs og hvor gulvbelegget var vinyl eller tilsvarende ble det målt endotoksinnivå på 225 EU/m², EPS 123 enheter/m² og for glukan 23 μ g/m².

I boliger med tilsvarende gulvbelegg, lagring av organisk avfall og tømmefrekvens så sjelden som en gang hver uke eller mer viste målingene signifikant høyere nivåer for endotoksin (3,2 ganger), EPS (7,6 ganger) og glukan (4,6 ganger). Ved tømning 2 g eller mer var det bare en signifikant økning for endotoksin.

I boliger med tepper på gulvflatene økte nivåene 20 – 100 ganger og kombinasjonen av tepper og lagring av organisk avfall med lav tømmefrekvens økte nivåene med 25 – 840 ganger.

Tømmefrekvens av våtorganisk beholder 2 ganger eller mer ga bare en moderat økning i nivåene og ved lagring av blandet avfall var økningen liten eller ingen.

Studien er et første skritt i en helse-evaluering av kildesortering av organisk avfall. Artiklen peker på at det ikke er noen sikker sammenheng mellom de målte stoffene og helseeffektene ettersom dette ikke er evaluert. I andre studier er det derimot funnet sammenheng mellom de målte stoffene og ulike luftveislidelser. Undersøkelsen viser økende konsentrasjoner av mikrobiologiske forurensninger i innendørs miljø i forbindelse med lagring av separat organisk avfall. Dette kan øke risikoen for luftveislidelser.

Upper airway inflammation and respiratory symptoms in domestic waste collectors (Occup Environ Med 2002;59:106-112)

Mål

Sammenligne luftveis symptomer og inflammasjon i øvre luftveier blant renovatører og en kontrollgruppe. Finne sammenhengen mellom målt inflammasjon i øvre luftveier på den ene side og eksponeringen av organisk støv eller luftveissymptomer på den andre siden.

**Omfang/
gjennomføring** Sammenlignende studier blant 47 renovatører og en kontrollgruppe på 15. Undersøkelse gjennomført med spørreskjema om bl.a. åndedrett symptomer. Neseskylling (NAL) ble gjennomført før og etter arbeidsskift og ved starten og slutten på uka, totalt 268 målinger av renovatører og 57 fra kontrollgruppen. Personbåret utstyr ble benyttet for å måle organisk støv, endotoksin og β - gluknan. Det ble utført målinger ved ulike operasjoner; kjøring, tømning, kjøring og tømning.

Resultat Renovatører som samler inn husholdningsavfall viser tegn på økt inflammasjon i øvre luftveier og åndedrettssymptomer sammenlignet med kontrollgruppen. Eksponering for organisk støv ligger trolig til grunn for symptomene.

Ved begynnelsen av uka var det ingen signifikant forskjell i NAL - målingene for markører for inflammasjon i øvre luftveier, men ved slutten av uken viste prøvene fra renovatørene høyere innhold for to spesifikke markører. (Totalkim og interleukin-8) enn kontrollgruppen.

Ingen klar forskjell mellom eksponeringsnivåene for ulike avfallstyper (organisk avfall og restavfall og uorganisk avfall) ble påvist. Høyeste nivåer av endotoksiner og β - gluknan ble funnet ved tømmeoperasjonen.

Selv om eksponeringen av organisk støv var lavere i denne studien enn i tidligere nederlandske undersøkelser, ble det registrert tegn på inflammasjon i øvre luftveier. Tydelige forskjeller mellom renovatører og kontrollgruppen ble målt, men bare i slutten av uken.

Hygiene investigation of the effectiveness of bio filters in household containers for the storage of waste prior to collection (Wilhelms university of Westphalia in Münster 1998)

Mål Analysere effektiviteten til biofilter av typen System Biologic (BASF-Compo) (Monteres i lokk på innendørs beholder) med hensyn på luktreduksjon og emisjon av soppsporer.

**Omfang/
gjennomføring** Laboratorieforsøk med 8 plastbøtter med målinger av lukt og soppsporer i beholdere med og uten biofilter. I forsøk 1 ble det brukt ulike typer matrester, vegetabilsk planteavfall og hundemat. I forsøk 2 ble det bare brukt vegetabilsk matavfall, skrell, planter, brødrester mm. Bøttene ble plassert under like forhold i lukkede beholdere. Forsøkene ble utført slik at det kunne forventes maksimale luktutslipp fra beholderne. Lukt ble registrert og emisjoner målt daglig over en 3 ukers periode.

Resultat

Forsøk 1 viste lukt fra bøttene uten filter økte til et maksimum etter 6 dager og holdt seg mer eller mindre uendret i resten av perioden. Lukten var da meget sterk og kunne godt kjennes utenfor de lukkede beholderne. For bøttene som var utstyrt med biofilter var det ikke mulig å kjenne lukt før etter ca. 10 dager. Lukten var da tydelig men ikke ubehagelig og etter 14 dager tydelig til sterk. Lukten økte ikke utover dette.

Resultatet ble verifisert i forsøk 2, men nivåene var her lavere ettersom det bare var vegetabilsk avfall. Her ble det ikke registrert lukt fra bøttene med biofilter før en svak lukt etter 21 dager.

Begge forsøkene viste at emisjonene av soppsporer var betydelig høyere i bøttene uten biofilter. Soppsporene ble dessuten målt 1-2 dager senere i bølter med biofilter.

Prevention of diseases by waste handling with special reference to endotoxin and (1-3) β -D-glucan - diseases and waste dust exposure (Gøteborg Universitet 2002)

Mål

- Evaluere risiko for lungesykdommer blant arbeidere som er involvert i ulike faser av innsamling av husholdningsavfall
- Identifisere utløsende stoffer og patogene reaksjoner
- Utvikle målemetoder
- Evaluere nedre grenseverdi baser på dose-responsforhold med tanke på å etablere retningslinjer
- Utvikle forbedrede diagnosekriterier for sykdommer forårsaket av avfallshåndtering
- Utvikle informasjonsmateriale for å så kunnskap for forebyggende arbeid

Omfang/ gjennomføring

Kun tilgang på produktinformasjon – ingen sluttrapport fra prosjektet, men en rekke vitenskapelige artikler

Resultat

- Støv fra husholdningsavfall inneholder en variasjon av mikroorganismer og nivået av bakterie endotoksin overskrider foreslåtte grenseverdier ved bestemte arbeidsoperasjoner. Eksponering fra mugg kan også være viktig, men grenseverdier for glukane er foreløpig ikke tilgjengelig.
- Personer som eksponeres for avfallsstøv har en hyppigere åndedrettssymptomer relatert til luftveis inflammasjon. Symptomene er mer uttalt om sommeren parallelt med økte mikrobiologisk vekst i avfallet.
- Luftveisinflammasjonen kan av og til være så alvorlig at klinisk astma er til stede.
- Allergiske reaksjoner av støv registreres sjelden

Airway inflammation in waste handlers exposed to bioaerosols assessed by induced sputum (Eur Respir J 2003)

Mål	Inngår i Ph. D avhandling.
Omfang/ gjennomføring	<p>Undersøkelse gjennomført på 25 renovatører som samlet inn våtorganisk avfall og papir fra husholdninger i HRA - området. Målinger ble foretatt ved arbeidsukens start (mandag) og slutt (torsdag)</p> <p>Undersøkelsen omfattet:</p> <ul style="list-style-type: none">• måling av lungefunksjon og analyser av markører for inflammasjon i lungevæske (spytt).• Innsamling av bioaerosoler med personbåret utstyr for analyse av eksponeringsnivåer for mikroorganismer, endotoksin og $\beta_{(1-3)}$ gluknan• Spørreundersøkelse av renovatørene som deltok
Resultat	<p>Resultatene viser at renovatørene viser tegn på inflammasjon og tette luftveier og at disse symptomene økte utover i uka (mandag til torsdag). Selv en moderat eksponering, som ble påvist her, kan gi tegn på inflammasjon i nedre luftveier.</p> <p>Målinger av lungevæske (spytt) viste sammenheng mellom økning av bestemte hvite blodlegemer, markører for inflammasjon og nedgang i lungefunksjon i løpet av arbeidsuken</p> <p>Eksponeringen for endotoksiner var relativt lav og bare 12 % av prøvene lå over 100 EU/m³.</p> <p>Det ble ikke funnet sammenheng mellom arbeidsrelaterte symptomer og eksponering eller symptomer og målinger av biomarkører i lungevæske.</p>