

4.6.3. Ljungsbroledningen

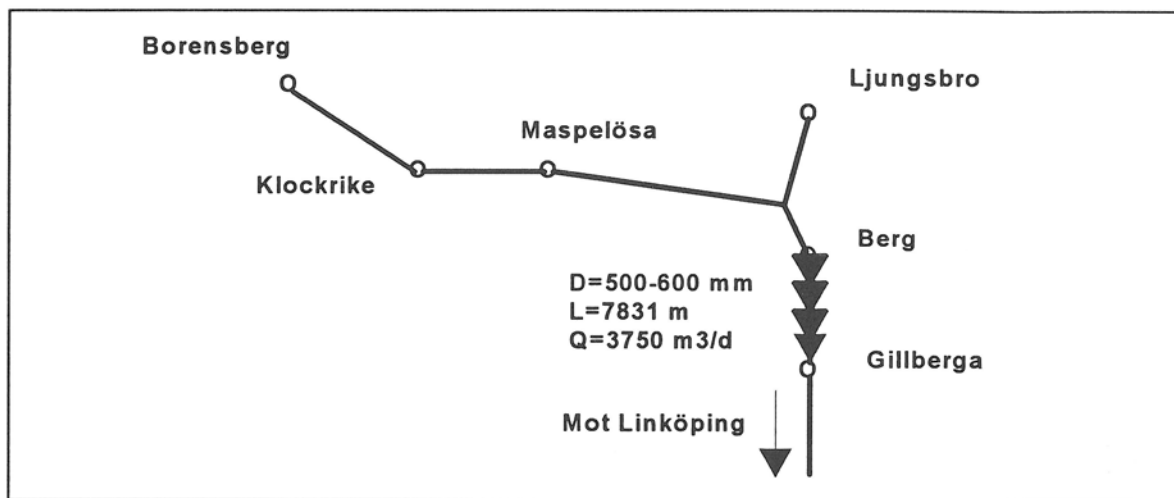


Fig 25. Karta Ljungsbroledningen

Ljungsbroledningen leder in avloppsvatten till Linköping från Ljungsbro (6675 pe), Borensberg (2875 pe), Berg (2115 pe), Maspelösa (125 pe) och Klockrike (270 pe) samhällen norr om Linköping. Se översiktskarta bilaga 1. I Ljungsbro finns Cloetta som belastar ledningsnätet med cirka 185 m³ avloppsvatten/d. Detta avloppsvatten har en BOD-halt på cirka 6 kg/m³ jämfört med mot normalt hushållsvatten på cirka 0,2 kg/m³.

Tryck- och självtrycksledningen från Ljungsbro har en total längd av 7830 m. Dygnsflödet från pumpstationen har bestämts genom nivåmätning i pumpgropen i samband med pumpstart i kombination med avläsning av pumparnas drifttid. Dygnsflödet har därmed bestämts till 2150 m³/d. Därtill kommer avloppsvatten från Borensbergs ledningen med ett dygnsflöde på 1600 m³/d. Totalt dygnsflöde i självtryckledningen blir därmed cirka 3750 m³/d.

De första åtgärder som vidtogs i början på 1970-talet för att komma tillrätta med svavelväteproblemen i Ljungsbroledningen var att dosera väteperoxid i ledningen vid övergången från tryckledning till självfall. Metoden visade sig svårstyrd och kostsam varför den övergavs. I den efterföljande pumpstationen installerades ett kolfilter för att minska luktproblem runt stationen. Ledningen har även rensats med Polly-Pig vid 6 tillfällen under åren 1988-1989.

Dosering av kalciumnitrat har pågått i Ljungsbro pumpstation sedan mer än 10 år tillbaka. Kalciumnitratet fylls i en utvändigt placerad förrådstank som rymmer cirka 16 m³. Vid tidigare studier kom man fram till att en lämplig dosering skulle vara cirka 600 ml/min (230 ml/m³) under sommartid och cirka 300 ml/min (115 ml/m³) under vintertid. Målsättningen med doseringen under försöksperioden har varit att hålla svavelvätehalten på cirka noll i Gillberga, se fig 25, vilket är det ställe där

tryckledningen övergår till självfall. Om nollvärden erhöles minskades doseringen något för att undvika överdosering.

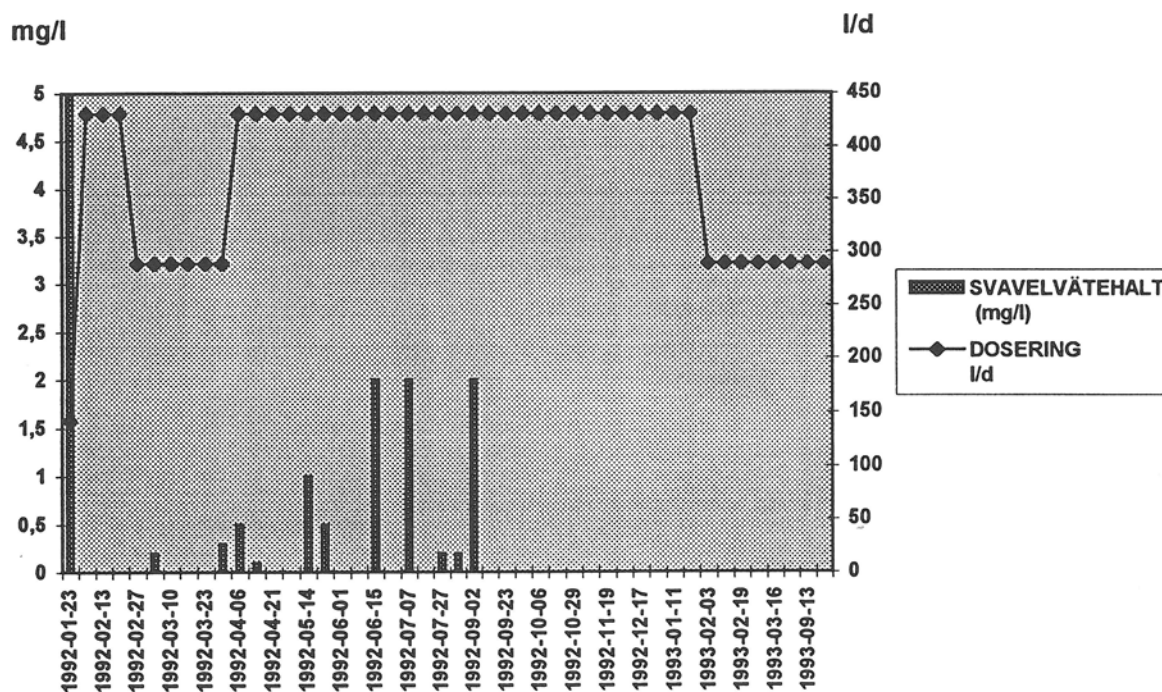


Fig 26. Uppmätt svavelvätehalt och aktuell dosering av kalciumnitrat i Ljungbroledningen under mätperioden

Svavelvätehalten, pH och temperatur har mätts i knappt två år i Ljungbro pumpstation och i Gillberga. Halterna har registrerats av fältpersonal. Svavelvätemätningar i vatten har gjorts med Alka-Seltzermetoden. Från och med maj 1993 har svavelvätehalten i luften registrerats med hjälp av logger.

Vid försökens start 1992-01-23 doserades 142 l/d (38 ml/m³). Vid denna dosering uppmättes 5 mg svavelväte/l i vattnet. Doseringen ökades upp till 431 l/d (115 ml/m³) innan svavelvätehalten var nere på 0. Sedan gjordes försök att minska doseringen igen. Vid doseringen 289 l/d (77 ml/m³) uppmättes återigen svavelväte. Dock låga värden (0,2-0,3). Denna dosering kunde sedan hållas till i början av april. Då ökades doseringen till 431 l/d (115 ml/m³). Denna dosering kunde sedan hållas under sommaren och hösten ända fram till januari då den minskades till 289 l/d

(77 ml/m³). Denna doseringsminskning kunde av mätvärdena att dömma vidtagits några månader tidigare.

Under denna period uppmättes något förhöjda svavelvätevärden vid enstaka tillfällen. Se fig 26. Nederbörden har under perioden registrerats med hjälp av nederbördsmätare anslutna till logger. COD eller BOD och sulfat har bestämts genom att ett antal vattenprover har tagits för analys.

Nedan redovisas temperatur- och pH-varianter i ledningen under mätperioden. Temperaturen i luften omedelbart ovanför vattenytan har varierat mellan 6,3°C - 18°C.

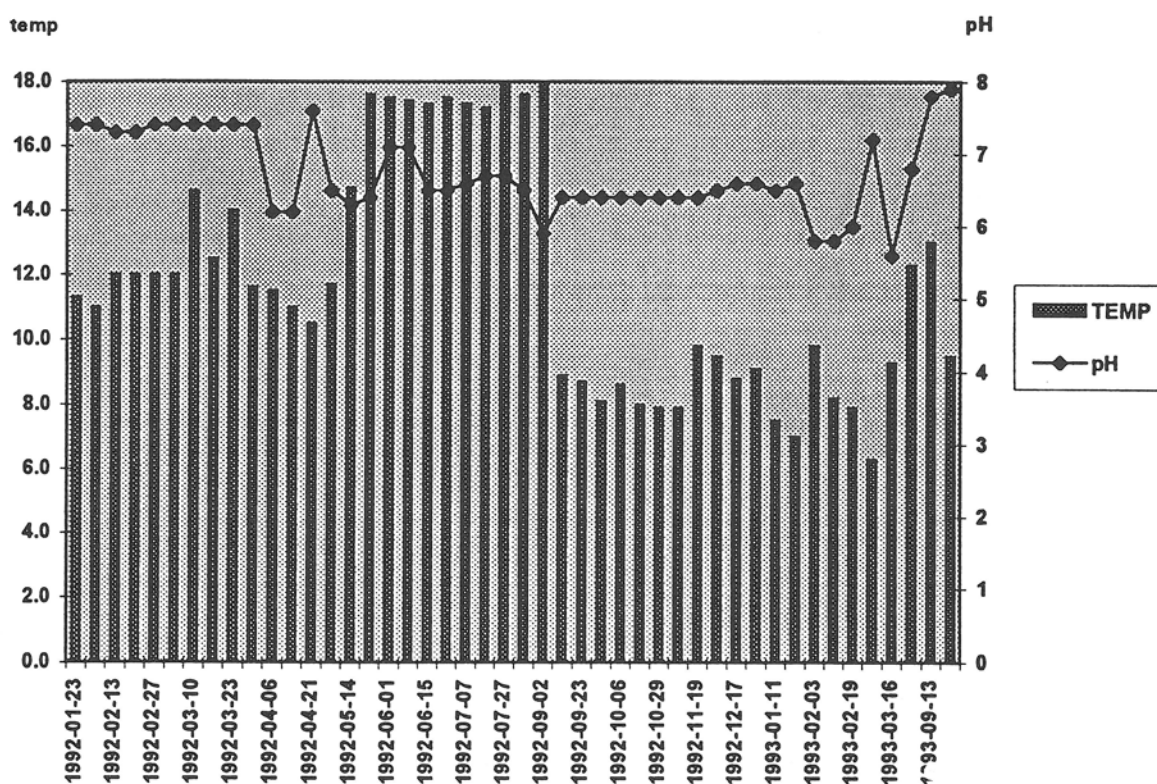


Fig 27. Temperatur och pH-varianter i Ljungsbroledningen under mätperioden

PH har varierat mellan 5,6 - 7,9 under mätperioden med ett medelvärde på 6,7. Något högre än Vikingstadsledningen men betydligt lägre än i Stureforsledningen.

Som tidigare nämnts gjordes försök med Polly-Pig i Ljungsbroledningen under åren 1988-1989. Ledningen rensades 6 gånger. Se fig 28-29.

SVAVELVÄTEHALTER

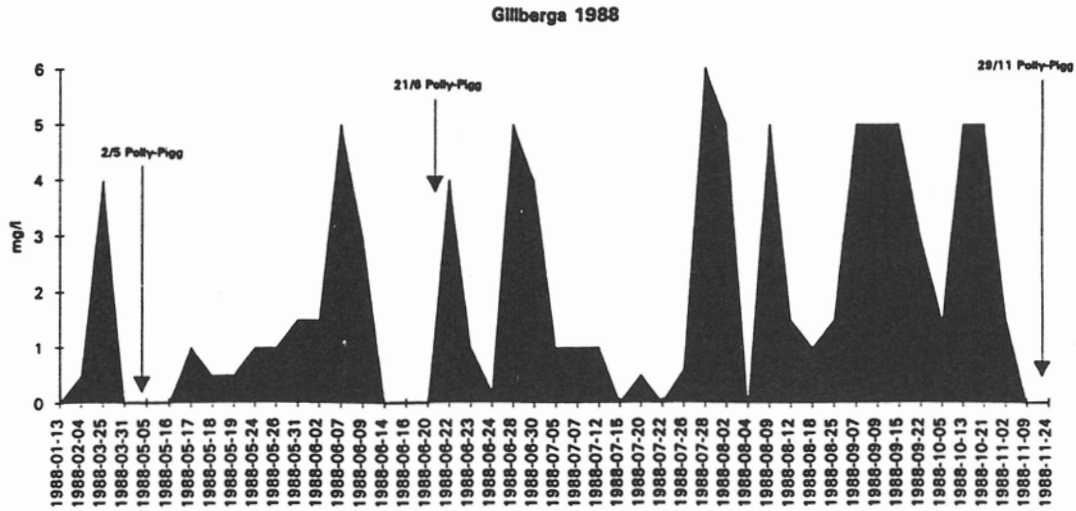


Fig 28. Uppmätta svavelvätehalter och datum för Polly-Pigrensning under försöken 1988.

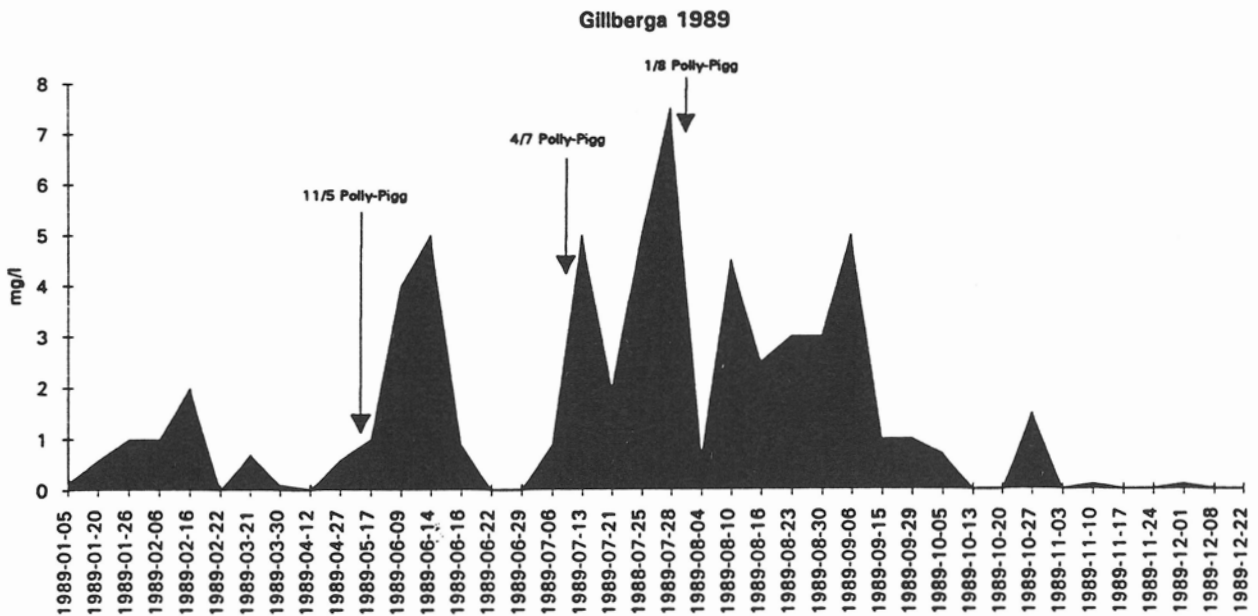


Fig 29. Uppmätta svavelvätehalter och datum för Polly-Pigrensning under försöken 1989.

Svavelvätehalten mättes under perioden med Alka-Seltzermetoden. Värdena som registrerats har legat mellan 0-8 mg/l. Rensningen den 2/5-1988 gav klart positivt resultat. Efter denna rensning har det dröjt en dryg månad innan halterna återigen har varit på den nivå de var före rensningen. I samband med rensningarna noterades en klar ökning av inkommande slam till reningsverket. Här kan det vara på sin plats att påpeka behovet av att reningsverkspersonal informeras inför rensningar av detta slag. Denna rensning ägde rum under maj månad, en månad då svavelvätehalterna utan åtgärder brukar öka snabbt.

Rensningen den 29/11-1988 tycks också ha givit positivt resultat. Denna period är dock normalt ingen problemperiod men svavelvätehalten har varit lägre under perioden än föregående år. Rensningen den 1/8-1989 har minskat svavelvätehalten i cirka 2 veckor. Sedan är halten på samma nivå som före rensningen. Vid övriga rensningstillfällen kan inte någon effekt av minskad svavelvätehalt utläsas. Det bör dock noteras att rensning med Polly-pig inte enbart ger en positiv effekt för att minska svavelväteproblem. Ett annat syfte med rensningen är att öka kapaciteten. Kapacitetsförändringen har dock inte mätts i detta fall.

Från och med i juni 1993 har svavelvätehalten mätts kontinuerligt i brunnen i Gillberga. Mätningarna visar att även i denna ledning förekommer dygnsvariationer dock inte så stora som i Vikingstadsledningen. Det som främst skiljer Ljungsbroledningen från Vikingstadsledningen är att en stor industri ansluter till Ljungsbroledningen, nämligen Cloetta. En intressant iakttagelse är här den kraftiga minskningen av svavelväte mätt i luften som sker då Cloetta stänger verksamheten för semester fredagen den 2/7-1993. Se figur 30.

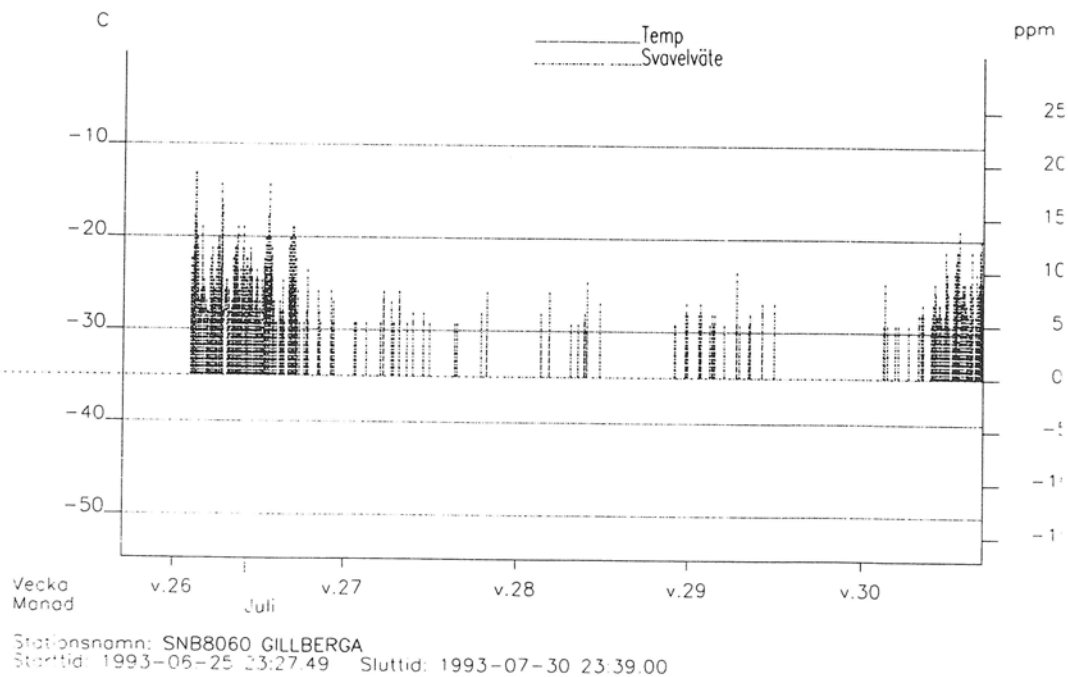


Fig 30. Uppmätt halt svavelväte före under och efter Cloettas semester

Härmed kan konstateras att industripåverkan på denna ledning är stor. Det är främst den ökande BOD-belastningen som påverkar svavelvätehalten negativt. BOD har mätts under ett antal tillfällen under mätperioden. Medelhalten ligger på 360 mg/l, ett högt värde jämfört med medelvärdet för inkommande avloppsvatten till reningsverket på 210 mg/l. Uppmätt sulfathalt under perioden har uppgått till 40 mg/l i medeltal.

Erforderlig kalciumnitratdosering för Ljungsbroledningen uppgår sammanfattningsvis till cirka 80 ml/m³ under vår och höst och 115 ml/m³ under sommartid. Under november till februari kan förmodligen dosen minska ytterligare. Vidare studier får utvisa det. Vid en jämförelse med den doseringsmängd som Supra rekommenderar visar det sig att värdena nästan exakt överensstämmer med vad vi kommit fram till.

Förväntad svavelvätehalt kan beräknas med hjälp av formler med vissa antaganden. Följande värden gäller för Ljungsbroledningen:

BOD = s = 360 mg/l
L = 7831 m
D = 500-600 mm
Q = 3750 m ³ /d
θ = 11,4 timmar
M _p = 0,0033 (sulfidbildningskoefficient)
T = 15 °C
S = Sulfidhalt, mg/l

Om sulfathalten överstiger cirka 20 mg SO₄²⁻/l kan följande approximativa formel användas för att förutsäga sulfidhalten i tryckledningen (inkommande syre- och nitrat halt i ledningen antas vara försumbar):

$$S = M_p * s * 1,07^{(T-20)} * \theta (1 + 0,4 * D) / D =$$

$$0,0033 * 360 * 1,07^{(15-20)} * 11,4(1 + 0,4 * 0,54)/0,54 = 22 \text{ mg S/l}$$

$$\text{pH} = 6,7 \text{ ger } 85 \% \text{ av sulfiden i form av H}_2\text{S ger } 0,85 * 22 \text{ mg S/l} = 18,7 \text{ mg S/l}$$

Detta värde motsvarar medelvärdet för den förväntade sulfidhalten. Den maximala sulfidhalten är ungefär dubbelt så hög som medelvärdet av bildad sulfid. Det maximala värdet skulle då vara 37 mg/l. Det maximala värdet som uppmätts i ledningen är cirka 40 ppm. Dessa halter är inte alls orimliga utan kan mycket väl stämma med verkligheten. Detta kan vi dock inte svara på i dagsläget då dosering har pågått hela tiden under försökens gång.

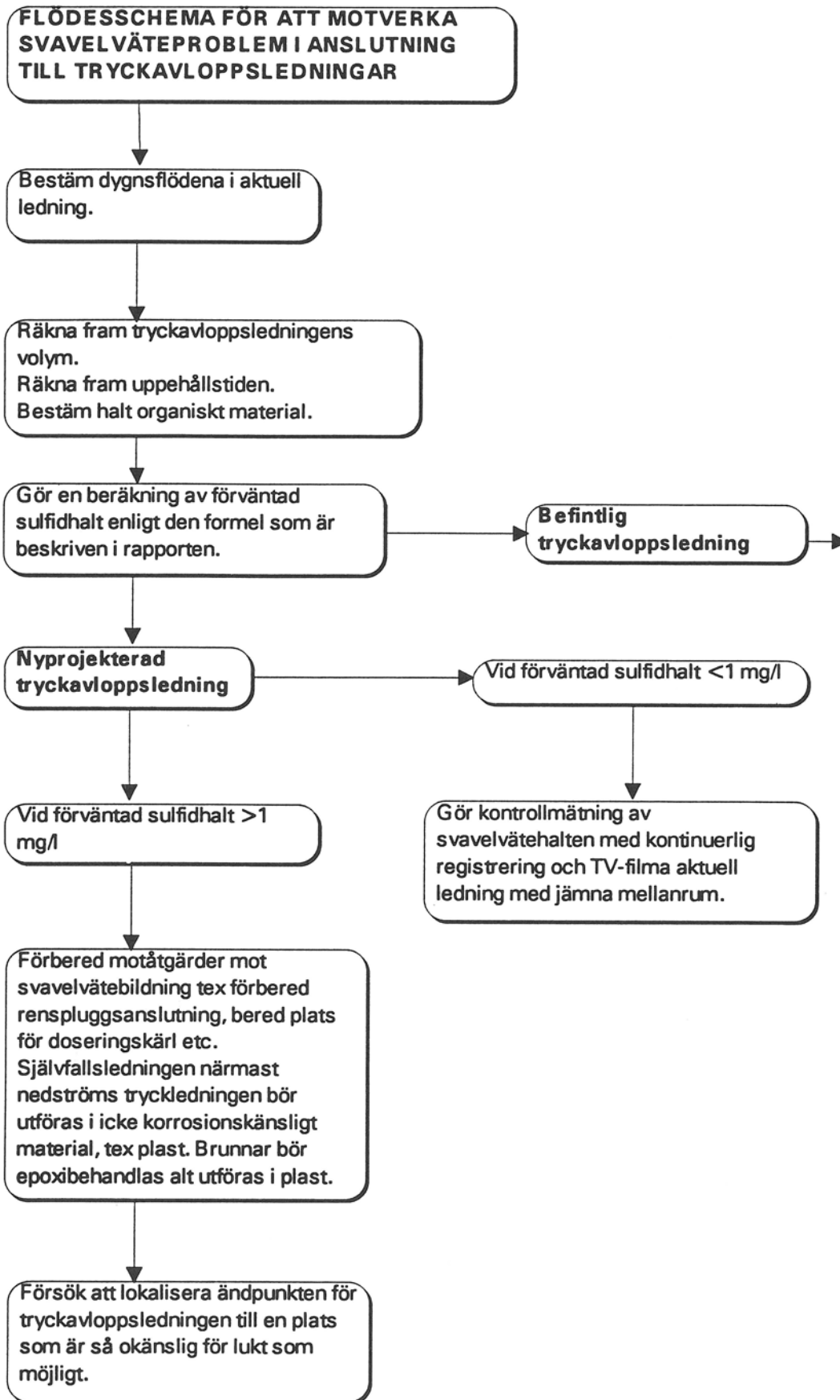
4.6.4. Sammanställning ledningar

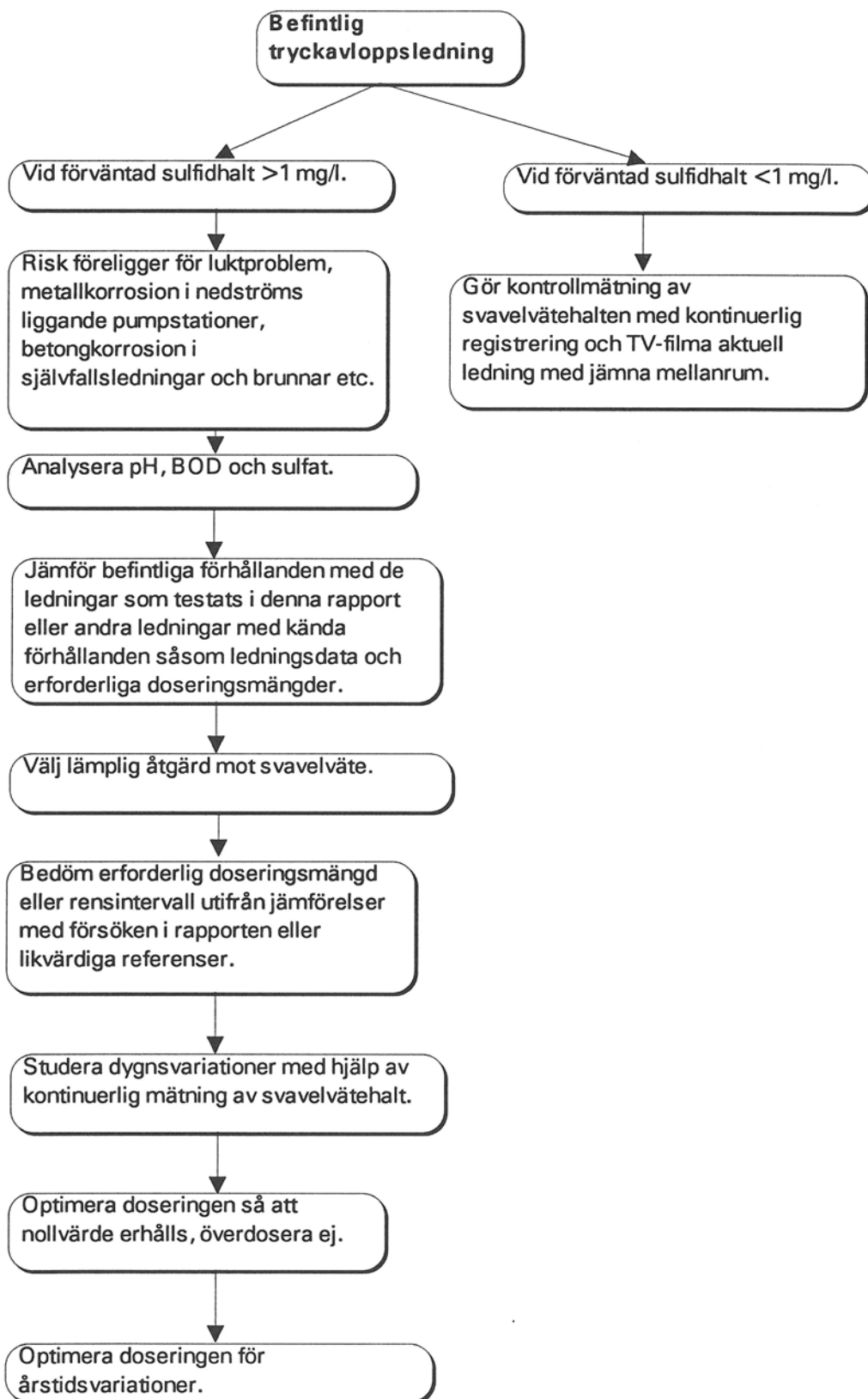
	Vikingstadsledn.	Stureforsledn.	Ljungsbroledn.
Pumpstation	Nybble pstn. $Q_{medel} = 430 \text{ m}^3/\text{d}$	Sturefors pstn. $Q_{medel} = 600 \text{ m}^3/\text{d}$	Ljungsbro pstn. $Q_{medel} = 3750 \text{ m}^3/\text{d}$
Ledning	$V = 201 \text{ m}^3$ $L = 2850 \text{ m}$	$V = 261 \text{ m}^3$ $L = 3700 \text{ m}$	$V = 1788 \text{ m}^3$ $L = 7830 \text{ m}$
Uppehållstid	cirka 11 tim	cirka 10 tim	cirka 11 tim
Motåtgärd mot svavelväte	Järnklorid Kalciumnitrat	Järnklorid	Kalciumnitrat Polly-Pig
Doserings-mängd	FeCl $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ml/m ³	FeCl ml/m ³	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ml/m ³
Sommar	83 69	49	115
Vinter	0-69	0-20	0-80
Vår-Höst	69	20	80
Regn-påverkan			
Direkt (DNE)	Stor	Stor	Måttlig
Indirekt (INE)	Stor	Stor	Måttlig
Års-varationer			
temp (luft)	2,6-15,3°C	3,0-16,7°C	6,3-18°C
pH	4,3-7,8	6,1-8,8	5,6-7,9
Industri-anslutn.	Ja	Nej	Ja
Analys-resultat			
pH medel	6,5	7,4	6,7
BOD medel	165 mg/l	270 mg/l	360 mg/l
Sulfat medel	45 mg/l	48 mg/l	40 mg/l

INE = indirekt nederbördspåverkan

DNE = direkt nederbördspåverkan

4.6.5. Flödesschema för att motverka svavelväteproblem





5. Utvärdering

5.1. Allmänt

Utförda försök visar att aktiva metoder krävs för att komma tillrätta med svavelväteproblemen. Det räcker således inte att enbart ventileras bort svavelvätet.

Svavelvätehalten varierar både över dygnet och över året. Direkt nederbördspåverkan påverkar uppehållstiden och ger utspädning med lägre svavelvätebildning som följd. Denna påverkan är dock ofta kortvarig och ger inte någon direkt anledning till att styra doseringen efter detta. Dygnsvariationerna påverkas också av flödesvariationer från hushållen och eventuellt anslutna industrier. Förutom att uppehållstiden förändras genom dessa flödesvariationer påverkas också sulfathalt, BOD och pH vilka är påverkande på svavelvätehalten. Genom att mäta svavelvätehalten i luftfasen kontinuerligt under några veckor kan en god uppfattning fås av dygnsvariationerna i ledningen.

Årstidsvariationerna beror i första hand på temperaturvariationer. Som tidigare nämnts i rapporten har danska försök visat att omsättningshastigheten vid svavelvätebildning ökas med en faktor 3-3,5 vid en temperaturhöjning på 10°C. Våra försök visar också att en betydligt högre dos krävs sommartid då temperaturen är högre. I ledningar som påverkas mycket av inläckage och INE (Indirekt NEDerbördspåverkan) kan skillnaden mellan sommar dosering och dosering övrig tid vara ännu större. Detta på grund av att inläckaget vid höga grundvattenytor vår och höst är betydligt större och därmed ytterligare minskar erforderlig dosering.

PH är en viktig faktor. I ledningar där pH normalt ligger mellan 6,6-7,2 innebär en liten pH-förändring stora variationer på svavelvätehalten i luft. En skillnad ΔpH på 0,2 innebär en förändring av svavelvätehalten på cirka 30 % .

Sättet att dosera kan vara värt att nämna några ord om. I inledningen av försöken styrde vi doseringen så att dosering endast skedde då pumparna gick. Vi kom snart underfund med att om man doserar kontinuerligt i pumpgropen så regleras doseringsmängden av sig självt. Vid ett litet flöde in till pumpgropen hinner mycket kemikalier att doseras innan pumparna startar. Om det däremot är ett stort flöde hinner doseringspumparna inte med att dosera så stor mängd innan pumparna går igång. Detta är just den typ av doseringsvariation som normalt eftersträvas då en större mängd kemikalier behöver doseras vid lägre flöde, dvs längre uppehållstid. Genom att dosera i pumpgropen fås en bättre inblandning av kemikalien än om dosering sker direkt i ledningen.

Försöken visar vidare att det kan vara nödvändigt att förändra doseringen under dygnet beroende på flödesvariationer, BOD-variationer, pH-variationer etc. För att kunna öka doseringen under viss del av dygnet kan med fördel två doseringspumpar användas. Den ena går kontinuerligt över dygnet och den andra styrs med tidrelä så att den doserar viss del av dygnet. Det är i detta sammanhang viktigt att känna till uppehållstiden i ledningen för att man skall kunna hitta rätt tidpunkt på dygnet då den ökade doseringen skall tillsättas i pumpstationen.

Möjligheten att räkna ut förväntad sulfidhalt är intressant. Med denna beräkning kan teoretisk mängd förväntad svavelvätehalt i en viss ledning jämföras med andra ledningar. Man kan därmed selektera ut de ledningar i kommunen som man i första hand bör kontrollera. I beräkningarna får man då förutsätta normalvärden för vissa parametrar om verkliga uppgifter inte finns. Formeln kan även användas vid projektering av nya överföringsledningar där en beräkning av förväntad sulfidhalt kan ske redan i projekteringskedet.

Försöken visar vidare att det många gånger är viktigt att mäta svavelvätehalten kontinuerligt en tid för att få en uppfattning om variationerna. Normalt förfarande i samband med klagomål på lukt är att personal skickas ut till platsen för att mäta svavelvätehalten. Dessa mätningar är oftast momentanmätningar och sker på dagtid. Det kan mycket väl vara så, se Vikingstadsledningen, att svavelvätehalten är noll dagtid men mycket hög natttid. Genom att mäta kontinuerligt några dygn upptäcks sådana effekter.

Svavelvätebildning förekommer även vid låga temperaturer. I våra försök konstaterades svavelvätehalt ned till +5°C trots viss dosering. Genom att studera årsvariationerna i ledningen kan doseringen optimeras och kan i många fall minskas påtagligt.

Enkäten som skickats ut till landets kommuner visar att problemen med svavelväte är spridda i landet. Av de 202 kommuner som svarat på enkäten svarade 160 (79%) att man hade problem med svavelväte i VA-anläggningen. Detta är en kraftig ökning i jämförelse med enkäten 1977 då motsvarande siffror var 74 av 162 (46%). Av de som svarat har problemen fördelat sig enligt följande:

- ledningsnätet 46%
- pumpstationer 33%
- reningsverk 14%
- industriavlopp 3 %
- utjämningsmagasin 1%
- övrigt 3%

Det finns vissa teorier för varför problemen kan tänkas ha ökat. Den ena är att avloppsvattnet genom bortkoppling av hårdgjorda ytor har blivit mera koncentrerat och därmed gett ökade förutsättningar för svavelvätebildning. Den andra teorin är att många av de överföringsledningar som byggdes i början på 1970-talet har uppnått den gräns för när betongen har korroderat så långt att ledningarna inte längre håller ihop utan helt enkelt rasar ihop med ett akut stopp som följd. Det senare har hänt under de senaste åren både i Linköping och Norrköping.

Erfarenheter från Linköping visar att skador på ledningarna många gånger är svåra att upptäcka. Ofta sker kontroll i brunnarna. Ser man inga skador där och inte känner någon lukt antas det att inga problem föreligger. Som nämnts i inledningen av denna

rapport har Vikingstadsledningen lagts om på en sträcka av 500 m. De brunnar som satt på sträckan var knappt påverkade av svavelsyrakorrosion trots att ledningen var så skadad att den kollapsade. För att få en bra kontroll på ledningarna så att korrosionsskador kan upptäckas i tid bör TV-filmning av ledningarna vidtas.

5.2. Dosering med kalciumnitrat

Dosering med kalciumnitrat hämmar svavelväteproduktionen på ett effektivt sätt. Kalciumnitratet bör doseras i en punkt innan svavelväte bildats för att ge bäst effekt.

Erforderliga doseringsmängder i våra försök har för Vikingstadsledningen varit 83 ml/m³ (36 l/d) sommartid och 69 ml/m³ (30 l/d) vår och höst. För Ljungsbroledningen har motsvarande värden varit 115 ml/m³ (431 l/d) sommartid och 80 ml/m³ (300 l/d) vår och höst. Dessa doseringsmängder stämmer mycket bra överens med de doseringsmängder som Supra rekommenderar genom sin tumregel, se sid 25.

Rekommenderade mängder för Ljungsbroledningen blir enligt Supras ”Brakfesten”:

$0,005 * 1788 * 24 = 215 \text{ l/d}$, sommartid- det dubbla 430 l/d

Motsvarande värden för Vikingstadsledningen blir:

$0,005 * 201 * 24 = 24 \text{ l/d}$ sommartid 48 l/d

Genom tillsats av kalciumnitrat i en tryckledning där det finns svavelväteproblem bildas kvävgas. Kvävgasbildningen kan orsaka gasblåsor vilket är en nackdel vid dosering före sjöledning. Den teoretiska mängd som kan bildas uppgår till cirka 90 liter kvävgas(N₂)/liter kalciumnitratlösning som doseras.

Det är viktigt att inte överdosera nitratmängden då den nitrat som inte denitrifieras till kvävgas kommer att öka kväveutsläppet till recipienten.

Vid jämförelse av erforderliga mängder mellan kalciumnitrat och järnklorid kan man konstatera att en något mindre mängd (cirka 90%) kalciumnitrat erfordras för att uppnå samma resultat på uppmätt svavelväte i Vikingstadsledningen.

Hanteringsmässigt upplevs kalciumnitrat trevligare att arbeta med än järnklorid.

5.3. Dosering med järnklorid

Även dosering med järnklorid hämmar svavelväteproduktionen på ett effektivt sätt. Järnklorid kan doseras i en punkt uppströms tryckledningen likväl som i en punkt efter tryckledningen där svavelväte redan bildats.

Erforderlig doseringsmängd har i dessa försök uppgått till cirka 49 ml/m³ (30 l/d) i Stureforsledningen sommartid. Erforderlig dosering vår och höst har varit cirka 20 ml/m³ (12 l/d).

Järnkloriden reagerar med sulfid till en svåröslig metallsulfid. Därmed binds sulfiden så att svavelväte inte överförs till luft. Järnsulfiden faller ut som slam. Mängden slam som teoretiskt kan bildas på grund av järntillsatsen är cirka 2 gånger doserad järnmängd betraktat som torrs substans. Vid dosering av 1 liter järnklorid med en järnhalt av 197 g Fe/l bildas cirka 400 g slam. Se bilaga 5. Vi har i dessa försök inte noterat någon märkbar ökning av slammängden vare sig i efterföljande självfallsledning eller i reningsverket.

Hanteringsmässigt upplevs järnkloriden något kladdigare att hantera än kalciumnitratet. Järnkloriden kan orsaka frätskador på plåtar och betongkonstruktioner om kloriden får rinna längs kanten på pumpgropen. Det är därmed viktigt att doseringsslangen fästs upp ordentligt och mynnar under vattenytan i pumpgropen.

5.4. Rensning med rensplugg

Under åren 1988-1989 genomfördes försök med Polly-pigrensning i Ljungsbroledningen. Försöken visar varierande resultat. Efter några rensningar har svavelvätehalten sjunkit, i några fall har halten ökat. Ljungsbroledningen belastas av avloppsvatten med en relativt hög halt av BOD. För att hålla nere tillväxten av slamhuden i ledningen krävs förmodligen ett tätare rensningsintervall.

I Norrköpings kommun har rensning med Polly-pig pågått i Kolmårdsledningen sedan november 1990. Rensning sker 1 gång/kvartal. Detta räcker för att inte luktproblem skall uppstå. Rensningen görs inte enbart för att minska svavelvätebildningen utan även i syfte att öka kapaciteten i ledningen. För att kunna jämföra ledningen med de ledningar som vi har utfört försök med i Linköping har formeln för beräkning av förväntad svavelvätehalt använts. Beräkningarna för Kolmårdsledningen ger en förväntad svavelvätehalt på i medeltal 4,8 mg/l. Uppehållstiden i ledningen är endast cirka 3,5 timmar. För att upprätthålla en låg svavelvätehalt i Ljungsbroledningen krävs sannolikt ett betydligt tätare intervall.

För att kunna verifiera beräknade halter i Kolmårdsledningen utfördes kontinuerliga mätningar i ledningen med den utrustning som vi tagit fram i projektet. Mätningar genomfördes under hösten 1993 två veckor före en rensning respektive två veckor efter rensningen. Detta för att kunna studera effekten av rensningen. Mätningarna visade på halter på upp till 2 ppm nattetid, se fig. 31.

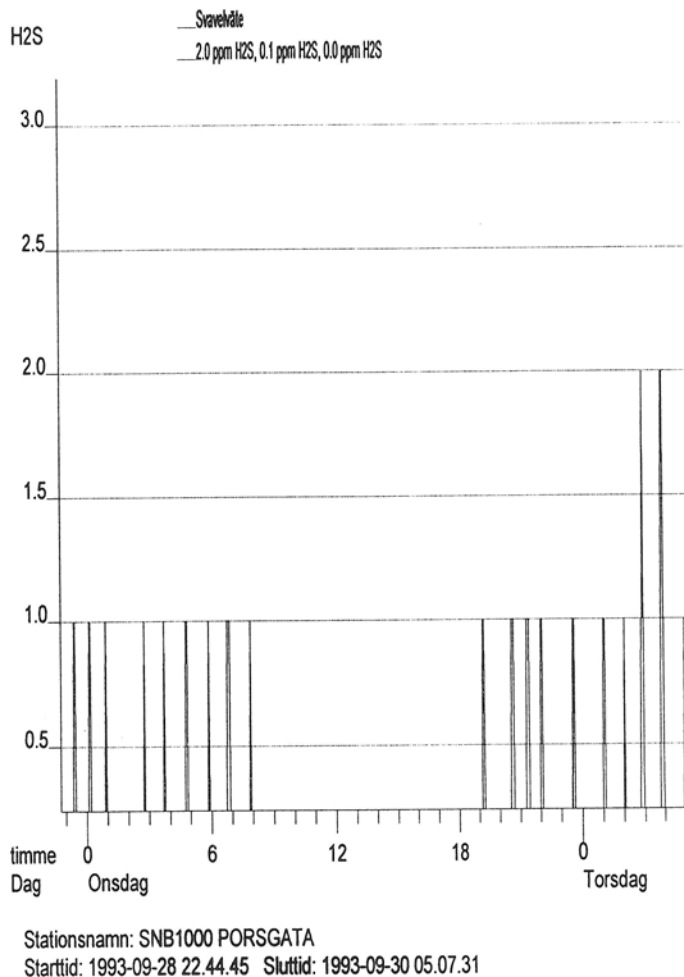


Fig 31. Uppmätta svavelvätehalter i Kolmårdsledningen, Norrköping

Här liksom i Vikingstadsledningen förekommer svavelväte nästan enbart nattetid. Tyvärr så fick vi ett fel på mätaren under försöksperioden vilket innebar att effekterna av rensningen inte kunde studeras. Ytterligare studier var inte möjliga att göra då svavelväteproduktionen i princip upphörde under november månad. Tidigare doserades järnklorid i ledningen. Dosen uppgick då till cirka 50 ml/m³.

Om risk finns att renspluggen kan fastna bör pluggen förses med sändare för att lokalisering lättare skall kunna ske.

5.5. Ekonomiska jämförelser

Aktuella kostnader för inköp av kalciumnitrat respektive järnklorid varierar beroende på inköpsmängder. Men vid inköp av större mängder $\geq 20 \text{ m}^3$, blir kostnaden för kalciumnitrat 1675 kr/ton och kostnaden för järnklorid 832 kr/ton.

Med doserade mängder enligt försöken uppgår kemikaliekostnaden för järnklorid-dosering till 6 - 10 öre/m³ avloppsvatten och för kalciumnitratdosering till 17 - 27 öre/m³ avloppsvatten.

Den totala bekämpningskostnaden innehåller dels kostnaden för själva kemikalien dels övriga kostnader för bekämpningen såsom hanteringskostnader, utrustningskostnader, energikostnader etc. Dessa kostnader är likvärdiga för de två metoderna och beräknas till cirka 5 öre/m³ avloppsvatten.

För att få en jämförelse med Polly-Pigrensning kan följande beräkning ske:

Antag att rensning krävs 1 gång/månad för att hålla svavelvätehalten nere. Beroende på dimension och längd på ledningen varierar givetvis erforderlig mantid men i detta exemplet antas att vi rensar Stureforsledningen, $\Phi=300$ mm, $l=3700$ m. Erforderlig mantid bedöms då till 2*8 tim.

2*8 tim * 260 kr/tim	= 4160 kr
2 st renspluggar * 400 kr/st	= 800 kr
Summa	=4960 kr

Dygnsflödet i Sturefors uppgår till ca 600 m³/d ger cirka 18250 m³/månad. Kostnaden för Polly-Pigrensning skulle med dessa förutsättningar uppgå till 27 öre/m³ avloppsvatten.

Sammanfattningsvis erhålls följande kostnader:

Kalciumnitratdosering	22 - 32 öre/m ³ avloppsvatten	Årskostnad Vikingstadsledningen 35-50kr Stureforsledningen 48-70 tkr Ljungsbroledningen 300-440 tkr
Järnkloriddosering	11 - 15 öre/m ³ avloppsvatten	Årskostnad Vikingstadsledningen 17-24 tkr Stureforsledningen 24-33 tkr Ljungsbroledningen 50-205 tkr
Polly-Pigrensning	27 öre/m ³ avloppsvatten Stureforsledningen	Årskostnad Vikingstadsledningen ≈ 60 tkr Stureforsledningen ≈ 60 tkr Ljungsbroledningen ≈ 130 tkr

5.6. Jämförelser från försöken

	Kalciumnitrat	Järnklorid	Rensplugg
Doseringsmängd			
Sommar	69 - 115 ml/m ³	49 - 83 ml/m ³	1g/v - 1g/kvartal
Vinter	0 - 80 ml/m ³	0 - 69 ml/m ³	1g/v - 1g/kvartal
Vår-höst	80 ml/m ³	20 - 69 ml/m ³	1g/v - 1g/kvartal
Hanterbarhet	Irriterar huden Stelningstemp -25°C	Upplevs kladdigt att hålla på med. Fräter på betong och stål-ytor vid ovarsam hantering, stelningstemp -15 °C	Kan ge skärsår vid oaktsam hantering efter rensning. Kan fastna i tryck- ledningen
Bieffekter	Kvävgasbildning kan orsaka gasblåsor vilket är till nackdel vid dosering för sjöledning. Vid dosering av 1 liter Ca(NO ₃) ₂ bildas cirka 90 l kvävgas. Den nitrat som tillsätts och ej denitrifieras kommer att öka kväveutsläppet från RV.	Bildad järnsulfid faller ut som slam i ledningarna. Vid dosering av 1 liter järnklorid bildas cirka 400 g slam.	+ Rensning med rensplugg ger förutom minskade svavelväteproblem ökad kapacitet i ledningen.
Doserings- punkter	Bör tillsättas innan sulfidbildningen startar. Lämpligt att dosera i pumpstn. före tryckledning med svavelväteproblem.	Kan tillsättas både före och efter att sulfidbildningen startat. Dosering bör ske under vattenytan.	Kräver särskilt arrangemang för införandet och upptagning av pluggen.
Kostnader Jan 1994	22 - 32 öre/m ³ avloppsvatten	11 - 15 öre/m ³ avloppsvatten	1 gång/månad ger 27 öre/m ³ avlopps- vatten i Sturefors
Årskostnader tkr Linköpings- försöken	Vikingstad 35-50 Sturefors 48-70 Ljungsbro 300-440	Vikingstad 17-24 Sturefors 24-33 Ljungsbro 150-205	Vikingstad ≈ 60 Sturefors ≈ 60 Ljungsbro ≈ 130

6. Vidtagna omläggningar i Linköping

Som nämndes i inledningen av denna rapport har svavelsyrakorrosionen i vissa ledningar varit så stor att vi tvingats att lägga om ledningarna i fråga. Dessa ledningar har varit de ledningar som ingått i försöken nämligen Ljungsbroledningen, Stureforsledningen och Vikingstadsledningen.

6.1 Ljungsbroledningen

Ljungsbroledningen lades om på en sträcka av 267 m under 1989. Nedströms självtrycksledningen låg från början en betongledning, Φ 500 (90m) och Φ 600 (177m). Ledningssträckan är förlagd på åkermark. Ledningen som är byggd 1972 var kraftigt korrosionsangripen. Den korrosionsangripna betongledningen ersattes med en GAP-ledning (glasfiberarmerad plast), typ Hobas Φ 600. Den nya ledningen lades parallellt med den gamla som fick ligga kvar i marken. Nya brunnar på sträckan var epoxibehandlade. På den nya ledningssträckan som innefattade 5 brunnar monterades 3 st luftningshuvor. Se fig nedan. Luftningshuvorna är konstruerade av rostfritt stål och gjorda så att effektiv ventilation erhålls i brunnen.

Efterkontroll 1994 av de epoxibehandlade brunnarna visar att plasten börjat släppa. En tänkbar orsak till detta kan vara att plastbehandlingen utförts innan betongen torkat ut otidligt. En annan orsak kan vara att plastskiktet varit för tunnt.



Fig 32. Installation av mätutrustning i brunn försedd med specialtillverkad luftningshuv

6.2. Stureforsledningen

Stureforsledningen lades om på en sträcka av 450 m under 1992. Nedströms självtrycksledningen låg från början en betongledning, Φ 400. Ledningen som är byggd 1973 var så kraftigt angripen av svavelsyrakorrosion att gummiringarna hade fallit ned i ett flertal rörskarvar. Se fig 33.



Fig 33. Kraftiga svavelsyraangrepp i avloppsledningen

Den korrosionsangripna ledningen ersattes med en PVC-ledningen, Φ 400, som lades parallellt med den gamla ledningen. Ledningssträckan ligger i åkermark. Av 6 brunnar drogs 3 st upp till markytan och försågs med luftningshuvar. Nya brunnar utförda av betong var epoxibehandlade. Brunnar som slopades revs till bottendelen. Bottendelen fylldes med friktionsmaterial. In- och utloppen tätades med fiberduk.

Den totala kostnaden för omläggning av denna sträcka uppgick till 584000 kr i 1992 års prisnivå. Detta innebär en kostnad på 1292 kr / m ledning.

6.3. Vikingstadsledningen

Vikingstadsledningen lades om på en sträcka av 500 m under 1992. Nedströms tryckledningen låg en betongledning, Φ 300 (400 m) resp Φ 400 (100m). Ledningssträckan är förlagd i impediment och åkermark. Ledningen som är byggd 1973 var så kraftigt angripen av svavelsyrakorrosion att den rasade ihop under försommaren 1992. Den korrosionangripna ledningen ersattes med en PVC-Ultraledning, Φ 300 resp Φ 400. Av de 7 brunnarna som finns på sträckan monterades luftningshuvor på 5 st. Nya betongbrunnar var epoxibehandlade. Brunnar som slopades revs till bottendelen. Bottendelen fylldes med friktionsmaterial. In- och utloppen tätades med fiberduk.

Den totala kostnaden för omläggning av denna sträcka uppgick till 660000kr i 1992 års prisnivå. Detta innebär en kostnad på 1320kr / m ledning.



Fig 34. Arbeten för omläggning av 500 m korrosionsskadad ledning (Vikingstadsledningen)

7. Klenrörspumpstationer (typ LPS)

Klenrörspumpsystem typ LPS har fått en allt större spridning i landets kommuner. Systemet gör det möjligt att lösa avloppsfrågorna för spridd bebyggelse och inom permanentningsområden där en konventionell VA-lösning annars skulle bli orimligt dyr. Erfarenheterna av dessa system på längre sikt är dock ännu begränsad. Dock har under detta projektets gång framkommit att flera kommuner har problem med svavelvätebildning i dessa typer av system. I ett kommande VA-forskprojekt angående uppföljning av drifterfarenheter från klenrörspumpsystem kommer därför svavelväteproblemen i just dessa system att studeras lite närmare.

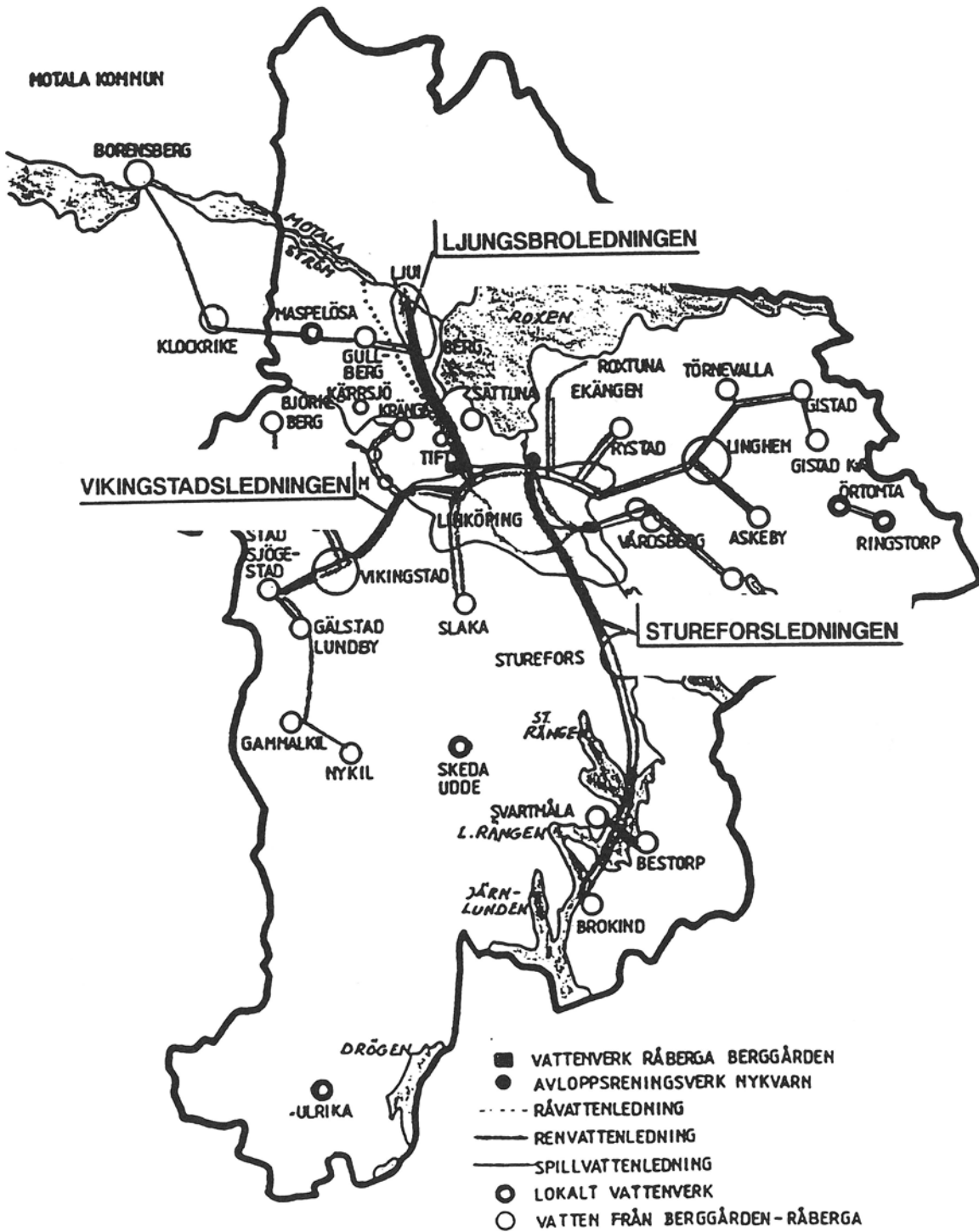
8. Referenser

- Andréasson S, Lukt från reningsverk, VBB Special Report 11:77.1
- Armand B, Jonsson R, Lundkvist A, Petersson N F, Vikström P, Ventilation i avloppspumpstationer, ASF-projekt 80/108
- Bergström H, Studier av sulfid och svavelvätebildning i tryckavloppsledningar, VBB Special Report 05:78.1
- Hultman B, Hälsorisker i avloppsnät, Våra VA-nät teknisk/hygienisk livslängd, U.O 1984, Föreningen för vattenhygien FVH-publikation 1984:3, s 55-59
- Hultman B, Watz U, Svavelväte i avloppsnät - Hälsorisker och korrosionsproblem, Stadsbyggnad 50 (1984) nr 2.
- Hvitved-Jacobsen T, Nielsen P H, Forudsigelse af Svovlbrintedannelse i Trykledninger, Saertryk af Vand och Miljö/1988
- Hvitved-Jacobsen T, Svovlbrintedannelse og- kontrol i trykledninger (1988), Miljörapport nr 96
- Hvitved-Jacobsen T, Svovlbrinteproblemer i afløbssystemer, Vand och Miljö/1985
- Hydro Supra, Brakfesten Kalciumnitrat, 1992
- Jacobsson F, Bekämpning av svavelväte med kalciumnitrat, Vatten 37 (1981) nr 1
- Jacobsson F, Kalciumnitrat i avloppssystem i Nybro och Sala för att eliminera svavelväteproblem, Stockholm 1980, K-Konsult
- Kihlberg K, Svavelväteangrepp i avloppsledningar, Väg- och Vattenbyggaren (1986) nr 5/6, s 24-26
- Larsson U, Undersökning av svavelväteförekomst i avloppsnätet i Falkenberg, Reflexen (Bilaga till "Vatten 1983, nr 4")
- Steding B, Kalciumnitratets betydelse och funktion vid utnyttjande av avloppsledningsnätet som en del av reningsverket, försök i Örebro 1991-1992
- Taghizadeh-Nasser M, Materieöverföring gas-vätska i avloppsledningar, publikation 3:86, Chalmers Tekniska Högskola
- Vatten- och avloppsverksföreningen, Praktiska erfarenheter av svavelvätebekämpning i kommunala avloppsledningsnät, Stockholm 1984, Scandiaconsult, VAV-projekt nr 12
- Vatten- och avloppsverksföreningen, Hälsosfarliga gaser i avloppsnät, VAV M44, 1984

Vatten- och avloppsverksföreningen, Svavelvätebildning och svavelsyrakorrosion vid avloppsanläggningar, Sthlm 1978, VAV, Driftstudier inom VA-området, rapport 3/78

Vatten- och avloppsverksföreningen, Svavelväte i överföringsledningar, VAV-nytt 2/1980

Bilaga 1
 Översiktskarta, aktuella ledningar



Bilaga 2

Skyddsblad kalciumnitrat, järnklorid och svavelväte

VARUINFORMATION

om klassificering, sammansättning och egenskaper

Uttärdningsdatum 1993-11-04	
Tillverkare/leverantör Hydro Supra AB, Hydro Kemi	Handelsnamn Nutriox™
Adress Box 516 261 24 Landskrona	Kemiskt eller tekniskt produktnamn Kalciumnitrat i vattenlösning
	Kontaktperson Marianne Olsson
	tel nr 0418 - 761 00

KLASSIFICERING ENLIGT SVENSK LAGSTIFTNING

Hälssofarlig kemisk produkt <input type="checkbox"/> Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nej	Brandfarlig vara <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2a <input type="checkbox"/> 2b <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> Brandfarlig gas <input checked="" type="checkbox"/> Nej
Bekämpningsmedel <input type="checkbox"/> Klass 1 <input type="checkbox"/> Klass 2 <input type="checkbox"/> Klass 3 Reg nr: <input checked="" type="checkbox"/> Nej	Explosiv vara Transportklass <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> Nej
Märkningskategori(er) <input type="checkbox"/> Mycket giftig <input type="checkbox"/> Frätande <input type="checkbox"/> Hälsoskadlig <input type="checkbox"/> Mycket brandfarlig <input type="checkbox"/> Explosiv <input type="checkbox"/> Giftig <input type="checkbox"/> Irriterande <input type="checkbox"/> Måttl. hälsoskadlig <input type="checkbox"/> Brandfarlig <input type="checkbox"/> Oxiderande	

TRANSPORTKLASSIFICERING

FN Förp.grupp - FN nr -	IMGD(ejöl) Class - Page - EmS No - MFAG No -	ADR/RID/ADR-S/RID-S(bil-tåg) Klass -	DGR(flyg) Klass -
----------------------------	---	---	----------------------

SAMMANSÄTTNINGSUPPGIFTER

Ämnen som gör varan dess ev hälssofarlighet	CAS nr	Halt	Hyg. gränsv.	Anm.
.....
Andra ämnen Kalciumnitrat (Ca(NO ₃) ₂) Vatten	10124-37-5	45 % 55 %		

FYSIKALISKA/KEMISKA EGENSKAPER

Varubeskrivning (form, färg, lukt, viskositet etc) Klar, lättflytande vätska.				
Kokpunkt > 100 °C	Steln-/smältp -20 °C	Densitet (20 °C) 1440 kg/m ³	Rel.gasdens.(luft = 1) -	
Flampunkt - °C	Tändtemp - °C	Expl. omr. vol%	Lösl. i org. lösn.medel	
Ångtryck vid - °C - kPa	pH i koncentrat 5-7 pH i brukslös. (%)	Rel. evdunstningshastighet Eter = 1: BuAc = 100:	-	
Spec. egenskaper eller risker			Lösl. i vatten obegränsat	

BIOLOGISKA EGENSKAPER

Toxikologiska data - hälsa	
Toxikologiska data - miljö	
Akut toxicitet: För NO ₃ gäller LC ₅₀ Daphnia: 300 - 2600 mg/l (48 h). LC ₅₀ Laxfisk: 6000 mg/l (96 h).	Miljöfarlig <input type="checkbox"/> Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nej
Långtidseffekt: BOD, Pow: Ej tillämpligt på oorg. ämnen. Förbrukas som bionäring. Bidrar till att skapa en eutrof miljö.	

VARUINFORMATION

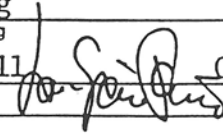
om klassificering, sammansättning och egenskaper

Utfärdandedatum
1992-01-09

Tillverkare/Leverantör
Kemira Kemi AB

Handelsnamn
PIX-C

Adress
Kemira Kemi AB
Box 902
251 09 HELSINGBORG

Kemisk eller teknisk produktbenämning
Järnkloridlösning
Utfärdare/kontaktperson./avdelning
Lars-Göran Frisell  tel nr
042-171000

KLASSIFICERING ENLIGT SVENSK LAGSTIFTNING

Hälssofarlig vara <input type="checkbox"/> Gift <input checked="" type="checkbox"/> Vådligt <input type="checkbox"/> Nej		Brandfarlig vara <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2a <input type="checkbox"/> 2b <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> Brandfarlig gas <input checked="" type="checkbox"/> Nej	
Bekämpningsmedel <input type="checkbox"/> Klass 1 <input type="checkbox"/> Klass 2 <input type="checkbox"/> Klass 3 Reg nr: <input checked="" type="checkbox"/> Nej		Explosiv vara Transportklass <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> Nej	
Märkningskategori(er) - Hälssofarlig vara			
<input type="checkbox"/> Mycket giftig	<input type="checkbox"/> Starkt frätande	<input type="checkbox"/> Hälsoskadlig	<input type="checkbox"/> Mycket brandfarlig
<input type="checkbox"/> Giftig	<input checked="" type="checkbox"/> Frätande	<input type="checkbox"/> Övr hälssofarlig	<input type="checkbox"/> Explosiv
	<input type="checkbox"/> Irriterande		<input type="checkbox"/> Oxiderande

TRANSPORTKLASSIFICERING

FN Förp.grupp 80 FN nr 2582	IMDG (sjö) Class 8 Page 8164 EmS No 8-08 MFAG No 700	ADR/RID/ADR-S/RID-S (bil-tåg) Klass 8 Amnes nr 5C	DGR (flyg) Class 8
--------------------------------	---	--	-----------------------

SAMMANSÄTTNINGSUPPGIFTER

A Ämnen som ger varan dess ev hälssofarlighet - ange om möjligt CAS-nr	Halt	Hyg. gränsv.	Anm.
B Andra ämnen Trevärt järn Klorid Fri syra	13,7% 24% 0-2%		

FYSIKALISKA/KEMISKA EGENSKAPER

Varubeskrivning (form, färg, lukt, viskositet etc) Vätska av brunröd färg, svag lukt			
Kokpunkt 110 °C	Steln-/smältp -15 °C	Densitet 1440 kg/m ³	Rel. gasdens. (luft = 1)
Flampunkt °C	Tändtemp °C	Expl.omr. vol%	Lösl. i org. lösn.medel
Ångtryck vid mmHg kPa	pH i koncentrat pH i brukslösn. (%)	Rel. avdunstningshastighet Eter = 1: BuAc = 100:	Ej
Spec. egenskaper eller risker Starkt korroderande på alla stål och metaller, frätande			Lösl. i vatten vid °C vikt% obegränsad

BIOLOGISKA EGENSKAPER

pH-sänkande

ÖVRIG INFORMATION

--



ALFAX

Lundavägen 143, 212 24 Malmö, 040-38 10 00, Telex 32504.

Varuinformation

88.06

Nr. 92

HANDELSNAMN SVAVELVÄTE	
KEMISK ELLER TEKNISK PRODUKT BENÄMNING HYDROGENSULFID H₂S	CASNR 7783-06-04

KLASSIFICERING ENLIGT SVENSK LAGSTIFTNING

<input checked="" type="checkbox"/> Livsfarlig produkt	<input type="checkbox"/> Farlig produkt	<input type="checkbox"/> Ej klassad	Brandfara
<input type="checkbox"/> Mycket farlig produkt	<input type="checkbox"/> Måttligt farlig produkt		<input checked="" type="checkbox"/> Stor <input type="checkbox"/> Måttligt <input type="checkbox"/> Nej
Märkningskategori(er) - Hälssofarlig vara			
<input checked="" type="checkbox"/> Mycket giftig	<input type="checkbox"/> Starkt frätande	<input type="checkbox"/> Hälsoskadlig	<input type="checkbox"/> Självantändande
<input type="checkbox"/> Giftig	<input checked="" type="checkbox"/> Irriterande	<input type="checkbox"/> Övr hälssofarlig	<input checked="" type="checkbox"/> Mycket brandfarlig <input type="checkbox"/> Explosiv
			<input type="checkbox"/> Brandfarlig <input type="checkbox"/> Oxiderande

TRANSPORTKLASSIFICERING

FN	MDG (sjö)	ADR/RID/ADR-5/RID-8 (bil-tåg)	DGR (flyg)
Förp.grupp FN nr 1053	Class 2 Page 2078 EmS No 2-05 MFAG No640	Klass 2 Varunr 3(bt)	Class

SAMMANSÄTTNINGSUPPGIFTER

A Ämnen som ger varan dess ev. hälssofarlighet - ange om möjligt CAS-nr	Halt	Hyg. gränsv. ppm v.	Anm.
NGV		10	TGV= 15 ppm.
B Andra ämnen			

FYSIKALISKA EGENSKAPER

Varubeskrivning (form, färg, lukt, viskositet, etc)						
Färglös gas med en lukt som påminner om ruttna ägg						
Kokpunkt	-60 C°	Steln-/smältp	-86 C°	Densitet	1.45 kg/m ³	Rel.gasdens. (luft=1) 1.19
Flampunkt	Gas C°	Tändtemp	250 C°	Expl.omr.	4.0 - 44 vol%	Flasktryck vid 15 °C
Ångtryck	21.1 C°	Reaktiva egenskaper			14.5 Bar	
mm Hg	1840 kPa	Bildar expositiva blandningar med luft. Reagerar våldsamt med starka oxidationsmedel.				
Spec. egenskaper eller risker						
Gasen antänds spontant när den blandas med klor, syredifluorid och kvävetrifluorid						

BIOLOGISKA EGENSKAPER

--

Bilaga 3

Svavelvätehalt, pH och temperatur under mätperioden mätt i vattenfasen med manuella mätare

SVAVELVÄTEHALT I GILLBERGA
1992-1993

DATAUM	SVAVELVÄTEHALT mg/l	TEMP	pH	DOSERING ml/m ³
1992-01-23	5	11,3	7,4	38
1992-02-07	0	11	7,4	115
1992-02-13	0	12	7,3	115
1992-02-17	0	12	7,3	115
1992-02-27	0	12	7,4	77
1992-03-04	0,2	12	7,4	77
1992-03-10	0	14,6	7,4	77
1992-03-17	0	12,5	7,4	77
1992-03-23	0	14	7,4	77
1992-03-31	0,3	11,6	7,4	77
1992-04-06	0,5	11,5	6,2	115
1992-04-13	0,1	11	6,2	115
1992-04-21	0	10,5	7,6	115
1992-05-04	0	11,7	6,5	115
1992-05-14	1	14,7	6,3	115
1992-05-19	0,5	17,6	6,4	115
1992-06-01	0	17,5	7,1	115
1992-06-09	0	17,4	7,1	115
1992-06-15	2	17,3	6,5	115
1992-06-22	0	17,5	6,5	115
1992-07-07	2	17,3	6,6	115
1992-07-15	0	17,2	6,7	115
1992-07-27	0,2	18	6,7	115
1992-08-24	0,2	17,6	6,5	115
1992-09-02	2	18	5,9	115
1992-09-15	0	8,9	6,4	115
1992-09-23	0	8,7	6,4	115
1992-09-29	0	8,1	6,4	115
1992-10-06	0	8,6	6,4	115
1992-10-14	0	8	6,4	115
1992-10-29	0	7,9	6,4	115
1992-11-06	0	7,9	6,4	115
1992-11-19	0	9,8	6,4	115
1992-12-11	0	9,5	6,5	115
1992-12-17	0	8,8	6,6	115
1992-12-23	0	9,1	6,6	115
1993-01-11	0	7,5	6,5	115
1993-01-18	0	7	6,6	115
1993-02-03	0	9,8	5,8	77
1993-02-11	0	8,2	5,8	77
1993-02-19	0	7,9	6	77
1993-03-08	0	6,3	7,2	77
1993-03-16	0	9,3	5,6	77
1993-05-14	0	12,3	6,8	77
1993-09-13	0	13	7,8	77
1993-11-17	0	9,5	7,9	77

SVAVELVÄTE VID FFV
(VIKINGSTADSLEDNINGEN)
1992-1993

DATAUM	SVAVELVÄTEHALT mg/l	TEMP	pH	DOSERING ml/m ³
1992-07-28	5,0			7
1992-08-03	5,0			7
1992-08-10	5,0			14
1992-08-24	5,0			14
1992-08-31	2,0			58
1992-09-02	2,0			111
1992-09-03	5,0	15,3	6,2	111
1992-09-07	1,0	15,1	6,2	111
1992-09-09	2,0	13,0	4,6	111
1992-09-10	0,5	12,9	5,0	111
1992-09-11	1,0	13,2	5,7	111
1992-09-14	0,5	14,5	5,5	111
1992-09-16	0,2	13,2	5,7	130
1992-09-28	0,7	12,7	5,8	130
1992-10-06	0,7	11,6	6,2	83
1992-10-15	0,7	11,1	6,3	83
1992-10-22	0,0	10,0	6,3	83
1992-11-04	0,7	6,2	6,2	83
1992-11-11	0,5	12,4	6,6	83
1992-11-18	5,0	12,1	6,3	83
1992-11-24	2,0	8,5	7,3	83
1992-12-02	5,0	11,8	6,6	83
1992-12-09	2,0	6,5	5,7	83
1992-12-18	2,0	6,6	5,9	83
1993-01-05	1,0	5,2	4,3	83
1993-01-13	1,0	6,9	5,9	83
1993-01-19	0,0	7,2	6,4	83
1993-01-26	0,7	2,6	6,4	83
1993-02-08	0,0	5,4	6,3	67
1993-02-11	0,0	5,2	6,4	67
1993-02-18	0,0	5,2	7,3	67
1993-03-03	0,0	5,0	7,2	67
1993-03-15	0,0	6,0	7,8	67
1993-03-22	0,0	5,7	6,2	67
1993-03-26	2,0	4,3	6,4	116
1993-04-07	0,0	6,1	5,0	116
1993-04-15	0,0	8,0		69
1993-04-19	2,0	6,3		69
1993-04-27	0,0	10,8	6,9	69
1993-05-06	5,0	11,2		69
1993-05-14	0,0	11,0	7,0	69
1993-05-19	0,0	11,7	6,8	69
1993-06-03	0,7	14,7		69
1993-06-09	0,6	15,3		69
1993-07-09	0,0	14,6		69
1993-07-14	0,2	14,7		69

SVAVELVÄTE I STUREFORSLEDNINGEN
1992-1993

DATAUM	SVAVELVÄTE mg/l	TEMP	pH	DOSERING ml/m ³
1992-08-07	2,0			33
1992-08-28	5,0	16,7	6,9	33
1992-09-08	5,0	15,4		33
1992-09-15	5,0	14,5		39
1992-09-28	0,3	12,5		39
1992-10-14	0,7	10,2		49
1992-10-28	2,0			49
1992-11-04	2,0	9,2	6,7	49
1992-11-11	1,0	9,1	7,1	49
1992-11-19	0,3	8,0	7,4	49
1992-12-01	0,0	7,8	6,7	49
1992-12-07	0,0	7,5	6,9	49
1992-12-16	0,5	7,1	6,1	49
1993-01-07	0,0	6,7	7,7	49
1993-01-11				49
1993-01-13				49
1993-01-19	0,0	4,9	7,5	49
1993-01-27	0,0	3,0	6,0	49
1993-02-03	0,0	5,5	7,7	28
1993-02-09	0,0	4,5	7,5	28
1993-03-04	0,7	7,1	7,8	28
1993-03-10	0,1	5,0	7,5	28
1993-03-19	0,0	4,4	7,8	28
1993-03-26	0,0	4,9	7,5	33
1993-03-31	0,0	5,0	7,5	33
1993-04-07	0,0	5,2	7,5	33
1993-04-16	0,0	6,2	7,5	33
1993-04-23	1,0	7,7	7,8	33
1993-04-30	5,0	8,3	8,8	33
1993-05-11	1,0	9,7	7,5	33
1993-05-19	0,5	10,5	7,7	33
1993-06-07	0,0	12,6	7,6	33
1993-06-21	0,5	13,2	7,5	56
1993-08-18	0,0	15,0	6,7	56
1993-08-27	0,1	14,4	7,8	69
1993-09-03	0,0	14,0	7,5	69

Bilaga 4
Enkät till landets kommuner

SVENSKA VATTEN- OCH AVLOPPSVERKSFÖRENINGEN VAV REGERINGSGATAN 1

RUNDFRÅGA FRÅN VAV,
1993-08-09, SVAVELVÄTE I
AVLOPPSANLÄGGNINGAR

Int.	1993-09-15
D.	
S.	

Föreningen genomförde 1977 en rundfråga till alla Sveriges kommuner om problem med svavelväte och svavelsyrakorrosion vid kommunala avloppsanläggningar. Sedan dess har mycket hänt vad gäller teknisk utveckling av mätinstrument, filmning av ledningsnät etc för att underlätta upptäckten av problem och missförhållanden i va-näten.

0114
Upplands Väsby kommun
Tekniska kontoret
Optimusvägen 9
194 80 UPPLANDS VÄSBY

Tekniska Verken i Linköping håller nu på med ett VA-FORSK-projekt angående svavelväte. Syftet med projektet är att ta fram riktlinjer för bekämpning av svavelväte. Här ingår studier av doseringsmängder för några olika doseringsmedel, svavelvätebildningens variationer, kostnadsjämförelser etc.

Det finns även intresse att följa upp enkäten från 1977 för att få en uppfattning om problemens utbredning. Av den anledningen skickas denna rundfråga. Enkäten kommer att sammanställas av Tekniska Verken i Linköping och presenteras i projektrapporten.

Vänligen besvara och skicka in den ifyllda blanketten till VAV, Regeringsgatan 86, 111 39 STOCKHOLM senast den 16 september 1993.

För handläggningen på VAV svarar Mats Larsson, tel 08-23 29 35 och på Tekniska Verken i Linköping Anders Ledskog, tel 013-20 82 69. Markera med X i lämpliga ringar.

1. Finns det problem med svavelväte i va-anläggningen?	Ledningsnät <input checked="" type="radio"/> ja <input type="radio"/> nej	Pumpstationer <input checked="" type="radio"/> ja <input type="radio"/> nej	Reningsverk <input type="radio"/> ja <input checked="" type="radio"/> nej
2. Förekommer filmning av nätet?	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nej		
3. Var uppträder svavelväteproblem i huvudsak?	<input checked="" type="radio"/> Tryckledning <input checked="" type="radio"/> Avloppspumpstation <input type="radio"/> Utjämningsmagasin <input type="radio"/> Övrigt:		<input checked="" type="radio"/> Självfallsledning <input type="radio"/> Industriavlopp <input type="radio"/> Reningsverk
4. Hur yttrar sig problemen?	Ledningsnät	Pumpstationer	Reningsverk
a Luktproblem	a <input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
b Betongkorrosion	b <input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
c Metallkorrosion	c <input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
d Giftiga gaser	d <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
e Övrigt:	e:		
Exempel på specifika problem:		
5. Vilka motåtgärder vidtas idag mot svavelväteproblem?	Ledningsnät	Pumpstationer	Reningsverk
a Ventilation/Luftning	a <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
b Väteperoxid	b <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
c Nitrat	c <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
d Natriumhypoklorit	d <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
e Järnsalter	e <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
f Avlägsnande av slamhud	f <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
g Tillförsel av syrerikt vatten	g <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
h Övrigt:	h:		
6. Kommentarer, exv erfarenheter av motåtgärder (använd baksidan om utrymmet inte räcker!)		
Ort och datum	Uppgiftslämnare		
19930909	Mona Frimman		

Bilaga 5 Molförhållanden

SVAVELVÄTEBEKÄMPNING I AVLOPPSVATTEN

Vid beräkning av molförhållanden har antagits att halterna S^{2-} i avloppsvattnet har varit 5 respektive 10 g S^{2-}/m^3 (mg/l). Halterna gäller odoserat avloppsvatten. Vid dosering förutsättes att svavelvätehalten blir 0.

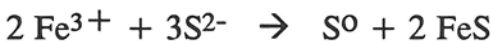
Svavelvätebekämpning, praktikfall

Järnkloriddosering

$FeCl_3$ (PIX 111)

Täthet = 1,44

Järnhalt = 197 g/l



Molförhållande $Fe^{3+}/S^{2-} = 0,67$

Vid bindning av sulfidjoner som svårösliga metallsulfider förskjuts jämvikterna, varvid svavelvätefraktionen minskar. Vid dosering av järnklorid för svavelvätebekämpning bildas huvudsakligen järnsulfid, FeS . Mängden slam som bildas på grund av järntillsatsen är c:a 2 gånger järnmängden betraktat som torrs substans. Vid dosering av 1 liter järnklorid med järnhalt av 197 g Fe/l bildas c:a 400 gr slam. Slamproduktionen förutsätter att järnet ej överdoseras i förhållande till svavelvätehalten. Vid tillsats av järnklorid ($FeCl_3$) kan slam som finns i avloppsvatten "fällas ut" och lättare sjunka till botten. Detta gäller vid låga flöden i avloppsledningen.

Dosering i Nybble

Dosering 69 ml/ m^3 = 13,6 g Fe^{3+}/m^3 ger 0,24 mol Fe^{3+}/m^3 .

Sulfidhalt av 10 g S^{2-}/m^3 motsvarar 0,31 mol S^{2-}/m^3 .

Molförhållandet $Fe^{3+}/S^{2-} = 0,24/0,31 = 0,77$

Vid halt av 5 g S^{2-}/m^3 (mg/l) ger det molförhållandet

$Fe^{3+}/S^{2-} = 0,24/0,16 = 1,50$

Dosering i Sturefors

Dosering $49 \text{ ml/m}^3 = 9,7 \text{ g Fe}^{3+}/\text{m}^3$ ger $0,17 \text{ mol Fe}^{3+}/\text{m}^3$.

Vid halt av $5 \text{ g S}^{2-}/\text{m}^3$ (mg/l) ger det molförhållandet

$$\text{Fe}^{3+}/\text{S}^{2-} = 0,17/0,16 = 1,06$$

Vid halt av *) $10 \text{ g S}^{2-}/\text{m}^3$ blir molförhållandet

$$\text{Fe}^{3+}/\text{S}^{2-} = 0,55$$

*) Detta är förmodligen ett för högt värde, halten S^{2-} i avloppsvattnet är lägre än $10 \text{ g S}^{2-}/\text{m}^3$.

Kalciumnitratdosering

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, täthet 1,44.

Halt $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 = 45 \%$

Vid dosering av kalciumnitrat tjänstgör nitraten som elektronacceptor. Vid denitrifikation bildas fri kvävgas. Denitrifikationen sker vid avsaknad av syre men vid närvaro av nitrat. Vid avsaknad av syre och nitrat, men närvaro av sulfat bildas svavelväte.

Denitrifikationsprocessen

nitrat + org.material \rightarrow kvävgas + koldioxid



För varje liter kalciumnitratlösning som doseras bildas cirka 90 liter kvävgas N_2 vid NTP (normalt tryck och temperatur). Detta förutsätter att denitrifikationsprocessen går fullt ut. Det vill säga att allt kväve i nitraten (NO_3^-) övergår till kvävgas (N_2)

Dosering i Nybble

$$\text{Dosering } 69 \text{ ml/m}^3 = 44,7 \text{ g Ca(NO}_3)_2$$

NO-halt är 75,8 %

$$75,8 \% \text{ av } 44,7 = 33,8 \text{ g NO}_3^- / \text{m}^3$$

$$\text{Dosering mol NO}_3^- / \text{m}^3 = 33,8/62 = 0,55$$

$$\text{Vid halt av } 10 \text{ g S}^{2-}/\text{m}^3 \text{ i avloppsvattnet blir mol S}^{2-}/\text{m}^3 = 10/32,1 = 0,31$$

$$\text{Molförhållandet NO}_3^- / \text{S}^{2-} \text{ vid } 10 \text{ mg S}^{2-} \text{ blir då } 0,55/0,31 = 1,8$$

$$\text{Vid } 5 \text{ mg S}^{2-} \text{ blir molförhållandet NO}_3^- / \text{S}^{2-} = 0,55/0,16 = 3,5$$

Dosering i Ljungsbro

$$\text{Dosering } 65 \text{ ml/m}^3 = 42,1 \text{ g Ca(NO}_3)_2$$

$$42,1 \text{ g Ca(NO}_3)_2 \text{ ger } 31,9 \text{ g NO}_3^- / \text{m}^3 = 0,51 \text{ mol/m}^3$$

$$\text{Dosering mol NO}_3^- / \text{m}^3 \text{ blir } 31,9/62 = 0,51$$

$$\text{Molförhållandet NO}_3^- / \text{S}^{2-} \text{ vid } 10 \text{ g S}^{2-}/\text{m}^3 = 0,51/0,31 = 1,6$$

$$\text{Molförhållande NO}_3^- / \text{S}^{2-} \text{ vid } 5 \text{ g S}^{2-}/\text{m}^3 \text{ blir } 0,51/0,16 = 3,2$$

Molförhållandet är räknat på halter som skulle bildas vid avsaknad av nitrat och syre.

Rapporter utgivna i VA-FORSK-serien – 1994-07-25

- 1992-01 Hydraulisk analys av vattenledningsnät, *Lennart Andersson*
- 1992-02 Samverkan mellan avloppsnät och reningsverk, *Claes Hernebring*
- 1992-03 Lukt- och smakstörningar i dricksvatten, *Kjell Kihlberg, Roger Sävenhed*
- 1992-04 Artificial Groundwater Recharge – State of the Art, *Cristina Frycklund*
- 1992-05 Analysmetod för kloridoxid, klorit och klorat, *Mats Lindgren, Einar Pontén*
- 1992-06 Undersökning av förfilter för järn- och manganreduktion vid dricksvattenrening, *Tibor Nemeth, Åke Elgemark*
- 1992-07 Inventering av datorbaserade system för övervakning och styrning inom kommunal teknik, *Bengt Zagerholm*
- 1992-08 Bräddning – Problemets omfattning i svenska tätorter, *Mats Andreason, Johan Larsson*
- 1992-09 Lokal dagvattenhantering — Erfarenheter från några anläggningar i drift, *Eva Jansson, Bo Lind, Björn Malbert*
- 1992-10 PRISEK Prioritering Samhällskonsekvenser Ekonomi – Ekonomisk modell och systematisk effektredovisning för värdering och prioritering av va-åtgärder, *Bertil Gustafsson, Gilbert Svensson*
- 1992-11 Konditionsstabilitet hos avloppsledningar av betong, *Viveka Lidström*
- 1992-12 Skadefall på nylagda betongledningar, *Ann-Christin Sundahl*
- 1992-13 Konstgjord grundvattenbildning, *Bertil Sundlöf, Lars Kronqvist*
- 1992-14 Trädrötter och ledningar, *Örjan Ståhl*
- 1992-15 Naturliga system för avloppsrening och resursutnyttjande i tempererat klimat, *HB Wittgren, Kenth Hasselgren*
- 1992-16 Vattenboken – En bok för mellanstadiet om vårt svenska vatten, *Accurat Information AB, VAV*
- 1992-17 Vattenboken – Läraryboken, *Accurat Information AB, VAV*
- 1992-18 Utvärdering av VA-FORSK, *Björn Svedinger*
- 1992-19 Hårdgöring av dricksvatten med krita-kolsyra – ett alternativ till kalk-kolsyra, *Dan Göthe, Bertil Israelsson*
- 1993-01 Alternativ va-teknik – Exempelsamling, *Per-Arne Malmqvist, Agneta Samuelsson*
- 1993-02 Luft- och sedimentansamlingar i tryckledningar – Inledande studie, *Lennart Jönsson*
- 1993-03 Algtoxiner i dricksvatten – en undersökning vid två svenska vattenverk samt litteraturstudie, *Heléne Annadotter*
- 1993-04 Simulering av hydrologin inom urbana områden. Metodikmanual – MouseNAM, *Lars-Göran Gustafsson*
- 1993-05 Användning av kloridoxid — Reaktorstudier och halter i distributionssystemet vid nio vattenverk, *Mats Lindgren, Einar Pontén*
- 1993-06 Slamspridning på åkermark, *Per-Göran Andersson, Peter Nilsson*
- 1993-07 Analys av tillförselgrad till avloppsverk — svårigheter och möjligheter. Tillämpning på tillrinningen till Tivoliverket i Sundsvall, *Claes Hernebring*
- 1993-08 Indirekt nederbördspåverkan i spillvattensystem, *Hans Bäckman, Björn Marklund, Rune Olsson, Bengt-Lennart Peterson, Tore Wästlin*
- 1993-09 Franska va-driftentreprenader, *Lise-Lotte Nilsson*
- 1993-10 Generell kravspecifikation för styr- och övervakningssystem, *Bengt Zagerholm*
- 1993-11 Va på entreprenad, *Gösta Fredriksson, Bo Lannblad, Bengt Larsson, Åke Mattsson*
- 1993-12 Renovering av avloppsledningar. Riktlinjer för dokumentering och kvalitetskontroll, *Bjorn Borstad, Inge Faldager, Thomas Johansson*
- 1993-13 Simulering av vattenledningsnät med Piccolo — en utvärdering, *Krister Törneke*
- 1993-14 Drömmen om att allt ska förbli som det var — några reflexioner om konkurrens och strategier för förändring inom va-branschen, *Lennart Hansson, Ola Mattisson*
- 1993-15 Kostnader för drift av avloppsreningsverk, *Peter Balmér, Bengt Mattsson*
- 1993-16 Rötksammas förmåga att bryta ned organiska föreningar i slam, *Hans Ring*
- 1994-01 Va-ledningars kondition, *Peter Stahre, Ann-Christin Sundahl, Viveka Lidström*
- 1994-02 Tillämpning av kvicksilverfri COD-analys inom va-tekniken, *Evy Axén, Gregory M Morrison*
- 1994-03 Drifterfarenheter med biologisk kvävereduktion, *Magnus Emanuelsson*
- 1994-04 Bestämning av nitrat i kommunalt avloppsvatten — en metod lämpad för automatiserad övervakning och kontroll, *Christer Björklund, Bo Karlberg, Maikael Karlsson*
- 1994-05 Vattenförbrukningens dygnsvariation, *Lars Nikell*
- 1994-06 Dagvattnets sammansättning, recipientpåverkan och behandling, *Thomas Larm*
- 1994-07 Svavelväteproblem i avloppsledningar — praktiska drifterfarenheter och tillämpbara anvisningar, *Anders Ledskog, Sven-Gunnar Larsson, Bo Göran Lindqvist*
- 1994-08 Konstgjord grundvattenbildning — Processtudier vid inducerad infiltration och bassänginfiltration, *Cristina Frycklund, Gunnar Jacks, Per-Olof Johansson, Kerstin Lekander*
- 1994-09 Desinfektion/oxidation som förbehandling av ytvatten, *Mats Engdahl*
- 1994-10 Kontroll av bräddavlopp, *Bertil Forsberg*

Övrig Publicering

Video Vatten och Avlopp för låg- och mellanstadiet, 1991

Påverkan på vattenkvaliteten i Stångån för utsläpp inom Linköpings tätort, Stadsb 2, 1991

Plats för regn. VA-FORSK och MOVIUM, 1990

Klororganiska föreningar från disk- och blekmedel. Naturvårdsverket Rapport 4009, 1992

Kartläggning av förekomsten av legionella i svenska vattensystem, Byggforskningsrådet R9:1993

Förbättrad behandlingsteknik för tvättvatten från bilvårdsanläggningar, IVL B 1093

Grundvatten — teori och tillämpning, Svensk Byggtjänst, 1993

Teknisk service i Europa, Svenska Kommunförbundet, 1993

Video Slamspridning på åkermark, SYSAV Utveckling AB 1994

En droppe vatten, skolmaterial, UNICEF, 1994

