628.27
B4

MILJØ-RAPPORT

Brugen af kemiske stoffer i kloakker og rensningsanlæg

Udarbejdet af
Civilingeniør Leo B. Langgaard, Vandkvalitetsinstituttet

Miljøstyrelsen · Strandgade 29 · 1401 København K · Tlf. (01) 578310

628.27 : 620.266.1
64 ЗИ 1

INDHOLDSFORTEGNELSE

		SIDE
1.	INDLEDNING	1
	1.1 Generelt	1
	1.2 Problemstilling	1
2.	RESUME	2
3.	UNDERSØGELSERNES GENNEMFØRELSE	4
4.	ANVENDELSEN AF POTENTIELLE KEMISKE STOFFER	6
	4.1 Kemiske stoffer til reduktion af lugt	6
	4.2 Fjernelse af rodnet i kloakrør med kemiske stoffer	15
	4.3 Skadedyrsbekæmpelse	15
	4.4 Rehabilitering	16
5.	UNDERSØGELSESRESULTATER	20
	5.1 Oplysninger fra kommuner	20
	5.2 Oplysninger fra leverandører	26
6.	MILJØMÆSSIGE EFFEKTER	29
7.	VURDERING	32
8.	VIDERE ARBEJDE	37
9.	REFERENCER	39

1. INDLEDNING

1.1 GENERELT

I kloaksystemer og rensningsanlæg anvendes kemiske stoffer til bekæmpelse af lugt og skadedyr, til reduktion af træers rodnet og til tætning af rør m.v. Da art og forbrug af sådanne stoffer i det væsentligste er ukendt, har *Vandkvalitetsinstituttet, ATV (VKI)*, af *Miljøstyrelsen* fået i opdrag at gennemføre en sådan undersøgelse for landet som helhed.

Formålet med undersøgelserne er at give *Miljøstyrelsen* et overblik over kommunernes brug af kemiske stoffer i kloaksystemer og rensningsanlæg, som det praktiseres i dag.

1.2 PROBLEMSTILLING

Der tilføres kloaksystemer og rensningsanlæg kemiske stoffer med det formål at undgå ubehagelige lugtgener, at reducere indtrængende rodnet i kloakrør, at retablere itugåede kloakrør, samt at bekæmpe skadedyr.

Alt afhængig af de enkelte stofkomponenter og de tilførte mængder vil disse kunne påvirke den biologiske aktivitet af rensningsanlæg og ved en ufuldstændig nedbrydning kunne påvirke det ydre miljø gennem udledt spildevand og slam disponeret på landbrugsarealer.

I de følgende undersøgelser indgår kun produkter, som af kommuners tekniske forvaltninger anvendes med den klare hensigt at opnå en nærmere specificeret effekt i kloaksystemer eller på rensningsanlæg. Det vil sige, at tilsvarende stoffer, som udledes fra husholdning eller industri, ikke er medtaget i nærværende undersøgelser.

Det har ikke været undersøgelsens hensigt at følge strømmen af kemiske stoffer fra producent/importør gennem grossister til detailhandel. Nærværende materiale giver kun oplysninger om udveksling af varer mellem kommuner og producenter/importører.

2. RESUME

Forbruget af kemiske stoffer i kloaksystemer og rensningsanlæg til bekæmpelse af lugt og skadedyr, til reduktion af træers rodnet og til tætning af rør m.v. er undersøgt for året 1980 som helhed.

Formålet med undersøgelserne er at give Miljøstyrelsen et overblik over kommunernes brug af kemiske stoffer i ledningsnettet og på rensningsanlæg, som det praktiseres i dag.

Oplysninger om kommunernes forbrug er indhentet ved hjælp af spørgeskemaer både til disses tekniske forvaltninger og til kemikalieleverandører. Forbruget inden for kommunerne fordeler sig på følgende måde:

Intet forbrug	*24%*
Anvender kemiske stoffer til lugtreduktion	*23%*
Anvender kemiske stoffer til tætning af rør	*7%*
Anvender kemiske stoffer til skadedyrsbekæmpelse	*66%*
Anvender kemiske stoffer til rodbekæmpelse	*5%*

Forbruget af stoffer til nedenfor nævnte formål er følgende:

KEMISKE STOFFER	*kg*
Lugtreduktion	*39.600 *)*
Tætning af rør	*33.300*
Skadedyr	*12.000*
Reduktion af rødder	*750*

**) heraf engangskøb 31.900 kg.*

Den væsentligste mængde af kemiske stoffer til lugtreduktion er angivet som engangskøb (81%), det vil sige, at stofferne kun er blevet indkøbt som en ekstraordinær foranstaltning og kun én gang i den enkelte kommune.

I kommuner, som løbende anvender stoffer til lugtreduktion, er median- og gennemsnitsværdien på henholdsvis ca. 60 liter og ca. 170 liter. Indkøbene er fordelt på 8 leverandører.

Der er indsamlet oplysninger om de anvendte stoffers påvirkning af biologisk materiale. Der findes ingen oplysninger om aktuelle stoffers akkumulering og nedbrydbarhed, medens stoffernes toxiske effekter er ufuldstændigt belyst. Der foreligger dog nogle økotoxikologiske oplysninger om stofferne monoklorbenzene og orthodichlorbenzen, som anvendes til lugtreduktionsformål. Oplysningerne viser, at produkterne skal anvendes med forsigtighed, idet et for stort engangsforbrug vil kunne slå et rensningsanlægs bakteriekultur i stykker.

Handelsprodukterne, som anvendes til tætning af rør og til rodbekæmpelse, kan ikke vurderes nøjere økotoxikologisk. Det skal nævnes, at stofferne anvendes i forbindelse med itugåede kloakrør. Hverken en eventuel påvirkning af mikroorganismer i et rensningsanlæg eller muligheden for udsivning til grundvandet kan på foreliggende grundlag nøjere vurderes.

Stoffer, som anvendes til skadedyrsbekæmpelse, skønnes ikke at ville kunne påvirke driften af et rensningsanlæg.

Forbruget af kemiske stoffer til lugtreduktionsformål og skadedyrsbekæmpelse er skønnet til at være lille. Medens forbruget af stoffer til disse formål sandsynligvis vil være konstant eller for nedadgående, vurderes forbruget af kemiske stoffer til rodbekæmpelse og tætning af rør at ville forøges i tiden fremover.

3. UNDERSØGELSERNES GENNEMFØRELSE

Undersøgelserne er gennemført ved følgende aktiviteter:

1. *Litteraturindsamling*
2. *Personlig kontakt med nøglepersoner*
3. *Udsendelse af spørgeskemaer til kommuner og kemikelieleverandører.*

Aktiviteterne har vekselvirket mellem ovennævnte punkter.

Der blev gennemført en litteratursøgning på EDB, hvor en række abstraktværker blev undersøgt for materiale inden for områderne:

- *Lugt i kloakker og rensningsanlæg*
- *Reduktion af trærødder i kloaksystemer*
- *Rehabilitering af kloaksystemer*
- *Arbejdsmiljømæssige problemer i kloaksystemer og rensningsanlæg.*

EDB-søgningen er suppleret med en gennemgang af forskellige litteraturoversigter.

Forskellige kommuners tekniske forvaltninger kontaktedes med det formål at få et indtryk af omfang og forbrug af kemiske stoffer. Det viste sig, at det var nødvendigt at indsamle oplysningerne ved en mere systematisk fremgangsmåde. Der blev derpå udsendt spørgeskemaer til samtlige landets kommuner. Disse er vist i bilagsmaterialet, afsnit 1. Der udsendtes ligeledes til en række kemikalieleverandører tilsvarende forespørgsler, hvor virksomhederne blev bedt om at oplyse salget af kemiske stoffer til kommuner. Dette materiale er vist i bilagsmaterialet, afsnit 2.

Til belysning af, i hvilken udstrækning vore nordiske nabolande har arbejdet med problemet, blev kontaktet dels sekretæren for Statens teknisk videnskabelige Forskningsråd i Norge /1/, dels Statens Naturvårdsværk i Sverige /2/. I begge lande blev der anvendt kemiske stoffer til tidligere nævnte formål. Der var imidlertid ikke gennemført undersøgelser, som nærmere kunne belyse omfanget af et sådant forbrug.

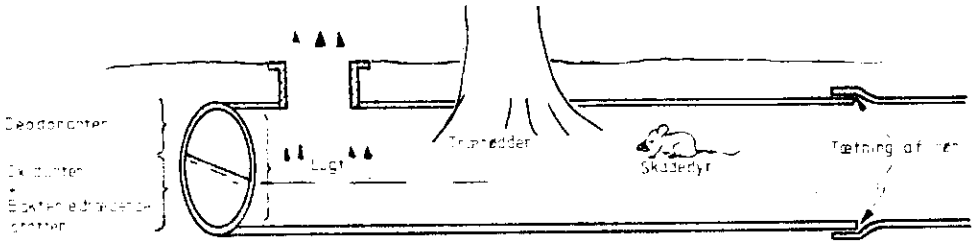
Vedrørende brugen af kemiske stoffer til bekæmpelse af trærødder i kloaksystemer blev Institut for Ukrudtsbekæmpelse kontaktet /3/.

I forbindelse med anvendelsen af kemiske stoffer til tætning af kloakrør blev Teknologisk Institut forespurgt /4/.

Der har desuden været rettet specielle henvendelser til Arbejdstilsynet /5/, Kemikaliekontrollen /6/ og Skadedyrslaboratoriet /7/.

4. ANVENDELSEN AF POTENTIELLE KEMISKE STOFFER

I figur 4.1 vises en principskitse for anvendelsen af kemiske stoffer i kloaksystemer.



Figur 4.1: Principskitse for anvendelse af kemiske stoffer i kloaksystemer.

Stoffer og stofgrupper beskrives i de følgende afsnit ud fra følgende retningslinier:

- *Lugtreduktion*
- *Fjernelse af trærødder*
- *Bekæmpelse af skadedyr*
- *Tætning af kloakrør*

4.1 KEMISKE STOFFER TIL REDUKTION AF LUGT

4.1.1 GENERELT

Spildevand er af natur et lugtende materiale og indeholder forskellige substrater, hvorpå mikroorganismer kan vokse, og som under anaerobe forhold producerer en række ildelugtende komponenter.

Den ilt, der skal anvendes til omdannelsesprocesserne, kan stamme fra atmosfæren, nitrater (NO_3^- fra overflade- og infiltrationsvand samt industrispildevand), sulfater, kuldioxid eller karbonat samt kemisk aktivt ilt fra oxidationsprodukter, som især findes i industrispildevand. Atmosfærisk ilt samt ilten i nitrat er normalt mere tilgængelige end det tilsvarende i sulfat.

Den bakterielle aktivitet kan finde sted i aflejringer på rørbunden, i lag på kloakvægge eller i selve spildevandet. Aktiviteten i bakterielaget på rørenes overflade angives i de fleste tilfælde at være den væsentligste. Aerobe bakterier vil udvikles på rørenes overflader, hvor ilt er tilgængelig og især i vandspejlszonen og luftrummet herover, medens fakultative anaerobe og obligate anaerobe bakterier vil udvikles i aflejringer og arealer, som kontinuert overstrømmes af spildevand med et lavt iltindhold.

I almindelighed kan lugt fra kloakker og rensningsanlæg, /52-57/, fremkomme fra en eller flere stofkomponenter varierende fra simple aminer, aldehyder, fede syrer, mercaptaner, organiske sulfider sammen med methan, kuldioxid og svovlbrinte tilligemed komplexe stofkomponenter som indol og skatol. Gasformige stoffer, som har en lille eller ingen lugt, såsom methan og kuldioxid, kan ændre erkendelsen af en lugt.

Industrispildevand kan, samtidig med de "naturlige" stofkomponenter, give forøgede lugtproblemer på grund af et stort indhold af organisk materiale og sulfat.

4.1.2 SVOVLKREDSLØBET

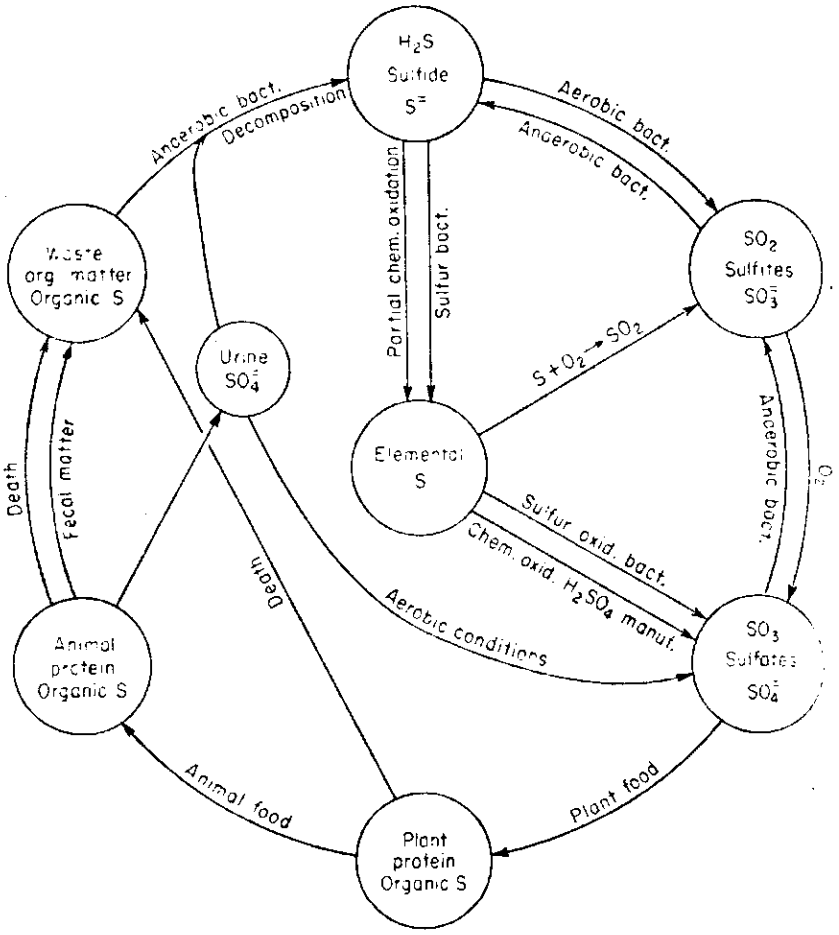
Svovlbrinte er identificeret som den gasart, der giver de største forureningsproblemer (lugt, toxicitet og korrosion).

Reduktion af sulfat til svovlbrinte under anaerobe forhold kan skitseres ved følgende ligningssystemer, /21/:

$$SO_4^{--} + \text{organisk stof} \xrightarrow[\text{bakterier}]{\text{anaerobe}} S^{--} + H_2O + CO_2$$

$$S^{--} + 2\,H^+ \rightleftharpoons H_2S$$

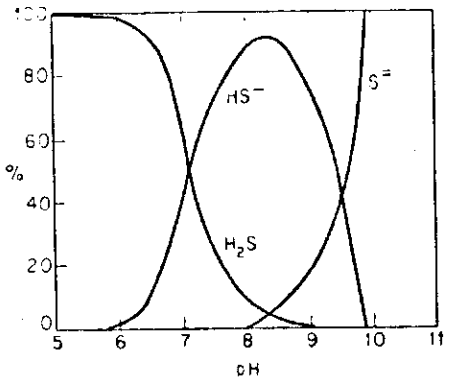
Et kendskab til svovlkredsløbet er væsentlig for forståelsen af de omsætninger, der finder sted, figur 4.2. Sulfat reduceres biokemisk til sulfid ved et redox-potentiale på ca. 200 - 300 mV, /22/.



Figur 4.2: Svovlkredsløbet, /23/.

Når ilten, som findes dels opløst i spildevandet dels i nitrat, er opbrugt, tjener ilten i sulfat som kilde for den biokemiske oxidation produceret af anaerobe bakterier. Den tidligere skitserede reduktion af sulfat til sulfid vil resultere i ligevægte mellem H_2S, HS^- og S^{--} ved forskellige pH-værdier som vist i figur 4.3. Ved pH-værdier på 8 og derover eksisterer det meste af det reducerede svovl som HS^- og S^{--} ioner. Ved pH-værdier under

8 skifter ligevægten hurtigt mod dannelsen af svovlbrinte og er omkring 80% ved en pH-værdi på 7.



Figur 4.3: Effekt af pH på ligevægten H_2S, HS^- og S^{--}, /23/.

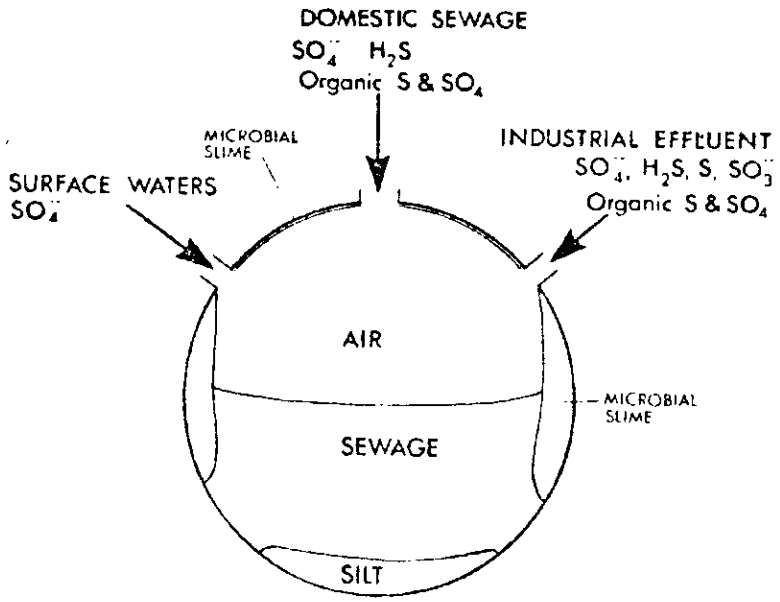
Hvis svovlbrinte frigives fra spildevandet kan det, ved hjælp af det bakterielle slimlag på kloakrørets sider over spildevandsspejlet, oxideres biokemisk til svovlsyre og medføre korrosion.

4.1.3 SVOVL-INPUT TIL KLOAKSYSTEMER

Forskellige tilførsler af svovl til et kloaksystem er vist i figur 4.4.

Tilførslen af svovl fra husspildevand udgøres af ca. 1,0 - 1,5 g S/dag · p.e., hvoraf ca. 70% stammer fra urin, /24/. Med en vandmængde på 200 l/p.e. svarer dette til ca. 5 mg sulfat/l. Hertil kommer ca. 2,5 mg sulfat/l fra syntetiske detergenter. Totalt er indholdet således ca. 7,5 mg sulfat/l fra husspildevand. Dette in-put er i litteraturen angivet til ca. 9,5 mg sulfat/l, /24/.

Sulfat i spildevand kan variere fra ca. 0 til 80 mg sulfat/l, med ca. 40 mg sulfat/l som typisk. Københavns Vandforsyning angiver ca. 53 mg sulfat/l, /25/.



Figur 4.4: *Svovl-input til et kloaksystem, /24/.*

I overflade- og infiltrationsvand findes mindre koncentrationer af organisk svovl. Der kan imidlertid optræde koncentrationer på adskillige hundrede mg sulfat/l.

Industrispildevand kan indeholde en række svovlholdige komponenter, som vist ved følgende eksempler:

Papirindustri	-	*sulfid, sulfat, mercaptaner*
Textilindustri	-	*sulfit, sulfat*
Fotografisk industri	-	*sulfit, thiosulfat*
Vaskemiddelindustri	-	*sulfat*
Gummiindustri	-	*mercaptaner*
Levnedsmiddelindustri	-	*proteiner*

Det skønnes vanskeligt at opnå et indhold af svovl i industrispildevand, som er mindre end ca. 400 mg S/l.

Når der ses bort fra ovennævnte industrispildevandstilskud indeholder husspildevand ifølge litteraturen, /24/, i middel ca. 50 mg sulfat/l, og ca. 3 mg organisk S/l, og mindre end 1 mg H_2S/l.

Ifølge danske undersøgelser indeholder normalt husspildevand ca. 100 mg sulfat/l, /26/.

4.1.4 *KEMISKE TILSÆTNINGSSTOFFER*

Som tidligere anført er det i det væsentligste produktionen af svovlbrinte, som vil give problemer. Denne produktion er afhængig af forskellige faktorer, som for eksempel

Spildevandets sammensætning
Temperatur
Hastigheden af spildevandsstrømmen
pH
Sulfatkoncentrationen
Aerobe betingelser
Opholdstiden

Således vil svovlbrinteproduktionen forøges ved høje temperaturer, stort indhold af organisk materiale, høj sulfatkoncentration, lang opholdstid, lavt pH, lav hastighed og anaerobe tilstande.

Der kan anvendes forskellige kemiske stoffer til reduktion og kontrol af lugt i kloak- og spildevandssystemer. De mest almindeligt anvendte er klor (Cl_2) og heraf afledte komponenter, brintperioxid (H_2O_2), nitrater (NO_3^-), metalioner, kalciumkarbonat ($CaCO_3$), og natriumhydroxid. Nogle af basisreaktionerne omtales kort i det følgende.

KLOR */21, 27 - 29/*

Klor reagerer med vand og danner hypoklorit og saltsyre:

$$Cl_2 + H_2O \rightleftarrows HOCl + H^+ + Cl^- \qquad (1)$$

HOCl er en svag syre, som dissocierer

$$HOCl \rightleftarrows H^+ OCl^- \qquad (2)$$

Klor kan også tilsættes som kalcium/natriumhypoklorit, som ioniseres i vand:

$$Ca(OCl)_2 \rightarrow Ca^{++} + 2O\,Cl^- \qquad (3)$$

$$NaOCl \rightarrow Na^+ + OCl^- \qquad (4)$$

Hypokloritionerne i ligning 3 og 4 indstilles derpå ved ligevægten skitseret i ligning 2.

Klor og hypokloritsyre reagerer med et stort antal stofkomponenter inklusive svovlbrinte, umættede hydrokarboner og ammoniak efter følgende ligningssystemer:

$$H_2S + 4\,Cl_2 + 4\,H_2O \rightarrow H_2SO_4 + 8\,HCl \qquad (5)$$

$$-\underset{H}{\underset{|}{C}} = \underset{H}{\underset{|}{C}}- + HOCl \rightarrow -\overset{Cl}{\overset{|}{\underset{H}{\underset{|}{C}}}} - \overset{OH}{\overset{|}{\underset{H}{\underset{|}{C}}}}^{-} \qquad (6)$$

$$NH_3 + HOCl \rightarrow H_2O + NH_2Cl \quad (monokloramin) \qquad (7)$$

$$NH_2Cl + HOCl \rightarrow H_2O + NHCl_2 \quad (dikloramin) \qquad (8)$$

$$NHCl_2 + HOCl \rightarrow H_2O + NCl_3 \quad (trikloramin) \qquad (9)$$

Trikloramin har en dårlig lugt, således at processerne ikke bør udstrækkes til sidste trin, ligning 9. Til lugtkontrol i spildevand er det kun nødvendigt at tilsætte så meget klor, som er tilstrækkeligt til reaktion med svovlbrinte og bakteriel inhibering, uden desinfektion. Normal dosering af klor til spildevand for inhibering ligger i området 10 til 50 mg klor/l og ved forklaring på rensningsanlægget ca. 10 til 20 mg klor/l for primærtanken /21/.

En anden klorkomponent er orthodichlorbenzen (chloroben),,som anføres at påvirke biologisk aktivitet i spildevandsanlæg i koncentrationer større end 20 mg/l. Specielt dette stof omtales nærmere i det følgende.

BRINTPEROXID - H_2O_2 /21, 30 - 38/

Brintperoxid er et stærkt oxidationsemne, som anvendes ved lugtbekæmpelse og forebyggelse af korrosion. Det antages, at H_2O_2 reagerer på tre forskellige måder:

1. *Oxidant*

$$H_2S + H_2O_2 \xrightarrow[\text{eller neutral}]{\text{sur}} H_2O + \text{elementær svovl} \qquad (10)$$

$$H_2S + H_2O_2 \xrightarrow[\text{alkalisk}]{} H_2O + \text{sulfater} \qquad (11)$$

2. *Iltproducerende*

$$2\ H_2O_2 \xrightarrow[\text{catalase}]{} O_2 + 2\ H_2O \qquad (12)$$

3. *Som bakteriocid for sulfatreducerende bakterier.*

Mekanisme 2 og 3 virker ved at forebygge dannelsen af lugtende sulfidkomponenter, medens mekanisme 1 virker ved at fjerne allerede eksisterende sulfidholdige stoffer.

H_2O_2-mængder mellem 1 og 2 mg er nødvendigt for hver mg sulfid, som findes i spildevandet.

Brugen af H_2O_2 forøger indholdet af opløst ilt mellem 1 og 2 mg/l og giver ingen biprodukter.

NATRIUMNITRAT - $NaNO_3$ /21/

Natriumnitrat har været anvendt i spildevandssystemer og oxidationsdamme. Der er anvendt ca. 10 kg $NaNO_3$ pr. kg sulfid. Nitrat virker både som næringssalt- og iltkilde.

METALLER /21/

Metalioner og særlig zink og jern har været anvendt til at reducere sulfidkoncentrationen ved fældning efter følgende ligning:

$$S^- + M\ SO_4 \rightarrow M\ S \downarrow + SO_4^=$$

FORØGELSE AF pH /21/

Som det er vist tidligere, er ligevægten svovlbrinte - sulfid meget pH-følsom. Der er meget lidt svovlbrinte tilbage ved pH over ca. 8. Tilsættes der kemikalier, som kan forøge pH, reduceres lugten af svovlbrinte. Natriumhydroxid (NaOH) og kalk ($CaCO_3$) er blevet brugt til dette formål. Når kalk tilsættes, opstår følgende ligevægtstilstand:

$$NH_4^+ \rightleftarrows NH_3 + H^+$$

Reaktionen går mod højre, og ammoniak bliver da den dominerende lugtkomponent.

ILT OG OZON /39 - 44/

Til lugtreduktionsformål i kloaksystemer har været anvendt ilt og ozon, som der ikke nærmere skal omtales i denne forbindelse.

DEODORANTER /45/

Der findes luftformige stoffer, som kan maskere lugt. Stoffernes karakter og intensitet gør det umuligt at detektere den oprindelige ubehagelige lugt.

Lugten af den aktive komponent i deodoranten modvirker den ubehagelige lugtkomponent enten ved at påvirke lugtmolekylet eller ved at påvirke sanserne.

Det skal dog allerede på dette sted nævnes, at ingen af de danske kommuner indkøber deodoranter centralt. Det kan naturligvis ikke udelukkes, at driftspersonale på rensningsanlæg indkøber spraytyper fra den lokale detailhandel.

På baggrund af ovennævnte omtales deodoranter ikke nærmere i det følgende.

4.1.5 *ARBEJDSMILJØ* /48 - 51/

Litteraturen vedrørende arbejdsmiljømæssige problemstillinger er sparsom. Ovennævnte referencer skal ikke nærmere refereres i denne forbindelse.

4.2 FJERNELSE AF RODNET I KLOAKRØR MED KEMISKE STOFFER

Rodindtrængning i kloakrør kan give betydelige driftsproblemer i afløbsledninger og er en hyppig årsag til tilstopning. Problemet opstår i det væsentlige for de rør, som permanent eller i perioder ligger over grundvandspejlet og er defekte, således at trærødder kan vokse ind i ledningssystemet.

De indtrængne rødder kan dræbes ved brug af kemikalier /8, 10, 46, 47/ eller ved termisk påvirkning af rodsystemet /9/.

I Danmark markedsføres en metode, hvor der anvendes et produkt kaldet vaporooter /11/. Vaporooter indeholder de aktive komponenter metan og dichlobenil samt et befugtningsmiddel. Produktet doceres stedet med rodgennemtrængning. Rodcellerne optager vaporooter, hvilket bevirker en gasdannelse, der får rødderne til at eksplodere som balloner. Dette resulterer i, at bakterier i spildevandet vil påvirke rodsystemet, således at de behandlede dele rådner bort. Det angives, at der kan spores en tydelig effekt efter 30 - 60 dage. Desuden angives, at stoffet dichlobenil vil forhindre vækst af nye rodsystemer /8/.

Så vidt vides, markedsføres ikke andre systemer end ovennævnte til kemisk bekæmpelse af trærødder i kloaksystemer.

4.3 SKADEDYRSBEKÆMPELSE

Der findes en række godkendte stoffer, som anvendes efter nøjere standardiserede retningslinier mod rotter, mus, mosegrise og muldvarpe. De mest almindelige stoffer til bekæmpelse af kloakrotter er erimidin, thallium-sulfat, warfarin og bromadiolone.

Midlerne udlægges af særligt instrueret personale efter ganske bestemte retningslinier. I kloakbrønde skal anvendes specielt producerede kloakblokke, som ophænges efter en nærmere brugsanvisning.

4.4 REHABILITERING

Ved rehabilitering skal forstås en udbedring af eksisterende afløbsledninger uden omlægning og udskiftning i modsætning til sanering.

Rehabilitering kan gennemføres med følgende metoder /12/:

a) *Injicering af kemikalier i ledningssektioner*
b) *Foring med polyesterstrømpe*
c) *Foring med rør af plast*
d) *Foring med beton*
e) *Foring med nye rørtyper.*

Det er kun punkt a), som i denne forbindelse har interesse.

I tabel 4.2 gives en oversigt over rehabiliteringsmetoder ved injicering. Det skal dog nævnes, at de øvrige metoder b) til e) også anvendes.

	Rehabiliteringsmet.	Produktbeskrivelse
Injisering	Akrylamidgel	Et to-komponent produkt av to organiske monomerer. Leveres som pulver eller i flytende form. Betegnes og markedsføres under navnene AM-9, O-SEAL og ROCAGIL 1295.
	Polyuretanskum	Et herdnet uretan prepolymer. Leveres i flytende form oppløst i en acetonløsning. Betegnes og markedsføres under navnet 3M.
	Asfaltmodifisert uretan	Et to-komponent produkt basert på polyuretangummi og asfalt. Leveres i fast form (tixotropisk). Betegnes og markedsføres under navnet GRANIFOG PU.
	Sementmørtel	Mørtel av vanlig LH-sement tilsatt kjemikalier for regulering av herdneprosessen.

Tabel 4.2: Oversigt over rehabiliteringsmetoder ved injicering /13/.

Da akrylamidgel-metoden markedsføres her i landet under navnet Penetryn /14/, skal denne omtales nærmere i det følgende.

4.4.1 AKRYLAMIDGEL

Akrylamidgel er en blanding af to organiske monomener, akrylamid og N,N - methylene - bisakrylamid. Stofferne findes både i pulver- og væskeform. Hærdningen af akrylamiden foregår ved tværbinding af molekylerne, som efter hærdning har en konsistens, der angives at svare til stiv dessertgelé /13/. I tabel 4.3 vises en oversigt over kemikalier, som kan benyttes.

Det kan dog ikke afgøres, om der i det danske produkt Penetryn benyttes præcist de samme kemikalier, som beskrevet i tabel 4.3.

Kjemikalier	Beskrivelse
Akrylamid	Hovedkomponenten er en blanding av to organiske monomerer, akrylamid og N, N, methylene-bisacrylamid.
Vann	Tilsettes for opplosning av kjemikalier.
B-dimenthylamino propionitril (DMAPN)	En svakt kaustisk losning som tilsettes som katalysator. Eksponering kan medfore prinveissykdommer og sterilitet.
Trietanolamin	Et amin som tilsettes som katalysator, (kan ersatte DMAPN). Innånding eller beroring kan medfore irritasjon på hud eller slimhinner
Ammoniumpersulfat (AP)	Et sterkt okydasjonsmiddel som tilsettes for å starte de kjemiske reaksjonene. Innånding eller beroring kan medfore skader på hud, øyne og slimhinner.
Kalium ferricyanid (KFe)	Et granulat som tilsettes for å forlenge herdnetiden
Salt	Tilsettes for å senke frysepunktet og gi kortere geltid ved lave temperaturer, tilsetningsmengde inntil frysepunktet. Salt har også en positiv effekt mot uttorking
Alkohol	Tilsettes for å senke frysepunktet ved lave temperaturer
Partikulært materiale (finstoff)	Tilsettes for å bedre de mekaniske egenskapene for herdnet gel.
Dichlobenil	Giftstoff som tilsettes for å redusere gjenveksten av trerotter
Herdnet akrylamidgel	Mindre giftig

Tabel 4.3: Kemikalier, som anvendes ved injicering med akrylamidgel /13/.

Hærdningstiden for den dannede gel (geltiden) kan variere fra ca. 5 sek. til ca. 5 min. ved at variere koncentrationen af tilsætningsstoffer. Geltiden er stærkt temperaturafhængig, og en hævning af temperaturen med 5 - 7 ^{o}C vil halvere geltiden.

For en nøjere beskrivelse af de øvrige metoder henvises til /13/.

4.4.2 *ARBEJDSMILJØ*

I /13/ er angivet følgende forslag til sikkerhedsinstruks ved injiceringsarbejder, tabel 4.4.

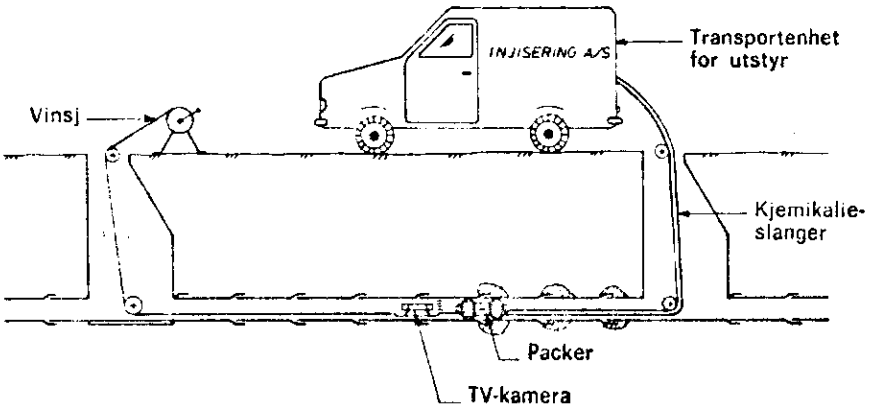
Personellsikring	Områdesikring
Bruk fortrinnsvis rent arbeidstøy hver dag. Arbeidstøy bør bestå av: — hel overalls — hodebeskyttelse — gummihansker — gummistøvler. Unngå spill av kjemikalier på hud eller klær. I tilfelle uhell: — skyll med rennende vann — skift til rent arbeidstøy — vask arbeidstøy før gjenbruk — kast gummihansker som er tilsølt av kjemikalier innvendig. Arbeidstøy skal ikke brukes utenom arbeidsstedet. Hansker vaskes med rennende vann før disse tas av. Ved arbeidsdagens slutt dusjes før skifting til rent tøy. Unngå innånding av støv, gass, eller damp fra kjemikaliene. Benytt briller og gassmaske ved: — behandling av kjemikalier — rengjøring av utstyr — opprensking av spilte kjemikalier (spesielt akrylamid). Forbud mot å innta og lagre mat og drikke samt tobakk o. l. innen arbeidsområdet. Vask hendene med såpe og rennende vann før en inntar mat og drikke samt tobakk o. l. For øvrig følges spesiell instruks utarbeidet av den enkelte leverandør/entreprenør.	Arbeidsstedet merkes med tydelige skilter om at det lagres og benyttes helsefarlige og eventuelt brannfarlige kjemikalier. Ved bruk av fjernstyrte vinsjer etc. skal disse overvåkes av person med telefonisk kontakt med operator. Spilte kjemikalier i herdnet form skal samles opp og deponeres på angitt deponeringssted. Området spyles deretter med rennende vann som dreneres til avløpssystemet (gjelder spesielt akrylamidgel). Spilte kjemikalier i flytende form, akrylamid eller polymer, skal nøytraliseres. Videre behandling som foran. Eventuell ventilasjon av kjemikalietanker skal foretas til grunnen eller via et filtersystem. Emballasje for kjemikalier skal lagres i lukkede beholdere og deponeres på angitt deponeringssted. Emballasje må ikke benyttes til andre formål. Ved rengjøring av injiseringsutstyr med rennende vann eller rensevæske samles spillet opp eller dreneres til avløpssystemet. Ved rengjøring av kjemikalietanker skal gjenværende kjemikalier nøytraliseres før deponering. Videre behandling som for kjemikaliespill. For øvrig følges spesiell instruks utarbeidet av den enkelte leverandør/entreprenør.

Ved eventuelt arbeidsuhell ved behandling av kjemikalier må legehjelp oppsøkes.

Tabel 4.4: Sikkerhedsinstruks ved injiceringsarbejder /13/.

4.4.3 PRAKTISK GENNEMFØRELSE

Ved alle injiceringsmetoder benyttes en packer, som trækkes gennem ledningen. En normal opstilling er vist på figur 4.2.



Figur 4.5 Injicering af ledninger /13/.

Der benyttes følgende udstyr, tabel 4.5 /13/:

Øvrig utstyr som benyttes ved injisering er:
- TV-kamera for kontroll av plassering av packer og visuell kontroll av utforelse
- vinsjer, rullelagre etc. for trekking av packer og TV-kamera gjennom ledningen
- blandetanker for kjemikalier
- pumper og pumpeledninger for kjemikalier og vann/luft
- kompressor for trykkluft til packer og kjemikalietanker
- kontrollpanel for styring av injiseringsprosessen.

Normal arbeidsgang ved injisering vil være som folger:
- packeren føres inn i ledningen og plasseres slik at den er tilnærmet sentrert ved rørskjøten
- endeelementene blåses opp med trykkluft slik at de tetter mot rørveggen og isolerer en spalte langs rørskjøten
- skjøten trykkprøves eventuelt med vann/luft for å registrere graden av lekkasje
- injiseringskjemikalier pumpes inn i mellomrommet mellom de to tetningskravene, blandes og presses ut i rørskjøten og eventuelt ut i omfyllingsmassene rundt skjøten (gjelder akrylamidgel). For enkelte packere blandes injiseringskjemikaliene umiddelbart foran packeren
- etter herdning trykkprøves skjøten (gjelder akrylamidgel og polyuretanskum). Dersom skjøten ikke er tett, foretas ny injisering
- packeren flyttes til neste rørskjøt.

Tabel 4.5: Udstyr.

5. UNDERSØGELSESRESULTATER

Der blev udsendt spørgeskemaer til tekniske forvaltninger i 278 kommuner og til 163 kemikalieleverandører .

Kemikalieleverandørgruppen blev udvalgt som de virksomheder, der havde eller kunne tænkes at have et salg af kemiske stoffer til kommunernes tekniske forvaltninger. Da disse ikke var kendt på forhånd, var det fra starten af undersøgelserne klart, at totalantallet af udsendte spørgeskemaer ville være langt større end antallet af virksomheder, hvorfra salget reelt foregår.

I det følgende angives oplysninger dels fra kommuner, dels fra kemikalieleverandører.

5.1 OPLYSNINGER FRA KOMMUNER

Oplysninger fra kommunerne angives i følgende tabel 5.1.

AKTIVITET		ANTAL KOMMUNER	PROCENTVIS FORDELING
Anvender ingen kemiske stoffer		62	24
Forbruger kemiske stoffer til én af følgende aktiviteter:			
- reduktion af lugt		20	8
- tætning af rør		2	1
- skadedyrsbekæmpelse		111	43
- rodbekæmpelse		2	1
Forbruger kemiske stoffer til to eller flere af følgende aktiviteter:		60	23
	ANTAL UD AF 60 KOMMUNER		
- reduktion af lugt	38		
- tætning af rør	17		
- skadedyrsbekæmpelse	58		
- rodbekæmpelse	10		
TOTALT SVARPROCENT: 257/278 · 100% = 92%		257	100

Tabel 5.1: Oversigt over kommunernes anvendelse af kemiske stoffer.

Det skal indledningsvis anføres, at materialet ikke giver oplysninger om f.eks., hvor mange kommuner der har lugtproblemer, men blot hvilke kommuner der anvender kemiske stoffer til imødegåelse af lugtproblemer, og heri er ikke medregnet anvendelse af atmosfærisk luft eller ren ilt.

Det ses af tabellen, at svarprocenten er så høj som 92%. Det er sandsynligt, at de sidste 8% ikke har noget forbrug af kemiske stoffer til nærværende formål. I det følgende antages det dog, at fordelingen af disse svarer til fordelingen af de 257 indkomne svar. Desuden anvender 24% ingen kemiske stoffer, medens 23% bruger kemiske stoffer til to eller flere af de skitserede aktiviteter.

I tabel 5.2 er kommuner, som angiver forbrug til mere end ét formål, fordelt på enkeltaktiviteterne.

AKTIVITET	KOMMUNER	
	ANTAL	PROCENT
Intet forbrug	62	24
Reduktion af lugt	58	23
Tætning af rør	19	7
Skadedyr	169	66
Rodbekæmpelse	12	5
TOTALT	320	125

Tabel 5.2: Antallet af kommuner, som anvender kemiske stoffer til forskellige aktiviteter.

Procentberegningen i tabel 5.2 er gennemført på grundlag af de afgivne 257 svar.

Det ses af tabellen, at ca. 66% anvender skadedyrsbekæmpelsesmidler, 23% stoffer til reduktion af lugt, medens et mindre antal forbruger kemiske stoffer til tætning af rør og rodbekæmpelse, henholdsvis 7% og 5%.

I det følgende belyses kommunernes forbrug nærmere.

5.1.1 LUGTREDUKTION

I 23% af kommunerne har der været anvendt kemiske stoffer til lugtreduktion. Heri er ikke medregnet et forbrug af ren ilt eller atmosfærisk luft.

I tabel 5.3 anføres de opgivne stofmængder.

OPLYSNINGER FRA KOMMUNERNE	KOMMUNER antal	KOMMUNER %	LEVERANDØRER ANFØRT MERE END 1 GANG antal	LEVERANDØRER ANFØRT KUN 1 GANG antal	MÆNGDE kg
Kommuner	58	23	8	10	39.600
Leverandører anført kun 1 gang, heraf				10	31.900
Enkeltlevering	1			1	21.250 (Natrium-hypoklorit)
Enkeltlevering	1			1	10.000 (Brintperoxid)
Leverandører anført mere end 1 gang	45		8		7.700
Kommuners mindste køb	1		1		20
Kommuners største køb	1		1		1.250
Median					60
Gennemsnit					171

Tabel 5.3: Kommuners forbrug af kemiske stoffer til lugtreduktion.

Det antages, at de virksomheder, som kun har leveret til én kommune, og som ikke selv opgiver salg til kommuner, ikke har noget organiseret salg af kemiske stoffer til lugtreduktionsformål, hvorfor disse er anført specielt i tabel 5.3 og ikke medtaget i tabel 5.4. De fleste enkeltleveringer ligger i størrelsesordenen 5 l til 50 l.

Køb hos leverandører anført mere end én gang ses at variere mellem ca. 20 kg og 1.250 kg med median og middelværdier på henholdsvis ca.

60 kg og 170 kg. Tallene er for året 1980 som helhed, men er sandsynligvis brugt over en sommerperiode. Det skal nævnes, at det ikke har været muligt at komme i kontakt med én af de i tabel 5.4 angivne leverandører (Tek-Dan Kemi). Hverken breve eller telefonisk henvendelse er blevet besvaret.

KEMIKALIE-LEVERANDØR	PRODUKT	KEMISK FORMEL	KØBT AF KOMMUNER MÆNGDE kg
Abrahamson	Brintperoxid	H_2O_2	500
DEMECA	Monoklorbenzene = klorbenzol	C_6H_5Cl	790
Gravquick	Orthodichlorbenzen	$C_6H_4Cl_2$	436
Mejeriernes Fællesindkøb	Natriumhypoklorit	NaClO	2.210
National chemsearch	Orthodioklorbenzen	$C_6H_4Cl_2$	1.016
North Chemi Clean	Klorbenzol - Monoklorbenzene	C_6H_5Cl	480
Tek-Dan Kemi	Bakteriocid	?	1.350
TOPICAL	Tensider	?	930
TOTALT			7.711

Tabel 5.4: Kommuners oplysninger om købte mængder af kemiske stoffer til lugtreduktion. Kemikalieleverandøren er anført af mere end én kommune.

De produkter, som kommunerne anvender til lugtreduktion, er dels oxidanterne: H_2O_2 og NaClO, dels bakteriociderne: orthodichlorbenzen og klorbenzol. Det anførte forbrug af tensider forbruges til rengøringsformål. Som det ses af tabel 5.4, kendes de anvendte stoffer fra to af leverandørerne ikke.

5.1.2 *KEMISKE STOFFER TIL TÆTNING AF RØR*

Så vidt vides er der i dag kun ét firma i Danmark, som gennemfører tætning af kloakrør ved hjælp af kemiske stoffer.

Ud af de 19 kommuner, som gør brug af denne metode, har 5 kommuner anført et forbrug på ca. 25.000 kg, medens de resterende ikke har noget kendskab til den forbrugte mængde.

De returnerede spørgeskemaer tyder imidlertid på, at der må forventes en forøget anvendelse af metoden i fremtiden. Sammenlignet med traditionel opgravning og omlægning er det indlysende, at metoden er økonomisk fordelagtig.

5.1.3 *SKADEDYRSBEKÆMPELSE*

Som tidligere anført gennemfører ca. 66% af kommunerne en skadedyrsbekæmpelse (rotter), som for nogles vedkommende kan være meget intensiv.

Den angivne procentdel skønnes imidlertid ikke at afspejle et reelt bekæmpelsesbehov, idet nogle kommuner gennemfører udlægninger af rottegift rutinemæssigt, medens andre udmærket kan have et behov uden at behandle, idet skadedyrsbekæmpelsen ikke er påtvunget.

Der er i det væsentligste anført følgende leverandører af rottegift: Mortalin, Arnold Zuschlag, Rentokil, Skadedyrscentralen Esbjerg og Kiltin.

Det skal nævnes, at kommunerne angiver et samlet forbrug på ca. 15.200 kg i 1980. Mængden i de enkelte kommuner varierede mellem ca. 10 kg og 1.000 kg.

Til sammenligning skal anføres, at det samlede salg af midler til bekæmpelse af rotter, mus, mosegrise og muldvarpe i 1980 udgjorde ca. 344.000 kg /6/.

5.1.4 *RODBEKÆMPELSE*

Langt den overvejende del af kommunerne anvender mekanisk beskæring ved rodindtrængning i kloakrør. Så vidt vides er det kun Belehca, som markedsfører en metode til kemisk bekæmpelse af trærødder i kloaksystemer.

Ud af de 12 afgivne positive svar (5%) anfører 5 kommuner et samlet forbrug på 36 kg metam og 23 kg dichlobenil. Dette er imidlertid langt mindre end det samlede salg opgivet af leverandøren (ca. 750 kg).

Teknologisk Institut /8/ har udarbejdet et materiale vedrørende de kemiske stoffer, som anvendes i forbindelse med metoden. I dette materiale efterlyses toxicitetsundersøgelser af det anvendte produkt især i forhold til mikroorganismer i et rensningsanlæg. De enkelte stoffer vurderes nærmere økotoxikologisk i det følgende.

Da de kemiske stoffer anvendes i rørsektioner, som er defekte, vil der ved behandlingen være risiko for udsivning især, hvis rørene ligger over grundvandspejlet. Hvis rørene ligger under grundvandstanden, vil risiko for udsivning ved behandlingen mindskes på grund af det hydrostatiske tryk. Trærødder vokser imidlertid sædvanligvis ind i kloakrør beliggende over grundvandet på grund af den lettere tilgængelighed af vand.

Mængde og omsætning af stoffer, som trænger ud i det omgivende jordmiljø, kendes ikke. Det må dog pointeres, at hvis først stofferne er havnet i grundvandet, vil omsætningen af disse, på grund af en lille biologisk aktivitet, være særdeles ringe.

Det skal nævnes, at en række kommuner indtil videre er tilbageholdende med at bruge metoden, idet disse mener, at de miljømæssige konsekvenser heraf ikke er tilstrækkeligt belyst.

Svarmaterialet tyder imidlertid på, at kommunerne vil anvende metoden i tiden fremover i stigende omfang.

5.2 OPLYSNINGER FRA LEVERANDØRER

Ud af de 163 fremsendte spørgeskemaer til potentielle leverandører er der fremkommet svar fra 130, altså en besvarelsesprocent på 80%.

Det skal nævnes, at markedet er meget uigennemsigtigt, idet eksisterende kilder /15, 16, 17/ til eftersporing af kemikalieleverandører ikke giver fuldstændige oplysninger. Materialet fra refererede kilder er derfor suppleret, bl.a. med informationer fra kommunerne.

5.2.1 *KEMIKALIELEVERANDØRER*

I tabel 5.5 gives en oversigt over oplysninger fra leverandører og kommuner.

AKTIVITET	LEVERANDØROPLYSNINGER		KOMMUNERS OPLYSNINGER	FÆLLES-MÆNGDE
	Virksomheder, som opgiver salg af potentielle stoffer antal	Virksomheder, som opgiver et salg til kommuner antal	antal	antal
Kemiske stoffer til lugtreduktion	14	11	(totalt 18) 8 aktive	8
Skadedyr (rotter)	6	6	(totalt 9) 6 aktive	6
Bekæmpelse af trærødder	1	1	1	1
Tætning af rør	1	1	1	1

Tabel 5.5: Oversigt over antallet af virksomheder, som sælger kemiske produkter til kommuner.

Fra leverandøroplysningerne i tabel 5.5 ses, at en række virksomheder har angivet et salg af stoffer, som ville kunne anvendes til lugtreduktion. En del af disse virksomheder opgiver også et salg til kommuner. På baggrund af oplysningerne fra kommunerne kan det

fastslås, at ikke alle disse virksomheder har et reelt salg af kemiske stoffer til kommuners tekniske forvaltninger.

For de øvrige leverandørers vedkommende ses oplysningerne at stemme overens.

5.2.2 SALG OG KØB AF KEMISKE STOFFER

I det følgende sammenlignes salg og køb af kemiske stoffer. Det skal pointeres, at leverandøroplysningerne er det totale salg, som virksomhederne "selv" regner med, de sælger til kommunerne.

AKTIVITET	LEVERANDØR-OPLYSNINGER SALG TIL KOMMUNER 1980 kg	KOMMUNERNES OPLYSNINGER KØB - 1980 kg
Kemikalier til reduktion af lugt		
Totalt	57.700	39.600
Enkeltsalg/ enkeltkøb	31.500	31.900
7 virksomheder = 8 virksomheder fra tabel 5.4 + Tek-Dan Kemi	9.600	6.400
Tætning af rør	33.300	25.200
Skadedyrsbekæmpelse	12.000	15.200
Rodbekæmpelse	750	59

Tabel 5.6: Samlet oversigt over solgte og købte mængder af kemiske stoffer.

Det ses af tabel 5.6, at leverandøroplysningerne for alle stofgruppers vedkommende undtagen skadedyrsbekæmpelsen er større end de tilsvarende mængder opgivet af kommunerne.

Det ses under "lugtreduktion", at leverandørerne angiver langt større mængder end kommunerne. Dette skyldes sandsynligvis, at virksom-

hederne har angivet et salg til andre formål end det skitserede i kloakker og på rensningsanlæg.

Det, der er vigtigt i denne forbindelse, er sammenligningen mellem salg og køb for de aktuelle 7 virksomheder (8 virksomheder i tabel 5.4 + Tek-Dan Kemi). Det ses, at leverandøroplysningerne er ca. 1/3 højere end kommunernes, hvilket sandsynligvis skyldes dels et anslået salg af leverandørerne, dels et anslået køb af kommunerne. Forskellen skønnes således at være usikkerhed på det afgivne materiale. Materialet fra kommunerne anses for at være mest "vigtigt" i denne forbindelse.

Forskellen mellem oplysningerne om forbrug af stoffer til tætning af rør samt rodbekæmpelse skyldes kommunernes ukendskab til det aktuelle forbrug.

Leverandøroplysningerne vedrørende stofferne til skadedyrsbekæmpelse er fremkommet fra produktionsstatistikken. Den manglende overensstemmelse skyldes sandsynligvis, at kommunerne har medtaget et forbrug af ædegift, som, i modsætning til kloakblokkene, ikke anvendes i ledningsnettet.

6. MILJØMÆSSIGE EFFEKTER

De kemiske stoffer, som er omtalt tidligere, vil i det følgende blive vurderet i relation til eksisterende økotoxikologiske oplysninger. Materialet er sammenfattet i tabel 6.1.

KEMISKE STOFFER, DER ANVENDES TIL REDUKTION AF LUGT

FIRMA	KEMISK STOF	KEMISK FORMEL	SALG TIL KOMMUNER TOTALT kg	ØKOLOGISKE INFORMATIONER BIOLOGISKE EFFEKTER PÅ: BAKTERIER INHIBE-RING mg/l	ALGER INHIBE-RING mg/l	FISK mg/l	ROTTER mg/l	HUMANTOXISK TILSTAND: TOXISK EFFEKT LEM	SYMPTO-MER PÅ SYGDOM PPM	UTÅLELIG VILLIGHED TILSTAND PPM
Poul V. Abrahamsen	Brintoverilt	H_2O_2	450	/16/ Ansees ikke for at være toxisk ved et normalt forbrug og under hensyntagen til normale sikkerhedsforanstaltninger.						
DEMECA	Monoklorbenzen	C_6H_5Cl	1300	/19/ Undersøgelser på biologisk materiale viser, at stoffet økotoxicologisk lægger i intervallet 100 - 1 mg/l; altså stoffet er vurderet til at være toxisk tæget ikke toxisk til moderat toxisk.						
North Chemi Clean	Monoklorbenzen	C_6H_5Cl	750	/19/ ——— " ———						
Granquick	Tri-klor-hydroxydiphenyl-klorbenzol	$C_6H_4Cl_2$	1500	/20/ 15	53	50	977 mg/kg overlevelse i 2 timer 977 i 7 timer → død	300	100	25
National Chem-Search	O-diklorbenzen	$C_6H_4Cl_2$	4500	/20/ ——— " ———						
TOPICAL	Overfladeaktivt rensningsmiddel	?	500	Sammenlignet med detergenter fra vask i husholdning og industri skønnes denne mængde at være ubetydelig.						
Mejerierne Fællesindkøb	Natriumhypoklorit	NaOCl	300000	/18/ Hypoklorit er et stærkt oxidationsmiddel.				Ved 0,5% er det ikke toxisk ved oral indtagelse. Ved omkring 4% til 6% er det toxisk over for voksne.		
P. Brøste	Natriumhypoklorit	NaOCl		/18/ ——— " ———				———		

Tabel 6.1: Toxikologiske data. *(Fortsættes side 30).*

FIRMA	KEMISK STOF	KEMISK FORMEL	SALG TIL KOMMUNER TOTALT kg	ØKOLOGISKE INFORMATIONER BIOLOGISKE EFFEKTER PÅ: BAKTERIER INHIBERING mg/l	ALGER INHIBERING mg/l	FISK mg/l	ROTTER mg/l	HUMANTOXISK TILSTAND: TOXISK EFFEKT ppm	SYMPTOMER PÅ SYGDOM ppm	UTILFREDSSTILLENDE TILSTAND ppm
KEMISKE STOFFER TIL SKADEDYRSBEKÆMPELSE (ROTTER, MUS, MOSEGRISE OG MULDVARPE)										
Martalin	Bromadiolone uopløseligt i vand		-	/19/			rotter: LD_{50}: 1,125 mg/kg mus: LD_{50}: 1,750 mg/kg kaniner: LD_{50}: 1,000 mg/kg			
	Cholecalciferol Vitamin D_3	$C_{27}H_{44}O$	-				LD_{50} = 100 mg/kg			
Rentobil	Calciferol	$C_{28}H_{44}O$	-	/19/			hund: LDL_0: 4 mg/kg oral indtagelse			
Skadedyrscentralen	Chlorophacinon	$C_{23}H_{15}O_3Cl$	-	/19/			rotter: oral indtagelse LD_{50}: 2,100 mg/kg mus: LD_{50}: 1,060 mg/kg			
Arnold Zuschlag	Cholecalciferol	$C_{27}H_{44}O$	-				rotter: LD_{50}: 100 mg/kg			
Kilitin	Warfarin = Coumarin	$C_{19}H_{16}O_4$	-				rotter: oral indtagelse LD_{50}: 3 mg/kg hunde: LD_{50}: 200 mg/kg			
KEMISKE STOFFER TIL RODBEKÆMPELSE										
Belchca	Vapam + Metam	$C_2H_5NNaS_2$ $C_2H_4NNaS_2$	33030	/20/ Ingen økotoxicologiske data. /18/			albino-mus: LD_{50}: 285 mg/kg albino-rotter: LD_{50}: 820 mg/kg methyl isothiocyanate: LD_{50}: 97 mg/kg			
				/19/			rotter: oral indtagelse LD_{50}: 305 mg/kg mus: LD_{50}: 97 mg/kg			
	Dichlobenil	$C_7H_3NCl_2$		/20/ Ingen økotoxicologiske data.						
				/19/			rotter: oral indtagelse LD_{50}: 2 710 mg/kg mus: LD_{50}: 2 056 mg/kg			
				/18/ MTL = median tolerance limits: MTL = guppier 48 timer > 18 mg/l Dafnia Magnia > 9,8 mg/l						
KEMISKE STOFFER TIL TÆTNING AF RØR										
Belchca	Acrylamid	CH_2CONH_2	-	/18, 19, 20/ Økotoxicologiske data findes ikke. Stoffet anvendes rutinemæssigt ved slambehandling på rensningsanlæg.						
	Triethanolamin	$N(CH_2CH_2OH)_3$		/20/ (pseudomonas) LD_0: 10 mg/l	(scenedesmus) LD_0: 150 mg/l (colpoda) LD_0: 160 mg/l	(guldfisk) TEA "85%" LD_{50}, 24 h =3300 mg/l, pH: 10,3; 7500 mg/l pH: 7,0; TEA: "commercial" LD_{50}, 24 h >5000 mg/l	rotter: akut oral LD_{50}: 9,11 g/kg gentagne orale indtagelser ved 0,08 g/kg ingen effekt.			
	Ammoniumpersulfat	$(NH_4)_2(SO_4)_2$	-	/20/ Ingen økotoxicologiske oplysninger.			rotter: oral /19/ LD_{50}: 820 mg/kg			

Tabel 6.1: Toxikologiske data.

Som det ses af tabellen, findes en række ufuldstændige oplysninger om de anførte kemiske stoffer. Stofferne har traditionelt set været testet over for rotter og mus, medens biologiske effekter over for bakterier, alger og fisk har være undersøgt i mindre udpræget grad.

Af de stoffer, som anvendes til lugtreduktion, er det monoklor- og O-dichlorbenzen, som påkalder sig interesse. Begge stoffer skønnes at være moderat toxisk til toxisk, idet der anvendes følgende vurderingskriterier over for levende organismer /19, 20/:

GRADUERING	*BESKRIVELSE*	*TL_m KONCENTRATION*
0	*ikke toxisk*	*> 1000 mg/l*
1	*praktisk taget ikke toxisk*	*100 - 1000 mg/l*
2	*ubetydelig toxisk*	*10 - 100 mg/l*
3	*moderat toxisk*	*1 - 10 mg/l*
4	*meget toxisk*	*> 1 mg/l*

TL_m, 96 timer: *Koncentration af stoffet, som inden for en specificeret tidsperiode (96 timer) vil dræbe 50% af de eksponerede organismer.*

De stoffer, som anvendes til skadedyrsbekæmpelse, anses ikke for at være betænkelige ud fra en økotoxikologisk vurdering, dels fordi opløseligheden i vand af alle stoffer må antages ringe, dels fordi den "naturlige" deponering foregår i skadedyr. Hvorledes den videre nedbrydning i rotter og slambehandlingsanlæg foregår, er ukendt.

Den samlede effekt over for biologisk materiale af det blandingsprodukt, som anvendes til rodbekæmpelse, er ukendt. Som det ses af tabel 6.1, indikerer det eksisterende materiale, at enkeltkomponenterne er moderat toxisk til toxisk. En endelig vurdering af salgsproduktets toxicitet vil medføre både laboratorie- og in situ-undersøgelser.

Hverken toxiciteten af handelsproduktet til tætning af kloakrør eller alle enkeltstoffernes toxicitet kendes tilstrækkeligt. Det skal dog nævnes, at triethanolamin er moderat toxisk til toxisk over for mikroorganismer i et rensningsanlæg, medens stoffet ikke er toxisk over for fisk (guldfisk).

7. VURDERING

De vigtigste nøgletal fra det indsamlede materiale vil i det følgende kort blive omtalt.

Kommunernes forbrug af kemiske stoffer i 1980 fordeler sig på følgende måde:

Intet forbrug	*24%*
Anvender kemiske stoffer til lugtreduktion	*23%*
Anvender kemiske stoffer til tætning af rør	*7%*
Anvender kemiske stoffer til skadedyrsbekæmpelse	*66%*
Anvender kemiske stoffer til rodbekæmpelse	*5%*

Da 8% af kommunerne ikke har besvaret henvendelsen, og da fordelingen af disse 8% antages at svare til fordelingen i de afgivne svar, vil den anførte fordelingsnøgle være behæftet med en vis usikkerhed. Antallet af kommuner, som ikke forbruger kemiske stoffer, vil sandsynligvis være større end vist. Det skal desuden fremhæves, at forbruget i de enkelte kommuner varierer betydeligt. Der er f.eks. forbrugt stofmængder til lugtreduktion, som ligger i intervallet 20 l til 21.500 l, hvoraf det sidste er en engangsbehandling i forbindelse med driftsstop af et højt belastet filter.

De beregnede median- og gennemsnitsværdier på ca. 60 l og ca. 170 l for forbruget af kemiske stoffer til lugtreduktion skønnes små.

Kommunernes indkøb af kemiske stoffer foregår hos forholdsvis få virksomheder. Hvad angår stofferne til lugtreduktion, er indkøbene fordelt på ca. 8 leverandører. Dette antal ser dog ud til at ville undergå forandringer i tidens løb.

Ovennævnte antal virksomheder svarer til tilsvarende oplysninger fra virksomhederne. Stofferne, som bliver solgt direkte til kommunerne, udgør en mindre del af leverandørernes totale salg.

Hvad angår kemiske stoffer til skadedyrsbekæmpelse, tætning af kloakrør og reduktion af trærødder i kloakrør, er både leverandørantallet og solgte/købte stofmængder velafgrænsede størrelser.

Mængden af de enkelte stofgrupper, som i 1980 er blevet forbrugt af kommunerne, er følgende:

KEMISKE STOFFER	*kg*
Lugtreduktion	*39.600* *)
Tætning af rør	*33.300*
Skadedyr	*12.000*
Reduktion af rødder	*750*

*) *heraf engangskøb 31.900 kg.*

Det, der er væsentligt i denne forbindelse, er stoffernes toxiske påvirkning af biologisk materiale, en eventuel akkumulering i dette samt dets nedbrydbarhed. Som det er vist i afsnit 6, foreligger der ingen oplysninger om aktuelle stoffers akkumulering og nedbrydbarhed. Der eksisterer derimod et ufuldstændigt materiale vedrørende nogle af stoffernes toxiske effekter. Dette materiale vurderes nærmere i det følgende.

KEMISKE STOFFER TIL LUGTREDUKTION

Det ses af tabel 6.1, at monoklorbenzen og O-dichlorbenzen vil kunne påvirke mikroorganismer i et rensningsanlæg ved koncentrationer af størrelsesordenen ca. 15 mg/l (O-dichlorbenzen). I tabel 7.1 beregnes koncentrationsniveauer i aktiv slamanlæg efter følgende retningslinier:

Bassinstørrelser:

Konventionelt anlæg ~ 50 l/p.e.

Langtidsluftet anlæg ~ 200 l/p.e.

En dunk med 10 l/25 l monoklorbenzen/O-dichlorbenzen doseres kloaksystemet på én gang.

ANLÆGS-STØRRELSE antal p.e.	LANGTIDSLUFTET ANLÆG			KONVENTIONELT ANLÆG		
	Bassin-volumen m^3	Kemisk stofkon-centration ved 10 l mg/l	25 l mg/l	Bassin-volumen m^3	Kemisk stofkon-centration ved 10 l mg/l	25 l mg/l
2.000	400	25	63	100	100	250
5.000	1.000	10	25	250	40	100
10.000	2.000	6	13	500	20	50
20.000	4.000	3	6	1.000	10	25

Tabel 7.1: Beregnede stofkoncentrationer i rensningsanlæg af forskellig størrelse ved dosering af 10 l henholdsvis 25 l monoklorbenzen/O-dichlorbenzen.

Da inhibering af mikroorganismerne påbegyndes ved ca. 15 mg/l, er det kun langtidsluftede anlæg, som er større end ca. 10.000 p.e., der ikke vil påvirkes af den fiktive belastning på 25 l kemisk stof. Ved en dosering af 10 l stof vil langtidsluftede anlæg større end ca. 3.000 p.e. være upåvirkede, medens konventionelle anlæg skal være større end ca. 13.000 p.e. Det simplificerede regneeksempel viser, at stofferne skal anvendes med forsigtighed, idet et for stort engangsforbrug vil kunne slå anlæggets bakteriekultur i stykker. Jo mindre anlæggene er, jo større forsigtighedsforanstaltninger bør iagttages.

TÆTNING AF RØR

Effekten over for biologisk materiale af blandingsproduktet, som anvendes til tætning af rør, kendes ikke. Der foreligger økotoxikologiske data for én af stofkomponenterne: triethanolamin. Begyndende inhibering af organismer i et rensningsanlæg foregår ved en koncentration af dette stof på ca. 10 mg/l.

Da det aktuelle forbrug af handelsproduktet er afhængig af behandlingsbehovet, vil resulterende koncentrationer i et rensningsanlæg sandsynligvis variere væsentligt.

Det kan ikke på nærværende grundlag afgøres, om blandingsproduktet vil være toxisk over for rensningsanlæggets mikroorganismer.

Der er hul i kloakrøret ved behandlingens påbegyndelse. Det kan imidlertid ikke på baggrund af det indsamlede materiale afgøres, om der vil være risiko for udsivning og dermed for en grundvandspåvirkning.

SKADEDYRSBEKÆMPELSE

Der findes ingen økotoxikologiske data vedrørende de stoffer, som anvendes til skadedyrsbekæmpelsen. Årsagen til dette kan bl.a. være, at stofferne er uopløselige i vand, og at de normalt ikke anvendes i et vandigt miljø.

På grund af ovennævnte samt det forhold, at stofferne ophænges i nedgangsbrønde for at undgå bortskylning, skønnes stofferne ikke at ville kunne påvirke driften af et rensningsanlæg.

Biologiske effekter af en endelig deponering af stofferne (f.eks. jord) kan ikke afgøres på nærværende grundlag.

KEMISKE STOFFER TIL RODBEKÆMPELSE

Handelsproduktet vaporooters påvirkning af biologisk materiale kendes ikke. Enkeltkomponenten dichlobenil er testet over for guppier og dafnier. Resultaterne heraf viste, at stoffet er moderat toxisk til toxisk. Stofferne er imidlertid ikke testet over for mikroorganismer.

I de kloakrør, hvor behandling foregår, vil der være risiko for udsivning til det omgivende jordmiljø. Størrelsen af en eventuel udsivning med en efterfølgende påvirkning af grundvandet til følge kan ikke afgøres på nærværende grundlag.

Det skal dog fremhæves, at omsætningen af stoffer i grundvandmiljøet vil foregå langsomt på grund af mangelen på mikroorganismer.

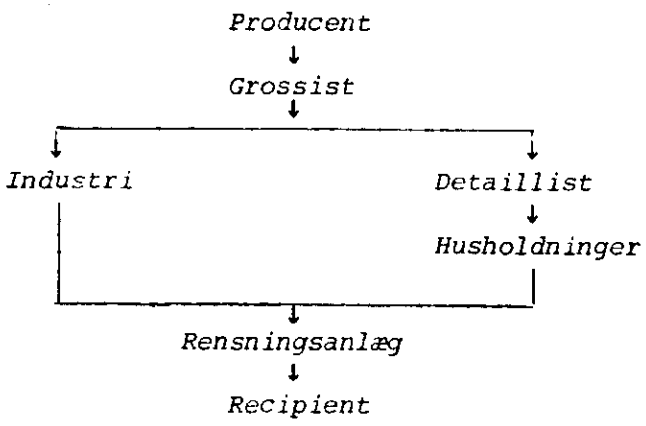
Det skal afslutningsvis anføres, at forbruget af kemiske stoffer til lugtreduktion skønnes lille. Det samme er tilfældet med forbruget af stoffer til skadedyrsbekæmpelsen, hvis dette sammenlignes med totalforbruget af denne type stoffer. Medens forbruget af ovennævnte stoffer sandsynligvis vil være konstant eller for nedadgående, ser det derimod ud til, at forbruget af kemiske stoffer til rodbekæmpelse og tætning af kloakrør vil forøges i tiden fremover.

8. VIDERE ARBEJDE

Oplysningerne fra de adspurgte kemikalieleverandører indikerer, at mængden af stoffer, som anvendes uden for det direkte kloakmiljø, er langt større end de mængder, som anvendes direkte til tidligere refererede formål.

En række virksomheder har opgivet salg af produkter, som kunne have været anvendt til lugtreduktion, men som ingen kommuner har anført som leverandør. En stor del af disse stoffer havner sandsynligvis alligevel i kloaksystemet ved udledning fra industrier eller private husholdninger.

Det skal f.eks. nævnes, at én virksomhed har solgt ca. 2.000 kg NaOCl til kommunerne, men sælger 3.000.000 kg totalt på det danske marked. Der synes derfor behov for en nøjere kortlægning af forskellige (udvalgte) stoffers vej fra producent til det omgivende miljø. Kortlægningen kunne skitseres således:



På baggrund af ovennævnte kortlægning samt kendskab til forskellige industrispildevandstyper kunne spildevandstyper fra rensningsanlæg nærmere karakteriseres i relation til disses nedbrydbarhed og toxicitet.

Da mængden af stoffer til skadedyrsbekæmpelse er af størrelsesordenen 300 - 400 tons pr. år, og da de væsentligste mængder spredes i vore omgivelser (på og i jord), foreslås en undersøgelse af stoffernes nedbrydbarhed og muligheder for spredning.

Ud fra et økotoxikologisk synspunkt er produkterne til tætning af rør og bekæmpelse af rodnet ukendt. Det skal derfor foreslås, at disse stoffer undersøges nærmere vedrørende:

1. *Stoffernes toxicitet og nedbrydbarhed over for mikroorganismer i et rensningsanlæg.*

2. *Risiko for udsivning til grundvandet, når kloaksystemet behandles standardmæssigt med produkterne.*

9. REFERENCER

/1/ *Personlig kommunikation m.*
sekretær for Statens Teknisk Videnskabelige Forskningsråd, Norge.

/2/ *Personlig kommunikation m.*
Statens Naturvårdsverk, Sverige.

/3/ *Personlig kommunikation m.*
institutleder, agronom S. Thorup.

/4/ *Personlig kommunikation m.*
civ.ing. M. Brandt Pedersen, Teknologisk Institut.

/5/ *Personlig kommunikation m.*
Arbejdstilsynet.

/6/ *Personlig kommunikation m.*
fru O'Reilly, Kemikalikontrollen.

/7/ *Personlig kommunikation m.*
Skadedyrslaboratoriet.

/8/ *Kemisk bekæmpelse af rødder i afløbsledninger.*
Materiale udarbejdet af Teknologisk Institut/Byggeteknik til Belehca Aps.

/9/ *Cauklin, James T.:*
Thermal Kill of Roots in Sanitary Sewers.
Deeds & Data. Reprinted from the 49th WPCF Conference in Minneapolis, October 7th, 1976.

/10/ *Tuwiner, S.B.:*
Copper Sulfate Fights Root Growth in Sewer Systems.
Water & Sewage Works, January 1977.

/11/ *Vaporooter markedføres af Belehca Aps., Roskilde.*

/12/ *Rehabilitering av avløpsledninger.*
Prosjektkomiteen for rensing av avløpsvann, PRA 17.

/13/ *Veiledning ved rehabilitering av avløpsledninger.*
Brukerrapport, Statens forurensningstilsyn.

/14/ *Penetryn metoden, Belehca Aps.*

/15/ *Quantum reklame.*

/16/ *Hyldahl direkte reklame, Katalog 1980/81.*

/17/ *Kompas, 1980/81.*

/18/ *Pesticide Manual.*

/19/ *Registry of Toxic Effects of Chemical Substances.*
NIOSH 1976, US. Department of Health Education and Welfore.

/20/ *Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals.*
Karel Verschueren.

/21/ *Price, E.C. and P.N. Cheremisinoff:*
Sewage Treatment Plants Combat Odor Pollution Problems.
Water and Sewage Works, October 1978.

/22/ *Matthews, P.J. and A.G. Boon:*
Odour Nuisance in Sewage and Treatment Systems:
Problems and Control.
Wat. Pollut. Control, 1978.

/23/ *Sawyer, C.N. and P.L. McCarty:*
Chemistry for Sanitary Engineers.
McGraw - Hill Book Company, 1967.

/24/ *Harkness, N.:*
Chemistry of Septicity.
Effluent and Water Treatment Journal, January 1980.

/25/ *Københavns Vandforsyning, 1972.*

/26/ *Miljøprojekter 2. Nedsivning af husspildevand i bassinanlæg ved Frederiks. Forundersøgelser, august 1976.*

/27/ *Mori, B.T., K.J. Hall, and J.N. Blazerich:*
Effects of Chlorination of some Volatile Organics in Primary Sewage Effluent.
J. Environ. Sci. Health, Al 3 (7), pp. 445-467, 1978.

/28/ *Sitre, P. og D. Faye-Hansen:*
Kloakrenseanlæg: Luktrensing stadig mer vanlig.
Norsk VVS, 1980, bind 23, nr. 5.

/29/ *Doan, R. and A.S. Haimes:*
Hypochlorite Generation at a Water Pollution Control Plant.
Public Works, January 1978.

/30/ *Sinus, A.F.E.:*
Odour Control with Hydrogen Peroxide.
Prog. Wat. Tech., 1980, Vol. 12, No. 5.

/31/ *Hoffmann, M.R.:*
Kinetics and Mechanism of Oxidation of Hydrogen Sulfide by Hydrogen Peroxide in Acidic Solution.
Environ. Science & Technology, January 1977, Vol. 11, No. 1.

/32/ *Strunk, W.G.:*
Hydrogen Peroxide Treats Diverse Wastewaters.
Industrial Wastes, January/February 1979.

/33/ *Interox:*
Hydrogen Peroxide in Odour and Corrosion Control.

/34/ *Yamine, M. and S.W. Duggan:*
The Control of Sulphide in Sewage with Hydrogen Peroxide.
Third National Chemical Engineering Conference at Mildura, Victoria, Australia, August 20th - 23rd, 1975.

/35/ *Miller, R.G.:*
Hydrogen Peroxide Solves Sludge Odour Problem.
Water & Sewage Works, May 1976.

/36/ *Zietz, U.:*
Die Beseitigung von geruchsaktiven Schwefelwasserstoff aus dem Abwasser von Kläranlagen.

/37/ *Keating, E. et al.:*
Phenolic Problems Solved with Hydrogen Peroxide Oxidation.
Industrial Water Engineering, December 1978.

/38/ *Hydrogen Peroxide Controls Odour, Corrosion in Collection Systems.*
Water & Sewage Works, June 1977.

/39/ *Simpson, J.R.:*
Trends in Treatment and Disposal of Sewage.
Effluent and Water Treatment Journal, December 1979.

/40/ *Todd, J.J.:*
Blow your Problems.
Environ. Pollut. Management 1974, Vol. 4, No. 2.

/41/ Brinsko, G.A.:
Add Oxygen for Odour-free Sludge Dewatering.

/42/ Summer, W.:
Destructive Air Deodorization at a Dublin Sewage Works.
Process Biochemistry, January/February 1976.

/43/ Thistlethwayte, D.K.B., B. Hardwick, and E.E. Goleb:
Odour Nuisances from Waste Disposal Works and Techniques for Deodorization.
Chimie et industrie - Génie Chimique, Vol. 106, No. 11,
Mai - Juin 1973.

/44/ Elpick. A. and G.E. Favell:
Ozone in the Treatment of Odours from Sewage Works.
Water Services, May 1977.

/45/ Sewage Works Odours - Problems and Control.
Wessex Water Authority. A report on the One-Day Seminar Held at Yeonil, November 1977.

/46/ Leonard, O.A. and N.R. Townley:
Control of Tree Roots in Sewers and Drains.
California Agriculture, November 1971.

/47/ Leonard, O.A. et al.:
Control of Tree Roots.
Weed Science, 1974, Vol. 22, No. 5.

/48/ Schurr, E. and A. Gekeler:
Arbeitssicherheit im Kanalnetz einer Grossstadt.
Korrespondenz Abwasser, 1980, bind 27, nr. 5.

/49/ Fox, J.L.::
Brain Tumour Risk in Petrochemical Workers.
Chemical & Engineering News, November 1980.

/50/ Winkler, M.:
Arbeitssicherheit bei der Ortsentwässerung.
Korrespondenz Abwasser, 1979, årgang 26, nr. 9.

/51/ Morse, D.L. et al.:
Occupational Exposure to Hexachlorocyclopentadiene
How Safe is Sewage?
Journal of American Medical Ass. 1979, Vol. 241, No. 21.

/52/ *Malz, F. et al.:*
Die kontinuerliche Messung von Kohlenwasserstoff - und Schwefelwasserstoff-Emissionen aus Einleitungen und Vorflutern.

/53/ *Bartl, P. et al.:*
Geruchsmessungen in kommunalen Kläranlagen - Einführung in die Problematik und Methodik.
Gwf.-Wasser/Abwasser 1979, Vol. 120, Heft 6.

/54/ *Haugartner, M.:*
Sampling and Analysis of Odorous Compounds in Water Treatment Plants.
8th Annual Symposium on the Analytical Chemistry of Pollutants, April 1978.

/55/ *Teichmann, H.:*
Geruchmessung aus Kläranlagen.

/56/ *Prakash, C.B. and F.E. Murray:*
Analysis of Malodorous Sulphur Compounds in Kraft Mill Aqueous Solutions.
Svensk Papperstidning nr. 15, 1976.

/57/ *Motton, P.M. and D. Cash:*
Novel Combination Method Assesses Sewage Odours.
Water & Wastes Engineering, February 1978.

VKI • VAND • KVALITETS • INSTITUTTET

AGERN ALLE 11
DK-2970 HØRSHOLM ☎ 02-86 52 11

SARALYST ALLE 52
DK-8270 HØJBJERG ☎ 06-27 42 11

1 Sag nr: / *File No.:* 8 0 4 3 2 — Init.: / *Initials:* L B L	2 Oplæg dateret: / *Quotation dated:*	3 Undersøgelsens geografiske beliggenhed: / *Location of survey:* DANMARK	
4 Rekvireret opgave - Rapport/Delrapp. nr: / *Contract work - Report or Vol. No.:* X	6 Notat: / *Brief comment:*	8 Forskningsprojekt - Rapport/Delrapp. nr: / *Research project - Report or Vol. No.:*	10 Antal sider: / *Number of pages:* 46
5 Dateret: / *Dated:* 19 08 10 25	7 Dateret: / *Dated:*	9 Dateret: / *Dated:*	11 Tilgængelig: / *Released:* Ja/*Yes* ☐ Nej/*No* ☒

12 Rapportens titel:
Report entitled:

BRUGEN AF KEMISKE STOFFER I KLOAKKER OG RENSNINGSANLÆG.

13 Sagsbehandler(e): / *Project leader(s):* Leo B. Langgaard, civ.ing.	14 Afdeling: / *Department:* TEKNISK AFDELING

15 Rekvirent (navn + adresse): / *Sponsoring agency (name + address):* Miljøstyrelsen, Strandgade 29, 1401 København K.	16 Rekvirentens ref.: / *Sponsor's code:*

17 Resumé på dansk:
Abstract in Danish:

Kommunernes forbrug af kemiske stoffer i kloaksystemer og rensningsanlæg til bekæmpelse af lugt og skadedyr, til reduktion af træers rodnet og til tætning af rør m.v. er opgjort for året 1980 som helhed.

18 Udarbejdet af:
Written by:
LEO B. LANGGAARD/WF

fortsættes på omstående side
to be continued on reverse

19 Resumé på engelsk:
Abstract in English

The municipalities' consumption of commercial chemicals in sewers and waste water plants to describe odour and noxious animals, to control roots, and to rehabilitate old sewers were investigated during 1980.

20 Udarbejdet af:
Written by:
LEO B. LANGGAARD/WF

fortsættes på omstående side
to be continued on reverse

21 Stikord på dansk: / *Keywords in Danish:*	22 Stikord på engelsk: / *Keywords in English:*	23 Pris: / *Price:*
Kemiske stoffer	Commercial chemical products	Ikke til salg. Henvendelse til rekv. Not for sale. Please be referred to Sponsoring Agency.
Lugtreduktion	Odour reduction	
Skadedyrsbekæmpelse	Control of noxious animals	
Rodbekæmpelse	Root control	
Tætning af rør	Rehabilitation of old sewers	
Toxikologi	Toxicology	

YOU MAY REACH US BY FONOTELEX. CALL TELEX 16600. FOTEX DK. ATTN: WATERQUALITY HØRSHOLM

WATER QUALITY INSTITUTE
11, AGERN ALLE
DK-2970 HØRSHOLM

PHONE 045 (02) 86 52 11
CABLE: WATERQUALITY, HØRSHOLM
GIRO ACCOUNT: [illegible]

Resumé på dansk fortsat fra foregående side:
Abstract in Danish continued from the previous page:

Resumé på engelsk fortsat fra foregående side:
Abstract in English continued from the previous page:

VKI: JGN-VS, 1980-09-15 M-3'