

Postadresse: P.b. 8149 Dep. 0033 Oslo 1 - Kontoradresse: Gydas vei 8 - Tlf. 02-46 68 50 - Bankgiro 0629.05.81247 - Postgiro 2 00 02 14

Tittel:

Helse- og arbeidsforhold ved behandling av kommunalt avløpsvann

Forfatter(e):

Harald Barstad, Erik Bye, Wijnand Eduard, Kari Heldal, Jørgen Lassen, Erik Melbostad, Per Sandven, Bjørn Tvedt og Tore Tynes

Prosjektansvarlig:

Kari Heldal og Per Fjeldstad

Prosjektmedarbeidere:

Lisbeth Aamodt og Ragna Aksnes

Utgiver (seksjon):

Yrkeshygienisk seksjon

Dato:

30.11.89

Antall sider:

60 + vedlegg

ISSN:

0801-7794

Serie:

HD997/89FoU

Sammendrag:

Det er gjennomført et forprosjekt med utvikling av måle- og analysemetoder for mikro-organismer og gasser som antas å ha sammenheng med rapporterte plager på renseanlegg. Det er utarbeidet en fluorescensmikroskopisk metode for kvantifisering av total-antall bakterier i luft (levende og døde). I tillegg er de vanlige dyrkningsmetoder, med deponering av bakterier i luft ned på egnede agarskåler, benyttet for identifisering og telling. For eksponeringsmåling av H₂S er elektrokjemiske sensorer med logging av datane best egnet. Det er utarbeidet egnede spørreskjemaer om helse- og arbeidsforhold, mens symptomer som kan skyldes gassvirkning på nervesystemet, er vurdert med Ørebroskjemaet. Spirometri av 31 avløpsarbeidere i Follo-området viste noe nedsatt lungefunksjon, og antistoffnivået av Salmonella- og Yersinia-bakteriene var noe forhøyet. Resultatene er ennå ikke vurdert mot kontrollgruppe. Det er utviklet et data-analyse-system for å vurdere sammenhengen mellom helseplager og de yrkeshygieniske faktorene i arbeidsatmosfæren.

Stikkord:

 kloakkrenseanlegg
 mikro-organismer
 kloakkgasser
 helseeffekter

Key words:

 sewage treatment plant
 micro-organisms
 sewage gasses
 health effects

FORORD.

Målgruppen for denne forprosjektrapporten er først og fremst styringsgruppen for prosjektet. Sammendraget er forsøkt skrevet i en slik form at den kan være forståelig også for ikke-fagfolk. Rapporten er satt sammen av delrapporter fra de forskjellige fagområdene. Avhengig av fagets forståelighet og forfatterens uttrykksmåte er de av noe forskjellig lengde og detaljering.

Vi vil rette en takk til ingeniørene Lisbeth Aamodt og Ragna Aksnes for medvirkning av prøveinnsamling og til Arbeidstilsynet i Kristiansand og Papirindustriens Forskningsinstitutt for utlån av utstyr og velvillig veiledning.

Statens arbeidsmiljøinstitutt
August 1989
For prosjektgruppen

Kari Heldal
Prosjektleder

INNHALDSFORTEGNELSE

SAMMENDRAG	5
1. INNLEDNING	7
1.1 Bakgrunn	8
1.2 Målsetting	8
1.3 Prosjektarbeid	8
1.4 Prosjektorganisering	9
1.5 Prosjektøkonomi	10
1.6 Møter og informasjon	11
1.7 Hovedprosjekt	11
2. MIKRO-ORGANISMER	12
2.1. Totaltall bakterier	12
2.1.1 Innledning	12
2.1.2 Målemetoder	12
2.1.3 Resultater	13
2.1.4 Konklusjon	14
2.2. Bakteriologisk undersøkelse	15
2.2.1 Problemstilling	15
2.2.2 Målemetoder og prøvetakingsteknikk	15
2.2.3 Resultater	16
2.2.4 Konklusjon	18
2.3. Serologisk undersøkelse	18
2.3.1 Problemstilling	18
2.3.2 Målemetoder	18
2.3.3 Resultater	19
2.3.4 Konklusjon	19
2.4. Endotoksin i luft	19
3. GASSER	20
3.1 Innledning	21
3.2 Vurdering av måleutstyr for gasser	21
3.2.1 Hydrogensulfid	21
3.2.2 Merkaptaner og sulfider	23
3.2.3 Karbonmonoksid	23
3.2.4 Karbondioksid	24
3.2.5 Oksygen	24
3.2.6 Metan	24

INNHALDSFORTEGNELSE

3.3 Organiske mikroforurensninger	24
3.3.1 Prøvetaking	25
3.3.2 Analyse	25
3.3.3 Databehandling	25
3.4 Resultater av målinger på Nordre Follo Kloakkverk	26
3.4.1 Måling og analyse av gasser	26
3.4.2 Organiske mikroforurensninger	28
3.5 Vurdering av resultater og metoder.	29
4. EPIDEMIOLOGI-HELSEEFFEKTER	30
4.1 Innledning	30
4.2 Beskrivelse av forprosjekter	30
4.3 Resultater fra spørreskjemaundersøkelsen	31
4.4 Resultater fra spirometri	35
4.5 Diskusjon	35
4.6 Erfaring angående H ₂ S	36
5. KJEMOMETRI	43
5.1 Innledning	43
5.2 Problemstilling	44
5.3 Materialer og metoder	45
5.4 Resultater	46
5.5 Konklusjon	50
6. LITTERATURLISTE	56
7. VEDLEGG	61
7.1 Spørreskjema om helseforhold og arbeidsforhold	62

SAMMENDRAG

Dette forprosjektet har hatt som målsetting:

- å utvikle måle- og analysemetoder for mikro-organismer og gasser som vi antar har sammenheng med rapporterte helseplager på kommunale avløpsanlegg*
- å utvikle egnet spørreskjema for å samle informasjon om helse- og arbeidsforhold, og for å kartlegge eventuelle virkninger av kloakkgasser på nervesystemet*
- å vurdere nødvendigheten og gjennomførbarheten av en systematisk kartlegging av eksponering og helseeffekter.*

Vi har i forprosjektet utviklet gode nok metoder for en kartlegging av eksponeringer og subjektive plager. Resultatene bekrefter at det er ønskelig å se nærmere på arbeidsmiljøet på kommunale avløpsanlegg. De utførte målingene er begrenset i omfang, og det er kun foreløpige konklusjoner som kan trekkes ut fra resultatene.

Prosjektet er gjennomført på Nordre Follo kloakkverk. 29 av de ansatte ved renseanleggene i Follodistriktet og 2 ansatte ved ledningsnett/pumpestasjoner svarte på spørreskjemaundersøkelsen. Måling av lungefunksjonen (spirometri) ble utført på 30 av de 31 ansatte. Det ble tatt blodprøve av samtlige.

I forprosjektet er det utviklet en metode for telling av totalantall (levende og døde) bakterier i luft. En stor prosentandel av de bakterier som blir luftbårne ved dråpedannelse under luftprosesser o.l. dør etter relativt kort tid. Analysemetoder basert på å dyrke levende bakterier vil derfor ikke registrere denne andelen. Døde bakterier og fraksjoner av disse utgjør organisk støv. Det organiske støvet er respirabelt og inneholder endotoksiner (giftstoffer fra bakteriene) som har biologisk effekt. På Nordre Follo viste stikkprøver at summen av levende og døde bakterier var 100.000 ganger høyere en konsentrasjonen av levende bakterier. Dette kan tyde på at døde bakterier kan ha betydning.

Det påviste antall levende bakterier i luft var lavt, og det bekrefter tidligere undersøkelser på renseanlegg som viser at infeksjonsfaren er liten. Blodprøvene viste imidlertid at forholdsvis mange hadde antistoffer mot Salmonella og Yersiniabakterien. Ni av arbeiderne hadde antistoff mot Hepatitt (A-virus). Av disse var 5 født før 1945 da forekomsten av denne sykdommen var høyere enn den er nå. Det er vanskelig å vurdere resultatene før det foreligger et kontrollmateriale, men resultatene synes å ligge noe over det som er forventet i en normalbefolkning.

SAMMENDRAG

Målingene av gasskonsentrasjoner ved Nordre Follo viste lave verdier. Konsentrasjonen av H_2S kan imidlertid variere sterkt på samme lokalitet under normal drift, og kan bli svært høy under spesielle forhold og ved enkelte arbeidsoperasjoner. Øyeblikksmålinger og korttidsmålinger kan derfor vanskelig gi et godt bilde av arbeidernes eksponering for H_2S . Målinger over lengre tid med elektrokjemiske sensorer koplet til datalogger synes å være en velegnet metode for kartlegging av eksponeringen.

Data-analyse med bruk av kjemometriske metoder er foreløpig utviklet på organiske luftkomponenter og stabiliteten av disse på ulike tidspunkter. Resultatene viser store variasjoner. Det er utviklet programvare for en rasjonell håndtering av analysedata.

Forprosjektets spørreundersøkelse har gitt et bilde av hvilke symptomer de ansatte har og hvilke av disse symptomene de oppfatter som forårsaket av arbeidet. Det er påvist nedsatt lungefunksjon og hyppig rapportering av piping i brystet, anfall av tung pust, oppspytt og morgenhoste. Den høye frekvens av tidligere og nåværende røykere, gjør det vanskelig å vurdere om luftveissymptomene er arbeidsrelaterte. Det blir nødvendig med en utvidelse av undersøkelsesgruppen og innføring av en kontrollgruppe.

Forekomsten av en del symptomer er forholdsvis høy. Tretthet, som er det hyppigst rapporterte symptom, kan oppstå som følge av eksponering for støy, vibrasjon, gass, toksiner og lukt. Det kan dessuten skyldes psykiske forhold.

Symptomer som kan skyldes virkning på nervesystemet, er vurdert med Ørebro-skjemaet. Betraktet som yrkesgruppe kan antall ja-svar hos avløpsarbeiderne tildels sammenlignes med malere som har vært løsemiddeldeksponert.

Oppmerksomheten omkring arbeidsmiljøet ved renseanlegg den siste tiden har ført til at Arbeidsmiljøinstituttet har fått henvist flere avløpsarbeidere til undersøkelse. Både ved medisinsk og nevropsykologisk undersøkelse har resultatene vanligvis vært normale, selv hos den som har betydelige plager. De beskjedne funnene kan enten skyldes at de aktuelle undersøkelsesmetodene ikke er følsomme nok, eller at plagene delvis kan henge sammen med symptomer fra andre organer (magesystemet og lungene). Med de kliniske metoder som er til rådighet, synes det ikke hensiktsmessig med videre medisinske undersøkelser av de ansatte. Våre erfaringer hittil er i overensstemmelse med tidligere

SAMMENDRAG

erfaringer av at kortere perioder med høy eksponering er av større betydning enn den daglige eksponeringen, som vanligvis er lav.

Hovedstrategien for en nærmere undersøkelse på avløpsanlegg vil, i tillegg til en systematisk kartlegging av helseplager og arbeidsmiljøfaktorer, være om mulig å finne en sammenheng mellom eksponering og helseeffekt.

Arbeidsmiljøfaktorer vi tar sikte på å kartlegge er gasser som hydrogensulfid (H_2S), karbondioksid (CO_2), oksygen (O_2), metan (CH_4), amoniakk (NH_3), merkaptaner og organiske luftforurensninger, bakterier i luft og kloakk, endotoksiner, drifts- og klimaparametre.

Målinger må gjøres over hele arbeidsdager, samtidig som helseeffektene registreres. Slike symptom- og plagerregistreringer parallellt med målinger må gjøres gjentatte ganger ved ulike driftsforhold, og ved spesielle arbeidsoperasjoner hvor vi vet at eksponeringen er høy.

*Kari Heldal
Prosjektleder*

1. INNLEDNING

av Kari Heldal.

1.1 Bakgrunn

Etter en henvendelse fra Fagrådet for vann- og avløpsteknisk samarbeid i Indre Oslofjord i mars 1989, ble det igangsatt et forskningsprosjekt for å kartlegge arbeidsmiljøet ved behandling av kommunalt avløpsvann.

Bakgrunnen er at det i løpet av de siste årene er rapportert flere tilfeller av helseplager som kan være forårsaket av arbeid med avløpsvann.

Fra tidligere undersøkelser i Skandinavia og USA er det antydning flere mulige årsaker til plagene: kloakkgasser, bakterier, toksiner og kjemikalier i forbindelse med utslipp. Det syntes vesentlig å få igang en systematisk arbeidsmiljøkartlegging hvor samtlige av disse eksponeringsforholdene blir vurdert samtidig. Videre er det behov for ytterligere forskning for å kunne vurdere forskjellige årsaksfaktorer.

1.2 Målsetting

Målsettingen med prosjektet "Helse og arbeidsforhold ved behandling av kommunalt avløpsvann" er å kartlegge sykdom, symptomer, plager og eksponering for aerosoler og gasser ved behandling av kommunalt avløpsvann og om mulig finne en sammenheng mellom eksponering og helseeffekter. Prosjektet består av et for- og et hovedprosjekt, der forprosjektets målsetting har vært å:

- utvikle måle- og analysemetoder
- utvikle egnet spørreskjema
- vurdere nødvendigheten og gjennomførbarheten av hovedprosjektets målsetting.

1.3 Prosjektarbeidet

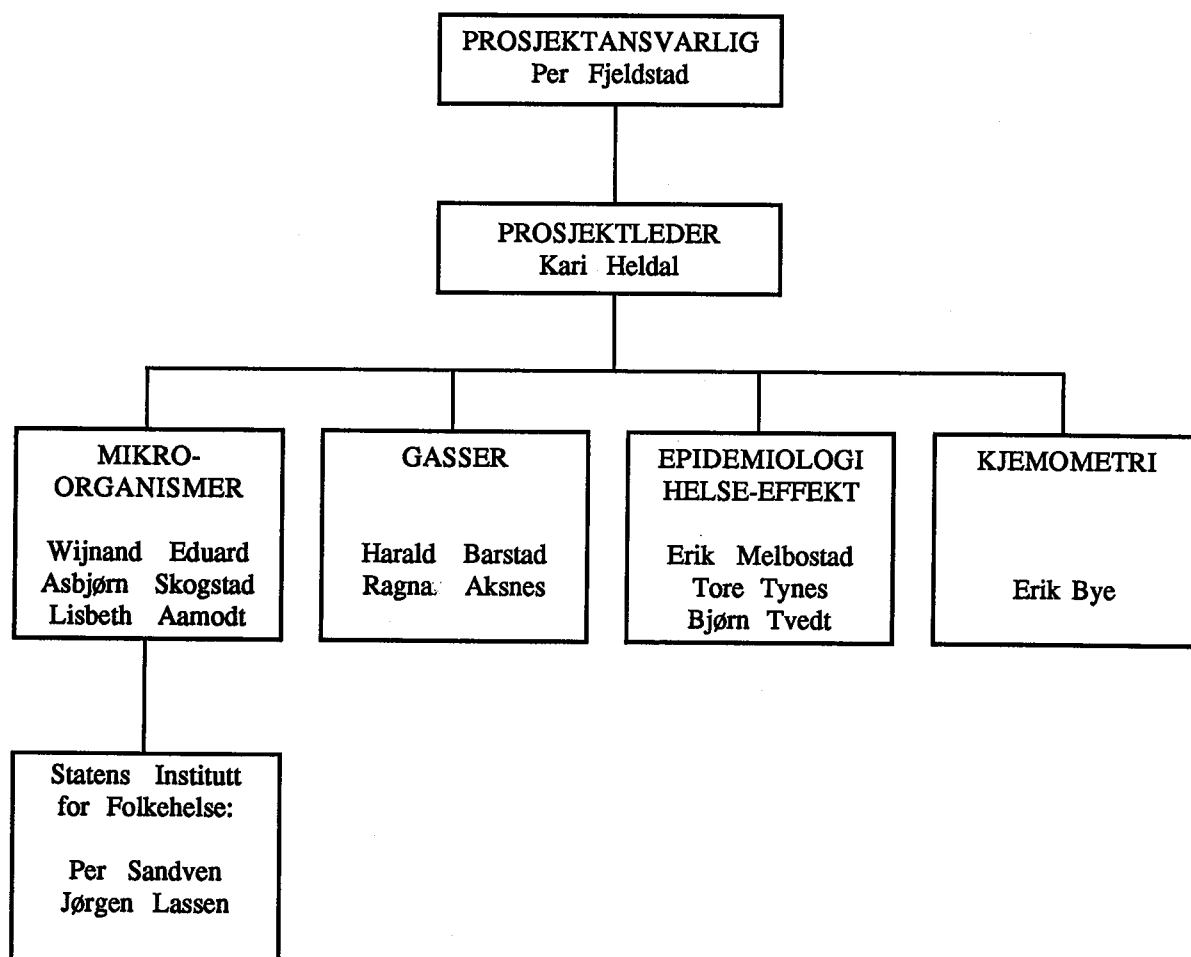
Forprosjektet startet i august 1988. Uttesting av måleutstyr og utprøving av spørreskjema foregikk på Nordre Follo kloakkverk. Samlet er det brukt 14 prøvetakingsdager. Spørreundersøkelsen ble gjennomført blant 29 ansatte ved kloakkanlegg i Follodistriktet og 2 ansatte ved ledningsnett/pumpestasjoner i Nesodden kommune. Måling av lungefunksjon (spirometri) ble utført på 30 av 31 ansatte, og det ble tatt blodprøve av alle. Spørreundersøkelsen med blodprøver er utvidet med ca. 70 avløpsarbeidere i Oppland fylke, samt en kontrollgruppe på ca. 50 fra vannverk i Oslo kommune.

INNLEDNING

1.4 Prosjekt-organisering

Prosjektgruppen har bestått av 12 personer, 10 ingeniører, leger og forskere fra Statens arbeidsmiljøinstitutt, og 2 leger fra Statens Institutt for Folkehelse. Det er beregnet totalt 2 årsverk fra forprosjektets start i august 1988 til august 1989.

Prosjektgruppen er organisert etter følgende modell:



INNLEDNING

Som oppdragsgiver for prosjektet står:

Kjartan Reksten, Leder for Styringsgruppen for drift av renseanlegg, Fagrådet for vann- og avløpsteknisk samarbeid i Indre Oslofjord.

Som sekretariat:

AQUATEAM - Norsk vannteknologisk senter A/S med kontaktperson Ragnar Storhaug.

Styringsgruppen for prosjektet har følgende deltakere:

- Kjartan Reksten leder, Fagrådet
- Steinar Nybruket, NORVAR
- Terje Fahrestveit, Statens Forurensningstilsyn
- Tom Gundersen, Norsk Kommuneforbund
- Per Einar Fjeldstad, Statens arbeidsmiljøinst.
- Kari Heldal, Statens arbeidsmiljøinst.

Det er avholdt ett møte i forprosjektperioden 27. april 1989.

Forprosjektet ble i planleggingsfasen beregnet avsluttet 1.juni slik at det er en forsinkelse i framdriften på to mnd. Tre prosjektdeltakere slutter på instituttet og vil bli erstattet med nyansatte eller vikarer.

1.5 Prosjekt- økonomi

På styringsgruppens første møte 27.april 1989 ble det besluttet å bevilge 250 tusen til prosjektet. Budsjettoversikten er beregnet for både forprosjektet og et hovedprosjekt, beregnet fram til våren 1991.

Personressurser dekkes av Statens arbeidsmiljøinstitutt og Statens institutt for Folkehelse.

Finansierte midler

Statens arbeidsmiljøinstitutt	kr. 21.000
Fagråde	kr. 100.000
NORVAR	kr. 60.000
Norsk Kommuneforbund	kr. 50.000
Statens Forurensningstilsyn	kr. 40.000
Totalt	kr. 271.000

INNLEDNING

	Budsjettet	Anvendt i forprosjektet:
Utstyr	kr. 185.000	kr. 18.000
Litteratur	kr. 3.000	kr. 300
Forbruk	kr. 17.000	kr. 14.800
Reise	kr. 18.000	kr. 6.000
Databehandling	kr. 15.000	kr. 12.400
Statens Inst. for Folkehelse	kr. 33.000	kr. 0.000
Totalt	kr. 271.000	kr. 51.500

1.6 Møter og informasjon

Innledende kontaktmøte med Aquateam: 6. juni 1988.

Informasjonsmøte på Bekkelaget Kloakkverk, Follokontaktmøte hvor Fagrådet var representert: 15. juni.

Befaringer til Nordre Follo og anlegg på Nesodden med prosjektgruppa 17. juni og 8. september.

Fagtreff og konferanser hvor vi har informert om prosjektet:

NORVAR konferanse arrangert av NORVAR og Fagrådet på LO-skolen 18. oktober. Driftsassistansen for vann og avløpsanlegg i Buskerud på Geilo 19. oktober. Fagrådets samling for driftsoperatører LO-skolen 13. desember. Arbeidsmiljø møte for driftsassistansen og bedrifts-helsetjenesten i Oppland fylke 4. april 1989.

Prosjektmøter hver 14 dag med prosjektstartmøte 10. august 1988.

Intern informasjon hvor prosjektet jevnlig er referert på YH-seksjonsmøter.

1.7 Hovedprosjektet

Vi har i forprosjektet fullført målsettingen og utviklet gode nok metoder for en kartlegging av eksponeringer og subjektive plager. Resultatene bekrefter at det er ønskelig å se nærmere på arbeidsmiljøet.

Hovedprosjektet starter i oktober 1989 og vil omfatte kartlegging av 16 renseanlegg på østsiden av Indre Oslofjord. Kartleggingen vil vesentlig bestå av yrkeshygieniske målinger, samtidig som vi registrerer symptomer samme dag vi gjør målingene. Hovedprosjektet avsluttes med endelig rapportering i første halvdel av 1991.

2. MIKRO-ORGANISMER

av Asbjørn Skogstad og Wijnand Eduard

2.1 TOTALTALL BAKTERIER

2.1.1 Innledning Behandlingen av avløpsvann ved kloakkrensaneanlegg omfatter blant annet, lufting av slam, som gir skum- og aerosoldannelse. En stor prosentandel av de bakteriene som blir luftbårne ved disse prosessene, dør etter relativt kort tid eller blir ikke-aktive. Analysemetoder basert på å dyrke organismer vil derfor ikke registrere denne andelen. Dette støvet er respirabelt (kan nå helt ned i lungene), og bærer med seg et giftstoff, endotoxin som har biologisk effekt. Endotoksinet er lokalisert i celleveggen hos Gram-negative stavformede bakterier som dominerer bakteriefloraen i kloakkrensaneanlegg.

2.1.2 Målemetoder I dette prosjektet har vi valgt å kvantifisere totalantall bakterier (døde og levende) ved direktetelling med epi-fluorescens mikroskopi. Prøvene samles ved filtrering av luft. Metoden er i hovedsak identisk med den som er beskrevet i (1) med ett viktig unntak under analysedelen (se senere).

Under utprøving av metoden ble det kun tatt stasjonære prøver. Metoden egner seg også til personlige prøver (eksponeringsmål) i motsetning til andre metoder som sykron og impinger.

Til utprøving av analysemetoden ble det valgt å benytte prøver fra lokalet med slamfortykkings-bassenger. Det ble brukt en batteridrevet pumpe og en luftstrøm på ca. 2 l/min. Bakterier ble oppsamlet på 0.4 µm Nucleopore-filter montert i 37 mm filterkassett (Millipore Monitor MAWP 037A). Prøvene ble tatt med lukket filterholder. Prøvetakingstiden var 2-4 timer. Prøvene ble oppbevart tørt ved romtemperatur før videre preparering på laboratoriet.

Prepareringen for mikroskopi

1 ml 0,01% sterilfiltrert Tween 80-løsning ble pipettert gjennom "outlet"-åpningen. Løsningen gjennomfukter cellulose-støttefilteret og hindrer væsketap fra bakterie-suspensjonsløsningen. Åpningen plugges og 5 ml Tween 80-løsning pipetteres gjennom "inlet"-åpningen. Pluggen settes i og kassetten ristes i ristebord i 15 min.

Bakterie-suspensjonen ble fixert med glutaraldehyd til en sluttkonsentrasjon på 1 volum% fixativ. Et Millipore-filter type AA, poreåpning 0.8 µm ble godt fuktet med sterilfiltrert dest.

MIKRO-ORGANISMER

H₂O og plassert på glass-sinteret i en 25 mm Millipore filteringsoppsats. Oppå dette ble det lagt et 0.2 µm, farget (Irgalan-svart) Nuclepore-filter.

Et kjent volum av bakterie-suspensjonen ble overført til filterings-oppsatsen og tilsatt fluorokrom. Etter en spesifisert fargetid ble suspensjonen filtrert under svakt sug. Filteret ble lufttørket og lagt på et spritvasket objektglass. En dråpe flytende parafin ble applisert på et rensed dekkglass og lagt oppå filteret.

Til mikroskoperingen ble det benyttet et Leitz Orthoplan mikroskop med 200W kvikksølvlampe, et C Plan Oel 100X/1,32 Oil, total-forstørrelse 1000X.

To forskjellige fluorokromer ble prøvd; acridin-orange (AO) og 4,6-diamidino-2-phenylindole (DAPI). Begge binder seg til nukleinsyrer, DNA og RNA. Bakterier farget med AO eksiteres med lys av bølglengde 436 og 490 nm. Det rene DNA-AO komplekset skal da fluorescere i grønt; RNA-AO komplekset i rødt. Med DAPI benyttes UV som eksitasjonslys (365 nm) og bakteriene fluorescerer i blått (DNA-DAPI komplekset) d.v.s. ved 390 nm eller høyere. Ubundet DAPI eller DAPI bundet til ikke-DNA kan fluorescere i svakt gult (2).

2.1.3 Resultater

Med den oppgitte konsentrasjon og fargetid på AO, fluorescerte bakteriene i våre prøver med orange til rød farge. Store stavformede bakterier ca. 2 x 1 µm, ga god fluorescens mot svart bakgrunn. De var derfor enkle å kvantifisere. For bakteriefraksjonen under 1 µm, spesielt mindre enn 0,5 µm, var imidlertid ikke fluorescensen stabil og etter 10- 20 sek. var partiklene ikke lenger synlige. Videre var prøvene vanskelig å telle p.g.a. kraftig fluorescens fra andre partikler (f.eks. detritus). Dette skyldes at partiklene autofluorescerer eller fluorescerer som følge av ikke-spesifikk binding av AO. Problemene er kjente og er kommentert i (3). DAPI er vist å være AO overlegent for marine mikro-organismer (2). Skeie (pers.med.) fant ved kvantifisering av bakterier i marine sedimenter fordeler ved å bruke DAPI framfor AO.

Det var derfor naturlig å forsøke dette fluorokromet også for våre aerosolprøver.

Den oppgitte fargetid og konsentrasjon av DAPI ble innledningsvis forsøkt. Dette ga imidlertid et dårlig resultat med

MIKRO-ORGANISMER

svak fluorescens. Etter en serie forsøk hvor fargetid og konsentrasjon ble variert, kom vi fram til at en fargetid på 10 min. og en økning i konsentrasjonen fra 50-100X sammenlignet med originalbeskrivelsen var passe.

Det ovenfor nevnte problemet med den raske svekkingen av det fluorescerende lyset fra små partikler, var ikke observerbart med DAPI. Subjektivt vurdert var bildet renere og ga et mer behagelig synsinntrykk. Bakteriene sto klart fram som lysende blå partikler mot svart bakgrunn. Porter & Feig(1980) rapporterer at andre partikler enn bakterier (detritus, leirpartikler) ikke fluorescerer eller kan fluorescere i svakt gult. I våre prøver fant vi imidlertid partikler som ga en forstyrrende blå fluorescens.

Konsentrasjonen av bakterier i lufta over slamfortykningsbassengene var 10^6 - 10^7 pr. m^3 . Dette nivået er basert på tellinger av AO-fargede preparater. Det nivået som her er funnet på totalantall bakterier (levende og døde), ligger ca. 100. 000 ganger høyere enn det som er funnet ved oppdyrking (se 2.2.3, s. 16).

Disse verdiene kan imidlertid ikke sammenlignes direkte, da prøvene ikke er tatt samtidig. Det tyder allikevel på at døde bakterier kan være en betydelig eksponeringsfaktor.

2.1.4 Konklusjon

Dette er første gang denne metoden for kvantifisering av totalantall bakterier i luft er benyttet på avløpsverk. Bruk av acridinorange (AO) som fargende agens på bakterier viste seg å gi problemer i våre prøver, med svekking av det fluorescerende lyset fra de minste bakteriene etter få sekunder. Dette problemet ble vurdert å være kritisk. Problemet kan elimineres ved bruk av fluorochromet DAPI. I dette forprosjektet har vi tillempet metoden for bruk av dette fluorochromet. En forbedring av metoden vil være å skylle preparatet etter farging og dermed redusere fluorescensen fra andre partikler enn bakterier i prøvene.

MIKRO-ORGANISMER

av Jørgen Lassen og Per Sandven

2.2 BAKTERIOLOGISK UNDERSØKELSE

2.2.1 Problemstilling

Ulike arbeider har noe motstridende konklusjoner vedrørende infeksjonsrisikoen for arbeidere ved kloakkrenseanlegg. Risikoen vurderes stort sett til:

- * Ingen
- * Arbeidere kan ha spesifikke symptomer, som regel i form av diare og gastro-intestinale symptomer som starter få timer etter eksponering og varer til neste dag
- * Feberutvikling få timer etter eksponering og med noen timers varighet.
- * Signifikant høyere frekvens av protozo-infeksjoner (forårsaket av *Entamoeba histolytica*) er observert hos disse arbeiderne.

De noe ulike konklusjonene kan være metodologisk begrunnet, men sannsynligvis er helse- og sykdomsrisikoen varierende, avhengig bl.a. av driftsformer, bruk av verneutstyr og lignende faktorer, men muligens også av den generelle infeksjonsepidemiologiske situasjonen i befolkningen som bor i anleggets nedslagsfelt.

De fleste konkluderer med at arbeidere i kloakkrenseanlegg kan ha helseplager som er relatert til arbeidet, men at symptomene er milde og kortvarige. Symptomene svarer mer til en toksisk effekt enn til infeksjoner.

Kvantitative undersøkelser av mikrobeinnholdet i luft på spesielt "risikoutsatte" steder i renseanlegg har vist sterkt varierende resultater. Således angis innholdet av det totale antall Gramnegative staver til mellom 10^1 og 10^5 cfu/m³ og 10^4 og 10^7 cfu/m³. Den påviste konsentrasjonen av mikrober korrelerer ikke nødvendigvis til graden av angitte helseplager.

2.2.2 Målemetoder og prøvetakings-teknikk

Den 15.12.88 ble det foretatt følgende undersøkelser ved renseanlegget i Follo:

Bakteriologiske undersøkelser av luft

Undersøkelsen ble foretatt på to steder, henholdsvis i rom for luftetanker (sted 1) og over lufteluken før silpressen (sted 2). Undersøkelsen ble foretatt med to metoder, henholdsvis med

MIKRO-ORGANISMER

Biap slitsamplere som ved hver undersøkelse gikk over en 10 minutters periode med en sugekapasitet på 4,97 m³/time, dvs. at ialt 0,83 m³ luft ble undersøkt og med Anderson-samplere som gikk 1 minutt. Air-samplere ble i rom 1 plassert helt ute på kanten av bassenget mens dette ble luftet, i rom 2 helt ute på kanten mot lufteløken etter at lokket til denne var fjernet.

Hver undersøkelse omfattet bruk av 4 ulike medier til undersøkelse med henblikk på følgende parametre:

MEDIUM	PARAMETRE
* Blodagarmedium	“Totalantall” bakterier/muggsopp
* Drigalski-agar	Gram-negative stavbakterier
* LSU-agar	Tarmpatogene Gram-negative stavbakterier
* BCYE-agar	Legionella

Bakteriologiske undersøkelser av kloakkvann

Det ble tatt prøver på 300 ml fra bassengene på de to steder som var undersøkt med air-samplere. Prøvene ble fortynnet i tifoldts fortynninger med sterilt destillert vann og undersøkt med henblikk på totalantall koliforme bakterier (med vanlig MPN-teknikk) og enteropatogene mikrober (med bruk av vanlig “faeceteknikk”).

2.2.3 Resultater

Bakteriologiske undersøkelser av luft

Resultatene for de kvantitative bakteriologiske undersøkelsene med air-samplere er Tabell 1.

MIKRO-ORGANISMER

Tabell 1. Bakteriologisk undersøkelse av luft.

STED	METODE	MEDIUM	RESULTATER	CFU			
1	BIAP	Blodagar	Bacillus sp.	20			
			Koag.neg stafylokokker	20			
			Sarcinia	12			
			Gram-negative staver	5			
			Muggsopp	1			
			Drigalski	Gram-negativ stav	1		
			LSU	Ingen vekst			
		BCYE	Ingen vekst				
		Anderson	Blodagar.	Skål 1-3	Bacillus sp	6	
					Koag.neg.staf.	1	
					Sarcinia	2	
					Gram-neg.staver	2	
				Skål 4-6	Ingen vekst		
Drigalski							
2	BIAP	Blodagar	Ingen vekst				
			Bacillus sp.	10			
			Koag.neg.staf.	10			
			Sarcinia	5			
			Gram-neg.staver	7			
			Drigalski				
				Gram-neg.staver (ulike)	5		
		LSU	BCYE	Ingen vekst			
				Ingen vekst			
		Anderson	Blodagar	Skål 1-3	Gram-neg.staver	2	
					Koag.neg.staf.	1	
					Skål 4-6	Gram-neg.staver	1
					Koag.neg.staf.	2	
Drigalski	Skål 1-3			Skål 4-6	Ingen vekst		
					Gram-neg.staver	2	

Resultatene viser et "totalkim" på ca. $7 \times 10^1/m^3$ luft for rom 1 og ca. $4.5 \times 10^1/m^3$ luft for rom 2.

MIKRO-ORGANISMER

Bakteriologiske undersøkelser av kloakkvann

I rom 1 ble totalantallet koliforme bakterier beregnet til 5×10^6 pr ml, i rom 2 til 10^6 pr ml. Begge steder ble det påvist forekomst av *Salmonella enteritidis*.

2.2.4 Konklusjon *Bakteriologiske undersøkelser av luft*

Det påviste antall "totalkim" synes å være påfallende lave, også sett i relasjon til de høye verdier som ble påvist i de tilstøtende kloakkbassenger. Resultatene for de to metodene er i overensstemmelse med hverandre. Det ble ikke påvist enteropato- gene mikrober. Det er lite sannsynlig at de påviste mikrober i de påviste konsentrasjoner ville kunne forårsake in- feksjonssykdommer.

Bakteriologiske undersøkelser av kloakkvann

Konsentrasjonene av koliforme bakterier ligger på et forventet høyt nivå. Også det forhold at *Salmonella* sp. ble påvist, var forsåvidt forventet. Ved ytterligere undersøkelser ville man sannsynligvis kunne påvise en rekke ulike *Salmonella* sp. Det ble ikke påvist andre tarm-patogene mikrober.

2.3 SEROLOGISK UNDERSØKELSE

2.3.1 Problem- stilling

Den antatt største eksponeringsfaren for kloakkarbeidere re- presenteres av henholdsvis enteropato- gene mikrober og hepatitt A-virus. Disse agens fremkaller ved infeksjon/ infeksjonssyk- dom antistoffdannelse hos verten, og forekomst av slike antist- off vil derfor representere et mål på den reelle eksponer- ingsfaren. Ved å sammenligne frekvensen av slik forekomst med en kontrollgruppe ("normalbefolkning") vil man få et mål på en eventuell forhøyet eksponeringsrisiko.

2.3.2 Måle- metoder

Blodprøver fra 23 arbeidere er undersøkt med henblikk på an- tistoff mot (i) *Y. enterocolitica*, serogruppe 3 og 9, (ii) *Salmonella* O-antigener 9-12 og 4-5-12 og H- antigener "d", "gm", "b" og "i" samt mot (iii) hepatitt A. En gruppe på 5 arbeidere ble også undersøkt med henblikk på antistoffer mot streptokokker. Spesifikke IgG- og IgM-antistoff mot *Y. enterocolitica* ble un- dersøkt med en ELISA- metodikk, antistoff mot *Salmonella* sp. ble undersøkt med en agglutinasjonsteknikk og antistoff mot Hepatitt A med en RIA metode. Det forelå ikke noe kontroll- materiale i denne sammenhengen.

MIKRO-ORGANISMER

2.3.3 Resultater

Resultatene for undersøkelsene (i), (ii) og (iii) fremgår av Tabell 2. Hele 8 av arbeiderne (ca. 35%) hadde antistoffaktivitet mot *Yersinia enterocolitica*, serogruppe 3. En av disse hadde så høy aktivitet at det tydet på en aktuell eller nylig gjennomgått infeksjon, ytterligere to hadde en aktivitet som tydet på en ikke altfor langt tilbakeliggende infeksjon. To arbeidere hadde en forholdsvis lav aktivitet mot *Yersinia enterocolitica*, gruppe 9. Kun en arbeider hadde lavt titer mot *Salmonella* O-antigenene, mens 8 hadde titer mot en eller flere av H-antigenene. Da H-antistoffer holder seg betydelig lenger enn O-antistoffer, tyder disse resultatene på gjennomgåtte infeksjoner for lengre tid tilbake. Man antar at også disse verdiene vil ligge over hva et kontrollmateriale vil vise. Den meget begrensede undersøkelsen med henblikk på antistoffer mot streptokokker viste at alle hadde lav antistoffaktivitet i normalområdet. Ni arbeidere hadde antistoff mot Hepatitt A. Av disse var 5 født før 1945 hvor prevalensen av denne sykdommen var meget høy, 3 var født i 1945 eller senere, mens fødselsdata manglet for en.

2.3.4 Konklusjon

Det er vanskelig å vurdere resultatene uten at det foreligger et kontrollmateriale. Man må likevel anta at en prosentandel på ca. 35% med antistoffaktivitet mot *Y. enterocolitica* ligger over hva man ville forvente å finne i en normalbefolkning.

2.4 ENDOTOKSIN I LUFT

Undersøkelsen er foreløpig på planleggingsstadiet.

Tabell 2. Resultat av serologisk undersøkelse av arbeidere ved kloakkrensanlegg.

Reg nr.	Født	YERSINIA						SALMONELLA			AST		HEPATITT A	
		Y3 IgG	Y3 IgM	Y3 IgA	Y9 IgG	Y9 IgM	Y9 IgA	O: 9-12	O: 4-5-12	H:d	H:gm	H:b	H:i	
3120		0,4	0,1	0,4	0,0	0,0	0,0	-	-	40	-	80	110	-
3121	1946	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	34	-
3122		0,3	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	-	-	160	-	160	50	+
3123		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	80	50	-
3124	1922	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-	80	-	80	-
3345	1929	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-
3346	1945	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-
3347	1953	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-
3348	1952	0,1		0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-
3349	1966	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-
3350	1949	0,3	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	+
3351	1932	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	+
3352	1931	0,2		0,1	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	+
3353	1948	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-
3354	1952	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	-	-	40	-	-	-	-
3355	1934	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	40	40	80	-	-
3356	1941	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-
3357	1954	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	80	-	-	-	-
3358	1936	0,9	0,1	0,0	0,0	0,3	0,0	-	-	40	41	-	-	-
3359	1953	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	80	40	-	-	-	-	+
3360	1938	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-
3361	1930	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	+
3362	1954	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	80	-	-
518	1926	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-
519	1941	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	+
520	1961	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-
521	1950	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-
522	1952	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-
523	1946	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-
524	1930	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-
525	1945	0,1	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	+
526	1939	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	+

MIKRO-ORGANISMER

3. GASSER

av Harald Barstad.

3.1 INNLEDNING

Avløpsvann gir grunnlag for vekst av et stort antall mikro-organismer som lever av organisk materiale i vannet. Hvilke organismer som til enhver tid dominerer, og som derved bestemmer hvilke kloakkgasser som kan utvikles, avhenger av fysiske og kjemiske faktorer i vann og slam.

I nærvær av luft vil aerobe organismer omdanne organisk avfall og oksygen til karbondioksid og vann. Oksygenet forbrukes, og anaerobe organismer overtar den videre omdanningen av det organiske materialet. Bakterier som benytter nitrat til sin respirasjon vil dominere i oksygenfritt miljø så lenge nitrat er tilstede. Deretter overtar sulfatreduserende bakterier og hydrogensulfid dannes.

Konsentrasjonen av kloakkgasser i atmosfæren avhenger av luftventilasjonen. Fordi vanntemperaturen, og temperaturen i bakken ofte er lavere enn lufttemperaturen, vil kloakkgassene ha en tendens til å bli stående nede i kummer, tanker og bassenger. Om vinteren vil kaldluft kunne "renne" ned i kummene, og sørge for noe bedre sirkulasjon. De varmere kloakkgassene vil stige opp.

3.2 VURDERING AV MÅLEUTSTYR FOR GASSER

3.2.1 Hydrogen-sulfid

Prøvetaking av H_2S byr på problemer når det gjelder holdbarhet og spesifisitet. H_2S reagerer med de fleste materialer, og dette er også et problem i forbindelse med kalibrering og egenkontroll av analysene.

Oppsamling på sølvfiltre og refleksjonsmålinger

H_2S og merkaptaner adsorberes og sverter et filter impregnert med sølvnitrat. Det dannede sølvsulfid bestemmes reflektometrisk. Merkaptanene innvirker ved høye konsentrasjoner. Ved høye H_2S konsentrasjoner, vil bestemmelsen gi systematisk for lave verdier, fordi det kun er sølvsulfidet i overflaten av filteret som kan bestemmes. Filteret vil også svertes av sollys. Følsomhetsområdet ligger i området rundt 0,001 - 50 ppm. Alternativt kan filtrene analyseres med røntgenfluorescens. Metoden registrerer summen av H_2S og merkaptaner, men sollys innvirker ikke på resultatene, og hele dybden av filteret analyseres.

Oppsamling på impingere og spektrofotometrisk bestemmelse

Prøvetaking til metylenblåmetoden skjer ved at luft pumpes gjennom en løsning med forbindelser som skal beskytte sulfidet mot oksidering. Summen av sulfider bestemmes etter en fargereaksjon ved hjelp av spektrofotometrisk analyse av metylenblå. Metylenblåmetoden medfører mye laboratoriearbeid, og prøvetakingen er omstendelig. Prøvene må analyseres innen 24 timer.

Bærbar gasskromatograf

En bærbar gasskromatograf med fotoionisasjonsdetektor (GC med PID) kan benyttes til H_2S -konsentrasjoner ned mot rundt 1 ppb. I tillegg kan den benyttes til flyktige merkaptaner og sulfider, samt NH_3 . Forutsatt at den medbragte kalibreringsgassen er stabil, er dette kanskje den beste metoden for bestemmelse av H_2S sammen med merkaptaner. Bakdelen er at utstyret er dyrt (kr. 200.000) og arbeidsintensivt. Utstyret ble prøvet, og resultatene sammenliknet med andre metoder.

Spesifikk H_2S monitor

Det finnes et spesifikt H_2S instrument, Jerome 621, som baserer seg på H_2S -diffusjon inn i en gullfilm som forandrer elektriske egenskaper. Måleområde: 1 - 500 ppb, evt. 10 - 5000 ppb. Dette instrumentet er lett i bruk. Det er dyrt, og vanskelig å få service på ved uhell. Utstyret var ikke tilgjengelig for utprøving. (I ustand hos leverandør fra oktober og over vinteren).

Elektrokjemiske metoder

H_2S -målere basert på polarimetri har stor anvendelse som små batteridrevne gassvarslere med alarm. Deteksjonsgrensen er 1 ppm. Påliteligheten kan være dårlig, særlig fordi produsentene konkurrerer på pris, og nøyaktigheten spiller mindre rolle ved varsling av akutte episoder.

Kryssfølsomhet med andre gasser som kan gi red-oks reaksjoner ved de samme betingelser i cellen, er begrenset ved hjelp av en teflonmembran.

Indikator-rør

Øyeblikksprøver av H_2S kan måles ved hjelp av Dräger-rør. Rørtype H_2S 0.5/a har måleområde 0.5 - 15 ppm og baseres på reaksjon mellom H_2S og et kvikksølvkompleks som farges brunt. Det oppgis ingen interferenser. Samme prinsipp benyttes i rørene H_2S 2/a, som har måleområde 2 - 20 ppm eller 20 - 200 ppm.

3.2.2 Merkaptaner og sulfider

Merkaptaner og sulfider reagerer med de fleste materialer, og dette kompliserer prøvetakingen og reduserer holdbarheten av prøvene.

Bærbar GC med fotoionisasjonsdetektor

En pålitelig analysemetode som forutsetter bruk av en standardgassblanding for kalibrering. Se omtale under H_2S .

Indikator-rør

Drägerrør for merkaptaner skiller ikke mellom de ulike alkylmerkaptanene. Type Mercaptan 0.5/a er kalibrert for etylmerkaptan i området 0.5 - 5 ppm. En forkolonne med en blyforbindelse fjerner H_2S før indikatorrøret. I følge produsenten er følsomheten for metylmerkaptan omtrent den samme som for etylmerkaptan.

3.2.3 Karbonmonoksid

Elektrokjemisk celle

CO-måling med polarimetrisk celle er følsom for andre gasser som kan passere teflonmembranen og reagere ved samme elektrodepotensiale. I avløpssammenheng er utvilsomt H_2S den viktigste forstyrrelsen. En av produsentene oppgir at en sensor kalibrert for CO, kan gi et utslag på 36 ppm ved 10 ppm H_2S .

Katalytisk forbrenning

CO-målinger basert på katalytisk forbrenning til CO_2 er uspesifikke, og vil gi utslag også for CH_4 .

Indikator-rør

I Dräger-rør for CO blir I_2O_5 redusert til I_2 . Interfererende

GASSER

gasser (bortsett fra etylen) blir holdt tilbake i en forkolonne, og reaksjonen blir dermed spesifikk. Type CO 2/a har følsomhetsområde 2 - 60 ppm.

3.2.4 Karbon- dioksid

Konsentrasjonsmålinger av CO₂ kan gi et bilde av ventilasjonsforholdene.

Indikator-rør

Øyeblikksmålinger av CO₂ kan foretas med Drägerrør. Type 0.01%/a har måleområde 100 - 3000 ppm. Prinsippet bygger på reaksjon mellom CO₂ og et hydrazin til karbonsyrehydrazid, og har ingen kryssfølsomhet.

3.2.5 Oksygen

På samme måte som for CO₂-målinger vil verdiene være et uttrykk for ventilasjonseffektivitet.

Elektrokjemisk sensor

Polarografiske celler for måling av O₂ har ikke kryssfølsomhet ovenfor andre gasser. Instrumentet er lett å kalibrere, noe som kan gjøres ute i frisk luft umiddelbart før målingene starter.

3.2.6 Metan

En vanlig målemetode for metan er et såkalt eksplosimeter. Metoden er høyst uspesifikk, men konsentrasjonen av metan vil være den eneste gassen det er naturlig å forvente å kunne overstige 1 % LEL, dvs 1 % av nedre eksplosjonsgrense. 1 % LEL tilsvarer 530 ppm CH₄. Følsomheten er større for høyere alkaner. Oktan har 5 ganger så høy respons.

3.3 ORGANISKE MIKROFORURENSNINGER

Forurensninger i konsentrasjonsområdet under 100 µg/m³ kan sjelden relateres til direkte helse-effekter med mindre det er snakk om allergener eller stoffer som kan gi overfølsomme reaksjoner. Ofte vil biologiske effekter av disse forbindelsene ikke være målbare. Enkelte forbindelser har imidlertid en svært lav luktterskel, dvs den menneskelige organismen reagerer på svært lave konsentrasjoner.

En metode for analyse av organiske mikroforurensninger i luft er prøvetaking på fast adsorbent, og analyse ved hjelp av termisk desorpsjon koplet til gasskromatografi-massespektrometer. (GC-MS)

3.3.1 Prøvetaking Prøvetakingsutstyret består av et glassrør forsynt med en fast adsorbent koplet til en batteridrevet pumpe. Luft suges igjennom adsorbenten og organiske komponenter holdes tilbake i røret. Det benyttes prøvetakingsvolum på ca 5 - 10 l, og prøvetaking i 1 time. Det benyttes ferdig pakkede adsorbsjonsrør med 100 mg Tenax TA 20/35. Det er også tatt prøver på rør pakket med Carbopack. Carbopack-rørene, preparert ved Arbeidsmiljøinstituttet gir bedre adsorbsjon av polare og lavmolekylære forbindelser. Rørene forsegles og oppbevares i kjøleskap før analyse.

3.3.2 Analyse Prøvene desorberes ved hjelp av Chrompack TCT termisk desorbsjonsinjektor med kjølefelle. Tenax TA desorberes 10 min ved 240°C, Carbotrap desorberes 10 min ved 280°C. I begge tilfeller samles prøven på en kapillær kjølefelle ved - 110°C som bråoppvarmes til 200°C under injeksjonen til Hewlett-Packard 5995 GC-MS. Kromtografen er utstyrt med en 25 m kappilær SE-54 kolonne, og temperaturprogrammet opp til 270 grader.

2 ulike MS-metoder er benyttet. Den ene metoden, enkeltion monitering, er benyttet i forsøk på framstilling av resultatene som et mønster, hvor aminer, sulfider, og organiske syrer skulle tillegges stor vekt. Den andre metoden tok sikte på å analysere så mange som mulig av de organiske komponentene i prøven.

3.3.3 Databehandling

I forbindelse med behandling av analyseresultatene er det for GC-MS laget et program for overføring av rådata til PC for videre behandling og overføring av resultater til kjemometrisk analyse.

I utgangspunktet vil en analysere og måle et så bredt utvalg av kjemiske parametre som mulig. Det betyr at et stort antall parametere skal overføres. Den nøyaktige kjemiske sammensetning av komponentene er det strengt tatt ikke nødvendig å kjenne til, så lenge koordinatene i kromatogrammet er entydig bestemt. På grunnlag av dette er det opprettet et "MS referansebibliotek", og komponentene er identifisert hvis toppen a) har samme retensjonstid og b) har et massespekter som tilsvarer bibliotekreferansen.

Den totale ionestrømmen målt ved maksimum av hver topp, korrigert for luftvolum, er verdien som blir benyttet i den videre analysen for hver av komponentene.

3.4 RESULTATER FRA MÅLINGER PÅ NORDRE FOLLO KLOAKKVERK

3.4.1 Måling og analyse av gasser

Målinger ved Nordre Follo Kloakkverk 8/9-88

Målingene ble foretatt i en periode der anlegget var ute av drift. Målingene med Dräger-rør viste at ingen av målepunktene hadde konsentrasjoner over deteksjonsgrensen på 0,1 ppm. Prøvetakingspunktene var: Container ved sandfang, uttak av rent vann i flokkuleringshall, polymertilsetning flokkuleringshall, septikmottak og ved silbåndpresse. En innlånt elektrokjemisk sensor med muligheter for oppsamling av måledata skulle testes samtidig. Den fungerte ikke.

Prøvetaking og analyser 31/1-89

Måleresultater fra målinger med Dräger-rør, en kombinert gassmåler med 3 elektrokjemiske sensorer, og en bærbar GC med fotoionisasjonsdetektor er fremstilt i Tabell 1. Analysene med den bærbare GC er utført av Hans Hoel fra papirindustrienes Forskningsinstitutt.

Måling med elektrokjemiske sensorer koplet til datalogger 30/6-89

H₂S målerne ble benyttet til å fange opp situasjoner i anlegget der en kunne vente høye H₂S verdier. Ved stasjonære målinger i septikmottak kunne konsentrasjonsforløpet utover dagen følges. Ved fylling av slam fra et annet renseanlegg kom konsentrasjonen opp i 4 ppm. Mottak av septik fra private husholdninger ga opp mot 6 ppm. Mellom hvert mottak sank konsentrasjonen til godt under 1 ppm.

En annen sensor ble båret rundt på anlegget. Høyest konsentrasjon, 10 ppm, ble målt ved septikmottaket i en posisjon rett over fersk septik. Nede i en råtnetank ble det målt 8 ppm.

GASSER

Tabell 1 MÅLINGER PÅ NORDRE FOLLO KLOAKKVERK 31/1-89

Målemetode		Exotox 40			Dräger		Photovac GC	
Lokalitet	tidspunkt	H ₂ S ppm	O ₂ ¹ %	CH ₄ ² %LEL	NH ₃ %	CO ₂ %	H ₂ S ppm	CH ₃ SH ppm
kontrollrom	10.00	0-1	21.0	1			0,16	0
sandfang, container	10.35	0-1	21.1	1	0	0,05	0,11	0
flokkuleringshall	10.30	0-1	20.9	1	0	0,08	0,18	0
uttak rensed vann	13.10						0,15	0,002
flokkuleringshall	10.15	0-1	20.9	1	0	0,20	0,18	
Al ₂ (SO ₄) tilsetning	13.08						0,15	0,002
slamfortykkere	10.20	0-1	21.0	1	0	0,06	0,16	0,03
	11.35				0,11	0,01		
	13.25	2-3					2,10	
	13.38	1-2					0,90	
silbåndpresse	11.25	0-1	20.9	1	0	0,10	0,25	0,003
	13.30						0,22	0,005
ristgods	10.35						0,18	
septikmottak	11.30						0,12	0,01
råtnetårn, åpen tank	13.00	0-1	21.0	1			0,34	0,003
uteluft	13.05	0	21.1	0-1			0,12	0,002

1) O₂-cellen er kalibrert mot frisk luft i Lakkegata, Oslo sentrum. Korrigeres det for uteluften ved NFK, skal alle verdiene reduseres med 0,2 %.

2) CH₄ angis i % LEL, lower explosion limit. 1 % av nedre eksplosjonsgrense, 53 000 ppm, tilsvarer 530 ppm. Organiske forbindelser som løsemidler har ofte større responsfaktor enn metan, f.eks har oktan 5 ganger høyere respons.

3.4.2 Organiske mikroforurensninger

Prøvetaking 16/8-88 ble det tatt i alt 11 prøver fordelt på to ulike adsorbenter. Prøvene tatt på syntetisk kull, Carbopac ga ufullstendig desorbsjon av de tyngre komponentene i prøven, og denne metoden gir derfor ikke reproducerbare resultater. Tenax TA 35/20 mesh viste gode desorbsjonsegenskaper.

Prøvene ble desorbent og analysert med ulike GC-MS betingelser og dataoppsamling. Det ble opptatt spesielle kromatogrammer av ioner spesifikke for bakterielle metabolitter som merkaptaner, sulfider, syrer, aminer osv. Informasjonen fra disse analysene var begrenset i forhold til ønsket om bredest mulig analysedata til den kjemometriske behandlingen.

Resultatene fra den valgte, mer generelle GC-MS analysemetode viste at prøvene inneholdt alifatiske og aromatiske hydrokarboner som i konsentrasjoner og sammensetning tilsvarer resultater fra luftprøver fra vanlige kontorlokaler etc.

På grunnlag av samtaler med driftsoperatør, og på bakgrunn av besøket den 16/8 ble 5 prøve-takingspunkter betegnet som problemsteder (mye vond lukt), valgt ut.

- 1 Ristgods
- 2 Uttak av rent vann flokkuleringshall
- 3 Inntak flokkuleringshall
- 4 Septikmottak
- 5 Silbåndpresse

Prøvetaking 28/11-88

På alle de 5 punktene ble det tatt 3 1-timers prøver etter hverandre i tid. Prøver ble tatt både mens arbeid pågikk og uten at det foregikk noe spesielt på lokaliteten.

Prøvetaking 31/1-89

På hver av de 5 punktene ble det tatt 2 prøver. Data for 77 komponenter pr prøve er overført fra GC-MS til den videre databehandlingen. Massespektrene av forbindelsene viser at det i hoved-sak er alifatiske/ aromatiske petroleumsprodukter, men også noen klorerte løsemidler. Blant de 77 største toppene i kromatogrammet, var ingen typiske bakterielle metabolitter.

3.5 VURDERING AV RESULTATER OG METODER

Resultatene av gassmålingene ved Nordre Folo Kloakkverk i 1989 viser lave verdier sammenliknet med administrative normer for forurensning av arbeidsatmosfære. Ikke ved noe arbeid ble det registrert gasskonsentrasjoner over normene.

Måling av H₂S har vist at normale konsentrasjoner i lufta kan variere med en tierpotens på samme lokalitet i løpet av under en time, uten at det pågår spesielle arbeidsoperasjoner. Luftkonsentrasjonene ligger normalt i området under 0.5 ppm ved alle undersøkte lokaliteter. I følge litteratur, og i følge ansatte i bransjen er det ved andre avløpsanlegg ikke unormalt med verdier på 5 ppm. Episoder med konsentrasjoner opp mot 100 ppm forekommer.

Øyeblikksmålinger og korttidsmålinger kan vanskelig gi et godt bilde av arbeidernes eksponering for H₂S. Personbårne elektrokjemiske sensorer koplet til datalogger synes å være en metode for kartlegging av eksponeringen. På denne måten kan vi finne ut om det forekommer høye konsentrasjoner av kort varighet.

Målinger av CO₂, CH₄, NH₃, og O₂ ved hjelp av elektrokjemiske sensorer og Dräger-rør bekreftet inntrykket fra H₂S målingene: Konsentrasjonene lå under administrative normer, og nær deteksjonsgrensene for metodene.

Det er nødvendig med *målinger over tid* for å kunne danne seg et noenlunde bilde av eksponeringsforholdene på arbeidsplassen. Elektronisk logging av måledata kan benyttes til stasjonært oppsatt analyseutstyr. Kombinert med øyeblikksmålinger av komponenter som ikke lar seg logge kan med fordel utføres med Dräger-rør.

Følgende målestrategi kan benyttes:

Personbårne elektrokjemiske sensorer koplet til dataloggere:

H₂S

Stasjonær overvåking med elektrokjemiske sensorer og datalogger:

H₂S, O₂, CH₄.

Øyeblikksmålinger med indikator-rør:

R-SH, NH₃, CO₂.

4. EPIDEMIOLOGI-HELSEEFFEKTER

av Bjørn Tvedt, Tore Tynes og Erik Melbostad

4.1 INNLEDNING

Det foreligger rapporter om flere helseeffekter hos ansatte ved rensesanlegg ved eksponering for bakterier og toksisk materiale i kloakkvannet (4-7). Mange rapporter har vist overhyppighet av symptomer fra mage/tarm-systemet, spesielt diaré. Man har likevel ikke kunnet påvise egentlige infeksjonssykdommer (7). Rapporter fra Sverige har foreslått at arbeidsrelaterte plager skyldes akutte effekter av toksiner fra Gram-negativebakterier i arbeidsmiljøet (8-10).

Det er tidligere gjort en undersøkelse av arbeidsmiljø på kloakkrensaneanlegg i to fylker i Norge (A/L Hedemarken Interkommunale Avløpssamband, HIAS, Hamar). I denne inngikk en spørre-skjemaundersøkelse blant operatørene på tilsammen 11 anlegg av forskjellige typer (11, 12). Tretthet, hodepine og uvelhet/kvalme var de hyppigst forekommende plagene.

Det er rapportert at ansatte på kloakkrensaneanlegg har redusert lungefunksjon vurdert ved spirometri, spesielt FVC og FEV1 (13). Det er også rapportert om økt frekvens av influensalignende sykdom, hoste og sår hals. Rylander har foreslått endotoksiner som årsaksfaktor ved luftveissykdom (14).

Det har også vært diskutert om kloakkarbeid kan gi virkninger på nervesystemet. Særlig har H₂S, merkaptaner, fortrenkning av oksygen og løsemidler vært i søkelyset. Sannsynligvis er H₂S viktigst av disse (15, 16, 17).

4.2 BESKRIVELSE AV PROSJEKTET

Vi har i forprosjektet gjennomført en spørreundersøkelse blant 29 ansatte ved kloakkrensaneanlegg i Akershus (østsiden av Oslofjorden) og 2 ansatte ved ledningsnett/pumpestasjoner (Nesodden kommune), i alt 31. Hensikten med spørreskjemaet har vært å samle informasjon om arbeidsforhold, symptomer og tidligere sykehistorie/ansettelsesforhold (se vedlagte spørreskjema).

Flertallet av disse svarte på spørreskjemaet i forbindelse med en arbeidsmiljøkonferanse ved LO-skolen i desember 1988.

Måling av lungefunksjon (spirometri) ble utført på 30 av de 31 ansatte. Blodprøver er tatt av alle.

Data er bearbejdet statistisk ved hjelp av Statistic Package for Sosial Sciences (SPSS).

4.3 RESULTATER FRA SPØRRESKJEMAUNDERSØKELSEN

Alle de 31 som har deltatt er menn. Gjennomsnittsalder 43 år (22-62 år). De hadde vært ansatt i gjennomsnitt 9 år ved renses-anlegg (1 - 28 år).

Røyking

5 (16 %) av de 31 hadde aldri røykt. Tilsvarende tall i Gulsviks materiale fra 1979 var 27 %. Av de spurte i vår undersøkelse røykte 16 (52 %) fortsatt.

Tidligere sykdommer

7 (23%) svarte at de hadde hatt allergi, 5 (16%) eksem, 5 (16%) nakkeplager, 5 (16%) skulderplager, 7 (23%) smerter i armene, 11 (35%) ryggplager, 16 (52%) hodepine og 4 (13 %) oppga å ha hatt hjernerystelse.

Følgende plager ble anført i forbindelse med allergi: Kløende øyne og rennende nese: 4 (16 %). Astma: 1 (3 %). Det var 7 (23 %) som oppga at de har vært allergitestet.

Vaksinasjon

22 (71 %) oppga å ha blitt vaksinert i militærtjeneste, 20 (65 %) oppga også å ha fått vaksine på et senere tidspunkt.

Personlig verneutstyr

29 (94 %) oppga at de brukte personlig verneutstyr (maske, hansker, osv.) i arbeidet, 24 (77 %) anførte spesielt bruk av maske.

Forekomst av plager i forbindelse med arbeidet

Spørreskjemaet inneholdt et avsnitt om plager i forbindelse med arbeidet (side 5 i spørreskjemaet), spørsmålet var formulert: "Har du i forbindelse med arbeidet hatt følgende plager". Svaralternativene var nei/årlig/månedlig/ukentlig/daglig.

EPIDEMIOLOGI-HELSEEFFEKTER

Resultatene fra denne delen er gjengitt i tabell 1. Svarene er gruppert på samme måte som i spørreskjemaet. De hyppigst rapporterte plagene var tretthet, diaré, hodesmerter, muskelsmerter og magesmerter.

Vi ba arbeidstakerne anføre i spørreskjemaet sammenhengen mellom arbeidsoperasjoner og plager på grunnlag av et vedlagt flytskjema i spørreskjemaet (nederst på side 6 i spørreskjemaet). Resultatene er anført i vedlagte tabell 4.

Mageltarmplager

(Side 6 i spørreskjemaet). 20 (65 %) av de spurte anførte å ha hatt diaré i forbindelse med arbeidet, 10 (32 %) av disse hyppigere enn månedlig (se tabell 1).

Hudplager

(Side 4 i spørreskjemaet). 11 (36 %) anførte å være plaget av tørr hud, 1 (3 %) anførte å ha eksemplager, 1 (3 %) anførte å være plaget av byller, 4 (13 %) anførte å være plaget av kviser, 4 (13 %) anførte å ha andre hudplager i forbindelse med arbeidet.

Gasspåvirkning i arbeidet

På spørsmålet: "I hvilke situasjoner oppstår generende gass/lukt?" (side 3 i spørreskjemaet), har 18 av 31 (58 %) anført kommentarer. Ved Nordre Follo og Frogn ser problemet med gasseksponering ut til å være størst ved septikmottak og slamfortykker, andre operasjoner som er anført å kunne gi gasspåvirkning er: slamtapping, tapping ved inntak, spyling/rengjøring, arbeid ved sentrifuge, slambehandling, ristgoodsbehandling.

Ingen av de 31 som besvarte skjemaet hadde besvimt under arbeidet. 4 av 31 (13 %) svarte at de hadde vært utsatt for gasspåvirkning som hadde medført at de stoppet arbeidet. Rengjøring av basseng, fjerning av slam fra råtnetårn og arbeid i rørledning hadde gitt det største ubehaget. Det er ikke mulig å si om ubehaget i disse tilfellene skyldtes H₂S, andre gasser eller mikro-organismer, da det ikke var gjort målinger.

Enkelte har hatt ubehag under sveising ved reparasjon av rør og pumper. Slikt arbeid gjøres sjelden, og settes til dels bort til

rørleggerfirmaer. Heller ikke i disse tilfellene kan vi si med sikkerhet om det utskilles H_2S .

Vi har også fått opplyst at det på et anlegg var målt opp mot 160 ppm ved en slampresse. På et annet anlegg hadde sjåføren på en bil som kjørte slam nær besvimt under oppsuging av slam.

Svar på Ørebro-skjemaet

Side 10 i spørreskjemaet stammer fra det såkalte Ørebro-skjemaet. Det ble laget ved Yrkesmedisinsk avdeling i Ørebro for å kartlegge virkningene av løsemidler på nervesystemet (18), og har vært brukt i mange undersøkelser i forskjellige bransjer.

Ørebro-skjemaet var opprinnelig tenkt som et hjelpemiddel for å finne frem til hvem som burde innkalles til nærmere medisinsk undersøkelse. Det ble anbefalt nærmere undersøkelse av arbeidstakere med mer enn 6 ja-svar (18). Dette tilsvarte det antall ja-svar 10 % av den svenske sammenligningsgruppen hadde, og et høyt antall ja-svar hos en person skyldes derfor ikke nødvendigvis virkninger av løsemidler. Det har også vist seg at endel arbeidstakere med tegn på løsemiddelskade har få eller ingen ja-svar på skjemaet (2, 3). Dette gjelder særlig for menn. For noen er få ja-svar antagelig en måte å si fra at de ikke ønsker å bli nærmere undersøkt. Skjemaet kan heller ikke brukes til å skille mellom varige skader, og plager som går over om en slutter å arbeide med kjemikalier.

Erfaringene hittil tyder på at skjemaet er bedre egnet til å finne ut om en gruppe arbeidstakere har et arbeid som gir plager, enn til å finne frem til enkeltpersoner med mulige skader på grunn av løsemidler eller andre kjemikalier. Vi har derfor i denne undersøkelsen først og fremst brukt skjemaet for å se på gruppen av ansatte samlet.

Vi har sammenlignet svarene fra de 31 ansatte ved renseanlegg med svarene i andre undersøkelser. Fordi skjemaet ikke tidligere er brukt på renseanlegg, har vi sammenlignet med 2 svenske, 1 dansk og 3 norske undersøkelser av løsemiddeleksponerte arbeidstakere (tabell 5). I tabellen kommer først de 6 løsemiddeleksponerte gruppene, så de ansatte ved renseanlegg, og til slutt de 4 sammenligningsgruppene som ikke hadde vært løsemiddeleksponert.

Tabell 5 viser at antallet ja-svar blant de ansatte på renseanleggene ligger nærmere løsemiddelgruppene enn sammenligningsgruppene. Dette kan være en bekreftelse på at de ansatte på renseanlegg har mer plager enn det som er vanlig på de fleste arbeidsplasser. Det betyr selvsagt ikke at plagene på renseanleggene skyldes løsemidler, en kan ikke på grunnlag av spørreskjema-svarene si noe om årsakene til plagene.

Tabell 6 viser svarene på de enkelte spørsmålene. Som en ser av tabellen er det på enkelte spørsmål temmelig store forskjeller både mellom de 6 løsemiddeleksponerte gruppene og mellom de 3 sammenligningsgruppene. Blant annet kan aldersforskjellen mellom gruppene tenkes å være av betydning på enkelte spørsmål, som trykk for brystet og lite seksuelt interessert. Andre forskjeller kan ikke forklares på annen måte enn som tilfeldige svingninger, f.eks. det er få personer i flere av gruppene. En må derfor være forsiktig med å tolke svarene på de enkelte spørsmålene.

En bør allikevel merke seg at forholdsvis mange på renseanleggene har svart ja på spørsmålet angående trøtthet. Dette har gått igjen også i flere undersøkelser fra utlandet, og er sannsynligvis ikke et tilfeldig resultat.

Konklusjon, Ørebro skjemaet

Fordi svarene på enkeltspørsmål er usikre, bør en legge størst vekt på det samlede antallet ja-svar, og antall arbeidstakere med mer enn 6 ja-svar. Tabell 5 viser at forholdsvis mange oppgir mange ja-svar. Dette bekrefter at det er ønskelig å se nærmere på arbeidsmiljøet ved renseanleggene, for om mulig å finne en forklaring på symptomene.

Plager fra luftveiene

Resultatene fra spørsmålene om luftveissymptomer (side 8 i spørreskjemaet) er angitt i tabell 2. Hyppigste rapporterte symptomer her er piping i brystet, anfall av tung pust, oppspytt og morgenhoste. Vi har i tabellen sammenlignet endel av svarene fra spørreskjemadelen om luftveisplager med Gulsviks materiale fra 1979 (21). Det er viktig å være klar over at dette materialet er 10 år gammelt og at utvalget er et annet enn i vårt materiale. Dataene er bl.a. ikke sammenlignbare når det gjelder alder, yrke og røykevaner. Spørsmålene er dessuten ikke helt

likt formulert i Gulsviks og vårt skjema. Det blir derfor vanskelig å trekke sikre slutninger fra sammenligningene. Spesielt piping i brystet og anfall av tung pust er hyppigere angitt i vårt materiale sammenlignet med Gulsviks materiale, men i vårt materiale er antall personer som røyker og har røykt større enn i Gulsviks materiale.

4.4 RESULTATER FRA SPIROMETRI

Resultatene er angitt i tabell 3. Vi har brukt et Vitalograph Compact spirometer. Vi har målt forced vital capacity (FVC), forced expiratory volum på 1 sek (FEV1), positiv end expiratory pressure (PEF) og forced expiratory flow rates ved 25-75 % og 75-85 % av vitalkapasitet (FEF 25-75 %, FEF 75-85 %). Ved hver prøve lot vi den undersøkte gjenta prøvene flere ganger for å oppnå riktig måleresultat (3-6 forsøk). Normalverdier er hentet fra Gulsviks materiale (1979).

Vi ser av tabell 3 at FEV1 er ca 10 % lavere enn forventet og FEF 25-75 % er ca. 20 % lavere enn forventet. Når vi korrigerer for røyking finner vi at de 5 som ikke har røykt har FEV1 som forventet. Gulsvik fant i sitt materiale en reduksjon i FEV1 og FEF 25-75 % på 7 % for røykere sammenlignet med asymptotiske ikke-røykere. Vi har funnet en reduksjon i FEV1 på ca. 20 % og en reduksjon i FEF 25-75 % på ca. 35 % for røykere sammenlignet med ikke-røykere i vårt materiale.

4.5 DISKUSJON

Vi har i forbindelse med forprosjektet fått et bilde av hvilke symptomer arbeidstakerne oppfatter som forårsaket av arbeidet. Videre har vi vist en nedsatt lungefunksjon og hyppig rapportering av piping i brystet, anfall av tung pust, oppspytt og morgenhoste. En mulig forklaring på dette kan være eksponering for toksiner i arbeidsmiljøet, men det er viktig å merke seg den høye røykefrekvensen i gruppen. Vi har også fått en beskrivelse av hvilke prosesser/arbeidssituasjoner som arbeidstakerne oppfatter gir plager. Når det gjelder symptomer som kan skyldes virkning på nervesystemet, har vi fått bekreftet tidligere antagelser om at spesielle episoder med høy gasseksponering er viktigst.

Forekomsten av en del av symptomene er forholdsvis høy. Det er ikke mulig bare på grunnlag av spørreskjema å si noe om

årsakene til rapporterte symptomer blant arbeidstakerne. Tretthet, som er det hyppigst rapporterte symptom, kan oppstå som følge av eksponering for støy, vibrasjon, gass, toksin, lukt, det kan dessuten skyldes psykiske forhold.

4.6 ERFARING ANGÅENDE H₂S

Oppmerksomheten omkring arbeidsmiljøet ved avløpsanlegg den siste tiden har ført til at vi har fått henvist flere personer som arbeider ved slike anlegg til undersøkelse. I løpet av vel et år er 9 personer henvist til undersøkelse, mot bare 2 i løpet av 5 års-perioden før. Vi vil derfor kort summere opp erfaringene fra disse undersøkelsene (22, 23).

Målinger på flere av disse bedriftene viser at det kan forekomme høye konsentrasjoner av H₂S ved spesielle arbeidsoperasjoner, og under spesielt ugunstige forhold, både på renseanlegg og under annet arbeid med kloakk. Nesten alle større undersøkelser både i Norge og i våre naboland har som kjent vist lave verdier av H₂S, både på renseanlegg og pumpestasjoner (15, 16, 17).

Både ved medisinsk, nevrologisk og nevropsykologisk undersøkelse har resultatene vanligvis vært normale, selv hos de som har betydelige plager. De beskjedne funnene kan enten skyldes at de aktuelle undersøkelsesmetodene ikke er følsomme nok, eller at plagene i større eller mindre grad henger sammen med symptomene fra andre organer (mage/tarmsystemet og lungene). En konsekvens av dette er at oppmerksomheten bør konsentreres mer om målinger av arbeidsmiljøet, og om forbedringstiltak, enn om medisinske undersøkelser av de ansatte.

EPIDEMIOLOGI-HELSEEFFEKTER

Tabell 1.

RAPPORTERTE ARBEIDSRELATERTE PLAGER

ANTALL PERSONER: 31

ANTALL PERSONER MED RESPEKTIVE PLAGER

(I % I PARENTES)

	NEI	ÅRLIG	MÅNEDLIG	UKENTLIG	DAGLIG
SÅRE ØYNE	20 (65)	4 (13)	3 (10)	2 (7)	2 (7)
NYSING	21 (68)	6 (19)	3 (10)	1 (3)	0 (0)
TETT NESE	22 (71)	4 (13)	4 (13)	1 (3)	0 (0)
RENNENDE NESE	23 (74)	3 (10)	4 (13)	0 (0)	1 (3)
SÅR HALS	19 (61)	7 (23)	2 (7)	3 (10)	0 (0)
TØRRHOSTE	21 (68)	6 (19)	2 (7)	1 (3)	1 (3)
HOSTE MED OPPSPYTT	24 (77)	4 (13)	1 (3)	0 (0)	2 (7)
TETTHET I BRYSTET	26 (84)	2 (7)	0 (0)	2 (7)	1 (3)
TUNG PUST	24 (77)	5 (16)	1 (3)	1 (3)	0 (0)
FEBER	24 (77)	4 (13)	3 (10)	0 (0)	0 (0)
MUSKELSMERTER	15 (48)	7 (23)	3 (10)	2 (7)	4 (13)
HODEPINE	12 (39)	6 (19)	10 (32)	1 (3)	2 (7)
SVIMMELHET	20 (65)	4 (13)	5 (16)	2 (7)	0 (0)
TRETTET	10 (32)	5 (16)	5 (16)	5 (16)	6 (19)
NEDSATT APETITT	30 (97)	1 (3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
KVALME	20 (68)	4 (13)	4 (13)	3 (10)	0 (0)
OPPKAST	22 (71)	6 (19)	3 (10)	0 (0)	0 (0)
MAGESMERTER	18 (58)	8 (26)	4 (13)	0 (6)	1 (3)
DIARE	11 (35)	11 (35)	7 (23)	1 (3)	1 (3)
ANDRE PLAGER	30 (97)	1 (3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

EPIDEMIOLOGI-HELSEEFFEKTER

Tabell 2. SPØRSMÅL OM LUFTVEISSYMPTOMER
ANTALL PERSONER: 31
SVARFREKVENNS I % (ANTALL PERSONER I PARENTES)
SAMMENLIGNET MED GULSVIKS MATERIALE FRA 1979
(OSLO-U.S, SVAR I %).

	SVART %	JA ANTALL	GULSVIK 1979 (Tab 10) %
1. MORGENHOSTE	23	(7)	24
2. HOSTE OM DAGEN	16	(5)	11
3. OPPSPYTT	26	(8)	20
4. DGL. HOSTE 3 MND/ÅR	10	(3)	9
5. HOSTE/OPPSPYTT > 3 UKER SISTE 2 ÅR	23	(7)	11
6. TUNGPUST I MOTBAKKE	13	(4)	16
7. TUNGPUST OPP 2 ETG. I VANL. FART	13	(4)	11
8. TUNGPUST PÅ FLAT MARK	0	(0)	4
9. TUNGPUST I RO	0	(0)	2
10. ANFALL AV TUNG PUST	29	(9)	12
11. PIPING I BRYSTET	52	(16)	17
12. TETT I BRYSTET/PUSTEN OM MORGENEN	7	(2)	
13A. TETT I BRYSTET/PUSTEN I HVILE	7	(2)	
13B. TETT I BRYSTET/PUSTEN VED ANSTRENG.	13	(4)	
13C. TETT I BRYSTET/PUSTEN I KULDE	0	(0)	
13D. TETT I BRYSTET/PUSTEN V/ANSTR./KULDE	16	(5)	
16A. ASTMA DET SISTE ÅRET	0	(0)	
16B. VERRE I VISSE ARB.SITUASJ.	0	(0)	

EPIDEMIOLOGI-HELSEEFFEKTER

Tabell 3. SPIROMETRIUNDERSØKELSE
ANTALL PERSONER: 30
MÅLT I LITER

	MEAN	ST DEV	MIN	MAX	N
PREDICTED FVC	5.23	.49	4.07	6.13	30
MEASURED FVC	5.22	.74	3.74	6.56	30
% AV FORV. FVC	99.43	12.15	78	122	30
PRED. FEV ₁	4.19	.46	3.13	4.90	30
MEASURED FEV ₁	3.71	.74	1.38	4.94	30
% AV FORV. FEV ₁	88.37	16.88	34	109	30
PRED. FEV ₁ /FVC	79.83	2.17	76	84	30
MEAS. FEV ₁ /FVC	71.23	11.64	27	90	30
% AV FORV. FEV ₁ /FVC	-8.37	11.37	-50	9	30
PRED. PEF	553.00	27.15	489	597	30
MEAS. PEF	570.10	116.86	249	802	30
% AV FORV. PEF	102.73	21.33	45	146	30
PRED. FEF ₂₅₋₇₅ %	4.16	.54	2.93	5.03	30
MEAS. FEF ₂₅₋₇₅	3.25	1.24	.55	6.55	30
% AV FORV. FEF ₂₅₋₇₅ %	77.83	28.63	14	150	30
PRED. FEF ₇₅₋₈₅ %	1.13	.30	.70	2.06	30
MEAS. FEF ₇₅₋₈₅ %	.87	.47	.18	2.43	29
% AV FORV. FEF ₇₅₋₈₅ %	76.79	35.35	16	209	29

EPIDEMIOLOGI-HELSEEFFEKTER

Tabell 4. **OVERSIKT OVER ANGITT SAMMENHENG MELLOM PLAGER OG ARBEIDSOPERASJON VED DE FORSKJELLIGE ANLEGGENE**

Anlegg	Plager	Arbeidsoperasjon
Nordre Follo	feber/kveld/natt hodepine	rengjøring/spyling, septikmotak slamfortykkere, silbåndpresse og kjemisk, bassenghall
Nordre Follo	kvalme, løs mage diaré, hodepine sjenerende ubehag løs mage, hodepine, uro, svimmelhet	omplussing av slam ved grovrist opphold i sandfang flotasjon rengjøring av silbåndpresse, opphold i rom med silbåndpresse, lufting og manuelt arbeid ved slamfortykker og septikmottak
Bekkelaget	tørre, såre øyne, glemsomhet, kons. vansker svimmelhet, såre øyne, diaré, magesmerter, kvalme	generelt i arbeidet tømming av basseng, arbeid ved gjæringstanker og silbåndpresse og i tunnel
Bekkelaget	magesyke, oppkast, diaré	arbeid ved inntak og i tunnel
Frogn	hodepine, tretthet, kvalme	opphold i sandfang, septikmottak, arbeid ved pumpestasjoner
Frogn	mageplager om kvelden	etter opphold i rom med ristgods- og slamcontainer
Frogn	luktplager, støy	rom med ristgods og slamcontainer
Søndre Follo	hodepine, kvalme	sentrifugekjøring, opphold i rom med ristgods og slamcontainer
LO-skolen	tretthet	generelt under arbeid på anlegget

EPIDEMIOLOGI-HELSEEFFEKTER

Tabell 5. ANTALL JA-SVAR PÅ ØREBRO-SKJEMAET.

Ant. pers	Gjsn. alder	Bransje (referanse)	Antall ja-svar	Prosent med mer enn 6 ja-svar
232	35*	Malere/billakerere (1)	4,3	30
24	41	Liming av sko (4)	3,7	22
30	40*	Malere (2)	4,5	26
17	40	Serigrafisk trykking (5)	3,4	17
20	54	Rayonullfabrikk (6)	4,4	25
112		Elektronisk industri (7)		32
31	45	Renseanlegg	3,7	23
173	35*	Elektrikere/postarbeidere (1)	1,8	10
65	49	Mekanikere (4)	2,2	11
36	40*	Murere (2)	2,0	11
214		Elektronisk industri (7)		3

* Gjennomsnittlig alder for hele gruppen er ikke oppgitt i artikkelen, og er derfor beregnet ut fra andre oppgitte tall.

EPIDEMIOLOGI-HELSEEFFEKTER

Tabell 6. JA-SVAR PÅ DE ENKELTE SPØRSMÅL PÅ ØREBROSKJEMAET.
Svarene fra gruppene er gjengitt i samme rekkefølge som i tabell 5.

	Male- re	Sko- lim	Male- re	Silke- tryk.	CS2- eksp	Av- løp	Elek- trik.	Meka- nik.	Mur- ere
Antall personer	232	24	35	17	20	31	173	65	36
Gjennomsnittsalder	35*	41	40*	40	54	45	35*	49	40*
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1. Trøtt	31	40	23	35	28	36	6	13	8
2. Hjerteklapp	13	9	14	12	11	19	5	13	6
3. Følelsesløs	28	13	23	23	28	16	10	13	14
4. Irritert	34	40	29	23	22	32	13	13	11
5. Deprimert	21	20	29	18	11	10	6	17	14
6. Konsentrasjon	28	22	39	12	28	36	9	4	14
7. Glemsk	49	51	54	35	39	48	30	3	11
8. Svette	20	11	17	12	33	26	10	4	11
9. Vansker knapper	1	3	3	0	11	3	1	8	3
10. Lese med utbytte	22	17	14	12	17	10	7	8	11
11. Familien at glemsk	42	34	54	35	33	4	24	21	31
12. Trykk for brystet	34	22	29	23	39	29	12	21	17
13. Huskelapper	8	15	49	29	22	26	11	17	11
14. Kontrollerer	39	38	40	23	39	36	16	21	25
15. Hodepine	27	23	23	29	22	19	14	17	6
16. Lite seksuelt int.	11	11	14	12	3	10	1	0	3

5. KJEMOMETRI

av Erik Bye.

5.1 INNLEDNING

Det kjemiske arbeidsmiljøet er som oftest sammensatt av mange faktorer som kan påvirke arbeidstakernes helse. I studier der vi skal forsøke å se sammenhengen mellom eksponering for kjemiske forurensninger og rapporterte helseplager, er det behov for multivariate analysemetoder. Arbeidsatmosfæren i kloakkrenseanlegg er svært kompleks, og i tillegg har vi påvirkningen fra faktorer som temperatur, fuktighet, vannføring og andre driftsparametre. Nettopp dette store antall faktorer, som kan tenkes å ha innvirkning på anleggsarbeidernes helse, gjør det nødvendig å bruke kjemometriske analysemetoder i denne undersøkelsen.

Kjemometriske metoder har vært anvendt på en rekke forskjellige områder i løpet av de siste 15-20 år. Etter 1980 er metodene mye benyttet til studier av det ytre miljø. Metodikken har i disse tilfeller både vært utnyttet for å karakterisere og klassifisere "typer av miljøer" (objekter) og til å studere sammenhengen mellom de faktorer som er av betydning for disse miljøer og de observerte biologiske effekter.

Innenfor arbeidsmiljøundersøkelser er det langt færre studier som har anvendt multivariate metoder av denne type. Allerede i 1977 ble imidlertid nært beslektede metoder anvendt til studier av arbeidsmiljøet til sveisere og de helseproblemene som er knyttet til deres eksponering for støv, røyk og gasser (28). Nylig er det også benyttet tilsvarende metoder for å studere inneluft i forskjellige førskoler, karakterisert som "syke" og "friske" hus, basert på en detaljert kartlegging av forurensninger i lufta, først og fremst av organisk kjemisk natur. Denne undersøkelsen er gjennomført for å relatere organiske forbindelser i lufta med de helseplager som er rapportert i de aktuelle førskoler, mer kjent som "inneklimateproblemer" (29).

Ved en SIMCA - analyse beregnes hovedkomponenter (prinsippkomponenter) som forklarer den største variasjonen i datasettet. Hovedkomponentene er lineærkombinasjoner av de opprinnelige variablene. Herved reduseres antall variable til et lite antall hovedkomponenter, og vi kan på en enklere måte få informasjon om likheter og forskjeller mellom de prøvesteder som er undersøkt.

5.2 PROBLEMSTILLING

Følgende begreper blir benyttet nedenfor :

Et objekt er det sted eller den person som det gjøres målinger på.

En VARIABEL er den størrelse som blir målt.

En HOVEDKOMPONENT (HK) er en lineærkombinasjon av de opprinnelige målte variable.

Som hjelp til tolkningen i beregningen benyttes *objekt score plot* og *variabel loading plot*.

Dersom en tenker seg at de numeriske verdiene til de opprinnelige variablene, her konsentrasjonene til de organiske forbindelsene, er koordinatsett til prøvene, kan *objekt score* sees på som nye koordinater i forhold til de beregnede hovedkomponenter. Ved å tegne prøvene i forhold til de nye aksene (HK'ene), i to dimensjonale bilder, får vi frem *objekt score plot*.

Variabel loading er bidraget fra de opprinnelige variablene til hovedkomponentene. Ved å plote disse verdiene i forhold til de nye aksene fås *variabel loading plot* (30).

I dette prosjektet er det to hovedproblemstillinger som skal undersøkes ved hjelp av kjemometri:

I. Karakterisering og klassifisering av renseanlegg ut fra kjemiske forurensninger i arbeidsatmosfæren, klima- og driftsparametre.

II. Undersøke sammenhengen mellom arbeidsmiljøparametre og registrerte helseplager ved arbeid i kloakkrenseanlegg.

I forprosjektet skal bare problemstilling I studeres.

Imidlertid ble det bare utført prøvetaking ved ett renseanlegg, slik at mulighetene til å studere variasjoner mellom ulike renseanlegg falt bort i denne fasen.

Derved ble målsettingen i forprosjektet å karakterisere forskjellige arbeidsoperasjoner, ut fra målte kjemiske forurensninger i

arbeidsatmosfæren. Vi ønsket å se på hvilke variable som var viktigst for å karakterisere arbeidsoperasjonene. Dessuten ønsket vi å se hvor stabil arbeidsatmosfæren var, med hensyn på innhold av organiske komponenter, på ulike tidspunkter. I tillegg ble det reist spørsmål om stabiliteten av prøvebearbeidningen og analyseprosedyren for termisk desorpsjon (se avsnitt 3.3, s. 24).

I forprosjektet skulle vi også utvikle programvare for rasjonell håndtering av analysedata, fra rådata etter GC/MS analyse og frem til innlasting i kjemometriprogrammet.

Som en del av dette arbeidet skulle det utarbeides en enkel prosedyre for å velge ut relevant analysedata (datareduksjon etter GC/MS analyse).

5.3 MATERIALER OG METODER

På Nordre Follo kloakkverk ble det tatt henholdsvis tre (datasett 1, 28/11-88) og to (datasett 2, 31/1-89) luftprøver på forskjellig tidspunkt på samme dag, på fem utvalgte standard prøvesteder, ialt 25 prøver. Disse prøvene ble tatt med Tenax-rør, for analyse av organiske stoffer. Prøvetakingsopplegget er beskrevet i avsnitt 3.3. og 3.4.2. Analyse av prøvene er utført ved hjelp av GC/MS.

Opprinnelig tok vi sikte på å innkludere merkaptaner i denne delen av undersøkelsen, men dette viste seg umulig innenfor de tidsrammer som ble satt opp.

Ved de fem utvalgte prøvesteder ble det også foretatt målinger av gassene: CH_3SH , H_2S , CO , CO_2 , NH_3 og CH_4 . Prøvetaking og analyse er mer utførlig omtalt i kapittel 3.2 og 3.4.1. Imidlertid foreligger det bare tilstrekkelige gassdata for datasett 1. Gassdata er innkludert i HK-beregningene for datasett 1 med et utvalg av de kjemiske variablene.

Det er utviklet et dataprogram for overføring av analysedata (spektre) fra GC/MS til IBM-kompatibel mikromaskin, med programmeringsspråket HPL. Det er videre utviklet et dataprogram, (i BASIC) for å systematisere løsemiddelspektra fra ulike luftprøver, slik at de samme komponenter var med i alle datasettene.

Et basissett på 77 organisk kjemiske komponenter ble valgt ut fra den første prøveserien (datasett 1). Intensiteten av den enkelte komponent pr. luftvolum (m^3) inngår som parameter i dataanalysen.

Analysen i denne undersøkelsen er gjennomført i fire hoveddeler :

- a) beregning av hovedkomponenter for klassifisering av 5 standard prøvesteder ved Nordre Follo kloakkverk ved hjelp av 3 prøver (datasett 1), inkludert 77 organiske komponenter.
- b) utvelgelse av viktige organiske komponenter.
- c) beregning av hovedkomponenter for luftprøver tatt ved forskjellig tidspunkt på de 5 standard prøvesteder
- d) karakterisering av arbeidsatmosfæren med viktige organisk kjemiske komponenter og gassparametre.

Databehandlingen er utført ved hjelp av SIMCA-metoden med bruk av programmet SIRIUS (31).

5.4 RESULTATER

Ved beregning av hovedkomponenter med SIMCA-metoden kan dataene vektet på to forskjellige måter, med vekt=1, eller autoskalering. Dersom alle variable gis lik vekt (vekt=1) får de variable som har stor variasjon i de målte verdier for stor vekt. Dette kan imidlertid være en måte å anskueliggjøre de komponenter i en slik analyse som varierer mest.

Ved å autoskalere gis alle variablene samme betydning ved beregning av hovedkomponentene, uansett hvor stor variasjon det er i de målte verdier. For datasett 1 er begge veiemetodene gjennomført, mens det for de øvrige beregninger bare er benyttet autoskalering.

Datasett 1, vekt = 1

De lineærkombinasjoner av kjemiske forbindelser (77 komponenter) som forklarer den vesentligste delen av variasjonen i datasett 1 er beregnet. Tre hovedkomponenter ble funnet å være av betydning og disse forklarer 86.3% av variansen.

En av prøvene prøve, nr. 10 fra silbåndpresse, måtte forkastes pga. feil ved prøvetakingen.

Fig. 1a viser objekt score plot for HK12, dvs. de to første hovedkomponentene, der objektene (prøvene) er projisert ned på de beregnede hovedkomponenter. Prøver fra samme prøvested er ringet inn, og viser likheten i løsemiddelmønsteret, ved at prøver fra samme sted ligger i nærheten av hverandre. I Fig.1b kan vi se de tilsvarende loadings for variablene. Her er det to variabler som skiller seg sterkt ut fra resten, nemlig O3 og O6. Dette er cycloheksan og toluen. Fig. 1b kan tolkes slik at de variable som ligger langt ut langs de inntegnede HK'ene har stor betydning for den tilsvarende hovedkomponent. De variable som ligger langt ute på aksene i Fig. 1b er av betydning for å skille prøvene langs de tilsvarende akser i Fig. 1a. På den annen side vil alle de variable som ligger nær origo være lite egnet til å skille mellom våre prøver. Ut fra loading-plottet er det komponentene som skiller seg ut fra den tette gruppen nær origo som er de vesentligste for å karakterisere vårt prøvesett. Noen av disse variable er satt opp nedenfor:

01	1,1-dikloreten	012	m(p)-xylen
03	cycloheksan	026	C3-alkylbenzen-4
05	heptan	027	n-dekan
06	toluen	042	n-undecan
08	tetrakloreten	060	n-dodekan

HK1 og HK2 representerer to konsentrasjons gradienter i datasettet, der det er henholdsvis komponent O3 og O6 som betyr mest for forskjellen mellom prøvestedene.

Datasett 1, autoskalering

Tilsvarende HK-beregning er utført for datasett 1, med autoskalering. Tre hovedkomponenter forklarer her kun 63.4 % av variasjonen. Fig. 2a og b viser de tilsvarende HK12 plot for objekt score og variabel loadings.

Tildels ser vi at prøvestedene er mer like hverandre, mens vi samtidig kan se at prøvene P1 og P8 avviker noe fra de to andre prøver fra samme prøvested.

Den store forskjellen ligger imidlertid i variabel loading plottene, sml. Fig. 1b og 2b. Det er større innbyrdes variasjon i

komponentenes betydning. Dette er rimelig ved bruk av autoskalering.

I Fig. 2b er det komponentene langt ut til høyre som har størst betydning, eksempelvis O41, O64, O54, O36, O53, O32 og O59 langs HK1, mens O2, O8, og f.eks. O26 er av betydning for ulikhetene langs HK2.

Ved sammenlikning med Fig. 1b er nå komponentene O3 og O6 (Fig. 2b) av mindre interesse for å karakteriser prøvestedene, idet disse komponentene ligger nærmere origo.

For prøvene P1 og P8 er det komponentene til høyre i loading plottet (Fig. 2b) som skiller disse to fra de øvrige prøver fra prøvestedene, dvs. henholdsvis P7 og P12, og P4 og P13, i Fig. 2a.

Datsett 1 og 2, autoskalering

Ved beregning av hovedkomponenter for datsett 1 og 2 samlet, med alle prøvene samlet, forklarte de tre første HK'ene 76.9% av variasjonen i datsettet. Fig. 3a og 3b viser objekt score og variabel loadings.

I Fig. 3a ser vi at X-prøvene (datsett 2) tildels faller klart utenfor området til P-prøvene (datsett 1). Dette betyr at det er stor forskjell i forurensningsmønsteret mellom de to prøveseriene, selv fra identiske prøvesteder. Årsakene til dette kan imidlertid skyldes kalibrerings- og analysesystemet for termisk desorpsjon. Ved inspeksjon av intensitetene for de forskjellige kjemiske komponentene, viste det seg at nivået for prøver fra samme sted i datsett 1 og 2 atskilte seg med faktorer i området 5 - 10.

Ved hjelp av interne standarder kan vi forhåpentlig sikre identiske preparerings- og analyseforhold. Kvantitativ bestemmelse av toluen og cycloheksan vil bli benyttet som intern standard i hovedprosjektet.

Ut fra variabel-plottet i Fig. 3b er "viktige" komponenter for å atskille prøvestedene plukket ut. De utvalgte variablene er satt i Tabell 1 s. (49). Ut fra erfaringene så langt tar vi sikte på å benytte 20 - 30 organisk kjemiske forbindelser til å karakterisere arbeidsatmosfæren.

Tabell 1. Utvalgte organiske komponenter til karakterisering av arbeidsatmosfæren i renseanlegg

O1	O5	O9	O16	O20	O42	O51
O2	O6	O10	O17	O27	O43	O66
O3	O7	O12	O18	O38	O44	O77
O4	O8	O13	O19	O41	O49	

Datasett 2, autoskalering

Fig. 4a og 4b viser objekt score og variabel loadings for datasett 2.

Prøver fra samme prøvested er innringet her, og det kan synes som om identiske prøver er mer ulike enn i datasett 1. Samtidig ser det ut til at prøver fra forskjellige prøvesteder er mer like. Dette ser en ved at prøvene X3 og X8, X6 og X11 og X5 og X7 ligger nær hverandre i objekt score plottet (Fig. 4a). Imidlertid er det kun to prøver fra hvert av prøvestedene, og følgelig er det et spinkelt grunnlag til å legge for stor vekt på innbyrdes likheter og forskjeller.

Datasett 1, med utvalgte komponenter og gassparametre

Fig. 5a og 5b viser objekt score og variabel loading for de to første hovedkomponentene i datasett 1, der gassmålinger er inkludert i det reduserte variabelsettet. Tre komponenter forklarer 70% av variasjonen.

Resultatene av gassmålingene er gitt i Tabell 1 side 27. Som det fremgår av tabellen, foreligger det tilstrekkelig gassdata bare for CO₂, H₂S og CH₃SH for alle fem prøvesteder, og disse er inkludert i dataanalysen. Variablene er kalt henholdsvis: CO₂, H₂S og CH₃SH. NH₃ og CH₄ er utelatt fra analysen idet resultatene i Tabell 1 ikke varierer mellom de 5 prøvestedene. O₂ er av mindre betydning i denne sammenheng.

I loading plottet (Fig. 6b) ser vi at H₂S og CH₃SH er sterkt korrelert idet de ligger nær hverandre, mens CO₂ synes å være motsatt korrelert med de fleste av de organiske forbindelsene. Dette ser vi ved at CO₂ ligger på motsatt side av origo i forhold til de fleste andre variable.

En mer inngående diskusjon av korrelasjon mellom enkelte organiske komponenter kan ikke gjøres før det foreligger flere målinger.

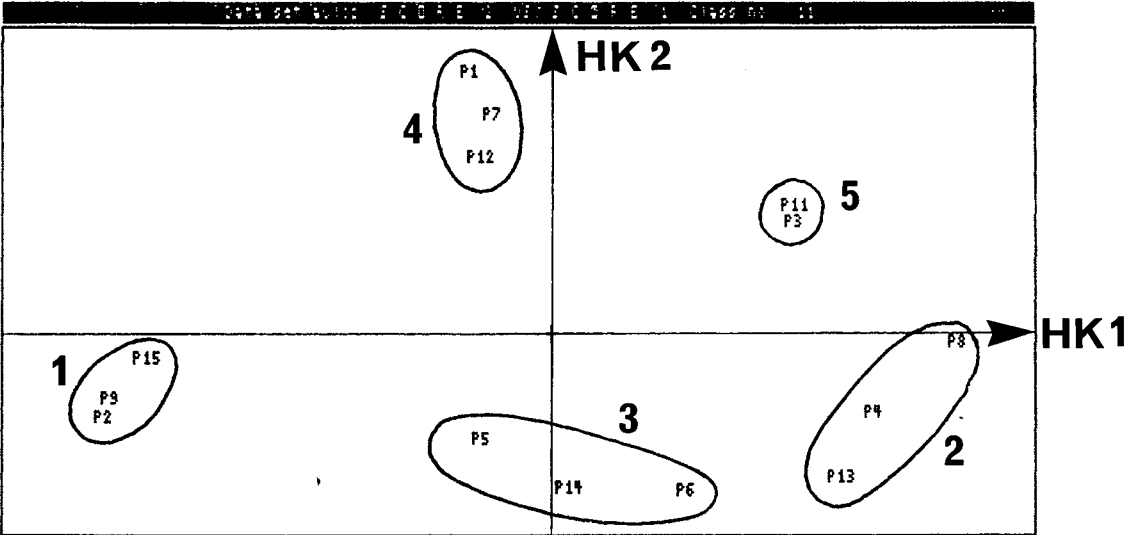
5.5 KONKLUSJON

Denne dataanalysen med bruk av kjemometriske metoder har vist at organiske komponenter bestemt ved termisk desorpsjon etterfulgt av GC-MS analyse kan variere betydelig fra dag til dag på samme prøvested. I tillegg til at arbeidsatmosfæren kan variere, både i konsentrasjonsnivå og sammensetning er prøvebearbeidingen og analyseprosedyren slik at interne standarder ved prøvetaking må benyttes for kalibrering. Til slik intern standard vil vi vurdere å bruke toluen og cyclohexan.

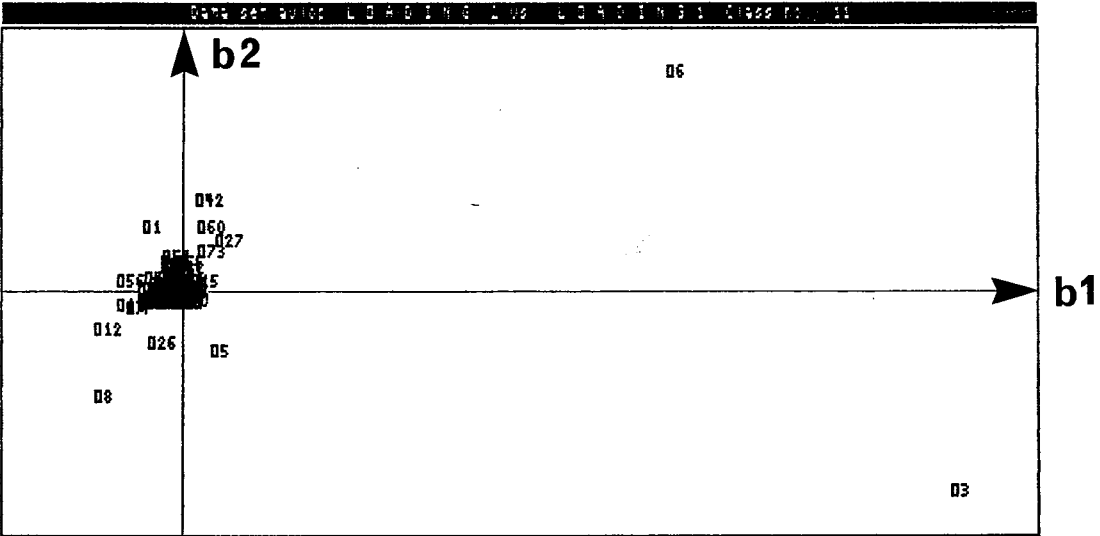
Dataanalysen har vist at prøver tatt på forskjellig tidspunkt på samme dag ikke avviker sterkt fra hverandre. Dessuten er det vist at svært mange organiske forbindelser har tilnærmet samme betydning for å skille prøvestedene fra hverandre.

Det er utviklet programmer for håndtering av GC/MS-data og det er tilrettelagt for en standardisert prosedyre for å velge ut og identifisere kjemiske komponenter i GC/MS-spektra.

FIGURER

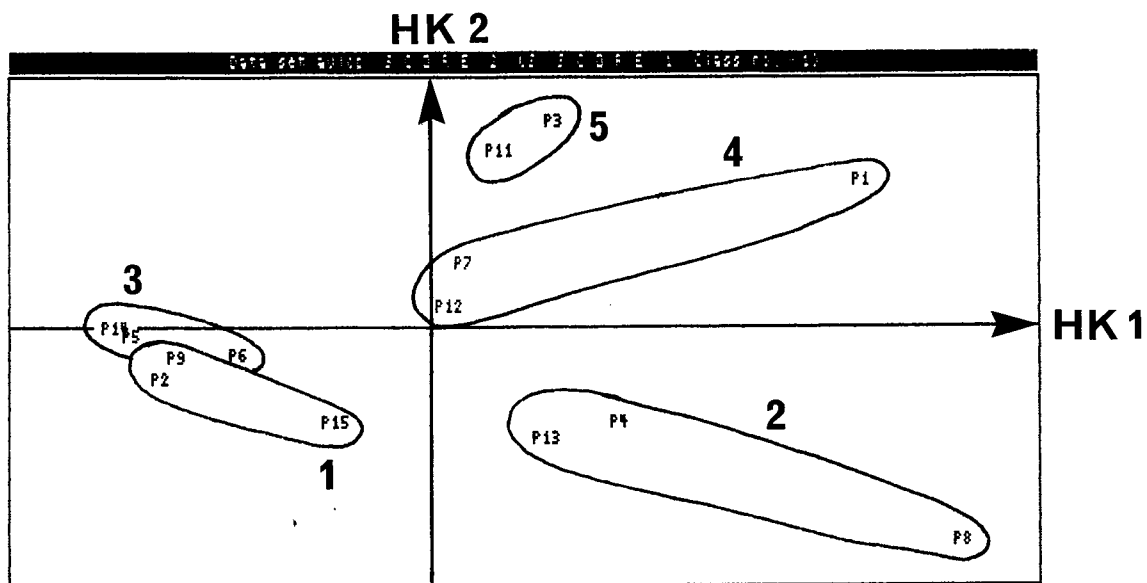


Figur 1a. Objekt score plot, datasett 1, vekt=1.

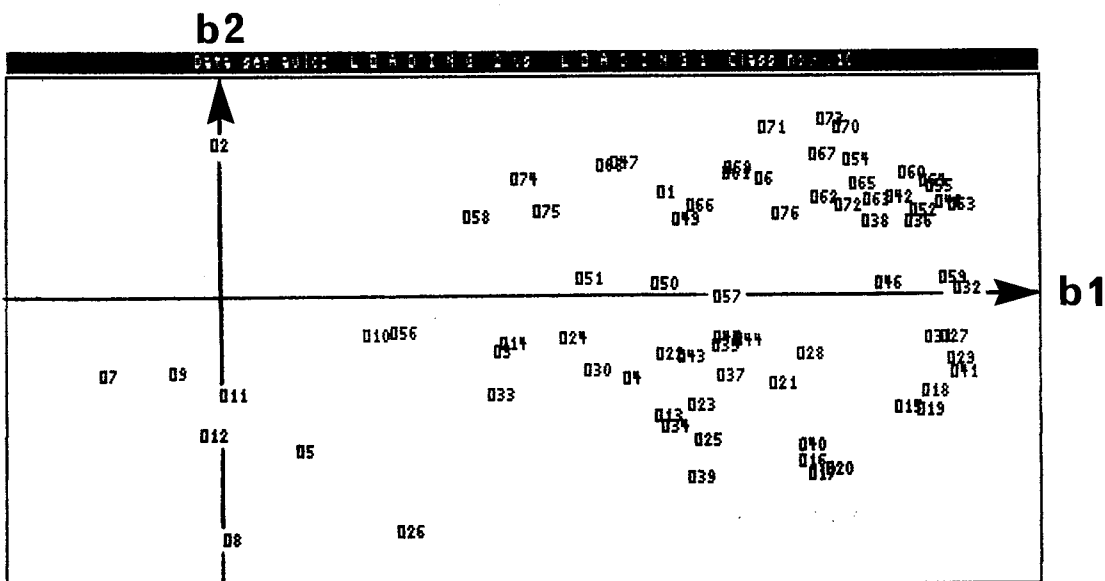


Figur 1b. Variabel loading plot, datasett 1, vekt=1.

FIGURER

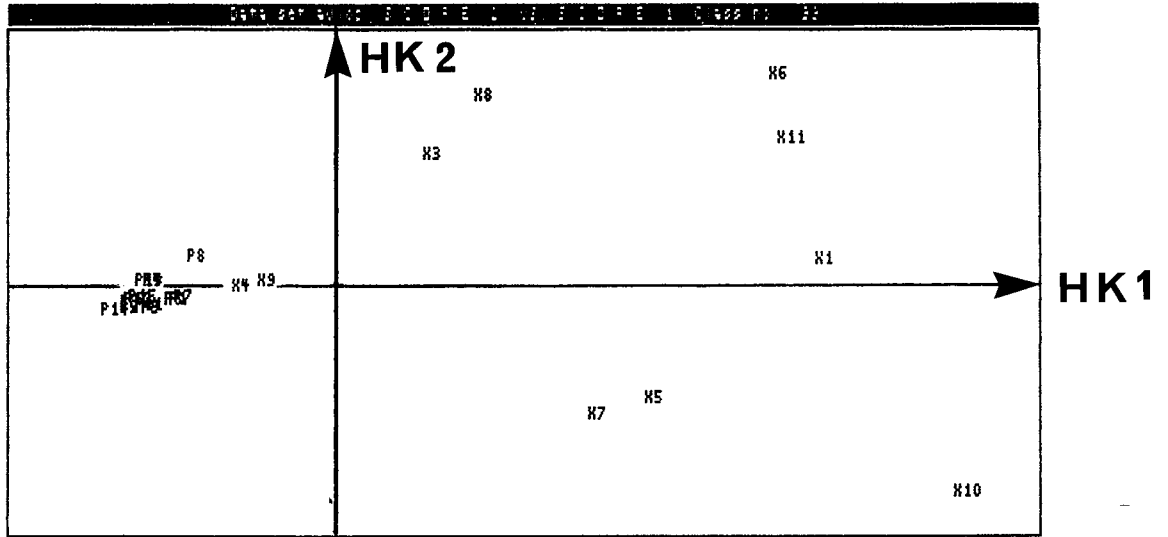


Figur 2a. Objekt score plot, datasett 1, autoskalering.

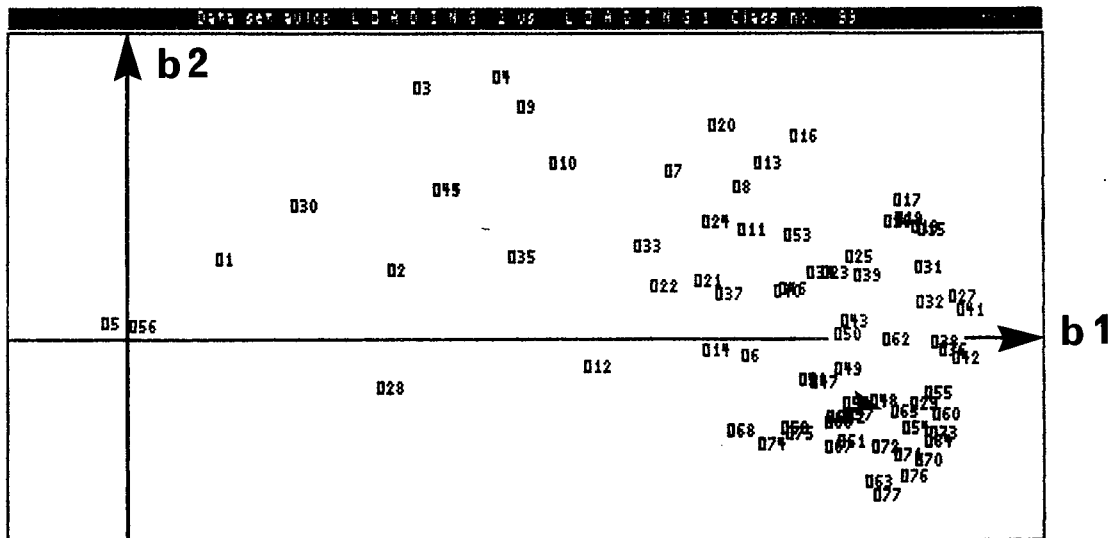


Figur 2b. Variabel loading plot, datasett 1, autoskalering.

FIGURER

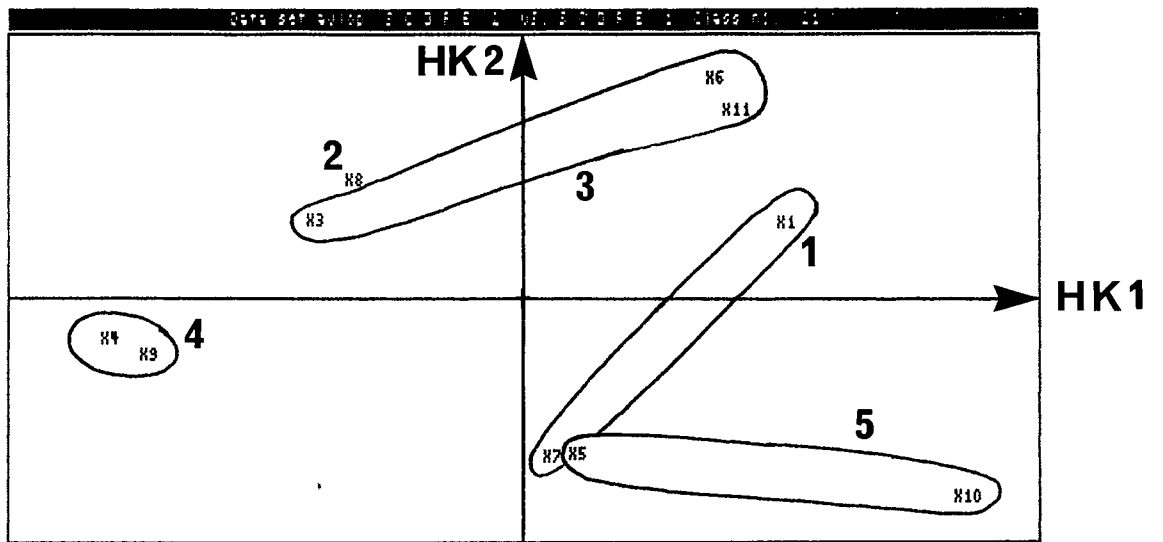


Figur 3a. Objekt score plot, datasett 1 og 2, autoskalering.

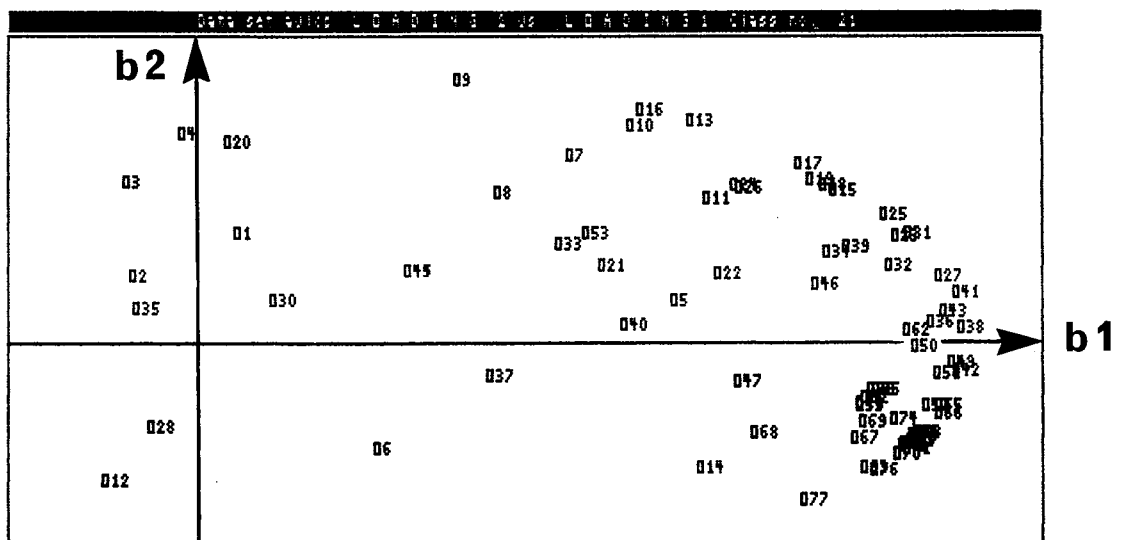


Figur 3b. Variabel loading plot, datasett 1 og 2, autoskalering.

FIGURER

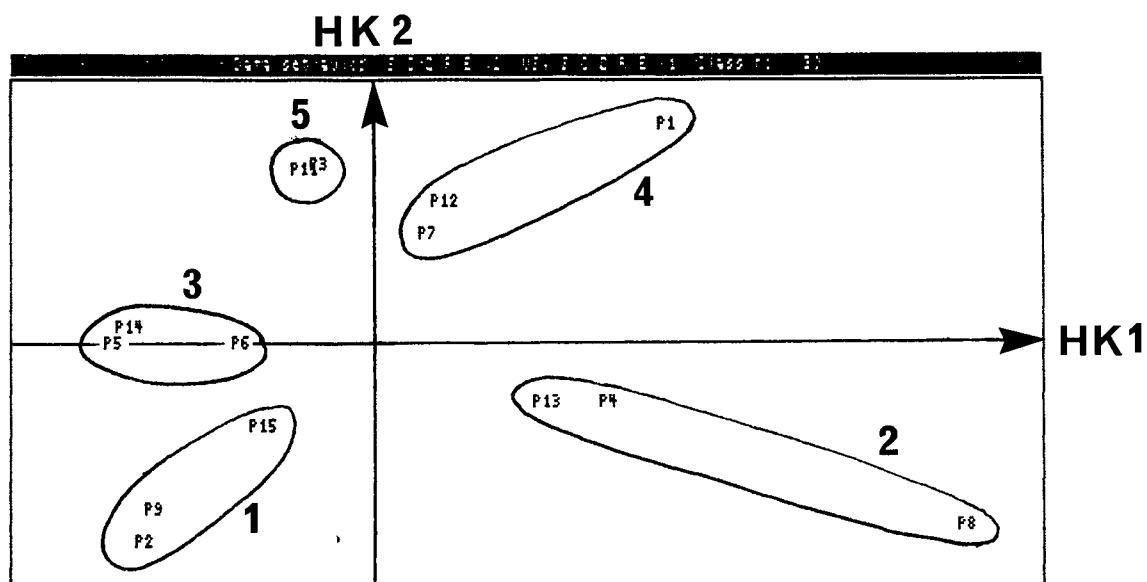


Figur 4a. Objekt score plot, datasett 2, autoskalering.

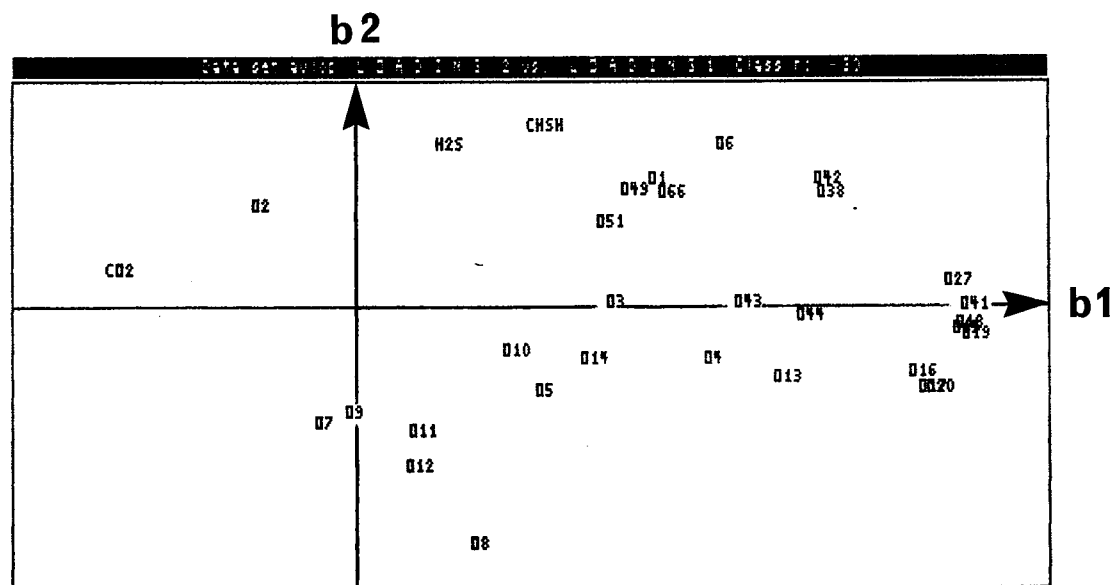


Figur 4b. Variabel loading plot, datasett 2, autoskalering.

FIGURER



Figur 5a. Objekt score plot, datasett 1, autoskalering med utvalgte komponenter



Figur 5b. Variabel loading plot, datasett 1, autoskalering med utvalgte komponenter.

LITTERATUR

LITTERATUR

LITTERATUR

1. **Blomquist, G. Palmgren U, Strøm GB.**
Improved techniques for sampling airborne fungal particles in highly contaminated environments. *Scand. J. Work.Env. &Health* 10:253-258(1984).
2. **Porter KG & Feigh YS.**
The use of DAPI for identifying and counting aquatic microflora. *Limnol. Oceanogr.* 25:943-948(1980).
3. **Palmgren U, Strøm GB, Blomquist G, Malmgren P.**
Collection of airborne micro-organisms on Nucleopore filters, estimation and analysis-CAMNEA method. *J.Appl.Bact.* 61:401-406 (1986).
4. **Clarks CS, Cleary EJ, Schiff GM, Linnemann CC, Phair JP and Briggs TM.**
Disease Risks of Occupational Exposure to Sewage. *J Environ. Eng.* 102:375-388 (1976).
5. **McCunney RJ.**
Health effects of Work at Waste Water Treatment plants. A review of the Litterature with Guidelines for Medical Surveillance. *Am J Ind Med* 9:271-279(1986).
6. **Elia VJ, Clark CS, Majeti PS et al.**
Hazardous Chemical Exposure at a Municipal Wastewater Treatment Plant. *Environ. Res.* 32:360-371 (1983).
7. **Clark CS, Linnemann JG, Clark JG and Gartside PS.**
Enteric Parasites in Workers Occupationally Exposed to Sewage. *J Occup med.* 26:273-275 (1984).
8. **Rylander R: A Sewage Workers Syndrom.**
Lancet 28:478-479 (1976).
9. **Mattsby I and Rylander R.**
Clinical and Immunological Findings in Workers Exposed to Sewage Dust. *J Occup Med.* 20:690-692 (1978).
10. **Lundholm M and Rylander R.**
Workrelated Symptoms amongst Sewage Workers. *Brit J Ind med.* 40:325-329 (1983).

LITTERATUR

- 11. Askeland O, Midtskogen O, Høeg S.**
Arbeidsmiljø på kloakkrensaneanlegg.
Hovedoppgave ved Telemark distriktshøyskole. Bø
1984.
- 12. Nybruket S.**
Arbeidsmiljø i kloakkrensaneanlegg. NORVAR-rapport
nr. 5, 1988.
- 13. Nethercott J and Jolness L.**
Health status of a group of Sewage Treatment Workers
in Toronto, Canada. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 49(7):346-
350 (1988).
- 14. Rylander R.**
Role of Endotoxins in the Pathogenesis of Respiratory
Disorders. Eur. J. Res. Dis. Suppl. 154:136-144 (1987).
- 15. Andersen J, Egsmose L. Egsmose T.**
Kloakarbeiderrapporten, København, 1975,
- 16. Svenska vatten- och avloppsverksföreningen.**
Hälssofarliga gaser i avloppsnät. Stockholm, 1984, s.4,
49-52.6666222
- 17. J, Nevalainen A, Manninen and Savolainen H.**
Ammonia, Hydrogen Sulphide and Methyl Mercap-
tides in Finnish Municipal Sewage Plants and Pump-
ing stations. Science Tot Environ. 57:49-55 (1986).
- 18. Hane M og Hogstedt C.**
Subjektive symptom i yrkesgrupper som exponerats
för lösningsmedel. Frågeformulär om neuropsykia-
triska symptom för hälsokontroll vid lösningsmedel-
exposition. Läkartidningen, 77: 435 - 442 (1980).
- 19. Christiansen J m.fl.**
Oppløsningsmiddelskader i malerfaget. Arbeids-
miljøfondet, København, (s.170-174). (1983).

LITTERATUR

- 20. Bakke J og Brekke P.**
Påvisning av løsemiddelskader i bedriftshelsetjenesten. Tidsskrift Norsk Lægeforening, 105, 680-2. (1985).
- 21. Gulsvik A.**
Obstructive Lung Disease in an Urban Population. Department og Lungdiseases, Rikshospitalet, Univ. i Oslo.
- 22. Tvedt B, Brunstad OP, Mathiesen T.**
Skade av nervesystemet etter H₂S-forgiftning uten bevisstløshet. Tidsskrift Norsk Lægeforening;109:845-46. (1989).
- 23. Tvedt B, Skyberg K, Aaserud O, Edland A, Hobbesland Å, Mathiesen T.**
H₂S-forgiftning og skader i nervesystemet. Tidsskrift Norsk Lægeforening;109:2007-11. (1989).
- 24. Kolmodin-Hedman B. m.fl.**
Förekomst av lösningsmedelbesvär i svensk skoindustri. Arbete og Hälsa 1988:10.
- 25. Webjørnsen S, Leira H, Thorud S og Tvedt B.**
Løsemidler i silketrykkerier. HD 836/80. Arbeidsforskningsinstituttene, Oslo, 1980 (s,31-33).
- 26. Upubliserte data fra Statens Arbeidsmiljøinstitutt.**
- 27. Rutlin E. m.fl.**
Løsemiddelskader i nervesystemet hos ansatte i en elektronisk industribedrift. Tidsskrift Norsk Lægeforening, 108, 1494-7. (1988).
- 28. Ulfvarsson U, Wold S.**
Trace-element concentrations in blood samples from welders of stainless steel or aluminium and a reference group. Scand. J. Work Environ & Health 3:183-191 (1977).
- 29. Baird JB, Berglund U, Nicander-Bredberg H, Noma E .**
Distinguishing between healthy and sick preschools by chemical classification. Environ. Int. 13: 167-174 (1987).

LITTERATUR

30. Sharaf MA, Illman DL, Kowalski BR.

Chemometrics. Chemical Analysis, Vol.82. John Wiley & Sons, 1986.

31. SIRIUS A.

Pattern recognition program for the IBM PC computer (1987). Pattern Recognition Systems, Bergen.

**VEDLEGG
SPØRRESKJEMA**

	Ja	Årstall	Kryss av hvis du mener det er sammenheng med arbeidsmiljøet
Psykiske problemer	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>
Redusert hørsel	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>
Øyesykdommer	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>
Nakkeplager	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>
Skulderplager	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>
Smerter i armene	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>
Ryggplager	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>
Hodepine	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>
Gulsott	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>
Andre sykdommer/plager	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>
Hvilke?		_____	
Har du hatt hodeskade med bevisstløshet?			
Hvis ja når: 19 19 19			
Beskriv hodeskaden nærmere (bevisstløs, hukommelsestap):			
	Ja	Nei	Vet ikke
Har du vært plaget av allergi:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hvis ja, hva er du allergisk mot?			
Pollen fra: bjørk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
gress	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
burot	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Husstøvmidd	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dyr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hvilket dyr?.....			
Har du kontakt med slike dyr?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Annet:			

Hvilke plager får du ved allergi?

Ja Nei

Kløende øyne, rennende nese

Astma

Elveblest

Eksem

Annet:

Ja Nei

Har du vært allergitestet noen gang?

Ja Nei Vet ikke

Er du blitt vaksinert i militærtjenesten?

Er du blitt vaksinert etter militærtjenesten?

Hvis ja, hvilke vaksiner?

.....

SPØRSMÅL OM EVENTUELL GASS-EKSPONERING I ARBEIDET

Har du noen kommentarer om gass eller sjenerende lukt, så skriv her:

I hvilke stituasjoner oppstår sjenerende gass/luft?

Hvilke plager har du hatt i forbindelse med dette?

Hvilke plager har du eventuelt fått?

.....

Har du noen gang vært så kraig påvirket av gass at du ikke har kunnet arbeide resten av dagen?

Ja Nei

Har du noen gang besvimt på grunn av gass

Har du kontaktet lege på grunn av gassforgiftning?

Har du vært innlagt på sykehus for gassforgiftning?

Hva slags arbeid utførte du da du ble forgiftet?

SPØRSMÅL OM HUDPLAGER I FORBINDELSE MED ARBEIDET

Har i nåværende arbeid vært plaget av:

- | | | |
|-----------------|--------------------------|--------------------------|
| Tørr hud | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Eksem | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Byller | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Kviser | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Andre hudplager | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Beskriv.....
.....

Får du ofte sår?

- Hvis ja: Gror sårene uvanlig langsomt?
- Får du ofte sårbetennelse?

SPØRSMÅL OM ALKOHOLVANER:

Har du i løpet av de siste 12 måneder
drukket øl/vin/brennevin?

- mer enn 3 2-3 1-2 mindre enn 1

Alkoholmengde måles gjerne i alkoholenheter.
En enhet svarer til 1/2 flaske pils, 1 glass vin,
1 lite glass hetvin eller en drink med brennevin.

Hvor mange alkoholenheter drikker du i gjennomsnitt pr. gang?

- mer enn 10 5-10 2-5 mindre enn 2

Her kommer spørsmål om plager som kan settes i forbindelse med arbeidet uten at det behøver å være noen årssaksammenheng.
Har du i forbindelse med arbeidet hatt følgende plager?

	Nei	Ja, årlig/ få ganger pr. år	Ja månedlig/ hver måned	Ja, ukjentlig/ hver uke	Ja, daglig
1. Såre, røde øyne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 a. Nysing	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 b. Tett nese	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Rennende nese	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Sår hals	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Tørrhoste	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Hoste med oppspytt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Tetthet piping i brystet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Anfall av tung pust	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Feber om kvelden og natten, som er over nestedag	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Muskel- og leddsmerter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Hodepine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Svimmelhet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Tretthet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	Nei	Ja, årlig/ få ganger pr. år	Ja, månedlig/ hver måned	Ja, ukentlig/ hver uke	Ja, daglig
14. Dårlig appetitt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Kvalme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. Oppkast	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. Magesmerter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18. Diare, løs avføring	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19. Andre plager	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Beskriv:					
<hr/>					
<hr/>					
20. Tror du noen av plagene har sammenheng med spesielle arbeidsoperasjoner?				Ja <input type="checkbox"/>	Nei <input type="checkbox"/>
Hvis ja, se vedlagte flytskjema for ditt anlegg på neste side, merk av på skjemaet de steder der du har plager i arbeidssituasjonen, skriv hvilke plager, og hvilket arbeid som gir deg plagene. Nummerer fra 1 og oppover på flytskjemaet, bruk samme nummer i beskrivelsen nedenfor:					
Hvilke plager:			Hvilket arbeid:		
<hr/>			<hr/>		
<hr/>			<hr/>		
<hr/>			<hr/>		
<hr/>			<hr/>		
<hr/>			<hr/>		
<hr/>			<hr/>		
<hr/>			<hr/>		

21. Hvilke plager under arbeidet er de viktigste, skriv:

Når kommer disse plagene i forhold til arbeidet, kryss i riktig rute, eller beskriv:

Kommer i løpet av arbeidsdagen

Etter arbeidstid

Etter helger

I ferier

Etter ferier

Annet, skriv:

PLAGER FRA LUFTVEIENE

- | | JA | NEI | |
|---|---|--|---------------------------------|
| 1. Hoster eller harker (kremter) du vanligvis om morgenen? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 2. Hoster du vanligvis ellers om dagen? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 3. Har du vanligvis oppspytt når du hoster eller harker? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 4.. Hoster du daglig tilsammen 3 måneder eller lenger i løpet av et år? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 5. Har du i løpet av de siste par årene i forbindelse med forkjølelse hatt hoste og/eller oppspytt som har vart mer enn 3 uker? | EN GANG
<input type="checkbox"/> | FLERE
<input type="checkbox"/> | |
| 6. Blir du mer tungpusten (andpusten) enn jevnaldrende når du går i motbakker? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 7. Blir du tungpusten når du går opp 2 etasjer i vanlig fart? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 8. Blir du tungpusten når du går med vanlig fart på flat mark? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 9. Blir du tungpusten når du sitter i ro? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 10. Hender det at du får anfall av tung pust? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 11. Har du noen gang hatt piping (pipelyd) i brystet? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 12. Er du tett i brystet/pusten om morgenen? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 13. Blir du tett i brystet/pusten med hvesing og/eller piping? | JA,
OFTE
<input type="checkbox"/> | JA,
SJELDEN
<input type="checkbox"/> | NEI
<input type="checkbox"/> |
| a. I hvile | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| b. Ved anstrengelser (loping osv.) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| c. I kulde | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| d. Ved anstrengelser i kulde | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

		Antall ganger		
14.	Hvor mange ganger har du hatt luftveisinfeksjon (forkjølelse eller influensa) det siste året?	<input type="text"/>		
		Fra år		Til år
15.	Har du vært plaget av astma tidligere?	<input type="text"/>		
		Ja	Nei	
16a.	Har du hatt astma det siste året?	<input type="text"/>		
		Ja	Nei	Vet ikke
16b.	Hvis ja, blir du verre i bestemte arbeidssituasjoner?	<input type="text"/>		
	Beskriv hvilke situasjoner:	Ja	Nei	Vet ikke
		<input type="text"/>		
RØYKEVANER TIDLIGERE OG NÅ:				
		Ja	Nei	
a.	Røyker du til daglig nå?	<input type="text"/>		
		Ja	Nei	
		Antall sigaretter pr. dag		
b.	Hvor mange sigaretter pr. dag?	<input type="text"/>		
		Antall pakker ´a 50 g. pr. uke		
c.	Eventuelt hvor mye pipetobakk pr. uke?	<input type="text"/>		
		Ja	Nei	
d.	Har du røkt tidligere?	<input type="text"/>		
e.	Fra når 19..... til 19.....	<input type="text"/>		
	Fra når 19..... til 19.....	<input type="text"/>		
f.	Antall sigaretter pr. dag	<input type="text"/>		
	Eller ved piperøyking:	<input type="text"/>		
g.	Antall pakker ´a 50 g. tobakk pr. uke	<input type="text"/>		
		Antall år		
	Hvor mange år har du røkt i alt	<input type="text"/>		

**DISSE SPØRSMÅLENE GJELDER DINE PLAGER SLIK DE ER NÅ
KRYSS AV FOR DET SOM PASSER BEST**

- | | JA | NEI |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 1. Er du unormalt trett? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. Får du hjerteklapp uten at du anstrenger deg? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. Er du ofte følelsesløs i noen del av kroppen, eller har kriblende eller stikkende smerter? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. Bli du ofte irritert uten grunn? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. Er du ofte deprimentert eller nedfor uten direkte årsak? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6. Har du vanskelig for å konsentrere deg? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7. Er du glemsk? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 8. Svetter du uten rimelig grunn? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 9. Har du vanskelig for å kneppe knapper? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 10. Har du vanligvis vanskelig for å lese aviser og bøker med utbytte? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 11. Sier familien at du er glemsk? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 12. Føler du av og til trykk for brystet? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 13. Må du skrive huskelapper unormalt ofte? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 14. Må du ofte gå tilbake og kontrollere ting, f.eks. om du har slått av komfyren, låst døren osv.? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 15. Har du hodepine minst en gang i uken? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 16. Er du unormalt lite seksuelt interessert? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 17. Er du ofte svimmel? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 18. Er du skjelven på hendene? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 19. Hvis du har svart JA på et eller flere av spørsmålene, er dette i så fall plager som går over i løpet av helger eller ferier? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 20. Hvilke plager går over? Skriv spørsmålsnr. her: | | |

Dato for utfylling:...../.....

TAKK FOR GODT SAMARBEIDE!

Har du noen kommentarer til spørreskjemaet, eller tilleggsopplysninger, så skriv her: