

Avrinningsområdesbaserade organisationer som aktiva planeringsaktörer

Jan-Erik Gustafsson, KTH

De avrinningsområdesbaserade vatten(vårds)förbunden i Sverige täcker ca 2/3 av landarealen. I den här rapporten sammanfattas en undersökning av 51 svenska vatten(vårds)förbund. Hittills har dessa i liten utsträckning deltagit i den översiktliga planeringen.

Förbunden tillskickades en enkät under sensvåren 1993. Medlemskretsen är mångsidig och den mest vanliga kombinationen består av representanter för kommuner, industrier och ett fåtal myndigheter.

Enkätundersökningen har visat att förbundens vanligaste verksamhet är att bistå länsstyrelserna med den samordnade reci-

pienkontrollen. Bara ett fåtal av dem tog aktivt del i den senaste kommunala översiktsplaneomgången, som avslutades under 1990. Förbundens hittills relativa ringa intresse för vattenplanering och vattenushållningsaktiviteter kan till en del förklaras av det svenska planeringssystemets myndighetsorienterade inriktning.

Referenser ges i rapporten till aktörsorienterade vattenorganisationer i Frankrike och Tyskland och åtgärder föreslås för att göra de svenska organisationerna mera aktörsinriktade.

ISSN: 1102-5638

ISBN: 91 -88392-93-7

Finansiering: VA-FORSK, Byggeforskningsrådet

Målgrupper: Mark- och vattenanvändningsplanerare, Intresseorganisationer, Konsulter

Utgivningsår: 1996

Pris 1996: 110 kr, exkl moms

Bedömningsgrunder för ovidkommande vatten i avloppsnät - Metodikmanual

Ann-Marie Gustafsson, VBB Viak AB, Växjö, Gilbert Svensson, CTH

Statens Naturvårdsverk har finansierat ett projekt i syfte att karakterisera ovidkommande vatten i avloppsnät med hjälp av nyckeltal, samt att söka samband mellan översiktliga områdesparametrar och mängden ovidkommande vatten. De fyra enkla nyckeltal som togs fram för att beskriva mängden ovidkommande vatten i avloppsnät beskrivs i den här rapporten. Dessutom ges exempel från utförda analyser och förslag till intressanta användningsområden.

Nyckeltalens normalvärden och spridning har tagits fram och relaterats till olika typer av områdesparametrar. Avrinningsområdena har också grovt klassificerats, baserat på de områdesparametrar som inverkar mest på ovidkommande vatten.

35 avrinningsområden med varierande storlekar, spridda över hela Sverige för att representera olika förhållanden, har ingått i projektet. Nyckeltalen definierades för att karakterisera avrinningsförloppet med några enkla tal. Definitionerna gjordes genom att studera flödeshydrografer beräknade med en hydrologisk avrinningsmodell, MouseNAM. Samtliga nyckeltal kan dock beräknas på samma sätt med uppmätta data.

Ett av syftena med nyckeltalen är att kunna jämföra mängden ovidkommande vatten inom ett avrinningsområde med normalvärden för en grupp avrinningsområden med liknande förhållanden. Därefter kan en mer noggrann analys utföras, där hänsyn tas till de unika förhållandena för det aktuella avrinningsområdet.

Nyckeltalen ger:

- en ökad kunskapskälla om flödesmängd och flödesvariationer i ledningssystemet
- möjlighet till jämförelser, dels med andra kommuner med liknande förutsättningar, dels mellan olika delområden inom samma kommun
- ett ökat intresse för att få fram detaljuppgifter om avrinningsområdet
- ett lättförståeligt "språk" att använda i diskussioner mellan myndigheter, politiker och kommuner.

Projektet beskrivs i detalj i SNV-rapporten "Nyckeltal för läck- och dränvatten i avloppsnät" nr 4480.

Föreliggande rapport beskriver den metodik som används för att ta fram nyckeltalen, både för hand och med hjälp av datorprogrammet *NYCKEL* som bifogas rapporten.

ISSN: 1102-5638

ISBN: 91-88392-95-3

Finansiering: VA-FORSK, Naturvårdsverket

Målgrupper: Konsulter, Miljövårdsmyndigheter, VA-förvaltningar

Utgivningsår: 1996

Pris 1996: 150 kr, exkl moms

Snösmältningspåverkan på avloppssystem inom urbana områden

Claes Hernebring, VBB Viak AB, Linköping

Rapporten beskriver tillämpning av analys på tillrinningen till sju avloppsverk fokuserat på snösmältningspåverkan. Tekniken för att formulera och verifiera en modellbeskrivning ger exempel på problem med denna och anger förslag till lämpliga modifieringar.

De senaste åren har ett stort antal tillämpningar utförts med modellering av hydrologiskt påverkad tillrinning i avloppssystem med hjälp av den generella hydrologiska modellbeskrivningen i MouseNAM. Modellverket har använts som ett led i analys av avloppssystemen för att få en mer realistisk beskrivning av varierande basflödesförhållanden än vad t ex en belastning med statistiska typregn skulle ge. Tillämpningsområden har främst varit problembeskrivning och åtgärdsförslag för att minska bräddningar, att påverka tillrinningen till avloppsverk samt att minska risken för översvämningar inom avloppsledningssystem. I de nordliga delarna av Sverige, innebär snösmältningsperioden erfarenhetsmässigt bl a en hög flödesmässig belastning på avloppssystemen och reningsprocesserna vid anslutna reningsverk, under en relativt lång tid.

Syftet med projektet var att undersöka i hur hög grad den förenklade modellbeskrivningen av snösmältningsförloppet i NAM-modellen (en konceptuell modell som bygger på en graddagarsmetod) är lämplig för variationer i ovidkommande vattenmängder i kombinerade eller separerade av-

loppssystem påverkade av snösmältningsförhållanden.

Rapporten beskriver tillämpning på tillrinningen till sju avloppsverk fokuserat på snösmältningspåverkan, tekniken för att formulera och verifiera modellbeskrivningen, ger exempel på problem med modellbeskrivningen och ger förslag till lämpliga modifieringar.

Avloppsverken inom tillämpningskommunerna visar en hög grad av påverkan under snösmältningen, i varierande grad beroende på ledningssystemens status. Baserat på årsmedelvärden uppvisar dock inte tillämpningsområdena ett variationsintervall som skiljer sig från områden i övriga delar av Sverige.

Studien baserar sig på tioåriga flödesserier från varje avloppsverk. Modellbeskrivningen av snösmältningsprocessen, kalibrerad mot uppmätta flödesvärden, jämförs med observationer och mätningar inom avrinningsområdena.

Mätdata från avd för Vattenteknik, Högskolan i Luleå, har också inkluderats i projektet. Där har snösmältningsförloppet följts i detalj genom snötaxeringar och avrinningsmätningar från ett bostadsområde. Dessa mätdata har använts för att testa en modifierad modellbeskrivning, vilken visat sig med tillfredsställande noggrannhet kunna beskriva förloppet.

ISSN: 1102-5638
ISBN: 91-88392-97-X
Finansiering: VA-FORSK, Deltagande kommuner
Målgrupper: Konsulter, VA-förvaltningar
Utgivningsår: 1996
Pris 1996: 150 kr, exkl moms

Rening av avloppsslam från tungmetaller och organiska miljöfarliga ämnen

Erik Levlin, Lars Westlund, KTH, Vattenvårdsteknik och Bengt Hultman, KTH

Rapporten beskriver olika metoder för att avlägsna organiska miljöföroreningar i avloppsslam. Rening av slam från tungmetaller kan utföras dels genom lakning med syra, mikrobiellt med svaveloxiderande eller järnoxiderande bakterier eller med magnetiskt jonbyte.

Det största problemet med utläggning av avloppsslam på jordbruksmark är slammets innehåll av tungmetaller medan de organiska gifterna utgör ett mindre men mer komplext problem. Riskerna vid användning av slam som jordförbättringsmedel orsakat av innehållet av organiska gifter bedöms som relativt små. Halterna är små jämfört med kontaminering via atmosfäriskt nedfall med undantag av p-nonylfenol.

I dagsläget används inga metoder för att selektivt avlägsna miljöfarliga organiska ämnen i kommunalt avloppsslam. I denna rapport beskrivs tänkbara metoder att destruera organiska miljöföroreningar. Redovisningen är på inget sätt en fullständig beskrivning av alla processer på marknaden, utan har som mål att exemplifiera olika typer av metoder som kan komma i fråga.

Slamanvändning på mark är en metod som ger bra förutsättningar för ett naturligt oskadliggörande av dessa ämnen. Nedbrytbarheten i mark är god för de flesta ämnen med undantag av vissa PCB-föreningar och dioxiner. Inarbetning av slam i jord är en metod som används för att behandla olika typer av industriavfall. De ämnen som inte bryts ner binds hårt till marken och inget eller ringa växtupptag sker. PCB kan dock

tas upp av maskar, vilka i sin tur utgör föda för högre organismer.

Rening av avloppsslam från tungmetaller kan åstadkommas genom syralakning. Utfällda metaller i slammet löses upp med syra varefter den metallhaltiga lösningen separeras från slammet. För att metallerna skall bli lösliga krävs att pH sänks till 2. Upplösningen av metaller kan ske genom tillsats av syra, eller mikrobiellt med hjälp av svavel- eller järnoxiderande bakterier. Vid mikrobiell svaveloxidation tillsätts svavel till slammet, som av bakterierna oxideras till svavelsyra. Vid bakteriell järnoxidation tillsätts järn(II)sulfat till slammet, varefter slammet genom tillsats av svavelsyra initialt försuras till pH 4. Bakterierna oxiderar därvid tvåvärt järn till trevärt järn, som bildar svårlösliga oxider och därmed sänker pH-värdet. Mikrobiell lakning med tillsats av svavel ger större upplösning av metaller från slammet än mikrobiell lakning med järnsulfat.

Avskiljning av metaller från avloppsslam kan även utföras med magnetisk jonbytare, som efter att ha tagit upp metallerna separeras från slammet med hjälp av en magnetisk trumma. Rening av avloppsslam från tungmetaller med termisk hydrolysis, tillsats av syra vid förhöjt tryck och temperatur, kan förutom rening från metaller även ge positiva effekter på slammets avvattningssegenskaper samt möjlighet att återvinna fosfat och att använda slammet som kolkälla vid denitrifikation eller biologisk fosforreduktion.

ISSN: 1102-5638

ISBN: 91-88392-99-6

Finansiering: VA-FORSK

Målgrupper: Konsulter, Miljövårdsmyndigheter, VA-förvaltningar

Utgivningsår: 1996

Pris 1996: 110 kr, exkl moms

Kemikaliers effekter i VA-sammanhang En datasammanställning

Ingemar Dellien, Landskrona

Denna sammanställning innehåller data rörande giftighet och nedbrytbarhet i reningsverk och naturliga vatten för 35 grundämnen och några oorganiska eller metallorganiska föreningar, samt för cirka 200 organiska ämnen.

De ämnen som tagits med i sammanställningen är:

- de som kan bedömas enligt Livsmedelsverkets "dricksvattenkungörelse" (SLV FS 1993:35),
- finns upptagna i VAV's Meddelande M 20, "Industriavlopp - gränsvärden" från 1983,
- samt några som ingår i kemiskt-tekniska produkter i allmänt bruk och som efter användning riskerar att tillföras avlopp.

Förutom en kortfattad beskrivning av ämnet och dess användning finns uppgifter rörande nedbrytbarhet - både i reningsverk

och naturlig recipient - och toxicitetsdata för alg, evertebrat (*Daphnia*) och fisk. Om ämnets förekomst i slam medför inskränkningar i slammets användbarhet anges detta. Av Kemikalieinspektionen meddelad miljöklassning, eller om det finns förslag till miljöklassning i det nyligen utgivna nordiska förslaget till miljöfarlighetsbedömning nämns också, likaså om ämnet har bedömts enligt det tyska systemet med "Wassergefährdungsklasse". Om ämnet har ett hygieniskt gränsvärde i Sverige anges detta.

De viktigaste källorna är Naturvårdsverkets och Kemikalieinspektionens rapporter, samt uppslagsverk med inriktning mot ekotoxikologi. Så långt möjligt har endast data som bedömts ur kvalitetssynpunkt tagits med.

ISSN: 1102-5638

ISBN: 91-88392-01-5

Finansiering: VA-FORSK

Målgrupper: Miljöförvaltningar, VA-förvaltningar, VA-konsulter

Utgivningsår: 1996

Pris 1996: 200 kr, exkl moms

Syrgas i kombination med luftinblåsning vid pilotförsök med kväverening vid Västerås reningsverk

Hermann Wiklund, Västerås Energi & Vatten, Kjell-Ivar Dahlqvist, AGA AB, Lidingö, Bernt Ericsson, VBB Viak AB, Stockholm

Försök i pilotanläggning för att studera effekten av hög syrehalt (6mg/l), uppnådd genom en kombination av syrgas- och luftinblåsning vid biologisk kväverening, har genomförts vid Västerås avloppsverk under tiden september 1993 till juli 1994.

Avsikten med försöken var främst att:

- Undersöka möjligheten att förbättra det aktiva slammets sedimenterings- och förtjockningsegenskaper
- Undersöka inverkan av hög syrehalt på nitrifikationshastigheten
- Påvisa möjligheten att uppfylla kvävereduktionskraven i avloppsreningsverket utan utbyggnad av luftnings- och sedimenteringsbassängerna.

I de genomförda pilotförsöken har en utgående totalkvävehalt av <15 mg/l kunnat hållas, dvs inom de krav som myndigheterna uppställt för reningsverk med utsläpp till havet. Detta trots att vinterförhållanden rått under försöksperioden. De nitrifikationshastigheter som erhållits har varit lika höga eller högre än data publicerade för andra reningsverk. Denitrifikationshastigheten och denitrifikationsgraden (50-60%) har varit relativt låg med avseende på metanoldosen (45 mg/l).

De slamsedimenteringsegenskaper som erhållits ur pilotförsöken är enligt labtes-

terna jämförbara med de för det stora verket. Resultaten kan tolkas så att man med rent syre för syresättningen åtminstone kan bibehålla slam-sedimenterings egenskaperna även när biologisk kvävereduktion genomförs. Erfarenheterna är att slam-sedimenteringsegenskaperna försämras vid biologisk kvävereduktion. Kontinuerlig försöksdrift i pilotanläggningen gav dock osäkra sedimenteringsresultat med relativt höga totalfosforhalter i utgående vatten.

Vid de slamavvattningsundersökningar som gjorts med CST-metoden har nästan dubbelt så långa avvattningstider erhållits för det stora verkets slam jämfört med pilotanläggningens slam. Då referenslinje saknas i pilotanläggningen har det ej varit möjligt att göra strikta jämförelser mellan nitrifikation med luft respektive luft/syrgas med avseende på syrekoncentrationens inverkan på nitrifikationshastigheten.

Beräkningar baserade på resultat från pilotförsöken visar att kompletterande syresättning med ren syrgas erfordras för Västerås avloppsreningsverk. Detta för att upprätthålla betingelserna för 50 % kvävereduktion inom befintliga bassängvolymerna. Med ledning av försöksresultaten kommer frågan om fortsatta försök i avloppsverket att allvarligt övervägas.

ISSN: 1102-5638

ISBN: 91-88392-03-1

Finansiering: VA-FORSK, AGA AB, VBB Viak AB, Västerås Energi & Vatten

Målgrupper: Konsulter, Miljövårdsmyndigheter, VA-förvaltningar

Utgivningsår: 1996

Pris 1996: 110 kr, exkl moms

Export av svenskt kommunalt VA-kunnande

Gösta W Fredriksson, CTH, Byggnadsekonomi, Ake Mattsson, Göteborgs VA-verk

I rapporten redovisas en utredning om förutsättningarna för export av svensk, kommunal VA-kompetens. Efterfrågan är inte längre koncentrerad till kunskap inom projektering och byggande av nya anläggningar utan omfattar också kunskap om t ex organisation, ledning, drift och underhåll, finansiering samt kundfrågor.

Internationellt sett skedde utbyggnaden av de svenska VA-systemen tidigt. För närvarande pågår större utbyggnader endast för kompletterande kvävereduktion. I dagsläget är de svenska VA-organisationerna främst koncentrerade på renovering och optimering av drift- och underhåll av befintliga anläggningar. Kompetensen inom projektering, byggande och systemtillverkning har utnyttjats för internationell verksamhet av privata företag. Den kompetens och erfarenhet som har byggts upp på beställarsidan, hos kommunerna, har däremot inte kommit till större användning utanför Sverige. Detta har bland annat inneburit att man gått miste om en del av den stimulans och erfarenhet som följer av att arbeta med problem i en internationell konkurrenssituation.

Den nya marknadsstruktur som nu snabbt växer fram genom de internationella vattenföretagens verksamhet gör också att det skapas efterfrågan på en ny typ av beställarkompetens. Utöver traditionella konsulttjänster efterfrågar VA-förvaltningar i många länder stöd i beställarrollen. Utbildning och rådgivning i frågor som rör kontakter med konsulter, byggare och operatörer blir aktuella när alltfler skall göra avvägningar mellan vad den egna, offentliga, förvaltningen kan och bör åta sig och vad man kan överlåta till privata företag. Nya upphandlingsformer, som t ex BOT, och effektivitetskrav från finansörer och biståndsgivare gör att VA-förvaltningar känner behov av stöd från

organisationer och experter med erfarenheter av beställarroll och förvaltning av VA-system.

Den svenska kommunala VA-kompetensen har alltså en efterfrågan på den internationella marknaden. Former för att föra ut denna kompetens måste uppfylla några grundläggande krav. De får till exempel inte innebära något risktagande för kommunerna. De bör inte heller medföra konkurrens för de privata företagen på marknaden.

En pool-organisation torde ha förutsättningar att uppfylla dessa krav. Organisationen hyr in personal från kommunerna för internationella projekt. Det innebär ett mycket litet risktagande för kommuninnehavarna.

Eftersom verksamheten bland annat kan vända sig mot en marknadsnisch som nyligen uppkommit genom den nya marknadsstrukturen inom VA-området är konkurrensen på området begränsad. De som har erfarenheter och därför kan verka på marknaden är främst VA-förvaltningar från andra länder. Nischen är däremot mindre aktuell för företag ur näringslivet.

Genom pool-systemet finns det dessutom förutsättningar för att den erfarenhet och kunskap som fås ur internationella uppdrag kommer hemkommunerna till del.

Beställarnas möjligheter att finansiera projekten är en kritisk faktor. De marknader som, i ett första skede, ligger närmast till för en svensk organisation är u-länder och Öst-Europeiska länder med VA-projekt finansierade av Sida eller Världsbanken. På sikt kan de snabbt expanderande VA-marknaderna i de "dynamiska" (emerging) länderna vara av intresse.

ISSN: 1102-5638
ISBN: 91 -88392-05-8
Finansiering: VA-FORSK
Målgrupper: Politiker, Tekniska kontor, VA-enheter
Utgivningsår: 1996
Pris 1996: 150 kr, exkl moms

Litteraturlödbas för grundvatten i urban miljö på Internet

Chester Svensson

En litteraturlödbas har sammanställt och aktiverats omfattande böcker, uppsatser, artiklar och rapporter om grundvatten i urban miljö. Databasen är fritt tillgänglig via Internet .

Under 1994/96 har databasen konstruerats, provats, lagts ut på Internet och byggt ut.

Inmatning i databasen görs i flera steg. Först används ett PC-baserat databasprogram vari basens olika fält lagts upp till form, storlek och innehåll. Därefter avkodas den sammanställda mängden, dvs litteraturreferenserna förs över i en strikt strukturerad lista där alla informationsdelar finns i exakta positioner med tillämpliga skiljetecken. Till sist läggs listen upp och indexeras i en databasserver ("wais-databas") på en Internetansluten dator på Chalmers Bibliotek. Tillägg till basen utförs med ett större antal referenser åt gången varvid varje tillförd mängd tills vidare utgör en delmängd.

Databasen är tillgänglig på Internetadressen:

<http://www.lib.chalmers.se/extern/CGU>
A Sökningen är fri och utskrift av erhållna referensdata kan utföras, för närvarande dock endast styckvis. Där finns också information om projektet och dess finansier. Databasen öppnades den 2 juni 1995 med 100 referenser som provkollektion. Vid projektidens slut, juni 1996, innehöll den ca 770 referenser. Bearbetning av en australiensisk databas pågår genom gallring och strukturering.

Vi har informerat om databasen vid flera tillfällen under projektiden: Vid CGUAs workshop under IAHS symposium i Edmonton, Kanada, i juni 1995; vid CGUAs workshop i Aachen, Tyskland, i september 1995; vid Geologiska institutionens interna seminarier; och under Geologiska institutionens Forskningsseminarium den 19 dec. 1995, vid Hydrologidagarna i Göteborg den 21-22 mars 1996, i Vannet i Norden nr 2 1996 samt vid Nordisk Hydrologisk Konferens i Acureyri 13- 15 august) 1996.

ISSN: 1102-5638

ISBN: 91-88392-09-0

Finansiering: VA-FORSK, Bygghorskningsrådet, Naturvårdsverket

Målgrupper: Entreprenörer, Forskare, Ingenjörer, Lärare, Stadsplanerare

Utgivningsår: 1996

Pris 1996: 110 kr, exkl moms

Konkurrensutsättning av VA-verksamheten i Malmö

Stig Tunestål

Kommunstyrelsen i Malmö beslutade i juni 1993 att uppdra åt Gat- och trafiknämnden att genomföra en konkurrensutsättning av VA-verksamheten i Malmö. En projektgrupp (PG) tillsattes under gatukontorets ledning. Efter genomfört uppdrag förelåg två framförhandlade avtal med Malmö Styrelse för Teknisk Produktion (STP) respektive Nordvatten AB (AW/NV). Projektgruppen förordade att avtal med AW/NV skulle tecknas.

Finns det några väsentliga skillnader i de framförhandlade avtalen med STP respektive AW/NV som ej beaktats vid jämförelsen av kontrakten och som kunna få effekter på den samlade bedömningen av vilket alternativ som var mest förmånligt för abonnentkollektivet?

På vilket sätt har VA-abbonentkollektivets intressen beaktats i konkurrensutsettningsprocessen?

Utredningen finner att avtalen innehåller ett flertal skillnader vilka försvårar jämförelsen dem emellan. Det har under utredningens gång framförts att PG var väl medveten om dessa skillnader och den osäkerhet de innebar vid jämförelsen. En konkurrensutsättning kräver att det beslutsunderlag som används tydligt visar på de osäkerheter som en jämförelse är förenad med.

Rätt till omförhandling av avtal Till följd av AW/NVs naturligt sämre erfarenhet av kvaliteten på Malmös VA-anläggningar innehåller deras avtal en rätt till omförhandling baserad på felaktigt erhållen information.

Beställarorganisationens dimensionering Avtalet med AW/NV skulle medfört en något större organisation hos beställaren. Detta finns redovisat i beslutsunderlaget, dock utan att ha åsatts något belopp.

Incitamentskonstruktioner Utvärderingen av vilka ekonomiska konsekvenser som skulle uppstå till följd av framtida underentreprenad-upphandlingar är förenad med stor osäkerhet. Beställarorganisationens dimensionering är en annan påtaglig skillnad som inte åsatts ett exakt belopp men vars beaktande lyfts fram i beslutsunderlaget. Vad gäller FOU, rätt till omförhandling av avtalet och incitamentskonstruktioner är dessa faktorer som skulle kunna komma att påverka utfallet av avtalen på ett väsentligt sätt.

Beträffande beaktandet av abonnentkollektivets intressen kan här nämnas att några kontakter med abonnenterna för inhämtande av synpunkter ej förekommit. Någon skyldighet för huvudmannen att inhämta abonnenternas synpunkter torde ej ha förelegat.

Till yttermera visso är det av vikt att sträva efter att säkerställa att den erforderliga kompetensen för att driva anläggningarna inte avhändes huvudmannen. Detta har i det aktuella fallet försökt uppnås genom att entreprenören förbinder sig att bidra med all information som erfordras för att ånyo konkurrensutsetta verksamheten vid kontraktens utgång. Huruvida den åsyftade effekten till fullo skulle uppnås beror bland annat på hur personalen skulle komma att röra sig mellan olika aktörer.

ISSN:	1102-5638
ISBN:	91-88392-11-2
Finansiering:	VA-FORSK
Målgrupper:	Kommuner, VA-konsulter
Utgivningsår:	1996
Pris 1996:	110 kr, exkl moms

Utvärdering av VA-lösningar i ekobyar

J-E Haglund, B Olofsson, RUST VA-Projekt AB

Rapporten redovisar erfarenheter av kompletterande lösningar för vatten och avlopp i tretton svenska ekobyar. I rapporten görs även en systematisk jämförelse av kompletterande avloppslösningar i förhållande till två konventionella avloppslösningar.

Syftet med projektet har varit att öka kunskapen om de kompletterande VA-lösningarna genom att så objektivt som möjligt utvärdera de erfarenheter som gjorts av kompletterande avloppslösningar i tretton svenska ekobyar som varit i drift under minst ett års tid. Förhoppningen är att projektets resultat skall bidra till en ökad kunskap om de kompletterande VA-lösningarna och möjliggöra att utformningen av morgondagens VA-system baseras på kunskap och fakta.

De tretton ekobyarna är belägna från Malmö i söder till Övertorneå i norr. Byarnas storlek varierar mellan 5 och 50 hushåll. I byarna finns en rad kompletterande VA-lösningar, t.ex. multrumstoalletter, urinsortering, biologiska minireningsverk och dammar. För att studera avloppslösningarna och ta del av gjorda erfarenheter har besök gjorts i byarna.

Ambitionen i projektet har varit att även utvärdera resurshushållning, ekonomi och miljöaspekter för studerade avloppslösningar. Då miljöuppföljning och faktiska uppgifter om t ex kostnader i hög grad saknas i byarna har en systematisk utvärdering genomförts på tre konstruerade systemlösningar som i hög grad representerar de avloppslösningar som finns i ekobyarna.

Dessa systemlösningar har sedan jämförts mot ett konventionellt avloppssystem i tätort och ett konventionellt avloppssystem i glesbygd. Resultatet av utvärderingen visar att de kompletterande lösningarna är sämre än de konventionella systemen ur kriterierna smittspridning, tekniska aspekter och ekonomi. Ett par av systemlösningarna kan vara bättre än tätortssystemet ur miljösynpunkt. Jämfört med glesbygdssystemet kan vissa av systemlösningarna vara bättre ur miljö- och resurssynpunkt förutsatt att slam, urin och latrin tas om hand på ett riktigt sätt.

Resultatet av studien visar att avloppslösningar där "avloppet" delas upp i två (latrin+ BDT) eller tre materialströmmar (fekalier+BDT+urin) innehåller arbetskrävande och ej färdigutvecklade hanteringsteg. Stort engagemang och omfattande arbetsinsatser krävs av de boende. Risken för smitta och sanitära olägenheter är påtaglig vid flertalet av de alternativa metoderna.

Projektet visar tydligt att det finns ett stort utvecklings- och forskningsbehov för att skapa framtida uthålliga kretslopp för avlopp som är acceptabla ur smittrisksynpunkt och brukarperspektiv. Studien visar vidare att utgångspunkten för framtidens avloppssystem bör tas i både de befintliga konventionella systemen och de nya kompletterande systemen. Vid utformningen av framtidens avloppssystem måste förändringar av delkomponenter och hela system ses i ett långt tidsperspektiv samt med utgångspunkt från lokala förhållanden.

ISSN: 1102-5638

ISBN: 91 -88392-13-9

Finansiering: VA-FORSK

Målgrupper: Bostadsföretag, Entreprenörer, Forskare, Konsulter, Myndigheter, Tjänstemän

Utgivningsår: 1997

Pris 1997: 150 kr, exkl moms

Aktivt stöd till fastighetsägare vid nybyggnad av VA-nät

Roland Strandberg, Märten Wärnö, MGT Teknik AB, Malmö

Staffanstorps kommun har utvecklat ett kundorienterat arbetssätt gentemot berörda fastighetsägare vid utbyggnad av kommunalt avlopp till befintlig bebyggelse på landsbygden. Syftet har varit att underlätta för fastighetsägarna att snabbt få sina avlopp anslutna till kommunens anläggning och att dämpa det missnöje som ofta uppstår över anslutningstvånget. Projektet har utförts i samband med planering och utbyggnad av spillvattennätet till fyra byar med totalt cirka 100 fastigheter.

En rad aktiviteter riktade mot fastighetsägare, projektör, entreprenör och kommunens organisation har genomförts. Aktiviteter som gällt fastighetsägarna har bland annat varit utökad och förbättrad information, inventering av samtliga fastigheters befintliga VA-installation och i samråd med ägaren fastställande av en lämplig förbindelsepunkt, kostnadsfri framtagning av VA-installationsritning och bygglovs-handlingar samt stöd vid samordnad upphandling av fastighetsägarnas servisledningsarbeten inom tomtmark.

Uppgifter som framkommit vid inventeringen av fastigheterna har sammanställts och använts för att förbättra detaljprojektering och bygghandling.

Projektet har, utan att lyckas, provat olika vägar för att underlätta för kommunens entreprenör att i samband med entreprenadarbetena, på ett billigt och enkelt sätt, hjälpa fastighetsägarna med inkopplingsarbetena inne på fastigheterna. Misslyckandet beror huvudsakligen på entreprenörernas ovilja att, utan stora reservationer, åta sig fastigheternas anslutningsarbeten.

Inledningsvis fanns brister i kommunens handläggning gentemot målet av ett kundorienterat arbetssätt. Erfarenheterna från projektet har dock inneburit att nya rutiner och samordningsvägar har börjat utarbetas inom berörda förvaltningar, för att effektivisera och förbättra handläggningen av ärenden som följer på en avloppsutbyggnad. Bland annat har en ny VA-taxa för landsbygdsområden och en modell för avbetalningsuppställningar av anläggningsavgiften för fastighetsägare med finansieringsproblem tagits fram.

Erfarenheterna av det aktiva stödet visar att åtgärderna för att hjälpa fastighetsägarna ger en högre anslutningstakt till kommunens nät och mindre negativa reaktioner över anslutningstvånget. För VA-verksamheten har detta inneburit en bättre ekonomi då intäkterna i form av anläggnings- och brukningsavgifter tidigare läggs, samtidigt som antalet problemfall som måste handläggas minskar. Andra positiva effekter som konstaterats är bland annat förbättrat upphandlingsunderlag för huvudentreprenaden och en, för VA-verksamheten, bättre kontroll och uppföljning av dels fastigheternas VA-installationer, dels det egna abonnentregistret.

Staffanstorp har alltsedan projektet, med vissa kompletteringar, fortsatt att använda det aktiva stödet integrerat i projekteringsfasen, vid utbyggnaden av kommunalt avlopp till landsbygdsområden. Tillämpning av det aktiva stödet i kombination med övergång från traditionella självfallssystem till så kallad lätt VA-teknik, bestående av tryckavloppssystem där en mindre pumpenhet placeras på varje fastighet, har gett ett mycket gott resultat vad gäller att få en snabb, hundra procentig och för fastighetsägaren enkel, anslutning av fastigheterna till den allmänna anläggningen.

ISSN: 1102-5638

ISBN: 91-88392-15-5

Finansiering: VA-FORSK

Målgrupper: Miljö- och hälsoskyddskontor, Politiker, Tekniska kontor, VA-verk

Utgivningsår: 1997

Pris 1997: 110 kr, exkl moms

Dosering av biokultur i en igensatt infiltrationsanläggning - En utvärdering

Jenny Holmgren, Kalmar Vatten och Renhållning AB

En koncentrerad biokultur testades för att återställa en igensatt infiltrationsanläggning för kommunalt avloppsvatten. Reduktion av organiskt material och uppdämningar utvärderades.

Tvärskogs infiltrationsanläggning för kommunalt avloppsvatten (450 pe) har länge haft problem med igensättningar, vilket resulterat i uppdämning i infiltrationsbäddar och fördelningssystem. Som alternativ till att byta ut materialet runt fördelningsrören testades en relativt ny metod i avsikt att avlägsna de avsättningar som försvårar infiltrationen: Dosering av en koncentrerad, patenterad biokultur. Biokulturen har tidigare använts till bl.a. slamreducering och svavelvätebekämpning.

För försöket användes fyra, utvalda infiltrationsbäddar. Biokulturen doserades i två försöksbäddar varje vardag under fyra veckor. Analyser gjordes för att undersöka om slammängden reducerades av den tillsatta biokulturen. Vattennivån i anläggningen noterades regelbundet före, under och efter försöket för att undersöka om uppdämningen var mindre i försöksbäddarna. Fördelningsrören videofilmades före och efter doseringen för kontroll av skillnader i beläggningar. Inkommande, avslammat vatten analyserades och biokultu-

ren undersöktes med mikrobiologiska metoder.

Uppläggningsen och genomförandet av försöket har gjorts i samråd med leverantören av biokulturen, Ragn-Sells Biotech AB. Doseringen utfördes helt enligt företagets anvisningar

Resultat: Inga skillnader kunde påvisas mellan försöksbäddar och referensbäddar i fråga om uppdämning och organiskt innehåll i markproverna.

Slutsats: Behandlingen var inte effektiv. Materialet i anläggningen måste bytas ut. Biokulturen uppges vara verksam i både aerob och anaerob miljö dock snabbast i aerob miljö. P.g.a. den höga organiska belastningen i makadamlagret och det höga vattenståndet var miljön till största delen syrefri, vilket har medfört sämre förhållanden för nerbrytning. Kanske hade resultatet blivit något bättre vid en högre temperatur och längre behandlingstid.

Fortsättning: Ragn-Sells Biotech AB avser att göra en upphöjning av infiltrationsanläggningen sommaren 1997 för att undersöka om någon förändring har ägt rum.

ISSN: 1102-5638

ISBN: 91-88392-17-1

Finansiering: VA-FORSK

Målgrupper: Enskilda ägare av infiltrationsanläggningar, Forskare, Miljökontor, Reningsverkspersonal, VA-konsulter

Utgivningsår: 1997

Pris 1997: 110 kr, exkl moms

Biogasanläggningar i Sverige

Anna Lindberg, VBB Viak AB

En inventering och sammanställning av data över Sveriges biogasanläggningar har utförts. Sammanställningen har gjorts i en databas och även dokumenterats i en bilagerapport.

I Sverige finns totalt 211 biogasanläggningar i drift varav 134 är röt-kammare på avloppsreningsverk, 59 utgörs av biogasutvinning ur deponier och/eller bioceller, 8 stycken är anläggningar för anaerob behandling av industriellt avloppsvatten, 4 stycken är anläggningar för samrötning av avfall och slutligen 6 stycken lantbruksanläggningar för rötning av gödsel eller ensilage. Utöver drifanläggningarna finns även tio pilot- och/eller försöksanläggningar. Från de anläggningar som lämnat uppgifter kan vi summera biogasproduktionen till 0,82 TWh per år. En uppskattning av biogasproduktionen från de anläggningar som inte lämnat erforderliga uppgifter (främst avloppsreningsverk) ger att den totala biogasproduktionen i Sverige uppgår till 1,35 TWh. Denna fördelar sig med ungefär 0,43 TWh som utvinns ur

deponier och/eller bioceller, 0,81 TWh från rötning av avloppsslam, 0,10 TWh från industriella anläggningar och slutligen en mycket liten del (0,003 TWh) från lantbruksanläggningar. För de anläggningar som lämnat uppgifter om metanhalt i gasen, 28 stycken, är metanhalten i genomsnitt 67 %.

Utvinning av biogas ur deponier har byggts ut fullständigt på de stora deponierna i Sverige. Kvar finns ett knappt trettiotal mindre deponier där den beräknade gasmängden i de flesta fall understiger 0,5 MW effekt. Dock ser vi att reaktorrötning och rötning i s k bioceller fortfarande ökar i omfattning med en totalt sett ökande biogasproduktion som följd. Under år 1996 byggs nio nya biogasanläggningar (reaktorrötning) i Sverige, fyra för industriavfall och gödsel tillsammans, tre för avloppsslam och två för hushållsavfall. Detta visar på biogasteknikens aktualitet och med nya substrat och ny teknik uppstår ett behov av vidare uppföljning.

ISSN: 1102-5638

ISBN: 91-88392-19-8

Finansiering: VA-FORSK, Kommunikationsforskningsberedningen, Naturvårdsverket

Målgrupper: Avfallstekniker, Forskare, Teknikutvecklare, VA-tekniker

Utgivningsår: 1997

Pris 1997: 110 kr, exkl moms

VA-försörjning i ny skepnad - Om konkurrens och strukturomvandling i Vaxholm

Ola Mattisson, Lunds Universitet, Ekonomihögskolan

I denna rapport beskrivs en process som startade 1987 i Vaxholm när kommunen var först i landet med att anlita en extern entreprenör för löpande drift och underhåll av de tekniska verksamheterna. Processen resulterade 1994 i att kommunen köpte in sig i grannkommunens VA-bolag, Roslagsvatten AB, som övertog huvudmannskapet för att på så sätt integrera VA-produktionen i de båda kommunerna.

I föreliggande studie riktades intresset initialt mot vilka erfarenheter kommunen och entreprenören gjort av att arbeta med konkurrensutsättning och anbudsupphandling. Efter hand framstod det också som intressant att även göra en strukturell beskrivning av hur VA-verksamheten förändrats över tiden. På vilket sätt har VA-försörjningens struktur förändrats som ett resultat av kommunens val att konkurrensutsätta verksamheten? Vilka iakttagelser har kunnat göras i den omvandlingsprocess som kommunen gått igenom?

I analysen görs ett antal observationer från processen:

- *Konkurrensutsättning upplevdes primärt som ett besparingsinstrument. Att utveckla VA-försörjningen var mer en fråga om att sänka produktionskostnaderna än att utveckla produkten och servicen till abonnenterna.*
- *Det förefaller svårt att på kort sikt realisera integrationsfördelar från flera verksamheter och/eller geografiska områden för en tillträdande extern entreprenör.*
- *Strukturell förändring är en process som sker stegvis där varje enskilt steg i sig kan ha mer begränsade strukturella effekter, d v s varje enskilt beslut fattas "på marginalen". Sett över tiden agerar kommunen för att optimera sitt utfall på marginalen i varje enskild situation. Beroende på vilka problem och behov som identifierats väljer varje aktör det alternativ som bäst hanterar den uppkomna situationen. Strukturen kring kommunens tekniska produktion var inget beställarfunktionen arbetade aktivt med. Den strukturella förändringen blev snarare ett resultat av hur de problem som upplevdes i varje enskild situation kom att hanteras.*

ISSN: 1102-5638

ISBN: 91 -88392-21 -X

Finansiering: Byggforskningsrådet, VA-FORSK, Svenska Kommunförbundet, MOVIUM

Målgrupper: Konsulter, Leverantörer, Tekniska förvaltningar

Utgivningsår: 1997

Pris 1997: 110 kr, exkl moms

Fosforns växttillgänglighet i olika typer av slam, handelsgödsel samt aska

Kersti Linderholm, Silvbergs Miljöteknik

Rapporten behandlar fosforns växttillgänglighet i olika typer av slam. Projektet omfattar litteraturstudie samt fält- och kärlförsök. Försöksleden har varit järnfällt slam, aluminiumfällt slam, kalkfällt slam, biologiskt slam, handelsgödselselfosfor, aska samt kontroll.

Växtens upptagning av fosfor från mark är mycket komplicerad. Två tredjedelar av markens fosfor finns i den organiska marksubstansen (skörderester, markens mikroliv samt i rester av organiska gödselmedel). Fosfor i det organiska materialet frigörs och blir tillgänglig för växterna allteftersom det organiska materialet bryts ned (mineralisering). Tillförsel av kalk till jordbruksmark kan radikalt påskynda mineraliseringen. Jämviktsreaktionerna för fosfor i mark är långsamma. Sett i ett ögonblicksperspektiv finns endast 0,01 % av markens fosfor löst i markvätskan som fosfatjoner. Det är denna fosfor som för stunden är "växttillgänglig".

Studier, om växttillgänglighet av fosfor i olika typer av slam, kan indelas i analysstudier, odlingsförsök samt kombinationer av dessa. Många av de studerade kärlförsöken hade gödslats med mycket stora mängder fosfor jämfört med växtens behov och det är ofta svårt att urskilja vad som är kväve-, kalk- eller fosforeffekter.

I våra försök har jämförande studier gjorts mellan järnfällt-, aluminiumfällt-, kalkfällt- samt biologiskt slam. Vi har valt en jord som inte har högt fosforinnehåll. I försöken ingår även handelsgödsel, aska och en kontroll utan fosforgödsling. För att kunna skilja på skörde-

höjande effekter av kväve, fosfor och kalk vid gödsling med slam och aska har vi i denna studie så långt det var möjligt gödslat alla leden lika med kväve och kalium och dessutom kompenserat för det kväve som tillförts med slamgödslingen. Försöken är delvis kalkade.

Försöken har visat att den positiva effekten på skörden av kalkfällt slam beror på kalktillförseln till en mark med kalkbehov, mer än av slamgödslingen. Samma kalkeffekt uppnås av att kalka fältet. Kalkning vid annat tillfälle än i samband med slamgödsling, ger mindre kväveförluster från fältet i form av försurande ammoniakavgång till luften.

Första försöksåret var mycket torrt och handelsgödselselfosfor gav en signifikant högre skörd än övriga gödslingar. Andra och tredje året var det inga signifikanta skillnader på skörden mellan gödslingarna. Gödsling med slam på våren kan innebära att tiden blir för knapp för att tillräckligt med fosfor för grödans behov skall hinna frigöras från slammet. Ett fält som har låg fosforklass kan behöva en startgiva av en lättillgänglig fosforkälla första året vid slamgödsling.

Tre år är en kort tid för att klarlägga fosforns växttillgänglighet i jorden. Fosforgödsling är långsiktig. Inget har framkommit i försöken som tyder på att någon långsiktig skillnad skulle föreligga mellan de olika fosforgödslingarna, kalkeffekter borträknade.

Växternas försörjning med fosfor i det långa perspektivet är mer beroende av en riktig helhetsbedömning av jordart -gröda - gödsling, än av vilken form fosfor har i gödselmedlet.

ISSN: 1102-5638

ISBN: 91-88392-23-6

Finansiering: VA-FORSK, Stora Kvarnsveden AB, Länsstyrelsen i Dalarna

Målgrupper: Kommunala VA-tekniska förvaltningar, Miljövårdsmyndigheter, Jordbrukare/Rådgivare

Utgivningsår: 1997

Pris 1997: 160 kr, exkl moms

Dricksvatten och korrosion - En handbok för vattenverken

Bo Berghult och Ann Elfström Broo, Göteborgs Universitet, Torsten Hedberg, CTH

Rapporten beskriver hur dricksvattenkvalitetens betydelse för korrosion på ledningsmaterialen järn och koppar har undersökts. Med hjälp av fältmätningar, laboratorieundersökningar, pilotskaleförsök och försök i full skala har modeller framtagits som väl beskriver korrosionssituationen på de båda materialen som funktion av vattenkvalitetsparametrarna pH, alkalinitet, och kalciumhalt.

Den invändiga korrosionen i dricksvattenledningar av järn och koppar beror av ett stort antal fysikalisk-kemiska och mikrobiologiska parametrar: syrehalt, pH, alkalinitet, kalciumhalt, halten av oorganiska salter, halten av organiska ämnen, mikrobiologiska aktiviteten, halten av desinfektionskemikalier och temperaturen. Dessutom tillkommer flera rent fysiska parametrar, som strömningshastighet, uppehållstid och förhållandet mellan yta och volym i rören.

Resultaten från denna undersökning, som omfattat fältmätningar i ett 15-tal kommuner, laboratorie- och pilotskalestudier, visar att korrosionsprocesserna på de båda materialen väl låter sig beskrivas som funktion av i första hand pH, alkalinitet och kalciumhalt. Halten naturligt förekommande organiskt material liksom halten av oorganiska salter innebär dock en viss osäkerhet i förutsägelser baserade på de framtagna modellerna för koppar- och järnkorrosionen.

Järn och koppar är rörmaterial med helt olika korrosionsegenskaper. Medan järnkorrosionen avtar med ökande alkalinitet och sjunkande pH är förhållandet det mot-

sätta för kopparkorrosionen. Ökande kalciumhalt ger lägre korrosion på järn om alkaliniteten samtidigt är låg, medan effekten vid hög alkalinitet är liten men motsatt. På koppar ger ökad kalciumhalt en lägre korrosionshastighet. Sammantaget innebär detta att ett relativt extremt vatten krävs för att korrosionen ska minimeras på båda materialen samtidigt: mycket låg alkalinitet, hög kalciumhalt och högt pH. Detta vatten har dålig buffrande förmåga och påverkas därför av sin omgivning, till exempel kan ett betongrör lätt göra vattnet otjänligt med avseende på pH.

Korrosionen på järn och mängden korrosionsprodukter i rören bestäms av ytcomplexbildning. Korrosionshastigheten är oberoende av strömningshastigheten och ingen betydande upplagring av korrosionsprodukter sker i ledningsnätet. Förr eller senare når merparten av korrosionsprodukterna konsumenten. Kopparhalten efter lång uppehållstid i ledningarna bestäms av den meta stabila fasen fast kopparhydroxid. Under flera timmar fram till denna halt uppnåtts bestäms kopparhalten i vattnet av korrosionsprocessen. Också på koppar är korrosionsprocessen sannolikt bestämd av ytcomplexbildning.

I distributionsnäten förekommer många material som påverkar vattnets kvalitet och därmed också förutsättningarna för korrosion på efterföljande material. För att kunna förutse korrosionen i det enskilda fallet krävs därför vid sidan av vattenkvalitetsparametrarna en ingående analys av systemets uppbyggnad.

ISSN: 1102-5638
ISBN: 91-88392-25-2
Finansiering: VA-FORSK, Göteborgs VA-verk, VA-verket Malmö, Uppsala kommun, Sydsvatten AB
Målgrupper: Kommunala VA-sektorn, Konsulter
Utgivningsår: 1997
Pris 1997: 110 kr, exkl moms

Alternativa avloppssystem i Bergsjön och Hamburgsund Sammanfattande slutrapport från ECO-GUIDE-projektet

Per-Arne Malmqvist och Majlis Stenberg, VBB Viak AB

Rapporten beskriver avloppssystemen i förorten Bergsjön i Göteborg och samhället Hamburgsund i Tanum. För vardera området har planerats två alternativa avloppssystem. För vart och ett av alternativen värderas systemens konsekvenser för i första hand miljön med hjälp av riktninganalys, miljökonsekvensbeskrivning och livscykelanalys.

För vardera området har jämförts tre olika avloppssystem: a) det nuvarande systemet med ledningar och reningsverk, b) ett system med lokal behandling av avloppsvattnet i filterbäddar och våtmarker, samt c) ett system med separering av urin, fekalier och BDT-vatten. De olika systemen har värderats med tre metoder: Riktninganalys, Miljökonsekvensbeskrivning samt Livscykelanalys.

Två slags resultat har kommit ut från projektet. Dels kan slutsatser dras angående vilka miljöeffekter de studerade avloppssystemen ger, dels belyses användningen av de tillämpade värderingsmetoderna.

Från jämförelsen av de tekniska systemen finns en stor mängd delresultat redovisade, delvis motstridiga. Från miljösynpunkt, när det gäller utsläpp av föroreningar till vatten, luft och mark samt hushållning med näringsämnen, kommer det källsorterande alternativet väl ut såväl i Bergsjön som i Hamburgsund. Från energisynpunkt är det befintliga systemet i Bergsjön överlägset alternativen genom den energiåtervinning som finns vid reningsverket. I Hamburgsund finns inga ekonomiska eller tekniska förutsättningar för energiåtervinning. Kostnaden per capita för investeringarna är lägre i det befintliga systemet i Bergsjön jämfört

med de alternativa avloppssystemen främst beroende på skaleffekter. Driftkostnaderna är däremot lägre i de alternativa systemen jämfört med befintligt system. I Hamburgsund har det lokala alternativet, med filterbäddar och våtmark, de lägsta såväl anläggnings- som driftkostnaderna.

Resultaten är i hög grad beroende på såväl valet av orter att studera, som de valda tekniska alternativen. Dock kan några generella slutsatser påpekas:

Skalans betydelse. VA-system i stor skala (Bergsjön) är betydligt energisnålare än mindre anläggningar (Hamburgsund), oavsett vilket systemalternativ som betraktas. Kostnaderna för anläggningar och drift är också lägre i stora system.

Energianvändningens betydelse. Återvinningen av energi har stor betydelse för miljöbedömningarna. Värmepumpar till exempel utnyttjar de stora värmemängderna i avloppsvatten. Energianvändningen under systemens driftskede är större än under investeringskedet. Transportarbetet är av stor betydelse särskilt i källsorterande system där fraktionerna transporteras och behandlas var för sig.

I projektet har värderingsmetoderna jämförts. En LCA ger mer information om energianvändning och global påverkan än en MKB. En MKB behandlar däremot den lokala miljön på ett mer detaljerat sätt. Riktninganalysens resultat visade att de begränsade inledande fakta som låg till grund för analysen var tillräckliga för att ge en första uppfattning om skillnaderna i miljöpåverkan mellan alternativen i projektet.

ISSN: 1102-5638

ISBN: 91-88392-27-9

Finansiering: VA-FORSK, Byggeforskningsrådet, Forskningsrådsnämnden

Målgrupper: Forskare, Kommunala VA-planerare, Tillsynsmyndigheter

Utgivningsår: 1997

Pris 1997: 150 kr, exkl moms

Analys av avloppssystem med datormodeller - Tillämpningsexempel med MOUSE-systemet

Bo Granlund och Mats Andréasson, VBB Viak AB

Rapporten ger en övergripande beskrivning av modellteknikens utveckling, nyttan av modellanalys i avloppssystem samt av hur man kan planera genomförandet av ett modellprojekt. I en exempelsamling redovisas genomförandet av 11 projekt tillsammans med erfarenheter av projekten och den upplevda nyttan med att använda modellverktyg.

Beräkningar med datormodeller är idag etablerad teknik vid förnyelseplanering och dimensionering av avloppsledningssystem. För att sammanställa och sprida erhållna erfarenheter från tillämpningar med MOUSE-systemet har ett VA-FORSK-stött projekt bedrivits under 1996/1997 där denna rapport utgör en slutredovisning.

I projektets arbetsgrupp har ca 30 personer från 9 st kommuner och Räddningsverket samt deras konsulter ingått. Dessa har diskuterat utformningen av exempelsamlingen och gjort skriftliga sammanställningar av erfarenheter från 11 genomförda eller pågående projekt. Utformningen av rapportens allmänna del och slutredigering av exempelsamlingen har gjorts av Bo Granlund och Mats Andréasson, VBB Viak.

Huvudsyftet med exempelsamlingen är att sprida erhållna erfarenheter från ett antal projekt med varierad inriktning till en större krets. Dessa exempel redovisar bredden i tillämpningsområden för MOUSE och illustrerar hur modeller kan vara nyttiga verktyg för VA-förvaltaren i förnyelseplaneringen. Läsaren får även en insikt i hur

modeller kan vara pedagogiska redskap för att förstå avloppssystemens funktion, vilka nyckeltal man kan få fram samt vilken arbetsinsats som krävs för genomförandet av ett MOUSE-projekt.

Kapitlen 1-5 beskriver VA-FORSK-projektets bakgrund och genomförande och ger en övergripande beskrivning av modellteknikens utveckling, nyttan med modellanalys i avloppssystem samt av hur man kan planera genomförandet av ett modellprojekt.

Kapitel 6, som innehåller själva exempelsamlingen, utgör rapportens tyngdpunkt. Inledningsvis finns en tabell som sammanfattar de 11 st olika projektens bakgrund samt vilka MOUSE-beräkningar som använts i respektive exempel. Nyckeltal om modellernas omfattning samt vilka förbättringsåtgärder på ledningssystemet som respektive projekt mynnat i redovisas också. Varje exempelbeskrivning redovisar bl a en inledande projektbeskrivning, kommunens erfarenheter av projektet samt den upplevda nyttan med modellverktyget. I rapporten redovisas exempel från Göteborg, Halmstad, Helsingborg, Jönköping, Kalmar, Karlskrona (två exempel), Malmö, Umeå och Växjö kommun samt en tillämpning från Räddningsverket (utbildning av räddningsbefäl).

I kapitel 7 ges avslutningsvis en utförligare beskrivning av MOUSE-systemet och de moduler som ingår.

ISSN:	1102-5638
ISBN:	91-88392-29-5
Finansiering:	VA-FORSK
Målgrupper:	Konsulter, Miljövårdsmyndigheter, VA-förvaltningar
Utgivningsår:	1997
Pris 1997:	150 kr, exkl moms

Läcksökning med hjälp av tryckslagsmätningar - Transientmetoden

Lennart Jönsson, LTH, Teknisk vattenresurslära Anders Svensson, VAI VA-Projekt AB

Rapporten beskriver hur tryckslagsmätningar kan användas för lokalisering av läckor, med hjälp av den reflekterade tryckvåg läckan ger upphov till. Därmed kan läget av läckan beräknas.

Tanken är att utnyttja tryckvågens reflektion i läckan under det transienta förloppet.

Denna sekundära reflektion, orsakad av läckan, kan observeras vid mätpunkten. Läckan syns som en plötslig tryckförändring.

Om avklingningen av det oscillerande förloppet är ovanligt snabb kan detta tyda på att ledningen har en läcka.

Genom att bestämma tryckvågshastigheten antingen genom beräkning eller ur diagram, kan läckans läge approximativt bestämmas efter ett grundligt studium av tryckdiagrammet.

I en etapp I studerades metoden med datormodeller, i etapp II genomfördes mätningar på försöksledningar i Malmö.

Datorstudierna visade på mycket goda resultat. Vid fältmätningarna varierade avvikelser i lägesbestämningen mellan 0.15 m och 33.05 m för ställedning. Medianvärde 3.6 m. Vid polyetenledning varierade felet mellan 0.4 m och 22 m. Medianvärde 5.7 m.

Sammanfattningsvis kan konstateras att tryckslagsmätningar kan användas för att detektera läckor.

Vid användning av tryckslagsmätning för detektering av läckor bör följande förutsättningar råda:

- lång överföringsledning utan sidoleddningar (huvudvattenledning från verk, tryckavloppsledning)
- transient framkallas med pumpstopp

ISSN: 1102-5638
ISBN: 91-88392-31-7
Finansiering: VA-FORSK
Målgrupper: Ingenjörer, Konsulter
Utgivningsår: 1997
Pris 1997: 150 kr, exkl moms

Modellering av ekologisk dagvattenhantering

Cecilia Wennberg, VBB Viak AB

Rapporten innehåller en beskrivning av vilka krav som bör ställas på modeller för ekologisk dagvattenhantering. Några modellsystem och deras struktur och funktion exemplifieras. De exemplifierade modellsystemens begränsningar och möjligheter jämförs med kravspecifikationen. I rapporten redovisas också ett antal verkliga fall som beskriver erfarenheter kring dagvattenmodellering.

Utifrån de anläggningar som beskrivits har ett antal olika processer/system som är aktiva i dessa anläggningar identifierats. Dessa processer kan indelas i två huvudgrupper som behandlar kvantitativa (flöden) och kvalitativa (föroreningar) aspekter på dagvattenhantering. För modellering av dessa processer har historiskt större insatser lagts på att bygga upp modeller för kvantifiering av flödesbelastningar än modeller för beskrivning av biologiska och kemiska processer.

De tillämpningsexempel som redovisas i denna rapport är huvudsakligen exempel på modellberäkningar av tillrinningen och flödesbelastningen av dagvatten. Vidare redovisar de exempel på hur effekterna av olika åtgärder på flödesbilden kan studeras. Avsaknaden av tillämpningsexempel för modellberäkningarna av effekten av olika

åtgärder på föroreningstransporten försvårar bedömningen av om erforderliga processer är tillräckligt väl beskrivna.

Utifrån de exemplifierade modellsystemen kan konstateras att det finns goda möjligheter till modellering av flödesbilden vid analys av ekologisk dagvattenhantering. Därmed innefattas också en beskrivning av de flödesrelaterade processer som skall omfattas i en studie av ekologiska dagvattenanläggningar. Beroende på syftet och därmed detaljeringsgraden i en viss tillämpning kan olika modelltyper vara användbara.

Följande områden med behov av ytterligare forskning för modellering av ekologisk dagvattenhantering har identifierats:

- Hur sker avskiljning av partiklar och föroreningar vid infiltration och perkolation i markbäddar med olika uppbyggnad?
- Om och hur nedbrytning av olika föroreningar sker i marklagren vid infiltration och perkolation?
- Vilken betydelse har växterna för den ekologiska dagvattenhanteringen m a p förorenings- och vattenupptag? I vilken utsträckning förekommer nedbrytning eller ackumulation i växtmassan?

ISSN: 1102-5638

ISBN: 91 -88392-33-3

Finansiering : VA - FORSK, Byggeforskningsrådet

Målgrupper: Forskare, Förvaltare, Planerare, Projektörer

Utgivningsår: 1997

Pris 1997: 110 kr, exkl moms

Avvattning av avloppsslam med naturnära metoder - Erfarenheter från ett fullskaleförsök i Lövånger

Daniel Hellström och Elisabeth Kvarnström, LTU

Rapporten beskriver en fullskaleanläggning för naturnära slamavvattning. Anläggningen består av tre stycken delytor som möjliggör slambehandling året runt: Ett frysdike för utlägg av slam under vintern, en torkyta för utlägg under vår och försommar samt en torkfrysyta för utlägg under sensommar och höst. Resultat från två driftsår redovisas och slutsatsen är att de undersökta avvattningsmetoderna fungerade väl.

Det slam som ingått i undersökningen kommer från ett mindre direktfällningsverk. Anläggningen, som är belägen vid Lövångers avloppsreningsverk i Skellefteå kommun, utgörs av tre stycken olika ytor som möjliggör lokal avvattning året runt. Den första ytan utgörs av ett frysdike där avvattning sker genom skiktvis infrysning av slam under vintern följt av tinande och upptorkning. Den andra ytan är en torkyta där slam läggs ut under vår och tidig sommar för att avvattnas genom dränering och torkning. Den tredje ytan utgörs av en torkfrysyta där slam läggs ut under sensommar och höst. Detta slam får sedan ligga kvar under nästkommande vinter. Avvattning av detta slam sker dels genom dränering och torkning, men även genom frys- och tinande processen.

Anläggningen har följts under två driftsår. Den andra vintern hade långa perioder av mildt väder, varför stora andelar av utlagt slam inte frös som planerat. Trots detta

erhölls ett acceptabelt avvattningsresultat för samtliga ytor under de båda studerade driftsåren.

Dimensionering av frysytorna respektive torkfrysytan kan göras med den så kallade graddagarsmetoden. För Lövångers fall innebär det att ca 1,5 m slam kan påföras frysytan och att ca 1,0 m slam kan påföras torkfrysytan. Mängden slam som kan läggas ut på frysytan bestäms av hur mycket som kan tina, eftersom infrysningen sker skiktvis. Torkfrysytans kapacitet avgörs dels av hur mycket vatten som kan dränera och torka bort före infrysning och dels av hur mycket slam som kan frysas in. För torkytan har ingen dimensioneringsmetodik tagits fram, men resultaten visar att ca 0,8-1,0 m slam kan påföras vid torrsushalter på 4-8 %.

Erfarenheterna visar att anläggningen var relativt enkel att sköta även om en del frysproblem förekom i början. Problem med lukt var obetydliga. Det lokala behandlingsalternativet kan vara ekonomiskt intressant jämfört med en central hantering av slammet. Ur miljösynpunkt är den största fördelen att antalet transporter, och därmed förbrukningen av fossila bränslen, reduceras. Vidare torde möjligheterna att återföra närsalterna i slammet till jordbruksmark i allmänhet förbättras vid lokal slamavvattning.

ISSN: 1102-5638

ISBN: 91-88392-35-X

Finansiering: VA-FORSK, Skellefteå kommun, Gatukontoret,
Luleå Tekniska Universitet, Avd för VA-teknik

Målgrupper: Förvaltningar, Konsulter

Utgivningsår: 1997

Pris 1997: 150 kr, exkl moms

Sambandet mellan kostnader och avgifter inom kommunal VA-verksamhet

Torbjörn Tagesson, Institutet för Ekonomisk Forskning, Lund

Rapporten visar att syftet med studien har varit att utveckla en modell för att på ett orsakslogiskt sätt fördela kostnaderna till olika abonnentgrupper samt att genom praktisk tillämpning inom några kommunala VA-verksamheter belysa eventuell asymmetri mellan kostnader och avgifter inom ett avgiftskollektiv. Frågan är om dagens avgifter ger önskvärda styrsignaler.

Bakgrund: Kommunernas avgiftsuttag regleras i grunden av självkostnadsprincipen. Enligt denna princip får inte uttag av avgifter överskrida de kostnader som tillhandahållandet av en tjänst eller vara förorsakar. Självkostnadsprincipen gäller dock enbart på agregerad nivå och reglerar inte i detalj avgiftsuttaget från enskilda abonnenter eller abonnentgrupper. Det är troligt att det på abonnentnivå finns avsevärda skillnader mellan den avgift som betalas och de faktiska kostnader som abonnenten eller abonnentgruppen åsamkar kommunen. Eventuell asymmetri mellan kostnader och avgifter ger de styrsignaler som är önskvärda. Enligt grundläggande välfärdsteori leder felaktiga prissignaler till misshushållning av resurser.

Syfte: Syftet med studien har varit att utveckla en modell för att på ett orsakslogiskt sätt fördela kostnaderna till olika abonnentgrupper samt att genom praktisk tillämpning inom några kommunala VA-verksamheter belysa eventuell asymmetri mellan kostnader och avgifter inom ett avgiftskollektiv.

Slutsatser: VA-verksamheten är en verksamhet vars kostnadsstruktur präglas av en stor andel fasta kostnader. Dessa höga fasta kost-

nader kan emellertid utgöra särkostnader för olika grupper av abonnenter. I modellen för kostnadsfördelning har hänsyn tagits till olika abonnentgruppers särkostnader. Studien visar att det föreligger asymmetri mellan kostnader och avgifter inom avgiftskollektiv för VA-verksamhet.

Fenomenet har studerats dels ur ett geografiskt perspektiv, dels ur ett bebyggelsestrukturperspektiv. Man kan konstatera, att centralorterna i de studerade fallen haft betydligt högre kostnadstäckningsgrad än abonnentgrupper med en geografiskt sett perifer placering inom verksamhetsområdet. Detta anser vi tyder på att med nuvarande teknologi och miljökrav är skalfördelarna tydliga inom VA-verksamhet.

Sett på problemet ur ett bebyggelsestrukturperspektiv kan man utifrån fallstudierna konstatera, att områden dominerade av flerfamiljshus samt industriområden, där industrierna är stora vatten-förbrukare, genererar högre intäkter i form av inbetalda avgifter än vad de förorsakar kostnader. Områden med denna bebyggelsestruktur har således en hög kostnadstäckningsgrad medan villa/radhusområden samt industriområden, där industrierna inte förbrukar så mycket vatten, tenderar att ha betydligt lägre kostnadstäckningsgrad.

Tillåter man sig att generalisera, skulle man kunna säga, att stora vattenförbrukare i stadsdelsområden av industrikaraktär samt abonnenter i centralortens flerfamiljshus är de som i störst omfattning bidrar till att subventionera småhusabbonenterna i kranstötorter och glesbygd.

ISSN: 1102-5638
ISBN: 91-88392-37-6
Finansiering: VA-FORSK
Målgrupper: Politiker, Tjänstemän
Utgivningsår: 1997
Pris 1997: 110 kr, exkl moms

Kundorienterad kvalitetsutveckling i VA-verksamhet - Rapport från en förstudie

Patrik Larsson och Saara Isaksson, Högskolan i Karlstad

Rapporten redovisar exempel på olika kvalitetsprojekt vid svenska VA-verk. Exempelen avser projekt som syftat till att öka kundtillfredsställelsen. Projektet, som avser en förstudie, har genomförts av Centrum för Tjänsteproduktion (CTF) vid Tekniska högskolan i Karlstad. Källmaterialet utgjordes av projektbeskrivningar och övriga dokument samt av telefonintervjuer. En slutsats av studien var att de studerade VA-verken behöver utveckla sin interna organisation för att bättre klara inriktningen mot en tydligare kundorientering.

VA-FORSK har under några års tid bedrivit forskning kring kvalitet inom VA-verksamhet. Denna forskning har haft en inriktning främst mot den tekniska sidan av VA-verksamheten och därför varit tämligen produktionsinriktad. På senare tid har emellertid abonnenternas/kundernas roll alltmera kommit att fokuseras i kvalitetsarbetet. Inför VAVs fortsatta kvalitetsarbete, vilket omfattar såväl de tekniska aspekterna på vattenkvalitet, slamhantering etc, som kontakterna med olika kundkategorier har VAV initierat en mindre förstudie kring erfarenheterna från diverse kundorienterade kvalitetsutvecklingsprojekt. Denna erhåller karaktären av en exempelsamling och har utförts vid Centrum för tjänsteforskning (CTF) Högskolan i Karlstad.

Datainsamling har skett genom dokumentstudier samt telefonintervjuer med verksamhets- och projektansvariga, vilka ombetts att redogöra för sina erfarenheter. De projekt som ingår i studien omfattar följande områden: Klagomålshantering av dricksvattenkvalitet; Hantering av felanmälan; Utställning; Informationskampanj; Ett telefonnummer till klagomål

på vatten och avlopp; Kundenkät; Kvalitetsbok samt VA-entreprenad.

Projektet skiljer sig avsevärt från varandra vad gäller såväl tidsåtgång och ambitionsnivå som ekonomiska ramar. Det kortaste projektet avklarades av en person på drygt en månad, medan andra tagit månader eller år samtidigt som de omfattat stora delar av personalen på olika nivåer. Vid sökandet efter gemensamma nämnare i projektens ursprungssyften visar det sig att samtliga har haft en klar koppling till problem eller behov av förbättringar internt i verksamheten. Kundorienteringen, d v s att man utgår ifrån kundens behov och eventuella problem, har däremot inte varit lika tydlig. Det bör dock tilläggas att kundens och verksamhetens intressen sammanfaller i en rad projekt.

Vidare kan det konstateras att initiativet och idéerna till projekten genomgående kommit från ledningen, till exempel VA-chef, avdelningschef, politiker eller liknande. När det sedan gäller det konkreta arbetet med projekten kan man i alla fall i några fall se hur chefen även aktivt drivit arbetet med varierande medverkan av personal på olika nivåer. I andra projekt har arbetet delegerats och i ytterligare några fall har konsulter anlåtats. Budgetuppföljningar, internrevisioner och liknande visar genomgående på positiva resultat av projekten, men det har i de flesta fall inte gjorts någon formell utvärdering.

Förstudien visar att det pågår en mängd mycket intressanta kvalitetsprojekt, vilka avspeglar olika delar av verksamheten, men vi ser samtidigt ett värde av en ökad fokusering på kund- och verksamhetsprocesser vid kvalitetsutveckling. Detta behandlas i den avslutande diskussionen och följs upp i avsnittet om förslag till fortsatt forskning.

ISSN: 1102-5638
 ISBN: 91-88392-39-2
 Finansiering: VA-FORSK
 Målgrupper: VAVs medlemmar
 Utgivningsår: 1997
 Pris 1997: 110 kr, exkl moms

Läck- och dräneringsvatten i spillvattensystem

Hans Bäckman, VBB Viak AB, Bengt Göran Hellström, Stockholm Vatten AB, Anders Jaryd, Karlskrona kommun, Åke Jonsson, Stockholm Vatten AB

Projektet behandlar den mycket viktiga frågan om hur miljökrav bör formuleras för avloppssystemen. I projektet har miljöeffekten utvärderats för åtgärder i kommunala avloppsnät som syftar till att reducera stora årsvolymer tillskottsvatten. Dessa jämförs med andra alternativa åtgärder i reningsverk för att uppnå samma effekt avseende minskad utsläppt föroreningsmängd.

Projektet har drivits i en anda där det har varit viktigt att jämka samman synsätt och överbrygga gränsen mellan ledningsnät och reningsverk. Ett arbetssätt har tagits fram för utvärdering av reningsverkens utspädningskänslighet. Med utspädningskänslighet avses hur utsläppta föroreningsmängder påverkas av inkommande flödesmängd. Det finns ett samband mellan inkommande flöde och utsläppt föroreningsmängd. Sambandet beror till stor del på att villkoren är givna som halter. För många reningsverk är emellertid sambandet svagt. Detta beror på att andra faktorer, utöver utspädningsgraden, kraftigt påverkar mängden utgående föroreningar. Utspädningskänsligheten kan till exempel förändras radikalt genom ändrade driftsstrategier eller om-/ utbyggnad av reningsprocessen.

Ett stort antal åtgärder redovisas i denna rapport. För att möjliggöra jämförelser har ett enkelt nyckeltal använts: "kostnad i kr per kilo reducerad syretäring". Detta nyckeltal bör användas med försiktighet eftersom det endast beskriver den potentiella miljöeffekten i recipienten. Nyckeltalet kan dock vara gångbart som ett intressant jämförelsetal mellan olika åtgärder.

Resultaten från åtgärdsexemplen i projektet kan grovt sammanfattas enligt följande. För reningsverken har enklare åtgärder, såsom att undanröja begränsade sektioner, förändringar i doseringsförfarandena, visat sig ligga väl

samlat mellan 0,20 och 1,70 kr/kg syretäring. Mer omfattande om- och utbyggnader i reningsverken uppvisar större spridningar i resultaten, från ca 2 - 20 kr/kg syretäring.

I ledningsnät har stort arbete lagts ned för att identifiera de delar av ledningsnäten som varit mest belastade med tillskottsvatten. Först därefter har mer detaljerade undersökningar kunnat göras. Resultaten från ledningsnät uppvisar en mycket stor spridning. De lokala förhållandena visade sig vara helt avgörande för effektiviteten i åtgärderna. Vid lagning av stora punktinläckage har en vinst erhållits då den årliga driftkostnadsbesparingen har överstigit årskostnaden för investeringen. Vid mer komplexa åtgärdspaket, innehållande t ex grundvattenpumpning, avskärande dräneringar, ledningsrenoveringar etc, var spridningen mycket stor från en kalkylerad vinst till en kostnad på upp mot 100 kr/kg syretäring. Samtidigt redovisas exempel där en åtgärd ej resulterat i någon mätbar effekt på läck- och dränvattenflödet. Detta medför att kostnaden, uttryckt i nyckeltalet kr/kg reducerad syretäring, blir oändlig.

Med åtgärdsexemplen har vi visat på det orimliga i att formulera miljökrav på ledningsnät med indirekta nyckeltal, såsom maximalt tillåten årsmedelandel av tillskottsvatten. Varken de ekonomiska följderna eller åtgärdseffektiviteten kan vara överblickbara vid tillståndsprövningen. Det är bättre om miljösmål och miljökrav för ledningsnät formuleras i rullande förnyelseplaner och vävs samman med övriga mål och krav som gäller för förvaltningen av avloppssystemen. Förnyelseplanerna bör revideras vid återkommande samrådkontakter. Utgångspunkten för miljödiskussioner måste vara en helhetssyn rörande recipientens status där alla större föroreningsbelastningar, såväl inom som utanför den kommunala VA-verksamheten, beaktas.

ISSN: 1102-5638

ISBN: 91-88392-41-4

Finansiering: VA-FORSK

Målgrupper: Konsulter, Miljövårdsmyndigheter, Studerande, VA-organisationer

Utgivningsår: 1997

Pris 1997: 150 kr, exkl moms

Avvattningslaguner för slam från enskilda brunnar

Erik Brydolf och Eric Rönnols, VBB Viak AB, Sundsvall

Rapporten beskriver driftresultat och miljöpåverkan från behandling av slam från enskilda brunnar i avvattningslaguner. Rekommendationer för utformning och drift av denna typ av anläggningar ges.

Fyra anläggningar för avvattning av våtslam i laguner i Västernorrland har undersökts beträffande driftresultat och miljöpåverkan. Analyser har gjorts på mark- och grundvattenprover från olika nivåer under och nedströms anläggningarna. Dessutom har analyser gjorts av gasemissioner från en av anläggningarna.

I undersökningarna har bl a fastläggning och urlakning av fosfor och kväve från slammet studerats.

Slutsatser och rekommendationer

Avvattning av brunns slam i laguner är vid rätt lokalisering av anläggningen och vid rätta driftbetingelser en från behandlingsteknisk och även från miljö- och kretsloppssynpunkt bra lösning. Miljöpåverkan utanför anläggningens närområde är mycket begränsad, även efter långvarig drift av avvattningslaguner.

För ett lyckat resultat krävs framförallt att följande krav uppfylls:

- Anläggningens avrinningsområde ska vara litet och väl definierat.
- Avrinningsområdet nedströms laguner ska kunna betraktas som en del av behandlingsanläggningen.

- Djupet till grundvatten under lagunerbotten bör vara > 2 meter.
- Lagunerna bör inte grävas djupare än 1.5 meter.
- Jordarterna under lagunerna bör vara mellansand/finsand.
- Två eller fler laguner bör byggas parallellt och utnyttjas växelvis.
- Efter urgrävning bör slammet tillåtas "frystorka".
- Vid urgrävning av slam bör ≥ 10 cm av sandskiktet ersättas.

Liksom vid andra behandlingsmetoder som bygger på utnyttjande av markens reningsförmåga (infiltration, våtmarksbehandling, översilning m fl) är ett villkor både för ett lyckat resultat och för att behandlingen ska accepteras av miljömyndigheterna att de geohydrologiska förutsättningarna på platsen är väl kända och kontrollerbara. I ett småkulligt urbergslandskap med inslag av sedimentavlagringar, som är vanligt i stora delar av Sverige, kan mindre avrinningsområden med små, lokala grundvattenmagasin identifieras och utnyttjas som en del av en reningsanläggning utan att konflikter uppstår med andra anspråk/intressen.

Större, sammanhängande grundvattenakviferer ska identifieras i samband med en lokaliseringstudie och undvikas.

ISSN: 1102-5638

ISBN: 91-88392-43-0

Finansiering: VA-FORSK, Kramfors kommun, Örnsköldsviks kommun, Timrå kommun, Ånge kommun, Sollefteå Energi AB, Reko Sundsvall AB, VBB Viak AB

Målgrupper: Konsulter, Miljömyndigheter, VA-förvaltningar

Utgivningsår: 1997

Pris 1997: 150 kr, exkl moms