

## Simulering av vattenledningsnät med PICCOLO

### - En utvärdering

*Krister Törneke, VBB VIAK AB, Stockholm*

**I rapporten redovisas en utvärdering av beräkningsprogrammet PICCOLO. Projektet har lagts upp som en studie av ett objekt i Stockholm, som tidigare beräknats med ett annat beräkningsprogram.**

Inom ramen för detta projekt har genomförts en utvärdering av PICCOLO, ett datorprogram för hydraulisk analys av vattenledningsnät. PICCOLO utvecklas och marknadsförs av det franska konsultföretaget SAFEGE. I programpaketet ingår tilläggsmoduler för analys av vattenkvalitet och transienta förlopp. Denna utvärderingen omfattar dock endast den hydrauliska modulen.

PICCOLO uppvisar mycket goda egenskaper vad gäller beräkningshastighet och möjlighet att simulera stora ledningsnät. Dessutom finns många möjligheter att simulera relativt komplicerade förlopp vid styrning och reglering av tryckstegringsstationer m. m. Förslag till ytterligare för-

bättringar av programmet i detta avseende har framkommit genom utvärderingen. Dessutom är PICCOLO, genom sitt nya grafiska användargränssnitt, ett mycket användarvänligt program. Detta var dock vid tiden för utvärderingens slut (mars 1993) inte helt färdigutvecklat utan innefattade endast vissa av programmets funktioner.

PICCOLO är ett mycket lämpligt program vid simulering av stora ledningsnät och komplicerade driftsituationer. För många svenska tillämpningar torde även kvalitetsmodulen vara intressant. Den skulle därför kunna vara föremål för vidare studier.

Av jämförelsen framkommer också att licenspriset för PICCOLO är i samma storleksordning som för LICWATER, det program som är mest utbrett i Sverige.

**ISSN:** 1102-5638

**ISBN:** 91-88392-62-7

**Finansiering:** VA-FORSK, Stockholm Vatten AB, VBB VIAK AB

**Målgrupper:** Konsulter, VA-förvaltningar

**Utgivningsår:** 1993

**Pris 1993:** 110 kr exkl moms

### Drömmen om att allt skall förbli som det var - Några reflektioner om konkurrens och strategier för förändring inom VA-branschen

Lennart Hansson, Lunds Universitet, Ola Mattisson, Lunds Universitet

I rapporten presenteras översiktligt VA-systemen i England, Frankrike och Tyskland för att identifiera alternativa sätt att öka inslaget av konkurrens inom VA-sektorn.

De politiska vindarna blåser idag starkt mot ökade marknadsinslag i de kommunala verksamheterna. Inom VA-sektorn har den nuvarande drömmen om att låta allt vara som det är utmanats av drömmen om ökad konkurrens från politikerhåll.

Konkurrens uppstår inte automatiskt och kräver ett flertal förutsättningar för att fungera. Dessa förutsättningar är emellertid begränsade för drift och underhåll inom VA-sektorn. Innebörden är att en ökad grad av konkurrens kräver ett medvetet agerande från upphandlaren sida för att utnyttja de möjligheter som faktiskt finns.

Genom en översiktlig genomgång av systemen för drift och underhåll av va i England, Frankrike och Tyskland hämtas inspiration till att konstruera alternativa organisationsmodeller för att öka graden av konkurrens inom VA-branschen i Sverige.

Två principiellt olika modeller identifieras, koncessionsmodellen och aktivitetsmodellen.

- Koncessionsmodellen  
Inom ett geografiskt område ansvarar ett företag för drift och underhåll av VA-verksamheten. Komparativ konkurrens uppstår genom reglerande prisjämförelser samt vid eventuella byten av koncessionsinnehavare.
- Aktivitetsmodellen  
Modellen bygger på en uppdelning av verksamheten i flera moment eller funktioner vilka kan utföras av olika företag. Genom flera upphandlingar ökar möjligheterna att stimulera konkurrens mellan flera aktörer.

Bortsett från konkurrensaspekten diskuteras avslutningsvis några andra skäl till att stimulera nya och andra aktörer än kommunerna att etablera sig inom VA-sektorn.

**ISSN:** 1102-5638

**ISBN:** 91-88392-64-3

**Finansiering:** VA-FORSK, Kommunförbundet, Byggnadsnämnden, MOVIUM

**Målgrupper:** Departement, Leverantörer, Kommuner, Konsulter

**Utgivningsår:** 1993

**Pris 1993:** 110 kr, exkl moms

### Kostnader för drift av avloppsreningsverk

*Peter Balmér, GRYAAB, Bengt Mattsson, VA-Ingenjörerna AB*

Driftkostnaderna för 29 avloppsreningsverk, med likartad utformning, har undersökts genom besök vid reningsverken och intervjuer av de driftansvariga. Kostnader som till stor del beror på lokala förutsättningar har eliminerats ur redovisningen, exempelvis kostnader för avyttring av slam och lab- och analyskostnader.

Kostnaderna har i största möjliga mån uttrycks i icke monetära enheter.

Endast reningsverk med likartad utformning och processlösning har undersökts. De verk som deltog i undersökningen hade försedimentering, aktivslam, kemisk fällning och slamrötning.

Det insamlade materialet visar att driftkostnaderna, energikostnaderna, kemikaliekostnaderna och kostnaderna för personal per ansluten minskar med ökande storlek på reningsverket.

Förbrukningen per ansluten av el, fällningskemikalier och kemikalier för slambehandling är dock oavhängigt reningsverkets storlek.

Variationerna i kostnaderna mellan olika reningsverk av jämförbar storlek är stora även efter det att kostnader som beror på lokala förutsättningar exkluderats.

Om driftkostnaderna för de undersökta reningsverken fördelas mellan de olika kostnaderna erhålles följande medelvärde; el & energi 18 %, kemikalier 15 %, driftpersonal 28 % och övriga kostnader 39 %.

För de kommuner som vill jämföra sina driftkostnader med de undersökta reningsverken finns en användaranvisning. Anvisningen redovisar en detaljerad beräkning över kostnader som skall exkluderas för att en jämförbar driftkostnad skall erhållas.

**ISSN:** 1102-5638

**ISBN:** 91-88392-66-X

**Finansiering:** VA-FORSK

**Målgrupper:** Kommuner, Konsulter, Myndigheter

**Utgivningsår:** 1993

**Pris 1993:** 150 kr exkl moms

### Rötkammares förmåga att bryta ned organiska föreningar i slam

*Hans Ring, Katrineholms kommun*

**I rapporten redovisas resultat av nedbrytning av organiska föreningar under en tremånaders period. Via massberäkningar av drygt 15 olika organiska föreningar har reduktionen i rötkammaren undersökts.**

Studien utfördes vid Katrineholms kommuns stora reningsverk, Rosenholm, under sista kvartalet 1992.

Under 8 på varandra följande veckor togs kontinuerliga prover ut från råslammet, respektive utrötat slam, med en förskjutning på 5 veckor, som motsvarar uppehållstiden i rötkammaren.

Rötkammaren beskickades kontinuerligt med en slamdoseringspump under hela dygnet och temperaturen låg på 38 grader.

Via slamflödesmätare och TS-haltbestämningar gjordes sedan en massberäkning på hur stora mängder av de respektive, utvalda organiska miljöförorenande ämnen som fanns i råslammet, respektive det utrötade slammet.

Resultatet visar att en rötkammare vid optimal körning åstadkommer en ganska långt gången nedbrytning av organiska miljöföroreningar.

Nonylfenol påverkades ganska litet. Av den sammanlagda mängden som kom in under 8 veckor (17,4 kilo) återfanns hela 15,1 kilo i det utrötade slammet.

Den sammanlagda mängden av de övriga 16 undersökta ämnena uppgick till 8 kilo i ingående råslam och kvar i det utrötade slammet fanns 2,45 kilo, alltså en reduktion på ca 70 %.

För de undersökta PCB-föreningarna var reduktionen 46 %.

En ganska betydande nedbrytning kan alltså erhållas via god rötkammardrift.

Det är ändå absolut viktigast att samhället redan vid källan kan eliminera oönskade miljögifter och överhuvudtaget minimera användandet av miljöfarliga ämnen.

**ISSN:** 1102-5638

**ISBN:** 91-88392-68-6

**Finansiering:** VA-FORSk

**Målgrupper:** Kommuner, Konsulter, Lantbrukens organisationer, Myndigheter

**Utgivningsår:** 1993

**Pris 1993:** 110 kr exkl moms

## VA-ledningars kondition

*Peter Stahre, Ann-Christin Sundahl, Viveka Lidström*

**I rapporten redovisas preliminära resultat från en uppföljning av inrapporterade vattenläckor i sex svenska kommuner. Vidare redovisas erfarenheter av tidsförloppet för långsiktiga förändringar av avloppsledningars kondition.**

Sedan sommaren 1991 bedriver institutonen för teknisk vattenresurslära vid LTH tillsammans med Malmö VA-verk ett utvecklingsprojekt, det s k PUFF-projektet, som tar upp olika frågeställningar kring långsiktig planering av underhåll och förnyelse av VA-tekniska försörjningsnät.

Den övergripande målsättningen med projektet är att öka kunskapen om befintliga VA-ledningars kondition, för att därigenom möjliggöra uppskattningar av hur det samlade förnyelsebehovet kommer att utveckla sig i framtiden. I föreliggande rapport lämnas en redogörelse av resultaten från de första årens arbete, dessutom presenteras planerna för den fortsatta inriktningen av projektet.

Preliminära resultat redovisas från en uppföljning av inrapporterade vattenläckor i sex svenska kommuner. Totalt har närmare

4 500 driftstörningar analyserats. Med utgångspunkt från detta material kommer i en efterföljande etapp av projektet att tas fram en modell för schablonmässig uppskattning av den framtida driftstörningsutvecklingen för olika rörmaterial.

När det gäller avloppsledningars kondition presenteras i rapporten en hypotes för den långsiktiga konditionsutvecklingen. Avsikten är att i olika delstudier av projektet närmare analysera hur förändringar av ledningskonditionen sker i följande tre skeden av åldrandeprocessen:

1. Initiella förändringar av ledningskonditionen i samband med anläggandet av ledningar.
2. Långsiktiga förändringar av ledningskonditionen till följd av olika former av omgivningspåverkan på ledningen.
3. Accelererande konditionsnedsättning mot slutet av ledningens livslängd. Arbetet med PUFF-projektet kommer enligt planerna att fortgå till och med utgången av år 1996.

<b>ISSN:</b>	1102-5638
<b>ISBN:</b>	91 -88392-70-8
<b>Finansiering:</b>	VA-FORSK, Byggforskningsrådet, SBUF, Nordiska Plaströrgruppen, Betongrörsföreningen, Cementa, VA-verket i Malmö
<b>Målgrupper:</b>	Entreprenörer, Kommuner, Konsulter, Rörtillverkare
<b>Utgivningsår:</b>	1994
<b>Pris 1994:</b>	110 kr exkl moms

## Tillämpning av en kvicksilverfri COD-analys inom VA-tekniken

*Evvy Axén, Gregory M Morrison*

**En kemisk syreförbrukningsmetod med mikrovågssupplutning, har utvecklats för avloppsvatten. De minskade koncentrationer av svavelsyra som behövs leder till en lägre kloridstörning och en kvicksilverfri metod.**

Den utvecklade metoden bygger på dikromatoxidation i en uppslutningsbomb som uppvärms under kort tid i en mikrovågssugn. Oxidationen är fullständig inom 2 minuter. Metoden ger jämförbara resultat med Svensk Standard (028142, utgåva 2) och konventionella kvivettmetoder, vilka

alla kräver 2 timmars oxidation. En lägre svavelsyrakoncentration används för fullständig oxidation av prov under tryck i mikrovågssugn, vilket reducerar störningar från kloridoxidationen till en tolererbar nivå. I och med detta kan en kvicksilverfri mikrovågssugnsmetod användas för avloppsvatten med låg kloridhalt. Eftersom en ökad kontroll av kvicksilveranvändning på laboratorier och industrin sker, är detta en metod som bör ligga i tiden.

**ISSN:** 1102-5638

**ISBN:** 91 -88392-72-4

**Finansiering:** VA-FORSK, CTH

**Målgrupper:** Avloppsreningsverk, Forskare, Kommuner, Konsulter,  
Miljö- och hälsoskyddskontor

**Utgivningsår:** 1994

**Pris 1994:** 110 kr, exkl moms

## Drifterfarenheter med biologisk kvävereduktion

Magnus Emanuelsson

Rapporten behandlar de erfarenheter som gjorts vid uppstarten och driften av reningsverk med biologisk kvävereduktion. Den bygger på intervjuer och bearbetning av driftdata från sju reningsverk i Sverige och Danmark.

Samtliga undersökta reningsverk uppfyller efter inkörning uppställda krav på utgående halter av totalkväve, energikonsumtion och förbrukning av kemikalier. Utgående halter av BOD är mycket låga,  $\leq 3$  mg BOD<sub>7</sub>/l. Dagens flödesbelastning i förhållande till dimensionerande belastning är i medeltal 70%. Hunseby är idag den enda anläggningen som drivs med dimensionerande belastning.

Erforderlig slamålder för nitrifikation uppnås utan svårigheter på samtliga anläggningar. De processhastigheter som har beräknats är förhållandevis låga eftersom ingen av anläggningarna är fullbelastad avseende på kväve. De flesta anläggningarna har relativt höga tal för slamvolym, i medeltal 800 ml/l. Slamvolymindex är omkring 140 ml/g. Idag klarar efterföljande avskiljningssteg att upprätthålla uppställda krav på utgående vatten.

Tillsatsen av fällningskemikalier efter ombyggnaden har minskat. Detta framför allt på grund av en ökad processkänedom, men också genom att biologisk fosforreduktion byggts in. Laholm drivs för närvarande helt utan kemikalietillsättning för att uppnå fosforkravet.

Följande erfarenheter har gjorts:

- Endast en liten ökning i energiförbrukningen, c:a 10 kWh/pe, år.
- Bättre och enklare drift av slambehandlingen.
- Ingen förändring av gasproduktionen i de fall röt-kammare finns.
- Utbildning inom området och förberedande försök ger ett minskat behov av provtagningar och analyser i inledningskedet.
- Få problem med processuppstart, men mycket tid har i vissa fall lagts på den mekaniska uppstarten, framför allt styr- och reglersystemet.

Personalen är nöjd med de nya anläggningarna; "kännedomen om processen är bättre, anläggningen är mer lättarbetad och arbetstillfredsställelsen har ökat i och med utbyggnaden av anläggningen".

I nedanstående tabell redovisas de undersökta anläggningarna och uppnådda resultat.

Anläggning	Storlek pe	Drift år/månad	Utg. Krav mgN-tot/l	Utg medel mgN-tot/l
Ångstorp	20.000	92/11	12	10
Staffanstorp	24.000	92/11	12	7,2
Havnsö	4.200	89/05	8	7,2
Hunseby	40.000	90/05	8	5,7
Lynge Syd	12.000	91/08	6	4,1
Nakskov	33.000	92/07	8	7,5
Usseröd	50.000	92/10	8	4,1

ISSN: 1102-5638

ISBN: 91-88392-74-0

Finansiering: VA-FORSK

Målgrupper: Konsulter, Miljövårdsmyndigheter, VA-förvaltningar

Utgivningsår: 1994

Pris 1994: 150 kr, exkl moms

## Bestämning av nitrat i kommunalt avloppsvatten En metod lämpad för automatiserad övervakning och kontroll

*Christer Björklund, Norsk Avfallshandtering AS, Bo Karlberg, Stockholms Universitet,  
Mikael Karlsson, KTH, SWEPAC, Kemisk Teknologi*

**Rapporten beskriver en ny robust spektroskopisk metod för bestämning av nitrat i avloppsvatten. Metoden utnyttjar inga reagens och fordrar inte heller någon förbehandling, ej ens filtrering, före bestämningen.**

Med den nya metoden kan nitrathalten bestämmas på ett tillförlitligt sätt i grumliga vattenprover med hjälp av spektroskopi. Det krävs ingen förbehandling av provet eller användning av något reagens vilket gör den synnerligen väl lämpad för automatiserad övervakning och kontroll. Metoden bygger på principen att insamla en stor mängd data från varje prov i detta fall absorptionsspektrum i det ultravioletta och synliga våglängdsområdena. Kemometri utnyttjas för att extrahera den sökta informationen ur den stora mängden rådata. Den snabba utvecklingen på instrument-

området (robusta spektrofotometrar utan rörliga delar, med mikroprocessorer, diod-array detektorer och fiberoptik) gör resultaten från on-line mätningar omedelbart tillgängliga.

Rent praktiskt blir gången vid metodutvecklingen följande: Den spektroskopiska bestämningen kalibreras med hjälp av ett antal konventionellt bestämda prover. Proverna väljs så att de motsvarar den verklighet den nya metoden skall beskriva. Det är således viktigt att proverna väl representerar den varians som finns i den process de skall beskriva. "Syntetiska" prover beredda från rent nitrat (om än tillsatt till grumligt avloppsvatten) är oanvändbara för denna typ av kalibrering.

**ISSN:** 1102-5638  
**ISBN:** 91-88392-76-7  
**Finansiering:** VA-FORSK  
**Målgrupper:** Reningsverk, VA-förvaltningar  
**Utgivningsår:** 1994  
**Pris 1994:** 110 kr, exkl moms



## Vattenförbrukningens dygnsvariation

Lars Nikell

**Rapporten redovisar exempel på uppmätt dygnsvariation av vattenförbrukningen för ett antal olika områden och förbrukartyper.**

Den hittills enda i Sverige officiella uppgift på förbrukningsvariation under ett dygn återfinns i VAV P38 *Allmänna vattenledningsnät, Anvisningar för utformning och beräkning*, Figur 4.3:3. (Se bilaga 4). Där redovisas ett mindre samhälle med blandad förbrukning uppmätt under vardagar 1978.

I detta projekt redovisas förbrukningens dygnsvariationer för ett antal olika områden och för både vardagar och veckoslut. Projektet har genomförts som en ren mätvärdesanalys för respektive område. Den använda mätperioden har varit cirka två månader lång i de flesta fall. Totalt har

flödesmätningar genomförts i cirka 20 olika områden. Av dessa har sedan 10 valts ut för vidare bearbetning. De utvalda områdena ligger inom Stockholm Vattens och Uppsala kommuns försörjningsområden samt i Bors samhälle i Värnamo kommun. Uppgifter om vissa enstaka förbrukare har hämtats från Sundsvall.

I rapporten diskuteras förutom vanliga förbrukartyper även geografiska och demografiska faktorer som kan påverka vattenförbrukningens variationer under dygnet.

I bilagorna till rapporten visas de sammanställningar som gjorts i diagramform för dels varje område dels för olika veckodagar. Till varje område har tillgänglig information eller nyckeltal för området redovisats.

**ISSN:** 1102-5638  
**ISBN:** 91 -88392-78-3  
**Finansiering:** VAV och PUVA (samarbete mellan VAV och BFR)  
**Målgrupper:** Konsulter, VA-förvaltningar  
**Utgivningsår:** 1994  
**Pris 1994:** 150 kr, exkl moms

## Dagvattnets sammansättning, recipientpåverkan och behandling

Thomas Larm, KTH, Vattenvårdsteknik

**Rapporten sammanställer svenska och internationella erfarenheter avseende dagvattnets sammansättning och recipientpåverkan, samt olika metoder för rening och flödesutjämning av dagvatten. Rapporten identifierar även kunskapsbehov inom dessa områden.**

Exempel på olägenheter med dagvatten är tillförsel av förorenat dagvatten till recipienter, mark- och källaröversvämningar, samt höga stötvisa belastningar på avloppsreningsverken. Rapporten sammanställer dagvattnets föroreningshalter från olika ytor, med bilagda svenska och internationella referenser som underlag. Dagvattnet från hårt trafikerade ytor innehåller i allmänhet de högsta föroreningskoncentrationerna. Trafikområden uppvisar ofta höga halter av exempelvis suspenderat material (SS), kemisk syreförbrukning (COD) och bly, medan industriområden kan uppvisa höga halter av t ex zink. En jämförelse med halterna i bräddvatten och avloppsvatten har också gjorts, som visar att dagvatten generellt innehåller högre halter metaller och suspenderat material, men lägre halter syreförbrukande ämnen (BOD, COD), kväve och fosfor.

Vidare behandlar rapporten ekologiska aspekter avseende dagvattnets recipientpåverkan. Recipienter som studeras är sjöar, vattendrag och grundvatten, samt mark och reningsverk. Man har påvisat att dagvatten kan innehålla så höga halter av föroreningar, speciellt tungmetaller, att det kan leda till exempelvis följande problem i recipienterna; förstörelse av levnadsplatser (habitat), eliminering av känsliga arter, bioackumulering och ackumulering i sediment. Detta resulterar i exempelvis en minskning i artmångfald (i recipienterna) och instabila ekosystem.

De vanligast förekommande dagvattenanläggningarna i Sverige och utomlands beskrivs avseende exempelvis funktion (rening och flödesutjämning), reningseffektivitet, utformning, driftserfarenheter, tillämpning, livslängd och skötsel. En jämförelse mellan dessa dagvattenanläggningar visar att metoder som utnyttjar naturliga reningsprocesser kan användas för att minska mängden dagvatten och därmed önskade ämnen till ledningsnät, reningsverk och naturliga recipienter. Andra fördelar med dessa anläggningar är ökad grundvattenbildning, mindre investeringsbehov i ledningsnät och estetiska värden. Anläggningarna kräver generellt kontinuerlig skötsel för att minimera igensättningsrisken och för att bibehålla en hög reningseffektivitet. Om suspenderat material avskiljs innan det når anläggningarna ökar förutsättningen för en lång livslängd. En ökad användning av framförallt dammar, våtmarker, infiltrationsanläggningar och öppna diken är önskvärd, liksom en minskad andel hårdgjorda ytor vid nyexploatering av urbana områden. Det finns ingen generell lösning att tillämpa i samtliga fall och en kombination av flera metoder är ofta den bästa lösningen.

För att optimera dagvattenanläggningarnas utformning erfordras exempelvis förbättrad kunskap om hur effektivt olika föroreningar avskiljs i respektive anläggningstyp. Vidare erfordras ökad kännedom om dagvattnets recipientpåverkan, transport- och omvandlingsprocesser mellan källa och recipient, samt processer både inom dagvattenanläggningarna och recipienterna. Analysmetoder bör utvecklas för att man skall kunna optimera och tillämpa/implementera behandlingsmetoderna så att recipientpåverkan minimeras.

**ISSN:** 1102-5638  
**ISBN:** 91-88392-80-5  
**Finansiering:** VA-FORSK, Stockholm Vatten AB, KTH  
**Målgrupper:** Forskare, Stadsplanerare, VA-tekniker  
**Utgivningsår:** 1994  
**Pris 1994:** 200 kr, exkl moms

## **Svavelväteproblem i avloppsledningar - Drifterfarenheter och tillämpbara anvisningar**

*Anders Ledskog, Sven-Gunnar Larsson, Bo Göran Lindqvist, Tekniska Verken i Linköping AB*

**Rapporten beskriver teorin om svavelvätebildning, vilka principiella motåtgärder som kan vidtas samt utförda fältförsök i Linköpings kommun. Rapporten innefattar även en inventering av svavelväteproblemen i landets kommuner. Målsättningen har varit att ta fram och sammanställa praktiska drifterfarenheter och tillämpbara anvisningar för att motverka svavelvätebildning.**

Studien har omfattat litteraturstudie i ämnet, fältförsök med dosering av kalciumnitrat, järnklorid och rensning med renspluggar. En inventering av problemspridningen har också utförts genom utskick av enkät till landets kommuner.

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

Årstidsvariationerna beror i första hand på temperaturvariationer. Danska försök har visat att bakteriernas omsättningshastighet vid sva-

velvätebildning ökas med en faktor 3-3,5 vid en temperaturhöjning på 10 °C. Våra försök visar också att en betydligt högre dosering krävs sommartid då temperaturen är högre. I ledningar som påverkas mycket av inläckage kan skillnaden mellan sommar dosering och dosering övrig tid vara ännu större på grund av att inläckaget vid höga grundvattenytter vår och höst är betydligt större än övrig tid och därmed ytterliggare minskar erforderlig dosering. PH är en annan 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  $\Delta pH$  på 0,2 i detta intervall innebär en förändring av svavelvätehalten på cirka 30 %. Både kalciumnitrat och järnklorid har fungerat effektivt för att motverka svavelvätebildning i våra försöksledningar. Erforderliga doseringsmängder har varit ungefär lika stora för de två kemikalierna och uppgår till 49 - 115 ml/m<sup>3</sup> beroende på i vilka ledningar dosering sker och vilken årstid som är aktuell.

När det gäller rensning med Polly-Pig har ett mindre lyckat resultat erhållits i Ljungsbroledningen. I Kolmårdsledningen i Norrköpings kommun sker rensning med Polly-Pig 1 gång/kvartal med lyckat resultat.

Kostnaderna för de olika bekämpningsmetoderna har uppgått till cirka 13 öre/m<sup>3</sup> för dosering med järnklorid, 25 öre/m<sup>3</sup> för kalciumnitrat och en uppskattad kostnad för Polly-Pigrensning på 27 öre/m<sup>3</sup>.

**ISSN:** 1102-5638  
**ISBN:** 91-88392-82-1  
**Finansiering:** VA-FORSK och Tekniska Verken i Linköping AB  
**Målgrupper:** Konsulter, VA-tekniker  
**Utgivningsår:** 1994  
**Pris 1994:** 150 kr, exkl moms

## Konstgjord grundvattenbildning - Processtudier vid inducerad infiltration och bassänginfiltration

*Cristina Frycklund, Gunnar Jacks, Per-Olof Johansson, KTH, Kerstin Lekander, VBB  
VIAK AB*

**De processer som medverkar till förändring av vattnets kvalitet har studerats vid fyra svenska anläggningar för dricksvattenproduktion med konstgjord grundvattenbildning. Kvalitetsförändringarna har följts genom fältstudier vid bassäng- och inducerad infiltration.**

Processtudierna har visat att god kännedom om de hydrogeologiska förhållandena på platsen är av helt avgörande betydelse för en optimal utformning av en anläggning och dess drift. Utbytet av infiltrationen kan bara bedömas med god kännedom om den lokala hydrogeologin. Noggranna undersökningar med hydrogeologiska, hydrokemiska och geofysiska metoder är nödvändiga. Infiltrationsvattnets strömvägar har stor betydelse för grundvattenkvantiteten och -kvaliteten. Användning av spårämnen ger goda möjligheter att bedöma vattnets strömvägar och uppehållstider.

Vid bassänginfiltration ackumuleras ofta finmaterial i övergången mellan filtersanden och det underliggande naturmaterialet. Finmaterialet dämmer infiltrationsvattnet och försvårar vidare perkolation nedåt. Med en omsorgsfull uppbyggnad av filtersanden med ett finkornigare skikt i filtersandens yta än därunder, skulle processen kunna förbättras. Ett sådant ytskikt skulle skydda akviferen från igensättningar på större djup och vara åtkomligt för regelbunden tvätt eller utbyte.

Det organiska materialet i infiltrationsvattnet avskiljs vid bassänginfiltration ytligt i filtersanden. Avskiljningen sker till stor del av mikroorganismer, varför den blir mer effektiv under sommarsäsongen. Detta bör beaktas vid

skötseln av infiltrationsbassängerna, genom att gynnsamma förhållanden för mikroorganismerna bevaras samtidigt som en fullgod infiltrationskapacitet upprätthålls. Inblandning av kalk i filterbädden vid bassänginfiltration är en användbar metod för att höja vattnets alkalinitet, hårdhet och pH. Det är dock fråga om långsamma vittringsprocesser och vid stora avstånd mellan infiltration och uttagsplats kan responstiden vara flera år. Detta kan emellertid vara en fördel genom att årstidsvariationer utjämnas.

Studierna har visat att bassänginfiltration även vid en kort transport genom marken effektivt avskiljer järn och mangan från infiltrationsvattnet, sommartid gäller detta även organiskt material. En alltför kort marktransport förmår däremot inte jämna ut de årstidsbundna temperaturvariationer som ibland motverkar en övergång från ytvatten till grundvatten med konstgjord infiltration.

En god hydraulisk kontakt med korta uppehållstider och liten kontaktyta mellan vatten och sediment ger ofta ett minnerfattigt vatten med stora årstidsbundna temperaturvariationer och dålig avskiljning av t ex organiskt material. Vid infiltration genom lågpermeabla lager uppstår ofta reducerande förhållanden som kan ge sekundära effekter i form av höga järn- och manganhalter i vattnet. Variationer i ytvattennivån kan starkt påverka infiltrationsförhållandena. Problem med avskiljning av organiskt material samt järn och mangan är vanliga vid inducerad infiltration och ofta kopplade till varandra. Här krävs ytterligare forskning med kombinerade laboratorie- och fältstudier.

**ISSN:** 1102-5638

**ISBN:** 91-88392-84-8

**Finansiering:** VA-FORSK, BFR, VBB VIAK AB

**Målgrupper:** Dricksvattenproducenter, Forskare, Konsulter, Miljövårdsmyndigheter

**Utgivningsår:** 1994

**Pris 1994:** 110 kr, exkl moms

## Desinfektion/oxidation som förbehandling av ytvatten

Mats Engdahl

**På grund av riskerna för bildningen av klorerade organiska ämnen är förkloring numer alltmer ifrågasatt vid dricksvattenframställning av ytvatten. Försök i pilotskala visar att det är möjligt att förbättra dricksvattenkvaliteten genom att ersätta förkloring med ozonering.**

Ytvattenverk svarar för 53 procent av den kommunala dricksvattenförsörjningen i Sverige. För att säkerställa skyddet mot vattenburna sjukdomar ingår olika former av mikrobiologiska barriärer i processen vid dessa vattenverk. Fördesinfektion med klor är en tidigare ofta använd men idag ifrågasatt mikrobiologisk barriär. Det var upptäckten av att klorerade organiska ämnen förekom i påvisbara halter i klorerat dricksvatten som i mitten av sjuttio-talet väckte en debatt om kloreringsbiprodukter och användning av klor för framställning av dricksvatten.

För att undersöka betydelsen av metoden för fördesinfektion för dricksvattenkvaliteten har Göteborgs VA-verk i nära samarbete med institutionen för VA-teknik vid Chalmers genomfört projektet "Desinfektion/oxidation som förbehandling av ytvatten". Eftersom ett första behandlingssteg vid ett ytvattenverk även kan ha andra funktioner utöver inaktivering av mikroorganismer används här beteckningen förbehandling för desinfektions/oxidationssteg före kemisk-fällning vid ytvattenverk.

I projektet har ingått:

Dokumentation av utgångsläget genom kompletterande mätningar i fullskala i Göteborgs vattenbehandlingssystem av "nya" dricksvattenparametrar som adsorberbara organiska halogener (AOX) och totalt organiskt kol.

Försök i pilotskala för att undersöka hur förbehandlingen påverkar övriga processteg och dricksvattenkvalitet. Undersökningar av desinfektions/oxidationseffektivitet i laboratorieskala.

Det praktiska arbetet med mätningar och försök genomfördes under perioden november 1990 till maj 1992.

Mätningarna i fullskala visade att det var kloreringssteg som låg före kemfällningssteget som gav de största ökningarna av halterna klorerade organiska ämnen. Reduktionen av klorerade organiska ämnen över kolfiltren var lägre än väntat.

Tyngdpunkten i projektet låg på försök i pilotskala. Åtta olika typer av förbehandlingar undersöktes genom totalt tjugo pilotförsök. Processen som användes vid pilotförsöken var förbehandling, flockning med aluminiumsulfat, sedimentering, snabbfiltrering och slutkloring med klor/klordioxid.

Pilotförsöken bekräftade att jämfört med förkloring ger förbehandling med ozon lägre halter av kloreringsbiprodukter, lägre halter av totalt organiskt kol och högre halter av assimilerbart organiskt kol. Med förozonering är det möjligt att sänka halterna av klorerade organiska ämnen trots en slutdesinfektion med klor/klordioxid.

Undersökningar av möjligheterna att få ett snabbare sönderfall av väteperoxid och därigenom starkare desinfektions- och oxidationseffekter visade att tillsatser av järn(II)sulfat ökade väteperoxidens bitericida effekt. Trots detta krävs dock fortfarande höga doser om väteperoxid dosering ska kunna anses vara en mikrobiologisk barriär.

ISSN: 1102-5638

ISBN: 91-88392-86-4

Finansiering: VA-FORSK

Målgrupper: Dricksvattenproducenter, Forskare, Konsulter

Utgivningsår: 1994

Pris 1994: 150 kr, exkl moms

## Kontroll av bräddavlopp

*Bertil Forsberg*

**Rapporten beskriver de olika metoder som är praktiskt tillämpbara för att kontrollera funktionen hos de fyra vanligaste typerna av bräddavlopp i kombinerade ledningssystem.**

Under 1990 utgav SNV nya föreskrifter för kontroll av utsläpp från avloppsanläggningar. I föreskrifterna anges bindande regler för bland annat kontroll av bräddningar från reningsverk men även från ledningsnät. I föreskrifterna anges att bräddade mängder från avloppsledningsnät skall bestämmas genom mätning eller beräkning.

Under 1993 utgav SNV allmänna råd till dessa föreskrifter. I allmänna råden ges en utförligare tolkning av föreskrifterna samt vägledning i hur denna kontroll bör utföras.

Denna rapport, beskriver mer ingående hur en bräddavloppskontroll kan utföras. Den beskriver också alla de olika svårigheter som utföraren av den praktiska kontrollen kan ställas inför och måste ta hänsyn till innan kontrollen påbörjas, under kontrollperioden och efteråt vid analys av resultaten.

Bräddavlopp kan utformas på många sätt. Här beskrivs de fyra huvudtyper som är vanligast förekommande i Sverige.

De kontrollmetoder som beskrivs är från den enklaste metoden med ett flytdon till mer avancerade metoder som krävs om bräddflödet skall registreras.

För att uppfylla den målsättning som allmänna råden anger för en bräddavloppskontroll krävs förutom hydrauliska kunskaper om bräddavloppens funktion även kunskaper om mätgivare och olika sätt att samla in mätdata. I ett separat avsnitt beskrivs de mätgivare som kan vara aktuella att använda vid en bräddavloppskontroll. Olika sätt för registrering av mätdata beskrivs också.

Eftersom det kan vara av intresse att veta hur stora instrumentkostnaderna kan bli har kostnaderna för olika typer av mätinstrument behandlats under ett avsnitt i rapporten.

Rapporten avslutas med flera exempel på tillämpningar av mätmetoder för olika bräddavlopp. För varje exempel görs en kortfattad beskrivning av mätmetoden, tillsynsbehov, vilket resultat som kan förväntas samt om bräddade mängder kan beräknas eller uppskattas.

Som avslutning lämnas ett förslag till arbetsgång vid utförande av en bräddavloppskontroll.

**ISSN:** 1102-5638

**ISBN:** 91-88392-88-0

**Finansiering:** VA-FORSK

**Målgrupper:** Förvaltningar, Miljövårdsmyndigheter, Konsulter

**Utgivningsår:** 1994

**Pris 1994:** 50 kr, exkl moms

## Dagvattnets sammansättning

*Per-Arne Malmqvist, VBB VIAK AB, Göteborg, Gilbert Svensson, CTH,  
Caroline Fjellström, LuTH*

**Rapporten ger schablonhalter för budgetberäkningar av föroreningsutsläpp från separata dagvattensystem, särskilt för COD, fosfor, kväve, bly, koppar och zink. Lämpliga beräkningsmetoder för såväl budgetberäkningar som för mer detaljerade beräkningar anges. Föroreningskällorna går igenom.**

Denna rapport har framtagits för att fylla kommunernas behov att beräkna de föroreningsmängder som uttransporteras med dagvattnet. Beräkningar av föroreningsmängderna kan behöva göras för att bedöma tillförseln till en recipient eller för att jämföra utsläppen med andra utsläpp, till exempel från ett reningsverk. I kombinerade system kan man vara intresserad av att bedöma de bräddade mängderna. Vid planering av bebyggelse kan man vilja bedöma de utsläpp som dagvattensystemet kommer att medföra.

År 1982 publicerades av Geohydrologiska forskningsgruppen vid Chalmers rapporten "Lathund för bedömning av dagvattnets föroreningar" (Malmqvist 1982). Delar av denna togs in i Naturvårdsverkets Meddelande nr 1/1983: "Dagvattenhantering - planering och miljöeffekter" (Naturvårdsverket 1983). Sedan dess har emellertid stora förändringar skett vad gäller dagvattnets föroreningskällor. Tydliga exempel är svavel och bly, där halterna i luft och vatten radikalt har minskat. De föroreningshalter som angavs i "Lathunden" är inte längre relevanta och behöver uppdateras. En sådan uppdatering har gjorts i föreliggande rapport.

De nya schablonvärdena för dagvattnets föroreningshalter bygger på de gamla värdena, korrigerade med hänsyn till hur förorenings-

källorna har förändrats. En genomgång av källornas förändring finns i en bilaga.

I rapportens huvudkapitel finns diagram som visar schablonhalter för dagvattnets innehåll av COD, kväve, fosfor, bly, koppar och zink. Halter för bostadsområden, industriområden och trafikområden särredovisas, liksom dagvattnets sammansättning från mindre områden, taktytor och asfaltytor. Halterna av vissa andra ämnen i dagvatten (suspenderat material, andra tungmetaller, bakterier, olja och kolväten) behandlas mer översiktligt.

Föroreningshalternas variation diskuteras, liksom föroreningskällornas relativa betydelse. De viktigaste källorna till dagvattnets föroreningar har visats vara trafik, atmosfäriskt nedfall, korrosion och spillning från fåglar och hundar.

I ett kapitel går igenom hur beräkningar av dagvattnets föroreningar kan göras. Såväl handräkningsmetoder som detaljerade datorberäkningsmetoder redovisas. Hur man kan använda kalkylark för att strukturera och utföra beräkningarna visas.

I den utländska litteraturen rapporteras ett stort antal undersökningar av dagvattnets sammansättning. En jämförelse med de halter som redovisas i denna rapport visar samstämmighet med några undantag. Halterna suspenderat material har i de flesta utländska undersökningar funnits vara högre än i svenska undersökningar. Anledningarna till detta kan vara skillnader i materialval och utformning av framförallt gator och vägar, liksom skillnader i underhåll och skötsel som till exempel gatusopning. Blyhalterna utomlands är ofta också högre än i Sverige, delvis beroende på lägre blyhalt i bensinen i Sverige.

ISSN: 1102-5638  
ISBN: 91-88392-90-2  
Finansiering: VA-FORSK  
Målgrupper: Konsulter, Myndigheter, VA-verk  
Utgivningsår: 1994  
Pris 1994: 110 kr, exkl moms

### Kortbedömning av TV-inspekterade avloppsledningar

Olle Nilsson, Staffanstorps kommun, Peter Stahre, VA-verket Malmö

Rapporten redovisar ett system för kortbedömning av tv-inspekterade avloppsledningar. Systemet, som bygger på en sammanvägning av alla de defekter som observerats i den inspekterade ledningen, är avsett som hjälpmedel i kommunernas planering av erforderlig ledningsförnyelse.

I det genomförda projektet har tagits fram ett system för sammanfattande kortbedömning av resultaten från invändig inspektion av avloppsledningar. Avsikten har varit att skapa ett verktyg med vars hjälp man automatisk skall kunna göra en första grov klassning av TV-inspekterade ledningar. Kortbetygssystemet är tänkt att tjäna som utgångspunkt för en mer detaljerad analys av inspektionsresultaten. Det måste understrykas att systemet alltså på intet sätt är tänkt att ersätta traditionell manuell analys av observerade defekter i en ledning.

Som utgångspunkt för det framlagda kortbetygssystemet har skett en uppdelning av förekommande fel i följande två kategorier:

- Rölfel, vilka för att åtgärdas kräver någon form av ombyggnad eller renovering av det aktuella ledningsavsnittet.
- Driftfel, vilka kan åtgärdas genom mer begränsade underhållsinsatser.

För var och en av dessa bägge kategorier har föreslagits ett system för beräkning av sammanfattande kortbetyg i en skala 1 - 3. Betygsberäkningen bygger på att graderingen av enskilda defekter i ledningen har skett enligt VAVs fotomanual, VAV P60. Eftersom aktuella uppgifter om defekter i ledningen hämtas direkt från inspektionsprotokollet kan betygsberäkningen ske helt automatiskt.

Det i rapporten föreslagna systemet för beräkning av kortbetyg för rölfel har testats mot traditionell bedömning av 125 stycken inspekterade ledningar i Malmö. Träffsäkerheten hos betygsberäkningssystemet uppgick till över 95%. Någon motsvarande test av träffsäkerheten vad gäller driftfel har inte utförts.

ISSN:	1102-5638
ISBN:	91-88392-92-9
Finansiering:	VA-FORSK, PUVA, VA-verket Malmö
Målgrupper:	Konsulter, VA-tekniker
Utgivningsår:	1994
Pris 1994:	110 kr, exkl moms



### Utjämningsmagasin, erfarenheter från svenska avloppsnät

*Rolf Mansfeldt, Helsingborgs kommun, Bertil Svensson, Kjessler & Mannerstråle AB, Helsingborg, Mats Andréasson, VBB VIAK AB, Växjö*

**Rapporten sammanfattar erfarenheter av utjämningsmagasin i avloppssystem i 12 svenska kommuner (25 magasin). De frågor som främst berörs är drift- och underhållssituationen för utjämningsmagasin, eventuella miljöstörningar på omgivningen samt om målen för utbyggnaden har uppnåtts.**

De senaste åren har utbyggnad av utjämningsmagasin aktualiserats vid flera kommunala avloppsanläggningar, främst beroende på problem orsakade av bräddning av obehandlat avloppsvatten, men även av striktare krav för begränsning av källaröversvämningar. Utvecklingen går nu dessutom mot en alltmer optimerad drift av ledningsnät i samverkan med reningsverk. Denna utvecklingstrend innebär att vissa magasin kommer att utnyttjas betydligt mer frekvent och med en högre fyllnadsgrad, vilket kommer att ställa större krav på såväl planering som utformning och drift av anläggningen.

Denna undersökning har bestått av dels en skriftlig enkät, dels av kompletterande intervjuer med olika personalkategorier. De deltagande kommunerna har förutom att de beskrivit sina egna magasin och erfarenheter även ingått i en arbetsgrupp, för diskussion och med möjlighet att sprida den samlade kunskapen vidare. Ytterligare två kommuner har lämnat bidrag med synpunkter till enkät delen i rapporten. De frågor som främst belyses är drift- och underhållssituationen för magasinen, miljöstörningar för omgivningen samt om målen för utbyggnaden uppnåtts. I projektet redovisas en exempelsamling på olika lösningar, både bra och de som bör undvikas. Dessutom redovisas checklistor, som hjälpmedel inför framtida planering, utformning och drift av

utjämningsmagasin. I bilagorna redovisas faktauppgifter och kommentarer kommun för kommun.

I sjutton av de tjugofem studerade anläggningarna anses funktionskraven vara uppfyllda. Några magasin är emellertid alldeles för nya för att det skall finnas tillräckligt underlag för bedömning av deras funktion. Endast i ett fall anges uttryckligen att magasinet inte uppfyllt uppställda mål. För knappt hälften av magasinen har dock inte någon systematiserad uppföljning genomförts. I de flesta fall har effekten märkts genom ett minskat antal klagomål och driftstörningar.

Det har i allmänhet inte varit några större problem med att sköta magasinen. De få problem som dykt upp, har gällt igensättning av regleringsanordningar samt avsättningar i pumpmagasin. De flesta magasin medför inga luktproblem för omgivningen, endast i något fall har störande lukt uppstått i samband med rengöring och slamtömning under sommarperioder. Omfattningen av tillsynen varierar från 1 gång per vecka till det mera vanliga 1-2 gånger per år. Det kan konstateras att driftsinstruktioner endast finns för ett fåtal magasin.

Med tanke på de insatser som krävs för en säker drift av en kommunal avloppsanläggning, samt de svårigheter som uppstår då man i efterhand skall rätta till ett funktionsproblem, bör stora ansträngningar göras redan på planeringsstadiet för utformning av magasin. Den praktiska VA-tekniska erfarenhetsåterföringen spelar här en högst väsentlig roll. Detta förutsätter ett nära samarbete mellan projektör och driftspersonal inför den framtida utbyggnaden av magasin.

**ISSN:** 1102-5638  
**ISBN:** 91-88392-94-5  
**Finansiering:** VA-FORSK, Medverkande kommuner  
**Målgrupper:** Konsulter, VA-verk  
**Utgivningsår:** 1994  
**Pris 1994:** 200 kr, exkl moms

### **MIKE SHE i Urban Miljö - Tillämpningsexempel Vittskövle**

*Stefan Winberg, Kristianstads kn, Lars-Göran Gustafsson, VBB VIAK, Växjö, Lars Bengtsson, LTH, Tekn vattenresurslära*

Rapporten presenterar en tillämpning av den distribuerade och fysikaliskt baserade datormodellen, MIKE SHE, i urban miljö. Tillämpningen visar att det med MIKE SHE är möjligt att beskriva samspelet mellan ett avloppsledningsnät och de geohydrologiska förloppen och därmed effekterna på ett ledningsnätets dränerande funktion vid ingrepp i mark och landskap.

#### ***Komplexa förhållanden kräver geohydrologisk förståelse***

En markexploatering påverkar den hydrologiska balansen. I många fall avleds den största delen av regnvatten som faller över hus och tomtmark via husgrundsdräneringar och läckage till ledningssystemet. Problem kan uppstå då dräneringen kring fastigheter i vissa fall kan ske mycket snabbt, med kraftigt förhöjda flöden efter nederbörd som följd. För att kunna föreslå lämpliga åtgärder mot dessa problemställningar krävs en geohydrologisk förståelse för hur området avvattnas.

#### ***Nuvarande modellverktyg räcker inte till***

Ett verktyg som ofta används för att skapa denna förståelse och för att beskriva påverkan på ledningsnät är den sk MouseNAM-modellen. Med MouseNAM kan belastningen på ett ledningsnät från både nederbördspåverkan och läck- och dräneringsflöden beskrivas. Eftersom MouseNAM måste kalibreras mot observerad avrinning kan man inte med denna modell beskriva effekterna av framtida åtgärder inom ett område.

#### ***MIKE SHE testades i Vittskövle...***

Datormodellen MIKE SHE är en distribuerad och fysikaliskt baserad 3D-modell för beskrivning av markdelen av den hydrologiska cykeln.

MIKE SHE är ett beprövat verktyg för studier av traditionella grundvattenproblem inom vattenresursområdet, kopplat till yt- och grundvattenplanering samt olika föroreningsproblem. För att belysa och utvärdera möjligheterna att använda MIKE SHE i urban miljö, testades modellen i Vittskövle, Kristianstad kommun. Syftet med tillämpningen i Vittskövle var att beskriva effekterna av dels genomförda åtgärder på ledningsnätet, dels alternativa framtida åtgärder.

#### ***... och visade samspelet mellan ledningsnät och geohydrologi***

Tillämpningen visar MIKE SHE-modellens möjligheter, flexibilitet och användbarhet inom flera hydrologiska problemställningar. Modellen har en enkel och logisk menystruktur och stor valfrihet att presentera och redigera indata och resultat via grafiska bilder. Tillämpningen visar att det med MIKE SHE är möjligt att beskriva samspelet mellan ledningsnätet och de geohydrologiska förloppen och därmed effekterna på ett ledningsnätets dränerande funktion av ingrepp i mark och landskap. Under mitten av 80-talet genomfördes omfattande reliningsarbeten i Vittskövle, ca 70 % av ledningsnätet, vilket dock endast resulterade i 15 % minskning av tillrinningen. Modellen kunde här visa fördelar med avskärande dränage jämfört med alltför täta ledningar, vilket skulle öka grundvattennivån oacceptabelt mycket.

#### ***MIKE SHE - ett framtidsverktyg för modellering av Urban Hydrologi ?***

Sammanfattningsvis kan konstateras att MIKE SHE gav oss de svar vi hoppades kunna få ut av tillämpningen i Vittskövle. Projektet har utan tvivel visat på modellens möjligheter, men också på anpassningar som är önskvärda för modellering av urbana förhållanden.

ISSN: 1102-5638

ISBN: 91-88392-96-1

Finansiering: VA-FORSK

Målgrupper: Konsulter, Miljövårdsmyndigheter, VA-förvaltningar

Utgivningsår: 1994

Pris 1994: 200 kr, exkl moms

### Avskiljare för lätta vätskor och fett

Fred Nyberg, VAAT Consult

Rapporten ger en sammanställning av hur avskiljare för lätta vätskor, t ex olja och bensin, och för fett fungerar och används i Sverige. Den redogör för kommande europeiska normer för avskiljare och ger förslag till dimensionering, placering och skötsel av avskiljarinstallationen.

Enligt Boverkets Byggnadsregler BBR 94 bör avskiljare installeras om det i spillvattnet finns mer än obetydliga mängder av t ex slam, fett, bensin eller olja. Ur andra skrifter kan inhämtas värden på vanligtvis godtagan beskaffenhet hos spillvattnet i förbindelsepunkten, liksom exempel på avskiljningsanordningar för olika användningsområden. Ofta behöver avskiljaren kompletteras med särskilt slamfång.

Undersökningar av befintliga oljeavskiljare visar att vid bilvårdsanläggningar härrör mineraloljehalten främst från kallavfettningensmedlet och att avskiljningsgraden är låg. Genom att välja alkalisk avfettning eller mikroemulsioner kan utsläppen minskas betydligt. För att klara andra föroreningar krävs dock att avskiljarinstallationen kompletteras med andra metoder. Vid avskiljare med integrerade slamfång behöver man ofta tömma endast slammet. Genom att separera slamfånget kan tömningen förenklas och förbilligas.

Svårigheter med att placera in fettavskiljare på rätt sätt medför också ofta problem med skötseln och arbetarskyddet. Långa

intervall mellan tömningarna ger dålig lukt och utgör därmed en hälsorisk.

Det europeiska standardiseringsarbetet innebär att det inom kort finns Europa normer (EN) för avskiljare klara. Detta innebär att nya avskiljare inte dimensioneras med hjälp av "tumregler" utan de testas och jämförs mot uppställda avskiljningskrav för att godkännas.

Vid val av avskiljare för olja eller bensin bestäms först dimensionerande flöde och därefter väljs en lämplig avskiljarstorlek. Avskiljarmodellen utgörs antingen av en "gammal" väl beprövad och fungerande sådan eller en som har testats enligt kommande Europa norm.

Val av fettavskiljare sker på samma sätt som för olje- och bensinavskiljare. Det dimensionerande flödet vid restaurangverksamhet kan bestämmas genom att utgå från antalet matportioner som produceras per dag eller mätning av spillvattenflödet. I andra fall får man uppskatta dimensionerande flöde.

För alla avskiljarinstallationer gäller att tillhörande anordningar såsom slamfång, provtagningsmöjlighet, alarm och lock är avpassade för den specifika tillämpningen. Utan en god skötsel med tömning, rengöring och kontroll fungerar inte avskiljaren som avsett.

ISSN: 1102-5638

ISBN: 91-88392-98-8

Finansiering: VA-FORSK

Målgrupper: Kommuner, Konsultfirmor, Leverantörer, Länsstyrelser, Tillverkare av avskiljare, Tömningsföretag

Utgivningsår: 1994

Pris 1994: 150 kr, exkl moms

## Datorstödd simulering av aktivslamprocessen - Försök vid 5 svenska reningsverk

*Jes la Cour Jansen, Vandkvalitetinstituttet, Danmark, Dines Thornberg, EFOR ApS, I Krüger AS, Danmark, Anders Finnson, SNV*

Rapporten beskriver ett projekt vars syfte har varit att introducera datorsimulering av aktivslamprocessen vid reningsverk. Rapporten summerar de i projektet ingående delarna: kursverksamheten, seminarierna samt den praktiska erfarenhet som vunnits vid användningen av datorsimulering vid de fem deltagande reningsverken.

Datorprogram för simulering av aktivslamprocessen vid reningsverk har nu varit kommersiellt tillgängliga under några år. Hos processoperatören vid reningsverken har dock spridningen och användandet av datorprogram varit högst begränsat. Rapporten beskriver hur olika barriärer praktiskt kan övervinnas för att användningen av datorprogram ska kunna bli ett reellt och relevant verktyg för processoperatörerna.

Under kursavsnitten, seminarierna och de praktiska övningarna har behov och möjligheter undersökts för datorsimulering som ett verktyg för processoptimering av aktivslamanläggningar med biologisk kväverening. Studien har visat att datorsimulering ger en ökad insikt i processerna och en

möjlighet till att undersöka många potentiella driftstrategier. Dessutom ger en användning av modeller ett incitament och vägledning till att utforma ett mer detaljerat undersökningsprogram av kvävereningprocesserna vid reningsverket. Ett sådan undersökningsprogram är också i de flesta fall nödvändigt för att praktiskt kunna driva ett reningsverk så det klarar de svenska kraven på kväve i utgående avloppsvatten.

Datorsimulering kräver dock att driftoperatören som skall använda verktyget, har god insikt och kunskap om grunderna i de biologiska processerna samt att det finns tillräckligt utrymme för det tidskrävande arbete som insamling och bearbetning av data utgör.

Det framgick också av studien att för att underhålla och utveckla kompetensen av modellering är det nödvändigt att kontinuerligt använda och diskutera verktyget datorsimulering.

**ISSN:** 1102-5638  
**ISBN:** 91-88392-51-1  
**Finansiering:** VA-FORSK  
**Målgrupper:** Avloppsreningsverk  
**Utgivningsår:** 1994  
**Pris 1994:** 150 kr, exkl moms

## Ringar på vatten - VA-verken och Agenda 21

Anna Helmrot, EFEM Arkitektkontor, Göteborg, Gunnel Jonsson, EFEM Arkitektkontor, Göteborg, Örjan Eriksson, VAV

**I denna rapport beskrivs, med konkreta exempel från några kommuner, hur man arbetar med miljö- och VA-frågor. Syftet med rapporten är, att med hjälp av exemplen, inspirera kommuner till fortsatt lokalt arbete med Agenda 21.**

År 1992 antog FN:s Riokonferens om miljö och utveckling flera dokument och handlingsprogram, bl a Agenda 21. Syftet med Agenda 21 är att komma till rätta med de största miljöproblemen och att lägga grunden till en långsiktig, bärkraftig utveckling. Agenda 21 betonar de lokala myndigheternas och förvaltningarnas deltagande och samarbete som avgörande för miljömålets förverkligande. Som mål för arbetet föreslog konferensen att kommunerna senast år 1996, i en process tillsammans med medborgarna, bör ha uppnått en samsyn kring ett lokalt handlingsprogram för nästa århundrade. Vare sig Agenda 21 eller tidpunkten 1996 är juridiskt bindande utan bör ses som rekommendationer. I Sverige har Agenda 21 fått ett starkt gensvar.

I kapitlet *Mot uthållig VA-teknik* konstateras att arbete mot en hållbar utveckling inte bara är en uppgift för "experter" som tidigare miljöarbete. Alla människor måste bli delaktiga för att attityder, vanor och livsstilar skall kunna påverkas. Dessutom måste utvecklingen mot uthållighet ske jämsides med - inte på bekostnad av - hygien och miljöskydd. Vidare konstateras att det inte finns någon patentrösning för VA-försörjningen som tillfredsställer höga krav på hygien, miljöskydd och uthållighet i alla typer av samhällen. Varje lösning måste utgå från de lokala förutsättningarna på platsen, såsom t ex natur, klimat och bebyggelsens täthet.

I huvudkapitlet *Exempel på miljöarbete inom vatten och avlopp* redovisas tio kommuners arbete med VA-frågor i Agenda 21:s anda under rubrikerna "Kunskap för ändrat beteende", "Samverkan öppnar möjligheter" och "Helhetstänkande ger nya utgångspunkter". För att uppnå uthållighet krävs ny och förbättrad teknik, men också nya synsätt och arbetsmetoder; information och pedagogik för att ändra beteende, samarbete med näringsliv, jordbruk och mellan kommunala förvaltningar samt ett helhetstänkande i miljöarbetet. Detta ger nya arbetsuppgifter och nya roller för VA-verken. Bl a beskrivs Nyköpings satsning på information till hushåll och jordbruk för att erhålla ett renare slam som kan användas i jordbruket. Luleås insatser inom energisparande och ny teknik presenteras, liksom Borlänges okonventionella sätt att lösa saneringsproblem på landsbygden i nära samverkan mellan miljökontor och VA-verk. Landets hittills enda lokala Agenda 21 från Marks kommun redovisas.

Eftersom Agenda 21 betonar underifrånperspektivet är det inte möjligt att dra några generella slutsatser om hur framgångsrikt Agendaarbete bör bedrivas. I rapporten sammanfattas dock några av de erfarenheter kommunerna i de beskrivna exemplen gjort när det gäller framgångsrikt miljöarbete. De är bl a:

- Politisk vilja och handlingskraft är viktigt för framgång.
- Miljökompetens inom den tekniska förvaltningen är önskvärd och bygger broar till andra förvaltningar.
- Kommunen bör föregå med gott exempel.
- Både eldsjälur och uthållighet behövs i miljöarbetet.

ISSN: 1102-5638

ISBN: 91-88392-53-8

Finansiering: VA-FORSK

Målgrupper: Kommunalpolitiker, Miljö- och hälsoskyddskontor, Plankontor, Tekniska kontor, VA-verk

Utgivningsår: 1995

Pris 1995: 200 kr, exkl moms

## Transport av föroreningar i avloppssystem - Beräkningsmöjligheter med MouseTRAP

*Claes Hernebring, VBB Viak, Linköping, Cecilia Appelgren, VBB Viak, Stockholm*

Rapporten ger en översikt av MouseTRAP, varvid tänkbara tillämpningsområden anges. För att illustrera beräkningsmöjligheterna, redovisas några enkla typfall.

MouseTRAP är en nyligen utvecklad tilläggsmodul i Mouse-systemet. MouseTRAP beräknar transport av partiklar, av lösta och partikelbundna föroreningskomponenter, deposition/avsköljning av hårdgjorda ytor, vissa omvandlingsprocesser i ledningsnätet samt reduktion i hydraulisk kapacitet på grund av sediment. Fyra olika undermoduler i MouseTRAP används för att utföra dessa simuleringar. Modulerna kan användas separat eller ihopkopplade beroende på typ av problem.

Rapporten ger en översikt av MouseTRAP, varvid tänkbara tillämpningsområden anges. För att illustrera beräkningsmöjligheterna, redovisas några enkla typfall. Förutom denna introduktion görs försök att applicera advektions/dispersions-modulen (AD - transport och spridning av lösta ämnen)

samt sedimenttransportmodulen (ST) på verkliga uppmätta data.

Syftet med denna tillämpning av AD- och ST-beräkningar var att undersöka möjligheterna att simulera variationen i vissa lösta komponenter och sedimenttransporten till Ryaverket i Göteborg. Huvudavloppssystemet består av tunnlar, för vilka en hydrodynamisk MouseRÖR-modell finns för beskrivning av flöden och trycknivåer. Tillgängliga data för avloppsvattnets sammansättning bestod av kontinuerlig registrering av några fysikalisk-kemiska parametrar samt uppmätt ackumulerad mängd rens från grov- respektive fingaller. Uppnådd överensstämmelse mellan beräkningsresultat och mätdata visar att det finns möjligheter att med hjälp av MouseTRAP dels förutsäga vissa variationer i avloppsvattnets sammansättning för lösta komponenter, och dels för sedimenttransporten med avseende på tidsförlopp och transporterad mängd. Resultaten diskuteras med avseende på tillgänglighet av mätdata och tillämpbarhet.

**ISSN:** 1102-5638  
**ISBN:** 91 -88392-55-4  
**Finansiering:** VA-FORSK  
**Målgrupper:** Konsulter, VA-förvaltningar  
**Utgivningsår:** 1995  
**Pris 1995:** 150 kr, exkl moms

## Alternativa avloppssystem i Bergsjön och Hamburgsund Delrapport från ECO-GUIDE-projektet

*Per-Arne Malmqvist, VBB Viak, Göteborg, Hans Björkman, VBB Viak, Vänersborg, Majlis Stenberg, VBB Viak, Göteborg, Ann-Carin Andersson, VBB Viak, Jönköping, Anne-Marie Tillman, CTH, Erik Kärrman, CTH*

I rapporten beskrivs avloppssystemen i Bergsjön, Göteborg och Hamburgsund, Tanum. För vardera området planeras två alternativa avloppssystem. För vart och ett av alternativen beskrivs systemens konsekvenser för miljön, hälsan, brukarna och ekonomin med hjälp av så kallad riktningsanalys. Rapporten ligger som underlag för kommande utvärderingar med MKB och LCA-metoder.

Projekt ECO-GUIDE syftar till att utveckla en metodik för värdering av hur väl olika avloppssystem ansluter sig till samhällets mål om slutna kretslopp och en uthållig utveckling.

I projektet har studerats alternativa avloppssystem i Hamburgsund, Tanums kommun, och Bergsjön, Göteborgs kommun. I båda fallen har de existerande avloppssystemen jämförts med två alternativ, ett där reningsverket har ersatts av naturnära, lokala reningsmetoder, och ett andra där vi också går in i fastigheterna och installerar urinseparering. Vi har vid utformningen av alternativen strävat efter att uppnå väl fungerande system med avseende på *Hygien, Miljöskydd, Kretslopp, Ekonomi och Brukaraspekter*.

De framtagna alternativen redovisas i denna rapport, kapitel 4 och 5. Härefter vidtar nästa skede i projektet, en jämförande värdering av alternativen. Denna jämförelse görs med tre olika angreppssätt: 1. Riktningsanalys, 2. Miljökonsekvensbeskrivning (MKB) samt 3. Livscykelanalys (LCA). I rapporten finns en Riktningsanalys redovisad, strukturerad enligt följande systemvillkor:

A. Naturens villkor (Stabila och tillräckligt låga halter av ämnen från jordskorpan; Tillräckligt låga halter av ämnen från sam-

hällets produktion; samt Bevarat fysiskt underlag för naturens kretslopp och mångfald)

- B. Människans villkor (Effektiv och rättvis resursomsättning samt Fysisk och psykisk hälsa)
- C. Genomförande (Organisation, Juridik, Ekonomi, Brukaraspekter samt Sårbarhet och säkerhet).

En mycket summarisk jämförelse mellan alternativens systemegenskaper visar

- att den totala energianvändningen för driften av anläggningarna inte på ett markant sätt skiljer alternativen åt. Möjligheterna att återvinna energi i form av värme (och i viss mån gas) ökar med anläggningens storlek, och gynnar de befintliga systemen.
- att utsläppen till vattenrecipient inte på ett avgörande sätt skiljer alternativen åt. De alternativa systemen kan utformas och dimensioneras så, att samma utsläppsvillkor som för den befintliga anläggningen uppfylls. Dock skall noteras, att det är andra vattendrag som blir recipienter.
- att de alternativa systemen ger större möjligheter till slutna kretslopp, med återföring av näringsämnen till odlingsmark. Båda alternativen ger möjlighet till återföring av fosfor, alternativet med urinseparering även till återföring av kväve.
- att smittskyddsaspekterna inte på ett avgörande sätt skiljer alternativen åt.
- att anläggningskostnaderna blir lägre för de alternativa systemen i Hamburgsund, men högre eller något högre i Bergsjön. Kostnader för ombyggnad av husen i alternativen med urinseparering tillkommer. Dessa kostnader måste dock ses utslagna under lång tid.

ISSN: 1102-5638

ISBN: 91-88392-57-0

Finansiering: VA-FORSK, Byggeforskningsrådet, Forskningsrådsnämnden

Målgrupper: Forskare, Kommunala VA-planerare, Tillsynsmyndigheter

Utgivningsår: 1995

Pris 1995: 200 kr, exkl moms

## Utvärdering av biologisk fosforavskiljning vid Öresundsverket i Helsingborg - Processtekniska och mikrobiologiska aspekter

Magnus Christensson, Karin Jönsson, Natuschka Lee, Ewa Lie, Per Johansson, Thomas Welander, Kjetill Østgaard, LTH

**Biologisk fosforavskiljning har under ett års tid studerats i fullskala vid Öresundsverket i Helsingborg ur ett integrerat processtekniskt och mikrobiologiskt perspektiv.**

Processen har under hela perioden drivits som en UCT-process. Det har fastlagts att avskiljningen av fosfor i biosteget i huvudsak är biologisk till karaktären. Ackumulerade metaller kan enligt mätningar endast stå för ca 10 % av den totala avskiljningen av fosfor.

Efter en inkörningsperiod som varade i 3 månader har utgående medelhalt löst fosfor varit 0,29 mgP/l. Avskiljningen av fosfor är helt beroende av VFA-potentialen i förbehandlat avloppsvatten. VFA-potentialen kan anses motsvara VFA-halten i förbehandlat vatten samt den VFA som kan produceras i den anaeroba zonen genom fermentation.

Utgående kvävehalt har under hela försöksperioden legat mellan 8 - 10 mgN/l. Försöken har visat att PHA används för denitrifikation. Förbrukad PHA samt denitrifierad mängd kväve tyder på att PHA är en dominerande kolkälla i den anoxa zonen. Av inkommande COD omvandlas 20 % till biomassa, resterande del (49 %) oxideras, tas ut som partikulär COD (12 %), eller passerar processen opåverkad (19 %). I det aeroba steget bildas 75 % av biomassan, 5 % bildas i det anaeroba steget och 20 % i det anoxa steget. Ca 40 % av biomassan utgörs av bio-P-bakterier.

Med syftet att öka VFA-potentialen i förbehandlat vatten har primärslammet hydrolyserats i försedimenteringsbassängerna. Hydrolysen ger en ökning av VFA-potentialen med 10 mgCOD/l samtidigt som fosforkoncentrationen ökar med 1,2 mg/l. Den fosfor som frigörs i hydrolysen kan endast delvis förväntas för-

bruka kolkälla i den biologiska processen eftersom även metaller frigörs under hydrolysen och en återfällning med dessa kommer att ske i den biologiska processens aeroba del. Då det krävs 14 mg VFA för att avskilja 1 mg P blir nettovinsten omräknat i avskiljningskapacitet 0,4 - 0,7 mg P/l beroende på hur stor andel av fosforökningen som kräver kolkälla. En mer effektiv drift av hydrolysen skulle kunna ge en ytterligare ökning av VFA-potentialen med ca 15 till 20 mg COD/l. Eftersom fosforutlösningen till största delen sker i början av hydrolysförloppet kommer förhållandet mellan COD och frigjord fosfor att öka vid en effektivare drift.

De dominerande filamentbildande organismerna var *Microthrix parvicella* och typ 0092. Dessa två dominerade under olika perioder, men de förekom alltid båda samtidigt. Genom mikroskopering kunde specifik tillväxt av filamentbildande organismer i något speciellt steg inom processen ej observeras. Den massbalans över organiskt material som upprättats för processen visade däremot att de filamentbildande organismerna växer till i det aeroba steget.

De parametrar som kan användas för att styra den kombinerade biologiska fosfor- och kväveavskiljningsprocessen vid Öresundsverket är inkommande VFA, syrehalten i recirkulationsflöden och inkommande vatten, internrecirkulationen från den aeroba zonen och nitratkoncentrationen i internrecirkulationen från den anoxa zonen. Inkommande mängd VFA-potential i relation till inkommande fosforkoncentration är helt avgörande för avskiljningsnivån. Godtagbara samband mellan VFA-potentialen och COD, COD<sub>filt</sub> respektive BOD<sub>1</sub> har kunnat tas fram på Öresundsverket.

ISSN: 1102-5638

ISBN: 91-88392-59-7

Finansiering: VA-FORSK, Helsingborgs stad, NUTEK-STAMP-projektet

Målgrupper: Reningsverkspersonal, VA-forskare vid universitet, VA-konsulter

Utgivningsår: 1995

Pris 1995: 200 kr, exkl moms



### Internkontroll vid VA-verk. Arbetsbok för upprättande och genomförande av internkontrollprogram för arbetsmiljön vid VA-verk

*Ingvar Borgström, Miljövårdsmanagement AB, Strängnäs, Anders Karlsson, Nyköpings kommun*

**Rapporten belyser nödvändiga ställningstaganden och arbetssätt för att kunna bedriva ett framåtblickande och effektivt arbetsmiljöarbete vid VA-verk.**

Arbetsmiljöarbetet vid de svenska VA-verken har bedrivits lika länge som verksamheterna har funnits till. I takt med att allt större krav ställs på vad anläggningarna ska prestera i form av dricksvatten och renat avloppsvatten har anläggningarna blivit allt mer komplicerade.

För att kunna bedriva ett effektivt miljöarbete antingen det gäller arbetsmiljö eller sk yttre miljö måste miljöarbetet inordnas i det dagliga arbetet i VA-verken. Detta gäller i hela verksamheten oberoende av om det är utredningsarbete eller drift.

Arbetskyddsstyrelsens föreskrift om internkontroll AFS 1992:6 innebär dessutom att arbetsmiljön skall inrymmas i verksamheten på ett naturligt sätt.

Denna arbetsbok är tillskapad för att göra det lättare för de anställda på VA-verken att skapa anpassade internkontrollsystem

för arbetsmiljö med koppling till yttre miljö.

*Arbetsboken* lär också ut ett antal metoder, som både gör det lättare och intressantare, att arbeta med miljöfrågor.

Internkontroll enligt AFS 1992:6 innebär att arbetsgivaren har skyldighet att utföra ett systematiskt arbetsmiljöarbete. Arbetsmiljöpolicyn är målstyrande.

Att införa internkontroll av arbetsmiljön innebär att organisationen utför sin egen kontroll av arbetsmiljöarbetet. Denna kontroll bygger på ett dokumenterat system för rutiner inom arbetsmiljöområdet i organisationen. Målet är att arbetsmiljöarbetet ska planeras och följas upp så att arbetsmiljön blir godtagbar och ohälsa förebyggs. Beslut om arbetsmiljöfrågor ska hanteras i linjeorganisationen och behandlas som övriga verksamhetsfrågor.

Arbetsgivaren ska bedriva internkontroll och se till att detta kan genomföras i samarbete med arbetstagarna. Internkontrollen ska utgå från en helhetssyn av arbetsmiljön och vara inordnad i verksamheten.

ISSN:	1102-5638
ISBN:	91-88392-61-9
Finansiering:	VA-FORSK, Arbetslivsfonden
Målgrupper:	VA-verk
Utgivningsår:	1995
Pris1995:	200 kr, exkl moms

## Regional VA-samverkan - Potential och principer

Lennart Hansson, Ola Mattisson, Ekonomihögskolan vid Lunds Universitet

I denna rapport behandlas förutsättningar för inter-kommunal samverkan inom VA-sektorn. Intresset riktas mot samverkan som princip och dess förmåga att i praktiken fungera för organisering av VA-verksamhet.

Analysen fokuseras framför allt kring vilka fördelar som potentiellt kan finnas i en utökad samverkan. Konkret analyseras två frågor i rapporten (kapitel 3):

- Inom vilka områden finns en ekonomisk rationaliseringspotential att nå genom att samverka inter-kommunalt i VA-verksamheten?
- Kan andra icke-kvantifierbara potentialer identifieras och i så fall inom vilka områden?
- Under projektets gång har det utöver de båda grundfrågorna tillkommit ett antal delfrågeställningar av mer teknisk karaktär men med anknytning till inter-kommunal VA-samverkan:
  - Hur långt får man gå - vad säger lagen? (Kapitel 4)
  - I vilken associationsform skall samverkan drivas? (Kapitel 5)
  - Hur skall en beställarfunktion utformas? (Kapitel 6)
  - Hur skall gemensamma kostnader fördelas? (Kapitel 7)

I rapporten används den s k samverkans-trappan för att illustrera olika steg att ta mot en allt mer utvecklad samverkan mellan kommuner. Utifrån trappan identifieras tre olika kategorier av samverkan; **utbyte**, **arbetsdelning** samt **fusion**. Dessa representerar olika steg mellan en situation där VA-verksamheten utföres helt självständigt i de enskilda kommunerna och en situation där hela verksamheten drives i en för de samverkande kommunerna gemensam organisation.

Analysen indikerar att samtliga kategorier innehåller potentialer av både kvantitativ och kvalitativ karaktär. På kort sikt kan VA-kostnaderna sänkas något genom utbyten i form av gemensamma inköp m m. Ytterligare kostnadssänkningar kan uppnås genom att skapa en gemensam produktionsorganisation. På längre sikt framstår det emellertid som den riktigt stora ekonomiska potentialen ligger i att skapa förutsättningar för att kunna koordinera de fasta anläggningarna i samband med nyinvesteringar. Genom att initialt samarbeta i mindre omfattande skala skapas förutsättningar för att på sikt kunna realisera allt mer av fördelarna av ett integrerat fysiskt system.

ISSN:	1102-5638
ISBN:	91 88392-63-5
Finansiering:	VA-FORSK
Målgrupper:	Departement, Konsulter
Utgivningsår:	1995
Pris 1995:	150 kr, exkl moms

## Hårdhetshöjning av dricksvatten med krita- kolsyra, ett alternativ till kalk- kolsyra - Fullskaleförsök vid Öxsjöverket Lerum

Dan Göthe och Bertil Israelsson, GF Konsult AB

**Rapporten beskriver resultatet av ett fullskaleförsök med hårdhetshöjning av dricksvatten med krita-kolsyra, som alternativ till kalk-kolsyra vid Öxsjöverket i Lerum.**

Råvatten med mjuka och sura egenskaper hårdhetshöjs ofta i vattenverken för att minska korrosionen i distributionsnätet. Vid hårdgörningen tillsätts vanligen kalciumhydroxid ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) och kolsyra ( $\text{CO}_2$ ). Ett kostnadseffektivt alternativ är att i stället för kalciumhydroxid använda kalciumkarbonat ( $\text{CaCO}_3$ ). Den kvalitet av kalciumkarbonat som i dag finns att tillgå, s k mikroniserad krita har avsevärt finare fraktion och löser sig också betydligt snabbare än den krita som använts vid tidigare försök. De viktigaste kriterierna för snabb upplösning av kalciumkarbonat är: pH, fraktion och tid. Upplösningshastigheten ökar med en faktor 10 om pH sänks en enhet.

Vattenbehandlingen vid Öxsjöverket omfattar bl a flockning, fällning och filtrering i kontinuerliga filter med efterföljande parallell behandling i långsamfilter och aktivt kolfilter. Den krita som använts vid försöket utgörs av en slurry med hög kemisk renhet. Volymvikten är  $1,88 \text{ t/m}^3$ , pH-värdet 9,7 och TS-halten ca 75 %. Slurryn har försetts med dispergeringsmedel (deflockulator) för att underlätta lagring och dosering. Ansökan om godkännande av dispergeringsmedlet för användning i dessa sammanhang inlämnades hösten 1994 till Livsmedelsverket. Ett besked kan förväntas under sommaren 1995. I avvaktan på godkännande har Livsmedelverket lämnat ett antal dispenser.

Det genomförda fullskaleförsöket med hårdhetshöjning med hjälp av kritaslurry och kolsyra vid Öxsjöverket i Lerum har slagit mycket väl ut och man planerar för en permanentning av driften.

Försöket har givit följande resultat:

- Upplösningen av kritan har fungerat över förväntan. Utbytet är i det närmaste 100 %.
- Utrustning för att dosera kritaslurry är mycket enkel, i princip en lagertank med omrörare från vilken doseringen sker med en slangpump.
- Innehållet av tungmetaller är lägre än i jämförd kalkprodukt.
- En reduktion av kemikaliekostnaderna med ca 20-25 % jämfört med för kalk-kolsyra kan erhållas.
- Investeringskostnaden vid nyanläggning är betydligt lägre för krita-kolsyra än för kalk-kolsyra.
- Hanteringen och skötseln underlättas med kritaslurry jämfört med kalk.
- Man får betydande miljö- och energivinster genom att gå direkt på kalciumkarbonatprodukter istället för att bränna och släcka kalk.
- Metoden borde lätt kunna anpassas till mindre verk.

Erfarenheter av detta försök och aktuell litteratur ger underlag för rekommendation om fortsatta försök med krita-kolsyradosering i vattenverk med mer konventionell processlösning liksom mindre verk med behandling i filterutrustning.

ISSN: 1102-5638

ISBN: 91-88392-65-1

Finansiering: VA-FORSK

Målgrupper: Konsulter, VA-verk, Miljö- och hälsoskyddskontor,

Utgivningsår: 1995

Pris 1995: 150 kr, exkl moms

## Våtmarksrening vid Landsbro ARV

*Leif Lorentzon, Göran Nilsson, Yvonne Gunnevik, Carl Odelberg,  
Thomas Svensson, Vetlanda kommun*

**Rapporten behandlar effekterna av efterrening i en våtmark efter ett konventionellt biologiskt/kemiskt avloppsreningsverk med huvudinriktning att skydda en mycket svag recipient.**

Beslut om att efterrening av det utgående avloppsvattnet från Landsbro avloppsreningsverk skulle ske fattades för att skydda den mycket svaga förstarecipienten samt för att studera om reningsmetoden är tillämpbar vid utbyggnad av andra reningsverk inom kommunen.

Efterreningen omfattar ett kanalsystem med en damm där vattenpest och grönslick har inplanterats. Avloppsvattnet passerar en microsil innan det släpps till recipienten. Energiskog ( ca 0,5 ha ) har planterats intill anläggningen och bevattning sker med avloppsvattnet.

Studien av reningsresultaten omfattar åren 1991 - 1994. Under denna tidsperiod har efterreningen kompletterats successivt för att öka reningen.

Kvävereduktionen har varit ca 2 till 3 mg/l vilket är mindre än förväntat men inte helt oväsentligt eftersom detta innebär att medelvärdet för 1994 års utgående vatten varit 14 mg/l.

Efterreningen i våtmarken uppvisar däremot mycket bra reningsresultat beträffande SS, P och A1. Ett mycket recipientliknande vatten har erhållits på det avledda avloppsvattnet och detta är av stort värde när recipientens flöde är lågt. Sommaren 1994 var flödet i Gröpplebäcken, som är förstarecipient, mycket lågt och tidvis noll. Ett utsläpp av ett avloppsvatten som fått genomgå en långt gående rening är därför motiverat.

Efterreningen försågs 1993 med en microsil för att avskilja partiklar och växtrester. Denna komplettering var nödvändig för undvikande av spridning av vattenpest men även för att åstadkomma en enkel skördningsmetod av både vattenpest och grönslick.

En stor miljövinna med efterreningen är att bräddningsvattnet och de höga utsläppen av föroreningar som inträffar vid höga flöden ej längre direkt belastar recipienten utan utjämnas och renas i damm, ringkanal och microsil.

Effekten av energiskogsodlingen har inte följts upp separat men efter det att ytterligare 1,5 ha har planterats under 1995 kommer analys på utgående dräneringsvatten att ske.

<b>ISSN:</b>	1102-5638
<b>ISBN:</b>	91-88392-67-8
<b>Finansiering:</b>	VA-FORSK
<b>Målgrupper:</b>	Konsulter, Miljövårdsmyndigheter, VA-verk
<b>Utgivningsår:</b>	1995
<b>Pris1995:</b>	150 kr, exkl moms

## Tvättmedel - Effekter på reningsverk och miljö

*Cajsa Wahlberg, Stockholm Vatten AB*

**Tvättvatten från 27 textiltvättmedel har undersökts med hjälp av kemiska samlingsparametrar och screeningmetoder för mätning av toxicitet. Tvättmedlen är utvalda för att täcka de stora produkterna på den svenska marknaden vad gäller både flytande- och pulvertvättmedel.**

Med ledning av resultaten kan de undersökta tvättmedlen delas upp i tre grupper beroende på vilket avhårdningssystem som används: fosfatbaserade tvättmedel, zeolit/polykarboxylatbaserade pulvertvättmedel och flytande tvättmedel utan fosfat. Fosfatbaserade produkter innehåller de lägsta halterna organiskt material med relativt låg syreförbrukning som följd. Tvättmedel där i stället zeoliter/polykarboxylater ingår som avhårdare innehåller mera organiskt material och uppvisar i genomsnitt ca tre gånger så stor syreförbrukning (BOD<sub>7</sub>) som fosfatbaserade tvättmedel. De bidrar dessutom med 10 gånger så mycket suspenderade ämnen vilket leder till ökade slammängder. Flytande tvättmedel utan fosfat innehåller förhållandevis stora mängder tensider som delvis är ämnade till avhårdning. Dessa produkter belastar reningsverken med betydligt större mängder organiskt material än både zeolitbaserade och fosfatbaserade tvättmedel. Syreförbrukningen mätt som BOD<sub>7</sub> är nästan sex gånger högre för flytande än för fosfatbaserade produkter.

Så gott som samtliga tvättvatten är giftiga mätt med microtox när de lämnar tvättmaskinen. Skillnaderna i toxicitet mellan olika produkter är dock mycket stora. Toxiciteten följer i allmänhet halten organiskt kol och de flytande tvättmedlen, med de högsta tensidhalterna, ger de giftigaste tvättvattnen. I ledningsnätet blandas tvättvattnen med avloppsvatten som ofta

sänker toxiciteten mer än vad som förklaras av enbart spädningen.

Tvättvatten från miljömärkta produkterna är lätt nedbrytbara medan prover från tvättmedel av traditionell typ inte bryts ned lika lätt. Ingen eller mycket lite toxicitet kunde uppmätas efter 14 dagars nedbrytning utom i en produkt med traditionella ingredienser. Denna produkt finns inte kvar på marknaden i dag.

De flesta tvättmedel i denna undersökning verkar inte särskilt hämmande för nitrifikationen efter blandning med avloppsvatten men en del produkter måste undersökas vidare med mera utförliga nitrifikationshämningstester.

Miljömärkningen har synbarligen bidragit till att tvättmedlen har blivit bättre ur miljösynpunkt särskilt vad gäller nedbrytbarheten. Att det organiska innehållet bryts ned lätt är det allra viktigaste för att en produkt ska anses miljöanpassad. Då försvinner eventuell akut toxicitet snabbt och risken för långsiktiga toxiska effekter i miljön är eliminerad.

För reningsverkens del bidrar tvättmedlen sammantaget med knappt 7 % av syreförbrukningen, 2% av inkommande mängd suspenderade ämnen samt 6% av inkommande mängd fosfor. Skillnaden är dock stor mellan de tre olika tvättmedelsgrupperna. Fosfatbaserade tvättmedel innebär mindre mängder tensider, lägre toxicitet, mätt med mikrotox, mindre mängder suspenderade ämnen och lägre syreförbrukning. Fosfaterna kan avskiljas i reningsverken och återföras i kretsloppet. Förutsättningen är att reningsverket har fosfatrening och att slammet används som jordförbättringsmedel på jordbruksmark. Nackdelen med fosfater är åtgången av fällningskemikalier om inte biologisk fosforreduktion tillämpas.

**ISSN:** 1102-5638

**ISBN:** 91-88392-69-4

**Finansiering:** VA-FORSK, Stockholm Vatten AB och tvättmedelsleverantörerna

**Målgrupper:** Ingenjörer, Kemister, Miljöförvaltningar, Privat/Statlig verksamhet  
Tekniker

**Utgivningsår:** 1995

**Pris 1995:** 110 kr, exkl moms

### Utvärdering av VAVs läckagestatistik

*Ann-Christin Sundahl, LTH, Tekn vattenresurslära, Åse Hasselkvist*

**Föreliggande rapport innehåller en utvärdering av valda delar av VAVs årsstatistik från 1991-1992 och 1986-1987. Syftet med utvärderingen har varit att, utifrån den tillgängliga statistiken, försöka identifiera förhållanden som kan ha betydelse för läckagets storlek på ett vattenledningsnät samt jämföra situationen i olika svenska kommuner.**

Norra Sverige uppvisar generellt högre vattenförbrukning per ansluten person än södra Sverige. Det kan bero på att man i Norrland låter vattnet "stå på rinn" för att undvika att vattnet fryser i ledningarna. Dessutom har Norrland längre vattennät per ansluten person, vilket också kan öka förbrukningen per person. Studeras istället vattenförbrukning per meter ledning är det som väntat storstäderna samt kommunerna runt Mälardalen som ligger i topp.

En viss del av vattenförbrukningen redovisas som förluster. I de svenska kommunerna försvinner i genomsnitt 12 % av allt vatten som produceras. I utvärderingen har tre mått på förlusten tagits fram, procent av den totala förbrukningen, liter per meter ledning och dygn samt liter per ansluten person och dygn. Dessa har korrelerats mot olika parametrar för att studera vilka för-

hållanden som påverkar läckagets storlek. Resultaten visar att det finns en tendens till att förlusterna per meter ledning ökar med belastning på ledningsnätet ( $m^3/m, \text{år}$ ) och med ökad anslutningsgrad (pers/m ledning). I rapporten redovisas även hur vattenförlusten har förändrats från 1986-1987 till 1991-1992. 155 kommuner uppvisar minskad eller oförändrad förlust, medan 74 kommuner redovisar ökad vattenförlust.

I rapporten utvärderas även kostnaden för distribution och förvaltning av vattennät. Två olika mått används: kostnad per ledningslängd samt kostnad per vattenförbrukning. I genomsnitt ligger kostnaden för distribution och förvaltning per meter ledning och år på 14,5 kronor och per förbrukad kubikmeter vatten på 1,2 kronor. Det är inte helt oväntat de små kommunerna som har högst kostnad per vattenförbrukning.

En intressant fråga är om det finns ett samband mellan kostnad för distribution och förvaltning å ena sidan och vattenförlusternas storlek å den andra. Utvärderingen visar att kostnaden tenderar till att öka med ökad vattenförlust.

**ISSN:** 1102-5638  
**ISBN:** 91-88392-71-6  
**Finansiering:** VA-FORSK, Byggforskningsrådet, SBUF, Nordiska Plaströrgruppen, Betongrörsföreningen, VA-verket Malmö, LTH  
**Målgrupper:** Konsulter, VA-ingenjörer, Verksamma inom tillsynsområdet  
**Utgivningsår:** 1995  
**Pris 1995:** 150 kr, exkl moms

# Trädrötter och avloppsledningar. En fördjupad undersökning av rotproblem i nya avloppsledningar

Örjan Stål, SLU, Alnarp, Jörgen Rosenlöf

**I rapporten görs en genomgång av de förhållanden som haft betydelse för rotinträngning i avloppsledningar från slutet av 1970-talet och framåt.**

Undersökningen visar att inträngning av trädrötter även kan förekomma i nyare typer av avloppsledningar. Rotinträngningar har observerats på så väl betong som PVC-ledningar. 37 kommuner i Sverige har uppgett att man haft problem i avloppsledningar lagda från slutet av 1970-talet och framåt. I dessa 37 kommuner har rapporterats 63 fall av rotinträngningar i nya avloppsledningar.

Undersökningen visar att rotinträngningar i nya avloppsledningar till största delen uppstått i södra Sverige. Upptäckterna av rotinträngning har ofta skett i samband med åtgärder vid akuta driftstörningar. I 37 av de 63 studerade fallen fanns det tillgänglig information om den/de drabbade ledningarna i form av TV-film, protokoll eller fotografier.

De omständigheter som är dominerande för rotinträngning i nya avloppsledningar är följande:

1. Den vegetationen som fanns intill de drabbade ledningarna dominerades av pil och poppel.
2. Ledningarna var till största delen av betong med rullgummiringfog i de mindre dimensionerna. Det har även

rapporterats ett antal fall av rotinträngning i PVC-ledningar.

1. De drabbade ledningarna var ofta lagda i lerjordar på grunt djup.
3. Ledningarna var lagda under tidsperioden 1979-85.
4. Rotinträngningen upptäcktes i de flesta fall efter 1985.
5. 59% av de tillfrågade kommunerna kunde inte ge någon förklaring till rotinträngningen medan 27% trodde att det berodde på slarv i anläggandet.

Ett problem vid genomförandet av denna undersökning har varit att dokumentationen av inträffade fall på nya avloppsledningar varit mycket bristfällig. Detta kan ha att göra med att många kommuner idag inte är medvetna om att rotinträngning kan ske även i nyare avloppsledningar. Ansvariga i kommunerna bör därför tänka på att det inte går att utesluta rotinträngningar i nya avloppsledningar. Detta är något som kan öka i omfattning i takt med att ledningarna blir äldre och träden blir större, men förmodligen inte till den omfattning som vi idag ser på gamla ledningar.

För att undvika rotinträngning i nya avloppsledningar i framtiden, krävs att stadsplanerare, VA-tekniker, rörkonstruktörer och landskapsarkitekter tar åt sig av kritiken och i samverkan med varandra utvecklar sina idéer och kunskaper.

**ISSN:** 1102-5638

**ISBN:** 91-88392-73-2

**Finansiering:** VA-FORSK, Byggforskningsrådet

**Målgrupper:** Kommuner, Parkförvaltningar, Projektörer, VA-konsulter

**Utgivningsår:** 1995

**Pris 1995:** 110 kr, exkl moms

## Renovering av vattenledningar Riktlinjer för metodval, dimensionering och utförande

Thomas Johansson, Sverige, Per Romdal, Danmark, Øistein Torgersen, Norge

**Renovering och utbyte av vattenledningar blir allt mer aktuella alternativ till omläggning av ledningsnäten. Det finns flera metoder och produkter för att byta ut eller renovera en vattenledning schaktfritt, men det saknas handböcker med information och vägledning om hur valet av metod kan gå till.**

Vid förnyelse av ledningsnätet har ett av de stora argumenten mot schaktfri teknik varit att det inte funnits tekniska/ekonomiska möjligheter att renovera både avlopp och vattenledningar i samma ledningsgrav. Med nya produkter och metoder är detta nu möjligt men man får ofta utnyttja olika tekniker för självfallsledningar och tryckledningar vilket gör det svårt att finna rätt teknik till respektive ledningsnät.

1989 kom i Sverige den första handledningen för att välja, dimensionera och utföra en ledningsrenovering (VAV P66). Denna berörde avloppsledningar och det har också varit självfallsledningarna som fått den största uppmärksamheten i litteraturen. Även inom det internationella standardiseringsarbetet (CEN) för renovering, har intresset framförallt riktats mot självfallsledningar.

I denna rapport har inriktningen istället varit att redogöra för möjligheterna att renovera trycksatta ledningssystem och då speciellt för vattenledningar. Arbetet med rapporten har genomförts som ett Skandinaviskt samarbetsprojekt och den skall ge beställare, konsulter och entreprenörer ett enhetligt underlag för att

värdera, dimensionera och utforma lämplig renoveringsmetod för en vattenledning.

Rapporten är uppbyggd på ett likartat sätt som ovan nämnda VAV P66. Inledningsvis berörs de krav som bör ställas på en vattenledning vid en renovering och de rengörings- och undersökningsmetoder som kan användas. Därefter redovisas de faktorer som påverkar valet av metod samt hur väl de olika metoderna passar till ställda krav och vald ledningssträcka.

Tyngdpunkten i rapporten ligger på beskrivningen av de olika renoveringsmetoderna. Dessa indelas i metoder som kan dimensioneras för invändigt- och utvändigt tryck, metoder som kan dimensioneras för bara invändigt tryck samt beläggningsmetoder. Beläggningsmetoderna beskrivs istället något utförligare än de övriga metoderna.

De metoder som redovisas är:

- Kontinuerliga rör
- Formpassade rör
- Flexibla foder
- Flexibel slang
- Cementbruksisolering
- Epoxybeläggning
- Rörspräckning

Avslutningsvis redogörs för hur dimensioneringen av metoderna kan göras. För att underlätta för läsaren finns i rapporten ett antal tabeller och figurer som snabbt skall kunna ge svar på möjligheter och användbarhet av respektive renoveringsteknik.

ISSN: 1102-5638

ISBN: 91-88392-75-9

Finansiering: VA-FORSK, SBUF och Stockholm Vatten AB, Danska/Norska finansiärer

Målgrupper: Förvaltare, Entreprenörer, Konsulter, Leverantörer

Utgivningsår: 1995

Pris 1995: 150 kr, exkl moms



## Nya kemikalier - En utmaning för kommunala reningsverk Förstudie

*Björn Frostell och Bengt Hultman, KTH Vattenvårdsteknik, Jonas Röttorp,  
Peter Solyom, IVL*

**Rapporten beskriver inverkan av nya kemikalier på avloppsverkens funktion. Förekomst av långkedjiga fettsyror förs fram som en viktig orsak till ökade driftstörningar. Multivariata metoder används för att utvärdera driftdata från Borlänge och Gävle och bedöms kunna utvecklas till ett redskap för att förbättra processkontrollen.**

Under senare år har stora ansträngningar gjorts för att minska användningen av miljöfarliga kemikalier. Som ett led i denna strävan har nya kemikalier införts men kemikaliernas inverkan på avloppsverkens funktion har inte närmare beaktats.

- Förändringar i kemikaliesammansättning som kan ge betydande effekt på avloppsverkens drift är bl a:
- Nya hushållskemikalier framför allt fosfatfria tvättmedel
- Nya tvättkemikalier i bilvårdsanläggningar
- Nya industrikemikalier t ex hos ytbehandlare
- Den ändrade kemikalieanvändningen har medfört ökad tillförsel av följande kemikalier:
- Lättnedbrytbara tensider som vid nedbrytningen ger fettsyror oberoende av om tensiderna är anjoniska eller nonjoniska
- Zeoliter, som tidigare endast fanns i liten omfattning och som nu tillförs avloppsverken i form av partikulärt material
- Polykarboxylater, som inte tidigare tillfördes avloppsverken

Speciellt förekomsten av långkedjiga fettsyror har i denna rapport förts fram som viktig orsak

till ökade driftstörningar. Fettsyrorna kan påverka syreöverföringen samt medföra ökad risk för slamsvällning och skumbildning. Nya komplexbildare kan tänkas försämra det aktiva slammets flockbildning.

Förändringar i kemikaliers sammansättning har skett parallellt med ökade krav på avloppsverkens reningsresultat med bl a krav på många avloppsverk att införa kvävereduktion. För dessa verk erfordras en hög slamålder och detta kan gynna de långsamt växande trådformiga och skumbildande bakterier som *Microtrix parvicella* och *Nocardia*. Skumbildningen kan ge stora driftstörningar både i aktivslamsteget och röt-kammaren. För vissa verk kan ökade driftstörningar vara orsakade av en kombination av nya kemikalier och förändrade driftsätt. För att bättre förstå de olika driftstörningarna påpekas i rapporten behovet av att utveckla bättre karakteriseringsmetoder för avloppsvattnets och slammets sammansättning.

Det komplexa samspelet mellan nya kemikalier, förändrade driftsätt och observerade driftstörningar medför att nya metoder kan få ökad användning för att bättre förstå de olika sambanden. Olika metoder innefattar modellering, multivariat analys, systemidentifiering, kunskapsbaserade system och bildanalys. I rapporten redovisas användning av multivariat analys på driftdata från Borlänge och Gävle avloppsverk. Resultaten visade att den multivariata analysen ger möjlighet att tydliggöra avvikelser från normalt drifttillstånd. Utveckling av multivariata metoder bedöms vara ett kraftfullt redskap för att förbättra processkontrollen.

ISSN: 1102-5638

ISBN: 91-88392-77-5

Finansiering: VA-FORSK

Målgrupper: Förvaltningar, Konsulter, Miljövårdsmyndigheter

Utgivningsår: 1995

Pris 1995: 150 kr, exkl moms

## CD-ROM inom VA

*Leif W Linde, Eskilstuna Energi & Miljö AB, Gunnar Pettersson, CD-Sverige AB, Forskarbyn Ideon*

**Föreliggande rapport behandlar tänkbara användningsmöjligheter för CD-ROM-tekniken inom VA-området. Idéer och möjligheter med att använda CD-ROM-mediet redovisas samt teknik, ekonomi och marknad avseende CD-ROM-mediet.**

Till rapporten hör en CD-ROM-skiva som med hjälp av olika demos försöker illustrera olika användningsmöjligheter för tekniken. Det är upp till vars och ens fantasi att komma med idéer till vad detta nya lagringsmedia för stora datamängder kan användas till inom VA-tekniken. Det är också så att tekniken kan användas på en mängd andra områden än inom VA.

Rapporten redogör för behovet av datalagring inom VA-området, hur nuläget ser ut i

Eskilstuna kommun, vem som behöver informationen samt en vision om hur det skulle kunna se ut illustrerat med några exempel. Sålunda visas möjligheten att på en CD-ROM-skiva lagra all väsentlig information om VA-röret i Eskilstuna (c:a 800 st A1 -ritningar i rasterformat). Härigenom öppnas möjligheten med ett "kartverk på fickan".

Vidare behandlas juridiska aspekter, hur den bifogade demoskivan har gjorts, ekonomiska aspekter samt datafångst.

Slutligen beskrivs CD-ROM-tekniken, marknadsbilden inom området samt kostnader för utrustning m.m.

**ISSN:** 1102-5638  
**ISBN:** 91 -88392-79-1  
**Finansiering:** VA-FORSK  
**Målgrupper:** Konsulter, VA-sektorn  
**Utgivningsår:** 1995  
**Pris 1995:** 200 kr, exkl moms

## Kvalitetssäkerhet och leveranssäkerhet i distributionssystem för dricksvatten

*Bengt Zagerholm, VBB Viak AB, Göteborg, Rolf Bergström, VBB Viak AB, Stockholm*

Leveranssäkerhet i form av väl tilltagna ledningsdimensioner och reservoarvolymer är ofta väl tillgodosett i svenska distributionssystem för dricksvatten. Detta kan, i vissa fall, ha en negativ effekt på kvalitetssäkerheten. Syftet med detta projekt är att undersöka om åtgärder för att förbättra kvalitetssäkerheten erfordras. Åtgärder ska i så fall vara motiverade av vattnets kvalitetsförändring i distributionssystemet.

För ett utvalt område inom Jönköpings tätort har en hydraulisk beräkningsmodell upprättats. Under samtidig observation av hydrauliska parametrar som flöde, tryck och nivå har omfattande vattenprovtagning och analys utförts. Dessutom har en beskrivning av allmänna mikrobiologiska förutsättningar sammanställts.

I det aktuella området distribueras ett vatten av mycket god kvalitet. Vattnet åldras med cirka 2 dygn varav transporttiden i ledningarna uppgår till maximalt 1 dygn. Av utförda analyser och beräkningar framgår att vattnets järnhalt ökar med trans-

porttiden, dock utan att uppnå gränsvärdet för anmärkning enligt vattenkungörelsen.

Slutsatserna av projektet kan sammanfattas enligt följande:

- Någon enstaka entydig kvalitetsparameter som kan kopplas mot vattnets ålder finns inte.
- Ur ett brett spektrum av analyser måste en utsortering ske av eventuella parametrar som har ett samband med vattnets ålder.
- Beroende på vilka parametrar som påverkas kan man avgöra om vattnets totalålder eller transporttid är avgörande för kvalitetsförändringen.
- För att kunna optimera ledningsdimensionerna måste ålderns tillväxt i hela systemet beaktas.
- Den mot transporttiden ökande järnhalten är ett observandum för det aktuella distributionssystemet.
- Någon kvalitetsförändring i ledningsnätet, som skulle motivera åtgärder i det aktuella området för att minska transporttiden, har ej kunnat påvisas.

**ISSN:** 1102-5638

**ISBN:** 91-88392-81-3

**Finansiering:** VA-FORSK

**Målgrupper:** Huvudmän för vattendistributionssystem, Konsulter, Miljövårdsmyndigheter

**Utgivningsår:** 1995

**Pris 1995:** 110 kr, exkl moms

## Försöksrapport från biologisk fosforavskiljning vid Jämshögs reningsverk, Olofströms kommun

Carl-Johan Legeth, RUST VA-Projekt AB, Lund

**Under sex månader har biologisk fosforavskiljning studerats i fullskala vid ett kommunalt reningsverk med en låg industripåverkan.**

Den biologiska fosforeringen har i medeltal givit resthalter på 0,74 mg P/l i utgående biosedimenterat avloppsvatten. Reningsgraden motsvarar 75%, vilket har uppnåtts utan kemikalier och med förhållandevis kort uppehållstid, i medeltal 0,5 h i anaerobzonen. Den korta uppehållstiden har orsakats av stora tillrinningar under höst och vinter. Räknat på slamproduktionen har fosforandelen varit 3,3% av mängden suspenderad substans.

Inkommande vatten karakteriseras av stort inläckage och därmed låga fosfor- och BOD-halter. Industrianslutningen är låg, vilket ger få bidrag av lättillgängligt kol för biologiska fosforprocessen. Inläckaget resulterade i låga vattentemperaturer på 6-7 grader Celsius under långa tider vilket påverkar processen negativt.

Höga fosfatkoncentrationer i anaerobzonen har gett goda reningsresultat med avseende på fosfor. Därmed krävs höga fosfatsläpp för att ge tillräckligt upptag i efterkommande oxzon.

För att kontinuerligt nå under 0,5 mg P/l krävs någon form av fällningskemikalie eller eventuellt dosering med någon kol-källa. Andra möjliga alternativ kan vara att

öka uppehållstiden genom volymutbyggnad av anaerobdelen, vilket dock blir ekonomiskt svårt att motivera. Det har dock inte varit möjligt att klart finna något samband mellan kort uppehållstid och motsvarande försämrade fosforering. Endast svaga tendenser har pekats på detta.

Slamegenskaperna har i stort varit goda under hela försöksperioden samtidigt som yt slam aldrig förekommit. Avvattningsresultaten har inte påverkats av den nya processen.

En kort slamålder och moderat syrekonzentration har förhindrat nitrifikation i luftningszonerna. Därmed har inte någon denitrifikation kunnat ske varför inte heller kvävereduktionen ökat.

För att klara utsläppskraven för fosfor har 10-12 g Fe/m<sup>3</sup> krävts i efterfällningssteget. Den högre dosen järnklorid motsvarande 12 g Fe/m<sup>3</sup> har varit nödvändig för att upprätthålla acceptabelt siktdjup i sedimenteringsbassängerna.

Arbetet fortsätter med kemisk efterfällning med hälften aluminiumklorid och hälften järnklorid. Laboratieförsök har gett både god klarfas och låga restfosforhalter.

Det har genomgående varit låga metallkoncentrationer i avvattnat slam vilket är positivt för eventuellt jordbruksändamål.

**ISSN:** 11 02-5638  
**ISBN:** 91-88392-83-x  
**Finansiering:** VA-FORSK  
**Målgrupper:** Reningsverkspersonal, Konsulter  
**Utgivningsår:** 1995  
**Pris 1995:** 110 kr, exkl moms

## Organiskt avfall som växtnäringsresurs. Potential och förslag till forsknings- och utvecklingsinsatser

H B Wittgren

Rapporten utgör bakgrund till forsknings- och utvecklingsprogrammet **Organiskt avfall som växtnäringsresurs. Potentialen i organiskt avfall som växtnäringsresurs diskuteras, och FoU-behovet identifieras. Tyngdpunkten ligger på organiskt avfall från VA-sektorn.**

Huvudsyftet med FoU-programmet *Organiskt avfall som växtnäringsresurs* är att skapa tekniska, ekonomiska, miljömässiga, organisatoriska och sociala förutsättningar för att kunna recirkulera växtnäringsresurs i organiskt avfall i ett kretslopp mellan stad och land.

Programmet omfattar det organiska avfallens väg från källa eller behandlingsanläggning till åkermark, med kompletterade studier när det gäller effekter på mark, gröda och omgivning. Programmet omfattar alla typer av organiskt avfall. Tyngdpunkten ligger dock i organiskt avfall från VA-sektorn. Programmet avser att arbeta med både ett kort och ett långt tidsperspektiv. På kort sikt är det angeläget att stödja arbeten som syftar till en bra hantering av befintligt organiskt avfall, **främst avloppsvatten och slam**. Med ett längre tidsperspektiv i tankarna, är det emellertid viktigt att också initiera studier av de restprodukter som nya systemlösningar skapar, t. ex. källsorterade fraktioner som **humanurin, toalettavfall och organiskt hushållsavfall**.

Som ämne betraktat är **fosfor** det intressantaste ur resurssynpunkt. Studier som syftar till optimalt utnyttjande av den fosforfraktion som

finns i organiskt avfall är därför ett prioriterat område.

Mångfalden av organiska restprodukter, och möjligheterna till kombination av olika lösningar för hantering och utnyttjande, gör att omfattande **systemstudier** bör genomföras parallellt med den tekniskt-naturvetenskapliga, ekonomiska och sociologiska kunskapsutvecklingen, för att man skall kunna jämföra olika scenarier. Systemstudierna bör också kunna bidra till att angelägna FoU-insatser kan formuleras skarpare än annars vore fallet.

En ökad recirkulering av organiskt avfall i samhället innebär att **hygienfrågorna** kommer i fokus. Olika hygieniseringsmetoder behöver utvärderas i fråga om effektivitet, ekonomi och risk, så att systemstudier kan inkludera denna fundamentala miljöaspekt på ett riktigt sätt. Vidare är det viktigt att utforma nationella kriterier för vilka hygieniska krav som olika restprodukter måste uppfylla vid olika typer av användning.

När man studerar möjligheterna att återföra organiskt avfall från det urbana samhället till åkermark är **acceptansproblematiken** central. För att ge inspiration till formulering av vetenskapliga acceptansstudier struktureras denna problematik genom en översiktlig beskrivning av de perspektiv och de frågeställningar som antas vara avgörande för sju identifierade aktörgrupper: boende, jordbrukare, livsmedelsindustri, konsumenter, opinionsbildare, politiker och myndigheter.

<b>ISSN:</b>	1102-5638
<b>ISBN:</b>	91-88392-89-9
<b>Finansiering:</b>	VA-FORSK, Stiftelsen Lantbruksforskning, Byggnadsforskningsrådet, Naturvårdsverket, NUTEK
<b>Målgrupper:</b>	Entreprenörer, Forskare, Jordbrukskonsulenter, Konsulter, Tjänstemän
<b>Utgivningsår:</b>	1996
<b>Pris 1996:</b>	110 kr, exkl moms

## Rotinträngning i avloppsledningar. En undersökning av omfattning och kostnader i Sveriges kommuner

Örjan Stål, SLU, Alnarp

**Trädrötter som växer in i avloppsledningar och åstadkommer driftsstörningar är ett betydligt mer omfattande problem än vad man tidigare trott. Det visar bl a den enkätundersökning angående rotinträngningens omfattning hos Sveriges VA-förvaltningar, som gjorts inom ramen för projektet 'Trädrötter och Ledningar'.**

Av Sveriges 286 kommuner år 1993, så svarade 242 på enkäten och av dessa uppgav 99% att de hade problem med trädrötter som växer in i avloppsledningarna. Problemen med rotinväxning betecknas som måttliga till stora och problemets omfattning de senaste 3 - 5 åren betecknas som oförändrad till ökande. Rotinväxning i avloppsledningar sker främst på de äldre delarna av ledningsnätet, men i vissa kommuner har man även påträffat rotinträngning i nyare ledningar.

De vanligaste metoderna för att åtgärda avloppsledningarna som drabbats av rotinträngning är rotskärning, högtrycksspolning och i viss mån omläggning eller renovering av ledningarna. Den årliga totalkostnaden för att åtgärda rotproblem i Sverige uppskattas till ca 55 miljoner kronor (drift + omläggning/förnyelse). Denna siffra får nog anses som relativt låg bl.a. med tanke på att så få kommuner använde sig av någon form av uppföljning av problemen, samt att undersökningen av rotinträngnings omfattning endast omfattar kommunalt ägda avloppsledningar. Det finns härutöver en stor mängd privata avloppsledningar som inte ingått i undersökningen vilket talar för ett stort ekonomiskt mörkertal.

Vad gäller kontrollen över rotinträngningssituationen, så var det endast 39 av de totalt 239 kommunerna med problem som hade en plan, som angav problemets omfattning och vilka metoder som skall användas för att åtgärda avloppsledningar med rotproblem. Övriga kommunerna använde sig endast av akuta punktinsatser där problemen uppstod.

Dessa 39 kommuner har även de klart högsta kostnaderna när det gäller att komma till rätta med trädrötter i avloppsledningar, det visade de statistiska analyserna som har använts i denna undersökning. De statistiska analyserna visade också att kommuner som inte använder sig av en förebyggande plan mot rotinväxning har en dålig kostnadsuppföljning av de årliga driftskostnaderna för rotbekämpning.

Efter drygt två års studier av problemet med rotinträngningar i avloppsledningar så kan man konstatera att det fortfarande finns stora kunskapsbrister inom området och främst vad gäller befintliga anläggningar, där problem redan finns. De största och allvarligaste bristerna kan delas in i följande kategorier:

1. Åtgärder och metoder för att lösa befintliga rotinträngningsproblem.
2. Planering och samordning mellan "VA- och parksidan".
3. Avloppsledningsnätets förmåga att motstå rotinträngningar.

Rotinträngning i avloppsledningar är bevisligen ett problem som även i framtiden kommer att vålla bekymmer för träd- och VA-ansvariga i kommunerna. Rapporten presenterar därför förslag på åtgärder och metoder som kan hjälpa till att minimera problemet och hålla ner kostnaderna i framtiden.

ISSN: 1102-5638

ISBN: 91 -88392-87-2

Finansiering: VA-FORSK och Byggeforskningsrådet

Målgrupper: Kommuner, Parkförvaltningar, Projektörer, VA-konsulter

Utgivningsår: 1996

Pris 1996: 150 kr, exkl moms

### Källsorterad humanurin i kretslopp - Förstudie i tre delar

Håkan Jönsson, SLU, Anna Olsson och Thor Axel Stenström, Smittskyddsinstitutet, Gunnel Dalhammar, KTH

I den här rapporten redovisas en preliminär utvärdering av urinsortering med avseende på miljöpåverkan, resurs-hushållning, tekniska och socio-ekonomiska aspekter. En undersökning av mikroorganismers överlevnad i lagrad källsorterad humanurin redovisas samt inverkan av lagringstid, urin-spolvatten-lösningens utspädningsgrad, pH och temperatur på överlevnaden. Rapporten avslutas med en litteraturstudie.

Rapporten består av tre delar. I del I görs en första preliminär utvärdering av urinsortering. Minskningen av kväve- och fosforutsläpp p g a införd urinsortering blir kraftig från glesbyg-gens avlopp eftersom det är sämre rening där från början. Detsamma gäller kväveutsläppen med vatten renat i reningsverk utan långtgående kväverening. Urinen måste lagras och hanteras i slutna behållare samt myllas mycket snart efter spridning, annars kan ammoniak-emissionen bli mycket stor.

Med den källsorterade urinen kan stora mängder växttillgängligt kväve och fosfor, med mycket låga halter tungmetallhalter, återföras till produktiv jordbruksmark. Jämfört med ett konventionellt avloppssystem minskar dessutom vattenförbrukningen kraftigt. Dataunderlaget är ännu alltför osäkert för att det skall kunna avgöras om totala energiförbrukningen är högre vid kväverening i reningsverk eller vid urinsortering.

System med urinsortering kräver liten brukarinsats. Dessa bör vara tåliga mot icke-medverkande personer och påverkan av kli-

matet. Stora krav ställs på ledningarna för den källsorterade urinen. Ledningsdragningen bör, tills erfarenhet samlats, minimeras och göras lätt att underhålla.

I del II redovisas en undersökning av effekterna av lagringstid och av urinspolvattenlösningens utspädningsgrad, pH och temperatur på överlevnaden av vissa tillsatta mikroorganismer. Utifrån överlevnaden i lagrad urinlösning kan de undersökta organismerna delas in i två grupper. Halterna av den ena gruppens mikroorganismer, *Clostridier* och salmonellafager, påverkades inte under undersökningen (35-70 dygn), oberoende av utspädningsgrad, pH och temperatur. Ett undantag är bakteriofagerna som långsamt reducerades vid pH 4,5.

Den andra gruppen utgörs av övriga undersökta organismer, vilka avdödades i urinen med varierande hastighet. Avdödningen var väsentligt långsammare vid hög utspädning och vid pH mellan 6 och 8. Avdödningen var oftast långsammare vid 4 än vid 20°C. Avdödningen av fekala streptokocker var betydligt långsammare än den av gruppens övriga organismer.

Del III av rapporten består av en litteraturgenomgång av urinens sammansättning och egenskaper, sammansättningen på fällningar i urin, smittämnen och antibakteriella ämnen i urin, utsöndring av medicin, tungmetaller och farliga metaboliter, påverkan av urin på jord och nitrifikation av urinkväve. Urin som resurs har troligen underskattats, men riskerna med dess användning måste studeras ytterligare.

ISSN: 1102-5638

ISBN: 91-88392-91-0

Finansiering: VA-FORSK och Byggeforskningsrådet

Målgrupper: Forskare, Personer som arbetar med Agenda 21, Planerare, Tekniker

Utgivningsår: 1996

Pris 1996: 110 kr, exkl moms

## VA sett på nytt sätt

*Gösta Fredriksson, CTH, Bo Lannblad, NCC, Bengt Larsson, CTH,  
Ake Mattsson, Göteborgs VA-verk*

**I en tidigare rapport - "VA på entreprenad" - visades på nödvändigheten av entydiga och klara upphandlingsunderlag och på nödvändigheten av en kompetent beställare. Den naturliga följdfrågan är naturligtvis: "Hur gick det sen?" Fungerade upphandlingsdokumenten? Vilka problem stötte man på under själva förändringsprocessen? Hur fungerar det nu? Finns det problem för den framtida verksamheten?**

Under 1980-talet startade en diskussion i svenska kommuner om att föra över verksamheter i privat regi genom att till exempel entreprenadisera. I detta forskningsprojekt har vi följt några kommuner så långt de har kommit i sin omvandling från drift och underhåll i egen regi till drift och underhåll på entreprenad. Vi har besökt kommunerna och intervjuat aktörerna i processen. Dessutom har vi besökt en kommun i östra Tyskland som fört över sin verksamhet på entreprenad. Denna rapports syfte har således varit att genom att studera genomförandeprocesser och nuvarande verksamheter kunna finna problem och möjligheter för alternativa driftformer i kommunernas VA-verksamhet.

De två första kapitlen i rapporten ger en bakgrund till behoven av förnyelse och de möjligheter som finns att förändra verksamhetsformerna. Kapitel tre omfattar en beskrivning av fem kommuner som genomfört entreprenadisering samt en kommun som försökt men inte lyckats. Det visar sig att det tar lång tid från det att de första diskussionerna om att kommunen vill göra något tills det att entreprenören tar vid. Detta vållar bekymmer. Under hela denna tid läggs det mycket kraft på diskussioner och konflikter. I alla kommunerna uppstod omedelbart oro bland personalen när ryktena om entreprenadiseringen kom ut. När sedan

entreprenören tar över och verksamheten kommer i gång fungerar det lika bra som tidigare.

I kapitel fyra behandlas VA-verksamheten i Rostock, som i dag drivs av det privata bolaget "Eurawasser". Kommunen hade svårt att finansiera de satsningar som behövdes efter återföreningen 1990. Det stora investeringsbehovet inom VA-området medförde att det blev naturligt att söka privata intressenters medverkan i uppbyggnad och drift av VA-verksamheten. Vid sidan av detta problem hade man begränsad erfarenhet av och kompetens inom området som krävs för uppbyggnad och drift av anläggningar som utnyttjar modern västeuropeisk teknik. Övergången till privat drift verkar därför ha fått acceptans även om den inneburit kraftiga taxehöjningar.

I avslutningskapitlet diskuteras erfarenheterna från projektet och några slutsatser ges. Både på utbuds- och på efterfrågesidan finns det problem och man kan konstatera att marknaden en bit in på 90-talet avsevärt har mattats. Övergångsfasen från kommunal drift till entreprenad drift är problematisk. Den absolut övervägande delen av problem som uppstår under övergången är sådana som berör personalen. I de flesta kommuner fungerar verksamheten bra efter övergången. Detta gäller ur såväl de anställdas och entreprenörens som ur kommuninvånarnas synvinkel.

För de verksamheter som nu är i gång är det viktigt att följa vad som sker i relationen mellan beställare och entreprenör. Kommer denna relation att försämrats efter de första årens nyhets känsla kommer kontraktens utformning i fokus. Först då kommer vi förmodligen att kunna bedöma om de håller eller ej.

**ISSN:** 1102-5638

**ISBN:** 91-88392-85-6

**Finansiering:** VA-FORSK, SBUF

**Målgrupper:** Entreprenörer, Konsulter, Politiker, Tekniska kontor, VA-enheter

**Utgivningsår:** 1996

**Pris 1996:** 150 kr, exkl moms