

## Tryckslag i vattenledningsnät - några exempel

Johan Spännare, VBB VIAK, Stockholm

**Rapporten beskriver problemet med stora tryckvariationer i vattenledningsnät. Fyra exempel redovisas där datorprogram har använts för att beräkna variationerna.**

Oönskade tryckvariationer förekommer i större eller mindre utsträckning i nästan alla VA-anläggningar. Problemen med stora tryckvariationer har framförallt uppmärksammats i avloppsanläggningar. Problemen har i sådana fall varit uppenbara. Konstruktionsdelar har gått sönder och ledningsbrott inträffat till följd av för stora tryckvariationer. På senare tid har dock problemen börjat uppmärksammas även i vattenledningsnät, vilket framförallt denna rapport syftar till att belysa.

Höga tryck, s.k. tryckslag, kan uppkomma vid till- och frånslag av pumpar eller snabba ventilrörelser. Tryckslag kan orsaka skador på anläggningens olika konstruktionsdelar och i kombination med andra faktorer förorsaka ledningsbrott. På motsvarande sätt kan även mycket låga tryck förekomma. Framförallt hastiga pumpstopp och ventilstängningar orsakar kraftiga negativa tryckvågor som t.o.m. kan understiga atmosfärstrycket, dvs undertryck i ledningen sker. Detta kan i värsta fall leda till insugning av partiklar och förorenat vatten utifrån om otäta fogar finns på ledningen.

Den närmast explosionsartade utvecklingen på datateknikområdet de senaste åren har bidragit till att datorstödda beräkningsmetoder har blivit allt vanligare för att påvisa tryckvariationer. Följande rapport belyser hur man med hjälp av

datorprogram kan beräkna och påvisa tryckslagsfenomen i hela ledningsnät.

Rapporten kan i stort sägas omfatta följande:

- Inledande avsnitt med en allmän beskrivning av orsaker till tryckslag och tryckvariationer. Dessutom behandlas praktiska gränsvärden för tryck, tryckmätningar, skyddsanordningar mot tryckslag, samt beräkningsmetoder och datorprogram.
- Två enkla beräkningsexempel presenteras med en resultatdiskussion
- Två beräkningsexempel som omfattar vattenledningsnäten i Falun och Finspång. Genomförda mätningar beskrivs i detalj, sedan hur dessa användes för bl.a. verifiering av resultaten. Resultaten presenteras och analyseras slutligen, och tänkbara åtgärder diskuteras.
- I ett avslutande avsnitt beskrivs strukturen på det datorprogram, LICWATER Dynamisk, som använts för att beräkna de fyra exemplen. Dessutom beskrivs kortfattat andra datorprogram tillgängliga på marknaden.

De presenterade exemplen visar tydligt på att man med hjälp av datorprogram och mätningar, förutom att bara beräkna och påvisa redan kända tryckslagsproblem, också kan lokalisera var i anläggningen det kan finnas andra likartade problem. Beräkningsresultaten indikerar också var i anläggningen det kan vara lämpligt att sätta in ytterligare mätinsatser. Effekten av planerade åtgärder såsom luftklockor, långsamtstängande ventiler m.m. kan sedan i en ytterligare beräkningsomgång simuleras så att en optimering av åtgärderna kan ske.

ISSN: 1102-5638  
ISBN: 91-88392-45-7  
Finansiering: VA-FORSK  
Målgrupper: Kommuner, Konsulter  
Utgivningsår: 1998  
Pris 1998: 125 kr, exkl moms

### Tryckslags inverkan på vattenledningsnät

*Jakob Büchert, LICconsult A/S, Anders Svensson, VAI VA-Projekt AB*

**Rapporten redovisar en undersökning av ett möjligt samband mellan rörsador och uttalade trycktransienter i två kommunala vattenledningsnät. Det kan finnas ett samband – såsom t ex stora tryckskillnader vid stopp av pumpar vid vattenverk.**

Det vanligaste driftsättet i kommunala vattenledningsnät är att låta pumpar vid vattenverket styras av nivåer i vattentornet. Inte sällan är avståndet mellan start- och stoppnivå ganska litet, 0.5-1 m. Detta styrsätt medför många start och stopp av pumpar varje dygn. I vissa ledningssystem eller delar av ledningssystem kan problem uppstå p.g.a. utmattning, dvs efter ett antal lastväxlingar uppnås brott. Detta scenario kan vara förklaringen till en del av de skador som inträffar i ledningsnäten.

Två ledningsnät (Köping och Valdemarsvik) har studerats med hjälp av skade-

statistik, beräkningar och mätningar. Beträffande Valdemarsvik kan de skador som inträffat inte kopplas samman med trycktransienter. Dock befanns rampningstiden vid vattenverkets mjukstoppanordning vara för kort. En förlängning av denna tid föreslås.

För Köpings del har ett område identifierats med låga tryck och kraftigast tryckvariationer. Ledningsbrott har inte förekommit i högre grad, däremot har upprepade problem med färgat/grumligt vatten förekommit i detta område. Dessa problem berodde inte på tryckvariationerna, och har nästan helt eliminerats via luft/vattenspolningar. För att undvika låga tryck och kraftiga tryckvariationer i detta område föreslås att mjukstoppanordning installeras vid vattenverket, med en rampningstid på minst 60 sekunder.

<b>ISSN:</b>	1102-5638
<b>ISBN:</b>	91-88392-47-3
<b>Finansiering:</b>	VA-FORSK
<b>Målgrupper:</b>	Ingenjörer, Konsulter
<b>Utgivningsår:</b>	1998
<b>Pris 1998:</b>	125 kr, exkl moms

## Analys av redovisade kostnader enligt DRIVA Kostnadsjämförelser för åren 1993-1995

*Gilbert Svensson och Annika Malm, CTH, VA-teknik*

**Denna studie är en analys av DRIVA-anslutna kommuners kostnader för VA-verksamhet för åren 1993-1995. Med hjälp av nyckeltal har samband mellan en kommuns kostnad för VA-verksamheten och dess storlek och struktur analyserats.**

DRIVA-projektet startade 1987 i syfte att ge möjlighet till kostnadsuppföljning av drift och underhåll inom kommunal VA-verksamhet. DRIVA möjliggör också jämförelser mellan kommuner som kan stimulera till diskussioner om arbetsmetoder, teknisk utveckling, driftplanering, standard och servicenivå.

Grunden för analysen är en sammanställning av DRIVA-kommunernas kostnader för VA-verksamheten för åren 1993-1995. Den bygger på 3-årsmedelvärden för respektive kommun. I fortsättningen blir det möjligt att göra jämförelser för glidande 3-årsmedelvärden. Alla kostnader finns lagrade i en gemensam databas som uppdateras med nya siffror varje år. Antalet medverkande kommuner ökar stadigt. 1993 medverkade 11 kommuner och 1995 var antalet 25. I takt med att antalet medverkande kommuner ökar kommer säkerheten i analysen att öka de närmaste åren. Det är först när materialet är homogent som jämförelser kan göras och slutsatser dras om arbetsmetoder, kostnadsnivåer, lokala förhållanden etc.

Analysen har utförts med hjälp av jämförelse av nyckeltal av ekonomisk och teknisk karaktär. Vid analysen har kostnadsnyckeltal jämförts med produktionsmått och kommunal struktur. Samband mellan kostnader och produktionsmått har analyserats dels för totala förvaltningskostnader och dels uppdelat på administration, distribution och produktionskostnader. Det måste dock påpekas att beräknade nyckeltal är ganska trubbiga instrument

som inte tar hänsyn till lokala variationer i förutsättningarna. Det innebär att det finns utrymme för egna tolkningar av resultaten. Av analysen framgår att det är en relativt stor kostnadsspridning mellan kommunerna. En orsak kan vara eventuella skillnaderna i effektivitet mellan kommuner. Effektiviteten är inte undersökt i denna studie. En annan orsak kan vara skillnader i satsningar på t ex förnyelse och utredningar.

Vid jämförelsen mellan DRIVA-anslutna kommuner och landet i stort är tendenserna desamma. Ju effektivare ledningsnätet kan utnyttjas och ju tätare kommunen är, desto lägre blir kostnaden. Produktionsmått (volym/ledningslängd) och kommunal struktur (anslutna per ledningslängd) som är de nyckeltal som använts kan alltså användas för hela landet. Generellt sett ligger kostnaderna för DRIVA-kommunerna något lägre än kostnaderna för hela landet. Anledningen kan vara att DRIVA-kommunerna till största delen är stora kommuner med vissa stordriftsfördelar. En annan bidragande orsak kan vara att anslutna kommuner aktivt har tittat på sina kostnader, vilket kan ha gjort dessa kommuner effektiva-re.

Distributionskostnadernas storlek sammanhänger tydligt med produktionsmättet volym per ledningslängd och med kommunal struktur. Även produktionskostnaderna har en bra korrelation. Detta ger kommuner som inte är DRIVA-anslutna en möjlighet att få en uppfattning om hur höga produktions- och distributionskostnaderna bör vara i kommunen, om volym per ledningslängd eller anslutna per meter ledning är känt. De administrativa kostnaderna har däremot inget samband med varken produktionsmått eller kommunal struktur.

ISSN: 1102-5638

ISBN: 91-88392-49-X

Finansiering: VA-FORSK

Målgrupper: Entreprenörer, Kommunpolitiker, Konsulter, VA-förvaltningar

Utgivningsår: 1998

Pris 1998: 125 kr, exkl moms

## Långsamfilters reningspotential

Essie Andersson, VA Ingenjörerna AB

Rapporten beskriver hur reningsresultaten från 35 vattenverk med långsamfilter har sammanställts utifrån 1995 års analys- och driftdata. Undersökningarna har gjorts på filter i drift vid olika vattenverk som har olika råvatten.

I både Europa och USA har på senare tid satts mycket på forskning för att öka kunskan om biologiska processer i långsamfilter. Den forskningen är dock inte direkt applicerbar på Nordens ofta humusrika, näringsfattiga och kalla vatten. Därför har nya analysmetoder som är användbara även på våra vatten tagits fram. Undersökning av 35 långsamfilter, som gjorts genom enkät, visar att:

- den producerade vattenmängden per kvadratmeter filteryta mellan skumningarna är lika lång för långsamfilter som föregås av t ex kemisk fällning som för de utan förbehandling.
- filter med lägre belastning ger väsentligt mindre produktion mellan skumningarna, d v s har kortare filterperiod mätt i  $m^3/m^2$ , än de som belastas högre.
- en låg turbiditet och hög turbiditetsreduktion erhålls vid långsamfiltrering men färgvärdet påverkas måttligt.
- den kemiska syreförbrukningen  $COD_{Mn}$ , reduceras i genomsnitt med 20 %.
- några filter inte klarar SLV FS 1993:35:s krav beträffande  $COD_{Mn}$ , och färgvärde.

Reduktion av TOC och AOC samt ATP-innehåll i filtersanden mättes i 20 långsamfilter vid 11 anläggningar från augusti till januari. 16 av dessa var fullskalefilter i drift och 4 var pilotfilter. Anläggningarna har alla olika råvatten med olika temperatur beroende på intagsdjup. Några av långsamfiltren har

olika typer av förbehandling såsom kemisk fällning och snabbfiltrering. I fem anläggningar har två filtreringshastigheter undersökts, i ett har tillsats av alkali gjorts och till två filter har fosfor doserats.

Vissa gemensamma observationer har gjorts:

- hög vattentemperatur gav bättre reduktion av TOC, totalt organiskt kol, i filter som har årstidsvarierad temperatur.
- TOC-reduktionen ökade i ett filter, minskade i två och påverkades ej i två filter vid ökad belastning.
- ökad belastning gav ökad biologisk aktivitet, mätt som ATP i filtrets översta 6 cm.
- den biologiska aktiviteten mätt som ATP påverkades inte av skumningen.
- flertalet filter hade den lägsta biologiska aktiviteten i november, men sämsta TOC-reduktionen i januari, vilket var kallaste provtagningstillfället i denna undersökning.
- AOC-reduktionen var lägre i filter med kemisk förbehandling än utan.
- Dessutom gjordes en del intressanta iakttagelser såsom:
  - det kan finnas temperaturer, då TOC-reducerande bakterier är mindre aktiva.
  - det kan finnas en optimal belastning för varje filter, som beror på temperatur, föroreningsmängd och typ av organiskt kol.
  - det kan efter kemisk fällning finnas brist på näringsämnen/spårämnen för mikrobiologisk nedbrytning av organiskt material men också hämmande ämnen.
  - alg tillväxt och nedbrytning av alger kan spela en viktig roll i de biologiska processerna i långsamfilter.

ISSN: 1102-5638

ISBN: 91-89182-00-6

Finansiering: VA-FORSK

Målgrupper: Dricksvattenproducenter, Forskare, Konsulter, Tillsynsmyndigheter

Utgivningsår: 1998

Pris 1998: 150 kr, exkl moms

## Kontaktfiltrering av ytvatten - en teknik på frammarsch

Maria Byström, VAV AB

Rapporten beskriver 8 svenska ytvattenverk, som använder tre olika typer av kontaktfilter. Vid alla verk följdes kontaktfiltren av ett polersteg bestående av antingen kol-, långsam- eller snabbfilter. Vattenprov togs på råvatten, efter kontaktfilter och efter polersteg. Proverna analyserades med avseende på kemiska och mikrobiologiska parametrar.

Kontaktfilter är filter där sandbädden fungerar både som flockningskammare och separationsenhet. Användningen av dessa filter har ökat de senaste tio åren och kan förväntas öka ytterligare i framtiden. Särskilt vid nyanläggningar väljs ofta kontaktfilter, eftersom de tar liten plats i jämförelse med konventionella anläggningar med separata flockningskammare och sedimenteringsbassänger. Idag används kontaktfilter vid ett 30-tal ytvattenverk och vid ca 15 grundvattenverk.

I detta projekt undersöktes åtta ytvattenverk med tre olika typer av kontaktfilter. Sex av verken hade DynaSandfilter (från Nordic Water Products), ett hade Carexfilter (från Toveko) och ett använde Econfilter (från Ake Ros). De tre modellerna är alla uppströmsfilter men skiljer sig ganska mycket åt sinsemellan. DynaSandfilter och Carexfilter är kontinuerliga, d v s filtersanden tvättas under drift, medan Econfiltret ställs av för spolning. En annan skillnad är filterbäddens djup som för DynaSandfiltret är 2,0 meter, för Econfiltret 3,0 meter och för Carexfiltret endast 0,7 meter. Vid alla åtta vattenverk följdes kontaktfiltret av ett polersteg, bestående antingen av kol-, långsam- eller snabbfilter.

De åtta verk som ingick i projektet besöktes under våren 1995. Vid besöken studerades

driften av filtren och prov togs för mikrobiologisk och kemisk analys på råvatten, på vattnet efter kontaktfiltret och efter polersteget.

Resultaten av undersökningen visar att:

- vid fyra av de åtta verken hade vattnet direkt efter kontaktfiltren en aluminiumhalt som översteg gränsvärdet för en teknisk anmärkning på 0,10 mg/l.
- vid alla verk utom ett klarade vattnet direkt efter kontaktfiltret
- gränsvärdena för turbiditet, färg och COD<sub>Mn</sub>.
- efter polersteget var vattnet godkänt med avseende på de analyserade parametrarna vid alla verk.
- råvattnet vid de olika verken hade en turbiditet som varierade mellan 0,3 och 4,2 FNU och ett färgtal som låg mellan 15 och 80. Vid en jämförelse mellan kvaliteten på råvattnet och kvaliteten på vattnet direkt efter kontaktfiltren kunde inget samband ses. Ett verk med ett "besvärligt" råvatten kunde ha samma kvalitet på vattnet efter kontaktfiltret som ett verk med ett "bra" råvatten. ytbelastningen på kontaktfiltret varierade från 3,2 till 9,4 m/h. Man kan se ett samband mellan ökad ytbelastning och ökad turbiditet och aluminiumhalt hos det utgående vattnet.

Tidigare erfarenhet har visat att även pH, kemikaliedoser, inblandningsförhållanden och tvättvattenflöden påverkar kontaktfiltrets effektivitet. Trimning av anläggningen bör ske kontinuerligt så att förhållandena hela tiden anpassas till rådande råvattenkvalitet. Slutsatsen blir att kontaktfilter är ett bra alternativ till konventionella anläggningar om de sköts korrekt. De bör dock följas av ett polerfilter.

ISSN: 1102-5638  
 ISBN: 91-89182-01-4  
 Finansiering: VA-FORSK  
 Målgrupper: Kommunala vattenverk, Konsulter  
 Utgivningsår: 1998  
 Pris 1998: 150 kr, exkl moms

## Utvärdering av WEFs CD-kurs "Operations Training – Wastewater Treatment course"

José-Ignacio Ramírez, VBB VIAK AB

Rapporten beskriver utformningen och innehållet av multimediekursen "Operations Training – Wastewater Treatment Course" som har utgivits av Water Environment Federation (WEF). Huvudsyftet med utvärderingen var att undersöka om kursen är lämplig att använda i Sverige.

Utvärdering av WEFs CD-kurs i avloppsteknik har inkluderat följande etapper:

1. Granskning av kursinnehåll
2. Granskning av kurs av en referensgrupp
3. Analys av kostnader som förekommer i samband med kursens användning samt undersökning av alternativt material
4. Analys av kursens pedagogiska uppläggning
5. Slutsatser och förslag

Under den första etappen granskades kursens innehåll av rapportens författare. Kursgenomgång av referensgruppen samt insamling av kommentatorer och förslag genomfördes under den andra etappen. I referensgruppen ingick Jörgen Westerlund

från Strängnäs kommun samt personal från Brommaverket.

WEFs CD-kurs är en välgjord produkt. Det största hindret för att använda kursen i nuvarande form är att språket är engelska. Detta kan emellertid vara en fördel för de som behöver lära sig engelska facktermer. En nackdel är också att det ibland refereras till USAs förordningar och ickemetriska sorter.

Målgruppen för kursen i nuvarande skick kan vara konsulter och personal som arbetar med undervisning i avloppsteknik.

Om kursen skulle finnas på svenska skulle den vara bättre lämpad för mindre och medelstora avloppsreningsverk, särskilt för träning av nyanställd personal.

Större avloppsreningsverk kräver mer specialisering. I dessa fall skulle det vara bättre med ett antal moduler med större fördjupning.

<b>ISSN:</b>	1102-5638
<b>ISBN:</b>	91-89182-02-2
<b>Finansiering:</b>	VA-FORSK
<b>Målgrupper:</b>	Konsulter, VA-sektorn
<b>Utgivningsår:</b>	1998
<b>Pris 1998:</b>	125 kr, exkl moms

## Nordisk konferens om kväverening och biologisk fosforrening – 1997

*Bengt Göran Hellström och Anders Finnson, Stockholm Vatten AB*

**Rapporten beskriver de föredrag som presenterades vid den nordiska konferens om kväverening och biologisk fosforrening som hölls i januari 1997. Konferensen fokuserades på driftsfrågor.**

De nordiska centrala miljömyndigheterna Naturvårdsverket i Sverige, Finlands miljöcentral, Miljöstyrelsen i Danmark och Statens forurensningstilsyn i Norge, arrangerade i samarbete med VA-FORSK samt Föreningen Vatten i Sverige en nordisk konferens om kväverening och biologisk fosforrening. Konferensen hölls i Stockholm den 28-30 januari 1997 och var den femte nordiska konferensen om kväve- och fosforrening vid större avloppsreningsverk sedan starten 1989.

Baserat på såväl internationella överenskommelser som nationella miljöprogram har kraven på fosfor- och kväverening i Norden kraftigt skärpts på senare år. Många avloppsreningsverk i de nordiska länderna har utrustats med kväve- och fosforrening. Vidare pågår en utveckling av metoder för att på biologisk väg rena avloppsvattnet från fosfor. Utvecklingen

inom området har kommit längst i Danmark där ett stort antal reningsverk drivs med biologisk fosforrening.

Ett flertal av reningsverken utrustade med kväverening och biologisk fosforrening har varit i drift under en längre period och försöks- och drifterfarenheter från dessa är viktiga att tillvarata. Syftet med konferensen var att sprida nyvunnen kunskap så att framtida misstag och onödigt höga investerings- och driftskostnader undviks.

Konferensen fokuserades på driftsfrågor. På programmet stod bland annat följande:

- Biofilprocesser för kväverening och biologisk fosforrening
- Modifierade processer
- Driftserfarenheter av kväverening och biologisk fosforrening
- Stora anläggningar – uppstart och strategier för kvävereduktion
- Forskning och utveckling
- ”Inte alldeles vanliga processer”
- Lösningar på olika driftsproblem
- Mätmetoder och reglerteknik

**ISSN:** 1102-5638

**ISBN:** 91-89182-03-0

**Finansiering:** VA-FORSK

**Målgrupper:** Forskningsinstitutioner, Förvaltningar, Konsulter, Myndigheter

**Utgivningsår:** 1998

**Pris 1998:** 200 kr, exkl moms

## Toluen i avloppsslam – En studie av Lingsheds reningsverk

Thomas Hellström, VAV, Hans Hedvall, Falu kommun

Rapporten beskriver orsakerna till att man hittar förhöjda toluenhalter i slam, vilket har studerats vid mindre reningsverk i Lingshed, som saknar industrianslutning. Den största anledningen är att toluen bildas i reningsverket då slam lagras anaerobt. En annan anledning är att toluen tillförs genom utnyttjande av flytande polymer vid slamavvattnings. Dessa anledningar är tillräckliga för att gränsvärdet 5 mg/kg TS för slam ska överskridas. Någon miljö- och hälsorisk kan ej föreligga oavsett vilken halt det kan bli.

Toluenhalten i slam har i många fall funnits vara hög eller mycket hög. Detta har speciellt observerats vid mindre reningsverk. Någon klar orsak till dessa förhöjningar har inte funnits. Av denna anledning har slam och avloppsvatten från mindre reningsverks olika delsteg analyserats avseende toluen. Reningsverket som studerades var Lingsheds reningsverk, Falu kommun, som har en belastning av 530 pe. Reningsverket saknar industrianslutning.

Analyserna visade att en orsak till förhöjda toluenhalter i avvattnat slam beror på att toluen finns i den flytande polymer som används i samband med slamavvattningen. Enbart detta kan ge ett tillskott på 5 – 10

mg/kg då avdunstningsförlusterna är medtagna. Vidare bildas toluen vid reningsverket. Denna bildning sker då avskilt slam lagras anaerobt. Toluhalten kan då öka till minst 30 mg/kg och sannolikt mycket högre halter än så. Detta är en förklaring till att man ofta kan finna höga halter av toluen i slam från mindre reningsverk beroende på att slam vid sådana verk lagras längre tid än vid större. De haltnivåer man finner är starkt beroende på hur mycket slammet luftas under slambehandlingen. Merparten av den i slammet bildade och via polymerblandningen tillförda toluenmängden har i de flesta fall avdunstat före provtagning av avvattnat slam.

Analysosäkerheterna för toluen är mycket stora – i storleksordningen en faktor 10. Detta tillsammans gör att det inte är en fråga om gränsvärdet 5 mg/kg kommer att överskridas utan snarare en fråga om när.

Några egentliga miljörisker orsakade av toluen i de halter det kan vara fråga om finns ej, dvs oavsett gränsvärden överskrids eller ej. Någon verklig problemställning saknas således.

ISSN:	1102-5638
ISBN:	91-89182-04-9
Finansiering:	VA-FORSK
Målgrupper:	Allmänhet, Kommuner, Myndigheter
Utgivningsår:	1998
Pris 1998:	125 kr, exkl moms



## Långtidseffekter av storskalig avloppsinfiltration – Erfarenheter från Berlin-Brandenburg

Per-Arne Malmqvist, Viveka Ramstedt, Hans Björkman, SWECO

Rapporten beskriver sk Rieselfelder som i över hundra år använts för bevattning och infiltration i Berlin-Brandenburg och nu ställs av. Både marken och grundvattnet på avställda Rieselfelder uppvisar tydlig påverkan av avloppsinfiltrationen. I flera avseenden överskrids såväl tyska som svenska riktvärden.

Ett Rieselfeld är ett stort fält där avloppsvatten från hushåll och industrier efter slamavvattnings påförts odlingar för bevattning och infiltration. Så gott som allt avloppsvatten från Berlin tillfördes under en lång tid till olika Rieselfelder. År 1905 hade cirka 22 000 ha tagits i anspråk.

Dessa Rieselfelder ställs nu av undan för undan och ersätts av moderna reningsverk. I samband med denna avställning har ett flertal undersökningar av grundvatten, mark och växtlighet genomförts. Resultaten visar:

- Att **marken** på avställda Rieselfelder är tydligt kontaminerad med tungmetaller och oönskade organiska ämnen. I flera avseenden överskrids såväl tyska som svenska riktvärden. Graden av påverkan varierar emellertid kraftigt med hur de undersökta ytorna använts. Halterna i jorden på lågbelastade ytor överskrider bara de svenska riktvärdena med avseende på kadmium. Det måste antas att de ytor som uppvisar de högsta halterna tungmetaller och organiska ämnen fått ta emot stora andelar industriellt avloppsvatten.
- Att **grundvattnet** uppvisar tydlig påverkan av avloppsinfiltrationen. Man kan se förhöjda halter av salter och kväve, samt spår av metaller. Påverkan är emellertid mindre än vad man haft anledning att tro efter 100 års infiltration av avloppsvatten. Berlins geologi är dock komplicerad med flera akviferer, mer eller mindre avskilda från var-

andra. Transporttiderna i grundvattnet är långa.

Tillförseln av föroreningar till grundvattnet från avställda Rieselfelder befaras öka i framtiden. När tillförseln av avloppsvatten till ytorna har upphört, har efter en tid det organiska materialet börjat brytas ned, vilket tillsammans med sjunkande pH-värden medför att metaller mobiliseras och transporteras ned till grundvattnet. Vattentillgången minskar också när den konstgjorda grundvattenbildningen upphört. De minskande vattenhalterna i jorden i kombination med den ökande nedbrytningen av organiskt material medför också att växtligheten skadas.

Vid jämförelser med svenska anläggningar för infiltration och bevattning måste man ta hänsyn till de stora skillnader som finns i funktion, geologi och driftsätt mellan de svenska och tyska anläggningarna. Rimliga slutsatser är:

- Att svenska bevattningsanläggningar för energiskog belastas mycket lägre än Rieselfelder och normalt inte tillförs industriellt avloppsvatten. Sådana effekter på grundvatten och framför allt mark som vid Rieselfelder torde inte uppkomma i Sverige.
- Att svenska infiltrationsanläggningar belastas ungefär dubbelt så mycket som Rieselfelder men att de inte tillförs industriellt avloppsvatten och att de anläggs och drivs på ett mer ändamålsenligt sätt. De trots allt ringa effekterna på grundvattenkvaliteten i Berlin ger inte anledning att tro att det finns någon långsiktig risk för allvarlig förorening av grundvattnet vid normalt anlagda och skötta svenska infiltrationsanläggningar.

ISSN: 1102-5638

ISBN: 91-89182-05-7

Finansiering: VA-FORSK/VAV AB, Byggeforskningsrådet, SWECO

Målgrupper: Forskare, Tillsynsmyndigheter, VA-planerare

Utgivningsår: 1998

Pris 1998: 200 kr exkl moms

## Struktur för ledningssystem VA

*Gunnar Mellström, Marks kommun, Jan Adamsson, Aqua Tech Consult*

**Rapporten beskriver hur en struktur för ett ledningssystem för VA-verksamheten kan utformas som uppfyller ISO-standardens krav för såväl kvalitets- som miljöledningssystem.**

Kvalitets- och miljöfrågor är egentligen ingenting nytt för VA-verksamheten utan det har varit en naturlig del i det dagliga arbetet under lång tid. Det nya är att omgivningen börjar ställa krav på att kvalitets- och miljöarbetet ska vara strukturerat och dokumenterat samt att det finns en kvalitets- och miljöpolicy.

Inom industrin har man hittills som regel följt ISO-standarderna 9000 och 14 000 strikt. I ett tidigt skede stod det klart att det skulle bli svårt att strikt tillämpa ISO-standarderna på hela VA-verksamheten. Arbetet inriktades därför på att få fram ett VA-anpassat styrsystem som uppfyller ISO-standardens krav.

För att kunna hantera kompletteringar och ändringar i dokumentationen måste systemet ha en struktur och varje dokument en egen identitet som gör att de enkelt kan hanteras i ett datorbaserat system. Varje dokument i ledningssystemet ges en bokstavsbezeichnung A – X efter vilken verksamhetstyp dokument avser samt en tresiff-

rig kod som anger vilken typ av dokument/aktivitet det handlar om. Strukturen följer vattenflödets väg från grundvattentäkt till recipient och har följande verksamhetsindelning:

### Verksamhetsledning

- A. Styrning
- B. Ledning
- M. Miljöfrågor

### Kärnverksamhet

- D. Vattenverk
- E/F Ledningsnät
- G. Avloppsverk

### Stödfunktioner

#### Teknik

- O/P. Utredning/Projektering
- Q. Analyser
- T. Vattenmätare

#### Administration

- H. Kundservice
- I. Personal
- J. Ekonomi

Fördelarna med den VA-anpassade strukturen är bl a att den är lättbegriplig, logiskt uppbyggd med hänsyn till "VA-flödet" och att den kan användas av andra verksamheter än vatten- och avloppsförsörjning. Ledningssystemet karaktäriseras av "ordning och reda och sunt förnuft".

ISSN: 1102-5638  
 ISBN: 91-89182-06-5  
 Finansiering: VA-FORSK  
 Målgrupper: VA-förvaltningar  
 Utgivningsår: 1998  
 Pris 1998: 125 kr exkl moms

## Ozonbehandling följt av långsamfiltrering vid dricksvattenframställning

Anette Seger, Air Liquide Gas AB

**Pilotförsök med ozonbehandling av dricksvatten har gjorts vid Norsborgs vattenverk. Ozoneringens effekt på vattnets organiska innehåll samt bildningen av oxidationsprodukter studerades. Vidare studerades klorbehovet samt bildningen av klororganiska produkter vid klorering med respektive utan ozonbehandling.**

Försöken gjordes dels med förozonering följt av kemisk fällning och långsamfiltrering, dels med kemisk fällning, mellanozonering följt av långsamfiltrering. Försök gjordes också *utan* kemisk fällning, med ozonering följt av långsamfiltrering.

I försöket studerades dels vattnets kvalitet efter respektive processteg med betoning på organiskt material, dels bildningen av oxidationsprodukter vid ozoneringen samt reduktionen av dessa vid långsamfiltreringen. Vidare studerades ozoneringens effekt på klorbehovet vid slutdesinfektion med klor och därmed bildningen av klorerade organiska föreningar, såsom THM och AOX. En separat studie av den mikrobiologiska aktiviteten i långsamfiltersanden, bl a mätt som ATP gjordes också.

Ozonbehandlingen påverkade reduktionen av organiskt material vid långsamfiltreringen positivt. Reduktionen av COD<sub>Mn</sub> vid långsamfiltreringen förbättrades med upp till 178% i kallt vatten (<10°C) och med upp till 90% i varmt vatten (>10°C). Bäst resultat erhöles vid mellanozonering. Livsmedelsverkets riktvärde på 2 mg O<sub>2</sub>/l, som ej kan uppnås med kemisk fällning vid Norsborgs vattenverk, kunde klaras med ozonbehandling i kombination med

kemisk fällning. I kallt vatten krävdes dock mellanozonering vid ozondosen 4 mg/l. Vid försöken *utan kemisk fällning* i varmt vatten kunde Livsmedelsverkets gränsvärde på 4 mg O<sub>2</sub>/l klaras med ozonbehandling följt av långsamfiltrering, dock ökade turbiditeten något.

Vid slutdesinfektionen minskade klorbehovet markant i det ozonbehandlade vattnet under de första timmarna efter kloreringen jämfört med referensen. Klorförbrukningen var upp till 75% lägre under den första timmen och 46% lägre tre timmar efter kloreringen i det ozonbehandlade vattnet. Samtidigt minskade bildningen av klororganiska biprodukter, mätt som THM, med 50-85% och AOX med 30-50%. Intressant var att klorförbrukningen mätt en timme efter klorering korrelerade linjärt med UV-absorbansen i provet.

Oxidationsprodukterna mätt som AOC<sub>P17</sub>, AOC<sub>NOX</sub> och lågmolekylära aldehyder ökade kraftigt, framförallt i varmt vatten vid höga ozondoser. Vid långsamfiltreringen bröts dessa oxidationsprodukter effektivt ned och skillnaderna mellan linjerna i utgående vatten var små.

Den biologiska aktiviteten i långsamfiltersandens översta skikt var högre efter ozonbehandling jämfört med referensen i kallt vatten. Den biologiska aktiviteten i filtrets översta skikt ökade hos båda linjerna då råvattentemperaturen ökade. Längre ned i filtren erhöles inte någon större skillnad i biologisk aktivitet mellan filtren och där påverkades inte heller aktiviteten nämnvärt av råvattentemperaturen.

ISSN:	1102-5638
ISBN:	91-89182-07-3
Finansiering:	VA-FORSK
Målgrupper:	Forskare, Kommuner, Miljö- och hälsoskyddsförvaltningar, Konsulter
Utgivningsår:	1998
Pris 1998:	150 kr, exkl moms

## Nitrifikationshämning i svenska kommunala avloppsvatten – Undersökningar med screeningmetoden och renkulturer av nitrifikationsbakterier

*Karin Jönsson, LTH, VA-teknik; Camilla Grunditz, KTH, Biokemi och Mikrobiologi*

**Rapporten beskriver hur nitrifikationshämning i svenska kommunala avloppsvatten har studerats med screeningmetoden och med renkulturer av nitrifikationsbakterier. En översiktlig jämförelse mellan de använda metoderna har gjorts.**

Problem med nitrifikationshämning har tidigare noterats på några avloppsreningsverk i Sverige, men undersökningar som visar den generella bilden av förekomsten har saknats. Projektets målsättning har varit att kartlägga omfattningen av nitrifikationshämmande ämnen i avloppsvatten till svenska reningsverk och att jämföra olika metoder för bestämning av nitrifikationshämning. Metoderna som använts i undersökningen är screeningmetoden och två renkulturmetoder baserade på *Nitrosomonas* och *Nitrobacter* (Grunditz et al., 1996). I undersökningen ingår avloppsvatten från 109 svenska reningsverk, utvalda så att prover från i stort sett alla svenska reningsverk, där krav på kväverening är eller kan bli aktuella, är med.

Renkulturmetoderna värderar ca hälften av de undersökta avloppsvatten som nitrifikationshämmande. Den funna nitrifikationshämningen är inte för någon av metoderna knuten till någon viss storlek på reningsverken eller till något speciellt geografiskt område i Sverige. Inga samband har heller funnits med ammoniumhalt, COD-halt eller konduktivitet i avloppsvattenproverna. Tillförsel av lakvattentillförsel verkar inte heller påverka.

Generellt spelar det ingen roll för uppmätt hämning hur stor andel av flödet som härrör

från industrin. Inga speciella industrityper har konsekvent funnits ge hämningsproblem. Dock har mest konstant och hög hämning funnits på ett reningsverk med stor och varierad industrianslutning. Inget generellt hämningsmönster under veckan kan särskiljas för de reningsverk där hämning noterats.

Undersökningarna med screeningmetoden av en rad reningsverk med kväveavskiljning och hämmande ämnen i tilloppet visar att verkens egna slam är betydligt mindre känsliga för hämning på grund av de egna avloppsvatten än det gemensamma referensslammet är. Denna effekt är dock som minst när hämningen är som störst och därmed mest kritisk.

Renkulturmetoderna värderar ett större antal prover som starkt hämmande och en större andel som stimulerande för nitrifikationen än screeningmetoden. Av de tre använda metoderna värderar Nitrobactermetoden flest prover som starkt hämmande respektive stimulerande. Samtidigt har det också visats att screeningmetoden i vissa fall har störst förmåga att detektera starkt nitrifikationshämmande ämnen.

Det har visats att de prover som screeningmetoden utpekar som starkt nitrifikationshämmande också enligt de andra metoderna innehåller hämmande ämnen. Bland de prover som renkulturmetoderna värderar som starkt hämmande återfinns dels prover som screeningmetoden och den andra renkulturmetoden också betraktar som starkt hämmande, dels en rad prover som med de andra metoderna värderas som svagt hämmande, ej hämmande eller t o m stimulerande.

**ISSN:** 1102-5638

**ISBN:** 91-89182-08-1

**Finansiering:** VA-FORSK

**Målgrupper:** Forskare, Konsulter, Miljövårdsmyndigheter, Reningsverkspersonal

**Utgivningsår:** 1998

**Pris 1998:** 125 kr, exkl moms

## Katjoniska polyakrylamider – Inverkan på markens mikrobiologi

Mats Johansson, SLU, Mikrobiologi, Nicklas Paxéus, GRYAAB, Cajsa Wahlberg, Stockholm Vatten, Lennart Torstensson, SLU, Mikrobiologi

Rapporten beskriver hur effekter på markbiologin undersöktes vid tillsatser av fem katjoniska polyakrylamider, samt tillsats av en katjonisk polyakrylamid i kombination med slam. Parametrar som undersöktes var nitrifikation, markandning och mikrobiell biomassa.

Användningen av polyelektrolyter, främst baserade på polyakrylamid (PAM), är omfattande – i Sverige använde VA-branschen omkring 1600 ton under 1996. En mindre mängd används för dricksvattenproduktion. Tillsats av polyelektrolyter till slam rör sig normalt omkring 2000-5000 ppm på TS-basis vilket innebär att slammet kommer att innehålla tämligen höga halter av kemikalierna. Detta att jämföra med de relativt sett mycket små mängderna av tungmetaller och andra kemiska ämnen.

Kunskapen om de biologiska effekterna vid en tillsats av polyelektrolyter till mark är bristfällig. Avsikten med det nu rapporterade arbetet var därför att belysa fem PAM:s akuta effekter på mikrobiell biomassa och aktivitet. Vi analyserade effekter av ren PAM samt kombinerade tillsats av PAM-behandlat slam. Eftersom det vid hydrolys av polymeren avspjälkas kolin undersöktes också hur denna påverkar mikroorganismerna. De markbiologiska parametrar som analyserades var basrespira-

tion, substratinducerad respiration samt nitrifikation.

De flesta respirationsstudierna indikerar en förändring av mikroorganismpopulationen under den tid jorden inkuberades tillsammans med PAM (10 dagar). Andelen organismer med förmåga att växa på glukos ökade. Detta beror på en omfördelning från icke-växare till växare. Samtidigt ökade också kol-mineraliseringen i takt med ökade doser PAM. Rena tillsatser av PAM stimulerade mikrobiell aktivitet, med största sannolikhet beroende på den efterföljande hydrolysen av kolin, som kan användas som energisubstrat. Denna effekt fanns ej kvar vid inblandning av slam som avvattats med hjälp av PAM.

Nitrifikationspotentialen stimulerades vid tillsatser av ren PAM. Orsaken till denna stimulering är okänd, men det är inte troligt att den beror på mineraliserat kväve från polymeren eftersom kväve tillsattes i överskott till alla försöksled.

Polyakrylamid, vid tillsats som ren polymer eller tillsammans med slam, har inte visat sig medföra några påvisbara effekter på markrespiration, biomassa eller nitrifikation i det kortare perspektivet. Vad som händer med markens mikroorganismer under en längre tids exponering för polymeren är dock fortfarande okänt och bör utredas.

ISSN: 1102-5638

ISBN: 91-89182-09-X

Finansiering: VA-FORSK

Målgrupper: Jordbruksverket, Kemikalieinspektionen, Lantbruket, Livsmedelsindustrin, Livsmedelsverket, Länsstyrelser, Miljöförvaltningar, Naturvårdsverket, VA-sektorn

Utgivningsår: 1998

Pris 1998: 125 kr exkl moms

## Miljöledningssystem för avloppssystem – En handledning

*Ann-Carin Andersson, Miljökonsult Ann-Carin Andersson, Ann-Charlotte Bauer, Ener-  
gikonsult A BAUER AB*

**Rapporten är en handledning för införande av miljöledningssystem enligt ISO 14001 för en avloppsverksamhet omfattande både ledningsnät och avloppsreningsverk. För att åskådliggöra de olika ingående momenten, finns exempel från VA-verket i Hässleholm redovisade i handledningen.**

Ett miljöledningssystem är ett styrmedel för att nå de miljömål en verksamhet har. Miljöledningssystemet samlar och omfattar olika verktyg (tillstånd enligt ML, saneringsplan, slamrevision m fl) till ett gemensamt i syfte att driva miljöarbetet inom en organisation. Miljöledningssystemet kan sedan kopplas ihop och samverka med andra styrmedel som t ex ekonomi, arbetsmiljö, kvalitet mm.

Ett miljöledningssystem består av följande fyra huvudsteg:

1. Planering (miljöpolicy, miljöutredning, miljömål, handlingsprogram)
2. Genomförande (organisation, kompetens, dokumentation och kommunikation)
3. Uppföljning (övervakning, mätning, korrigering av avvikelser och miljörevision)
4. Förbättring (ledningens genomgång)

Arbetet bör starta med att man skapar en arbetsgrupp som aktivt skall arbeta med uppbyggnaden av systemet. En person i arbetsgruppen utses som dokumentansvarig. Förutom deltagarna i arbetsgruppen är det viktigt att all övrig personal engageras i utbildning och faktainsamling.

Till grund för miljöledningsarbetet ligger miljöutredningen. Det är därför av stor vikt att lägga ner mycken möda vid genomförande av miljöutredningen under planeringsfasen. Mil-

jöutredningen är det dokument som redovisar "var vi står idag, hur påverkar vi miljön" och miljöpolicy "hit vill vi nå på lång sikt". En väl genomarbetad miljöutredning underlättar även arbetet med att sätta upp miljömål för verksamheten och därmed formulering av handlingsprogram. I genomförandefasen skall klarläggas vilka tjänster/personer som har en roll i miljöarbetet, vilken rollen är, vilket ansvar och befogenhet det innebär samt till vem rapportering sker. Därtill skall personalen ha adekvat utbildning och erfarenhet för de arbetsuppgifter och ansvarsområden som vederbörande tilldelats. Individuella utbildningsplaner skall därvid upprättas.

Uppföljningsfasen innebär att rutiner för hur målen skall följas upp skall fastläggas. Uppföljningen skall göras dels löpande i det dagliga arbetet och med längre intervall. Den löpande uppföljningen stämmer i princip med dagens form av kontrollprogram, men beroende på målen för verksamheten, kan det finnas behov att utveckla ett befintligt kontrollprogram.

Uppföljningen som sker mer sällan kallas för miljörevision och avser en genomgång av systemet för att bedöma om uppsatta mål har uppfyllts och hur systemet kan förbättras. Det väsentligaste kravet på systemet är att det skall verka för ständig förbättring. Uppföljning och utvärdering sker med utgångspunkt från genomförd miljörevision.

När miljöledningssystemet använts i organisationen i minst tre månader, kan certifiering av verksamheten ske. De företag som utför certifieringar är normalt ackrediterade av SWE-DAC.

**ISSN:** 1102-5638

**ISBN:** 91-89182-10-3

**Finansiering:** VA-FORSK

**Målgrupper:** Konsulter, VA-planerare, Tillsynsmyndigheter

**Utgivningsår:** 1998

**Pris 1998:** 150 kr, exkl moms

## Dricksvattensituationen i Sverige

Anders Hult, Livsmedelsverket

Rapporten beskriver det allmänna kommunala dricksvattnet i Sverige. De aspekter som behandlas är bland annat kvalitet, säkerhet och kostnader. En slutsats är att risken för att bli sjuk av dricksvatten är liten. Det finns dock brister i tillsynen av anläggningarna och det är inte ovanligt att kvaliteten tillfälligt försämras. I viss utsträckning diskuteras även enskilda anläggningar.

### *Kvalitet*

Varje år blir konsumenter sjuka på grund av förorenat dricksvatten. Antalet akut sjuka är dock flera gånger lägre jämfört med de som blir sjuka av mat. Kroniska sjukdomar (exempelvis cancer) är en annan riskfaktor. Även i detta avseende är dricksvattnet orsak endast till en liten andel av det totala antalet drabbade.

Utöver hälsoaspekterna finns det estetiska krav: vattnet ska vara angenämt att dricka och tilltalande för ögat. Här finns en del mer eller mindre tillfälliga problem.

### *Konsumenternas åsikter*

Enligt en enkät omfattande 34 kommuner ansåg mellan 5 och 35 procent av konsumenterna att vattnet inte var helt tillfredsställande. En annan enkät visar att var tionde konsument oroades av att vattnet kunde vara hälsofarligt. Att så många konsumenter – med eller utan rätt – är mindre nöjda eller oroade, är inte acceptabelt om förhållandet är representativt för hela landet. Dels behöver informationen kring

dricksvattnet förbättras, dels behöver vattnets kvalitet förbättras på flera håll.

### *Tillsyn*

Trots dricksvattenkungörelsens regler och råd finns det svagheter i många producenters tillsynsprogram. Förorenade vattentäkter är orsak till en stor andel av de allvarligaste problemen. Med tillsynsprogram och åtgärder som i högre utsträckning tar hänsyn till anläggningarnas svaga punkter kan en väsentlig andel av riskerna och olägenheterna undanröjas.

### *Behov av konkreta kvalitetsmål*

Inte många producenter har utarbetat konkreta kvalitetsmål för sina anläggningar, för att så nära som möjligt nå dricksvattenkungörelsens syfte att "garantera" att konsumenterna får ett vatten av god kvalitet. Många gånger tenderar man att "tills vidare" acceptera vissa kvalitets- och säkerhetsbrister. Särskilt gäller detta dricksvattnets estetiska kvaliteter men också skyddet mot föroreningar. Livsmedelsverket bör med representanter för konsumenter, producenter och tillsynsmyndigheter utarbeta en strategi för att åstadkomma att producenterna formulerar seriösa kvalitetsmål och åtgärdsplaner. Vi måste ställa mycket höga krav på dricksvattnet: ett enda fel/misstag drabbar i värsta fall hundratusentals konsumenter eller så gott som alla på en skola eller på ett sjukhus.

ISSN: 1102-5638

ISBN: 91-89182-11-1

Finansiering: VA-FORSK, Livsmedelsverket

Målgrupper: Beslutsfattare, Myndigheter, Vattenförsörjningspersonal, Politiker

Utgivningsår: 1998

Pris 1998: 150 kr exkl moms

## Systemanalys VA – Hygienstudie

*Ann Albihn, Statens Veterinärmedicinska Anstalt, SVA; Thor Axel Stenström, Smittskyddsinstitutet, SMI*

**Rapporten beskriver hygieniska aspekter på främst "kretsloppsanpassad" avloppshantering i glesbygd och mindre bostadsområden. Åtta olika systemlösningar har studerats. Dessa beskrivs och diskuteras. Vidare redovisas ett antal beräkningsexempel för ev smittrisker från dessa system. Rapporten innehåller också en del bakgrundsfakta till dessa beräkningar.**

Hygienstudien har omfattat 8 givna fallstudier i 4 olika kommuner. Förutsättningarna har skiljts åt t ex avseende anläggningens lokalisering och storlek, samt såtillvida att vissa redan byggts medan andra är under byggnation eller projektering. I samtliga fall har målsättningen varit att restprodukterna ska återföras till jordbruksmark i nära anslutning till bebyggelsen.

Del 1: Här beskrivs respektive projekt, aktuella smittrisker belyses samt vissa provtagningsresultat diskuteras. Del 1 kan läsas fristående och bör även kunna läsas av flertalet med intresse för olika kretsloppslösningar och de hygieniska problem som följer därmed. Studien har omfattat tre "ekobyar" utanför Västerås. På Kosteröarna utanför Strömstad har studerats hur avloppet ska omhändertas lokalt från befintlig bebyggelse. I Luleå har studerats slamhanteringen vid ett mindre reningsverk som faller med kalk, frystorkning och kompostering av slam på en jordbruksfastighet och ett projekterat lägenhetsområde med urinsorterande toaletter. Slutligen har en biogasanläggning studerats. Provtagning där visar att anläggningen har vissa problem med att hålla en hygieniskt acceptabel nivå på rötresten.

Del 2: Här presenteras ett teoretiskt underlag för en numerisk riskbedömning av avloppssystemen. Denna "uppslagsdel" ger en bakgrund till beräkningsexemplen i del 3. Ett antal här

relevanta mikroorganismer och deras i sammanhanget aktuella egenskaper redovisas. Sådana vetenskapligt väldokumenterade uppgifter saknas idag i viss utsträckning. Exempel på nödvändiga uppgifter för en beräkningsstudie är hur mycket som utsöndras av en smittad individ, hur utspädning och reduktion i respektive avloppssystem sker, sker återkoncentration i t ex slamfasen, överlevnad och eventuell tillväxt efter spridning på jordbruksmark.

Del 3: En bedömning/beräkning av risken för smittspridning till människor och djur för några olika användningar av restprodukterna exemplifieras, baserat på systemlösningar beskrivna i del 1 och typorganismer från del 2. Poängteras ska att räkneexemplen bygger på bakgrundsmaterial med i vissa fall osäkra och varierande uppgifter. En mer omfattande riskanalys kan göras med i vissa fall osäkra studier, projektets tre delar kan där bilda basunderlag.

### Slutsatser

- Ett stort informationsbehov finns angående smittspridningsriskerna från kretsloppsanpassade avlopps- och avfallssystem. De hygieniska aspekterna är här ofta eftersatta.
- Ytterligare kunskap t ex avseende systems funktion och långsiktiga hållbarhet samt sjukdomsframkallande mikroorganismer överlevnad och spridning i miljön behövs, detta för att möjliggöra säkra och riktiga bedömningar av smittspridningsrisken från systemen.
- Numerisk bedömning av smittrisker är om den används med försiktighet, trots kunskapsluckor i bedömningsunderlaget, ändå ett användbart verktyg för att påvisa/avfärda smittrisker i här aktuella kretsloppssammanhang.

<b>ISSN:</b>	1102-5638
<b>ISBN:</b>	91-89182-
<b>Finansiering:</b>	VA-FORSK
<b>Målgrupper:</b>	Forskare, Förvaltningar, Konsulter
<b>Utgivningsår:</b>	1998
<b>Pris 1998:</b>	125 kr exkl moms



## Hur tolkas en LCA-rapport?

Göran Svensson, G Svensson Miljökompetens

Rapporten beskriver livscykelanalys, LCA, i relation till andra miljöverktyg. Den innehåller ett stort antal frågor som en läsare av en LCA-rapport bör ställa, speciellt om rapporten skall användas som underlag för beslut vid miljövärlig upphandling. Förslag lämnas till va-verken på åtgärder för att minska miljöbelastningen i ett kretsloppsperspektiv från ett vatten- och avloppsnät.

Allt fler huvudmän för VA-anläggningar etablerar miljöledningssystem och miljöpolicy för verksamheten. Som underlag för miljöriktigt val av produkter och material används miljömärkning, miljövarudeklarationer och /eller livscykelanalyser.

Rapporten ger en kort beskrivning av livscykelanalys i relation till andra miljöverktyg samt beskriver vad som ska ingå i en livscykelanalys för att den ska uppfylla kraven enligt ISO 14 040. Beroende på syftet med en LCA finns det större eller mindre osäkerheter i resultatet av en LCA. Den enklaste formen av LCA är en studie för att lära känna sin egen produkt eller som underlag för produktutveckling. Sådana studier kan genomföras till ganska låg kostnad och på kort tid, men de duger inte som underlag för jämförelser mellan två produkter, t ex i samband med miljöanpassad upphandling. Livscykelanalyser som ska användas som underlag för miljöanpassad upphandling eller som underlag för marknadsföring måste göras med stor omsorg och blir därför dyra och tidsödande. De bör dessutom granskas av utomstående sakkunring. I dag finns praktiskt taget inga sådana studier, men LCA återopas trots det ibland vid produktjämförelser, något som knappast kan rekommenderas. På sikt utvecklas en ny typ av miljömärkning, Typ III, base-

rad på LCA-resultat. Denna miljömärkning kommer att baseras på en LCA genomförd enligt ett visst regelsystem och som skall granskas av ett oberoende certifieringsorgan.

Rapporten innehåller ett stort antal frågor som en läsare av en LCA-rapport bör ställa, speciellt om resultatet av LCA-studien skall användas som underlag för beslut vid miljövärlig upphandling. Bland de viktigaste frågorna är:

- I vilket syfte är studien gjord?
- När är studien gjord?
- Vem har gjort studien? På vems uppdrag?
- Hur har mål och omfattning definierats?
- Vilken typ av data har använts?
- Har den granskats av extern sakkunring?

De få livscykelanalyser som gjorts av vatten- och avloppsledningssystem visar att schakt och återfyllnad står för den dominerande miljöbelastningen. Därefter kommer miljöbelastningen från in- och utläckande vatten från avloppssystem. Valet av rörmaterial har uppenbarligen liten relativ betydelse för den samlade miljöbelastningen av ledningssystemet. Alternativa metoder för markarbeten för att identifiera de lösningar som ger den lägsta miljöbelastningen ett kretsloppsperspektiv bör därför prioriteras. För att fortsätta kretsloppsjämförelser av rörmaterial för vatten- och avloppsledningar ska vara meningsfulla bör VA-verken definiera förutsättningarna för sådana LCA-studier genom att ange mål, systemgränser, krav på datakvalitet med flera grundläggande förutsättningar för jämförande LCA av rörmaterial. VA-verken bör också gå in i en dialog med materialtillverkare i deras arbete med byggvarudeklarationer och ta aktiv del i kriteriearbetet med SIS miljömärkning av rör.

ISSN:	1102-5638
ISBN:	91-89182-13-8
Finansiering:	VA-FORSK
Målgrupper:	Inköpare, VA-ledningssystemansvariga, VA-verk
Utgivningsår:	1998
Pris 1998:	125 kr exkl moms

**Dricksvatten****Vattentäkt**

Algblomning	1993-03
Vattenburna sjukdomar	1993-03
Grundvatten	1996-12
Konstgjord grundvattenbildning	1992-04, 1992-13, 1994-08

**Vattenverk**

Filter	1992-06, 1998-04, 1998-05
Järn- och manganreduktion	1992-06, 1997-7
Hårdhet	1992-19, 1995-07
Desinfektion/oxidation	1992-05, 1993-05, 1994-09, 1998-11

**Distribution**

Leveranssäkerhet	1995-15
Korrosion	1997-7
Förbrukning	1994-05, 1998-15

**Ledningsnät****Dricksvatten**

Drift/Underhåll/Förnyelse	1993-02, 1994-01, 1995-12
Tryckslag	1997-10, 1998-01, 1998-02
Vattenkvalitet	1992-03, 1997-7
Datormodeller	1992-01, 1993-13, 1998-01
Statistik	1995-10

**Spillvatten**

Drift/Underhåll/Förnyelse	1992-02, 1992-11, 1992-12, 1993-12, 1994-01, 1994-07
Rotinträngning	1992-14, 1995-11, 1996-02
TV-inspektion	1994-12
Bräddning/utjämningsmagasin	1992-08, 1994-10, 1994-13
Datormodeller	1994-14, 1995-02, 1997-9
Tillskottsvatten	1993-08, 1996-06, 1996-07, 1997-15

**Dagvatten**

Drift/Underhåll/Förnyelse	1992-11, 1993-12, 1994-01
Rotinträngning	1992-14, 1995-11, 1996-02
Utjämningsmagasin	1994-13
Dagvattnets kvalitet	1994-06, 1994-11
Modeller	1993-04, 1996-07, 1997-9, 1997-11
Lokalt omhändertagande	1992-09

**Avloppsvattenrening****Process**

Drift	1992-02, 1994-03, 1994-15, 1995-04, 1995-09, 1995-13, 1997-3
Analys	1993-07, 1994-02

**Slam/Biomull**

Behandling	1993-16, 1996-08, 1997-12, 1997-16
Biogas	1997-4
Spridning	1993-06, 1997-6
Analys	1998-08

## *Forts. avloppsvattenrening*

### **Närsalter**

Fosfor	<i>1995-04, 1995-16, 1997-6, 1998-07</i>
Kväve	<i>1994-03, 1994-04, 1996-10, 1998-07, 1998-12</i>

### **Kompletterande avloppslösningar**

Våtmarker	<i>1995-08</i>
Urinsortering	<i>1996-03</i>
Ekobyar	<i>1997-1</i>
Övrigt	<i>1992-15, 1993-01, 1995-03, 1996-01, 1997-8</i>
Hygien	<i>1998-16</i>

### **Modellering**

*1994-16, 1997-9*

### **Miljöpåverkan**

*1995-09, 1996-09, 1998-08, 1998-09, 1998-13*

## ***Ekonomi och Organisation***

### **VA-ekonomi**

Driftskostnader	<i>1993-15, 1998-03</i>
Kundkontakter	<i>1997-2</i>
Samhällskostnader	<i>1992-10</i>
VA-avgifter	<i>1997-13</i>

### **Organisation**

Konkurrenssättning	<i>1993-09, 1993-11, 1993-14, 1996-04, 1996-13, 1997-5</i>
Miljö/Kvalitet	<i>1992-18, 1995-01, 1995-05, 1997-14, 1998-10, 1998-14, 1998-17</i>
VA utanför verksamhetsområdet	<i>1993-09, 1995-06, 1996-05, 1996-11</i>

### **Styr- och övervakningssystem**

*1992-07, 1993-10*

### **Dokumentation med dator**

*1995-14*

## ***Utbildning och Information***

*1992-16, 1992-17, 1992-18, 1998-06*

## Författarregister

Adamsson Jan	1998-10		1994-14	Larsson Sven-Gunnar	1994-07
Albihn Ann	1998-16	Göthe Dan	1992-19	Ledskog Anders	1994-07
Andersson Ann-Carin	1995-03		1995-07	Lee Natuschka	1995-04
	1998-14	Haglund Jan-Erik	1997-1	Legeth Carl-Johan	1995-16
Andersson Essie	1998-04	Hansson Lennart	1993-14	Lekander Kerstin	1994-08
Andersson Lennart	1992-01		1995-06	Levlin Erik	1996-08
Andersson Per-Göran	1993-06	Hasselgren Kenth	1992-15	Lidström Viveka	1992-11
Andréasson Mats	1992-08	Hasselkvist Åse	1995-10		1994-01
	1994-13	Hedberg Torsten	1997-7	Lie Ewa	1995-04
	1997-9	Hedvall Hans	1998-08	Lind Bo	1992-09
Annadotter Heléne	1993-03	Hellström Bengt Göran	1997-15	Linde Leif W	1995-14
Appelgren Cecilia	1995-02		1998-07	Lindberg Anna	1997-4
Axén Evy	1994-02	Hellström Daniel	1997-12	Linderholm Kersti	1997-6
Balmér Peter	1993-15	Hellström Thomas	1998-08	Lindgren Mats	1992-05
Bauer Ann-Charlotte	1998-14	Helmrot Anna	1995-01		1993-05
Bengtsson Lars	1994-14	Hernebring Claes	1992-02	Lindqvist Bo Göran	1994-07
Berghult Bo	1997-7		1993-07	Lorentzon Leif	1995-08
Bergström Rolf	1995-15		1995-02	Malbert Björn	1992-09
Björklund Christer	1994-04		1996-07	Malm Annika	1998-03
Björkman Hans	1995-03	Holmgren Jenny	1997-3	Malmqvist Per-Arne	1993-01
	1998-09	Hult Anders	1998-15		1994-11
Borgström Ingvar	1995-05	Hultman Bengt	1995-13		1995-03
Brydolf Erik	1997-16		1996-08		1997-8
Büchert Jakob	1998-02	Isaksson Saara	1997-14		1998-09
Byström Maria	1998-05	Israelsson Bertil	1992-19	Mansfeldt Rolf	1994-13
Bäckman Hans	1993-08		1995-07	Marklund Björn	1993-08
	1997-15	Jacks Gunnar	1994-08	Mattisson Ola	1993-14
Børstad Björn	1993-12	Jansen Jes la Cour	1994-16		1995-06
Christensson Magnus	1995-04	Jansson Eva	1992-09		1997-5
Dahlqvist Kjell-Ivar	1996-10	Jaryd Anders	1997-15	Mattsson Bengt	1993-15
Dalhammar Gunnel	1996-03	Johansson Mats	1998-13	Mattsson Åke	1993-11
Dellien Ingemar	1996-09	Johansson Per	1995-04		1996-04
Elfström Broo Ann	1997-7	Johansson Per-Olof	1994-08		1996-11
Elgemark Åke	1992-06	Johansson Thomas	1993-12	Mellström Gunnar	1998-10
Emanuelsson Magnus	1994-03		1995-12	Morrison Gregory M	1994-02
Engdahl Mats	1994-09	Jonsson Gunnel	1995-01	Nemeth Tibor	1992-06
Ericsson Bernt	1996-10	Jonsson Åke	1997-15	Nikell Lars	1994-05
Eriksson Örjan	1995-01	Jönsson Håkan	1996-03	Nilsson Göran	1995-08
Faldager Inge	1993-12	Jönsson Karin	1995-04	Nilsson Lise-Lotte	1993-09
Finnson Anders	1994-16		1998-12	Nilsson Olle	1994-12
	1998-07	Jönsson Lennart	1993-02	Nilsson Peter	1993-06
Fjellström Caroline	1994-11		1997-10	Nyberg Fred	1994-15
Forsberg Bertil	1994-10	Karlberg Bo	1994-04	Odelberg Carl	1995-08
Fredriksson Gösta W	1993-11	Karlsson Anders	1995-05	Olofsson Birgitta	1997-1
	1996-04	Karlsson Mikael	1994-04	Olsson Anna	1996-03
	1996-11	Kihlberg Kjell	1992-03	Olsson Rune	1993-08
Frostell Björn	1995-13	Kronqvist Lars	1992-13	Paxéus Nicklas	1998-13
Frycklund Cristina	1992-04	Kvarnström Elisabeth	1997-12	Peterson Bengt-Lennart	1993-08
	1994-08	Kärman Erik	1995-03	Pettersson Gunnar	1995-14
Granlund Bo	1997-9	Lannblad Bo	1993-11	Pontén Einar	1992-05
Grunditz Camilla	1998-12		1996-04		1993-05
Gunnevik Yvonne	1995-08	Larm Thomas	1994-06	Ramírez José-Ignacio	1998-06
Gustafsson Ann-Marie	1996-06	Larsson Bengt	1993-11	Ramstedt Viveka	1998-09
Gustafsson Bertil	1992-10		1996-04	Romdal Per	1995-12
Gustafsson Jan-Erik	1996-05	Larsson Johan	1992-08	Rosenlöf Jörgen	1995-11
Gustafsson Lars-Göran	1993-04	Larsson Patrik	1997-14	Ring Hans	1993-16

Rönnols Eric	1997-16
Röttorp Jonas	1995-13
Samuelsson Agneta	1993-01
Seger Anette	1998-11
Solyom Peter	1995-13
Spännare Johan	1998-01
Stahre Peter	1994-01
	1994-12
Stenberg Majlis	1995-03
	1997-8
Stenström Thor Axel	1996-03
	1998-16
Strandberg Roland	1997-2
Stål Örjan	1992-14
	1995-11
	1996-02
Sundahl Ann-Christin	1992-12
	1994-01
	1995-10
Sundlöf Bertil	1992-13
Svedinger Björn	1992-18
Svensson Anders	1997-10
	1998-02
Svensson Bertil	1994-13
Svensson Chester	1996-12
Svensson Gilbert	1992-10
	1994-11
	1996-06
	1998-03
Svensson Göran	1998-17
Svensson Thomas	1995-08
Sävenhed Roger	1992-03
Tagesson Torbjörn	1997-13
Thornberg Dines	1994-16
Tillman Anne-Marie	1995-03
Torgersen Øistein	1995-12
Torstensson Lennart	1998-13
Tunestål Stig	1996-13
Törneke Krister	1993-13
Wahlberg Cajsa	1995-09
	1998-13
Welander Thomas	1995-04
Wennberg Cecilia	1997-11
Westlund Lars	1996-08
Wiklund Hermann	1996-10
Winberg Stefan	1994-14
Wittgren Hans Bertil	1992-15
	1996-01
Wärnö Mårten	1997-2
Wästlin Tore	1993-08
Zagerholm Bengt	1992-07
	1993-10
	1995-15
Østgaard Kjetill	1995-04



## Rapporter utgivna i VA-FORSK-serien fr o m 1995

- 1995-01 Ringar på vattnet – VA-verken och Agenda 21, *Anna Helmrot, Gunnel Jonsson, Örjan Eriksson*
- 1995-02 Transport av föroreningar i avloppssystem. Beräkningsmöjligheter med MouseTRAP, *Clæs Hernebring, Cecilia Appelgren*
- 1995-03 Alternativa avloppssystem i Bergsjön och Hamburgsund. Delrapport från ECO-GUIDE-projektet, *Per-Arne Malmqvist, Hans Björkman, Majlis Stenberg, Ann-Carin Andersson, Anne-Marie Tillman, Erik Kärrman*
- 1995-04 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*
- 1995-05 Internkontroll vid VA-verk. Arbetsbok för upprättande och genomförande av internkontrollprogram för arbetsmiljön vid va-verk, *Ingvar Borgström, Anders Karlsson*
- 1995-06 Regional VA-samverkan – Potential och principer, *Lennart Hansson, Ola Mattisson*
- 1995-07 Hårdhetshöjning av dricksvatten med krita-kolsyra, ett alternativ till kalk-kolsyra – Fullskaleförsök vid Öxsjöverket Lerum, *Dan Göthe, Bertil Israelsson*
- 1995-08 Våtmarksrening vid Landsbro ARV, *Leif Lorentzon, Göran Nilsson, Yvonne Gunnevik, Carl Odelberg, Thomas Svensson*
- 1995-09 Tvättmedel – Effekter på reningsverk och miljö, *Cajsa Wahlberg*
- 1995-10 Utvärdering av VAVs läckagestatistik, *Ann-Christin Sundahl, Åse Hasselkvist*
- 1995-11 Trädrötter och avloppsledning. En fördjupad undersökning av rotproblem i nya avloppsledningar, *Örjan Stål, Jörgen Rosenlöf*
- 1995-12 Renovering av vattenledningar. Riktlinjer för metodval, dimensionering och utförande, *Thomas Johansson, Per Romdal, Øistein Torgersen*
- 1995-13 Nya kemikalier – En utmaning för kommunala reningsverk. Förstudie, *Björn Frostell, Bengt Hultman, Jonas Röttorp, Peter Solyom*
- 1995-14 CD-ROM inom VA, *Leif W Linde, Gunnar Petersson*
- 1995-15 Kvalitetssäkerhet och leveranssäkerhet i distributionssystem för dricksvatten, *Bengt Zagerholm, Rolf Bergström*
- 1995-16 Försöksrapport från biologisk fosforavskiljning vid Jämshögs reningsverk, Olofströms kommun, *Carl-Johan Legeth*
- 1996-01 Organiskt avfall som växtnäringsresurs. Potential och förslag till forsknings- och utvecklingsinsatser, *H B Wittgren*
- 1996-02 Rotinträngning i avloppsledningar. En undersökning av omfattning och kostnader i Sveriges kommuner, *Örjan Stål*
- 1996-03 Källsorterad humanurin i kretslopp – Förstudie i tre delar, *Håkan Jönsson, Anna Olsson, Thor Axel Stenström, Gunnel Dalhammar*
- 1996-04 VA sett på nytt sätt – Driftentreprenader i några kommuner, *Gösta Fredriksson, Bo Lannblad, Bengt Larsson, Åke Mattsson*
- 1996-05 Avrinningsområdesbaserade organisationer som aktiva planeringsaktörer, *Jan-Erik Gustafsson*
- 1996-06 Bedömningsgrunder för ovidkommande vatten i avloppsnät. Metodikmanual, *Ann-Marie Gustafsson, Gilbert Svensson*
- 1996-07 Snösmältningpåverkan på avloppssystem inom urbana områden, *Clæs Hemebring*
- 1996-08 Rening av avloppsslam från tungmetaller och organiska miljöfarliga ämnen, *Erik Levlin, Lars Westlund, Bengt Hultman*
- 1996-09 Kemikaliers effekter i VA-sammanhang. En datasammanställning, *Ingemar Dellien*
- 1996-10 Syrgas i kombination med luftinblåsning vid pilotförsök med kväverening vid Västerås reningsverk, *Hermann Wiklund, Kjell-Ivar Dahlqvist, Bernt Ericsson*
- 1996-11 Export av svenskt kommunalt VA-kunnande, *Gösta W Fredriksson, Åke Mattsson*
- 1996-12 Litteraturlöslösning för grundvatten i urban miljö på Internet, *Chester Svensson*
- 1996-13 Konkurrensutsättning av VA-verksamheten, *Stig Tunestål*
- 1997-01 Utvärdering av VA-lösningar i ekobyar, *J-E Haglund, B Olofsson*
- 1997-02 Aktivt stöd till fastighetsägare vid nybyggnad av VA-nät, *Roland Strandberg, Märten Wärnö*
- 1997-03 Dosering av biokultur i en igensatt infiltrationsanläggning – En utvärdering, *Jenny Holmgren*
- 1997-04 Biogasanläggningar i Sverige, *Anna Lindberg*
- 1997-05 VA-försörjning i ny skepnad – Om konkurrens och strukturomvandling i Vaxholm, *Ola Mattisson*
- 1997-06 Fosfors växttillgänglighet i olika typer av slam, handelsgödsel samt aska, *Kersti Linderholm*
- 1997-07 Dricksvatten och korrosion – En handbok för vattenverken, *Bo Berghult, Ann Elfström Broo, Torsten Hedberg*
- 1997-08 Alternativa avloppssystem i Bergsjön och Hamburgsund. Sammanfattande slutrapport från ECO-GUIDE-projektet, *Per-Arne Malmqvist, Majlis Stenberg*
- 1997-09 Analys av avloppssystem med datormodeller. Tillämpningsexempel med MOUSE-systemet, *Bo Granlund, Mats Andréasson*
- 1997-10 Läcksökning med hjälp av tryckslagsmätningar – Transientmetoden, *Lennart Jönsson, Anders Svensson*
- 1997-11 Modellering av ekologisk dagvattenhantering, *Cecilia Wennberg*
- 1997-12 Avvattning av avloppsslam med naturlära metoder – Erfarenheter från ett fullskaleförsök i Lövånger, *Daniel Hellström, Elisabeth Kvarnström*
- 1997-13 Sambandet mellan kostnader och avgifter inom kommunal VA-verksamhet, *Torbjörn Tagesson*
- 1997-14 Kundorienterad kvalitetsutveckling i VA-verksamhet – Rapport från en förstudie, *Patrik Larsson, Saara Isaksson*
- 1997-15 Läck- och dräneringsvatten i spillvattensystem, *Hans Bäckman, Bengt Göran Hellström, Anders Jaryd, Åke Jonsson*
- 1997-16 Avvattningsslaguner för slam från enskilda brunnar, *Erik Brydolf, Eric Rönnols*

## Rapporter utgivna i VA-FORSK-serien

- 1998-01 Tryckslag i vattenledningsnät – några exempel, *Johan Spännare*
- 1998-02 Tryckslags inverkan på vattenledningsnät, *Jakob Büchert, Anders Svensson*
- 1998-03 Analys av redovisade kostnader enligt DRIVA Kostnadsjämförelser för åren 1993-1995, *Gilbert Svensson, Annika Malm*
- 1998-04 Långsamfilters reningspotential, *Essie Andersson*
- 1998-05 Kontaktfiltrering av ytvatten – en teknik på frammarsch, *Maria Byström*
- 1998-06 Utvärdering av WEFs CD kurs "Operations Training – Wastewater Treatment Course"  
*José-Ignacio Ramírez*
- 1998-07 Nordisk konferens om kväverening och biologisk fosforering – 1997, *Bengt Göran Hellström, Anders Finnson*
- 1998-08 Toluen i avloppsslam – En studie av Lingsheds reningsverk, *Thomas Hellström, Hans Hedvall*
- 1998-09 Långtidseffekter av storskalig avloppsinfiltration – Erfarenheter från Berlin-Brandenburg,  
*Per-Arne Malmqvist, Viveka Ramstedt, Hans Björkman*
- 1998-10 Struktur för ledningssystem VA, *Gunnar Mellström, Jan Adamsson*
- 1998-11 Ozonbehandling följt av långsamfiltrering vid dricksvattenframställning, *Anette Seger*
- 1998-12 Nitrifikationshämning i svenska kommunala avloppsvatten – Undersökningar med screeningmetoden och renkulturer av nitrifikationsbakterier, *Karin Jönsson, Camilla Grunditz*
- 1998-13 Katjoniska polyakrylamider – Inverkan på markens mikrobiologi, *Mats Johansson, Nicklas Paxéus, Cajsa Wahlberg, Lennart Torstensson*
- 1998-14 Miljöledningssystem för avloppssystem – En handledning, *Ann-Carin Andersson, Ann-Charlotte Bauer*
- 1998-15 Dricksvattensituationen i Sverige, *Anders Hult*
- 1998-16 Systemanalys VA – Hygienstudie, *Ann Albihn, Thor Axel Stenström*
- 1998-17 Hur tolkas en LCA-rapport? *Göran Svensson*
- 1999-0 VA-FORSK-rapporter 1992-1998