

5.001  
B112

# Forskning på spildevandsområdet

Referat fra  
5 temadage i efteråret 1988

Miljøministeriet  
Miljøstyrelsen

Industriministeriet  
Industri- og  
Handelsstyrelsen



# Forskning på spildevandsområdet

Referat fra  
5 temadage i efteråret 1988

MILJØSTYRELSEN  
BIBLIOTEKET  
Strandgade 29  
1401 København K

**Miljøministeriet**  
**Miljøstyrelsen**

**Industriministeriet**  
**Industri- og  
Handelsstyrelsen**



## INDHOLDSFORTEGNELSE

	Side
0. INDLEDNING	0.1
1. TEMADAG 1 Modeller for styring og overvågning af de kommunale renseanlæg og kloaknet	1.1
1.1 Foredrag	1.1
1.2 Resume og konklusion af gruppearbejder	1.6
2. TEMADAG 2 Procesforståelse og videregående rensning af spildevand	2.1
2.1 Foredrag	2.1
2.2 Resume og konklusion af gruppearbejder	2.16
3. TEMADAG 3 Industrispildevandets betydning for de kommunale renseanlæg	3.1
3.1 Foredrag	3.1
3.2 Resume og konklusioner af gruppearbejder	3.11
4. TEMADAG 4 Slambehandling og -bortskaffelse samt samarbejde og eksportmuligheder	4.1
4.1 Foredrag	4.1
4.2 Resume og konklusioner af gruppearbejder	4.10
5. TEMADAG 5 Fornyelse af kloaknettet og forebyggelse af regn-, dræn og smeltevand i kloaknettet	5.1
5.1 Foredrag	5.1
5.2 Resume og konklusioner af gruppearbejder	5.15

## BILAG

0. Deltageroversigt	
1. Spørgsmål til gruppearbejde, temadag 1	
2. Spørgsmål til gruppearbejde, temadag 2	
3. Spørgsmål til gruppearbejde, temadag 3	
4. Spørgsmål til gruppearbejde, temadag 4	
5. Spørgsmål til gruppearbejde, temadag 5	

## 0. INDLEDNING

Såvel i Miljøstyrelsen som Industri- og Handelsstyrelsen har man afsat midler til støtte til projekter på spildevandsområdet.

I Miljøstyrelsen drejer det sig om 35 mio. kr. i perioden 1988-91 og i Industri- og handelsstyrelsen om 30 mio. kr. i 1988-89.

En nærmere omtale af hvilke delområder, der er prioriteret, findes i "Vandrensningsrådets forskningsprogram for spildevandsområdet" fra Miljøstyrelsen og i Teknologirådets handlingsplan for området "Vandmiljøteknologi" fra Industri- og Handelsstyrelsen.

For at få ideer til, hvilke projekter man i Miljøstyrelsen og Teknologirådet skulle sætte igang, for dels at sikre den bedst mulige gennemførelse af Vandmiljøplanen, og dels at skabe muligheder for en senere eksport på området, har Miljøstyrelsen i samarbejde med Formidlingsrådet, Industri- og Handelsstyrelsen, arrangeret 5 temadage for forskere, rådgivere, leverandører, amter og kommuner i efteråret 1988.

Da det ifølge Kampmann-udvalgets betænkning om miljøreguleringer og økonomisk vækst har vist sig, at inspirationen til nyudvikling hos miljøvirksomheder i 2/3 af tilfældene kommer fra kunderne, er det vigtigt at gøre sig klart, at kunden/brugeren på dette område er kommunerne. Det gælder også i eksportsammenhæng, hvor gode referencer på hjemmemarkedet blandt de danske kommuner vil være afgørende for en succes.

Det er derfor glædeligt, at der, som det fremgår af bilag 0, har været mange deltagere fra kommunerne og fra producenter til de 5 temadage.

I denne rapport er samlet de foredrag, der var indkaldt til at indlede de 5 temadage, samt resumé og konklusioner fra de gruppearbejder, hvor deltagerne gav deres mening til kende.

De enkelte temadage er i rapporten refereret af følgende medarbejdere hos COWIconsult:

1. Jørgen Friis-Nielsen
2. og 3. Dines Thornberg
4. Erik la Cour
5. Arne B. Hasling

Tage V. Andersen  
Miljøstyrelsen

Mogens Rasmussen  
Formidlingsrådet,  
Industri- og Handelsstyrelsen

1. **TEMADAG 1**

den 16. august 1988 i Eigtveds Pakhus i København

**MODELLER FOR STYRING OG OVERVÅGNING  
AF DE KOMMUNALE RENSEANLÆG OG KLOAKNET**

1.1 **Foredrag**

Der holdtes foredrag af:

- divisionschef Erik Bundgaard, I. Krüger AS
- afdelingsleder Per Damskier, Hvidovre kommune
- driftsleder Eilif Mikkelsen, Viborg kommune.

Foredragsholderne belyste spørgsmålet "Fordele, ulemper, omkostninger ved og behov for anvendelse af styring og overvågning af de kommunale renseanlæg og kloaknet"

1.1.1 **Erik Bundgaard fra I. Krüger AS belyste spørgsmålet set fra firmaer, der projekter og bygger renseanlæg**

Baggrund  
for SRO-anlæg

De kommende tiltag ses i lyset af de aktuelle krav fra myndighederne samt den baggrund der vil være for udvikling af avancerede styring og overvågningsværktøjer.

Der er ikke tvivl om, at en forbedret overvågning og styring i mange tilfælde vil kunne give mere ensartede driftsresultater.

Det må imidlertid slås fast, at ikke alle renseanlæg har det samme behov for styring og overvågning. Lavtbelastede aktivslamanlæg med nitrifikation er karakteriseret ved lang hydraulisk opholdstid og stor slammængde i systemet. Sådanne anlæg har indbygget en vis robusthed og er normalt stabile indenfor et ret bredt belastningsområde, med hensyn til fjernelse af organisk stof og ammoniak. Andre anlægstyper f.eks. højt belastede anlæg eller anlæg med kvælstof og fosforfjernelse har en helt anden respons på ændringer i tilløbs- og driftsforhold. Her skal de centrale procesmæssige driftsparametre løbende måles og reguleres.

Vandmiljøplanen betyder, at der nu er et stort antal anlæg, der skal bygges og drives med de mere komplicerede processer til kvælstof og fosforfjernelse.

Handlingsplanens formål er primært at skabe et bedre havmiljø. Som kontrol heraf benyttes en måling af afløbskvaliteten fra rensesanlæggene. En tilfredsstillende afløbskvalitet kræver imidlertid en række målinger, styringer og indgreb på selve rensesanlægget.

Fremtidige  
SRO-anlæg for  
rensanlæg

Følgende punkter blev fremhævet som vigtige for den fremtidige udvikling af SRO-anlæg:

- Dimensionering af anlæg til Kvælstof- og fosforfjernelse.
- Generelle funktioner for styring-, regulering- og overvågningsanlæg (SRO).
- Fremtidige avancerede værktøjer for SRO-anlæg, herunder simuleringsmodeller, intelligente sensorer eventuelle ekspertsystemer og reguleringsalgoritmer.

Sammenfatning

Lovgivningen har accelereret udviklingen med bygning af mere avancerede og bedre overvågede rensesanlæg. Priser for hardware og software falder, og det er nu snarere teknikkerne end teknikker, der begrænser udviklingen.

Der mangler dog stadig udvikling af operationelle modeller og pålideligt måleudstyr til kvælstof og fosfor, men udviklingen peger på, at indenfor de næste par år vil også dette problem være løst.

### **1.1.2 Per Damskier fra Hvidovre kommune belyste spørgsmålet set fra kommuner der køber styringssystemer**

Kommunens nuværende erfaringer

Hvidovre har som en af de få kommuner etableret et omfattende overvågningsanlæg til kloakforsyningen. Kommunen har der igennem fået indhøstet erfaringer som vil danne baggrund i de kommende beslutninger om yderligere udbygning af SRO-anlægget.

Det blev fremhævet, at etablering af et overvågningsystem, der anskueliggør processen i kloaksystemet, uværgeligt vil medføre en indsigt som overrasker driftspersonalet.



Per Damskier ville vove den påstand, at der i dag ikke findes eksakt viden om hvad der egentlig sker når kloaknettene belastes under regn.

De fremtidige  
SRO-anlæg for  
kloaksystemer

For SRO-anlæggene til kloaksystemer blev følgende fremhævet:

- Krav til anlæg herunder:
  - o Styrbart kloaksystem.
  - o Robuste følere.
  - o Evt. udvikling af bedre måleprincipper og sensorer.
  - o Forbedring af EDB-anlæg vedr. overskuelighed og præsentationsmuligheder.
- Systemer der er lette at betjene for at ændre styringsstrategi.
- Det er vigtigt, at gennemføre SRO af kloaksystemet i etaper. Første etape skal være etablering af overvågning som herefter gennem erkendelse af de faktiske lokale problemer kan danne baggrund for en videre udbygning af SRO-anlæg.
- En etapevis udbygning af SRO-anlæg vil også klarlægge behov for anlægsmæssige behov for udbedringer som:
  - o Tætning af ledninger.
  - o Udførelse af sparebassiner.
  - o Reguleringsbehov.
  - o Andet.

Afslutning

Angående løsningsmetoder skal industri og miljø (leverandører og brugere) snarest finde hinanden.

Det haster, at finde nogle hensigtsmæssige nye anlæg, idet man ellers vil se "gammeldags" og uhensigtsmæssige løsninger installeret.

**1.1.3 Eilif Mikkelsen fra Viborg kommune  
belyste spørgsmålet fra driftspersonalet,  
der i det daglige skal bruge SRO-anlæggene**

Indledning Brugerne har behov for systemer der i høj grad foretager styringer og reguleringer af de gængse delanlæg og herudover udfører en omfattende rapportering, der er let betjenelig for driftspersonalet.

Fremtidige anlæg For fremtidige SRO-anlæg er følgende vigtigt:

- Styring:
  - o Er den vigtigste del af installationen.
  - o Et redskab til styring af processerne.
- Rapportering:
  - o Data opsamles automatisk
  - o Giver dokumentation for anlæggets drift.
- Overvågning:
  - o Processerne overvåges.
  - o Tekniske installationer overvåges.
  - o Alarmering for komponenter og delprocesser.
- Brugervenlig:
  - o Let at betjene/overskue.
  - o Tastatur er langsom betjening.
  - o Mus giver en nem og hurtig betjening.
  - o Standardfigurer for proces.
  - o Hurtigt billedskift mellem billede, kurver og rapporter som alarmliste m.v.
- Hurtige informationer:
  - o Øjeblikkelige beregninger.
  - o Historiske data for proces.
- Bedre arbejdsmiljø.
- Optimering af driften:
  - o Forøget instrumentering
    - o Iltmålere - TS-målere - flowmålere.
  - o Ønskelige målere for  $\text{NH}_4 + \text{N} + \text{P}$ .
  - o Kun nødvendige instrumenter.

- Forøget instrumentpleje, via god overvågning.
- Rapporteringer:
  - o Data skal være let tilgængelige.
  - o Skaber dokumentation for renseanlæggets drift.
  - o Renseanlæggets belastning bør kunne rapporteres løbende.
- Overvågning
  - o Alarmer fremtræder øjeblikkeligt når grænseværdier overskrides.
  - o Føres til alarmcentral eller vagt.
  - o Kun kritiske alarmer bør give anledning til hurtig aktion.

## 1.2 Resume og konklusion af gruppearbejder

### 1.2.1 Gruppearbejde om fordele, ulemper, omkostninger ved og behov for styring og overvågning af de kommunale renseanlæg og kloaknet

Styring og  
overvågning  
af kloaknettet

- Det vil være muligt, at overholde Vandmiljøplanens krav uden at indføre avancerede SRO-løsninger for kloaknettet.
- For på længere sigt at optimere investeringerne i spildevandsanlæg vil det dog klart være en fordel at indføre avancerede SRO-anlæg.
- Der var nogen uenighed om avancerede SRO-anlæg ville medføre besparelser på anlægsbudgettet. Dette især fordi visse dele af SRO-anlæggene ikke er færdigudviklede og at de derfor ikke på nuværende tidspunkt kan implementeres i en samlet systemløsning.
- Der bør gennemføres en etapevis implementering af SRO-anlæg, således at der startes med overvågning og resultaterne herfra kan danne grundlag for de fremtidige investeringer.
- Avanceret SRO vil medføre en bedre kvalitet af udledningerne.
- Det ideelle projekt for SRO-anlæg til kloaknettet omfatter såvel programmerbare anlæg som bedre sensorer og målesystemer.
- Både udvikling og installering bør ske i etaper.

Styring og  
overvågning  
af renseanlæg

- Det vil være muligt, at overholde Vandmiljøplanens krav uden at indføre avancerede SRO-løsninger på renseanlæg.
- Etablering af SRO-anlæg vil dog medføre:
  - o Optimering af processen.
  - o Bedre kvalitet for spildevandsudledninger.
  - o Driftsbesparelser vedr. forbrug af el, kemikalier m.v.



- Der bør ikke kun gives udviklingsstøtte til et enkelt "Dansk SRO-system". Brugerne vil gerne have valgmuligheder. Men midlerne kan hensigtsmæssigt koncentreres på få anlæg.
  - Udvikling af standarder for området bør fremmes.
  - Nyudvikling af SRO-systemer skal tilgodeses:
    - o Brugervenlighed.
    - o Begrænset vedligeholdelse.
    - o God kvalitet.
  - Det ideelle projekt for SRO-anlæg til renseanlæg opfylder bl.a. følgende:
    - o Systemet skal kunne arbejde med andre systemer (fælles skilleflader og kommunikation).
    - o Det skal være brugervenligt og stabilt.
    - o Begrænset vedligeholdelse.
- Koordinering med Vandmiljøplanens tidsfrister og SRO for hele vandmiljøområdet
- De nødvendige (mere simple) SRO-anlæg er til stede.
  - Det kan ikke forventes at de avancerede SRO-anlæg med modeller og ekspertsystemer får indflydelse i anlæg i h.t. Vandmiljøplanens krav, så skulle anlæggene være udført nu.
  - Udvikling af de avancerede SRO-anlæg bør dog igangsættes med henblik på eksportmuligheder.
  - Der bør ikke kun sættes på en enkelt løsning af avanceret SRO.
  - Der bør være flere, men få demoanlæg.
  - Det gode udviklingsprojekter for avancerede SRO-anlæg til renseanlæg og kloaknet skal indeholde:
    - o Standardiseret kommunikation.
    - o Modulopbygget.
    - o Standardiserede databaser og rapportformater.
    - o God dokumentation.
    - o Brugervenlighed.

Ønsket type SRO-anlæg Skal der opstilles krav og ønsker til udvikling af avancerede SRO-anlægstyper til kommunale renseanlæg kan følgende fremhæves:

- Flexibilitet.
- Udviklingsvenligt.
- Brugervenligt.
- Økonomisk i drift.
- Gode vedligeholdelsesforskrifter og service.
- Veldefinerede projektmål på forskelligt ambitionsniveau.
- Der bør gives støtte til flere, men få fabrikater.

Organisatoriske personalemæssige forhold ved avancerede SRO-anlæg

- SRO-systemerne vil gavne driftspersonalets overblik og handlingsmulighed i forbindelse med processen.
- Begrænser muligheden for uhensigtsmæssige udslip.
- Bedrer dokumentation til myndighederne.
- Der kan muligvis konstateres driftsbesparelser, men dette skal ikke være argumentet. Fordelen for kommunerne vil især ligge i en forbedret drift.
- Et godt SRO-system skal indeholde både simulerings- og driftsdel.

### **1.2.2 Konklusioner vedr. gruppearbejder om muligheden for samarbejde om større projekter med henblik på at skabe mere slagkraftige eksportgrupper**

Udvikling af anlæg

- Der kunne spores en vis skepsis for muligheden af i et bredt samarbejde at gennemføre et stort fællesprojekt.
- Der bør være flere, men få systemer og tilsvarende få demoanlæg.
- Det planlagte projekt i Struer kan være et af demoanlæg-gene, medens andre kommuners afløbssystemer/reanseanlæg kunne vise sig at være velegnede til at eftervise avancerede styrings- og reguleringsprincipper.
- Fællesprojekter vil give anledning til en positiv udvikling af standarder som især kan anvendes i samarbejde med myndigheder og ved eksport.

Udvikling af  
standarder og  
vejledninger

- Fællesprojekterne vil næppe få indflydelse på Vandmiljøplanens gennemførte anlæg, men vil kunne gavne eksport især i "det indre marked" i EF.
- Standarder og vejledninger for SRO-anlæg til afløbssystemer og renseanlæg bør igangsættes nu således at disse kan tages i brug i forbindelse med de kommende udvidelser vedr. Vandmiljøplanen.
- Der er behov for standarder for kommunikation, fælles skilleflader, database, rapportformater og modeller.
- Internationale standarder bør gennemføres i størst muligt omfang af hensyn til fleksibilitet og eksportmuligheder.

**2. TEMADAG 2**  
**den 31. august 1988 i Eigtveds Pakhus i København**

**PROCESFORSTÅELSE OG VIDEREGÅENDE**  
**RENSNING AF SPILDEVAND**

**2.1 Foredrag**

Der holdtes foredrag af:

- afdelingsleder Jes la Cour Jansen, VKI
- sektorleder Leif Winther, COWIconsult
- afdelingsingeniør Ole Toft Frederiksen, Odense kommune
- professor Poul Harremoës, Lab. f. Teknisk Hygiejne, DTH

De tre førstnævnte belyste spørgsmålet **"Hvad er det for problemer, vi skal have løst, eller forhold, vi skal have belyst nærmere for at få en "bedre" spildevandsrensning, hvor "bedre" skal forstås bredt som renseteknisk bedre, billigere, økologisk bedre osv.?"**.

Der indgik således en vurdering fra forskernes, de projekterendes og kommunernes side.

Poul Harremoës holdt foredrag om temaet **"Udvikling af nye metoder"**.

**2.1.1 Vurdering fra forskernes side**  
**ved Jes la Cour Jansen, VKI**

Indledning

Indlægget er begrænset til udelukkende at dreje sig om procesforståelse og kun inden for en 5-årig horisont.

Behovet for forskning og udvikling inden for procesforståelse kan opdeles i 6 problemområder. Inden for hvert område skal der identificeres en problemkreds. Hvor ligger behovet for procesforståelse og hvilke værktøjer kan vi bruge til at løse problemerne?



- Nitrifikation**      Problemkredsen indeholder vinterdrift og hæmning.
- Problemet med vinterdrift er dokumenteret som en af de væsentligste årsager til manglende kravoverholdelse. Mange renseanlæg er i perioder overbelastet og det hjælper ikke altid at bygge rigelig kapacitet, da man f.eks. risikerer temperaturfald i procestanken.
- Den procesmæssige forståelse af nitrifikationen er i orden, men vi mangler nogle værktøjer, som kunne være principper for styring og testsystemer.
- Der mangler forskning i mekanismerne for hæmning.
- Kvælstoffjernelse**      Problemkredsen indeholder kulstof/kvælstof (C/N) forhold og opløste organiske kvælstofforbindelser.
- Det er muligt at opnå et tilfredsstillende C/N-forhold ved tilsætning af en passende mængde organisk kemikalium. Det er dog langt mere økonomisk at udnytte råspildevandets kulstof. Det kræver dog procesudvikling og bedre styring af anlæg.
- Der er behov for forskning i visse opløste organiske kvælstofforbindelser. De findes i visse typer spildevand/reseanlæg i så store koncentrationer, at de giver problemer med at overholde et afløbskrav for total kvælstof på 8 mg/l.
- Fosforfjernelse**      Fosforfjernelse ved kemisk fældning er en velkendt proces, men ved biologisk fosforfjernelse mangler basal procesforståelse og værktøjet er styring.
- Spildevandskvalitet**      Problemkredsen indeholder ringe rensning og den krævede procesforståelse består i behovet for en karakterisering af spildevandets "rensningstekniske" kvalitet. Sagt på en anden måde:
- Hvorfor virker nogle anlæg ikke, selvom de i teorien burde ?
- Værktøjet er tests.
- Hygiejnisk kvalitet**      Problemkredsen indeholder ringe badevandskvalitet og der kræves bedre forståelse af, hvordan man fjerner patogener i renseanlæg. Et værktøj til nedsættelse af problemet kan være færre overløbsbygværker.

Slamegenskaber      Problemområdet dækker i denne forbindelse slam i processen. Mange anlæg har problemer med dårlig bundfældning/ afvanding. Der kræves bedre forståelse af dynamikken i det aktive slam. (Hvorfor forsvinder nitrifikation ? Hvorfor forsvinder P-fjernelse ?)

Værktøjet er forståelse og optimeringsprincipper.

### **2.1.2 Vurdering fra de projekterendes side ved Leif Winther, COWiconsult**

Prognoser              Når et renseanlæg skal dimensioneres, er et af hovedproblemerne at få fremstillet ordentlige prognoser for den fremtidige belastning af renseanlægget. Usikkerheden gælder spildevandets mængde og sammensætning, regnforhold og industriforhold.

Planlægnings-  
cirkel                    Dimensioneringen bør følge en planlægningscirkel, hvor første trin er prognosen, næste trin er valgt af kapacitet og tredje trin er vurdering af omkostninger og betalingsvedtægter.

Cirklen bør lukkes ved at industrien på grundlag af betalingsaftalerne foretager indgreb i produktion og evt. foretager forrensning. Herefter rettes prognoser, kapacitet, betaling osv.

Procestekniske  
vurderinger            Til dimensioneringen af renseanlæg er der især behov for mere viden om denitrifikation, kombinationen af biologisk og kemisk fosforfjernelse samt dimensionering af klaringsstanke (slamegenskaber).

Videregående  
rensning                Inden for den videregående rensning er det følgende områder, som skal belyses:

- Fjernelse af suspenderet stof i laguner.
- Hygiejnisering ved filtrering, ozonering, UV
- Fjernelse af tungt nedbrydelige kvælstofforbindelser og miljøfremmede stoffer ved nye biologiske, kemiske og fysiske metoder (f.eks. ved hjælp af enzymer/gensplejsning).
- Fjernelse af fosfor ved kontaktfiltrering

- Sikkerhedsfilosofi En designer må tage stilling til sikkerhedsfilosofien omkring et givet anlæg. Et eksempel viser, at et anlæg, som opfylder kravene med 95 % sikkerhed koster 50 % mere end et anlæg, som overholder kravene med 80% sikkerhed.
- Hvilken sikkerhed der indlægges bør afhænge af, hvor sikkert det givne prognosegrundlag er.
- Billigere rensning Mulighederne for billigere rensning findes især i valget af sikkerhed i proces og SRO-udviklingen og i vurderinger af hydraulisk belastning i forhold til sparebassiner og ledningsnet.
- Generelt set ligger en stor del af anlægsudgifterne i kvaliteten af procestankene (betontype) og i udformning af proceslinie og procestanke. Desuden er graden af sikkerhed og brugervenlighed afgørende.
- Små renselanlæg Især hvor afskærende ledninger er dyre, er de små renselanlæg aktuelle. Det drejer sig om rodzoneanlæg, aerobe sandfiltre, almindelige aktiv slamanlæg og biologiske filtre.
- Opsummering Indsatsen inden for de næste få år bør koncentrere sig om bedre planlægningsgrundlag for projektering, sikkerhedsfilosofi og procesteknik på store anlæg.
- I næste udbygningsfase i næste århundrede vil aktiviteterne formodentlig koncentrere sig om videregående rensning, regnvand og desinfektion.

### **2.1.3 Vurdering fra kommunernes side ved Ole Toft Frederiksen, Odense kommune**

Historisk tilbageblik Det er fejlagtigt, når nogle tror, at kommunerne stort set ikke har beskæftiget sig med spildevandsrensning før vedtagelsen af vandmiljøplanen.

Den første spildevandsplan i Odense blev til allerede i 1883 og det førte til opførelsen af i første omgang mekaniske anlæg med bundfældning ved Ejby Mølle. Fra 1910 opførtes også stationære biologiske filtre og efter 2. verdenskrig

udbyggedes med biofiltre med roterende spredere. Udvidelserne er fortsat med biofiltre indtil i dag, hvor der i øjeblikket opføres et stort aktiv-slamanlæg til kvælstof og fosforfjernelse.

Senere skal der opføres et kontaktfiler, således at P-koncentrationen kan bringes helt ned til 0,5 mg/l.

#### Udfordringerne

Det historiske tilbageblik viser, at nye teknologier til stadighed indføres og at det ikke altid er let at forudse hvor meget og hvornår et anlæg skal udvides.

I forbindelse med de kommende udbygninger bliver udfordringerne at få styr på råvarens (spildevandets) mængde og kvalitet. Der skal være stadig bedre styr på anlægget, da kravene til produktet (det rensede vand) er stadigt stigende.

Interessen hos kommunerne ligger på området driftsoptimering. NPO-processerne betragtes som værende kendte.

Driftsoptimeringen opnås ved hjælp af værktøjer som f.eks. bedre sensorer, og ved i højere grad af at tænke på et renseanlæg, som et industrielt procesanlæg. Desuden skal sammenhængen mellem afløbsnettet og renseanlægget, især under regn, afklares og udnyttes. Dette bliver formodentlig også 90'ernes største udfordring, nemlig styring under regn.

#### Fremtiden

Længere frem i tiden vil kravene skærpes på områder, som videregående P-rensning, hygiejnisering og miljøfremmede stoffer (de skal holdes tilbage i processerne).

#### **2.1.4 På hvilket stadium udvikles nye metoder fra laboratorieskala til fuldskala ved Poul Harremoës, Lab. f. Teknisk Hygiejne, DTH**

#### Indledning

Når vi ser på udviklingen gennem den sidste generation, må vi konstatere, at miljødebatter kommer i bølger. Den første miljødebat startede i 1969, og vi skal frem til begyndelsen af 1980'erne for at finde den næste miljødebat, domineret af iltsvind i havet og kraftig grundvandsforurening.

Miljødebatten startende i 1969 var for så vidt angår spildevandsrensning, især motiveret af problemer omkring eutrofi-ering, dvs. uønsket algevækst i vore søer, fjorde og bugter,



stimuleret af udledning af næringssaltene kvælstof og fosfor. Imidlertid må det samtidig konstateres, at den konventionelle spildevandsrensning for så vist angår organisk stof var sakket bagud i forhold til samfundets krav. Problemet omkring organisk stof var imidlertid en gammel kendt problemstilling fra begyndelsen af dette århundrede. Til fjernelse af organisk stof forelå velkendte metoder i form af biologisk rensning. En del af den første miljødebats udfoldelse var derfor krav om at leve op til de normer, som man allerede da kunne stille for udledning af organisk stof til omgivelserne. Disse udledninger af organisk stof giver sig udslag i almindeligt iltsvind i vandløb og mindre søer og biologisk rensning ned til ca. 20 mg pr. liter BI<sub>5</sub> er tilstrækkeligt til at løse den problemstilling i de fleste vandløb. Det var konventionelt teknologi, som umiddelbart lod sig implementere.

Anderledes stillede det sig ved fjernelse af næringssalte. for Danmarks vedkommende var det helt nyt at stille krav om fjernelse af fosfor og kvælstof. Desuden var der på daværende tidspunkt en intens debat omkring forholdene i recipienten med hensyn til hvilket næringssalt, som er begrænsende for algevæksten i recipienten. Allerede i 1960'erne havde Sverige lagt sig fast på fjernelse af fosfor, som nødhjælp til løsning af eutrofieringsproblemerne i både ferske og salte vande. På dette grundlag var der i Sverige udviklet en teknologi baseret på kemisk fældning med enten aluminiumssalte eller jernsalte (evt. også kalk). Denne teknologi kunne hurtigt udvikles også til danske forhold. Det var derfor ikke unaturligt at de fleste rensningsanlæg, på hvilke der blev foretaget indgreb mod udledning af næringssalte, blev baseret på fjernelse af fosfor. Imidlertid tilbagestod stadig problemet om kvælstofs rolle i denne sammenhæng. På daværende tidspunkt var kvælstoffjernelse en helt ny teknologi og der blev stillet spørgsmål både ved den tekniske mulighed for at gennemføre kvælstoffjernelse og ved det økonomisk mulige i at fjerne kvælstof.

Ved gennemgribende forskning og udvikling igennem 1970'erne lykkedes det at udvikle teknologi til fjernelse af kvælstof baseret på nitrifikation - denitrifikation, hvorved kvælstofindholdet i spildevandet omdannes til atmosfærisk kvælstof; den mindst tænkelige form for restprodukt ved rensning. Ikke alene viste processen sig mulig, den viste sig også at være inden for absolut økonomisk rimelige grænser.

På grund af tvivlen om kvælstofs mulige rolle som begrænsende faktor for algevækst i søer blev visse anlæg i Danmark bygget til kvælstoffjernelse. Dette var ret unikt på verdensplan, idet sådanne anlæg fortrinsvis blev bygget i USA eller Sydafrika. På dette punkt kom Danmark altså til at spille en førende rolle for så vidt angår spørgsmålstegn ved betimeligheden af anvendelsen af en sådan teknologi. Især i Sverige blev kvælstof ikke anset for afgørende i eutrofieringssammenhæng.

Først med iltsvindet i de danske farvande i 1981 blev betydningen af kvælstof realistisk analyseret. I dag er oceanograferne stort set af den mening at kvælstof er den dominerende faktor for algevæksten og dermed iltsvindet i vore farvande. Dermed var basis skabt for anvendelsen af den teknologi, som blev udviklet i 1970'erne.

Det er interessant at spekulere over denne udvikling, for faktum er, at miljødebat nr. 2 i 1980'erne stillede krav om rensningsteknologi, som blev udviklet på grundlag af miljødebat nr. 1 i 1970'erne.

Dette er ikke noget usædvanligt samfundsforhold. I en given krisesituation allokeres de midler til forskning og udvikling, som skal til for at løse krisen. Men på grund af tiden det tager at forske og udvikle i nye erkendelser og nye metoder, vil resultater af denne forskning og udvikling ikke være umiddelbart anvendelig til løsning af den aktuelle krise, men forskningen og udviklingen sigter på løsning af næste krise.

Vi må således konstatere, at dagens krise løses med den teknologi, der blev udviklet i 1970'erne. Hvis man skal drage den filosofiske konklusion af dette, så skal man på grundlag af de forskningsmidler og udviklingsmidler, som i dag stilles til rådighed i forbindelse med denne debat, søge at løse de problemer vi måtte forvente at finde i den næste miljømæssige krise, om hvilken vi ikke ved, hvad indholdet vil blive, og ikke ved, hvornår den vil komme. Dette er en udfordring af stort omfang. Selv om det måtte kunne anses for lyseslukkende og for bagstræberisk må det konstateres, at helt nye metoder til opfyldelse af de krav til udledning af spildevand, som stilles i dag næppe vil have store muligheder for at komme i anvendelse ved projektering og udførelse af rensningsanlæg, som skal stå færdige i 1992. Hvis

vi ser på tidsrækkefølgen i etablering af konceptet for en given rensning, i projekteringen af selve anlægget, udbudet af anlægget og derefter konstruktionen af anlægget forud for dets fuldendelse i 1992, må det konstateres, at de nye metoder skulle være færdige stort set nu, eller i hvert fald inden for det næste halve år. På dette grundlag må det også konstateres at kun sådanne metoder, som har stået deres prøve med rimelighed vil kunne finde anvendelse.

Dette skal ikke forstås sådan, at nye metoder ikke skal udvikles. De skal findes deres niche i udviklingen; men der er ingen, der må tro, at de store investeringer i rensningsanlæg over de næste fire år vil blive baseret på nye og uprøvede metoder. Det vil simpelthen være for letsindigt.

Det må derfor være centralt for forskning og udvikling inden for den problemstilling som er hovedemnet for denne temadag, at man koncentrerer blikket ikke bare på udvikling af nye metoder til fjernelse af BI<sub>5</sub>, kvælstof og fosfor, men koncentrerer interessen nok så meget om metoder til forbedring af resultatet udover de grænser og krav, der nu er stillet, og koncentrerer interessen om rensning for andre forureningskomponenter end de i dag aktuelle. Det er således væsentligt at se ind i fremtiden, først for at undersøge behovet for yderligere udvikling og derpå for at skabe grundlaget for den teknologi, som måtte blive krævet fremover.

#### Problemstilling

Vi kan på dette grundlag opstille en række kategorier for nye udviklinger inden for spildevandsrensning

- 1 Nye metoder til fjernelse af BI<sub>5</sub>, N, P.
- 2 Metoder til forbedring af rensningsresultat udover det nu krævede.
- 3 Rensningsmetoder til fjernelse af andre komponenter end BI<sub>5</sub>, N og P:
  - Bakterier , metaller og miljøfremmede organiske stoffer.
- 4 Industrispildevandsproblemer.
- 5 Diffuse kilder
  - Regnafledning, landbrugsafledning, dambrug etc.

Som aftalt ovenfor skal man ikke forvente at nye uprøvede metoder vil finde anvendelse i stort omfang inden for de næste få år. Til gengæld er det væsentligt også at nyudvikle på disse metoder. For det første, fordi der vil ske en udvikling, også efter 1992. Der er ingen, der må tro, at udviklingen for så vidt angår næringsfjernelse er fulden i 1992. Der vil fortsat blive udbygninger og forbedringer. Nye metoder vil finde deres rolle at spille i denne henseende. Desuden er det væsentligt at udvikle på nye metoder med henblik på andre markeder end just det danske. Det er en forudsætning for at kunne være konkurrencedygtig på et konkurrencepræget kommende indre marked i Europa.

Imidlertid må der også lægges stor vægt på metoder til forbedring af resultatet. Der er for øjeblikket levende debat omkring berettigelsen af at anse de stillede krav til BI<sub>5</sub>, N og P, som mindstekrav til rensningen. Der er tendens til også at opfatte dem som størstekrav, hvilket næppe kan tilgodeses miljøinteressen i de små sårbare recipienter, Jeg anser det for givet, at der vil blive behov for rensningsmetoder ned til koncentrationer mindre end 15 mg pr. liter for BI<sub>5</sub>, mindre end 8 mg pr. liter N og mindre end 1,5 mg pr. liter P. Det er derfor vigtigt ikke at stoppe ved teknologier som tilfredsstillende disse krav. Faktum er, at der i dag foreligger teknologier som kan rense udover disse grænser, men der vil utvivlsomt blive behov for at raffinere og bedre på disse metoder for at opnå de resultater, som recipienten stiller krav om. Imidlertid er det i denne sammenhæng en upåagtet problemstilling hvorvidt rensningen tilfredsstillende andre krav end just de krav som er relateret til BI<sub>5</sub>, N og P.

Det er med forbavselse, man må konstatere, at udledningen af biologisk rensespildevand til vore ferske recipienter betyder udledning af bakterielt forurenede spildevand til vandløb, som dermed forurenede med bakterier i omfang som ikke gør det egnet til badevand. Den største interesse for kriteriet vedrørende bakterielt forurenede spildevand knytter sig til havet, altså strandene langs vore kyster og til visse interne strækninger. Det er i og for sig bemærkelsesværdigt, at de ferske vande, som vi er i tættere kontakt med (f.eks. ved fiskeri), ikke efterlever de krav vi stiller til almindeligt badevand ved kysten. Et sådan krav kan ikke tilfredsstilles uden teknologier, som fjerner disse bakterier. Den

mest oplagte er kombinationen af kemisk fældning og filtrering, som effektivt vil reducere bakteriekoncentrationen. Disse metoder kan yderligere udvikles og raffineres.

Det er desuden uvist i hvilket omfang, der stilles krav til fjernelse af metaller og miljøfremmende stoffer i rensningsanlæg. Dette er en problemstilling, som er tæt inde på livet af os i forbindelse med forurening af grundvand. Der er lavet mange undersøgelser af disse forhold. De er særdeles komplicerede og ingen ved, hvad den næste miljødebat vil indeholde, hvad disse problemer angår. Det må understreges, at problemerne er af væsentligt og uoverskueligt omfang for så vidt angår grundvandet.

Den næste problemstilling er industrispildevand. Industrispildevandet kan i de fleste tilfælde renses ned til krav vedrørende  $BI_5$ , kvælstof og fosfor, som svarer til kravene til husspildevand. Men det bliver dyrt. Dette gælder de fleste levnedsmiddelindustrier. Men der er dog undtagelser, som f.eks. fiskeriindustriproblemer, og en række andre. Imidlertid må hele spekteret af industrispildevandsproblestillinger analyseres i lyset af, hvad der måtte anses for kommende problemer. De teknologier som bliver nødvendige må skræddersys til den enkelte industri, måske endda til den enkelte virksomhed. Her ligger et større interessant forsknings- og udviklingsarbejde, som aldrig vil få sin ende.

Imidlertid er den mest kritiske problemstilling fremover nok de diffuse udledninger af forurening. Det har jo været ret chokerende for samfundet at erkende, at for så vidt angår kvælstof er de diffuse kilder fra landbruget de helt dominerende i forhold til de koncentrerede kilder. Dette vil stille krav indsigt og indgreb mod kilder i et omfang, som vi i dag har svært ved at overskue.

Blandt de diffuse kilder skal fremhæves regnafledning. Regnafledning foregik tidligere i fællessystemer, hvor forureningen blev afledt til recipienten via overløbsbygværker hvis funktion blev mindsket ved indbygning af bassiner i systemet. I 1950'erne blev der indført separatsystemer i forventningen om, at udledningen af regnvand, som ikke er opblandet med spildevandet, ville væsentligt mindske forureningen fra regnafledningen. Erfaringen har imidlertid vist, at dette er en tvivlsom forudsætning. For visse stoffer (f.eks. næringssaltene) er udledningen pr. hektar kloakeret

opland stort set den samme. Dette vil utvivlsomt kræve yderligere undersøgelser og yderligere analyser for at håndtere denne problemstilling. Den er karakteriseret ved teknologi som skal håndtere meget store vandmængder i løbet af meget kort tid, hvilket er renseteknologiens mareridt. I forbindelse med dette er der allerede foretaget omfattende undersøgelser i Danmark og udlandet; men en række problemer tilbagestår fortsat. Det gælder en bedre forståelse for stoftransporterne i stokastisk-deterministisk beskrivelse af disse fænomener. Det har ikke vist sig muligt at komme med den samme klare deterministiske beskrivelse som af hydraulikken. Det er derfor nødvendigt, at indføre stokastiske elementer i beskrivelsen af stoftransporten ud i omgivelserne. Det er desuden karakteristisk for denne problemstilling på verdensplan i undersøgelserne af effekterne i recipienten.

De fleste afløbsundersøgelser har været lavet i afløbssystemet og ikke i recipienten. Det er derfor behov for undersøgelse, forståelse, beskrivelse og simulering af fænomenerne for recipienter ved den transiente belastning under regn. Det gælder ikke alene **iltsvindet**, som stort set er beskrevet, men det gælder også **næringssaltbidraget**, det gælder den **bakterielle** forurening og det gælder påvirkningen med **metaller** og **miljøfremmede organiske stoffer**. Mange problemer i denne henseende er endnu uopklarede. Det er endnu uafgjort, i hvilket omfang, der vil blive stillet krav til rensning af vandet før udledning fra overløbsbygværker fra fællessystemer og rensning af udledning af regnvand fra separatsystemer. Sådanne krav vil radikalt kunne ændre de økonomiske forhold i forbindelse med valg af system.

#### Udvikling

Det er en altid interessant debat, hvorvidt udvikling skal indbaseres på praktik eller på teori. Dette er en debat, som er ført intenst i den internationale forening, så længe jeg har haft med den at gøre. Ser man historisk på udviklingen, vil man konstatere at praktiske resultater og teoretisk forståelse udvikles hånd i hånd. De supplerer hinanden og kan ikke undvære hinanden. Derfor er en del af denne debat principielt formålsløst. Man kan nævne eksempler på udviklingen af rensningsmetoder, som er udviklet på ren empirisk basis. Ved praktiske forsøg, har man fået manipuleret processer sådan at ønsket rensningsresultat har kunnet opnås. På den anden side kan man også nævne flere eksempler, hvor man i

praksis har iagttaget visse rensningsresultater, som sporadiske resultater af den praktiske udfoldelse uden at det er lykkedes at nå til en dimensioneringspraksis, som gjorde denne pålidelig til praktisk anvendelse. Først med en fundamental forståelse af processen og dens mekanisme blev det muligt at komme med praktiske dimensioneringsmetoder for sådanne anlæg. Det kan nævnes et par eksempler:

Rislefiltre har været kendt siden århundredeskiftet. De har været brugt flittigt. De har været undersøgt meget, men det er fortsat en kendsgerning, at den basale forståelse af en række af mekanismerne for rensningen i rislefiltre endnu ikke er opnået. Dette betyder ikke, at rislefiltre ikke virker efter hensigten, men det betyder, at der er en stor fare ved at overføre den praktiske dimensionering fra et tilfælde til et andet, da man på grund af manglende kendskab ikke kan være sikker på at tage hensyn til de rette forhold. Forståelsen af disse mekanismer har været i hastigt udvikling over de sidste 10-15 år, og der vil sikkert kunne opnås bedre resultater i overskuelig fremtid.

Det modsatte eksempel er biologisk fjernelse af fosfor, som først blev observeret i praksis for ca. 25 år siden i USA. Siden da, har der været gjort mange forsøg på at omsætte de praktiske observationer i egentlig dimensioneringspraksis, men dette lykkedes ikke på nogen pålidelig måde, før man i begyndelsen af 1980'erne kom til en fundamental forståelse for egenskaberne ved de bakterier, som er i stand til at foretage biologisk fjernelse af fosfor. Dermed fik man også forklaringen på, hvorfor man skal etablere anlæggene med en indledende reaktor med anaerobe forhold efterfulgt af reaktorer af aerobe forhold.

Konkluderende kan man således sige, at man kan gennemføre rensning i praksis uden fundamental forståelse, men det er en farlig fremgangsmåde, da man risikerer fejldimensionering.

Et af de mest moderne eksempler på en sådan rensningsmetode udviklet på rent empirisk basis er rodzoneanlæg. Rodzoneanlæg er konstruktivt simple. Til gengæld er de procesmæssigt uhyre komplicerede. Det påkaldes som værende en fordel, at de baseres på naturens metoder. Det kan umiddelbart lyde rigtigt, men når man i et anlæg sammenblender funktionen af planter, bakterier og svampe i et heterogent jordmiljø, skal

man være ganske klar over, at procesmæssigt er det så kompliceret, at det er svært at overskue. Desuden har det vist sig, at der i indkøringen af anlægget og udviklingen af plantemassen er så lange tidskonstanter, at det er vanskeligt at styre udviklingen. Man kan sige, at rodzoneanlæg er eksempel på anlæg, som blev udviklet startende i fuldskala om end dog heldigvis kun på små anlæg. Det er dristigt at tro, at man med så komplicerede processer kan køre lige på og udvikle fuldskalaanlæg i forventning om at få pålidelige driftssikre resultater af anlægget. Både i Europa og på internationalt plan har man derfor samlet sig om udveksling af resultater og forskning hvad disse anlæg angår. Det er utvivlsomt anlæg med potentielt fortræffelige resultater, men det vil kræve en lang udvikling med megen forskning før vi med sikkerhed kan dimensionere rodzoneanlæg til pålidelig drift efter opstarten.

#### Skalering

Teknisk Hygiejne var i sin oprindelse en særdeles pragmatisk disciplin på det ingeniørmæssige område. Spildevandets rensning blev udviklet væsentligst baseret på empiri, hvor man udvekslede erfaringer fra et anlæg til et andet og udviste stor konservatisme i udviklingen af metoderne og konstruktionerne. Dette har ændret sig i de seneste år, hvor spildevandsrensning er blevet erkendt som en avanceret procesteknologi, endda avanceret bioteknologi. I sin oprindelse har kunderne dvs. kommunerne, stort set været ukendte med processerne, som de skulle styre i deres anlæg. På dette punkt er der udvist endnu mere empiri end ved projekteringen. Dette er en klar modsætning til forhold som vi finder det ved en fabrik. Det er interessant at sammenligne hvorledes en fabrik griber det an ved udvikling af ny produktion, sammenlignet med udviklingen af spildevandsrensning i en kommune.

Ved udviklingen af en ny proces til produktion af et nyt produkt, vil en fabrik gå ind i produktudviklingen og sin produktionsudvikling startende i lille skala og derfra arbejde sig op til stor skala før endelig fabrikken bygges. Denne proces ved stadig opskalering af resultaterne er basis for en garanti for fabrikkens levedygtighed rent teknisk; men det er også en garanti for fabrikkens levedygtighed rent økonomisk. Hvis der ikke er sikkerhed for produktionens fortræffelighed herunder produktionsvilkårene vil fabrikken simpelthen ikke overleve.



Denne pression får kommunerne ikke over sig, og her ligger måske noget af forklaringen på måden hvorpå processer udvikles og implementeres i selv store anlæg. Dette vil sikkert ændre sig, når den nye miljølovs skærpede bestemmelser får sin virkning på beslutningsprocessen. Det vil sikkert føre til en del konservatisme, men det vil også betyde en skærpelse i retning af sikkerheden for at opnå driftsresultater svarende til de stillede krav i det fuldendte anlæg.

På dette nye grundlag, er det letsindigt at dimensionere rensningsanlæg på grundlag af lærebogsstoffet. Især gælder dette spildevandstilløb, hvor man må meget dybere i egenskaberne ved det spildevand som ledes til rensningsanlægget. Dette er en af grundene til at Komiteén vedr. Vandmiljøteknologi i Dansk Ingeniørforening har nedsat et udvalg til gennemgang af kravet til viden om spildevandet forud for projektering. Desuden måtte forventes, at der fremover stilles væsentlig større krav til spildevandets karakterisering, således at spildevandets egenskaber er bedre kendt i funktionel relation til de processer som spildevandet udsættes for.

Det er overmåde kostbart, at lave eksperimenter i fuldskala. Det er meget billigere at gennemføre eksperimenter i laboratorieskala, og desuden kan man i laboratorieskala gennemføre et meget større spektrum af undersøgelser og dermed få et meget væsentligt bedre overblik over processerne og disse processers egnethed. Ulempen ved laboratorieskala er at dette sker under forhold, som er idealiserede i forhold til det fulde anlæg. Den rigtige udvikling er derfor at gennemføre forsøg efter følgende skala:

- 1 Laboratorieskala
- 2 Lille teknisk skala
- 3 Pilotskala
- 4 Fuldskala.

Det væsentligste af dette er således at kombinere laboratorieskalaforsøgenes ringe omkostninger i forhold til omfang med en stadig øget forståelse for processerne således at man i fuldskala kan koncentrere sig om de sidste helt væsentlige forsøg til verifikation af den etablerede forståelse, dette gælder ikke kun forud for projektering. Det gælder også ved undersøgelser af driftsvanskeligheder på rensningsanlæg. Når

omkostningerne tages i betragtning og når det tages i betragtning hvor kompliceret rensningsanlæg i dag bygges, så må det erkendes, at undersøgelsesmetoder til forståelse, projektering, drift af processerne undertiden kræver undersøgelser med videnskabelig grundighed. For ofte vil man finde praktiske undersøgelser som simpelthen ikke er planlagt og dimensioneret på sådan måde, at de muliggør at de ønskede konklusioner kan drages. Det vil i det lange løb blive meget mere kostbart end at gribe det rigtigt an fra starten. Der er behov for at hæve den faglige standard over hele spektret af faglig virksomhed inden for området.

#### Nye metoder

Vi har de metoder i dag, som skal til for at gennemføre Vandmiljøhandlingsplanen. Disse metoder skal bringes til udfoldelse over en kort årrække. Man må håbe, at tidsfølgen ikke bliver for snæver, således at fejltagelser begås på grund af manglende forundersøgelser, manglende indsigt, manglende forståelse. Det kan blive svært nok med de velkendte metoder; men det vil naturligvis kunne være endnu mere risikabelt med nye metoder. Derfor må der stilles store krav til udviklingen og dokumentationen af nye metoder. Når dette er sagt, må nye metoder imidlertid bydes velkommen fordi vi må se fremad til forbedring af de etablerede metoder, til alternativer til de etablerede metoder, og for ikke at stangere i veletablerede teknologier. Dette vil kræve fleksibilitet med hensyn til formulering af nye krav, og det vil kræve fleksibilitet med hensyn til udbygning med nye rensningsmetoder i de kommende få år og på den anden side af den magiske grænse: nytåret mellem 1992 og 1993.

## 2.2 Resumé og konklusion af gruppearbejder

### 2.2.1 Gruppearbejde formiddag

- Det er muligt at gennemføre vandmiljøplanens krav med de eksisterende processer, men de skal optimeres.
- Der var bred enighed om at det er urealistisk at forestille sig helt nye vandrensingsprocesser indført indenfor vandmiljøplanens tidsrammer. Vi må lære at forstå de eksisterende processer og driftsoptimere disse.
- Renseanlæggene kan udbygges etapevis og det vil formodentlig give anlægs- og driftsbesparelser.
- Der er penge at spare på nye/optimerede processer men det kræver fordeling af risikoen. Der vil antageligvis blive de største besparelser på driftssiden, idet det kniber med at nå at få det med på anlægssiden. Omfanget kan ikke fastlægges.
- Det er muligt at skifte til en anden renseteknik men det er ikke altid rentabelt.
- Lavteknologiske anlæg kan kun anvendes til små renseanlæg og kan ikke forventes at kunne opfylde vandmiljøplanens krav.
- Der er meget udbredt enighed om nødvendigheden af kvalificeret personale på renseanlæggene. Der må i fremtiden lægges stor vægt på videreuddannelse og ansættelse af folk med længere uddannelse.
- Der er et stort behov for opklaring af samspillet mellem regn, kloaknet og renseanlæg.
- Den eneste realistiske metode til reduktion i energiforbrug er "fornuftig drift" af anlægget.
- Der er behov for bedre kommunikation mellem kommune/leverandør og kommune/industri af hensyn til anlæggets drift.

### 2.2.2 Gruppearbejde eftermiddag

- Der er ikke behov for kontrolleret afprøvning af materiel og processer af hensyn til vandmiljøplanen.
- Ved eksport er det vigtigt at være bevidst om hvilket marked det drejer sig om. Der kræves dokumentation af materiel og processer.
- Hvis man udfører afprøvning kan det godt sammenkædes med afprøvning af SRO-anlæg.
- Afprøvning af processer og materiel kan foregå både ved laboratorieforsøg på særlige anlæg og også i fuld skala på anlæg der udbygges.
- Kommunerne og amterne er positive overfor afprøvning og vil evt. tillade kortvarige overskridelser af udledningstilladelserne under forsøgene.
- Der kan ikke påregnes et større økonomisk indskud fra kommunal side til et forsøgs-/afprøvningsanlæg, med mindre ideerne er meget lovende eller det betyder forbedringer på eget anlæg.
- Overholdelse af skrappe krav end stillet i vandmiljøplanen kan godt lade sig gøre ved videregående rensning, procesoptimering og i høj grad indsats overfor tungmetaller og miljøfremmede stoffer ved kilden.
- Det rensede spildevand kan bruges til rengøringsvand og åer, men skal ikke oparbejdes til drikkevand. Der er et potentiale for eksport af know-how til lande med vandressourceproblemer.

**3. TEMADAG 3**

den 22. september 1988 på Golf Hotel i Viborg

**INDUSTRISPILDEVANDETS BETYDNING  
FOR DE KOMMUNALE RENSEANLÆG**

**3.1 Foredrag**

Der holdtes foredrag af

- vicedivisionschef Svend Krarup, I. Krüger AS
- miljøkonsulent T. Hoff Andersen, Industrirådet, Kolding
- driftsleder Eilif Fonager, Fredericia kommune
- civilingeniør Børge F. Mortensen, Slagteriernes Forskningsinstitut

De 3 førstnævnte belyste spørgsmålet "Hvilke problemer medfører tilledning af industrispildevand til de kommunale renseanlæg og hvad skal vi undersøge for at få løst disse problemer?".

Der indgik derved en vurdering fra dem, der planlægger og bygger renseanlæg og fra industriens og kommunernes side.

Børge F. Mortensen holdt foredrag om "Udvikling af anlæg til forrensning af industrispildevand".

**3.1.1 Vurdering fra dem, der  
planlægger og bygger renseanlægene:  
Vicedivisionschef Svend Krarup, I.Krüger AS**

Industriens  
afledningsformer

Industrier afleder sit spildevand på 3 måder

- direkte til kloak
- til kloak efter forrensning
- til recipienten efter forrensning og videregående rensning.

Tendensen i fremtiden vil være at stadig flere industrier udfører videregående rensning og derefter afleder til enten kloak eller recipient.

Betalings-  
vedtægter

Afregningen ved afledning til kloak fra industri til kommunalt renseanlæg sker ved betalingsvedtægter.

De er opdelt i vandafledningsafgift og særbidrag.

Vandafledningsafgiften, som er steget voldsomt i de senere år, er igen opdelt i anlægsbidrag og driftsbidrag.

Særbidraget udregnedes tidligere efter mængden af organisk stof (BI<sub>5</sub>) i spildevandet. I dag findes formler (Glostrup, Slagelse), som også inddrager kvælstof (N) og fosfor (P) i udregning af særbidraget.

Industriens  
problemer

#### Bundfældelighed

Industrispildevandet påvirker i de fleste tilfælde funktionen af det kommunale renseanlæg.

Det kan virke i både positiv og negativ retning.

Eksempelvis vil en forklaring af spildevandet typisk give mindre effekt på BI<sub>5</sub>-rensning, idet industrispildevand sjældent indeholder samme mængde bundfældelige stoffer som husspildevand. Dette er vigtigt at tage med i kapacitetsvurderinger ved udvidelser af anlægget.

#### BI<sub>5</sub>, N, P

Sammensætningen af industrispildevandet er meget varieret i forhold til husspildevand. Der tænkes her på forholdet mellem organisk stof, kvælstof og fosfor samt nedbrydeligheden af det organiske stof.

Det har betydning for opbygning af det biologiske aktive slam som optimalt har brug for et letnedbrydeligt spildevand med en ganske bestemt sammensætning.

#### Andre faktorer

Andre faktorer i industrispildevandet som påvirker de biologiske processer er f.eks. temperatur, pH, inhiberende stoffer og stødbelastninger.

Nitrifikationen er et eksempel på en proces i et renseanlæg, som er stærkt temperaturafhængig. Sænkes spildevandstemperaturen 5°C, vil kravet til procesvolumen typisk fordobles. Ofte vil tilledning af industrispildevand være en fordel for disse processer idet spildevandet er varmt.

pH-værdien skal ligge i området 7-9 for at tilfredsstille biologien. Ofte er industriudledninger stærkt svingende i pH f.eks. p.g.a. rengøring.

Inhiberende stoffer nedsætter nedbrydningshastigheden i renseanlægget og øger dermed behovet for kapacitet. Det kan f.eks. være metalsalte i høje koncentrationer.

#### ATV-projekt

ATV har gennemført et projekt om spildevandet fra nærings- og nydelsesmiddelindustrien, som opklarer hvilke typer spildevand der udledes og hvilke renseteknologier, der anvendes.

Spildevandet stammer fra transport og rengøring af råvarer, mellemprodukter og færdigvarer, rengøring af procesudstyr og lokaler og selve procesvandet, samt kølevand.

#### Renere teknologi

Indførelsen af renere teknologi skal ske på områderne:

- Råvarer
- Produktionsprocesser
- Færdigvarer
- Rengøring.

#### Udviklingsbehov

Udviklingsbehovet for de industrielle renseanlæg findes generelt på områderne måling/styring, nye bakteriekulturer og processer og mere konkret på områder som regenereringsanlæg til aktivt kul og flokkuleringsmidler.

Der er behov for afklaring omkring karakterisering af industrispildevandet og den deraf afledte proceskinetik, nødvendige måleteknik og driftskontrol, samt materialevalg.

#### Udviklingsprogram for rensemethode

Udviklingen af rensemethode skal følge en model hvor spildevandet først karakteriseres og udlederkravene fastlægges.

Der planlægges og udføres både laboratorie- og pilotskala-forsøg før det endelige fuldskaalanlæg projekteres, opføres og indkøres.

Afslutning Det er vigtigt at kommuner og industrier taler sammen hele vejen igennem ovennævnte program, og også i anlæggenes videre drift.

Samarbejdet skal medføre total optimering istedet for sub-optimering.

### **3.1.2 Vurdering fra industriernes side: Miljøkonsulent, ingeniør T. Hoff Andersen, Industriråder, Kolding**

Industriens udledningsforhold

Der findes tre typer af udledningsforhold:

- Industrier med udledning til recipient via eget renseanlæg.
- Industrier der udleder til kloak via egen forrensning.
- Industrier der udleder urensset til kloak.

"Spildevands-  
tunge"  
industrier

Bryggerier  
Most- og læskedrik  
Konserves  
Fiskebehandling  
Farve og lak  
Kemiske virksomheder  
Slagterier  
Foderfremstilling.

Hyppigste  
"problemstoffer"

De stofgrupper man som miljøkonsulent oftest støder på er:

Suspenderede stoffer  
Tungmetaller  
Kvælstof  
Fosfor  
BI<sub>5</sub>

Industriens  
behov for spil-  
devandsløsninger

Industrien ønsker først og fremmest en langt større flexibilitet i søgningen efter fornuftige løsninger.

En stor del af det industrispildevand som udledes i dag er gavnligt for kommunale renseanlæg og det burde udnyttes i langt højere grad. Det burde desuden indgå i betalingsvedtægterne.



Mange kommuner opleves som stejle og uflexible med en holdning der kan udtrykkes som "vi skal nok styre det her og så er det bare at betale ved kasse 1".

En generel fejl ved udfærdigelsen af betalingsvedtægter er anvendelsen af det matrikulære areal som grundlag for en industris bidrag til anlægsudgifterne ved et kommunalt renseanlæg. Man burde istedet anvende det bebyggede erhvervsareal.

Der findes eksempler hvor en lille industris betaling til kommunen indenfor år er steget fra ca. 1000 til 30.000 kr./årligt og det er ikke rimeligt.

Industriens  
behov for forskning  
og udvikling på spildevandsområdet

Der mangler en kortlægning af spildevandssammensætningen fra de forskellige virksomhedskategorier. En slags håndbog som opgør nøgletal for spildevandssammensætningen i de enkelte brancher.

Bogen skal kunne fungere som værktøj for "lægmænd" til hurtige vurderinger. Der er ikke tid til ekspertpaneler.

Det bør undersøges hvilke spildevandstyper som er gavnlige for et kommunalt renseanlæg evt. med kemikalietilsætning, samt hvilke typer der med fordel kan forrenses.

Der er behov for udvikling af units til behandling af de enkelte problemstoffer på såvel store som små virksomheder.

Disse units skal kunne sammenbygges ved rensning for flere problemstoffer, samt være lette at udskifte.

Der må udvikles analyse og måleudstyr til at monitere hvordan forrenseanlæg kører og til dokumentation overfor kommuner/amter.

Udstyret skal være nemt at betjene og driftssikkert. Det ville være ønskeligt om det f.eks. kunne stå i en målebrønd i 2 år uden at svigte.

**3.1.3 Vurdering fra kommunernes side:**  
**driftsleder Eilif Fonager, Fredericia kommune**

- Historie I 60'erne og 70'erne opførtes 8 mindre biologiske anlæg i Fredericia kommune. Desuden vurderedes udfra Lillebælts selvrensningsevne, at et mekanisk centralrenseanlæg i Fredericia by var tilstrækkeligt. Det opførtes i 1975.
- De nye krav til vandrensning betyder at centralrenseanlægget udvides til 240.000 eller 350.000 p.e. (afhængig af én virksomhed) med biologisk N- og P-fjernelse. Samtidig nedlægges 3 mindre biologiske anlæg og afskæres til centralrenseanlægget.
- Industribidrag Fredericia kommune har mange "spildevandstunge" industrier. De mest betydende er:
- Cellulosefabrikken,  
 Shell raffinaderiet,  
 Bryggeriet,  
 Rahbek Fisk og  
 Superfos.
- Disse industrier har nogle højst forskellige spildevandssammensætninger. Bryggeriet udleder f.eks. meget organisk stof mens Superfos stort set udelukkende udleder kvælstof (se bilag).
- Disse usædvanlige spildevandsforhold gjorde at Fredericia kommune iværksatte pilotskalaforsøg for 1 mio. kr.
- Pilotskalaforsøg De 1 mio. kr. viste sig at være godt givet ud, idet pilotskalaforsøgene har vist hvorledes man med forskellige blandinger af spildevandet og en mindre mængde kemikalier kan opfylde vandmiljøplanens krav.
- Det er sandsynligt at pilotskalaforsøgene vil give anlægsbesparelser på 10-20 mio. kr.
- Det nye anlæg Nødvendigheden af at blande de forskellige udledninger for at opnå optimal rensning, betyder at det er vigtigt at samarbejdet mellem kommunen og industrierne fungerer. Det kræver forhandlinger/kontrakter. For eksempel er alternativet til Fredericia bryggeris tilledning af organisk stof, tilsætning af methanol, som er dyrt.

Det kommende renseanlæg vil blive betragtet som et industrielt anlæg forstået på den måde at det:

- kræver kendskab til "råstofferne"
- kræver måleudstyr. Flow- og pH-målinger findes, men der mangler måleudstyr til kontinuert måling af N og P.
- kræver et højt oplysningsniveau fra virksomheder om tilledningerne (uheld og produktionsplan). Det skal indgå i de kontraktlige forhold således at der er "leverancesikkerhed".

De kommende processer, især biologisk P-fjernelse er følsomme og det kræver overvågning, men det er kommunen vant til fra pumpestationerne.

Nye teknologier	Når der stilles krav giver det incitament til teknologisk udvikling. For eksempel udledte Cellulosefabrikken tidligere organisk stof svarende til 800.000 p.e., men de nye krav har medført at virksomheden selv har udviklet og installeret et genvindingsanlæg, således at der ligefrem kan tjenes penge på spildevandet.
Konklusion	Sammenblanding af forskellige typer industrispildevand vil i Fredericia kommune give billigere rensning.

#### 3.1.4 Udvikling af anlæg til forrensning af industrispildevand ved Børge F. Mortensen

Vi beskæftiger os her med industrier, som en delvis rensning af spildevandet, inden det afledes til slutrensning i kommunalt anlæg. Anlæg for industrier, som der selv gennemfører fuld rensning og afledning til recipient, falder således uden for emnet.

Hvorfor nu  
forrensning?

Forrensning gennemføres ud fra to aspekter:

1. **enten** fordi spildevandet ellers vil forstyrre eller ødelægge funktionen af det kommunale anlæg. Sådanne anlæg etableres efter påbud og kan f.eks. være afgiftningsanlæg eller anlæg til fjernelse af større mængder grove partikler eller fedt,

2. **eller** for at minimere totaludgiften for virksomheden, dvs. en nedsættelse af indholdet af organisk stof, fosfor og kvælstof. En mulig anden situation er den, hvor kommunen ikke ønsker at udbygge sit anlæg til at kunne klare en stor forurener, hvis fremtid måske er tvivlsom.

Sagt med rene ord: En industri gør kun, hvad den bliver påbudt eller ser en klar økonomisk fordel ved.

For et land med megen levnedsmiddelindustri er det aspekt nr. 2, som er relevant for producenter af forrenseanlæg, for virksomhederne, som skal købe dem, og for kommunerne, som skal tage sig af "resterne" i spildevandet.

Hvilken forrensning vil industrien købe/kan fabrikanter sælge?

En virksomhed vil undersøge hvilke teknologier, der er til rådighed, og kalkulere besparelser i afgift til kommunen kontra udgifter til etablering/afskrivning og drift af et forrenseanlæg og derpå tage sin beslutning.

Så simpel er virkeligheden desværre ikke. Dels tager det tid for industrien at fremskaffe et beslutningsgrundlag, og dels er det ofte svært at få klare svar fra kommunen. Parterne kan ofte ikke kommunikere sagligt, og ønskemålet, at køre et par gange rundt i planlægningscirklen for gennem en iterativ proces at finde den optimale løsning for både industrien og kommunen, opfyldes ikke. I stedet slutter processen i sådanne tilfælde med et dekret, som låser udviklingen fast fremover.

Eksempel: Slagterispildevand

Hvor meget er der, hvad rolle spiller det? Med nogle meget runde tal kan følgende regnestykker opstilles:

- Svineslagtning: Afledt vand ca. 800 liter pr. slagtet svin, forurening ca. 1200 mg BI<sub>5</sub>/liter. med årlige slagtinger på 15 millioner fordelt på 250 arbejdsdage fås 60.000 svin pr. dag eller 960.000 personækvivalenter.
- Kreaturslagtning: 1250 liter pr. slagtet dyr af ca. 2000 mg BI<sub>5</sub>/liter. Med 900.000 dyr fordelt på 250 dage fås 3600 pr. dag eller 150.000 personækvivalenter.

- Fjerkræslagtning: 86.400 tons slagtevægt (= ca. 106,8 millioner dyr). Svarer til 345 tons færdigvare og 5.425.000 liter spildevand med 1050 mg BI<sub>5</sub>/liter eller 95.000 personækvivalenter.

Om spildevandets karakter kan siges, at det er rigt på organisk stof, kvælstof og fosfor, men letnedbrydeligt og fri for miljøfremmede stoffer, slagterispildevand er gunstigt for funktionen af et kommunalt anlæg, så måske skulle særafgiften falde bort!

Mere interessant for producenter af udstyr til forrensning er måske antallet af potentielle købere af forrenseanlæg:

38 svineslagterier  
25 kreaturslagterier  
20 fjerkræslagterier  
eller 83 ialt

Egentlig en ganske pæn gruppe industrier med beslægtede problemer. Men ikke alle disse vil se en fordel i at købe forrenseanlæg eller vil nå at få udrett deres forhold til kommunen så betids, at de bliver reelle købere.

Eksempler på eksisterende forrenseteknologi på slagterier

- Selvrensende sigter: fjerner grove bestanddele (dansk)
- Fedtafskummer med luftflotation (dansk fabrikat)
- Fedtseparator/hydrocyklon (svensk, tilsvarende dansk markedsføres ikke)
- Flotation med kemikalier (dansk fabrikat)
- Anaerob rensning (= biogasanlæg) (dansk)

Nogle uløste behov:

- Hvordan nedsætter man kvælstofindholdet ved en forrensning?
- Hvordan registrerer man vandmængde, organisk stof, N og P på afløbet til kommunen dels for at få et objektivi afregningsgrundlag, dels for at registrere effekt af vandbesparelser og forrensning?

Udvikling af  
ny teknologi

Industrien er interesseret i nye ideer til opfyldelse af påbud fra myndighederne eller til opnåelse af besparelser på vandafgifterne. På slagteriernes vegne er Slagteriernes Forskningsinstitut gerne behjælpelig med at finde egnede afprøvningssteder samt med kritik.

Her er slagterierne brugt som konkret udgangspunkt for dette indlæg. En stor del af problemerne er imidlertid fælles med anden levnedsmiddelindustri i Danmark, og dette må med i en markedsvurdering. Forudsat at kommunikationsforholdet kommune kontra industri falder ud positivt, vil der derfor være et betydeligt marked og mulighed for at sikre sig gode referencer.

For gode referencer i Danmark vil være en forudsætning for en international markedsføring i de fleste tilfælde. Og den anerkendelse, som dansk levnedsmiddelindustri normalt nyder godt af, vil hjælpe til på eksportmarkederne.

### **3.2 Resume og konklusion af gruppearbejder**

#### **3.2.1 Gruppearbejde om samarbejde og uønskede stoffer**

- Der var bred enighed om at den bedste måde at optimere rensningen af industrispildevand på kommunale renseanlæg er et tæt samarbejde mellem kommune og industri. Dialogen er vigtig i planlægningsfasen, således at de rigtige betalingsforhold og det rigtige projekteringsgrundlag kan opnås. Dialogen er også vigtig i den senere drift, f.eks. i forbindelse med produktionsændringer og uheld.
- De stoffer som man i det væsentlige skal undgå at tillede kommunale renseanlæg er
  - o Biologisk hæmmende stoffer
  - o Tungmetaller
  - o Olie, fedt
  - o Miljøfremmede stoffer.
- Den bedste mulighed for styring af tilledning af industrispildevand til kommunale renseanlæg opnås ved hjælp af udligningsbassiner.
- Fælles forrensning for flere industrier er ikke generelt nogen god ide. Det kan dog være en god ide på steder med flere ensartede industrier.
- Udviklingsbehovet findes især på områderne:
  - o Renere teknologi (substitution/begrænsning)
  - o Analyser for specielle stoffer og undersøgelse af hvad der sker med disse stoffer i biologiske renseanlæg, samt nye processer til omsætning af disse stoffer
  - o Måleudstyr/styringsmetoder
  - o En håndbog med nøgletal om de centrale stoffer i renseproblematikken. Evt. brancheopdelt.

#### **3.2.2 Gruppearbejde om økonomiske styringsmidler og brancheprioritering**

- De gældende særbidragsordninger er ikke tilstrækkelige som styringsmiddel for industritilledninger og de sikrer ikke optimal genanvendelse.

- De gældende særbidragsordninger tager ikke hensyn til at tilledt industrispildevand både kan gavne og hæmme det kommunale renselanlægs funktion.
- Virksomheder der planlægger at etablere sig i en kommune kan i tilstrækkelig god tid få oplysninger om vandafledningsbidrag. Der er ikke behov for udvikling af en generel formel til fastsættelsen af dette bidrag.
- En generel formel kan og bør ikke forenes med lempelige særbidrag af hensyn til arbejdspladser.
- Der er muligvis behov (ikke enighed) for forskningsprojekter omkring betalingsvedtægter. I givet fald bør de omhandle spildevandsparametrene som fastlægger bidraget og den statistiske behandling af analyserne.
- Der er behov for udvikling af styringssystemer med måling af problemstofferne, og der er kommercielle/eksportmæssige perspektiver heri.
- Forskningsprojekterne bør koncentrereres omkring levnedsmiddelindustrien og evt. jern/metal, farve/lak, tekstil og kemisk industri. Det er områder som styring og overvågning, planlægning, speciel forrensning og pilotanlæg der skal udvikles.



**4. TEMADAG 4**  
den 27. oktober 1988 på Golf Hotel i Viborg

**SLAMBEHANDLING OG -BORTSKAFFELSE**  
**SAMT SAMARBEJDE OG EKSPORTMULIGHEDER**

**4.1 Foredrag**

Der holdtes foredrag af:

- akademiingeniør Bodil Mose Pedersen, VKI, ATV
- driftsleder Erik Sørensen, Holstebro kommune
- chefagronom A. Winther Andreasen, Superfos Gødning
- akademiingeniør Tony Christensen, Miljøstyrelsens Vandkvalitetkontor

De 3 førstnævnte belyste spørgsmålet "Hvilke problemer er der ved behandling og bortskaffelse af spildevandsslam - og hvordan kan vi løse disse problemer gennem øget forskning?".

Der indgik derved en vurdering fra forskernes, kommunernes og gødningsindustriens side.

Tony Christensen orienterede om Miljøstyrelsens undersøgelse af slamdata for 1987.

**4.1.1 Vurdering fra forskernes side**  
**ved akademiingeniør Bodil Mose Pedersen, VKI**

Indledning

I forbindelse med de kommende års udbygning af de kommunale renseanlæg vil der fremkomme stigende mængder overskudsslam.

Indenfor følgende 4 områder vurderer Vandkvalitetsinstituttet, ATV, at den forskningsmæssige indsats bør intensiveres, hvis problemer omkring håndtering og bortskaffelse skal løses:

- slamdeponering
- slammængder
- slamafvanding
- slamkarakterisering.

- Miljøfremmede stoffer Miljøfremmede stoffer, der optræder i spildevand kan stamme fra husholdninger, industri og fra tilsætning under selve spildevandsrensningen (eks. konditioneringsmidler). Inden bortskaffelse (deponering) bør det undersøges i hvilket omfang miljøfremmede stoffer bindes til slammet. Genanvendelse og genvinding i form af olieudvinding, produktion af aktiv kul og ekstraktion af tungmetaller er idag på forsøgsstadiet. Yderligere forskning er nødvendig for at reducere mængderne af slam, der skal deponeres.
- Slamafvanding På renseanlæggene vil nye slamtyper og stigende slammængder ændre kravene til stabiliserings- og afvandingsprocesserne. Nye optimeringskriterier for renseprocesserne i forhold til slamproduktionen vil formentlig kunne lette den efterfølgende håndtering af slammet.
- Slamafvanding forventes at kunne forbedres gennem undersøgelse af selve de fænomener, der betinger afvandeligheden samt ved gennemførelse af systematisk optimering af stabiliserings- og afvandingsmetoder.
- Slambortskaffelse Retningslinier for karakterisering af slam findes i "Bekendtgørelse vedrørende slams anvendelse i landbruget". Der vil i fremtiden blive behov for mere detaljerede deklARATIONER af de slamtyper, der fremkommer på renseanlæggene og de slamtyper, der skal transporteres bort fra renseanlæggene. Førstnævnte slamtyper bør eksempelvis deklarereres m.h.t. mikrobiologisk sammensætning og afvandelighed, mens slam der skal bortskaffes eksempelvis bør deklarereres m.h.t. miljøfremmede stoffer, fosfortilgængelighed og -konsistens. Hvilke parametre der er relevante i relation til de enkelte slamtyper, kræver yderligere forskning.
- Udover de 4 nævnte områder: slamdeponering, slammængder, slamafvanding og slamkarakterisering vil problemer omkring lugt og hygiejnisk kvalitet også kræve en yderligere indsats.

#### 4.1.2 Vurdering fra kommunernes side ved driftsleder Erik Sørensen, Holstebro kommune

##### Indledning

Slamhåndteringen i Holstebro kommune foregår på en ny og spændende facon. Utraditionel som Centralrensenlægget i flere retninger har ry for.

Ideen til denne håndtering startede tilbage i 1986, hvor undertegnede blev inviteret til en temadag i kalkstabilisering af slam fra renselanlæg af den danske agent.

Processen var yderst tiltalende og der blev arbejdet videre på projektet. Et besøg i Tyskland for at studere fuld skala drift, samt forsøgskørsel på Holstebro Centralrenseanlæg.

Der var i begyndelsen mange skeptikere over for denne proces, skeptikere der alle henviste til Miljørapport nr. 14.

Rapporten blev indgående studeret, og der blev fundet frem til at kriterierne for kalkstabilisering af slam ikke var opfyldte i baggrundsforsøgene.

Der var bl.a. anvendt hydratkalk frem for brændt kalk, desuden var indmixningen ikke optimal.

Hvordan kunne kalkstabiliseringen indpasses i procesforløbet på Holstebro Centralrenseanlæg. Et spørgsmål, der blev arbejdet en del med.

Den eksisterende afvandingsstation var nedslidt, og skulle skiftes ud.

Efter nogen overvejelse besluttede vi at bygge en helt ny station til afvanding af slam. Der blev kørt en række forsøg, og vi lagde os fast på en sibåndspresse.

Kommunen projekterede selv denne station, og forhandlede direkte med de enkelte leverandører.

6 måneder og 4 byggemøder efter blev stationen taget i drift.

Procesbeskrivelse Det afvandede slam med TS på ca. 21% føres til de 2 kalk-mixere, der kører i skift.

Slammet vejes ind, idet begge mixere står på vejeceller.

Den indvejede mængde slam tilsættes indvejet mængde kalk ca. 8% og der mixes i ca. 35 sek. Derefter snegles kalkslammet ud på transportbånd og føres på reaktionslager. Hvor kalkslammet ligger i 10 døgn inden det køres på fjernlager i 9 mdr.

Ved kalkindblandingen øges temperaturen til ca. 60°C og pH stiger til ca. 12.

Kombinationen af langtidslavpasteurisering og den høje pH gør at smitsomme organismer dræbes, hvilket medfører en nedsat risiko ved anvendelsen i landbruget.

Langtids lavpasteurisering vil efter et par døgn ved 60°C dræber de fleste mikroorganismer. Mange mikroorganismer dræbes ved pH 9,5-10, idet pH er logaritmisk, vil en pH 12 have en akut effekt på disse organismer.

Kombinationen dræber effektivt.

Undersøgelser viser at salmonella og clostridium der er sporedannere er dræbte.

Spredning på  
landbrugsjord

I Holstebro kommune er der store arealer med sur sandet jord. Områder med stor risiko for udvaskning af næringssalte, ligeledes områder der i vækst perioden kræver store mængder vand.

Lang tids anvendelse af slam fra Holstebro Centralrenseanlæg har forbedret boniteten på jorden i anvendte områder, og er er hverken tilført N eller P i perioder.

Ved anvendelse af det kalkstabiliserede slam vil forbruget af jordbrugskalk ligeledes falde.

Konsistensen af det kalkstabiliserede slam er som mergel og kan spredes med almindelig gødningsspreder. Dette gør at den enkelte landmand ikke skal ud i ekstra investeringer, men kan udnytte slammet direkte fra depot med sit eget grej.

Det har været diskuteret en del hvorledes vi kontrollerede udspredningen af vort jordforbedringsprodukt. Efter samtaler med landmændene, der foretager jordbundsanalyser og vækstplaner, konkluderede vi at landmændene selv var de bedste til at styre og regulere tilførslen af kalkslam på deres egne marker, idet de ikke ønsker forringet vækst ved overdosering.

Dette medfører at Holstebro Centralrenseanlæg modtager melding om hvem der har modtaget og spredt så og så mange tons.

Iøvrigt ønsker skovstyrelsen at køre forsøg med slammet til nyplantninger i plantager.

Kommunale  
perspektiver

Slambehandlingen starter ved primærproducenten, og derfor skal betalingsvedtægten i kommunen tage udgangspunkt i hvad er proces teknisk godt og hvilke stoffer er dårlige.

Slambehandlingen skal målsættes:

1. Deklaration
2. Afsætnings- og anvendelsesmuligheder
3. Planlægning af distribution
4. Procesvalg.

Decentral planlægning er ønskelig:

- o flere kommuner kan gå sammen om fælles strategi.
- o fleksibel slambehandling fra region til region (amt-amt)

Økonomi:

1 tons slam til depot ca. pris	250,-
kørsel	13,- pr. tons

Indbudt licitation	3-årig kontrakt
	1 fast tonspris incl. lastning og tømn ning

Landmændene skal selv hente det og pløje det ned.

Markedsføring:

Fjernlageret blev placeret hos vores primær landmand.

Kommunen lejede et stykke jord og byggede samt betalte fjernlageret.

Landmændene samt deres organisation havde på et tidligt tidspunkt været inde i billedet, og de var interesseret.

De var blevet gjort opmærksomme på kriterierne for at få lov til at modtage produktet.

Da processen kom igang øgedes interessen og landmænd i hele kommunen ringer og beder om kalkslam.

Forslag til A/S Spildevandsrens.

Produktion:	Afdækning
	Kompost
	Brændsel
	Jord
	Biogas

Mulighed for fælles kommunale forædlingsanlæg.

Rådgivning - planlægning - decentrale - regionale

Afklare afsætningsmuligheder + økonomi først

Procesvalg	1
	2
	3
	4

Bygning  
Drift

#### 4.1.3 Vurdering fra gødningsindustriens side ved chefagronom A. Winther Andreasen, Superfos Gødning

Indledning

Vandmiljøplanen tilsigter, at de ca. 11.000 tons fosfor, der årligt kommer i slam fra de kommunale rensningsanlæg, nyttiggøres, og den bedste måde hertil synes at være at anvende slammet som gødning på landbrugsjord.

Slamanvendelse er imidlertid ikke uden problemer i landbruget. Det er vigtigt, at jorden ikke forurenes med tungmetaller, og slammet må være behandlet på en sådan måde, at eventuel sygdomssmitte elimineres.

Slam er et ret fyldende produkt (højt vandindhold), som af hensyn til distributionsomkostningerne bør tørres, inden det leveres til forbrugeren.

Gødnings-  
virkningen

I modsætning til husdyrgødning er gødningsvirkningen af slam først og fremmest knyttet til dets indhold af kvælstof og fosfor. Indholdet af kalium er uden betydning. Slam bør derfor inden anvendelsen beriges med de manglende næringsstoffer, eller hvad der synes mere realistisk, anvendes sammen med en kompensationsgødning. Indholdet af næringsstoffer i slam kan variere fra parti til parti.

Da slam indeholder kvælstof bør anvendelsen af hensyn til risiko for kvælstofudvaskning ske så tæt på vækstperioden som muligt.

Slam bør primært anvendes til korn til modenhed, hvor grønne blade og plantedele ikke udnyttes til foder.

Udbringningen

Selve udbringningen af slam kan give problemer.

De staldgødningsspredere, der findes i landbruget, er normalt beregnet til udspreddning af 20-50 t pr. ha, og spredere til handelsgødning til en mængde på 300-800 kg pr. ha. De sidste kræver endvidere, at de granulater, der anvendes, har en ret høj mekanisk styrke (4-6 kg).

Produktudvikling

Skal slam finde større anvendelse i landbruget, bør der ske en "produktudvikling" og en forarbejdning af materialet, hvilket kan medføre ret store omkostninger for kommunerne.

**4.1.4 Orientering om Miljøstyrelsens  
undersøgelse af slamdata for 1987  
ved akademiingeniør Tony Christensen,  
Miljøstyrelsens Vandkvalitetskontor**

---

Formålet med undersøgelsen er dels at danne grundlag for MST's revision af slambekendtgørelsen, dels at tilvejebringe et grundlag for videre planlægning, forskning og udvikling inden for slamområdet.

Slambekendtgørelsen skal revideres p.g.a. et EF-direktiv fra 1986 hvoraf det fremgår at de enkelte medlemslande senest 3 år efter direktivets vedtagelse (d.v.s. i 1989) skal have indarbejdet direktivets bestemmelser i det enkelte lands love og bestemmelser.

Endvidere skal slambekendtgørelsen revideres således at reglerne heri bliver bragt i overensstemmelse med reglerne i Husdyrgødningsbekendtgørelsen.

**EF-Direktiv**

Ifølge EF-direktivet må slam der udbringes på landbrugsjord maksimalt indeholde tungmetaller som anført i tabel. Hvis man sammenligner med de gældende krav i slambekendtgørelsen vil man se at der er stor forskel på kravene. Det er da også anført i EF-direktivet at de enkelte lande kan fastsætte skærpede krav. Dernæst står der i EF-direktivet at udspreddning af slam på landbrugsjord skal foregå på en sådan måde, at der tages hensyn til planternes behov for næringsstoffer. Og endelig indeholder direktivet grænser for koncentrationer af tungmetaller i den jord hvor slammet udspreddes og for den maximale årlige mængde der må tilføres.

**Revideret slambekendtgørelse**

I forbindelse med revision af slambekendtgørelsen har vi gjort os følgende overvejelser.

**Hvem har vi spurgt om hvad**

Der er udsendt spørgeskemaer til samtlige kommuner med kommunale renseanlæg ialt 260 kommuner.

Der er lavet et skema for hver renseanlæg større end 30 p.e., ialt ca. 1.800 anlæg.

Bemærk MST har i forvejen oplysninger om renseniveau og belastning på alle renseanlæggene.



Foreløbige  
resultater

Resultaterne er meget foreløbige, der er således ikke lavet nogen kontrol af data endnu. Der kan være misforståelser ved udfyldning af skemaet, fejl ved udfyldning og fejl ved indtastning.

Landbrug	44.000 ton tørstof
Losseplads	38.000 ton tørstof
Forbrænding	9.000 ton tørstof
Kompostering	5.000 ton tørstof
Andet	200 ton tørstof
<hr/>	
I alt 1987	96.200 ton tørstof
<hr/>	

## 4.2 Resume og konklusion af gruppearbejder

### 4.2.1 Gruppearbejde om slambehandling og -bortskaffelse

Hovedresultaterne fra fremlæggelse af gruppearbejderne fremgår af efterfølgende:

- De væsentligste problemer ved kommunernes slambehandling er hvordan sammensætningen påvirker effekten af afvandingen, og hvordan slammet skal karakteriseres, for at det kan afsættes. Der er behov for en bedre definition af, hvad der menes med stabiliseret slam. En vigtig ting er fjernelse af tungmetallerne ved kilden, hvis slammet skal genbruges. Endvidere ønskes bedre metoder til afvanding.
- Hvis slammet fra septiktanke o.lign. bliver kørt til rensningsanlæg er problemerne som nævnt ovenfor. Hvis slammet skal udenom er der behov for nye metoder og for at de to-tre kendte metoder undersøges nærmere.
- Afvandingen af industrislam har samme problemer som nævnt for kommunerne. Et uløst spørgsmål er om kommunerne er forpligtiget til at aftage slammet fra industrierne.
- Ved genbrug af slammet bør problemstillingen vendes om, så det er forbrugernes krav der opfyldes.
- De væsentligste problemer ved kommunernes slambortskaffelse er den manglende overordnede målsætning og prioritering, den manglende erkendelse af problemerne og endvidere karakterisering (analyser) af slam til genbrug, til forbrænding såvel som til deponering.
- En løsning på virksomhedernes problemer med udledning af tungmetaller er, at virksomhederne adskiller/genbruger disse før de udledes. En øget forskning kan bidrage til en udvikling indenfor dette område.
- De administrative problemer i forbindelse med slambortskaffelsen er deponeringen og manglende deklarerationer.
- I kommuner med +holdninger har man ingen problemer. Erfaringerne er, at primær- og amtskommunerne har forskellig holdninger.

#### 4.2.2 Gruppearbejde om samarbejde og eksportmuligheder

- Der var enighed om, at det ville være en fordel med fælleskommunale slamafvandings-/forbrændingsanlæg i regioner langt fra landbrugsjord og større end 150.000 p.e. Det erkendtes, at samarbejde kommunerne imellem er svært. Der blev også peget på mulige nye anvendelser af slamprodukter som forskningsemne.
- Forskning er nødvendigt for, at der kan bidrages til en øget anvendelse af dansk viden/udstyr indenfor områderne afvanding, forbrænding, hygiejnisering (udspredning) og tørring. Det blev nævnt, at der indenfor disse områder fabrikeres meget maskineri i Danmark, som kan videreudvikles. Et større samarbejde mellem bruger (kommuner), fabrikant og rådgiver er dog også nødvendigt her.
- Etablering af et tættere samarbejde på slamområdet mellem virksomheder samt mellem virksomheder og kommuner kan bidrage til en øget genanvendelse samarbejde anses for nødvendigt.

Med hensyn til øget eksport var konklusionen nok at det er svært at konkurrere, men viden og teknologi er til stede. Den kræver en forøget salgsindsats - evt. som nicheproduktioner eller som systemeksport.

5. **TEMADAG 5**  
den 16. november 1988 i Eigtveds Pakhus i København

**FORNYELSE AF KLOAKNETTET OG FOREBYGGELSE  
AF REGN-, DRÆN- OG SMELTEVAND I KLOAKNETTET**

5.1 **Foredrag**

Der holdtes foredrag af:

- civilingeniør Erling Holm, Teknologisk Institut
- gruppeleder fra kloakafd. Keld Søgaard, Køge kommune
- ingeniør Erik Danielsen, Viggo Michaelsen A/S, Køge
- afd.ing. Jens Lystbæk, Per Aarslef A/S, Århus

De 3 førstnævnte belyste spørgsmålet "**Hvilke problemer er der ved fornyelse af kloaknettet - og hvordan kan vi løse disse problemer gennem øget forskning?**".

Der indgik derved en vurdering fra forskernes, kommunernes og rådgivernes side.

Jens Lystbæk holdt foredraget "**Hvilke og udstyr kan vi udvikle gennem øget forskning til en bedre og billigere fornyelse af kloaknettet - set fra entreprenørernes side**".

5.1.1 **Vurdering fra forskernes side**  
**ved civ.ing. Erling Holm, Teknologisk Institut**

Indledning

I dette indlæg behandles to rapporter om sanering som Teknologisk Institut har været med til at udarbejde.

Den ene rapport er et udredningsarbejde om sanering af afløbssystemer udført for DIF's spildevandskomite og rapporteret i november 1985.

Den anden rapport er en nordisk delphiundersøgelse om vand- og afløbsledningsnet udført i Nordisk Teknologi år 1988 og med forventet rapportering i foråret 1989.

Udredningsarbejdet om sanering af afløbssystemer, nov. 1985

## Projektkatalog

Arbejdet er afsluttet med et projektkatalog, hvor følgende projekter blev givet den højeste prioritet:

- o Planlægning af kloaksanering
- o Kloakdatabase
- o Undersøgelse og vurdering af afløbssystemers tilstand
- o Uvedkommende vand
- o Renovering af afløbsledninger og brønde i praksis

Næsthøjeste prioritet:

- o Fællessystem contra separatsystem
- o Tilsynsmanual
- o Udsivning fra kloakledninger
- o Udformning samt drift og vedligeholdelse af bassin anlæg og overløbsbygværker i fællessystemer

Af disse projekter er 3 afsluttet eller igang. Det gælder Kloakdatabase (DAS), Renovering af afløbsledninger og brønde i praksis og undersøgelse af udsivning fra kloakledninger.

De projekter der nu prioriteres højest er de resterende tre projekter i højeste prioritetsklasse, samt projektet, "Udformning samt drift og vedligeholdelse af bassin anlæg og overløbsbygværker i fællessystemer."

Nordisk Delphi-undersøgelse, vand- og afløbsledningsnet

En Delphi-undersøgelse er en udvidet spørgeskemaundersøgelse som gennemføres for at scanne behovet så man kan prioritere indsatsen for udviklingen af metoder, hjælpemidler og produkter indenfor emnet drift, vedligeholdelse og fornyelse af ledningsnet.

## Undersøgelsens spørgsmål

Undersøgelsen prøver på nordisk plan, at afdække følgende 4 spørgsmål:

1. Hvilke problemer på vand- og afløbsledningsnettene vil være de vigtigste?
2. Hvilken slags viden og kompetance vil de være nødvendigt at få tilvejebragt for at håndtere opgaverne på VA-ledningsnettet?

3. Hvilken type produkter til ledningsnettet vil det være særlig vigtigt at få udviklet?
4. Hvilke faktorer vil have betydning for omfanget af drift, vedligeholdelse og fornyelse af ledningsnettet?

Danske svar

I det følgende gives resultatet af det samlede antal svar i Danmark inden for emnet afløbsledninger.

Højt prioriterede problemer:

- o Manglende kapital
- o Gener ved gravning i gader
- o Overløb fra afløbssystemet

Største behov for ny viden

- o Effekt af renoveringsteknik til afløbsledninger
- o Levetid på renoveringer
- o Restlevetider på samlinger og ledninger

Største behov for metoder, hjælpemidler og produkter

- o Videreudvikling af undersøgelsesmetoder til afløbssystemer
- o Videreudvikling af databaser til afløb
- o Renoveringsmetoder inkl. opgravningsfri stiktilslutninger til afløb

Omfang af aktiviteter

- o God dokumentation for omfang af vedligeholdelse og fornyelse
- o Begrænsninger i kapital
- o God ledelse, styring og administration i kommunerne

Ses alene på besvarelserne fra ledningsejerne, var det mere udførelsesmæssige forhold der ønskedes belyst, så som:

- højtryksspulings ødelæggende virkning
- måling af reststyrke i ledninger
- udbedringsmetoder uden opgravning
- vejledninger i drift og vedligeholdelse
- styring og overvågning
- erfaringsudveksling
- omkostningsdækning

Sammenfatning  
Delphi-undersø-  
gelse, Danmark

Sammenfattes hele rapportens materiale om danske forhold, må følgende prioriteres højest:

- o Helhedssyn på afløbssystemet, dvs. planlægning fra kilde til recipient
- o Dokumentation af:
  - produkters og metoders egenskaber (levetid)
  - afløbssystemers tilstand og behov for fornyelse
- o Større gennemslagskraft for nye teknikker og totaløkonomi ved valg af teknik
- o Styring efter mål, hvilke kræver god ledelse og stor kompetence.

#### **5.1.2 Vurdering fra kommunernes side ved Gruppeleder for kloakafdelingen Ing. Keld Søgaard, Køge kommune**

---

##### Grundlæggende viden om eget kloaksystem

Hvis man ønsker at gøre noget fornuftigt for sin kommunes kloaksystem - dvs. at tingene skal gå op såvel i teknisk som i økonomisk henseende - er det første spørgsmål, der melder sig: Hvordan ser kloaksystemet egentlig ud?

Det er min opfattelse, at mange kommuner ikke har nogen præcis fornemmelse af, hvilken tilstand rørene, brøndene og bygværkerne er i.

Dette betyder, at man må skaffe sig viden om følgende:

Opmåling af  
sit kloaksystem

Her kan man tage udgangspunkt i de oplysninger, der er tilgængelige i de kommunale arkiver - dvs. kloakplaner, gadeplaner, byggesager osv. Man vil her ofte få et indtryk af, hvilken alder kloakkerne har til brug ved en senere planlægning. Man må herefter vurdere, i hvilket omfang det er nødvendigt med supplerende opmåling i marken. Det må klart anbefales at gennemgå sit ledningsnet fysisk, da dette giver et godt forhåndsindtryk af, hvordan det står til dernede.

Med grundlag i dette registreringsmateriale vil det normalt være muligt at udpege områder, der bør arbejdes videre med. Der kan være tale om områder med gamle ledninger, områder med lav beliggenhed (infiltrationsvand), nærmere undersøgelse af specialbygværker (overløb - oliefang) og lignende.

Dette vil alt i alt betyde, at der skal foretages en spildevandsplanlægning, der også indeholder en klar stillingtagen til, hvorledes det eksisterende kloaknet skal vedligeholdes og fornyes. Med de kommende krav til spildevandsudledninger vil det ovenfor beskrevne arbejde klart skulle opprioriteres de kommende år.

### Værktøjer

Vi får med andre ord brug for i første omgang at udvikle de planlægningsmuligheder/værktøjer, der er til rådighed. Der ved får vi mulighed for på et bedre grundlag at træffe beslutninger om, hvornår og hvordan tingene skal gribes an og gøres. Jeg kan umiddelbart få øje på:

#### TV-inspektion

Det bør være en selvfølge, at en TV-inspektion af et saneringsplanlagt kloaksystem skal foretages, inden projekteringsarbejdet igangsættes.

Selvfølgelig kan der være situationer, hvor det ikke er nødvendigt. Vi er f.eks. i Køge Centrum i gang med et langsigtet kloakfornyelsesarbejde, hvor vi generelt lægger ledningssystemet lavere end det gamle net - dels for at kunne nedlægge omkostningskrævende pumpestationer -dels for at kunne tilbyde lodsejerne bedre faldforhold (kælderafvanding).

Men en TV-inspektion giver oplysninger om de fysiske tilstande i ledningsnettet, som ikke kan ses ved den "overjordiske" gennemgang. Nok et eksempel: Et mindre bysamfund i den sydlige del af Køge kommune skulle via en længere hovedledning med tilhørende pumpestationer tilsluttes centralrenseanlægget. Det var derfor nødvendigt at foretage en separatkloakering af de fælleskloakerede områder for ikke at belaste renseanlægget med regnvand og for at undgå store ledningsdimensioner og driftsomkostninger. En TV-inspektion af de gamle fællesledninger (fra midt i 50'erne) viste, at langt den overvejende del af dem var sunde og kunne anvendes til regnvandsafledning, hvad der også var hensigten.



Det kunne være ønskeligt, om man kunne forbedre TV-inspektionen på en sådan måde, at man til trods for det våde og vanskelige miljø i ledninger i drift kunne få en visuel kvalitet, der gør det muligt bedre at bedømme forholdene (for os, der ikke ser kloak-TV hver dag).

Det kunne også være ønskeligt, om en sådan inspektion med udgangspunkt i f.eks. koter til start- og slutpunkt kunne give rimeligt præcise oplysninger om den inspicerede lednings faldforhold.

#### Vandmåling

Vi udarbejder på Køge-egnens renseanlæg daglig journaler over bl.a. den indkommende vandmængde på anlægget. Dette bliver sammenholdt med de meteorologiske data, vi kan få fra målinger på Køge Havn (temperatur, nedbør og vandstand i havnen). Da vi samtidig har et rimeligt godt kendskab til renseanlæggets opland er det muligt at få nogen indikationer af, hvor meget af det tilkommende vand der hidrører fra egentligt spildevand, regnvand og uvedkommende vand. Uvedkommende vand kan her opdeles i infiltrationsvand, drænvand og højvand (fra Køge bugt ved kraftige højvander gennem utætte klapper m.m.)

Det vil fremgå af ovenstående, at der er mange ubekendte faktorer, der spiller ind.

Det kunne være ønskeligt, om man med brug af edb-teknik kunne opstille modeller, der kunne simulere f.eks. situationer som ovenfor til brug ved f.eks. driftsoptimering på renseanlægget (imødegå en spidsbelastning), ikke mindst set i lyset af de kommende udlederkrav.

Ved den generelle gennemgang af det samlede kloaksystem vil det bl.a. være naturligt at interessere sig for kloakpumpestationernes ve og vel. Man har f.eks. mulighed for gennem kendskab til pumpetyper, løftehøjder, gangtider og lign. at danne sig et indtryk af de oppumpede vandmængder. Med kendskab til oplandet til pumpestationen kan man herefter få en indikation af, om der tilledes uvedkommende vand til oplandet - måske fra dræn eller som infiltrationsvand. Hvis de uvedkommende vandmængder er af en betydelig størrelsesorden kan det overvejes at undersøge nærmere, hvor vandet kommer

fra. Det er klart, at man må gøre sig teknisk/økonomiske overvejelser, hvorvidt det kan betale sig at gå i gang med en nærmere undersøgelse.

Når man så har vedtaget at undersøge mere detaljeret er det klart ønskeligt, at disse vandmålinger kan ske på ledninger i drift, og som følge deraf ikke må give problemer.

EDB  
Registrering  
og beregning

Jeg vil vende tilbage til den grundlæggende viden om kommunens kloaknet. Med de muligheder, der i dag findes til at lagre informationerne om kloaksystemet er der for mig at se ingen tvivl: Her har vi et virkelig godt redskab til at få et samlet overblik. Vi skal bruge den tilgængelige edb-teknik så godt vi overhovedet kan.

Det må være muligt at videreudvikle på dette område, således at man fra sin arbejdsplads enkelt kan registrere, rette, fylde på, udtegne, lave statistik, beregne, planlægge osv. osv.

Det må være muligt at tilrettelægge programmet således, at det bliver tilgængeligt for den enkelte borger - det skal med andre ord være servicevenligt.

Vi skal kunne give borgeren mulighed for at kigge med på skærmen - og forstå!!

Det er med edb-teknik også en klar mulighed for at beregne sig til - på et mere nøjagtigt grundlag - hvad uvedkommende vand betyder for kloaksystem og renseanlæg, såvel teknisk som økonomisk, for derigennem at kunne optimere den samlede spildevandsplanlægning.

### Materialer

Jeg vil i dette indlæg ikke komme nærmere ind på brugen af forskellige materialer og udførelsesmetoder. Vi må i kommunerne holde øjne og ører åbne for den vifte af muligheder, de forskellige materialer og metoder kan tilbyde for at kunne vælge den bedste løsning til de forskellige opgaver. Jeg ser dog et klart ønske i ikke at sprede sig på alle de materialer, der umiddelbart tilbydes. Vi har brug for de fordele, der ligger i at kunne bruge nogle få, men veludviklede varesortimenter, dels af hensyn til selv at skulle

kunne vedligeholde (lagervarer - øjeblikkelige behov for reparationer), dels af hensyn til at kunne bevare overblikket over, hvorledes vort kloaknet ser ud.

### Politik

Vi er i disse år med gennemførelsen af vandmiljøhandlingsplanen og den dertil hørende brugerbetaling for den samlede kloakforsyning på vej til en mere stabil periode for gennemførelsen af de forskellige kloakopgaver. Det ser i hvert fald sådan udfra mit skrivebord. Spildevandsplanlægning følges nu ad med borgerbetalingen herfor - vel at mærke en borgerbetaling der skal bruges til sit formål. Dette vil alt andet lige betyde, at "kloakkassen" ikke kan angribes af sparebestræbelser, med mindre man ønsker at mildne "miljøtrykket" ved lavere afgifter.

Dette må vel også på langt sigt betyde, at den forskning og udvikling, der er nødvendig på kloakområdet, kan finde et leje, der er mere tilfredsstillende både for os som brugere og for dem, der tilbyder os assistance.

Jeg ser også muligheder for med den kommende spildevandsplanlægning at få gennemført en kloaksaneringsplanlægning. Vi må tage stilling til, hvorledes vi skal håndtere vore "gamle" ledningssystemer.

Den hidtidige planlægning har jo i høj grad været baseret på at få nykloakeret områder, som ikke har været tilstrækkeligt kloakforsynet - altså vi har haft brug for at rense op omkring os. Men vi har "glemt" de allerede eksisterende kloaknet. De har jo fungeret så godt - vandet forsvinder i kloakken til vores tilfredshed. Vi har været alt for tilbøjelige til om jeg så må sige "at lade rørene bryde sammen under os" inden vi fik øjnene op for, at der var noget galt. For så vidt er der intet mærkeligt heri. Vi har jo ingen mulighed for at se det fremadskridende forfald nede i jorden, som vi f.eks. kan se det på vore huse og vore veje.

De kommende år vil forhåbentlig give os muligheder for og vinde forståelse for, at også det "underjordiske" skal have det godt.

Lad os udvikle værktøjer til også at bevise, at det kan betale sig.

### 5.1.3 Vurdering fra rådgivernes side

ved ing. Erik Danielsen, Viggo Michaelsen A/S, Køge

Nyværdien af afløbssystemerne i Danmark, er ca. 100 mia. kr.

Problemer  
og årsager

Disse afløbssystemer har nu vist nogle synlige problemer som f.eks. kælderoversvømmelser, forureningsudslip, sætninger af veje og overbelastninger af renseanlæg, hvilket har givet øget drift og vedligeholdelsesudgifter.

Årsagerne til disse problemer skyldes manglende kapacitet eller for ringe tilstand af afløbssystemet. Af eksempler på årsager kan nævnes, overbelastning som følge af kraftig byudvikling, fejltilkoblinger til spildevandssystemet og udførelsesfejl.

Sanering

Sanering af afløbssystemet må derfor gennemføres for at bibringe det eksisterende afløbssystem et højere kvalitetsniveau. Et højere kvalitetsniveau kan f.eks. opnås ved:

- aflastning
- udskiftning
- separering
- nyanlæg
- renovering.

For at gribe saneringen rationelt an, bør der først gennemføres en forundersøgelse hvor man kan få et overblik over afløbssystemet, de væsentligste problemer og få lagt en strategi for det videre arbejde. Herefter kan der udføres undersøgelser af aktuelle tiltag som fører til udførelse af saneringsarbejde. Det er i den forbindelse vigtigt at foretage en opfølgning og revision på grundlag af erfaringerne fra de udførte saneringsarbejder.

Målsætningen for en saneringsplanlægning må være, at:

- opnå hygiejnisk betryggende forhold, og overholde recipientkvalitetskravene
- mindst mulig sandsynlighed for oversvømmelse
- optimal udnyttelse af investering.

Grunddata og beregninger

Grundlaget for en saneringsplanlægning kan være indsamlede teoretiske oplysninger fra anlæg og drift af kloak- og vandforsyninger, suppleret med feltundersøgelser. Feltundersøgelserne vil typisk omfatte opmålinger, TV-inspektioner og vandmængdemålinger, evt. suppleret med målinger af grundvandsstand, regnhændelser og indsamlinger af ikke nedskrevet viden om kloaksystemets daglige drift.

Herefter foretages en række tekniske, økonomiske og miljømæssige beregninger der fører til en samlet saneringsplan indeholdende en beskrivelse af:

- tilstand af eksisterende afløbssystem
- omfang af uvedkommende vand
- kapacitetsvurdering
- løsningsforslag til fremtidig afløbsstruktur
- løsningsforslag til saneringstiltag
- økonomiske overslag
- tidsplan for det videre arbejde.

Prioritering

Ved prioriteringen af de efterfølgende saneringstiltag for de enkelte ledninger, bør indgå vurderinger af:

- restlevetiden for ledningen
- mulig udførelsesmetoder
- anlægs- og driftsudgifter
- vurdering af nytteværdi set i forhold til investering (kost/nyttefaktor)

Efter gennemførelsen af de enkelte saneringsarbejder, er det vigtigt at følge op for at kunne vurdere om saneringen har haft nogen utilsigtede følgevirkninger, eller at metoden giver anledning til at man bør revidere sin handlingsplan for saneringsindsatsen.

Behov for forskning og udvikling

Behovet for forskning og udvikling vedrørende fornyelse af kloaknettet, vurderes at knytte sig til følgende felter:

- metodeudvikling til kildesporing af uvedkommende vand
- nøgletal for infiltrationsvand og vandafledning fra typiske oplande
- økonomisk betydning af uvedkommende vand
- prioriteringsmetode efter kost/nyttevurdering
- afgrænsning af problemer

- lovgivning som giver mulighed for indgreb overfor private ledninger
- restlevetid og anlægsudgift for renoveringsmetoder
- retningslinier for opfølgende undersøgelser
- følgevirkninger af saneringstiltag
- systematiseret drift og vedligeholdelse
- saneringsståbi

**5.1.4 Hvilke metoder og udstyr kan vi udvikle gennem øget forskning til en bedre og billigere fornyelse af kloaknettet - set fra entreprenørernes side ved afd.ing. Jens Lystbæk, Per Aarslef A/S, Århus**

Dette indlæg omhandler en vurdering af hvilke metoder og udstyr vi kan udvikle gennem øget forskning til en bedre og billigere fornyelse af kloaknettet.

Indledning

Men før jeg går igang, synes jeg at vi skal slå fast, hvad er det vi vil opnå, så jeg har et forslag til definition:

Målet skal være:

**At få et ledningsnet, der leder mediet og kun det til recipienten, samt at det har en kvalitet, der sikrer en levetid på x år.**

I dag findes der allerede i udlandet, mange metoder og dermed udstyr til det der er emnet her.

En del af de metoder er allerede kommet til landet og flere vil komme til.

Hvis der her i landet i dag findes personer eller firmaer med ideer, eller mere færdige koncepter, bør de måske nyde en fortrinsstilling med hensyn til økonomisk og teknisk støtte. Sådanne ordninger har jo eksisteret i mange år, men den mere intense focusering på problemer med ledninger i jord, og at disse ikke holder evigt, vil nok betyde at flere begynder at interessere sig for dette marked.

Personlig tror jeg, at med mange af metoderne og dermed udstyret, holder "toget" i Roskilde.

Er vi så igen bagefter i Danmark? Nej, det er vi ikke når vi taler om beskyttelse af vort miljø, men især de større lande, med en betydelig tættere trafik, fik dem til at starte før med udvikling af metoder og udstyr.

Hvad kan vi så gøre? Vi kan gøre meget!

Vi skal bruge vores ressourcer til vi får gjort tingene i den rigtige rækkefølge,

- videreudvikling og rafinering af metoderne,
- metodernes anvendelighed
- materialernes anvendelighed osv.

Selve emnet har jeg delt i tre hovedgrupper under overskriften "Metoder og udstyr"

1. Fejlfinding/diagnosticering
2. Nyanlæg/renovering
3. Kvalitetssikring/kontrol

Disse tre grupper indgår som dele i saneringsplanlægningen

Fejlfinding/  
diagnosticering

#### Fejlfinding

- T.V.-inspektion
- Tæthedsprøvning
- Flowmåling
- Vandstandsmåling i brønde/bygværker/bassiner
- Driftsrapportering
- ?
- ?

#### Diagnosticering

- Vurd./behandling af data
- Hydrauliske beregninger
- ?
- ?

Generelt om fejlfinding og diagnosticering kan siges, at der med undtagelse af TV-inspektioner, mangler landsdækkende regler og normer for måling og registrering. Det er derfor vanskeligt at oprette databaser for sammenligning af resultater og for udvikling metoder udfra landsdækkende erfaringer.

Udskiftning/  
nyanlæg

#### Traditionel opgravning

Den almindelige opgravning og udskiftning af en ledning eller nyanlæg skal der ikke gøres rede for her, den forudsættes at være kendt.

Andre metoder med et minimum af opgravning til nyanlæg eller udskiftning har været brugt eller er ved at vinde frem f.eks.

- Horizontal boring
  - Tunnelering
  - Gennempresning af forskellige rørtyper.
- Mange af de nye metoder til horizontaltunnelering kan foretages i den bestående tracé.

#### Renovering

Et alternativ til udskiftning af en ledning er renovering.

Til dette formål er der efterhånden udviklet flere forskellige metoder, og der udvikles stadig nye.

Til renovering af kloaksystemer anvendes hovedsageligt følgende metoder:

- Strømpemetoden
- Rør-cracking
- Sliplining
  - o spiralrør
  - o swaging
- Paneler
  - o GFP
  - o PVC
- Minitunnelering
- Muffetætning
  - o acrylamid
  - o polyurethan



Det gælder ved alle renoveringsmetoder at disse ikke bør anses for at være komplette uden et stikledningskoncept.

- Kvalitetssikring/  
-kontrol
- Metodernes anvendelighed
  - Metodernes afgrænsning
  - Materialernes anvendelighed
  - Materialernes levetid ved anvendelsen
  - Dimensionering
  - Godkendelsesprocedure

Når vi taler om hvad vi kan klare herhjemme gennem øget forskning og udvikling, så er det nok på dette sidste punkt vi får mest ud af at investere penge nu.

Der vil nemlig være et stort behov for at vi forbereder os til at tage imod det store udbud af metoder og systemer, ja ikke bare det, men også forholde sig til de systemer som allerede er her.

## 5.2 Resume og konklusion af gruppearbejder

### 5.2.1 Gruppearbejde "Fornyelse af kloaknettet"

- Ved yderligere forskning vil følgende væsentlige problemer ved fornyelse af kloaknettet kunne løses:
  - o Der mangler metoder og måleudstyr til nærmere bestemmelse af eksisterende ledningers tilstand og forventelige restlevetid.
  - o Der mangler dokumentation af metoder og materialers holdbarhed, anvendelighed og dimensioneringsregler.
  - o Der mangler en oversigt, der kan muliggøre en bedre og mere ensartet sammenligning af metoderne.
  - o Der mangler kvalitetskrav samt systemer til kvalitets sikring og kontrol af de nye metoder. Også traditionelle nyanlæg bør kvalitetssikres bedre.
  - o Der savnes en overordnet metode til en samlet teknisk, økonomisk og miljømæssig vurdering af hele afløbssystemets funktion, tilstand og mulige udbedringer.
  - o Der savnes velegnet udstyr og metoder til pålidelig sporing og kvantificering af uvedkommende vand i ledningerne.
- Gennem uddannelse af personale på alle niveauer og evt. politikere kan opnås en bedre drift og forståelse for prioriteringen af indgreb i kloaknettet.
- Anvendelse af Edb til registrering, driftstilrettelæggelse og konsekvensanalyser, giver større sandsynlighed for valg af optimal fornyelsesindsats.
- I alle større byer bør vedtages en plan for det overordnede mål for afløbssystemet som helhed, så fornyelsen af kloaknettet kan gennemføres målrettet, med største og hurtigste effekt for de mindste midler.
- Der bør skabes mulighed for indgreb overfor dårlige private ledninger og tilslutninger af kælderdræn og lignende.

- Holdbarheden af fornyede og nye kloakrør vil kunne øges ved effektiv kontrol og kvalitetssikring fra produktion til ibrugtagning, suppleret med et vedligeholdelsesprogram udført af veluddannet personale. Holdbarheden kan yderligere øges ved udvikling af nye produkter.

### 5.2.2 Gruppearbejde "Samarbejdsmuligheder og eksport"

- Mulighederne for eksport indenfor området fornyelse af kloaknet synes at være størst indenfor "systemeksport". Der tænkes her på know-how og software indenfor områderne:
  - o TV-inspektion (standarder, manualer)
  - o ledningsregistrering (DAS, digitalekort)
  - o hydrauliske analyser (MOUSE, SAMBA)
  - o styring, regulering og overvågning. (SRO)
  - o samlede planlægningsværktøjer.
- Niche-produkter og specialløsninger med højteknologisk indhold kan eksporteres til I-lande.
- Hele systempakker baseret på rådgivning og mere almen viden og produktion kan eksporteres til ikke industrialiserede lande (U-lande og nogle østlande).
- Andelen af danskproduceret udstyr til fornyelsen af kloaknettet kan øges. Materialer og Edb-programmer produceres allerede i al væsentlighed herhjemme.
- Danske firmaer har god basisviden og er i front med Edb-programmer indenfor tilstands- og funktionsanalyser af kloaknet.
- Der synes at være gode muligheder for hurtig videreudvikling af udenlandsk udstyr og evt. nye udførelsesmetoder der kan eksporteres, også til I-lande.
- Der kunne ikke umiddelbart peges på mulige samarbejder mellem firmaer, men der var bred enighed om, at der i Danmark må etableres en effektiv videnformidling og erfaringsudveksling indenfor både teknik og eksport.

- Der er et stort behov for anvendelse og videreudvikling af et samlet system til styring, regulering og overvågning (SRO) af kloaknet og renseanlæg. Behovet for overvågning er størst.
- Behovet for styring og regulering knytter sig primært til meget store afløbssystemer, mens mindre systemer foreløbig kan styres med videreudviklede traditionelle metoder (vandbremsere o.lign.)
- På længere sigt vil SRO-anlæg kunne blive en stor eksportartikel.
- Indførelse af SRO vil kunne forbedre driften af afløbssystemet som helhed, minimere miljøgenerne og evt. spare anlægsinvesteringer til bassiner og ledninger.

## **BILAG**

0. Deltageroversigt
1. Spørgsmål til gruppearbejde, temadag 1
2. Spørgsmål til gruppearbejde, temadag 2
3. Spørgsmål til gruppearbejde, temadag 3
4. Spørgsmål til gruppearbejde, temadag 4
5. Spørgsmål til gruppearbejde, temadag 5

## BILAG 0 - Deltageroversigt

Deltagerkategori	Temadag					Alle 5 Temadage
	1	2	3	4	5	
	Styring og overvågning	Procesforståelse, videreg. rensning	Industri- spildevand	Slam	Fornyelse af kloaknettet	
Kommuner	44	23	17	32	31	147
Amter	5	5	6	3	2	21
Statsinstitutioner	13	14	7	10	6	50
Rådgivere	49	35	28	26	36	174
Producenter og leverandører	28	22	9	25	9	93
Entreprenører	7	5	10	4	12	38
Andre	4	2	8	3	3	20
Deltagere ialt	150	106	85	103	99	543

## Oplæg til Gruppearbejde

1. Styring og overvågning af kloaknettet.

- a. Er det muligt at overholde Vandmiljøplanens udlederkrav for rensaanlæggene uden avancerede styrings-, regulerings- og overvågningssystemer (SRO)-systemer) indbygget i kloaknettet?
- b. Er det muligt at overholde Vandmiljøplanens målsætning om reduktion af N, P og O og at sikre en rimelig badevandskvalitet - også i regnfulde somre - uden avancerede SRO-systemer i kloaknettet?
- c. Opnår kommunen besparelser (og da i hvilken størrelsesorden) ved at indføre avancerede SRO-systemer på kloaknettet:
- på anlægsregnskabet?
  - på driftsregnskabet?

Kan det få indflydelse på kommunens turistindtægter?

- d. Gælder de ovennævnte besparelser også når der tages hensyn til de nødvendige forudsætninger for at SRO-systemet kan fungerer, f.eks.
- at kommunens kloaknet skal indlægges på EDB?
  - at der skal etableres sensorer (f.eks. vandføringsmålere)?
  - at der skal etableres regulatorer (f.eks. stigborde eller bevægelige overløbskanter)?
  - at der skal bygges sparebassiner?

Hvor meget reducerer det besparelserne for kommuner, hvor dette ikke er gennemført, og hvor ofte er det tilfældet?

- e. Hvilke andre fordele kan kommunen opnå?

f. Hvilke ulemper følger med indførelsen af SRO-systemer på kloaknettet?

\*\*\*\*\*

Opstil på baggrund af diskussionen af ovennævnte forhold de krav og ønsker man må stille til et virkeligt godt projekt om et SRO-system for en kommunes kloaknet



## Oplæg til gruppearbejde

2. Styring og overvågning af renseanlæg.

- a. Er det muligt at overholde Vandmiljøplanens udlederkrav for de kommunale renseanlæg uden avancerede styrings-, regulerings- og overvågningssystemer (SRO-systemer)?
- b. Opnår kommunen besparelser (og da i hvilken størrelsesorden) ved at indføre avancerede SRO-systemer på de kommunale renseanlæg

- på anlægsregnskabet
- på driftsregnskabet

når man skal tage hensyn til alle følgeomkostninger (nye sensorer, sparebassiner og lignende) for at systemet som helhed fungerer?

- c. Indførelsen af et SRO-system er en stor investering. Derfor kan det måske for de mindre anlæg i stedet være mere økonomisk med en overkapacitet på anlægget som sikkerhed for at kunne overholde Vandmiljøplanens krav.

På hvor små anlæg kan det bedst betale sig at indføre et SRO-system (eventuelt opdelt på anlægstyper)?

- d. I hvilket omfang kan man f.eks. med støtte fra Teknologirådet og/eller Vandrensningsrådet udvikle et standard-SRO-system til renseanlæg, der er generelt anvendeligt - eller med andre ord, i hvor høj grad skal et sådant SRO-system alligevel tilpasses-/indkøbes efter de lokale forhold?

Hvis den lokale tilpasning har et større omfang, hvor store udgifter må kommunen da påregne til dette (for det enkelte anlæg):

- på anlægstidspunktet?
- på det årlige driftsbudget?

e. I nogle situationer kan det være afgørende, at SRO-systemet har den rigtige løsning hver gang. I andre kan det være acceptabelt, at systemet henviser til behandling af problemet hos menneskelige eksperter (driftspersonalet, kommunens ingeniører, konsulenter).

Hvad skal kriterierne være for at SRO-systemet fungerer godt nok, og i hvilket omfang skal det selv kunne klare problemet?

f. Skal SRO-systemet betjenes af personalet på det enkelte anlæg eller af personale på en fællescentral for hele kommunen, eventuelt også fælles for andre større offentlige anlæg (varmecentraler, alarmcentraler, kraftværker, pumpestationer eller lignende)?

\*\*\*\*\*

Opstil på baggrund af diskussionen af ovennævnte forhold de krav og ønsker, man må stille til et virkelig godt projekt om et SRO-system for kommunale rensningsanlæg.

## Oplæg til gruppearbejde

3. Koordinering med vandmiljøplanens tidsfrister og med overvågning og kontrol for det samlede vandmiljøområde.

- a. I hvilket omfang kan man nå at udnytte resultaterne af forskningsprojekter indenfor styrings-, regulerings- og overvågnings-systemer (SRO-systemer) for kloaknet og renseanlæg indenfor Vandmiljøplanens tidsfrister?
- b. Kan man udbygge renseanlæggene etapevis og tillade sig at afvente forskningsresultaterne for SRO-systemer for kloaknet og renseanlæg, iden man tager stilling til om det er nødvendigt at sætte de sidste etaper i værk og alligevel være sikker på, at man kan nå at overholde Vandmiljøplanens tidsfrister for de kommunale renseanlæg
- når man må regne med en vis indkøringsperiode for SRO-systemet?
  - hvis det viser sig, at SRO-systemet ikke lever op til forventningerne med hensyn til at spare kapacitet for renseanlægget?
- c. Er der behov for et nationalt "afprøvningsanlæg" i fuld skala - og vil afprøvning af SRO-systemet på et sådant kunne sikre en kortere indkøringsperiode på andre anlæg i forbindelse med etableringen af SRO-systemer her?
- Hvor stor vil den tilsvarende besparelse for de enkelte kommuner være?
- d. Vil der være særlige problemer med at udnytte de eksisterende SRO-systemer og de heri indbyggede komponenter i de nyudviklede, mere avancerede systemer?

I hvilket omfang kan der ske genbrug?

e. I hvilket omfang skal/kan SRO-systemerne for de enkelte anlæg koordineres med andre anlæg i kommunen og med amternes (statens) tilsyn og overvågning?

Hvor stor er besparelsen for kommunerne ved udvikling af en prototype for denne koordinering.

\*\*\*\*\*

Opstil på baggrund af diskussionen af ovennævnte forhold de krav og ønsker, man må stille til et virkelig godt projekt om et SRO-system for kommunale kloaknet og renseanlæg.

## Oplæg til gruppearbejde

4. Hvilken type styrings-, regulerings- og overvågningssystem (SRO-system) skal der udvikles.

- a. Hidtil har styring og procesregulering på danske renseanlæg primært sigtet mod at optimere en enkelt proces i anlægget og ikke på at optimere det samlede anlægs drift.

Indførelse af kvælstof- og fosforfjernelse vil derimod kræve at processtyringen løftes til et højere teknisk niveau.

Komplicerede styringsparametre skal estimeres ud fra dels on-line målinger, dels historiske data og dels forsinkede off-line analyseværdier (citat fra en af Formidlingsrådets høringsrapporter).

I hvilket omfang foreligger den viden om "det højere tekniske niveau" i en form så den kan indbygges i et ekspert system, og i hvilket omfang skal denne viden først videreudvikles for at

- det renseanlæg, hvor ekspertsystemet indbygges som SRO-system kan opfylde Vandmiljøplanens krav og spare på den ellers nødvendige kapacitetsudvidelse?
- ekspertsystemet selv kan håndtere nogle ikke hidtil opståede, men ikke helt usandsynlige situationer (på det pågældende renseanlæg) under normal drift, ved uheld og under regn/snesmeltning?
- denne viden har en karakter, der gør den værdifuld på eksportmarkedet?

b. Følgende 5 hovedaktiviteter gennemløbes som en gentagen (iterativ) proces ved udviklingen af ekspertsystemer:

1. Problemformulering.
2. Videnmodellering.
3. Udformning af brugergrænseflade (hvordan skal man kunne arbejde med systemet).
4. Vurdering og godkendelse.
5. Indførelse og vedligeholdelse.

På denne måde kan nye problemer til stadighed indlægges i systemet.

I hvilket omfang vil kommunerne selv kunne gennemføre denne ajourføring/videreudviklingsproces, når de har købt et "færdigt ekspertsystem" udviklet med støtte fra Miljøstyrelsen og/eller Teknologirådet, og i hvilket omfang kræver det bistand fra konsulenter udefra?

Hvad må det årlige tidsforbrug hertil (internt/eksternt) forventes at være?

c. I øjeblikket er man kun i stand til indirekte at styre overholdelsen af udlederkravene gennem måling af f.eks. flow, niveau, ilt, temperatur, tørstof, pH og lignende.

Man arbejder på at udvikle sensorer til kontinuerte målinger af ammoniak, nitrat, fosfor og organisk stof.

Vil ekspertsystemerne blive overflødige/skulle omarbejdes helt, når det lykkes at færdigudvikle disse sensorer til mere direkte målinger?

Hvornår kan disse sensorer forventes at være færdigudviklet?

d. I nogle situationer kan det være afgørende, at SRO-systemet har den rigtige løsning.

Hvor godt skal systemet være kontrolafprøvet (hvilken garanti skal der være mod fejlslutninger) ved afleveringen af systemet til kommunen?

\*\*\*\*\*

Opstil på baggrund af diskussionen af ovennævnte forhold de krav og ønsker, man må stille til et virkelig godt projekt om et SRO-system for kommunale renseanlæg.

Oplæg til gruppearbejde

5. Organisatoriske/personalemæssige forhold ved  
indførelse af avancerede styrings-, regulerings-  
og overvågningssystemer (SRO-systemer)

a. Hvilke fordele opnås der set fra driftspersonalets side ved indførelse af SRO-systemer på de kommunale kloaknet og rensningsanlæg.

b. Og hvilke ulemper?

c. Hvilke fordele opnås der for kommunen?

Vil der opnås besparelser på driftsbudgettet i forhold til nu?

d. Hvis et SRO-system har svar på alle spørgsmål og eventuelt klarer alle opgaver selv, er der ingen grund til for de ansatte (driftspersonale, ingeniører) at skaffe sig viden - dermed sker der ingen forbedringer.

Hvordan sikrer man sig mod uvidenhed og stilstand hos de ansatte?

e. Kan SRO-systemet udnyttes til oplæring/videreuddannelse af de ansatte, og hvilket behov er der for det?

\*\*\*\*\*

Opstil på baggrund af diskussionen af ovennævnte forhold de krav og ønsker, man må stille til et virkelig godt projekt om et SRO-system for kommunale kloaknet og rensningsanlæg.



## TEMADAG

om styring og overvågning  
af de kommunale renseanlæg  
og kloaknet

Eigtveds Pakhus

tirsdag, den 16. august 1988

Andet gruppearbejde om: Muligheder for samarbejde om større samlede projekter med henblik på at skabe mere slagkraft i eksportgrupper.

1

1. Er der mulighed for samling omkring ét stort dansk totalprojekt på området: Det fælles kommunale styrings- og overvågningsprojekt?
2. Kan det planlagte projekt i Struer anvendes som dette fælles kommunale styrings- og overvågningsprojekt. Skal flere kommuner medvirke i projektet?
3. Fordele og ulemper for kommunerne ved eksistensen af ét stort dansk styrings- og overvågningsystem.
4. Tidsmæssige krav til etablering af et sådant system, så kommunerne kan få nytte af det i forbindelse med udbygningen efter vandmiljøplanen.
5. Kommunernes interesse i at have flere konkurrerende tilbudsgivere kontra den danske samfundsmæssige interesse i gennem etablering og styrkelse af et stort dansk fælles projekt, at skabe basis for dansk industrieksport.
6. Yderligere forslag til omfang af indhold af et fælles kommunalt projekt for styring og overvågning.
7. Bør de virksomheder der er involveret i Struer projekter og Struer kommune arbejde videre med at etablere et selskab, som koordinerer og samler alle udviklingsaktiviteterne vedrørende styring og overvågning?
8. Bør den planlagte statslige støtte til styring- og overvågningsprojekter spredes over en lang række projekter med små beløb til hver, eller bør støtten koncentreres om ét fælles koordineret projekt som det foreslåede fælles kommunale styrings- og overvågningsprojekt med etablering af demonstrationsanlæg.?

9. Hvis holdningen over for en sådan projekttanke er positiv, på hvilken måde kan danske kommuner da bistå i det videre arbejde med projektetablering, markedsføring, eksportarbejde m.v.?
10. Hvis et sådant projekt etableres bør man da på længere sigt arbejde hen mod at inddrage også andre spildevandsleverancer i projektet?

## TEMADAG

om styring og overvågning  
af de kommunale renseanlæg  
og kloaknet

Eigtveds Pakhus

tirsdag, den 16. august 1988

Andet gruppearbejde om: Muligheder for samarbejde om større samlede projekter med henblik på at skabe mere slagkraft i eksport grupper.

2

I forbindelse med høringer og møder er der fremført ønsker om vejledninger og en standardisering af danske produkter som f.eks.:

- a - Anvendelse af international standard for kommunikation i forbindelse med SRO-anlæg (som f.eks. MAP-standarden).
- b - Anvendelse af fælles skilleflader (protokoller) og kommunikation i danske produkter, således at brugeren lettere kan sammensætte SRO-komponenter af forskelligt fabrikat.
- c - Standard for "renseanlæggenes database" med vejledninger vedrørende alle relevante automatisk målte værdier samt analyseresultater og aflæste værdier.
- d - Vejledning fra myndighederne vedrørende rapportering af procesdata med angivelse af præsentation af data, herunder tolerancer, fraktiler, middelværdi, spredning m.v.
- e - Vejledning i planlægning og projektering af SRO-anlæg til renseanlæg og hovedafløbssystem.
- f - Vejledning i afprøvning af installerede SRO-anlæg.
- g - Anvendelse af en international standard for beregningsmodel til renseanlæg som f.eks. (IAWPRC), hvor man i forbindelse med større renseanlæg kan bruge simuleringsmodeller til projekteringsformål, undervisningsformål samt styre- og reguleringsformål.

Bør den statslige støtte overvejende anvendes til samarbejder om vejledninger og standarder som ovenstående?

Kan kommunerne indgå i samarbejder om ovennævnte standarder og vejledninger?

Har kommunerne behov for yderligere vejledninger angående SRO-anlæg?

TEMADAG

om bedre procesforståelse  
og videregående rensning

Eigtveds Pakhus

onsdag, den 31. august 1988

Oplæg til gruppearbejde.

A

- a. Hvornår kan resultaterne af forskning i vandrensningsteknikker og bedre procesforståelse forventes at foreligge, og hvordan kan disse indpasses i kommunernes tidsplaner for overholdelse af vandmiljøplanens krav?
- b. Er det muligt at udbygge renseanlæggene etapevis, så nye renseteknikker kan indbygges i senere etaper, og vil dette kunne give besparelser for kommunerne på anlægstidspunktet eller på driften.
- c. Hvilke andre fordele vil kommunen kunne opnå, og hvorledes vil kommunen i øvrigt kunne udnytte ny viden på dette område.
- d. Er det overhovedet muligt at skifte til en anden, bedre renseteknik, eller er kommunerne bundet til den nu anvendte rensemetode p.g.a. de allerede foretagne investeringer?
- e. Hvor kan man med fordel anvende lavteknologiske anlæg? Hvis det er på anlæg omfattet af vandmiljøplanens krav, er der da tilstrækkelig viden/erfaring til, at man kan stille samme garantier for overholdelse af vandmiljøplanens udlederkrav og tidsfrister som for højteknologiske anlæg?
- f. Hvilke forhold (bortset fra indførelse af SRO-systemer) skal vi især have belyst nærmere for at opnå en bedre, billigere og mere driftssikker rensning af spildevandet i de kommunale renseanlæg?

TEMADAG

om bedre procesforståelse  
og videregående rensning

Eigtveds Pakhus

onsdag, den 31. august 1988

Oplæg til gruppearbejde.

B

- a. Er det muligt og økonomisk optimalt at overholde vandmiljøplanens udlederkrav og målsætning om reduktion af N, P og O, blot ved at anvende den eksisterende viden om renseteknik og bygge anlæggene større, eller kræver dette udvikling af nye renseteknikker og/eller bedre procesforståelse?
- b. I hvilket omfang kan kommunerne spare penge på anlægstidspunktet og på driften ved, at der satses på nye renseteknikker og/eller bedre procesforståelse?
- c. I hvilket omfang er der behov for viden og nye løsninger for vand- og stoftransporten i kloaknettet for at opnå en miljømæssig og økonomisk optimal rensning i renselanlæggene?
- d. Er det muligt at reducere energiforbruget (og dermed luftforureningen) gennem øget forskning i vandrensnings-teknikken og bedre procesforståelse?
- e. Hvorledes sikrer man den bedst mulige formidling af ny viden om procesforståelse til dem, der til daglig passer renselanlæggene (driftspersonale/kommunens teknikere)?
- f. Hvilke forhold (bortset fra indførelse af SRO-systemer) skal vi især have belyst nærmere for at opnå en bedre, billigere og mere driftsikker rensning af spildevandet i de kommunale renselanlæg?

TEMADAG

om bedre procesforståelse  
og videregående rensning

Eigtveds Pakhus

onsdag, den 31. august 1988

Oplæg til gruppearbejde.

C

- a. Er der behov for kontrolleret afprøvning og godkendelse af materiel og processer til spildevandsrensning?
- b. Kan en sådan afprøvning af materiel og processer kædes sammen med afprøvning af SRO-anlæg?
- c. Skal afprøvning af materiel og processer foregå ved laboratorieforsøg på særlige anlæg, eller kan de foregå på de kommunale renseanlæg, der alligevel skal udbygges i forbindelse med vandmiljøplanen?
- d. Vil kommunerne være med til at opbygge sådanne afprøvningsanlæg, og vil kommunerne/amterne acceptere eventuelle kortvarige overskridelser af udlederkravene under disse forsøg/afprøvninger, hvis det er nødvendigt for at få en bedre procesforståelse?
- e. I hvilket omfang vil kommunerne bidrage økonomisk/mandskabsmæssigt til sådanne anlæg, hvis forsøgene på længere sigt kan forventes at medføre besparelser på kommunens anlægs-/driftsregnskab?

TEMADAG

om bedre procesforståelse  
og videregående rensning

Eigtveds Pakhus

onsdag, den 31. august 1988

Oplæg til gruppearbejde.

D

- a. I hvilket omfang vil en bedre procesforståelse og nye vandrensningsteknikker sætte os i stand til at opfylde skrappe krav end de i vandmiljøplanen anførte, f.eks. som følge af recipient kvalitetshensyn, eller fordi vandmiljøplanens krav viser sig ikke at være tilstrækkelige? Der tænkes på skærpede krav overfor ikke alene NPO, men også tungmetaller, miljøfremmede stoffer, hygiejniske krav o.lgn.
- b. Er der særlige forhold, man skal tænke på ved udvikling af dansk vandmiljøteknologi, af hensyn til muligheden for en senere eksport?
- c. Kan vi i Danmark genanvende det rensede spildevand til f.eks. drikkevand, rengøringsvand, bedre vandføring i åer o.lgn., og har dette interesse i eksportsammenhæng?
- d. I hvilket omfang vil kommunerne bidrage økonomisk/mandskabsmæssigt til anlæg, hvor de ovennævnte forhold afprøves, hvis forsøgene på længere sigt kan forventes at medføre et bedre miljø?



TEMADAG

om industrispildevandets  
betydning for de kommunale renseanlæg

Golf Hotel Viborg

torsdag, den 22. september 1988

Samarbejde i planlægningsfasen

A

- a. Hvorledes kan kommuner i den nuværende udbygningsfase bedst sikre sig mod uønsket spildevand fra industrien - og sikre sig mod uheldige ændringer i tilledningen af det industrispildevand, kommunen godt vil modtage, og hvordan kan kommunen på denne baggrund bedst planlægge den rette størrelse for det fremtidige renseanlæg?
- b. Kan der være en fordel for kommunen og/eller for virksomhederne ved at etablere fælles forrensning for flere virksomheder?
- c. Er der behov/muligheder for med fordel at styre tilledningen af urenset/forrenset industrispildevand til de kommunale rensanlæg?  
Hvis ja: Hvordan skal styringen foregå?
- d. Hvilken type forskningsprojekter er der på det område, der er diskuteret i de foregående spørgsmål, især behov for?

TEMADAG

om industrispildevandets  
betydning for de kommunale renseanlæg

Golf Hotel Viborg

torsdag, den 22. september 1988

Sikring mod tungmetaller, miljøfremmende  
stoffer og andre skadelige stoffer

B

- a. Hvilke stoffer i industrispildevandet (ud over NPO) er det især væsentligt at undgå at lede til de kommunale renseanlæg:
  - af hensyn til driften af renseanlægget
  - af hensyn til genanvendelse af slam fra anlægget
  
- b. Findes der i dag tilstrækkeligt gode metoder til at undgå at disse stoffer ledes til de kommunale renseanlæg?  
  
Hvis ikke: hvilke metoder er der da især behov for at anvende yderligere eller få videreudviklet?
  
- c. Er der behov for et katalog/en håndbog over, hvorledes man kan undgå/løse problemer forårsaget af skadelige stoffer i industrispildevand ved tilledning til kommunale renseanlæg?
  
- d. Er der behov for transportable analyseenheder, der ved stikprøvekontrol let kan monteres på industriudløb?  
  
Hvilke stoffer skal analysen i så fald helst kunne påvise?
  
- e. Hvilken type forskningsprojekter er der på det område, der er diskuteret i de foregående spørgsmål, især behov for?

## TEMADAG

om industrispildevandets  
betydning for de kommunale renseanlæg

Golf Hotel Viborg

torsdag, den 22. september 1988

Økonomiske styringsmidler

C

- a. Fungerer de gældende særbidrag for tilledning af industrispildevand til kommunale renseanlæg som et tilfredsstillende styringsmiddel til at undgå uønsket spildevand/sikre tilledning af ønsket spildevand?
- b. Sikrer dette betalingssystem også den optimale genindvinding/genanvendelse af de stoffer, der findes i industrispildevandet?
- c. Kan virksomheder, der planlægger at etablere sig i en kommune få oplyst/forhåndsforhandle deres fremtidige vandafledningsbidrag (incl. særbidrag) tidligt nok til at det kan indgå i virksomhedens økonomiske planlægning/valg af lokalitet - eller er der behov for udvikling af en generel formel for fastsættelsen af dette bidrag.
- d. Kan anvendelsen af en generel formel forenes med kommunens eventuelle ønske om gennem en lempelig fastsættelse af særbidrag at fastholde/tiltrække arbejdspladser i kommunen?
- e. Er der behov for forskningsprojekter, der belyser de ovennævnte økonomiske forhold, og i så fald hvilke projekter?

Industrielle perspektiver:

- f. Er der behov og teknologisk mulighed for at udvikle systemer til styring af udledning fra industrivirksomheder til det kommunale kloaknet?

Er der kommercielle perspektiver heri?

## Introduktion og konklusioner

I marts 1987 afholdt Formidlingsrådet i samarbejde med Industrirådet en høring over den forventede vandmiljøhandlingsplan.

Som opfølgning på denne høring er der i løbet af efteråret 1987 afholdt en række emneorienterede høringer. Formålet med disse høringer er at belyse muligheden for og at inspirere til industriel udvikling indenfor en række specifikke produkt/behovsområder i vandrensingssektoren.

I denne rapport er samlet foredragene fra en af disse høringer. Temaet for høringen var kemikalieforurenet industrispildevand, jord- og grundvand.

På høringens gruppediskussioner var der erfaringsudveksling og diskussion på baggrund af høringens indlæg.

Konklusionerne fra disse diskussioner kan koncentreres i følgende punkter:

### Generelt:

- 1) Der er behov for opbygning af viden i Danmark indenfor hele emneområdet.
- 2) Der er behov for en teknologisk udvikling af såvel processer, reaktorer som styringssystemer til rensningsenheder.
- 3) Markedet - og dermed motivationen for industriel engagement i området - eksisterer.
- 4) Danske virksomheder bør gå sammen om produktudvikling og erfaringsudveksling på området.
- 5) De danske industrivirksomheder, som har rensningsbehov, bør være mere åbne overfor de virksomheder, som kan bistå med afhjælpning af rensningsproblemer.
- 6) Der bør etableres samarbejde mellem danske og udenlandske videntcentre gerne med inddragelse af erhvervsvirksomheder.
- 7) Der bør udgives (Industri- og Handelsstyrelsen/Formidlingsrådet) et nyhedsbrev om forsknings- og udviklingsaktiviteter på området.

## TEMADAG

om industrispildevandets  
betydning for de kommunale renseanlæg

Golf Hotel Viborg

torsdag, den 22. september 1988

Omkring hvilke brancher bør  
forskningsprojekterne koncentreres?

D

Miljøstyrelsen (Vandrensningsrådet) kan kun yde støtte til projekter, der belyser industrispildevandets betydning for de kommunale renseanlæg.

Industri- og Handelsstyrelsen (Teknologirådet) kan også yde støtte til projekter, der belyser forhold omkring direkte industriudledninger.

Særlig prioritet for Teknologirådet har:

- brancher, der kan producere rensningsteknologi med et væsentligt eksportsigte
- brancher for hvilke, der allerede er foretaget udredninger om spildevandsforhold.

- a. Hvilke brancher opfylder Teknologirådets prioritering?
- b. Er markedet for rensningsteknologier på dette område stort nok, nationalt og på eksportmarkedet, til at en produktion af løsningerne vil være rentabel?
- c. Skal vi nationalt vælge at satse på bestemte områder (industriområder hvis spildevand skal renses)?
- d. Hvis ja, da hvilke og hvordan?
- e. Er der behov for udredning på området?  
Hvis ja, da hvilke?

## Introduktion og konklusioner

I marts 1987 afholdt Formidlingsrådet i samarbejde med Industrirådet en høring over den forventede vandmiljøhandlingsplan.

Som opfølgning på denne høring er der i løbet af efteråret 1987 afholdt en række emneorienterede høringer. Formålet med disse høringer er at belyse muligheden for og at inspirere til industriel udvikling indenfor en række specifikke produkt/behovsområder i vandrensningssektoren.

I denne rapport er samlet foredragene fra en af disse høringer. Temaet for høringen var kemikalieforurenede industrispildevand, jord- og grundvand.

På høringens gruppediskussioner var der erfaringsudveksling og diskussion på baggrund af høringens indlæg.

Konklusionerne fra disse diskussioner kan koncentreres i følgende punkter:

### Generelt:

- 1) Der er behov for opbygning af viden i Danmark indenfor hele emneområdet.
- 2) Der er behov for en teknologisk udvikling af såvel processer, reaktorer som styringssystemer til rensningsenheder.
- 3) Markedet - og dermed motivationen for industriel engagement i området - eksisterer.
- 4) Danske virksomheder bør gå sammen om produktudvikling og erfaringsudveksling på området.
- 5) De danske industrivirksomheder, som har rensningsbehov, bør være mere åbne overfor de virksomheder, som kan bistå med afhjælpning af rensningsproblemer.
- 6) Der bør etableres samarbejde mellem danske og udenlandske videncentre gerne med inddragelse af erhvervsvirksomheder.
- 7) Der bør udgives (Industri- og Handelsstyrelsen/Formidlingsrådet) et nyhedsbrev om forsknings- og udviklingsaktiviteter på området.

TEMADAG om slam

Golf Hotel, Viborg

torsdag, den 27. oktober 1988.

Oplæg til gruppearbejde A:  
Slambehandling

1. Beskriv de 5 væsentligste problemer i forbindelse med slambehandling på kommunale renseanlæg, der kan løses gennem yderligere forskning.
2. Medfører tømningsordningerne for septiktanke o.lign. særlige problemer i forbindelse med slambehandling - og kan disse problemer løses gennem yderligere forskning?
3. Er der særlige problemer med behandling af slam fra industrispildevand - og kan disse løses gennem yderligere forskning?
4. Er der væsentlige administrative problemer i forbindelse med slambehandling - og i så fald hvilke?

TEMADAG om slam  
Golf Hotel, Viborg  
torsdag, den 27. oktober 1988

Oplæg til gruppearbejde B:  
Slambortskaffelse

1. Beskriv de 5 væsentligste problemer i forbindelse med slambortskaffelse på kommunale renseanlæg, der kan løses gennem yderligere forskning.
2. Kræver en øget genanvendelse af slammet
  - en skrappere kurs med hensyn til at adskille og særbearbejde slam fra virksomheder, for at undgå problemer med tungmetaller, miljøfremmede stoffer, smitterisiko o.lign.
  - en øget forebyggende indsats over for virksomhederne
  - og vil øget forskning kunne bidrage til en sådan udvikling
3. Er der væsentlige administrative problemer i forbindelse med slambortskaffelse - og i så fald hvilke?
4. Har man hos kommunerne ovevejet en "+ holdning" eller en "- holdning".

Jvf. vedlagte beskrivelse



Der er gode muligheder for anvendelse (disponering) af slam på landbrugsjord. Det er imidlertid vigtigt, at der fra slamproducentens side er en positiv holdning til, hvordan slamdisponering iværksættes. Forskellen på en positiv og en negativ holdning kan illustreres på følgende måde:

#### HVORDAN IVÆRKSÆTTES SLAMDISPONERING - TO MÅDER:

- |   |   |
|---|---|
| <p>+ Holding:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Slammet <u>opfylder slam-bekendtgørelsens</u> kapitel 1-4</li> <li>- Det er <u>en god gødning</u> til landbruget</li> <li>- Landmanden skal have <u>analyser</u> af slammets indhold af <u>fosfor</u>, <u>kvælstof</u> og <u>kalk</u>, og <u>analyser</u> af <u>tungmetalindholdet</u></li> <li>- Slam skal være <u>stabiliseret</u> (udrånnet og/eller <u>kalkstabiliseret</u>) og være <u>egnet til lagring og håndtering</u></li> <li>- Slam skal <u>oplagres</u>, så landmanden kan sprede det, når han kan.</li> <li>- Marken skal tildeles <u>optimal - ikke maximal mængde slam</u> (efter fosfordosering).</li> <li>- Vi må ud og <u>informere</u> om slam som <u>gødning</u> i et <u>samarbejde</u> med landmændene.</li> </ul> | <p>- Holdning:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Slammet opfylder <u>nok</u> slambekendtgørelsens .....</li> <li>- Så er vi <u>sluppet</u> af <u>med</u> det besværlige slam .....</li> <li>- Der er <u>nok</u>, hvad der plejer at være i slam andre steder .....</li> <li>(hvad det så end er .....</li> <li>- Det må da kunne køres ud som <u>tyndt</u> slam ....</li> <li>- Vi må i hvert fald kunne køre slam ud, når det passer <u>os</u></li> <li>- Når vi endelig har fundet en mark, så er det med at få kørt <u>så meget slam som muligt</u> på denne .....</li> <li>- Hvorfor kommer landmændene dog ikke og be'r os om at få lov til at købe slammet?</li> </ul> |
|---|---|

NE/GMJ/11.3.1988

(Taget fra materiale til et kursus om slam på Danvandcentret)

TEMADAG om slam  
Golf Hotel, Viborg  
torsdag, den 27. oktober 1988

Oplæg til gruppearbejde C:  
Samarbejde og eksportmuligheder

1. Vil det være totaløkonomisk rentabelt og miljømæssigt fordelagtigt at etablere fælles kommunale slamanlæg i lighed med og måske i tilknytning til fælles kommunale lossepladser, forbrændingsanlæg o.lign.?  
  
Hvis ja, vil yderligere forskning da kunne bidrage til en sådan udvikling?
2. På hvilke punkter vil en øget forskning kunne bidrage til en øget anvendelse af dansk viden/udstyr ved slambehandling og slambortskaffelse?
3. Kan etablering af et tættere samarbejde på slamområdet mellem virksomheder og mellem virksomheder og kommuner, f.eks. mellem gødningsindustrien og de kommunale renseanlæg, bidrage til
  - en øget genanvendelse af slammet
  - en øget eksport
  - og er et sådant tættere samarbejde muligt?

TEMADAG

Fornyelse af kloaknettet

Eigtveds Pakhus

onsdag, den 16. november 1988

Oplæg til gruppearbejde A:  
Fornyelse af kloaknettet

1. Beskriv de 5 væsentligste problemer ved fornyelse af kloaknettet, der kan løses gennem yderligere forskning.
2. Er der andre væsentlige problemer, der kan løses ved ændret administrativ praksis eller gennem bedre uddannelse?
3. Er der overbevisende tekniske og økonomiske fordele ved en planlagt fornyelse af kloaknettet, fremfor en løsning af problemerne, efterhånden som de opstår?
4. Det har været anført, at med den nuværende udskiftningstakt skal kloakrørene holde i 300 år. Det kan de ikke.

Hvorledes kan man sikre sig, at nye kloakrør kan holde længere end de hidtil anvendte, og er kommunerne på kort sigt villige til at betale mere for dette for at opnå en langsigtet gevinst?

TEMADAG

Fornyelse af kloaknettet

Eigtveds Pakhus

onsdag, den 16. november 1988

Oplæg til gruppearbejde B:  
Samarbejdsmuligheder og eksport

1. På hvilke felter inden for fornyelse af kloaknettet er der især mulighed for eksport?
2. Er der muligheder for at forøge andelen af dansk produceret udstyr ved fornyelse af kloaknettet - og i så fald hvordan?
3. Vil danske firmaer nå at få opbygget tilstrækkelig viden og erfaring på dette område til at de, når det indre marked åbner i 1992, vil kunne gøre sig gældende i de andre europæiske lande og i Danmark?
4. Hvor stort er behovet for anvendelse og videreudvikling af systemer til styring, regulering og overvågning af kloaknet?
5. I hvilket omfang vil der være marked for produkter, der forbinder en sådan SRO med SRO af det totale spildevandsforløb incl. renselanlægget?



Miljøstyrelsen  
15. kontor, Vandkvalitet  
Strandgade 29  
1401 København K.  
Telefon 01 57 83 10

Industri- og Handelsstyrelsen  
4. kontor, Formidling  
Tagensvej 135  
2200 København N  
Telefon 01 85 10 66