

Miljøprojekt Nr. 591 2001

Kildeopsporing af tungmetaller i afløbssystemer

En undersøgelse af kloakslam med særlig fokus på
kviksølvforurening fra ældre varmekærter

Peter Noe Markmann, Peder Jensen og Jan Abildgaard

NIRAS, Rådgivende Ingeniører og Planlæggere A/S

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Indhold

Forord	5
Sammenfatning	7
Summary	9
1 INDLEDNING	11
1.1 BAGGRUND.....	11
1.2 FORMÅL.....	12
1.3 ERFARINGER FRA ANDRE PROJEKTER OM KVIKSØLV OG KLOAKKER.....	13
2 LOKALITETER OG PRØVETAGNING	15
2.1 VALG AF KLOAKOPLANDE	15
2.2 PRØVETAGNINGSTRATEGI	16
2.3 PRØVETAGNINGSMETODE	16
3 LABORATORIEANALYSER	18
4 RESULTATER	19
4.1 GENERELLE RESULTATER.....	19
4.2 RESULTATER FRA DE ENKELTE KLOAKOPLANDE.....	20
4.2.1 <i>Kviksølv-resultater, Mørke</i>	20
4.2.2 <i>Kviksølv-resultater, Skanderborg</i>	21
4.2.3 <i>Cadmium-resultater, Skanderborg</i>	22
4.2.4 <i>Kviksølv-resultater, Hammel</i>	23
4.2.5 <i>Kviksølv-resultater, Ryomgård</i>	24
4.2.6 <i>Kviksølv-resultater, Lading</i>	25
5 KONKLUSION	26
6 PROJEKTOPFØLGNING	27
Litteratur	30
Bilag A Analysecertifikater for prøver udtaget 22. jan. 1999	31
Bilag B Analysecertifikater for prøver udtaget 27. jan. 1999	41
Bilag C Analysecertifikater for prøver udtaget 2. feb. 1999	45
Bilag D Analysecertifikater for prøver udtaget 10. feb. 1999	49
Bilag E Vejledning til udførelse af feltundersøgelse	53

Forord

Projektbaggrund

I en periode omkring 1960 fandt der en meget kraftig udbygning sted af fjernvarmesystemer i Danmark. Der blev således indenfor et relativt kort åremål etableret flere hundrede af disse over hele landet. Mange blev forsynet med såkaldte kviksølvstandrør som modtryksanordning.

Anvendelsen af kviksølvstandrør var et udpræget dansk fænomen og bevirkede, at der omkring 1960 var en samlet merimport af kviksølv til Danmark på ca. 500 tons metallisk kviksølv.

Allerede få år efter den massive fjernvarmeudbygning blev der rapporteret om problemer med kviksølvstandrørene. Der forekom adskillige udblæsninger som følge af tryksvingninger i fjernvarmenettene, hvorved store mængder kviksølv bl.a. havnede i de interne kloaksystemer på fjernvarmeværkerne.

Genbrugsslamsugeren

Denne viden om tab af store mængder kviksølv til kloaksystemer og muligheden for at lokalisere og fjerne dette kviksølv ved anvendelse af en ny type slamsuger, den såkaldte genbrugsslamsuger, har dannet udgangspunkt for nærværende projekt.

Projekt mål

Projektet har især fokuseret på at afklare, om de forhøjede indhold af kviksølv i dagens spildevandsslam kan hidrøre fra "gamle" udslip af kviksølv på de ældre varmeværker, og om oprensning af kloaksystemerne med brug af genbrugsslamsugeren kan bringe spildevandsslammets kviksølvindhold ned på et niveau, så slammet uanset fosforindhold lovligt kan udbringes på landbrugsjord.

Projektudførende

Projektet er udført af NIRAS/Abrahamsen & Nielsen A/S, Rådgivende ingeniører og planlæggere. Rapporten er udarbejdet af Peter Noe Markmann, Peder Jensen og Jan Abildgaard.

Finansiering

Projektet er finansieret af Miljøstyrelsen og fulgt af en styregruppe bestående af Akademiing. Eva Charlotte Vestergaard og Civ. ing. Mogens Kaasgaard (begge Miljøstyrelsens Spildevands- og vandovervågningskontor) samt Cand. scient. Peter Noe Markmann (NIRAS/Abrahamsen & Nielsen).

Sammenfatning

Fem kloakoplande

Denne rapport omhandler primært forurening af kloak- og spildevandsslam med kviksølv. Der er blevet udført feltundersøgelser af fem kloaksystemer i fire kommuner. Fælles for fire af kloaksystemerne er, at kviksølvindholdet i spildevandsslammet fra de kommunale renselanlæg, som kloaksystemerne er tilkøbet, er markant forhøjet. Det femte kloaksystem repræsenterer situationen i et kloakopland, hvor kviksølvindholdet svarer til baggrunds niveau.

Kviksølvstandrør

De fire kviksølvbelastede kloaksystemer modtager spildevand fra idriftværende eller nedlagte fjernvarmeværker, hvor der har været anvendt kviksølvstandrør som modtryksanordning. På alle fire fjernvarmeværker er der konstateret kviksølv i de interne kloaksystemer på værkerne. Kviksølvforureningen skyldes udblæsninger af kviksølvstandrørene.

Prøver af kloakslam

Nedstrøms for de fire fjernvarmeværker er der udtaget prøver af kloakslam fra hovedkloakledningen til analyse for indhold af kviksølv og i et enkelt tilfælde også for cadmium. Til udtagning af prøverne af kloakslam fra hovedkloakledningen er der benyttet en særlig metode baseret på anvendelse af en såkaldt genbrugsslamsuger. Analyseresultaterne har dokumenteret kviksølvforureningen spredning fra de fire fjernvarmeværker ned gennem kloaksystemet og frem til de kommunale renselanlæg.

Forureningskilder

Det konkluderes, at puljen af kviksølv i de interne kloaksystemer på de fire fjernvarmeværker giver anledning til de høje kviksølvforureninger af spildevandsslammet i de fire kommuner. Det samme antages at være tilfældet for andre kommunale spildevandrensingsanlæg i hvis kloakopland, der ligger et eller flere af de øvrige i alt ca. 300 ældre varmeværker, der har haft installeret kviksølvstandrør.

Pilotprojekt

Det vurderes, at kviksølvforureningen af spildevandsslammet kan løses ved indgreb overfor kilderne kombineret med en oprensning af kloaksystemerne ved brug af genbrugsslamsugeren. Det anbefales, at der iværksættes et pilotprojekt til dokumentation heraf.

Kildeopsporing

Den anvendte metode til udtagning af prøver af kloakslam kombineret med den i rapportens bilag E beskrevne prøvetagningsstrategi konkluderes at være effektiv, hurtig og relativt billig til opsporing af kilder til tungmetalforurening af spildevandsslam ligesom metoden er velegnet til lokalisering og fjernelse af lokale ansamlinger af kloakslam med forhøjede tungmetalkoncentrationer. En sådan kildeopsporing vil endvidere med fordel kunne integreres i den forebyggende ren- og vedligeholdelse af kloaksystemer.

Summary

Tracing of heavy metal sources to sewage sludge contamination - an investigation of sewer sludge with special attention to mercury contamination from older domestic heating stations

Five sewer catchment areas

This report deals primarily with mercury contamination of sewers and sewage sludge. Field investigations have been carried out in five sewer catchment areas. Common to four of the five catchment areas is, that the mercury contents in the sewage sludge on the municipal waste water treatment plants receiving sewage from these areas are high. The fifth catchment area represents the background level as specific contamination sources are not present.

Mercury pressure holding devices

The four sewer systems contaminated with mercury receive sewage water from existing or former domestic heating stations being equipped with special pressure holding devices. Each of these devices contain several hundred kilograms of mercury in a U-bend tube. On all four domestic heating stations mercury have been found in the internal sewer systems. This is ascribed to mercury blow-outs from the U-bend tubes caused by pressure instabilities.

Samples of sewer sludge

Sampling of sludge settled in the main sewers downstream the four domestic heating stations have been conducted. A special sampling method has been developed. The method is based on the utilization of a new generation of a combined high pressure sewer cleanser and sludge suction vehicle. The sluice water is filtrated through 2 mesh-sizes. The sewer sludge and other solids are kept in a holding tank and the filtrated sluice water reused. Samples of the retained sludge have been analysed for mercury and the results made possible for an easy tracing of the mercury contamination from the four domestic heating stations downstream to the waste water treatment plants.

Contamination sources

It is concluded that mercury trapped in the internal sewer systems on the four domestic heating stations is responsible for the high mercury content of the sewage sludge on the four municipal waste water treatment plants. It is likely that the same contamination situation prevails on other Danish heating stations having been equipped with the mercury containing U-bend pressure tubes. Approx. 300 of such stations are still in operation or not fully removed or closed down.

Pilot project

It is anticipated that the mercury contamination of the sewage sludge can be resolved by a combined action comprising the stopping of the mercury outlets from the heating stations and the cleansing of the sewer pipelines containing the most mercury contaminated sediments. It is advantageous using the new special sludge suction vehicle.

However, further documentation needs to be established by means of a pilot project.

Source tracing

The method used for taking samples combined with the sampling strategi described in the reports annex E is effective and well suited for tracing heavy metal sources contaminating sewage sludge. Further, it may be an advantage to integrate this tracing method in the preventive cleansing and maintenance of the sewer systems.

1 Indledning

1.1 Baggrund

Tilstedeværelsen af tungmetaller, herunder kviksølv, i spildevandsslam udgør stadig et problem for nyttiggørelsen af slammet til jordbrugsformål. Dette til trods for, at de fleste tungmetaller i dag normalt ikke tilføres kloaksystemer, men i stedet fjernes ved de største "kilder".

Kviksølvstandrør

For kviksølvs vedkommende kan den fortsatte belastning af spildevandsslammet formentlig i en del tilfælde henføres til tidligere tiders ikke umiddelbart erkendbare synder, nemlig udledninger af metallisk kviksølv til kloaksystemet fra ældre varmeværker, som har haft modtryksanordninger baseret på metallisk kviksølv, de såkaldte kviksølvstandrør.

Meget tyder på, at der gennem tiden ved uheld er tabt betydelige mængder metallisk kviksølv fra disse anlæg. Ud fra Miljøstyrelsens tal for forbrug og genbrug af kviksølv i Danmark /2/ og /3/ vurderes det således i /1/, at der kun er blevet genbrugt en beskedent del af det kviksølv, der har været brugt i de ældre varmeværkers modtryksanordninger. Det anføres samtidig, at de mængder kviksølv, der har været anvendt her, har udgjort en betydelig del af det samlede danske kviksølvforbrug.

Der findes omkring 800 danske varmeværker, hvoraf omkring 40% helt frem til slutningen af 1980'erne har benyttet modtryksanordninger, som indeholdt metallisk kviksølv /1/ og /5/.

Kviksølv i kloaksystemet

Oplysninger i /1/ og 15 års praktiske erfaringer fra oprensning af det offentlige kloaksystem i Århus Kommune og af interne kloaksystemer på virksomheder indikerer, at en betydelig del af det kviksølv, der er udledt til kloaksystemer fortsat befinder sig her.

Kviksølv i kloaksystemet kan optræde som metallisk kviksølv, der p.g.a. den store vægtfylde ligger på bunden af kloakbrønde og i andre fordybninger og samlinger i kloaksystemet. Der kan også være tale om slamaflejringer eller kloakhud med forhøjede indhold af kviksølv som følge af adsorption eller kompleksbinding.

Kviksølvforurening af spildevandsslam

Ved mikrobiel methylering sker der en langsom omdannelse af det metalliske kviksølv til vandopløselige organiske kviksølvforbindelser, som "fortløbende" transporteres ned gennem kloaksystemet. Under transporten gennem kloaksystemet afsættes en del af kviksølvet i kloakhuden eller det bindes til spildevandets slampartikler. Kloakslammet og afskallet kloakhud når til sidst frem til

rensningsanlæggene, hvor det bidrager til spildevandsslammets forhøjede kviksølvindhold.

Da metyleringsprocesserne fremmes netop i et miljø, hvor der som i kloaksystemet hersker skiftende iltede og uiltede forhold og findes rigeligt med let nedbrydeligt organisk stof, som udgør de metylerende bakteriers energikilde, vil gamle forekomster af metalliske kviksølvafløjninger i mange tilfælde give langvarige bidrag til kviksølvbelastningen af spildevandsslammet.

Andre tungmetaller i kloaksystemet

Såfremt der i slammet fra spildevandsanlæg i dag findes forhøjede koncentrationer af andre tungmetaller end kviksølv, uden at der findes kendte kilder hertil, kan der være tale om fortsat "forsinket" tilførsel via tungmetalholdigt slam, som kun periodisk, f. eks. under særlig store afstrømninger, udskylles fra kloaksystemet. Dette kan især være tilfældet for de tungmetaller, der under iltfrie/iltfattige forhold danner tungtopløselige sulfider. Disse forbindelser kan være aflejret sammen med kloakslam stort set de samme steder, som (metallisk) kviksølv kan findes. Blandt de tungmetaller, der danner tungtopløselige sulfider, må foruden kviksølv især cadmium betragtes som væsentlig ud fra et miljømæssigt synspunkt.

Opsporing af forureningskilder

I /1/ er der udført et meget omfattende og grundigt litteraturstudium af videnskabelige undersøgelser og med en stor bredde i dækningen af emnet. En af hovedkonklusionerne er, at der ved uheld på ældre varmekærker (fjernvarmekærker/ varmecentraler) er sket store spild af kviksølv gennem årene til kloaksystemet.

I /7/ og /8/ er der foretaget feltundersøgelser med praktisk afprøvning af en metode - baseret på analyser af kloakhud - til opsporing af kilder til tungmetalforurening af spildevandsslam. Det konkluderes, at metoden er meget effektiv, når der er tale om kilder med daglig udledning af tungmetal.

Nærværende projekt er støttet af Miljøstyrelsen, og feltundersøgelserne er gennemført i fem kloakoplande i fire forskellige kommuner, som beredvilligt har stillet lokaliteterne til rådighed.

1.2 Formål

Formålet med det foreliggende projekt har primært været at forbedre grundlaget for at vurdere, om "gamle" udslip af kviksølv på de ældre varmekærker fortsat kan være årsag til de forhøjede koncentrationer af kviksølv, der stadig findes i spildevandsslammet fra en række kommunale spildevandsrensningsanlæg i Danmark.

Projektet har endvidere haft til formål at sikre mulighed for en praktisk afprøvning af den såkaldte "genbrugsslamsuger" til brug ved lokalisering af ansamlinger af kloakslam med særligt forhøjede

kviksølvkoncentrationer ("hot spots") og som en hurtig/billig metode til rensning af kloaksystemernes mest tungmetalforurenede dele.

Projektet har desuden skullet give indikationer af, om der på afgrænsede lokaliteter i kloaksystemerne tillige kan findes slamaflejringer med forhøjede koncentrationer af andre tungmetaller, herunder især cadmium.

1.3 Erfaringer fra andre projekter om kviksølv og kloakker

Kviksølvudblæsninger

Allerede i 1966, få år efter den massive udbygning med fjernvarmeværker i Danmark, rapporteredes der om mange udblæsninger af kviksølvstandrør /10/. Dette førte dog ikke til krav om at afmontere de installerede kviksølvstandrør, men i 1974 blev det forbudt at installere kviksølvstandrør i nye værker.

Til trods for et stort antal udblæsningshændelser med udslip af kviksølv til kloaksystemer er det meget sparsomt med tilgængelig litteratur om, hvilke foranstaltninger der er truffet for at imødegå forurening fra kviksølv i kloaksystemer.

Ebeltoft

På det gamle fjernvarmeværk i Ebeltoft blev der i 1993 foretaget en kortlægning og efterfølgende oprensning af kviksølv i det interne kloaksystem på værket efter et udslip af ca. 100 kg kviksølv i februar 1993 /4/. Udslippet gav anledning til en markant stigning i kviksølvindholdet i spildevandsslammet på det renseanlæg, som fjernvarmeværket var tilkøbet /1/.

Ejendommen var af Århus Amt tinglyst som affaldsdepot. Efter oprensningen af forureningen, der omfattede kviksølvforurening såvel af det interne kloaksystem som jorden, blev tinglysningen som affaldsdepot slettet.

Assens

På det gamle fjernvarmeværk i Assens blev der i 1993 udført en kviksølvundersøgelse, da man var vidende om tidligere kviksølvudblæsninger /6/. Undersøgelsen omfattede imidlertid kun forurening af jorden omkring værket. Der blev dog udtaget og analyseret en enkelt slamprøve fra værkets gulvafløb. Den viste et indhold på 1027 mg Hg/kg TS.

Aalborg

I Aalborg Kommune blev der i 1992 registreret markant forhøjede indhold af kviksølv i spildevandsslammet fra et af kommunens renseanlæg /11/. Årsagen menes at være spuling af kloakledninger med gamle aflejringer af kviksølv i kloakslammet. Situationen minder helt om de forhold, der er observeret i Ryomgård, jfr. afsnit 4.2.5.

Århus

I Århus er der foretaget oprensning af kloakledninger for at fjerne kviksølv hidrørende fra en virksomhed, der anvendte kviksølv i produktionen /1/. Efter oprensningen faldt kviksølvindholdet i bundslammet fra renseanlæggets primærtank med ca. 90%. Der er ingen oplysninger om eventuelle høje og svingende kviksølvindhold i

slammet i en periode efter oprensningen, som tilfældet var i Aalborg og Ryomgård.

Kloakrør

Der er ikke i litteraturen fundet undersøgelser, der angiver, hvorvidt selve kloakrørene har været kontamineret med kviksølv, eller om kviksølv er trængt ud i jorden omkring kloakledningerne gennem utætte samlinger og revner.

2 Lokalteter og prøvetagning

2.1 Valg af kloakplande

Data for kviksølv og cadmium i spildevandsslam

Til brug for projektet har Miljøstyrelsen stillet en liste til rådighed over de gennemsnitlige koncentrationer af cadmium og kviksølv i spildevandsslammet fra alle de i 1996 indberettede renselanlæg i Danmark.

Miljøstyrelsen modtager fra kommunerne indberetninger om analyserne på det kommunale spildevandsslam. Analyserne, der er specificeret pr. indberettet rensningsanlæg, indgår i en central database over spildevandsslam.

Listen er benyttet til at udpege nogle få renselanlæg med markant forhøjede koncentrationer af kviksølv og cadmium i slammet. Ved vurderingen af, om de indberettede data har vist markant forhøjede værdier, har det været lagt til grund, at det, der kan betragtes som baggrundsniveauet for koncentrationerne af kviksølv og cadmium i spildevandsslam har i størrelsesordenen 0,1-0,5 mg Hg/kg TS hhv. 0,5-0,9 mg Cd/kg TS. Det har endvidere været lagt til grund, at de gældende grænseværdier for koncentrationerne i slam til jordbrugsformål er hhv. 0,8 mg Hg/kg TS og 0,8 mg Cd/kg TS (0,4 mg Cd/kg TS efter 1. juli 2000).

For at mindske arbejdet med kildeopsporingen og af hensyn til projektets økonomiske omfang er der lagt vægt på, at der er tale om renselanlæg for mindre bysamfund.

I overensstemmelse med ovennævnte kriterier, varierede kviksølvkoncentrationerne i spildevandsslammet fra de 4 rensningsanlæg, hvis kloakplande valgtes til nærværende undersøgelse, mellem 1,8-3,2 mg Hg/kg TS, medens cadmiumkoncentrationen i det udvalgte særligt cadmiumforurenede spildevandsslam var 6,4 mg Cd/kg TS.

Valg af lokaliteter til feltundersøgelser

De pågældende kommuner er blevet kontaktet, og efter rekonosceringer er fire rensningsanlæg i fire forskellige kommuner udvalgt til at indgå i projektet. For at give et indtryk af, hvad der i dag kan betragtes som et baggrundsniveau, er der desuden udvalgt et mindre bysamfund, Lading by, hvis kloakpland måtte formodes at være så godt som ubelastet af tungmetaller, eftersom der ikke foreligger oplysninger fra området om tidligere eller nuværende potentielle særlige kilder til forurening med kviksølv eller cadmium.

Kloaksystemet til de fire udvalgte renselanlæg er blevet nøje gennemgået sammen med repræsentanter fra kommunernes tekniske forvaltninger. Herved har det været muligt at udpege tidligere og evt.

nuværende kilder til udledning af kviksølv og cadmium. Det drejer sig om ældre fjernvarmeværker (værker opført fra sidst i 1950'erne og indtil 1974, hvor installation af kviksølvstandrør blev forbudt), affaldsforbrændingsanlæg, gamle sygehuse, korn- og foderstofvirksomheder, tandlæger, skoler m.v.

På denne måde blev i alt 5 relevante kloakoplande til de fire udvalgte rensesanlæg nærmere afgrænset og valgt som prøvetagningsområder i feltundersøgelserne. Det viste sig under feltundersøgelserne, at der i hvert af de fire rensningsanlægs kloakoplande fandtes et ældre fjernvarmeværk, og at disse fire fjernvarmeværker alle i sin tid var blevet opført med kviksølvstandrør.

2.2 Prøvetagningsstrategi

Kloakhud og kloakslam

Prøvetagningsstrategien i nærværende projekt er tilrettelagt efter den strategi, der er beskrevet i /8/, og er her medtaget som bilag E. Bilaget indeholder meget udførlige og generelle anvisninger på, hvordan ukendte tungmetalkilder kan opspores ud fra analyser af kloakhud. Der er imidlertid ingen forskel på, om opsporingen sker på basis af kloakhud eller på basis af spuleprøver bestående af en blanding af kloakslam og kloakhud, jfr. efterfølgende afsnit 2.3.

I det foreliggende projekt er de formodede kilder til tungmetalforureningen på forhånd identificeret. De formodede kilders beliggenhed har derfor været kendt, og problemstillingen har dermed været enklere, end hvis en ukendt kilde skulle opspores.

Strategien for prøvetagningen har således i dette projekt alene været at udtage blandingsprøver af kloakslam og kloakhud i kloaksystemet fra rensesanlægget og "baglæns" i systemet op til den enkelte formodede kilde for dels at få afprøvet den i afsnit 2.3 beskrevne prøvetagningsmetode dels at få be- eller afkræftet, om der er tale om en forureningskilde.

2.3 Prøvetagningsmetode

Dejskraber

Tidligere undersøgelser af tungmetaller i kloaksystemer har som regel baseret sig på analyser af prøver af kloakhud udtaget manuelt med dejskrabere. Til trods for, at der herved kun fås prøvemateriale fra en meget beskeden lokal røroverflade, har metoden vist sig særdeles effektiv til opsporing af kilder til chrom- og nikkelforurening, jfr. /7/ og /8/.

Ved de i /7/ og /8/ afrapporterede undersøgelser blev der i enkelte tilfælde udover kloakhud også udtaget prøver af kloakslam, ligeledes med dejskraber. Det konstateres herved, at omregnet i forhold til glødetabet var indholdet af chrom og nikkel stort set ens i kloakhud og kloakslam taget det samme sted. Samme forhold vil efter alt dømme

gælde for kviksølv og andre tungmetaller, jfr. afsnit 3, og der er derfor ingen grund til kun at bruge kloakhud. En blandingsprøve af kloakhud og kloakslam er fuldt så anvendelig.

Genbrugsslamsuger

I nærværende projekt, er der imidlertid primært anvendt en prøvetagningsmetode, som er baseret på anvendelse af en såkaldt "genbrugsslamsuger". Genbrugsslamsugeren er en kombineret højtryksspuler og slamsuger. Den særlige konstruktion består i, at den opsugede blanding af vand og slam filtreres dels i et grovfilter dels i et finfilter. Herved tilbageholdes partikler ned til 10-50 mikrometer i slamtanken, således at det filtrerede vand kan genbruges til spuling.

Prøve fra spulet ledningsstrækning

Ved prøvetagningen afspærres afløbet i prøvetagningsbrønden med sandsæk. Der spules herefter materiale fra tilløbsledningen hen til prøvetagningsbrønden. Den spulede ledningsstrækningens længde vælges efter omstændighederne, men kan typisk være en brøndstrækning. Til spulingen anvendes særlige spuledyser, der bl. a. fjerner aflejringer i rørsamlinger. Efter at en passende mængde materiale er ophobet foran sandsækken tages der manuelt en prøve direkte i prøveflaske. Prøven består af en blanding af kloakhud og kloakslam.

Prøver fra slamsugertank

Prøvetagningen afsluttes med at rensule ledningsstrækningen. Det er her vigtigt at få opsuget alt afspulet materiale, således at eventuelt forurenede materiale ikke føres videre nedstrøms i kloaksystemet. Til sidst fjernes sandsækken.

Når alle prøver i løbet af en undersøgelsesdag er taget, udtages der prøver fra genbrugsslamsugerens slamtank, dels af det ufiltrerede spulevand dels af bundslammet. Analyseresultaterne for disse to blandingsprøver anvendes til at vurdere, om de enkeltprøver, der i løbet af dagen er udtaget forskellige steder i kloaksystemet kan anses for repræsentative for de spulede ledningsstrækninger. Hvis prøverne fra slamtanken har en større tungmetalkoncentration end alle enkeltprøverne, er dette ikke tilfældet. Omvendt vil en tungmetalkoncentration i slamtankprøverne, som svarer nogenlunde til "gennemsnittet" af dagens enkeltprøver, indikere, at de udtagne blandingsprøver giver et nogenlunde retvisende billede af den faktiske tungmetalbelastning af slammet/kloak huden fra den kloakstrækning, som har været gennemspulet og rensat i løbet af dagen. Jo kortere en strækning blandingsprøven repræsenterer, jo bedre er det billede analyseresultaterne af blandingsprøven giver.

I nærværende undersøgelse er der kun i et enkelt kloakopland udtaget prøver med dejskraber. Men til forskel fra /7/ og /8/ består de udtagne prøver af en blanding af kloakhud og kloakslam som begrundet ovenfor. I det aktuelle tilfælde blev der brugt blandingsprøver udtaget med dejskraber-metoden, fordi det skønnedes, at mængden af kloakslam i de pågældende ledningsstrækninger var beskedent.

3 Laboratorieanalyser

Kviksølv og cadmium

Prøverne fra feltarbejdet har som nævnt bestået af en blanding af kloakslam og kloakhud. De er alle blevet analyseret for kviksølv, og prøverne fra et enkelt kloakopland også for cadmium. Desuden er der bestemt tørstofindhold og glødetab.

Prøveflasker

Laboratorieanalyserne er udført af AnalyCen i Fredericia. Som prøveflasker er benyttet 1/1 liters PE-flasker med Ø5 cm skruelåg. Prøveflaskerne blev leveret af laboratoriet. Efter prøvetagning er flaskerne blevet opbevaret ved ca. 5 °C i kølekasser og hurtigst muligt fragtet til laboratoriet.

Organisk stofindhold

I /1/ er der refereret en række undersøgelser, der viser, at tungmetallforbindelser såvel som tungmetaller på metallisk form i udpræget grad bindes til organisk og partikulært materiale ved adsorption (bio-, fysio- og kemisorption). Tungmetaller i kloakslam og kloakhud vil derfor overvejende være knyttet til det organiske stof og finkornet materiale.

Tungmetalkoncentrationerne i prøverne er fra laboratoriet angivet i forhold til tørstofindholdet. I de efterfølgende resultatskemaer er tungmetalkoncentrationerne også omregnet i forhold til det organiske stofindhold (glødetabet).

Når tungmetallerne har stor tilbøjelighed til at knytte sig til de organiske slampartikler, bliver tungmetalkoncentrationen regnet i forhold til glødetabet generelt en bedre parameter til indbyrdes sammenligning af prøverne. Det sikrer et bedre grundlag for opsporing af forureningskilderne.

Dokumentation

Analysecertifikaterne fra laboratoriet er vedlagt i bilagene A - D.

4 Resultater

4.1 Generelle resultater

De højeste kviksølvkoncentrationer forekommer generelt i prøverne af kloakslammet fra de interne kloaksystemer på de involverede fjernvarmeværker. Prøverne af kloakslam/-hud udtaget fra hovedkloakledningerne nedstrøms for de fire fjernvarmeværker indeholder varierende mængder af kviksølv afhængig af de hydrauliske forhold på prøvetagningsstederne.

På prøvetagningssteder, hvor kloakledningerne har ringe fald, og der aflejres slam, konstateres højere kviksølvindhold end på prøvetagningssteder, hvor kloakvandets strømhastighed er stor, og der aflejres relativt mindre mængder slam, som til gengæld består af mere storkornede partikler.

I alle fire kloakoplande viser analyseresultaterne imidlertid, at kviksølvforureningen kan følges fra fjernvarmeværkerne og frem til de kommunale renseanlæg.

Analyserne af prøver fra slamsugertanken af det materiale, der i løbet af en undersøgelsesdag er fjernet fra et kloakopland, afslører i sig selv, at der i de pågældende kloakoplande findes kilder til kviksølvforurening.

4.2 Resultater fra de enkelte kloakoplande

4.2.1 Kviksølv-resultater, Mørke

Det undersøgte kloakopland i byen Mørke i Rosenholm Kommune er et fælleskloakeret opland. Prøverne Mørke 1 til Mørke 5 er taget i hovedkloakledningen fra det kommunale renseanlæg og opstrøms mod byens fjernvarmeværk. Prøven Mørke 6 er taget i det interne kloaksystem på fjernvarmeværket. Prøverne Mørke 7 og Mørke 8 er taget fra slamsugertanken. En nærmere beskrivelse af oplandet og de analyserede prøvers oprindelse gives i bilag A. Resultaterne fra analysearbejdet gives i nedenstående skema.

Prøvebetegnelse	Afstand fra renseanlæg	Tørstof (TS) g/kg VV	Glødetab (OTS) g/kg TS	Kviksølv mg/kg TS	Kviksølv mg/kg OTS
Mørke 1	0 m	126	277	0,28	1,0
Mørke 2	300 m	159	184	3,1	17
Mørke 3	750 m	832	16	0,15	9,6
Mørke 4	1350 m	667	44	1,6	36
Mørke 5	1550 m	398	94	7,9	84
Mørke 6	1600 m	641	50	210	4200
Mørke 7	Slamtank	247	136	6,7	49
Mørke 8	Slamtank	693	35	1,4	40

Kviksølvudblæsninger

Analyserne viser stigende koncentrationer af kviksølv i prøverne fra renseanlægget op igennem kloaksystemet mod fjernvarmeværket, og prøven fra fjernvarmeværket viser, at der er sket udblæsninger af kviksølv fra kviksølvstandrøret. Kviksølvstandrøret på fjernvarmeværket er ikke længere i drift, og det planlægges afmonteret i løbet af 1999.

Forureningskilden

I 1996 var den gennemsnitlige koncentration af kviksølv i spildevandsslammet på det kommunale renseanlæg 3,2 mg/kg TS. Analyseresultaterne giver en stærk indikation af, at forureningskilden er fjernvarmeværket, og at der ligger en pulje af kviksølv i det interne kloaksystem på fjernvarmeværket, hvorfra der fortsat tilføres kviksølv til kommunens kloaksystem/spildevandsslam.

4.2.2 Kviksølv-resultater, Skanderborg

Det undersøgte kloakopland i Skanderborg By i Skanderborg Kommune er omfatter både fælles- og separatkloakerede dele. Prøverne Skanderborg 1 til Skanderborg 3 er taget i hovedkloakledningen fra det kommunale renseanlæg og opstrøms mod byens affaldsforbrændingsanlæg og det gamle fjernvarmeværk. Prøven Skanderborg 4 er taget i det interne kloaksystem på det gamle fjernvarmeværk. Prøven Skanderborg 5 er taget øverst i kloakoplandet tæt ved affaldsforbrændingsanlægget. Prøven Skanderborg 6 er taget nedstrøms det gamle sygehus. Prøven Skanderborg 7 er taget fra slamsugertanken. En nærmere beskrivelse af oplandet og de analyserede prøvers oprindelse gives i bilagene B og D. Resultaterne fra analysearbejdet gives i nedenstående skema.

Prøvebetegnelse	Afstand fra renseanlæg	Tørstof (TS) g/kg VV	Glødetab (OTS) g/kg TS	Kviksølv mg/kg TS	Kviksølv mg/kg OTS
Skanderborg 1	600 m	858	12	0,076	6,3
Skanderborg 2	950 m	850	6,5	2,7	415
Skanderborg 3	1300 m	811	5,3	0,25	47
Skanderborg 4	1400 m	601	99	160	1616
Skanderborg 5	2700 m	835	8,4	0,51	61
Skanderborg 6	850 m	801	10	6,5	650
Skanderborg 7	Slamtank	784	24	1,2	50

Kviksølvudblæsninger

Analyserne viser, at der er sket udblæsninger af kviksølv fra kviksølvstandrøret på det gamle fjernvarmeværk. Kviksølvstandrøret blev afmonteret i begyndelsen af 1980'erne.

Forureningskilder

I 1996 var den gennemsnitlige koncentration af kviksølv i spildevandsslammet på det kommunale renseanlæg 2,3 mg/kg TS. Analyseresultaterne indikerer stærkt at det gamle fjernvarmeværk udgør en forureningskilde, og at der i det interne kloaksystem på det gamle fjernvarmeværk ligger en pulje af kviksølv, hvorfra der fortsat tilføres kviksølv til kommunens kloaksystem/spildevandsslam.

Der er tillige begrundet formodning om, at det gamle sygehus også fortsat er en kilde til kviksølvsforurening, hvilket må afgøres på basis af prøver fra det interne kloaksystem på det gamle sygehus. Det kan endvidere ikke afvises, at dette også er tilfældet for affaldsforbrændingsanlægget, men dette kræver videregående undersøgelser.

4.2.3 Cadmium-resultater, Skanderborg

Undersøgelserne er foretaget i samme opland som beskrevet i ovenstående afsnit om kviksølv. Resultaterne fra analysearbejdet gives i nedenstående skema.

Prøve- betegnelse	Afstand fra renseanlæg	Tørstof (TS) g/kg VV	Glødetab (OTS) g/kg TS	Cadmium mg/kg TS	Cadmium mg/kg OTS
Skanderborg 1	600 m	858	12	0,29	24
Skanderborg 2	950 m	850	6,5	0,07	11
Skanderborg 3	1300 m	811	5,3	0,094	18
Skanderborg 5	2700 m	835	8,4	2,5	298
Skanderborg 6	850 m	801	10	0,13	13
Skanderborg 7	Slamtank	784	24	7,7	321

Forureningskilden

Analyseresultaterne peger entydigt på affaldsforbrændingsanlægget som kilden til cadmium-forureningen.

I 1996 var den gennemsnitlige koncentration af cadmium i spildevandsslammet på det kommunale renseanlæg 6,4 mg/kg TS.

4.2.4 Kviksølv-resultater, Hammel

Det undersøgte kloakopland i Hammel By i Hammel Kommune er delvis fælleskloakeret, delvis separatkloakeret. Prøverne Hammel 1 til Hammel 3 er taget i hovedkloakledningen fra det kommunale renseanlæg og opstrøms mod det gamle fjernvarmeværk. Prøven Hammel 4 er taget i de interne kloaksystem på det gamle fjernvarmeværk. Prøverne Hammel 5 og Hammel 6 er taget fra slamsugertanken. En nærmere beskrivelse af oplandet og de analyserede prøvers oprindelse gives i bilagene C og D. Resultaterne fra analysearbejdet gives i nedenstående skema.

Prøvebetegnelse	Afstand fra renseanlæg	Tørstof (TS) g/kg VV	Glødetab (OTS) g/kg TS	Kviksølv mg/kg TS	Kviksølv mg/kg OTS
Hammel 1	0 m	784	6,5	6,1	938
Hammel 2	1150 m	722	44	75	1705
Hammel 3	1850 m	725	29	5,3	183
Hammel 4	1950 m	981	44	35	795
Hammel 5	Slamtank	262	215	5,5	26
Hammel 6	Slamtank	731	30	7,2	240

Kviksølvudblæsninger

Analyserne viser, at der er sket udblæsninger af kviksølv fra kviksølvstandrøret på det gamle fjernvarmeværk. Kviksølvstandrøret blev afmonteret i begyndelsen af 1980'erne.

Forureningskilder

I 1996 var det gennemsnitlige indhold af kviksølv i spildevands-slammet på det kommunale renseanlæg 1,8 mg/kg TS. Analyseresultaterne indikerer stærkt, at det gamle fjernvarmeværk udgør en forureningskilde, og at der i det interne kloaksystem på det gamle fjernvarmeværk ligger en pulje af kviksølv, hvorfra der fortsat tilføres kviksølv til kommunens kloaksystem/spildevandsslam.

Om der tillige er andre kilder, der bidrager til det høje indhold af kviksølv i hovedkloakledningen, må afgøres på basis af mere omfattende undersøgelser af hovedkloaksystemet.

4.2.5 Kviksølv-resultater, Ryomgård

Det undersøgte kloakopland i byen Ryomgård i Midtdjurs Kommune er fælleskloakeret. Prøverne Ryomgård 1 til Ryomgård 4 er taget i hovedkloakledningen fra det kommunale renselanlæg og opstrøms mod det gamle fjernvarmeværk. Der er ikke i denne undersøgelse blevet udtaget prøver fra det interne kloaksystem på det gamle fjernvarmeværk. En nærmere beskrivelse af oplandet og de analyserede prøvers oprindelse gives i bilag D. Resultaterne fra analysearbejdet gives i nedenstående skema.

Prøvebetegnelse	Afstand fra renselanlæg	Tørstof (TS) g/kg VV	Glødetab (OTS) g/kg TS	Kviksølv mg/kg TS	Kviksølv mg/kg OTS
Ryomgård 1	0 m	761	12	1,3	108
Ryomgård 2	40 m	146	517	21	41
Ryomgård 3	220 m	201	221	20	91
Ryomgård 4	400 m	554	68	5,1	75

Kviksølvudblæsninger

Analyserne viser, at der er betydelige indhold af kviksølv i hovedkloakledningen. Forureningen hidrører antageligt fra kviksølvudblæsninger på det gamle fjernvarmeværk, idet der i 1996 blev målt et kviksølvindhold på 50.000 mg/kg TS i en prøve fra det interne kloaksystem /9/. Der var installeret kviksølvstandrør på det gamle fjernvarmeværk i perioden 1959-1980.

Kloakoprensning

Tilbage i 1991 og 1992 registrerede Midtdjurs Kommune betydelige koncentrationer af kviksølv i spildevandsslammet på det kommunale renselanlæg (mellem 5 og 17 mg/kg TS). Som følge heraf blev en del af hovedkloakledningerne oprenset i efteråret 1993, herunder hovedkloakledningen fra renselanlægget til det gamle fjernvarmeværk.

Oprensningen resulterede i væsentlig højere kviksølvkoncentrationer i spildevandsslammet i en periode efter oprensningen. I december 1993 var indholdet således 43 mg/kg TS. Gennem 1994 klingede de høje koncentrationer noget af, og i marts 1995 var koncentrationen nede på 1,6 mg/kg TS. Siden har kviksølvkoncentrationerne i spildevandsslammet stabiliseret sig næsten på dette relativt lave niveau. I 1996, 1997 og 1998 var gennemsnitsværdierne således på hhv. 1,7-1,8 og 1,8 mg/kg TS.

Forureningskilden

Der er ud fra analyseresultaterne begrundet formodning om, at der i det interne kloaksystem på det gamle fjernvarmeværk ligger en pulje af kviksølv, hvorfra der fortsat tilføres kviksølv til kommunens kloaksystem/spildevandsslam.

4.2.6 Kviksølv-resultater, Lading

Det undersøgte kloakopland i byen Lading i Hammel Kommune er separatkloakeret. Prøven Lading 1 er taget i hovedkloakledningen 400 m opstrøms for det kommunale renselanlæg. En nærmere beskrivelse af oplandet og de analyserede prøvers oprindelse gives i bilag C. Resultaterne fra analysearbejdet gives i nedenstående skema.

Prøvebetegnelse	Afstand fra renselanlæg	Tørstof (TS) g/kg VV	Glødetab (OTS) g/kg TS	Kviksølv mg/kg TS	Kviksølv mg/kg OTS
Lading 1	400 m	692	20	0,067	3,4

Baggrundsniveau

Lading by er et landsbysamfund uden kendte udledninger af kviksølv fra punktkilder. Prøvens kviksølvkoncentration repræsenterer kviksølv-niveauet i et ubelastet kloakopland. Niveauet ligger væsentligt under den gældende kviksølv-grænseværdi på 0,8 mg/kg TS for spildevandsslam, som udbringes på dyrkningsjord.

5 Konklusion

Kviksølvstandrør

Der er konstateret kviksølvforurening i det interne kloaksystem på de fire i undersøgelse involverede gamle fjernvarmeværker. I alle fire tilfælde har der været installeret kviksølvstandrør. Tidligere udblæsninger af kviksølv på disse værker udgør fortsat en kilde til høje kviksølvkoncentrationer i spildevandsslammet fra de nædenfor liggende kommunale spildevandsrensningsanlæg.

Det må antages, at de konstaterede forhold på de fire involverede gamle fjernvarmeværker også er gældende generelt for landets øvrige ca. 300 ældre varmeværker med kviksølvstandrør. Undersøgelsen bekræfter således, at der gennem tiden ved uheld er tabt betydelige mængder kviksølv fra installationerne på de gamle varmeværker.

Oprensning

Erfaringerne fra de oprensninger af kloaksystemer med tungmetalloldigt kloakslam, som en række kommuner har gennemført i første halvdel af 1990-erne, jfr. bl.a. afsnit 4.2.5 og bilag 5, har demonstreret, at indholdet af tungmetaller i spildevandsslammet på det kommunale renseanlæg herved bliver væsentligt reduceret.

Kildeopsporing

Den afprøvede metode til kildeopsporing og oprensning med brug af genbrugsslamsuger har vist sig effektiv og enkel. Metoden kan med fordel integreres i den forebyggende ren- og vedligeholdelse af kloaksystemet, hvorved udgifterne til kildeopsporingen stort set vil begrænse sig til analyseudgifterne.

6 Projektopfølgning

Indgreb overfor kviksølvudledning

Der synes behov for at få standset udledning af kviksølv fra de gamle varmekærter til de kommunale kloakanlæg. Uden sådanne indgreb vil tiltag mod øvrige kilder have begrænset værdi, ligesom effekten af normale kloakoprensninger vil være af ret kortvarig karakter.

Pilotprojekt

Det foreslås derfor, at der gennemføres et samlet pilotprojekt med henblik på at dokumentere den langsigtede effekt af en oprensning af de mest tungmetalbelastede strækninger og brønde i et kloakopland. Målsætningen skal være opnåelse af en permanent reduktion af tungmetalindholdet i spildevandsslammet fra kommunale renselanlæg til koncentrationsniveauer, som sikrer, at slammet uanset fosforindholdet lovligt kan udbringes på landbrugsjord.

Genbrugsslamsugereren

I pilotprojektet bør der indgå afprøvninger og forsøg med henblik på dokumentation og eventuel forbedring af genbrugsslamsugerens effektivitet til oprensning af tungmetaller fra kloakledninger samt forsøg med behandling/rensning af det genbrugte spulevand.

Autorisation af slamsugerfirmaer

For at sikre en miljømæssig forsvarlig håndtering af det oprensede tungmetalholdige kloakslam og en ensartet prøvetagning og analysering kan det tillige overvejes at etablere en autorisationsordning for slamsugerfirmaer med retningslinier for spulearbejde m.v. i lighed med den ordning, der kendes for firmaer, der udfører TV-inspektion af kloakledninger. I ordningen skal også indgå et uddannelsesprogram for personale, der betjener slamsugerne og forestår udtagning af repræsentative prøver.

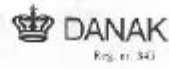
Litteratur

1. Bjørn, C. (1995). *Udledning af kviksølv fra fjernvarmeværker/varmecentraler til kloaksystemet*. Specialerapport. RUC.
2. Miljøstyrelsen (1978). *Anvendelsesområder og muligheder for at reducere kviksølvsforureningen*. Rapport fra en arbejdsgruppe.
3. COWIconsult (1985). *Forbrug og forurening med kviksølv i Danmark. Materialestrømsanalyse*.
4. Pedersen, K., Abildgård, J. (1994). *Kviksølvudslip fra ældre fjernvarmeværker*. FJERNVARMEN 2/94.
5. Christiansen, K., m.fl. (1989). *Prioritering af mulighederne for indsamling af miljøfarlige stoffer og produkter i husholdnings- og erhvervsaffald*. Rapport fra DTI. Udført for Københavns Kommunes Miljøkontrol.
6. Harrekilde, D., Klindt, J.E. *Kviksølvforurening ved et fjernvarmeværk*. INFO-NYT nr. 11.
7. Christensen, J., Bøgh Christensen, M. (1991). *Identifikation af tungmetaltholdige udledninger ved undersøgelse af biofilm*. Afgangprojekt. Aalborg Universitetscenter.
8. Østergaard Sørensen, G., Bach Andersen, H. (1992). *Tungmetalloptag i biofilm - Identifikation af tungmetalkilder i afløbssystemer ved undersøgelse af biofilm*. Afgangprojekt. Aalborg Universitetscenter.
9. Samfundsteknik (1996). *Undersøgelse af kviksølvforurening på det gamle fjernvarmeværk i Ryomgård*. Udført for Århus Amt.
10. Akselbo, K. (1966). *Opvarmningsanlæg med cirkulerende væsker*. Udgivet af Arbejderbeskyttelsesfondet.
11. NNR Rådgivende Ingeniører og Planlæggere (1997). *Kviksølvindhold i slam fra Renseanlæg Vest*. Udarbejdet for Aalborg Kommune.

Bilag A

Analysecertifikater for prøver udtaget
22. januar 1999

Prøvebetegnelse	Prøvemærke	Beskrivelse
Mørke 1	Brønd før INDLØB	Prøve opsamlet direkte i prøveflaske fra brønd før indløb i renseanlæg
Mørke 2	Brønd nr. 10	Prøve opsamlet direkte i prøveflaske fra brønd på mark uden spuling, lavt %-fald
Mørke 3	Foran ovf.	Prøve fra spulet ledning foran overfald med overgang fra ø110cm til ø40cm ledning
Mørke 4	Prøve nr. 5	Prøve fra spulet ledning på Parkvej 250 m nedstrøms fjernvarmeverk
Mørke 5	Prøve nr. 4 Parkvej	Prøve fra spulet ledning på Parkvej 50 m nedstrøms fjernvarmeverk
Mørke 6	FjV.	Prøve taget med skovl i brønd på fjernvarmeverkets grund
Mørke 7	Slam Vand	Prøve fra slamsugertank af ufiltreret spulevand efter dagens spulearbejde opsamlet direkte i prøveflaske
Mørke 8	Bund slamsuger	Prøve fra slamsugertank af kloakslam efter dagens spulearbejde opsamlet direkte i prøveflaske



Firms Peder Jensen
Skæring Havnvej 69
8250 Egå

Journal nr.: U199-00074-01
Side 1 af 1 28.01.1999 LMS

Undersøgelse af Slam

Mærkning: FJV,
 Prøvetager: Rekvirent, -
 Prøve udtaget: 22.01.1999
 Slut: 22.01.1999
 Modtaget: 25.01.1999
 Analyse påbegyndt: 25.01.1999
 Afsluttet: 28.01.1999

Undersøgelse	Resultat	Enhed	Metode	CV%
Tørstof	641000	mg/kg VV	DS 204	
#Glødestof, total	50100	mg/kg TS	DS 204	2
Kviksølv	230	mg/kg TS	Cold v.	11

Med venlig hilsen
Anders K. Svaneborg

Anders K. Svaneborg

Undersøgelser udføres i henhold til de officielle metoder.
 Analyseresultaterne er udtryk for den prøvde prøve.
 Analyseresultaterne er ikke garanteret, medmindre andet er fastslået.

A/S AnalyCen
 Vestersøvej 4
 DK-7000 Fredericia
 Telefon (+45) 75 94 10 30
 Telefax (+45) 75 94 90 87
 e-mail: analycen@danlab.dk

A/S AnalyCen
 Agade 9, 1. etage
 DK-7520 Ølve
 Telefon (+45) 78 70 47 90
 Telefax (+45) 78 70 47 37
 e-mail: danlab@danlab.dk

A/S AnalyCen
 Vester Skovvej 3
 DK-2820 Århus
 Telefon (+45) 86 85 00 30
 Telefax (+45) 86 85 00 32
 e-mail: danlab@danlab.dk



Firma Peder Jensen
Skæring Havvej 69
8250 Egå

Journal nr.: 0199-00075-01
Side 1 af 1 28.01.1999 LMO

Undersøgelse af Slam

Mærkning:
Prøvetager:
Prøve udlaget: 22.01.1999
Slut: 22.01.1999
Modtaget: 25.01.1999
Analyse påbegyndt: 25.01.1999
Afsluttet: 28.01.1999

Brønd nr. 10
Rekvirent: -

Undersøgelser	Resultat	Enhed	Metode	CV%
Tørstof	159000	mg/kg VV	DS 204	
#Glødetab, total	184000	mg/kg TS	DS 204	2
Kviksolv	3,1	mg/kg TS	Cold v.	11

Med venlig hilsen
Anders K. Svaneborg

Anders K. Svaneborg

Undersøgelserne er ikke omfattet af akkrediteringen.
 Analyseprocedurerne vedrører kun det prøvede område.
 Anvendelsesområdet er ikke prøvet, indtager i sin helhed.

A/S AnalyCen
 Vestergade 4
 DK-7000 Fredericia
 Telefon (+45) 78 94 95 83
 Telefax (+45) 78 94 90 37
 e-mail: analyse@analycen.dk

A/S AnalyCen
 Agersø 9, Fårø
 DK-7320 Øbø
 Telefon (+45) 76 70 47 90
 Telefax (+45) 76 70 47 37
 e-mail: analyse@forso@analycen.dk

A/S AnalyCen
 Næstved Skovvej 3
 DK-4700 Næstved
 Telefon (+45) 56 98 00 92
 Telefax (+45) 56 98 00 37
 e-mail: analyse@nastved@analycen.dk

Firma Peder Jensen
Skæring Havnvej 69
8250 Egå

Journal nr.: U199-00076-01
Side 1 af 1 23.01.1999 LMJ

Undersøgelse af Slam

Mærkning:	Brønd for ENDLOB
Prøvetager:	Rekvirent: -
Prøve udtaget:	22.01.1999
Slut:	22.01.1999
Modtaget:	25.01.1999
Analyse påbegyndt:	25.01.1999
Afsluttet:	28.01.1999

Undersøgelse:	Resultat	Enhed	Metode	CV%
Tørstof	126000	mg/kg VV	DS 204	
#Gledetab, total	277000	mg/kg TS	DS 204	2
Kviksolv	0,28	mg/kg TS	Cold v.	11

Med venlig hilsen
Anders K. Svaneborg

Anders K. Svaneborg

Inkorporation number # or the content of this certificate:
AnalyCen's report number can be provided upon
AnalyCen's report number is provided, unless it is hidden

A/S AnalyCen
Haldensvej 4
DK-7000 Fredensborg
Tlf: (+45) 25 94 50 50
Telefax: (+45) 75 94 50 37
e-mail: analycen@analycen.dk

A/S AnalyCen
Agace 3, Fure
DK-2935 Ølve
Tlf: (+45) 76 70 47 30
Telefax: (+45) 76 70 47 37
e-mail: analycen_fure@analycen.dk

A/S AnalyCen
Vester Skovvej 3
DK-0800 Århus
Tlf: (+45) 86 98 98 50
Telefax: (+45) 86 98 00 37
e-mail: analycen_cen@analycen.dk



Firma Peder Jensen
Skæring Havvej 69
8250 Egå

Journal nr.: U199-00077-01
Side 1 af 1 28.01.1999 LMU

Undersøgelse af Slam

Mærkning:	Dund slamsuger
Prøvetager:	Rekvirent, -
Prøve udtaget:	22.01.1999
Slut:	22.01.1999
Modtaget:	25.01.1999
Analyse påbegyndt:	25.01.1999
Afsluttet:	28.01.1999

Undersøgelser	Resultat	Enhed	Metode	CV%
Tierstof	693000	mg/kg VV	DS 204	
Glødetab, total	35100	mg/kg TS	DS 204	2
Kviksalv	1,4	mg/kg TS	Cold v.	11

Med venlig hilsen
Anders K. Svaneborg

Anders K. Svaneborg

Undersøgelsen er udført i henhold til de gældende standarder.
Analyseprocedurerne følger de danske standarder.
Analyseprocedurerne er tilgængelige i henhold til de gældende standarder.

A/S AnalyCen
Vesterballevej 4
DK-7000 Fredericia
Telefon (+45) 75 54 50 39
Telefax (+45) 75 94 50 37
e-mail: analycen@danlabas.dk

A/S AnalyCen
Apoteke 8, Farne
DK-7320 Ølsted
Telefon (+45) 78 70 47 92
Telefax (+45) 78 70 47 97
e-mail: analycen.farne@danlabas.dk

A/S AnalyCen
Nytorv Skovvej 3
DK-8900 Aars
Telefon (+45) 96 98 00 98
Telefax (+45) 96 98 00 27
e-mail: analycen.aars@danlabas.dk

Firma Peder Jensen
Skæring Høvvej 69
8250 Ege

Journal nr.: L199-00078-01
Side 1 af 1 28.01.1999 LMJ

Undersøgelse af Slam

Mærkning:	Foran evt.
Provetager:	Rekvirent, -
Prove udtaget:	22.01.1999
Slut:	22.01.1999
Mødtaget:	25.01.1999
Analyse påbegyndt:	25.01.1999
Afsluttet:	28.01.1999

Undersøgelser	Resultat	Enhed	Metode	CV%
Tørstof	832000	mg/kg VV	DS 204	
#Gledetab, total	15700	mg/kg TS	DS 204	2
Kvikselv	0,15	mg/kg TS	Cold v.	11

Med venlig hilsen
Anders K. Svaneborg

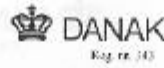
Anders K. Svaneborg

Undersøgelserne er udført i henhold til de gældende
Analyseprocedurer ved det danske Jordvandscenter.
Analyseprocedurerne er ikke offentliggjorte, indtægten er betalt.

A/S AnalyCen
København
DK-7000 Furesø
Telefon (+45) 75 54 50 50
Telefax (+45) 75 54 50 27
e-mail: analyse@analycen.dk

A/S AnalyCen
Ågude 4, Fårnø
DK-7200 Grøntoft
Telefon (+45) 76 79 47 30
Telefax (+45) 76 79 47 37
e-mail: analyse_firne@analycen.dk

A/S AnalyCen
Aster Skovvej 2
DK-5800 Århus
Telefon (+45) 86 85 00 33
Telefax (+45) 86 80 40 37
e-mail: analyse@analycen.dk



Firma Peder Jensen
Skæring Havvej 69
8250 Egå

Journal nr.: U199-00079-01
Side 1 af 1 28.01.1999 LMI

Undersøgelse af Slam

Mærkning: Prøve nr. 5
Prøvetager: Rekvirent: -
Prøve udtaget: 22.01.1999
Slut: 22.01.1999
Modtaget: 25.01.1999
Analyse påbegyndt: 25.01.1999
Afsluttet: 28.01.1999

Undersøgelser	Resultat	Enhed	Metode	CV%
Tørstof	667000	mg/kg VV	DS.204	
#Gledetab, total	44000	mg/kg TS	DS.204	2
Kvikselv	1,6	mg/kg TS	Cold v.	11

Med venlig hilsen
Anders K. Svaneborg

Anders K. Svaneborg

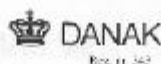
Undersøgelser udført i et ikke-certificeret laboratorie.
Analyseoplysninger kan derfor være usikre.
Analyseoplysninger må ikke bruges som bevis i retssager.

A/S AnalyCen
Vestertoldvej 4
DK-7000 Fredericia
Telefon (+45) 76 94 60 00
Telefax (+45) 76 94 60 37
e-mail: analycen@analycen.dk

A/S AnalyCen
Apotek 9, Faxe
DK-4800 Ølsoe
Telefon (+45) 76 70 47 90
Telefax (+45) 76 70 47 77
e-mail: analycen@analycen.dk

A/S AnalyCen
Vester Skovvej 5
DK-2800 Arnsbo
Telefon (+45) 96 86 06 00
Telefax (+45) 96 86 06 17
e-mail: analycen@analycen.dk

Firma Peder Jensen
Skæring Havvej 69
8250 Egå



Journal nr.: U199-00086-01
Side 1 af 1 29.01.1999 LMF

Undersøgelse af Slam

Markning:	Prøve nr. 4 Parkvej
Prøvetager:	Rekvirent, -
Prøve udtaget:	22.01.1999
Slut:	22.01.1999
Modtaget:	25.01.1999
Analyse påbegyndt:	25.01.1999
Afsluttet:	29.01.1999

Undersøgelse	Resultat	Enhed	Metode	CV%
Tørstof	98000	mg/kg VV	DS 204	
#Glødetsb, total	94400	mg/kg TS	DS 204	2
Kvikselv	7,9	mg/kg TS	Cold v.	11

Med venlig hilsen
Anders K. Svaneborg

Anders K. Svaneborg

Undersøgelse med henblik på analyse af dildforurening.
Analyseapparatet vedrører kun den periode, ses.
Analyseapparatet vil ikke give et resultat i sin helhed.

A/S AnalyCen
Vestergade 4
DK-7000 Fredensborg
Telefon (+45) 75 94 92 90
Telefax (+45) 75 94 90 97
E-mail: analycen@analycen.dk

A/S AnalyCen
Ågads 3, Fårø
DK-7323 Gårup
Telefon (+45) 78 70 47 90
Telefax (+45) 78 70 47 37
E-mail: analycen_kanal@analycen.dk

A/S AnalyCen
Næstved (Roskilde) 3
DK-4600 Aars
Telefon (+45) 56 96 00 00
Telefax (+45) 56 96 00 37
E-mail: analycen.nst@analycen.dk



Firma Peder Jensen
Skæring Høvevej 69
8250 Egå

Journal nr.: U199-00081-01
Side 1 af 1 28.01.1999 LMB

Undersøgelse af Slam

Mærkning:	Slam Vand
Prøvetager:	Rekvirent, -
Prøve udtaget:	22.01.1999
Slut:	22.01.1999
Modtaget:	25.01.1999
Analyse påbegyndt:	25.01.1999
Afsluttet:	28.01.1999

Undersøgelser	Resultat	Enhed	Metode	CV%
Tørstof	247000	mg/kg VV	DS 204	
#Glødetab, total	136000	mg/kg TS	DS 204	2
Kviksalv	6,7	mg/kg TS	Cold v.	11

Med venlig hilsen
Anders K. Svaneborg

Anders K. Svaneborg

Undersøgelser udført efter de officielle metoder af akkrediterede laboratorier.
Analyserapporter vedrører kun de i prøverne opførte stoffer.
Alle læsninger er med tillæg af gravimetry og udtages i et laboratorium.

A/S AnalyCen
Vestermøllevej 4
DK-7000 Fredenborg
Telefon (+45) 75 94 80 30
Telefax (+45) 75 94 80 37
e-mail: analycen@analycen.dk

A/S AnalyCen
Ågade 3, Høne
DK-7023 Givø
Telefon (+45) 75 70 47 80
Telefax (+45) 75 70 47 37
e-mail: analycen_lamb@analycen.dk

A/S AnalyCen
Vester Skæringvej 3
DK-8600 Århus
Telefon (+45) 86 54 00 20
Telefax (+45) 86 48 00 37
e-mail: analycen@arhustanalycen.dk

Bilag B

Analysecertifikater for prøver udtaget 27. januar 1999

Prøvebetegnelse	Prøvemærke	Beskrivelse
Skanderborg 1	Prøve 4	Prøve fra spulet ledning nedstrøms affaldsforbrændingsanlæg og det gamle fjernvarmeværk. Stor ledning, meget strøm
Skanderborg 2	Prøve 2	Prøve fra spulet ledning nedstrøms det gamle fjernvarmeværk. Lavt %-fald
Skanderborg 3	P 1	Prøve fra spulet ledning nedstrøms det gamle fjernvarmeværk. Stort %-fald
Skanderborg 5	Prøve 7	Prøve fra spulet ledning yderst i kloakopland nedstrøms affaldsforbrændingsanlæg. Sortfarvet sand og grus
Skanderborg 6	Prøve 6	Prøve fra spulet ledning nedstrøms det gamle sygehus. Ledningen oprenset for 2 år siden. Lavt %-fald
Skanderborg 7	Bund-sand	Prøve fra slamsugertank af kloakslam efter dagens spulearbejde opsamlet direkte i prøveflaske

Firma Peder Jensen
Skarring Høvevej 69
8250 Egå

Journal nr.: U199.00114
11.02.1999 LMG Side 1 af 3

Undersøgelse af Slam

Mærkning:	Miljøstyrelsen/kloakslam
Provetager:	Relevirent, -
Modtaget:	29.01.1999
Analyse påbegyndt:	29.01.1999
Afsluttet:	10.02.1999



Tel. 75 94 52 55 ind.14

Undersøgelserne er ikke verbale af sikkerhedsgrunde.
Analyserapporten vedlægges kun det pårørende firma.
Analyseoplysningerne vil ikke gives videre, med mindre der er tilladelse.

A/S AnalyCen
Vesterballevej 4
DK-2000 Fredericia
Telefon (+45) 75 94 50 50
Telefax (+45) 75 94 50 57
e-mail: analycen@analycen.dk

A/S AnalyCen
Agade 5, Faxe
DK-4321 Gælle
Telefon (+45) 76 70 47 30
Telefax (+45) 76 70 47 37
e-mail: analycen_faxe@analycen.dk

A/S AnalyCen
Vester Stevnvej 2
DK-2850 Århus
Telefon (+45) 86 55 00 50
Telefax (+45) 86 55 00 57
e-mail: analycen_aars@analycen.dk

Firma Peder Jensen
Skæring Havvej 69
8250 Egå

Undersøgelse af Slam

Mærkning: Miljøstyrelsen/kloakslam
Prøvetager: Rekvirent -
Modtaget: 29.01.1999
Analysø påbegyndt: 29.01.1999
Afsluttet: 10.02.1999

Labenummer: 01 02 03 04
Prøve ID: P 1 Prøve 2 Prøve 4 Prøve 6
Prøvestartdato: 27.01.1999 22.01.1999 27.01.1999 27.01.1999

Undersøgelse	Metode	CV %	Enhed	Resultater			
Kviksølv	Gold v.	11	mg/kg TS	0,23	2,7	0,076	6,5
Cadmium	DS 2211	4	mg/kg TS	0,091	0,070	0,25	0,13
Formet	DS 204		mg/kg VV	81000	85000	83000	80000
Glucostat, total	DS 201	2	mg/kg TS	5300	6500	12000	10000

Undersøgelser markeret R er ikke omfattet af akkrediteringen.
Analyseprocedurer vedrører kun de prøvede stoffer.
Analyseprocedurer med ikke-gennemgået undersøgelse i sin helhed.

Tel. 32 94 33 25 10 16

A/S AnalyCen
Næstvedvej 4
DK 7100 Frederiksø
Telefon (+45) 75 94 50 33
Telefax (+45) 75 94 50 37
e-mail: analycen@analycen.dk

A/S AnalyCen
Ågade 9, Fure
DK-7322 Givø
Telefon (+45) 76 70 47 50
Telefax (+45) 76 70 47 37
e-mail: kruk@analycen.dk

A/S AnalyCen
Vester Skovvej 3
DK 8503 Aars
Telefon (+45) 98 28 40 30
Telefax (+45) 98 28 00 07
e-mail: analyse@analycen.dk

Firma Peder Jensen
Skæring Havvej 69
8250 Ege

Journal nr.: U199-00114
11.02.1999 LNU Side 3 af 3

Undersøgelse af Slam

Mærkning:	Miljøovervejen/kloakslam
Provetager:	Rekvirent: -
Modtaget:	29.01.1999
Analyse påbegyndt:	29.01.1999
Afsluttet:	10.02.1999

Løbenummer	05	06
Prove ID	Prove 7	Hand-sand
Provestardato	27.01.1999	27.01.1999

Undersøgelser	Metode	CV %	Enhed	Resultater	
Kviksand	Colt v.	11	mg/kg TS	0,51	1,2
Cadmium	DS 2211	5	mg/kg TS	2,5	7,7
Torsaf	DS 204		mg/kg VV	835000	78000
AgIodemb. wt)	DS 204	2	mg/kg TS	8400	24000

Med venlig hilsen

Anders K. Svaneborg
Anders K. Svaneborg

Tel. 75 94 53 55 fax 76

Undersøgelse udført i et labor. i overensstemmelse med
Analyseplanen vedrørende kloakslam og
Analyseplanen vedrørende jord og jordbunden

A/S AnalyCen
Kustvej 11
DK-7400 Fredericia
Telefon (+45) 75 94 53 50
Telefax (+45) 75 94 53 57
E-mail: analycen@analycen.dk

A/S AnalyCen
Ågøds 9 Torne
DK-7423 Ege
Telefon (+45) 75 70 47 30
Telefax (+45) 75 70 47 37
E-mail: analycen_firma@analycen.dk

A/S AnalyCen
Vester Skovvej 51
DK-8600 Åbenrå
Telefon (+45) 86 98 00 89
Telefax (+45) 86 98 00 57
E-mail: analycen_cas@analycen.dk

Bilag C

Analysecertifikater for prøver udtaget 2. februar 1999

Prøvebetegnelse	Prøvemærke	Beskrivelse
Hammel 1	Prøve ovf.	Prøve fra spulet ledning ved overfald på renseanlæg
Hammel 2	Prøve nr. 2	Prøve fra spulet ledning nedstrøms det gamle fjernvarmeverk og sygehus. Lavt %-fald. Meget slam i ledning
Hammel 3	Prøve nr. 1	Prøve fra spulet ledning 100 m nedstrøms det gamle fjernvarmeverk. Ledning renses for et par år siden
Hammel 5	Vand sl.su	Prøve fra slamsugertank af ufiltreret spulevand efter dagens spulearbejde opsamlet direkte i prøveflaske
Hammel 6	Sand sl.su	Prøve fra slamsugertank af kloakslam efter dagens spulearbejde opsamlet direkte i prøveflaske
Lading 1	Lading by	Prøve fra spulet ledning i ubelastet kloakopland. Repræsenterer baggrundsværdi



Firma Peder Jensen
Skæring Høvvej 69
8250 Egå

Journal nr.: U199-00136
24.02.1999 AKS Side 1 af 3

Undersøgelse af Slam

Mærkning:	Prøve nr. 1
Prøvetager:	Rekvirent, -
Modtaget:	03.02.1999
Analyse påbegyndt:	03.02.1999
Afsluttet:	19.02.1999

[The following table contains extremely faint text and is largely illegible.]

Tel. 21 94 51 50 lok. 16

Undersøgelser udføres kun i henhold til akkrediteringen.
Analyserapporten vedlæses kun det private ansøg.
Analyserapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed.

A/S AnalyCen
Veierstrømsvej 4
DK-7000 Fredericia
Telefon (+45) 76 54 50 10
Telefax (+45) 76 54 50 37
e-mail: analycen@danak.com.dk

A/S AnalyCen
Agade 3, Isene
DK-7342 Givø
Telefon (+45) 76 70 47 32
Telefax (+45) 76 70 47 37
e-mail: analycen.isene@analycen.dk

A/S AnalyCen
Veier Strømsvej 3
DK-9802 Assø
Telefon (+45) 96 58 00 90
Telefax (+45) 96 58 00 22
e-mail: analycen.assoe@analycen.dk

Firma Peder Jensen
Skæring Havvej 69
8250 Egå

Journal nr.: U199-00136
24.02.1999 AKS Side 2 af 3

Undersøgelse af Slam

Mærkning: Prøve nr. 1
 Prøvetager: Rekvisitent, -
 Modtaget: 03.02.1999
 Analyse påbegyndt: 03.02.1999
 Afsluttet: 19.02.1999

Løbenummer	01	02	03	04
Prøve ID	Prøve nr 1	prøve nr 2	Ladning by	prøve ort.
Prøvestartdato	02.02.1999	02.02.1999	02.02.1999	02.02.1999

Undersøgelse	Metode	CV %	Enhed	Resultater			
Kviksand	Cold v.	11	mg/kg TS	5,3	75	0,067	6,1
Tærsel	DS 204		mg/kg VV	725000	722000	692000	784000
#Glacetsb, total	DS 204	?	mg/kg TS	29000	44000	20000	6500

Undersøgelser udføres efter de i alle områder af akkrediteringen
 Analyseresultater udføres kun det påkrævede
 Ansvarsposter vil ikke pågives, undtagen i de tilfælde

Tel. 75 94 23 22 300.15

A/S AnalyCen
 Vesterballevej 4
 DK-7800 Fredericia
 Telefon (+45) 75 94 23 22
 Telefax (+45) 75 94 50 37
 e-mail: analycen@analycen.dk

A/S AnalyCen
 Agade St. Fåre
 DK-7320 Greve
 Telefon (+45) 75 70 47 30
 Telefax (+45) 75 70 47 37
 e-mail: analycen_fare@analycen.dk

A/S AnalyCen
 Vester Skovvej 1
 DK-4900 Aars
 Telefon (+45) 96 96 00 30
 Telefax (+45) 96 96 00 37
 e-mail: analyse@analycen.dk

Firma Peder Jensen
Skæring Havvej 69
8250 Egå

Journal nr.: U199-00136
24.02.1999 AKS Side 3 af 3

Undersøgelse af Slam

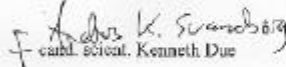
Mærkning:	Prøve nr. 1
Prøvetager:	Rekvirant, -
Mødtiget:	03.02.1999
Analyse påbegyndt:	03.02.1999
Afsluttet:	19.02.1999

Løbenummer	65	65
Prøve ID	Sand sl.su	Vand sl.su
Prøvestartdato	02.02.1999	02.02.1999

Undersøgelser	Metode	CV %	Enhed	Resultater	
Kviksolv	Colcl r.	11	mg/kg TS	9,2	5,5
Tørstof	DS 204		mg/kg VV	731000	262000
#Glødetab, total	DS 204	2	mg/kg TS	30000	215000

Prøvematerialet er meget uhomogen

Med venlig hilsen:


 cand. scient. Kenneth Due

Undersøgelse udført i et af de certificerede laboratorier.
Analyseopgøret udført i henhold til prøvemetoden
Analysemetoden er beskrevet i standarden EN 12543

Tel. 75 94 55 55 jeb.16

A/S AnalyCen
Nobelsvej 4
DK-7000 Fredensborg
Telefon (+45) 75 94 55 55
Telefax (+45) 75 94 55 37
e-mail: analycen@analycen.dk

A/S AnalyCen
Årsten 5, Fårup
DK-7260 Give
Telefon (+45) 76 70 47 30
Telefax (+45) 76 70 47 37
e-mail: analyse@analycen.dk

A/S AnalyCen
Nobelsvej 3
DK-4000 Århus
Telefon (+45) 96 80 00 30
Telefax (+45) 96 80 00 37
e-mail: analycen.ars@analycen.dk

Bilag D

Analysecertifikater for prøver udtaget 10. februar 1999

Prøvebetegnelse	Prøvemærke	Beskrivelse
Ryomgår d 1	Sandf. R.	Prøve opsamlet direkte i prøveflaske fra sandfang på renseanlægget
Ryomgår d 2	Industriv.	Prøve taget med dejskraber pga. beskeden mængde slam i hovedkloakledning
Ryomgår d 3	Slotsgade	Prøve taget med dejskraber pga. beskeden mængde slam i hovedkloakledning
Ryomgår d 4	Markedsg.	Prøve fra spulet ledning tæt på det gamle fjernvarmeværk
Skanderborg 4	g.af.S Fjv.	Prøve taget med ske fra gulvafløb på det gamle fjernvarmeværk i Skanderborg
Hammel 4	g.af.H.FjV.	Prøve taget med ske fra gulvafløb på det gamle fjernvarmeværk i Hammel

Firma Peder Jensen
Skæring Havvej 69
8250 Egå

Journal nr.: U199-00201
24.02.1999 AKS Side 1 af 3

Undersøgelse af slam

Mærkning:	Gulvfløb Skanderbo Fjv.
Prøvetager:	Relvirent, -
Modtaget:	11.02.1999
Analyse påbegyndt:	11.02.1999
Afsluttet:	19.02.1999

Parameter	Resultat	Enhedsenhed	Reference

Tlf. 75 94 33 55 lok 16

Undersøelse støttet af de lokale myndigheder.
Analyseopgøret vil være kendetegnet ved:
Analyseopgøret vil blive gennemført i samarbejde med den lokale myndighed.

A/S AnalyCen
Tjørnsbovej 4
DK-7000 Fredericia
Telefon (+45) 75 94 56 30
Telefax (+45) 75 94 50 37
e-mail: analycen@analycen.dk

A/S AnalyCen
Agade 9, Farø
DK-7520 Give
Telefon (+45) 78 70 47 30
Telefax (+45) 78 70 47 37
e-mail: analycen_faroe@analycen.dk

A/S AnalyCen
Vester Skovvej 3
DK-8600 Århus
Telefon (+45) 86 08 00 30
Telefax (+45) 86 98 00 37
e-mail: analycen_aars@analycen.dk

Firma Peder Jensen
Skæring Havvej 69
8250 Isgå

Journal nr.: U199-00201
24.02.1999 AKS Side 3 af 3

Undersøgelse af slam

Mærkning: Galvalleb Skanderbo FJV.
Prøvetager: Røkvirent, -
Modtaget: 11.02.1999
Analyse påbegyndt: 11.02.1999
Afsluttet: 19.02.1999

Løbsnummer: 05 06
Prøve ID Slotgade Industriv.
 Prøvestartdato: 10.02.1999 19.02.1999

Undersøgelser	Metode	CV %	Enhed	Resultater	
Kviksølv	Cold v.	11	mg/kg TS	20	21
Tenest	DS 204		mg/kg VV	201000	146000
#Gledetal, total	DS 204	2	mg/kg TS	221000	317000

Prøvematerialet er uhomogent

Med venlig hilsen

Anders K. Svendsen
 cand. scient. Kenneth Due

Tel. 35 94 52 25 k&k 14

Undersøgelser medfører et lille udvalgt af sikkerhedsregler.
 Analyseresultaterne er udarbejdet på det påkrævede materiale.
 Analyseresultaterne kan dog givevis, ændres i ombehod.

 **A/S AnalyCen**
 Vesterballevej 4
 DK-7000 Fredericia
 Telefon (+45) 76 94 82 20
 Telefax (+45) 76 94 82 37
 e-mail: analycen@analycen.dk

A/S AnalyCen
 Agade S. Tårn
 DK-7320 Give
 Telefon (+45) 76 70 47 30
 Telefax (+45) 76 70 47 37
 e-mail: analycen_sime@analycen.dk

A/S AnalyCen
 Vester Skovvej 3
 DK-8000 Århus
 Telefon (+45) 96 98 02 92
 Telefax (+45) 96 98 00 97
 e-mail: analycen_aa@analycen.dk



Firma Peder Jensen
Skæring Havvej 69
8250 Egå

Journal nr.: U199-00201
24.02.1999 AKS Side 2 af 3

Undersøgelse af slam

Mærkning: Gulvafløb Skanderbo FjV.
 Prøvetager: Rekvirent, -
 Modtaget: 11.02.1999
 Analyse påbegyndt: 11.02.1999
 Afsluttet: 19.02.1999

Lebenummer	01	02	03	04
Prove ID	g.af.S.FjV	g.af.H.FjV	Sandf. R.	Markedg.
Prøvestartdato	19.02.1999	10.02.1999	10.02.1999	10.02.1999

Undersøgelser	Metode	CV %	Enhed	Resultater			
Kvikadv.	Cold v.	11	mg/kg TS	160	35	1,3	5,1
Tindof	DS.204		mg/kg VV	601000	981000	761000	554000
#Glødetab, total	DS 204	2	mg/kg TS	99000	64000	12000	68000

Tel. 75 94 32 52 fax. 16

Undersøgelser udføres efter de officielle standarder
 Analyseresultater udføres kun til private ansere
 Analyseresultater må ikke offentliggøres, indtil de er godkendt.

A/S AnalyCen
 Vestrebolevvej 6
 DK-7000 Frederiksberg
 Telefon (+45) 77 94 32 52
 Telefax (+45) 75 94 50 37
 e-mail: analycen@analycen.dk

A/S AnalyCen
 Agade 9, Romi
 DK-7220 Give
 Telefon (+45) 76 79 47 30
 Telefax (+45) 76 70 47 37
 e-mail: analycen_romi@analycen.dk

A/S AnalyCen
 Vester Skovvej 1
 DK-9800 Aars
 Telefon (+45) 98 06 00 33
 Telefax (+45) 98 06 00 37
 e-mail: analycen_aars@analycen.dk

Bilag E

Vejledning til udførelse af feltundersøgelse

Dette bilag er en kopi af siderne 95 - 98 i /8/:
Østergaard Sørensen, G., Bach Andersen, H. (1992). *Tungmetaloptag
i biofilm - Identifikation af tungmetalkilder i afløbssystemer ved
undersøgelse af biofilm*. Afgangprojekt. Aalborg Universitetscenter.

Appendix 2

Vejledning til udførelse af feltundersøgelse

Der er på baggrund af egne erfaringer ved fuldskalaundersøgelsen i Hobro udformet en vejledning, som kan anvendes i forbindelse med identifikation af tungmetalkilder i afløbssystemet. Undersøgelsen kan udføres på enten hele systemet, med henblik på at undersøge hele afløbssystemet for eventuelle tungmetalkilder, eller på dele af afløbssystemet, hvor formålet kun er at bekræfte en mistanke om en specifik kilde. Ved delundersøgelsen skal der udtages prøver nedstrøms for den formodede kilde, desuden skal der udtages en række prøver fra baggrundsområder for at fastsætte et baggrundsniveau. Er formålet derimod at identificere en ukendt kilde og udelukke tilstedeværelsen af andre kilder, skal alle tiløb til renseanlægget være dækket af undersøgelsen. Den efterfølgende vejledning er udformet med henblik på, at hele afløbssystemet skal afsøges for en eller flere ukendt(e) kilde(r).

1. Først anskaffes overigtskort(1:5000) samt detailkort(1:1000) over det aktuelle afløbssystem.
2. Der anskaffes syreskyllede opsamlingsbeholdere til biofilmprøverne samt dejskrabere til hver prøve. Syreskyllede opsamlingsbeholdere kan med fordel bestilles på det laboratorium hvor kommunen foretager analyse af slam og spildevand fra renseanlægget. Det er en fordel at benytte dejskrabere af et stift materiale der kan modstå syreskyl(eks. polyethylen). Dejskraberen kan genanvendes til samtlige biofilm prøver, hvis den mellem hver prøvetagning syreskylles i et døgn (10% salpetersyre) og efterskylles i destileret vand. Medtag for en sikkerheds skyld ekstra dejskrabere samt syreskyllede beholdere.
3. Før feltarbejdet påbegyndes skal "Bekendtgørelsen om kloakarbejde m.v." læses grundigt igennem således, at alle der deltager i feltarbejdet er bekendt med, og har forstået de sikkerhedsforanstaltninger, der gælder for kloakarbejde.
4. Vha. overigtskortet(1:5000) skabes et overblik over afløbssystemet. De aktuelle hovedtillædninger til renseanlægget findes. Der udføres samtidig en opdeling af oplandsområder til renseanlægget.

5. Antallet af udtagningssteder planlægges efter, hvilket mandskab der er til rådighed. Et hold på 3 mand kan klare 10-15 prøver på en arbejdsdag.
6. Planlæg udtagning af prøver i hovedledninger til renseanlægget, vurder om det vil være en fordel at udtage nogle ekstra prøver i systemet, for derved at kunne afskære nogle større områder allerede efter første målerunde.
7. Planlæg prøveudtagninger i områder, der formodes at være baggrundsområder (områder, hvor kun husspildevand tilledes).
8. Der laves en prioriteringsrækkefølge af de valgte udtagningssteder i tilfælde af, at ikke alle planlagte prøveudtagninger kan gennemføres indenfor tidsrammen.
9. Efter planlægning af udtagninger vha. oversigtskort inddrages detailkort(1:1000) til at lokalisere det endelige udtagningssted, tag højde for ledningsfald, befærdede veje, små brøndelygtebrønde, og at der ikke er tale om samlingsbrønde for flere tilledninger.
10. Udvalg 2 alternative brøndprioriteter som en sikkerhedsmargin for hvert udtagningssted, således at et gennemtænkt alternativ hurtigt kan inddrages i feltundersøgelsen, hvis det ikke er muligt at udtage prøve i den først prioriterede brønd.
11. Hvis der under planlægningsfasen opstår tvivl omkring det aktuelle flowforløb planlægges ligeledes, hvilke brønddæksler der skal løftes for at afklare det virkelige flowforløb. Brug af rodamin eller lignende sporstof kan desuden benyttes ved tvivl om flowforløb.
12. For hvert prøvetagningssted laves der en kopi (A4) af den del af detailkortet, hvor de 3 prøvetagningsprioriteter er placeret. Prioriteterne afmærkes med en let synlig farve, og eventuelle brønde til nærmere undersøgelse (pkt.11) afmærkes med en anden let synlig farve. De fremstillede kopier indsættes i en mappe, som medbringes i felten.
13. Hvis der på dagen for prøvetagningen er regnvejr, bør undersøgelsen aflyses. Biofilmen (kloakhuden) indsamles ved afskrabning med en dejskraber, hvorefter den overføres til den syreskyllede beholder. Skrabet foretages fra ca. 1 cm over

sedimentoverfladen (bundfald) og opetter til biofilmens ophør, dette gøres så langt ind i røret som muligt. I brønde uden ekstra tilledning kan afskrabet ske i både tilføls- og afløbsrør samt i selve flowrenden i brønden. Der udtages en mindstemængde svarende til ca. 10 gram biofilm.

14. Afmærk ved hver prøvetagning på den medtagne delkopi af detailkortet prøvenummer svarende til nummer på prøvebeholder.
15. Der foretages måling af eventuelt ilt og pH, resultater noteres på delkopien fra detailkortet. Andre oplysninger som kan have interesse noteres desuden på delkopien
16. Forefindes der ikke biofilm kan sediment eventuelt benyttes (HUSK at notere at prøven er en sedimentprøve.)
17. De udtagne prøver opbevares køligt (ca 5°C) i en eventuel medbragt køletaske. Hvis køling ikke er muligt, tilrådes det, at prøven opbevares udendørs og i skygge, så længe undersøgelsen står på.
18. Efter endt prøvetagning opbevares prøverne køligt (ca 5°C) indtil de afhentes/afleveres til analyse.
19. Før planlægning af en efterfølgende undersøgelsesrunde kræves resultaterne fra den forgående undersøgelsesrunde. Hvis der på baggrund af resultater fra den foregående runde ses en signifikant koncentrationsforskel, som inddeler prøverne i to eller flere puljer, så grupperes prøverne under henholdsvis belastede og ubelastede biofilmprøver.
20. Oplandsområderne til den/de ledning(er), der indeholder belastet biofilm indeles i delområder.
21. Der planlægges prøveudtagning i de ledninger, der afvander de i pkt. 20 fundne delområder.
22. Punkt 8-21 gentages indtil en eller flere mulige(k) kilde(r) er identificeret, samtidig kontrolleres det, at der er udtaget biofilmprøver i samtlige hovedledninger, der afvander renseanlæggets oplandsområder.

