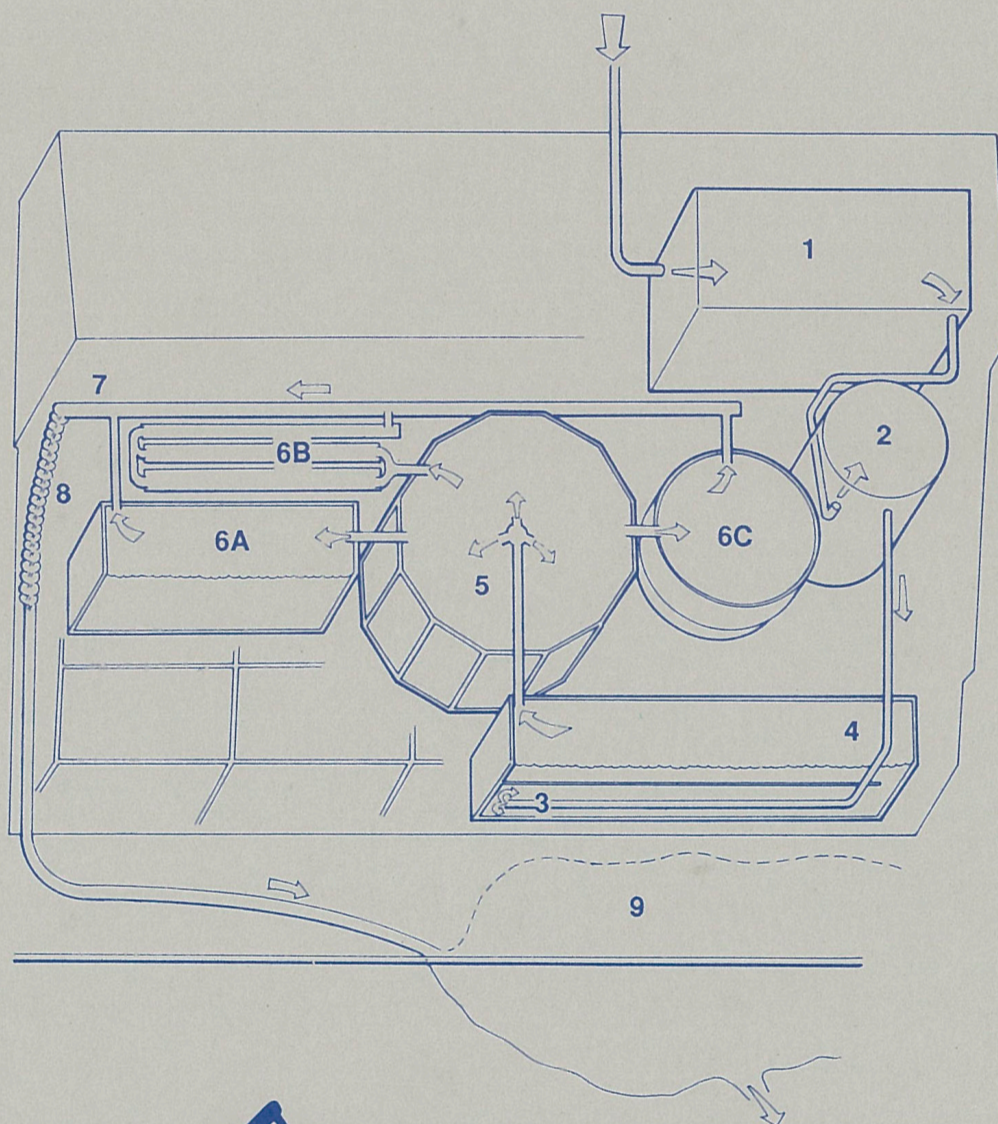




Alternativ va-teknik
Exempelsamling

Per-Arne Malmqvist
Agneta Samuelsson



VA-FORSK

VA-FORSK är kommunernas eget FoU-program om kommunal va-teknik. Programmet finansieras i sin helhet av kommunerna, vilket är unikt på så sätt att statliga medel tidigare alltid använts för denna typ av verksamhet. FoU-avgiften är för närvarande en krona per kommuninnevånare och år. Avgiften är frivillig och intresset från kommunernas sida har varit mycket stort. Nästan alla kommuner är med i programmet, vilket innebär att budgeten årligen omfattar drygt åtta miljoner kronor.

VA-FORSK initierades gemensamt av Kommunförbundet och VAV. Verksamheten påbörjades år 1990. Programmet lägger tonvikten på tillämpad forskning inom det kommunala va-området. Projekt bedrivs inom hela det va-tekniska fältet under huvudrubrikerna:

Dricksvatten
Ledningsnät
Avloppsvattenrening
Ekonomi och organisation
Utbildning och information

VA-FORSK styrs av en kommitté, som utsetts gemensamt av VAV och Kommunförbundet. Kommittén är underställd VAVs styrelse. Under perioden 1993-1995 har kommittén följande sammansättning:

Hans Mattsson, ordförande	Södertälje
Professor Peter Balmér	GRYAAB, Göteborg
Driftchef Sture Bergström	Gatukontoret, Skellefteå
Kommunalråd Bert-Ove Bäckman	Lycksele
Avdelningschef Jane Cederqvist	Sv kommunförbundet
Tekn dr Jan Hultgren	Stockholm Vatten AB
Kommunalråd Caisa Hörberg	Lidingö
Ordf i tekniska nämnden Thure Larsson	Gatukontoret, Visby
Tekn chef Peeter Maripuu	Lycksele
Va-chef Bengt L Persson	Va-verket, Malmö
Vd Lars Jansson	VAV
Forskningsledare Jan Falk, sekreterare	VAV

VA-FORSK
Svenska vatten- och avloppsverksföreningen, VAV
Regeringsgatan 86
111 39 STOCKHOLM
Tel: 08-23 29 35
Fax: 08-21 37 51

Rapport nr 1993-01



Alternativ va-teknik
Exempelsamling

Per-Arne Malmqvist
Agneta Samuelsson



Rapport utgiven av Svenska vatten- och avloppsverksföreningen, VAV,
i samarbete med Byggeforskningsrådet, BFR

VA-FORSKs rapportserie

Rapportens titel:	Alternativ va-teknik — Exempelsamling
Title of the report:	Alternative methods for water supply and sewerage — Collection of examples
<i>Rapportens beteckning</i>	
Nr i VA-FORSK-serien:	1993-01
ISSN-nummer:	1102-5638
ISBN-nummer:	91-88392-38-4
Författare:	Per-Arne Malmqvist och Agneta Samuelsson, VBB VIAK AB, Göteborg
Utgivare:	Svenska vatten- och avloppsverksföreningen, VAV
VA-FORSK projekt nr:	92-108
Projektets namn:	Alternativ va-teknik — Exempelsamling
Projektets finansiering:	VA-FORSK och PUVA (samarbetsprojekt mellan VAV och BFR)
Rapporten beställs från:	Svensk Byggtjänst, Litteraturtjänst, 171 88 Solna, tel 08-734 51 00
<i>Rapportens omfattning</i>	
Sidantal:	56
Format:	A4
Upplaga:	2000
Sökord:	Va-teknik, ekoby, avloppsvattenrening, fällningsdamm, bevattningsdamm, våtmark, dagvattenhantering, ledningsplanering, LOD, flödesstyrning, supertub
Keywords:	Water supply and sewerage, eco-village, wastewater management, fellingsdams, irrigation pond, wetland, storm water management, water and sewerage networks, local disposal, flow control, super tube
Sammandrag:	Denna rapport syftar till att informera om, kommentera och stimulera användandet av alternativa lösningar på va-tekniska problem. Rapporten innehåller exempel på projekt med va-teknik som anpassats till lokala förhållanden över hela landet. Exempelen tar upp ekologiskt boende, avloppsvattenrening i fällningsdammar, bevattningsdammar och våtmarker, dagvattenmagasin för rening och utjämning, ledningsplanering och samförläggning av ledningar, styrning av avlopps- och dricksvattennät samt informationsspridning till va-systemets brukare.
Abstract:	This report aims at informing on, commenting, and stimulating the use of alternative and appropriate solutions of water and sewage problems. The report contains examples of water and sewage projects that have been adopted to local conditions in Sweden. The examples concern ecological housing, sewage treatment in open dams ("fellingdams"), artificial irrigation with treated sewage, wetland techniques, open stormwater detention basins, alternative planning of pipe systems, real time control of water distribution nets, and information to the citizens on how to use the water and sewage systems.
Målgrupper:	Personal vid svenska kommuners va- och miljö- och hälsoskyddsenheter, länsstyrelser, konsulter samt politiker
Utgivningsår:	1993
Pris 1993:	110 kr exkl moms

SAMMANFATTNING AV RAPPORTEN

Denna rapport har initierats av PUVÅ - Vatten- och avloppsverksföreningens och Byggnadsrådets gemensamma styrgrupp för FoU inom va-ledningsområdet och utarbetats vid VBB VIAK i Göteborg av Per-Arne Malmqvist och Agneta Samuelsson. Syftet med rapporten är att informera om, kommentera och stimulera användandet av alternativa lösningar på va-tekniska problem.

Kraven på vatten- och avloppstekniken förändras hela tiden. Samhällets tillväxt och utveckling gör att kraven blir mer och mer komplexa samtidigt som de ekonomiska ramarna minskar. Vid planering av försörjningssystem för vatten och avlopp måste hänsyn tas till krav på miljö, hälsa, ekonomi och service från tre berörda grupper: samhället, brukarna och va-förvaltningen. Vi måste, för att kunna uppfylla dessa delvis motstridiga krav, se oss om efter nya eller kompletterande alternativ till den traditionella va-tekniken. Både typen av teknik och skalan måste anpassas till de lokala förutsättningarna på varje ort.

Rapporten innehåller en samling exempel där man provat alternativa lösningar på va-tekniska problem och försökt anpassa dem till rådande lokala förhållanden.

Exempel på lösningar i liten skala kommer från ekobyar (Karlstad, Västerås och Lund) där man strävar efter att åstadkomma lokala kretslopp för energi, avfall, vatten och avlopp. I ekobyar lever människor som är mycket medvetna om vad man kan göra för att minska sin egen belastning på miljön. Från Stockholm (750 000 hushåll) och Älekulla i Marks kommun (20 hushåll) beskrivs projekt där boende i vanliga samhällen får information om hur var och en kan hjälpa till att minska belastningen på sitt reningsverk och sin närmiljö.

I rapporten beskrivs hur man i halvstor skala behandlar avloppsvatten i fällningsdammar i Örnköldsvik, i våtmarker vid Ringsjön i Skåne och hur man använder avloppsvattnet som en resurs för bevattning av åkermark på Gotland och Öland.

Dagvattenhanteringen kan lösas på många olika sätt. I Båtsmanstorpet, Härryda kommun, låter man regnet infiltrera där det faller eller så nära som möjligt, vilket medför att den naturliga vattensituationen i området påverkas mindre och att ledningsdimensionerna för dagvattennätet kan minskas. Exemplet Toftanäs i Malmö och Spetsamossen i Växjö visar att för att minska belastningen på recipient och ledningsnät kan öppna utjämningsmagasin användas. I städer med kombinerat avloppssystem orsakar stor nederbörd utsläpp av orenat spillvatten i recipienter och ibland även källaröversvämningar. I Stockholm har man med hjälp av modern datateknik börjat utnyttja befintliga och tillbyggda ("Ormen") volymer i ledningsnäten för att styra flödena.

Genom att placera alla ledningar i en enda stor gångbar kulvert, en supertub, har man i Kista erhållit lägre kostnader för anläggning, drift och underhåll än om konventionella ledningsgravar hade använts.

På dricksvattensidan vet man att uppehållstiden i ledningsnätet är viktigt för vattenkvaliteten. I Malmö har ett dataprogram för hydrauliska beräkningar i ledningsnät, LICWATER ON LINE, installerats. Med detta har man fått möjlighet att styra och reglera nätet så att vattenomsättningen blir jämnare och bättre.

FÖRORD

Denna skrift har initierats av PUVA - Vatten- och avloppsverksföreningens och Byggnadsforskningsrådets gemensamma styrgrupp för FoU inom va-ledningsområdet. Den har motiverats av de stora investeringar och reinvesteringar som Sveriges kommuner nu står inför både vad gäller vattenverken, avloppsreningsverken och ledningsnäten. Den har föregåtts av flera diskussionsmöten inom PUVA och med externa specialister och praktiker. Av olika skäl har den kommit att handla mer om avlopp än om vatten - kanske för att utvecklingen inom avloppsområdet är snabbare nu.

Skriften har utarbetats vid VBB VIAK i Göteborg av Per-Arne Malmqvist och Agneta Samuelsson, och finansierats av PUVA och VA-FORSK.

Ett stort tack riktas till alla som bidragit med material och synpunkter.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING	III
FÖRORD	V
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	VII
INLEDNING	1
EKOLOGISKT BOENDE och EKOBYPAR	8
Tuggelite i Karlstads kommun	9
Åkesta i Västerås kommun	10
Dalby i Lunds kommun	10
AVLOPPSVATTENRENING I FÄLLNINGSDAMMAR	13
Skulnäs i Örnsköldsviks kommun	13
BEVATTNINGSDAMMAR	16
Stånga, Roma och Hemse, Gotlands Kommun	16
Böda, Borgholms kommun, Öland	17
VÅTMARKER	19
Snogeröd i Höörs kommun	19
VATTENBRUK	22
Stensunds folkhögskola, Trosa	22
FÖRDRÖJNINGSMAGASIN FÖR DAGVATTEN	25
Spetsamossen i Växjö kommun	25
DAGVATTEN I STADSBILDEN	29
Toftanäs i Malmö kommun	29
LEDNINGSPLANERING med GRUND LEDNINGSFÖRLÄGGNING och LOD	32
Båtmanstorpet i Härryda kommun	33
STYRNING AV FLÖDEN I KOMBINERADE AVLOPPSLEDNINGSNÄT	35
Projektet "Ormen" i Stockholm	35
SUPERTUB	38
Kista i Stockholms kommun	38
INFORMATION TILL VA-SYSTEMETS BRUKARE	40
Stockholm	40
Älekulla i Marks kommun	41
STYRNING AV VATTENLEDNINGSNÄT	44
Malmö kommun	45
Litteratur	47

INLEDNING

Syfte

Denna skrift syftar till att informera om och kommentera alternativa lösningar på va-tekniska problem. Någon enhetlig syn om "hur vi va-tekniker vill ha det" är inte möjlig att formulera, problemen är alltför komplexa och situationsanpassade. Vad som krävs nu är en mångfald av idéer och lösningar - enhetligheten är i detta sammanhang irrationell. Förhoppningar är att de redovisade exemplen, och de allmänna resonemangen, skall stimulera va-tekniker och va-politiker i Sverige till att tänka i vidare banor, och kanske pröva lösningar som inte tidigare prövats i kommunen. Skriften skall också, hoppas vi, väcka till debatt om va-teknikens villkor och om vad man kan göra och inte göra.

Bakgrund

Vatten- och avloppstekniken i Sverige håller en internationellt sett hög nivå. Vi har under många år utvecklat, byggt och vidareutvecklat vattenverk, avloppsreningsverk och lednings-system som har uppfyllt de krav som har gällt för varje tid. Vi har all anledning att känna oss stolta över det som har åstadkommit.

Nu står vi emellertid inför större utmaningar än vi gjort tidigare. Kraven som vi skall försöka uppfylla ökar och blir mer komplexa, samtidigt som de ekonomiska ramarna minskar. Samhällets tillväxt och förändring samt de ökade kraven gör att nu tillgängliga och tillämpade planeringsfilosofier, organisationsformer och tekniska lösningar inte räcker till i framtiden.

De krav som vi ställs inför är främst av tre slag: **Miljö, hälsa och ekonomi.**

Miljökraven ökar av flera skäl. Vi har undan för undan fått en större **kunskap** om de utsläpp vi gör och de **effekter** som åstadkoms. Vi har inte nått den långsiktiga jämvikt, den uthålliga utveckling som betonas bland annat av Bruntlandkommissionen. Kunskapen om utsläppen internationellt, till exempel till

Östersjön, har också ökat, och därmed insikten att också vi i Sverige måste minska våra utsläpp. Detta uttrycks tydligt i flera av de internationella överenskommelserna på området, till exempel Helsingforsöverenskommelsen. Genom den höga industrialiseringsgrad vi har i Sverige bidrar vi till att föroreningen av våra omgivande vatten ökar, trots våra avancerade reningsverk. Vi har också problem i de lokala recipienterna, i närheten av våra storstäder och storindustrier. Vi har ännu inte lyckats få in avloppsslammet i ett kretslopp, på grund av slammets innehåll av oönskade ämnen (eller genom människors uppfattning om slammets skadlighet). Insikten har successivt väckts, att vi inte kan nå målen enbart genom att fortsätta och förfina den inslagna vägen. Regionala lösningar med långa överföringsledningar och ett avancerat reningsverk räcker inte alltid till. Vi måste gå också andra vägar, och söka alternativa eller kompletterande lösningar.

Hälsokraven ökar likaså. Kemisamhällets snabba framväxt har givit oss allt större problem. Antalet allergiker i Sverige ökar stadigt. Den förfinade analysteknik som numera står till vårt förfogande avslöjar dagligen nya skadliga ämnen i vår omgivning. Allergisnärade daghem håller på att byggas. Denna utveckling rör förstås också vårt dricksvatten. Försäljningen av bordsvatten i flaska ökar kraftigt, säkerligen till stor del beroende på människors tro att det är hälsosammare än kranvattnet. Det finns människor med allergiproblem som inte kan duscha i vattenledningsvattnet. Årligen drabbas åtminstone någon kommun av någon vattenspridd epidemi (SLV-rapport 1990), alltid redovisat och kommenterat i pressen.

De ekonomiska kraven är ändå de som idag väger tyngst när det gäller investeringar i och drift av va-anläggningar. Den lågkonjunktur som vi är mitt inne i medför att utrymmet för förnyelse och förbättring i va-systemet inte är särskilt stort. Situationen är emellertid egentligen inte konjunkturberoende. Den offentliga sektorn i Sverige skall bantas. Kommunalnskat-

ten får inte höjas, helst inte heller de kommunala taxorna till exempel va-taxorna. I nästan varje kommun sker kraftiga besparingar. Bibliotek dras in, den sociala servicen minskas. Personalen på de kommunala förvaltningarna minskas, också på va-förvaltningar och gatukontor. Detta är en utveckling som kommer att vara under överskådlig tid. Detta är också bakgrunden till de nya organisationsformer som håller på att införas i kommunerna, inte minst inom de tekniska förvaltningarna. Man delar in verksamheten i en beställande och en utförande enhet, man lägger ut allt fler uppgifter på entreprenad, och man bildar eller avknoppar kommunala bolag. Allt i ett enda syfte: att få till stånd en mer kostnadseffektiv förvaltning.

Samtidigt har vi ett stort och växande behov av investeringar och reinvesteringar i reningsverken (kvävereduktion!), vattenverken, och va-ledningsnäten.

För att uppfylla alla dessa krav måste vi utveckla och tillämpa va-tekniska lösningar som

- orsakar mindre utsläpp till vatten, mark och luft av miljö- och hälsoskadliga ämnen
- ger konsumenterna ett hälsosamt och gott dricksvatten som de kan använda med förtroende
- kostar mindre pengar att driva

Alternativa lösningar

Vi måste se oss om efter nya eller kompletterande alternativ till den traditionella va-tekniken. Det är inte möjligt, och inte heller önskvärt, att vi hittar *ett* alternativ som anpassas till olika situationer. Problemen är alldeles för komplexa och lokala. Vi måste utveckla och anpassa en mångfald av idéer och tekniska lösningar. Den bakomliggande huvudstrategin är dock gemensam för alla alternativ. Den bygger på en helhetssyn där vi i varje situation tar samtidigt hänsyn till de tre huvudmålen (enligt PRIVA-strategin, VAV 1987 och september 1991): *Miljö, service och ekonomi*. Vi måste också väga in och ta hänsyn till intressena från alla de grupper som berörs av va-tekniken: *samhället, brukarnal-abbonnenterna, och va-förvaltningen*. I varje planeringsfas, varje ekonomisk kalkyl och

varje investeringsbeslut som görs måste dessa tre intressen vägas in. Metoder för och exempel på hur detta kan göras finns i rapporten PRISEK (VA-FORSK 1992). Vi måste också ta hänsyn till hur nät och verk samverkar, för att få minsta möjliga totalutsläpp till lägsta möjliga kostnad, se rapporten SAMOVAR (VAV maj 1991)

Va-strategierna och de tekniska lösningarna måste anpassas till de lokala förutsättningarna på varje ort. Historiskt sett har vi hämtat strategierna och tekniken från kontinenten till Stockholm och andra större städer, för att sedan successivt sprida dem till alla orter i Sverige. Detta har medfört till exempel att man även i Norrlands inland har samma principiella uppbyggnad av va-systemen som i Stockholm: mer eller mindre regionala lösningar med långa ledningar och ett avancerat tre-stegs reningsverk. Även för små samhällen byggdes under 60- och 70-talen minireningsverk - förminskade kopior av reningsverken i de större städerna. Drifterfarenheterna av dessa har inte alltid varit goda, främst på grund av de stora drift- och underhållsproblemen. De speciella förhållandena i Norrland togs det ingen hänsyn till: kallt klimat, långa avstånd, gles bebyggelse, stora ytor och, inte minst, ingen va-teknisk tradition eller utbildning. Allt detta ger restriktioner för vad man kan göra, men också möjligheter, som vi skall återkomma till.

De alternativa va-tekniska lösningar som denna skrift handlar om, skulle alltså snarare kallas **anpassade lösningar**. Anpassningen måste ske till de geohydrologiska, klimatologiska och demografiska förhållandena, till de ekonomiska möjligheterna och till den tekniska kompetens som finns. Va-tekniken måste därför få väsentligt olika ansikten i en storstad och i en mindre ort till exempel i Norrlands inland. Den tekniska **skalan** är den viktigaste variabeln vid val av va-strategi och -teknik.

Småskalig va-teknik

I mindre tätorter, i städernas förorter och i exploateringsområden kan vi tala om småskalig teknik. Den minsta skalan är det enskilda

huset eller en grupp av hus. Här har under senare år vuxit upp ett antal så kallade *ekobyar*, ett begrepp som tolkas olika i olika sammanhang. Vanligt är att man i dessa ekobyar försöker tillämpa ett kretsloppstänkande vad gäller energi, avfall, vatten och avlopp. På avloppssidan sker detta ofta genom någon form av mulltoor, kombinerat med infiltration av bdt-vatten och kompostering eller direkt spridning på odlings- eller parkmark av produkterna från mulltoorna. Vatten kan tas från egen brunn, men vanligen finns kommunalt vatten. Ekobyarnas ofta entusiastiska anhängare hävdar ibland att dessa tekniker går att tillämpa också i städerna. Så är förstås inte fallet, med de stadsbildningar vi har idag, och som vi kommer att ha under generationer framåt. "Eko-tekniken" passar i den lilla skalan. Det är heller inte självklart, att tankarna om kretslopp och ett naturnära boende ger några miljömässiga fördelar. Vid infiltration kan grundvattnet förorenas, och intilliggande vattentäkter ta skada. Utsläpp i lokala vattendrag kan ge större lokala effekter än överföring till ett centralt reningsverk. Bedömningar måste göras från fall till fall.

I litet större skala finns teknik som är beprövad sedan länge. Exempel är infiltrationsanläggningar, filterbäddar, infiltrationsdammar och biodammar. Gemensamt för dessa är att de har en relativt låg anläggningskostnad, och att de är enkla att sköta. De tas inte upp som exempel i denna skrift, men är självklart alternativ som måste övervägas vid planeringen av nya anläggningar. I skriften beskrivs däremot *fällningsdammen* i Skulnäs; en vidareutveckling av de sedan länge fungerande biodammarna, men med reningsfunktion också under vintern. Ett annat sätt att ta hand om avloppsvattnet är att, efter en uppehållstid i en så kallad *bevattningsdamm*, sprida det på betesmark. Exempel ges från Gotland.

Våtmarker för behandling av spillvatten och dagvatten har under senare år anlagts på några orter. Erfarenheterna är blandade, och flera olika typer av våtmark finns som försöksanläggningar. Försöksanläggningen i Snogeröd beskrivs i skriften. Under gynnsamma betingelser kan våtmarker vara ett bra komplement till ett reningsverk, men i nuvarande utveck-

lingsläge räcker närsaltsreduktionen inte till för att våtmarkerna helt skall kunna ersätta reningsverken. För dagvatten kan våtmarker vara en positiv åtgärd, då man uppnår både flödesutjämning och reduktion av bland annat suspenderade ämnen.

Medverkan från va-systemets brukare

Till reningsverken kommer förutom organiskt material mer eller mindre stora mängder icke nedbrytbara, miljöfarliga ämnen som tungmetaller och organiska ämnen. Dessa ämnen hamnar efter reningsprocessen antingen i utgående vatten eller i slammet - i båda fallen ger de oönskade effekter. Den självklara åtgärden är att minska tillförseln av dessa ämnen till avloppsvattnet redan vid källan. Åtgärder har gjorts, och görs i de flesta kommuner för att minska tillförseln av skadliga ämne från anslutna industrier. Gränsvärdeslistor finns utarbetade, och de aktuella industrierna anvisas att minska koncentrationerna genom interna processförändringar eller genom separat förbehandling av avloppsvattnet.

Undersökningar, bland annat i Stockholm och Göteborg, har emellertid visat att grovt räknat hälften av de skadliga ämnena i inkommande avloppsvatten kommer från hushållen. Det räcker alltså inte med åtgärder i industrin, utan även hushållens tillförsel av skadliga ämnen till avloppssystemet måste minskas. Detta kan bara göras genom medverkan från oss själva. Vi måste alla lära oss hur va-systemen fungerar och hur vårt eget agerande påverkar systemet och därmed miljön. Detta har gjorts, och görs, framgångsrikt i några svenska kommuner. I denna skrift beskrivs kampanjerna i Stockholm och i Marks kommun.

Dagvattenhantering

Dagvattenutsläpp kan ge både korttids- och långtidseffekter på lokala vattendrag. Dagvattensystemen kostar också mycket att anlägga. I kombinerade system ger dagvattnet upphov till bräddning av obehandlat spillvatten. Sedan början av 70-talet har därför på flera ställen i Sverige utprovats och anlagts teknik för *lokalt omhändertagande av dag-*

vatten (LOD) genom infiltration i perkolationmagasin eller genom vattengenomtränglig asfalt på gator och parkeringsplatser. Dessa anläggningar har varit i drift sedan lång tid, och frånsett vissa skötselproblem (igensättning i inloppsbrunnen på grund av löv eller sand) har de fungerat väl. De har inte fått den spridning som antogs när tekniken var ny. De kan dock ge utmärkta lösningar på dagvattenproblemen när geohydrologiska och andra förhållanden är de rätta.

Ett av de största problemen med dagvattnet är de stora och ojämna flödena. Det har därför på åtskilliga håll anlagts *utjämningsmagasin* för dagvattnet, innan det släpps till recipient eller på ledningsnätet. Här har utvecklingen fortsatt, och tagit i huvudsak två riktningar. Den ena är att via öppna magasin eller dammar utjämna flödena och samtidigt låta dagvattnet utgöra en del av stadsbilden. Ett sådant exempel ges från Malmö, där man i industriområdet Toftanäs anlagt en våtmark för utjämning och självrening av dagvattnet. Ett annat exempel är från Växjö, där man vid häftiga regn utnyttjar lek- och parkområdet Spetsamossen för utjämning av flödena. Den andra inriktningen är att med hjälp av modern data-teknik (så kallad realtidsstyrning) utnyttja befintliga eller tillbyggda volymer i de kombinerade ledningsnäten för utjämning. Studier och försök på detta område pågår i några större städer. Längst har man kommit i Stockholm där man byggt ett utjämningsmagasin i berget under centrala staden. Magasinet har fått namnet "Ormen" genom sitt utseende i plan. Toftanäs, Spetsamossen och "Ormen" beskrivs i skriften.

Alternativt ledningsbyggande

Ett avsnitt ägnas åt va-ledningarna i det nybyggda området Båtmanstorpet i Härryda kommun. Här låter man så långt möjligt dagvattnet leta sig naturliga vägar ut i naturen, eller låter det infiltrera bland annat genom permeabel asfalt på parkeringsplatserna. Genom att man slipper anlägga dagvattenledningar från husen, kan man förenkla dragningen av vatten- och avloppsledningarna, med åtföljande kostnadsbesparingar. Ledningarna läggs också grundare än normalt.

En annan utvecklingslinje som beskrivs är supertuben i Kista. I en enda stor (gångbar) kulvert har man placerat alla ledningarna. Kulverten har tryckts genom marken. Betydande besparingar har gjorts i anläggningskostnaderna. Besparingar förväntas också på driften och underhållet genom att ledningarna är lätt åtkomliga för inspektion och reparation om så skulle bli nödvändigt. Ledningarna ligger också väl skyddade från yttre påverkan.

Vattenledningsnät

På dricksvattensidan kommer nittioalet att kännetecknas av ökade krav på dricksvattnets kvalitet, i hushållen och inte bara vid vattenverken. Vattenledningarna kan här spela en avgörande roll, och medverka till vattnets kvalitativa försämring under transporten. På många håll är långa uppehållstider det stora problemet, antingen för att ledningarna är för stora (många ledningar byggdes under "miljonprogrammets" dagar med prognoser om stora exploateringar som aldrig blev av, och en kraftigt ökande vattenförbrukning), eller för att ledningsnäten har en sådan uppbyggnad, att vattnet i vissa områden blir stående eller omsätts med mycket låg hastighet. För att i varje ögonblick kunna beräkna vattnets uppehållstider i nätets olika delar har utvecklats datorprogrammet *LICWATER ONLINE*, som nu finns installerat i några svenska kommuner. Erfarenheter från Malmö beskrivs i texten. Utvecklingsarbete pågår också för programmet *LICQUAL* med vars hjälp vattnets kvalitetsförändringar under transporten skall kunna beräknas.

Organisation

Många kommuner har ändrat eller håller på att ändra sin organisation, vilket inte minst berör de tekniska förvaltningarna, inklusive va-förvaltningarna. Man övergår från en renodlad förvaltningsorganisation till en beställar - utförarorganisation eller till kommunala bolag. I några fall har vissa uppgifter också lagts ut på privata entreprenörer. Syftena kan vara flera, men oftast nämns att verksamheten skall bli effektivare, att kostnader skall sparas och att medarbetarna skall bli mer motiverade

genom att verksamheten konkurrensutsätts. Allt detta är en process i stor skala som pågår, och det är ännu för tidigt att dra några generella slutsatser om utfallet. Man kan också se processen som ett jätteexperiment, där många vill vara med. I debatten har de nya organisationsformernas för- och nackdelar livligt diskuterats, vilket inte skall upprepas här. Dock kan vi inte underlåta att ställa de nya organisationsformerna mot den beskrivning av va-verksamhetens mål och nutida inriktning som gjorts ovan. Miljömålen och servicemålen kan förmodligen uppnås även med en konkurrensutsatt organisation, genom den reglering som finns inom området. Sett från en marknadsekonomisk synpunkt kan man också förvänta en påskyndad utveckling mot bättre och kostnadseffektiva va-teknik. Däremot finns det risk att de ekonomiska målen tolkas som enbart företagsekonomiska. Det ansvar att så långt möjligt driva va-verksamheten så att samhällets kostnader blir låga, som finns angivet i åtskilliga va-förvaltningars målbeskrivning, (se också PRIVA och PRISEK) riskerar att tonas ned eller helt försvinna. Den helhetssyn som är önskvärd för att uppnå de tre målen kommer också att stå i strid med de företagsekonomiska målen, och kan bli åsidosatt. Det ansvar som åvilar beställarfunktionen eller det nya va-bolaget är därför stort.

Utvecklingen i några länder utanför Sverige

Utvecklingen i andra länder i Europa präglas av samma insikter om behovet av helhetslösningar med alternativ, anpassad teknik som i Sverige. Utvecklingen tar sig olika uttryck och har hunnit olika långt i olika länder beroende på tradition och samhällets utveckling i stort. I England och Frankrike har privatiseringen nått långt, och va-verksamheten drivs till stora delar av mycket stora bolag. Dessa bolag är expansiva och håller på att driva va-verksamheten i flera andra europeiska länder på entreprenad. Följderna av detta kan inte idag över-skådas.

I *Schweiz* finns sedan 1989 en lag om att kommunerna måste utarbeta så kallade Generelle Entwässerungspläne, där helhetslösningar från källa till recipient eftersträvas. "End-of-pipe" -synsättet har övergivits, och alternativa,

lokala lösningar söks. Sedan några år är det till exempel förbjudet att leda ut dagvatten till det allmänna nätet, om det inte kan visas att detta är enda möjligheten.

Förhållandena i *Frankrike* beskrivs av Lars Hallén (1990) i "Systemskifte inom VA-teknik - Frankrike". En liknande debatt som beskrivits ovan förs också i Frankrike, dessutom påverkad av de nuvarande och kommande miljöförordningarna inom EG. Utvecklingen inom va-området präglas, som så mycket annat i Frankrike, av högteknologi. När fransmännen, mot en liknande bakgrundsbeskrivning som gjorts ovan för Sverige, planerar att till stor del övergå till lokala lösningar på avloppssidan, avses därmed små, kompakta, högteknologiska reningsverk med reningsmetoder som bygger på membranteknik, avancerade biometoder, och ozonisering.

Utvecklingen i *USA* går, som kan förväntas i ett så stort land med de mest skiftande förhållanden, i en mängd olika riktningar. Förhärskande idéer tycks dock vara, att för de stora städerna förfina och effektivisera den konventionella tekniken, medan man för glesbygd, mindre samhällen och i de stora städernas utkanter söker enklare tekniska lösningar, småskalighet och hushållning med resurserna. Mycken teknikutveckling kommer från USA med sina enorma resurser för forskning och utveckling. Mycket av den teknik vi i Sverige betraktar som ny eller alternativ har utvecklats i USA och sedan tagits till Sverige. Under senare år har bedrivits FoU särskilt inom området våtmarker och många sådana finns i drift med uppgivet goda behandlingsresultat. VA-tekniken i USA finns beskriven av Jesper Svensson 1990 i "Trenderna inom va-tekniken i USA för diffusa utsläpp, avloppsslam och ekologiska metoder".

I *Japan* är den huvudsakliga inriktningen inom va-området förfining och utbyggnad av storskaliga, regionala lösningar med konventionell teknik. Områden där japanerna har utvecklat och tillämpar alternativ teknik är främst vattenbesparande åtgärder och återanvändning av renat avloppsvatten, lokalt omhändertagande av dagvatten, ledningsförnyelse med schaktfria metoder samt alternativt utnytt-

jande av avloppsslam bland annat som byggnadsmaterial. Utvecklingen i Japan finns beskriven av Per-Arne Malmqvist (1990) i "Vatten och avlopp i Japan - några trender".

Alternativ teknik som vi skulle vilja ge exempel på om den fanns

Som ett led i framtagandet av denna skrift har vid ett par tillfällen diskussioner förts om möjlig inriktning av den framtida va-tekniken. Diskussionerna har främst förts inom PUVA (VAVs och BFRs styrgrupp för forskning och utveckling inom va-ledningsteknik), som har initierat arbetet, men också med utomstående specialister och praktiker. Vid dessa tillfällen har en mängd idéer lyfts fram och ventilerats. En särskild arbetsgrupp, bestående av yngre va-tekniker, har samlats till ett möte och diskuterat va-tekniken i framtiden ("Duved 91"). Nedan finns en del av de alternativa och kompletterande idéer som har framkommit.

Lokala putsverk för vatten. Idag levereras samma omsorgsfullt behandlade dricksvatten till alla abonnenter, oavsett vilka krav dessa kan ha på vattnet. Det kan också hända att vattnet under transporten har försämrats så att inte längre är acceptabelt hos brukarna. Man skulle därför kunna nöja sig med en enklare behandling i vattenverket, och sedan efterbehandla vattnet i lokala "putsverk" nära brukaren, med den kvalitet som där efterfrågas. Bostadsområden, öl- och läskfabriker, olika processindustrier, värmeverk, sjukhus och simhallar kan vara exempel på brukare med olika krav på vattenkvaliteten.

Återanvändning av renat spillvatten eller dagvatten. I Sverige har vi gott om råvatten med bra kvalitet och i regel inom ett avstånd som är rimligt. Men under vissa omständigheter och till vissa ändamål kan förhållandena vara annorlunda. Det kan vara orter där vattentäkten ligger långt utanför, och där en utbyggnad eller förstärkning av transportkapaciteten är kostsam, det kan gälla dålig vattentillgång vissa årstider, kanske på öar. Det finns också förbrukare som inte kräver att vattnet skall vara av dricksvattenkvalitet. Det skulle vid sådana tillfällen kunna vara aktuellt med långt gående rening och distribution av

spillvatten eller dagvatten. Flera exempel finns från Japan (se Malmqvist 1990) samt till exempel i USA (Lake Tahoe) och Saudi-Arabien (Taif).

Avfallskvarnar. Ett projekt har genomförts i Staffanstorps (se KÄLLSORTERING MED AVFALLSKVARNAR, REFORSK 1990) där avfallskvarnar installerades i hushållen och effekterna på va-systemet undersöktes. Resultaten är svårtolkade men inga påtagliga negativa effekter framkom i undersökningen. Vaförvaltningar och Naturvårdsverket har i allmänhet en negativ inställning till tekniken, och hävdar att problem kommer att uppstå dels i ledningsnätet, dels i reningsverket. Om kapacitet finns i reningsverket för den extra belastningen, borde emellertid de andra tekniska problemen kunna bemästras. Om dessutom beteendekampanjer genomförs i syfte att få ett mindre skadligt eller giftigt avloppsvatten från hushållen, kommer vi att få stora volymer av ett slam med god kvalitet, som kan få ett marknadsvärde.

Ledningsgraven som "reningsverk". Detta är en av idéerna som framkom vid "Duved 91"-mötet. Ledningsgraven utformas så att den kan transportera dagvatten, parallellt med spillvattenledningen. På särskilt lämpliga ledningssträckor, främst i kombinerade system, utnyttjas ledningsgraven som reningsverk. Genom infiltration av dagvatten och utjämning i ledningsgraven och särskilda magasin, kan bräddavloppen slopas. Genom den långa uppehållstiden i ledningsgravarna och magasinerna sker en förbehandling av avloppsvattnet, och belastningen på reningsverket minskar.

Litteratur

Andersson Hans och Hansson Lennart, 1989. Beställare-utförare - ett alternativ till entreprenad i kommuner. Finansdepartementet Ds 1989:10.

DUVED 91. De svenska va-systemen år 2020. En framtidsstudie. Skanska Teknik 1991. Opublicerad.

Gustafsson Bertil och Svensson Gilbert, 1992. PRISEK. Prioritering Samhällskonsekvenser Ekonomi. VAV - VA-FORSK Rapport nr 1992-10.

Hallén Lars, 1990. "Systemskifte" inom vateknik - Frankrike. Rapport från Sveriges Tekniska Attachéer. Opublicerad.

Malmqvist Per-Arne, 1990. Vatten och avlopp i Japan - några trender. VIAK AB och Byggnadsforskningsrådet. Opublicerad.

Svenska Kommunförbundet, 1991. Kommunalt bolag? För- och nackdelar med bolagisering av kommunalteknisk verksamhet. ISBN 91-7099-191-X

Svensson Jesper, 1990. VA-strategier i USA för diffusa utsläpp, avloppsslam och ekologiska metoder. Rapport från Sveriges Tekniska Attachéer och Byggnadsforskningsrådet. Opublicerad.

Vatten och avloppsverksföreningen 1987. PRIVA. Prioriteringsstrategi för underhåll, förnyelse och förbättring av va-ledningsnät. Publikation VAV P63, mars 1987.

Vatten och avloppsverksföreningen 1991. SAMOVAR - samordnad kommunal avloppshantering. Meddelande VAV M75, maj 1991.

Vatten och avloppsverksföreningen 1991. PRIVA 2. Åtgärdsplanering för kommunala va-ledningsnät. Publikation VAV P68, september 1991. Utgiven i samarbete med Byggnadsforskningsrådet.

Statens Livsmedelsverk 1990. Kartläggning av dricksvattensituationen i Sverige. SLV-rapport 1990:7. Utgiven i samarbete med Svenska Kommunförbundet och Vatten och avloppsverksföreningen.

Nilsson Peter et al, 1990, Källsortering med avfallskvarnar, REFORSK FoU nr 54 december 1990. ISSN 0284-9968

EKOLOGISKT BOENDE och EKOBYAR

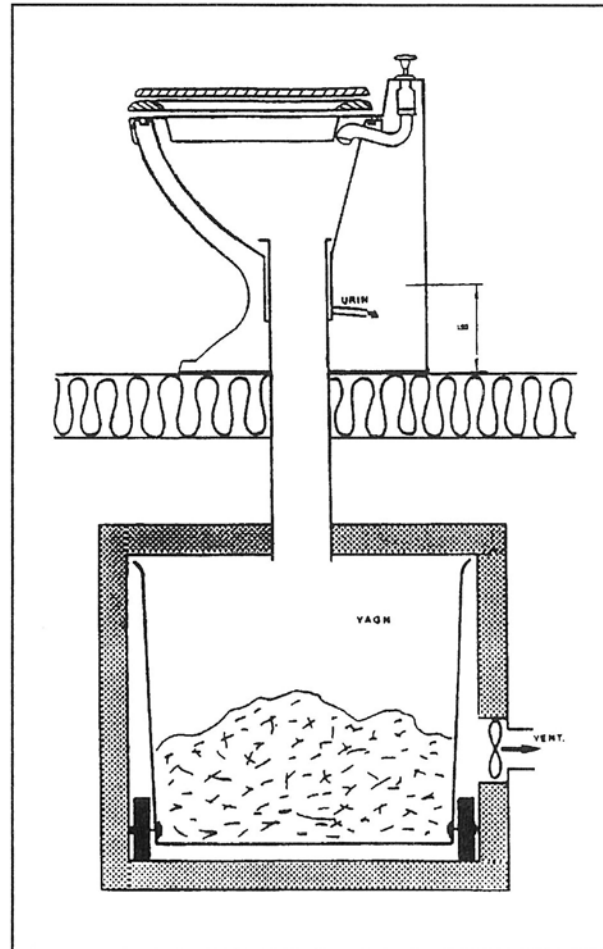
I dagens samhälle finns flera orsaker att föra in ett ekologiskt tänkande vid planering av ny och renovering av gammal bebyggelse. Tätorter idag förbrukar resurser som importeras från omgivningen och exporterar oanvändbart avfall. Resurserna varar inte för evigt. Varken omgivningen, tätorten eller dess invånare klarar i längden den föroreningsbelastning som allt oanvändbart förbrukat material orsakar.

På flera håll, inom Sverige och utomlands, har områden planerats och byggts för ekologiskt boende med en strävan att erhålla slutna kretslopp både vad gäller vatten, näringsämnen, material och energi.

De olika områdena uppfyller i varierande grad de krav som Boverket föreslår ska ställas för att få kalla området en ekoby. I en ekoby ska husen, marken och de tekniska systemen utformas så att alla försörjningssystemen kan bilda slutna lokala kretslopp. Energianvändningen ska minimeras, för nödvändig energitillförsel ska förnyelsebara energikällor användas och husen ska vara hälsosamma att bo i. För att det hela ska fungera måste de boende vara intresserade av och arbeta för att bo på ett sätt som minimerar miljöbelastningen.

På va-sidan har kretslopptänkandet medfört lösningar som skiljer sig från vad vi har blivit vana vid när det gäller tätortsbebyggelse. Dagvattnet infiltreras inom området och för dricksvattenförsörjningen används i första hand grundvatten om detta finns inom området. Även avloppsvattnet tas om hand lokalt och näringsämnen återförs på olika sätt till växternas kretslopp.

Det är framförallt på avloppssidan som nya eller nygamla lösningar dyker upp. Bad-, dusch- och tvättvatten behandlas till exempel genom direktinfiltration, infiltration i en markbädd eller i en liten våtmark. Urin och fekalier tas om hand i olika typer av separerings- eller mulltoaletter och återanvänds som



Figur 2 Separationstolett

gödning. För att förbättra den hygieniska situationen, undvika luktproblem och maximalt utnyttja näringsämnena har system utvecklats, där man tar om hand urin och fekalier var för sig. Näringsämnena i urinen (av totalt utsöndrat återfinns 95% av kvävet, 65% av fosfor och 85% av kaliummängden i urinen) bibehålls mycket bättre då urin och fekalier inte blandas. Urin är från början steril men i fekalierna finns gott om bakterier. En del av bakterierna bryter ned och omvandlar näringsämnena till för växter mindre nyttiga eller onyttiga produkter.

Ekonomi

Anläggningskostnaden för ett ekologiskt anpassat område eller en ekoby blir högre än vid konventionellt byggande. Området och husen är mer omsorgsfullt planerade och materialen

väljs för att ge bästa energibesparing på sikt. Ofta byggs även växthus, jordkällare, odlingsområden och gemensamhetshus. Statliga lån är ännu inte riktigt avpassade för byggande av denna typ och vilket stöd kommunerna ger varierar. En stor del av kostnaden kan hänföras till lånekostnader och varierar mellan de olika byarna.

Relativt stora besparingar jämfört med andra nybyggda områden görs på energiförbrukning, kostnader för vatten, avlopp, sophantering och till viss del mat tack vare odling av egna grönsaker och dylikt.

Tuggelite i Karlstads kommun

Utanför Karlstad byggdes under 1983-84 en radhusby med 16 hushåll och ett gemensamhetshus med tvättstuga, dagis mm. Området är planerat för hög självaktivitet och låg energiförbrukning. Husen är klimatanpassade med tung stomme för värmelagring. Uppvärmning sker med hjälp av solfångare och kompletteras vid behov med energi från den pelletspanna som används för varmvattnet. Tuggelite ligger integrerad i Karlstads infrastruktur, vilket är relativt ovanligt jämfört med andra ekologiskt anpassade byar. Detta medför närhet till affärer och stadsbussar och möjlighet att hålla nere bilåkandet vilket annars kan göra att energibesparingen man gör i boendet mer än väl äts upp av all den energi som åtgår för långa transporter till och från tätorten.

Alla vattenarmaturer utom den i kök och till badkar är av snålspolande typ. Vattenförbrukningen ligger runt 70 l per person och dygn (för vanligt boende 140 - 200 l).

BDT-vattnet från husen leds till en slamavskiljare och används därefter för bevattning av egna och gemensamma odlingar. Överskottet samt BDT-vattnet från gemensamhetshuset leds till kommunens avloppsnät. Vattnet från den gemensamma tvättstugan bedömdes vid byggtiden kunna innehålla för mycket kemikalier för att användas direkt för bevattning.

Mulltoaletter, så kallade Snurredass, används i alla husen och mullen återförs till odlingarna. Vid byggtillfället krävde Miljö- och Hälso-

VA-tekniska fakta för Tuggelite

Kommunalt dricksvatten
förbrukning 70 l per person och dygn

Mulltoaletter, typ Snurredass

BDT-vattnet används efter slamavskiljning för bevattning av odlingar. Överskottet går till kommunens avloppsnät.

skyddskontoret att anslutningar till avloppsnätet skulle dras fram till varje lägenhet som reserv. Detta har inte behövts utnyttjas.

I Tuggelite betalas vanliga anslutningsavgifter men på bruksavgiften erhålls avloppsrabatt tack vare att endast en liten del av BDT-vatten belastar nätet.

Omdömen

Tore Wallqvist, Miljö- och Hälso- och skyddschef, Karlstad

- *Inga problem har framkommit till Miljö- och Hälso- och skyddskontoret. Tuggelite bebos av en liten entusiastisk grupp med eget ägande, som tar kollektivt ansvar för sina "självförsörjande" hus. Området ligger i nära anslutning till både gammal och ny bebyggelse och har tillgång till stadsbussar och affärer.*

Leif Jönsson, boende i Tuggelite

- *Livsstilen har stor betydelse för energi- och resurskonsumtionen. För att få en ekoby att fungera med skötsel och social gemenskap bör antalet hushåll begränsas till max 20 stycken.*

- *Snurredassen är inte idealiska. Problem med vätskeöverskott och flugor förekommer. Bekämpningsmedel, strö och kalk tillsätts för bättre funktion. Det vore bättre med separata toaletter för urin och fekalier.*

Åkesta i Västerås kommun

En ekoby med 28 småhus i två grupper färdigställdes i Åkesta till BO 90. Husen är energisnålt utformade och har luftvärme med återvinning.

Dricksvattnet tas från en egen djupborrad brunn. BDT-vattnet leds till en slamavskiljare och därefter pumpas det ut över en markbädd. Vattnet leds för närvarande bort i ett dike på grund av att man tidigare hade problem med dålig vattenspridning över bädden. Detta medförde luktproblem och man vill därför inte be-

VA-tekniska fakta för Åkesta

Dricksvatten från egen brunn.

Mulltoaletter av typ Wolgast med skilda toaletter för urin och fekalier.

BDT-vattnet leds till en slamavskiljare och pumpas därefter ut över en markbädd.

Slamavskiljare	25 m ³
Pumpbrunn	2,5 m ³
Markbädd, maxkapacitet	18 m ³ /dygn
Bäddjup	ca 1 m
Bäddyta (för 28 småhus)	ca 500 m ²

vattna odlingarna med detta vatten. Det finns ett system installerat för att kunna bevattna med vattnet från markbädden och Åkestaborna hoppas kunna börja utnyttja vattnet från markbädden nu när vattenspridningen över markbädden har byggts om (från självfall till pumpning).

I Åkesta har man valt Wolgasts system (Wolgast 1991) där urin och fekalier aldrig blandas. Varje hushåll har en behållare i källaren med fyra fack för fekalier. Urinen tar man hand om gemensamt i fyra stora tankar.

Vissa flugproblem har förekommit med mulltoorna på grund av att skötselinstruktionerna var oklara i början. Tömningen av urintankarna görs av en bonde som använder den till gödning. Mänsklig urin innehåller mycket lite

kadmium jämfört med djururin som vanligtvis används. Tömning beräknades från början till fyra gånger per år men måste göras oftare varför man misstänker att markvatten läcker in i tankarna. Varje tömning kostar 800 kr per gång, det vill säga cirka 200 kr per hushåll och år med nuvarande tömningsfrekvens.

Omdömen

Christina Aspengren, Miljö- och Hälsoskydds-kontoret, Västerås

- *Området fungerar bra. Åkestaborna har själva kontaktat oss för att få hjälp med lukten från markbädden. Detta hoppas vi är avhjälpt nu i och med ombyggnaden av markbädden.*

Maj Hauge, boende i Åkesta

- *Det är skönt att toaletten alltid är luktfri, även direkt efter att någon varit där... Inga problem med att använda två olika sorters toaletter. Även små barn klarar att gå på olika toaletter utan problem. Toan för fekalier tål lite urin och tål den vätska som blir vid rengöring.*
- *Vi behöver installera någon form av rening för att ta bort järn och mangan från dricksvattnet.*

Dalby i Lunds kommun

Dalby ligger strax utanför Lund. Dalby har planerats i samråd med medlemmarna i bostadsrättsföreningen Solbyn. De grundläggande idéerna är kooperativt och energisnålt boende, ekologisk drift, självförvaltning och gemensam produktion av grönsaker med mera.

Dricksvatten tas från det kommunala nätet. En 216 m djup borrad brunn finns inom området men används inte eftersom endast en handpump finns trots det stora djupet.

Mulltoaletter av två typer, Snurredass och Lindéns Multrum används och mullen återförs till odlingarna. Alla lägenheterna har avloppsanslutning framdragen. Vid byggtillfället ställde kommunen krav på att anslutningar skulle dras fram till varje lägenhet eftersom liten erfarenhet av mulltoaletter i tätbebygg-

else fanns. Lägenheter större än 2 rum och kök har snålspolande toaletter som är inkopplade på avloppsnätet.

BDT-vattnet går från alla lägenheterna till det kommunala nätet.

VA-tekniska fakta för Solbyn

Dricksvatten från kommunen.

Mulltoaletter, typ Snurredass och Lindéns Multrum samt vattentoaletter i de större lägenheterna.

BDT-vatten till kommunens avloppsnät.

Omdömen

Bo Selmer, Miljö- och Hälsoskyddschef, Lunds kommun

- *Området fungerar vad vi vet bra bortsett från problem med vissa mulltoaletter. I de hushåll som även har WC används dessa relativt mycket.*

Nils Nyberg, boende i Dalby

- *Snurredassen fungerar utmärkt. I Lindéns Multrum fungerar förmulningen sämre på grund av att behållarnas diameter av utrymmesskål blev mindre än planerat vid byggandet. Försök med tillsats av kompostmask i dessa behållare har gett bra resultat.*
- *Tömningen av mulltoorna är ganska besvärlig på grund av utrymmesbrist, vilket bidrar till att ca 40% använder vattentoaletterna.*

Kommentarer

Det är tveksamt om särskilda ekobyar kan få någon omfattande tillämpning. Boverkets skrift om ekobyar har fått mycket kritik från många olika håll bland annat vad gäller att vatten- och avloppsförsörjningen ska ske lokalt inom den egna fastigheten. Istället bör begreppet ekobyggnad eller ekobygd införas som kan gälla större bostadsområden eller

samhällen.

Värdet av ekobybebyggelse ligger främst i "exemplets makt", det vill säga de erfarenheter som kan fås och som eventuellt kan överföras i ett storskaligt, konventionellt byggande. Ekobyar som sådana saknar totalt sett betydelse ur miljösynpunkt eftersom det rör sig om marginella företeelser.

När det gäller avloppsfrågorna kan processen ses i tre led: att producera minsta möjliga mängd avlopp inklusive föroreningar, att nyttiggöra avloppets innehåll och slutligen att rena resterande mängd. När det gäller renings-teknik har inte ekobyggnaden medfört några nya tekniker, däremot finns en del intressant att hämta ur ekobyarna i de två första leden. Här är det framför allt viktigt att tillgodose hygieniska krav, något som ofta tappas bort i debatten.

Det är tveksamt om lokala kretslopp alltid ska vara styrande. Lokalt uttag av grundvatten och lokal avloppsbehandling är inte nödvändigtvis det från miljösynpunkt bästa alternativet, och inte heller möjligt överallt. Bortledning av avloppsvatten kan många gånger innebära att en effektivare reningsteknik kan utnyttjas och att utsläppet kan ske i en tåligare recipient.

Dubbla va-system med både lokal omhändertagning och anslutning till det kommunala nätet medför höga byggkostnader.

Bostadsområden där kommunen endast ska ta emot överskottet av BDT-vatten kan idag endast tillåtas i begränsad omfattning. Reningsverken skulle annars bli alltför ojämnt belastade. Särskilt de biologiska stegen kräver ett jämnt flöde för att reningen ska fungera tillfredsställande.

Problemen med markbädden i Åkesta visar att det är viktigt att planering och byggande utförs på ett noggrant sätt vid lokalt omhändertagande av BDT-vatten.

Om näringsämnen i urinen skall utnyttjas till odlingar är det ur hygienisk synpunkt en stor fördel om urin och fekalier aldrig blandas.

Adresser

Karlstad kommun, Miljö- och Hälsoskyddschef, Tore Wallqvist, 651 84 Karlstad, 054-19 56 61 fax 054-19 50 70

Leif Jönsson, boende i Tuggelite, tel arbete 054-405 50

Västerås kommun, Miljö- och Hälsoskyddskontoret, Christina Aspengren, 721 87 Västerås, tel 021-16 13 57, fax 021-18 96 55

Maj Hauge, boende i Åkesta, tel 021-33 63 04

Västerås kommun, Tekniska verken, K-G Andersson, 721 87, Västerås, tel 021- 16 29 16

Lunds kommun, Miljö- och Hälsoskyddschef, Bo Selmer, Box 41, 221 00 Lund, tel 046 - 35 52 60

Nils Nyberg, boende i Dalby, Box 84, 240 10 Dalby, tel 046-20 00 93

Litteratur

Borgestrand, L., 1990, Ekologiskt Bärkraftig Stadsutveckling - Litteratursammanställning, Boverket 1990

Ejvegård, P., Forsberg, A. et al, 1991, Daggmaskens dilemma, idéer för en mer ekologisk stad - Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg 1991

Tidäng Kristina, 1992. Att bo i Tuggelite - gemenskap och resurshushållning. Publikation BFR T19:1992

Wolgast, M., 1991, Miljövänligt VA-system - Opublicerat

AVLOPPSVATTENRENING I FÄLLNINGSDAMMAR

Skulnäs i Örnsköldsviks kommun

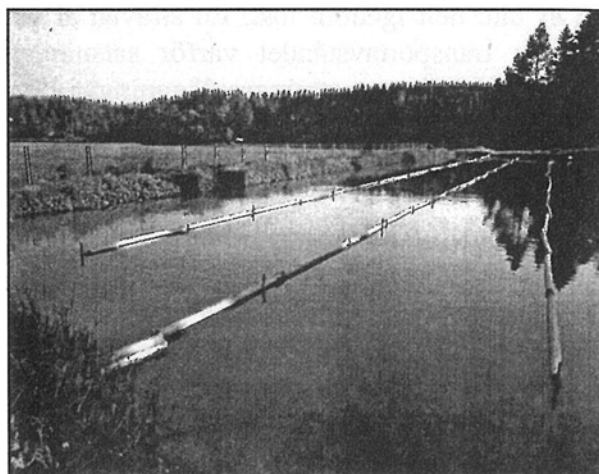
I mitten av 70-talet började man i Örnsköldsviks kommun med försök att förbättra avloppsvattenreningen genom att tillsätta fällningskemikalier och förlänga uppehållstiden i de befintliga biodammarna som alternativ till att bygga nya reningsverk.

För omhändertagande av avloppsvatten i mindre samhällen i Örnsköldsviks kommun byggde man på 50-talet dammar för biologisk nedbrytning av föroreningar. Denna behandlingsmetod medförde ofta återkommande problem med överbelastning samt dåliga reningsresultat under den kalla årstiden. Problemen ledde till att små så kallade paketreningsverk började byggas i små och medelstora samhällen under 1970-talet. Dessa små reningsverk med mekaniska, kemiska och biologiska processer visade sig kräva nästan lika stora resurser som stora verk i fråga om välutbildad personal, tillsyn och underhåll.

Mot bakgrund av detta började man i Örnsköldsviks kommun i mitten av 70-talet med försök att förbättra reningen i de gamla biodammarna. Försöken bestod dels i att dosera fällningskemikalier vid inloppet till biodammen och dels i att förlänga uppehållstiden från någon timme till flera dagar genom att med hjälp av flytväggar förbättra de hydrauliska förhållandena. Med dessa båda åtgärder har ytbehovet kunnat minskas från tidigare praxis på 15 m² per person för biodammar till cirka 5 m² per person för fällningsdammar (vid klimatförhållanden som i Ö-vik).

Resultatet blev lägre halter av syreförbrukande substans och fosfor i utgående vatten än vad som tidigare erhöles i de biologiska dammarna. Reduktionen blev cirka 50% (varierar med årstiden) respektive 90% av halterna i inkommande vatten (kväve reducerades med 30-40% på vintern och uppåt 80% på sommaren men ingår inte i de villkor som gäller i Norrland). För att förenkla slamtömning och undvika problem med slambankar och flyt-

slam försågs biodammarna även med slamavskiljare som ett första steg innan vattnet leddes till fällningsdammen.



Figur 3 Fällningsdammen i Skulnäs har försetts med flytväggar för att förlänga uppehållstiden

Som följd av dessa förändringar av dammarna har utseendet på vattnet kraftigt förbättrats, det ser nu rent och klart ut. Detta är betydelsefullt när dammarna är belägna i områden där människor rör sig. En av anläggningarna, Skulnäs, ligger nära ett friluftsområde, 30 m från E4:an, och har trots detta inte orsakat några som helst klagomål.

Fällningsdammarernas anläggnings- och driftskostnader ligger på cirka en tredjedel av kostnaderna för motsvarande paketreningsverk. Detta gäller för verk upp till 500-600 pe. Vid större verk blir skillnaden ännu större. Tillsynsbehovet minskar till en nivå som jämförs med behovet för en vanlig pumpstation. Förutom dessa kostnadsminskningar erhålls bra buffertkapacitet vid tillfälliga överbelastningar eller driftstörningar och bräddningar vid anläggningen undviks helt eftersom ingen förbi-gångsledning finns.

Som fällningskemikalie används kalk eller aluminiumsulfat. Kalk medför något högre

investeringskostnader och driftskostnader än aluminiumsulfat. Fördelarna med kalk är att det höga pH-värde som erhålls på vattnet verkar desinficerande, motverkar dålig lukt och i viss mån förorening, beroende på recipientens storlek.

Slamavskiljarna töms cirka två gånger per år. Slammet transporteras idag ut till centrala större slamlaguner för avvattning. Deponifrågan är inte helt igenom löst. En strävan är att minska transportavståndet varför satsningar görs på lokala avvattningsanläggningar och slamgropar med frystorkning och deponi på plats.

Ett exempel på detta finns i Nyliden där man anlagt en slamtorkbädd i direkt anslutning till fällningsdammen. I torkbädden avvattnas och frystorkas slammet. Torkbädden ligger högre än dammen och vattenfasen i slammet kan då ledas direkt till fällningsdammen och renas där tillsammans med det övriga avloppsvattnet. Det avvattnade, torkade och luftade slammet får en mycket hög TS-halt, konsistensen kan jämföras med lucker matjord. Detta slam deponeras tills vidare i en intelligande grop.

Kostnaden för avvattningsdamm och ledning i Nyliden var 1988 70 000 kr. Varje år sparas nu cirka 17 000 kr på att slippa transportera oavvattnat slam.

Vilka tömningsintervall som kommer att krävas för fällningsdammar är svårt att sia om, varken forskning eller lång erfarenhet finns inom området. Ö-viks erfarenhet efter tio års kalkdrift med slamavskiljning är att någon slamrikning av betydelse inte noterats. Vid inflödet i dammen kan ske en viss anrikning av sediment från den icke lösliga delen i kalken. Detta bör beaktas vid projektering av inloppsdelarna i dammen. Med aluminiumsulfat undviks detta.

Idag finns tretton fällningsdammar i bruk inom Örnsköldsviks kommun, dimensionerade för mellan 100 och 5000 invånare. I majoriteten av dessa används släckt kalk som fällningskemikalie, i två dammar används aluminiumsulfat.

Skulnäs

I Skulnäs, söder om Ö-vik, ligger en fällningsdamm som färdigställdes 1986. Dammen ligger i direkt anslutning till recipienten Skulesjön samt nära ett friluftsområde. Som fällningskemikalie används kalk. Detta medför att problem med lukt inte uppstår, att vattnet i dammen har ett bra utseende, att vattnet blir desinficerat och att pH-värdet höjs. Det behandlade avloppsvattnet påverkar därmed inte vattenkvaliteten i sjön i dessa avseenden.

Teknisk beskrivning

Dammens yta är 1200 m² och djupet 1,3 m. Anläggningen är dimensionerad för 300 pe och en uppehållstid på 1-2 månader. Idag är 100 personer och en vägresterang med 300 matplatser anslutna.

Tekniska fakta för fällningsdammen i Skulnäs

Dammens yta	1200 m ²
djup	1,3 m
Uppehållstid	1-2 mån
Dimensioneringsvolym	300 pe
Antal anslutna	100 p + restaurang för 300 personer
Anläggningskostnad	ca 800 000 kr 1986
Kemikalieförbrukning	ca 12 ton kalk per år
Driftskostnad	ca 90 000 kr per år

I dammen finns tre flytväggar som förbättrar hydrauliken och ökar uppehållstiden. Behandlat vatten rinner med självfall till recipienten och släpps cirka 8 meter från Skulesjöns strandlinje.

Tillsyn sker 1-2 gånger per vecka, främst för att övervaka kalkskruv och upplösare.

Ekonomi

Totala anläggningskostnaden 1986 var cirka 800 000 kr. (Denna summa ska jämföras med 1 miljon kr som budgeterades 8 år tidigare,

1978, för byggandet av ett litet paketreningsverk.) I kostnaden ingår förutom själva dammanläggningen plansprängning av berg för 75% av ytan, en fastighetsinlösen med fritidshus och kalksilo.

Driftskostnaden är idag cirka 90 000 kr per år, varav kalk för knappt 25 000 kr.

Som jämförelse kan nämnas att om aluminiumsulfat valts istället hade anläggningens kostnaden minskat med cirka 100 000 kr och totala driftskostnaden med cirka 15 000 kr per år.

Kommentarer

Tekniken med fällningsdammar tillämpas i Sverige främst i Jämtlands och Västernorrlands län. Det finns idag cirka 50 fällningsdammar i bruk i Sverige.

Kemisk fällning i dammar är en bra lösning för mindre samhällen i kallt klimat där biologisk rening ofta fungerar dåligt under större delen av året.

Dimensioneringsgrunderna samt vilka reningsresultat som kan förväntas är ännu inte helt klarlagda. Den dimensionerande ytan per person minskas ibland, i besparingssyfte, så mycket att utjämnningseffekten vid stora flöden går förlorad.

Omdömen

Börje Lindgren, VA-chef och driftsansvarig för bl a fällningsdammar, Ö-viks kommun

- *Lägre anläggnings- och driftskostnader och mindre underhålls- och tillsynsbehov jämfört med konventionella paketreningsverk*
- *Bättre och framförallt jämnare reningsgrad och större kapacitet än motsvarande biodammar och paketreningsverk. Villkorsgränsen för fosfor uppfylls.*
- *Några villkorsgränser för BOD och COD finns ej uppsatt. En betydande BOD-reduktion har konstaterats.*
- *Positivt att kunna utnyttja gamla biodammanläggningar. Ytterligare en förbättring är när primärslammet från slamavskiljare kan*

omhändertags lokalt.

- *Möjlighet till naturanpassade reningsanläggningar.*

Lars Berglund, Miljökontoret, Ö-viks kommun

- *Reningsresultatet är bättre än i konventionella biodammar. Fosforredueringen fungerar bra medan reduktionen av syreförbrukande material är ojämnare, särskilt under vintern.*
- *Valet av kalk som fällningskemikalie istället för aluminiumsulfat medför att luktproblem undviks och att vattnet hygieniseras. pH-höjningen av vattnet bör ge en positiv miljöeffekt i recipienten.*
- *Positivt med slamavskiljning före dammarna*
- *Funktionssäkerheten är bättre i dammarna än i paketreningsverk. Fällningsdammen utgör ett "segt" system, relativt okänsligt för driftstörningar. Vi har haft exempel på att fosforreduktionen fungerat bra trots problem med kalkdoseringen. Troligen beroende på att det finns ej reagerad kalk i dammen. På samma sätt fungerar dammarna som buffert vid hög belastning. Dammarna dimensioneras så att ingen bräddning till recipient sker.*
- *Anläggningarna kan fås att smälta in bra i naturen.*

Adresser

Tekniska kontoret Örnköldsvik, VA-chef, Börje Lindgren, 891 88 Örnköldsvik, tel 0660-88 407, fax 0660-88 445

Miljökontoret Örnköldsvik, Lars Berglund, Enar Hällgren, 891 88 Örnköldsvik, tel 0660-88 727, fax 0660- 88 058

Litteratur

Hällgren, E., Lindgren, B., 1991, Erfarenheter av fällningsdammar, Örnköldsviks Kommun - Informationsbroschyr, Ö-viks kommun 1991

Hanæus, J., 1991, Wastewater treatment by chemical precipitation in ponds. - Doctoral Thesis 1991:095 D, Luleå Tekniska Högskola

BEVATTNINGSDAMMAR

Stånga, Roma och Hemse, Gotlands Kommun

På Gotland har man sedan 1980 använt biologiskt behandlat avloppsvatten för bevattning av vall, betor, stråsåd och oljevaxter. Man startade bevattningen på försök och permanentade och byggde ut anläggningar under 1984-86 efter goda försöksresultat. Idag bevattnas cirka 900 ha i byarna Stånga, Roma och Hemse.

Tekniska fakta för avloppsbevattningsanläggningen på Gotland

Antal anslutna	5000 pe + ett mejeri
Total volym, lagringsdammar	696 000 m ³
Kontrakterad vattenmängd	410 000 m ³ /år
Bevattningsyta	900 ha

Böndernas behov av bevattningsvatten på Gotland gjorde att man började tänka på avloppsvattnet som en resurs istället för ett kvittblivningsproblem. Genom att utnyttja avloppsvattnet för bevattning på åkrarna har man löst både avlopps- och vattenfrågan på ett miljövänligt sätt utan recipientutsläpp och kemikalietillsatser.

Varje by har en bevattningsanläggning som består av en biodamm med mekanisk-biologisk rening och en eller flera lagringsdammar med uppehållstider runt fem månader, längre under icke bevattningssäsong. Lagring i fem månader i utomhusbassänger medför att vattnet hygieniseras - bakterier dör och parasiter sedimenterar med det partikulära materialet. Vattnet är efter lagringen av god kvalitet och skulle klassas som "Med tvekan tjänligt" vid strandbad. Det är näringsrikt och innehåller i medeltal 2 mg fosfor och 9 mg kväve per liter.

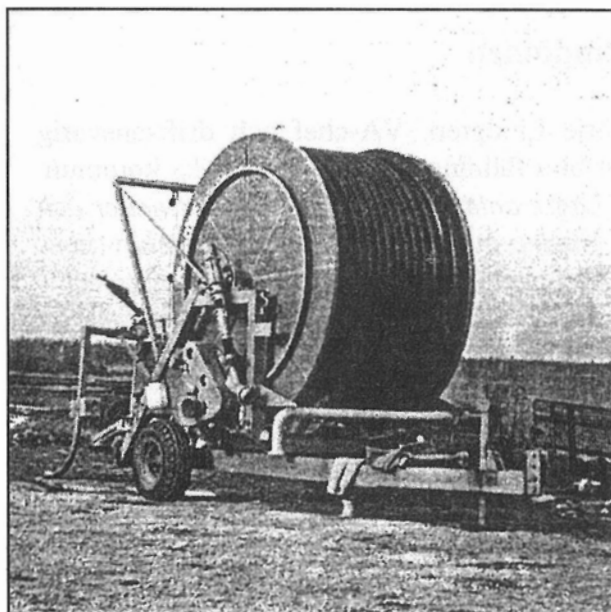
Pumpstationerna höjer trycket på ledningsnäten efter lagringsdammarna till en nivå som

är anpassad till vattenspridarna ute på åkrarna, dvs 10-12 kilos övertryck (~1,0 kPa).

Bevattningen görs av en anläggningssamfällighet av lantbrukare i varje by som slutit avtal med kommunen om leverans av vatten. Avtalet reglerar både hur mycket vatten som kommunen är skyldig att leverera och hur mycket markägarna åtagit sig att ta emot.

Markerna som bevattnas är normalt ganska torra och kräver bevattning av något slag. Beräkningar visar att skörden ökar med 10-15%. Konstgödning används för att grödorna ska hålla lika hög kvalitet som tidigare. Näringsinnehållet i vattnet kan inte helt kompensera behovet av gödning.

För bevattningen används så kallade storspridare som kastar ut vattnet 25-60 meter. Metoden är känslig för vindavdrift och stort säkerhetsavstånd krävs för att undvika att vattnet sprids till exempelvis fruktodlingar. Vissa problem uppstår ibland under sommaren med igensättning av spridarmunstyckena av alger som växer i dammarna. Detta medför att daglig tillsyn krävs under denna tid.



Figur 4 Bevattningsmaskin från Gotland.
Foto: Göran Blomgren

För att kontrollera om bevattningen påverkar grundvattnet tas prov i enskilda brunnar två gånger per år. Ingen förändring av vattenkvaliteten på grund av bevattningen har kunnat påvisas.

Vid perioder med mycket kraftig nederbörd kan utsläpp till recipient erfordras. Samråd sker då mellan kommunen och länsstyrelsen om vilka mängder, vilket vatten, vilken vattenmängd och vid vilken tidpunkten utsläppet ska göras.

Ekonomi

Anläggningskostnaderna för alla bevattningsanläggningarna inklusive 42 km ledningsnät ut till åkrarna var 14,2 Mkr 1986. Den vid samma tidpunkt beräknade kostnaden för konventionell rening var 16 Mkr.

Gotlands kommun står för skötsel och drift av dammarna, pumparna och ledningarna. Från början var planerna att bevattningsföreningarna skulle stå för elkostnader och skötsel av ledningarna men på grund av sämre konjunktur och lägre priser på grödorna har bönderna begärt att kommunen ska stå för hela driften. För kommunen är driftskostnaderna trots detta betydligt lägre än vid konventionell avloppsvattenrening. Driftskostnaderna under första året (1986/87) var 170 000 kr/år medan konventionell rening beräknades medföra driftskostnader runt 1,3 Mkr.

Omdömen

Bo Johansson, driftsingenjör,

- *Anläggningarna projekterades utan tillräcklig hänsyn till funktionskrav. Datastyrning, byte av pumpar, sugledning och kläna rör har i efterhand ökat kapitalkostnaden. Dessutom saknas separata utrymmen för elektriska utrustningar. Idag sitter dessa i samma utrymme som pumparna med 10-12 kilos övertryck. Vid eventuella läckor skulle all utrustning förstöras.*

Kalle Nyberg, Länsstyrelsen Gotlands län

- *Bevattning med avloppsvattnet är en bra lösning. Vissa problem med tätning av*

dammbottnarna och med för kläna ledningar har förekommit.

- *Analyser visar att fosfor fastläggs i dammarna och att vattnet håller bra kvalitet efter lagringsdammarna*
- *Dammarna fungerar även som fina fågeldammar vilket är positivt eftersom en mycket stor del av Gotlands våtmarker har utdikats.*

Sten Rosvall, lantbrukare, Roma bevattningsföretag

- *Avtalet med kommunen var för långsiktigt från början eftersom jordbrukspolitiken har ändrats såpass mycket. Växtföljden inriktas nu på grödor som kräver mycket vatten, men jordbrukarna styrs i första hand av jordbrukspolitiken - sänks lönsamheten för dessa grödor jämfört med andra mindre vattenkrävande kommer vattenbehovet att minska.*
- *Karenstid på grödor och skyddsavstånd borde anpassas efter vattenkvaliteten. Vårt vatten håller hela tiden **badvattenkvalitet**. Det är **renat** avloppsvatten som används på åkrarna. Jämför med EG-normer.*
- *Kommunerna måste börja ställa krav på vad, främst industrier, får släppa till avloppet. Användningen av både slam och avloppsvatten inom jordbruket är helt beroende av att dessa inte innehåller några gifter.*

Böda, Borgholms kommun, Öland

Även i Böda på norra Öland finns en anläggning för bevattning med behandlat avloppsvatten på jordbruksmark. Avloppsvattnet här kommer från samhället Löttorp, campingen i Bödasand och sommarstugeområdet Sandby - Kesnäs. Behandling sker först i ett trestegsverk med järnsulfatfällning. Därefter leds vattnet till konventionella biodammar, sedan till lagringsdammar, med minst 14 dagars uppehållstid, och vidare ut över åkrarna.

Vattenspridningen görs via dysor från så kallade lågspridande ramper 1 m över marknivån. Vattnet kan då ha lägre tryck än vid spridning med vattenkastare vilket medför att vattendropparna blir större och inga aerosoler bildas.

Ekonomi

Lantbrukarna äger själva pumphus och bevattningsanläggning och står för driften. Skörden har ökat med uppemot 30% och varje år fås en god skörd oberoende av väderleken.

Kommunen tar inte betalt för avloppsvattnet. För utsläpp av avloppsvatten till Östersjön kommer att krävas kvävereduktion med 50%. Vid bevattning binds kvävet och man slipper

Tekniska fakta för anläggningen för bevattning med avloppsvatten i Böda på Öland

Antal anslutna	
vintertid	1 000 pe
sommartid	9 000 pe
Total volym,	
4 biodammar	6 400 m ³
4 utjämningsbassänger	28 000 m ³
Kontrakterad	
vattenmängd	25 000 m ³ /år
Bevattningsyta	50 ha

bygga ut reningsverket för kvävereduktion. Kostnaden för stora lagringsbassänger är mindre än för utbyggnad av kväverening.

Omdömen

Håkan Knutsson, Länsstyrelsen Kalmar

- *En bra metod för utnyttjande av renat avloppsvatten, särskilt vid små orter som mångdubblar sin befolkning sommartid då bevattningsbehovet för bönderna är störst.*
- *Planer finns på fler anläggningar. Det är viktigt att lagringsbassängerna utformas så tillräcklig uppehållstid erhålls.*

Kommentarer

Bevattning med biologiskt behandlat avloppsvatten är en bra lösning om de hygieniska frågorna kan lösas. Vissa begränsningar i användandet finns beroende på lagringskapacitet, tillgång till bevattningsarealer och osäkerhet beträffande väderleken.

Vid beräkning av vattnets uppehållstid är det viktigt att hänsyn tas till den verkliga strömningsbilden i dammen. I många fall bildas kortslutningsströmmar och vattnet kan bli helt stillastående i delar av dammen. Den verkliga lagringsvolymen, liksom vattnets uppehållstid, blir då mindre än den teoretiskt beräknade.

Adresser

Gotlands kommun, Driftsingenjör, Bo Johansson, Klosterplan 2, 621 81 Visby, tel 0498-26 97 97

Länsstyrelsen Gotlands län, Kalle Nyberg, 621 85 Visby, tel 0498-29 21 18

Sten Rosvall, Broa Gård, Halla, 620 23 Roma Kloster, tel 0498-508 11

Håkan Knutsson, Länsstyrelsen i Kalmar län, 391 86 Kalmar, tel 0480 - 822 25

Litteratur

Tingström, A., Andersson, S., 1986, Bevattning med avloppsvatten enligt Gotlandsmodellen - Rapport, Gatukontoret Gotlands Kommun

VÅTMARKER

Snogeröd i Höörs kommun

I syfte att försöka förbättra vattenmiljöförhållandena i Ringsjön har en försöksanläggning vid Snogeröd byggts för att undersöka om föroreningsbelastningen på Ringsjön kan minskas genom att rena ett av dess tillflöden, Snogerödsbäcken. Projektet riktades in på att praktiskt bestämma om föroreningshalterna av framförallt fosfor kan reduceras genom odling av vattenväxter. Även kvävereduktionen studerades.

Ett konsortium bildades i mitten på 80-talet bestående av länsstyrelsen i Malmöhuslän, kommunerna Eslöv, Hörby och Höör samt K-konsult. Konsortiet beslutade att gemensamt bygga en anläggning för reduktion av fosfor på biologisk väg. Denna togs i försöksdrift 1988.

Försöksanläggningen består av en rotzonanläggning och en vattenväxtodling, VVO. Rotzonanläggningen tar emot biologiskt behandlat avloppsvatten från Snogeröds avloppsreningsverk, cirka 2,0 l/s från 180 personer. För rotzonanläggningen används en specialbyggd bädd som gör att avloppsvattnet inte bara kan flyta ovanpå utan tvingas passera genom markbädden, det vill säga rotzonen. Bädden har 1,4 meters mäktighet och en yta på 1100 m². I markbädden har huvudsakligen bladvass inplanterats samt även några rader med kaveldun och gul svärdsilja.

Vattenväxtodlingen tar emot vatten från Snogerödsbäcken samt det i rotzonanläggningen rena avloppsvattnet. Odlingen består av 16 stycken 200 m långa diken. Totalt täcker dessa en yta på 1,1 ha. Vid hög vattenföring används alla diken parallellt medan man vid låg vattenföring seriekopplar 4 diken och får 4 parallella "paket". Under vissa torrperioder under sommarmånaderna pumpades vatten från Östra Ringsjön till anläggningen för att kunna upprätthålla tillräcklig vatten- och näringstillförsel för växterna och för att bättre kunna undersöka odlingens kapacitet. Vattenpest inplanterades i odlingsdikena och grön-

slick spontanutvecklades i desamma under försommaren. Utvecklad biomassa skördades ungefär var fjortonde dag under juni-oktober. Biomassan, som innehåller bland annat fosfor och kväve, kan användas för till exempel



Figur 5 Diken för vattenväxtodling i Snogeröd under pågående skörd.
Foto: I Hörberg

framställning av jordförbättringsmedel via fermentering eller kompostering eller för framställning av biogas.

Resultat

I rotzonanläggningen var reduktionen betydande av både fosfor och kväve. Utgående fosforhalt stabiliserades runt 1,3 mg/l - cirka 60% reduktion. Kvävehalten i utgående vatten varierade kraftigt under försöksperioden. Medelvärdet bedöms ligga på cirka 6 mg/l - cirka 40% reduktion. Reduktionen av biologiskt nedbrytbart material låg i snitt på ca 80%.

Fosforhalten in till VVO-anläggningen varierade kraftigt på grund av variationer i Snogerödsbäckens vatten. Reduktionen i anläggningen var betydande, dock med stora variationer även i det utgående vattnet. Särskilt låga halter uppmättes under vår och försommar. Inkommande kvävehalt var hög utom under sommaren. Reduktionen var låg under vintern-våren, hög under sensommaren-hösten.

Totalt i hela anläggningen, rotzon och VVO-anläggning, uppgick reduktionen av fosfor till 69% och av kväve till 13% avseende belastningen av under hela året.

Ekonomi

Totala anläggningskostnaden

Kostnadsbudgeten för Snogerödsprojektet uppgick till 4,29 miljoner kronor. Staten och medlemmarna i konsortiet stod för finansieringen. Snogerödsprojektet har drivits som ett tekniskt utvecklingsarbete och anläggningen är den första i sitt slag i Sverige. Detta har medfört högre kostnader än vad som kommer att krävas för liknande anläggningar i framtiden.

Tekniska fakta Snogerödsanläggningen

Rotzonanläggning	
Belastning	ca 2 l/s (180 pers)
Yta	110 m ²
Markbäddens mäktighet	
4 m	
Växter	bladvass, kavledun, svärdsilja
VVO-anläggning	
Odlingsdiken	16 st
längd	200 m
Total yta	1,1 ha
Växter	vattenpest (grönslick)

Driftkostnaden

Driftkostnaden för anläggningen har under försöksperioden 88 - 07--91 - 06 legat på cirka 1 250 kr/kg för fosfor och cirka 50 kr/kg för kväve, totalt cirka 325 000 kr i driftskostnad per år. Eftersom Snogerödsanläggningen inte kunnat utnyttjas maximalt på grund av vattenbrist under sommarmånaderna beräknas kostnaden per år för en maximalt belastad anläggning ligga på cirka 400 kr/kg för fosfor respektive 25 kr/kg för kväve.

Driften av hela anläggningen sköts sedan för-

söksperiodens slut av VA-avdelningen på byggnadsförvaltningen i Höörs kommun. De krav på fosforreduktion som ställs på små reningsverk uppfylls inte till fullo varför vissa ombyggnader och ytterligare reningssteg planeras.

Kommentarer

Vattnet i VVO-anläggningen är kraftigt utspätt jämfört med vanligt avloppsvatten, särskilt under årstider med stort vattenflöde i bäcken. Den totala reduktionen skulle troligen visa högre procentsiffror med ett mindre utspätt avloppsvatten.

Tre års drift av rotzonanläggningen är förmodligen inte tillräckligt för att kunna fastställa långsiktiga fosforreduktionsresultat. Delar av dagens fosforreduktion kan eventuellt bero på att vattnet transporteras genom bädden varvid fosfor fastläggs i denna. När mättnad uppstår kan man förmoda att reduktionen avtar.

En stor del av reduktionen i VVO-anläggningen kan hänföras till sedimentation. För kontinuerlig drift beräknas att slamsugning av odlingsdikena måste göras ungefär vart fjärde år, fyra diken per år. Det är inte helt klarlagt om sedimenten stannar i dikena eller om de riskerar att spolras med vid mycket kraftiga flöden.

Ännu är tekniken med rotzonanläggning och vattenväxtodling inget fullvärdigt alternativ som reningsmetod för avloppsvatten, men det är utmärkt som kompletterande åtgärd.

Omdömen

Lars Sparrhult, driftsingenjör

- För att anläggningen ska fungera i den dagliga driften och inte bli för dyr har plastbotten i rotzonanläggningen tagits bort så vattnet även kan infiltrera i marken. Driften av odlingsdikena med skördning var 10:e dag á 10 000 kr blir för dyrt så länge ingen marknad finns för användning av biomassan. Odlingsdikena ska troligen byggas om till infiltrationsbassäng.

Bertil Svensson, Miljö- och Hälsoskyddskontoret, Höörs kommun

- *Reningsverket med biologisk rening med aktivt slam och efterföljande rotzonanläggning klarar inte att reducera fosfor tillräckligt. Under hösten -91 var medelvärdet av fosfor 1,5 mg/l medan önskvärt är 0,7 mg/l. 1993 får fosforhalten enligt länsstyrelsens recipientprogram vara max 0,5 mg/l.*
- *Det är positivt att nya reningsmetoder för avloppsvatten provas men det krävs ytterligare utveckling för att de ska kunna användas som alternativ till reningsverk .*

Adresser

K-KONSULT, Lars Kylefors, Box 742, 391 27 Kalmar, tel 0480-615 00, fax 0480-867 39

Höörs kommun, Driftingenjör, Lars Sparrhult, Box 50, 243 21 Höör, tel 0413-259 58

Höörs kommun, Miljö- och hälsoskyddsinspektör, Bertil Svensson, Box 50, 243 21 Höör, tel 0413- 281 82

Litteratur

Hörberg, I., Kylefors, L., Camper, P-A., 1991; Snogeröds VVO-anläggning, försöksperiod 1988-1991 - Slutrapport, K-Konsult, Kalmar, 1991

VATTENBRUK

Stensunds folkhögskola, Trosa

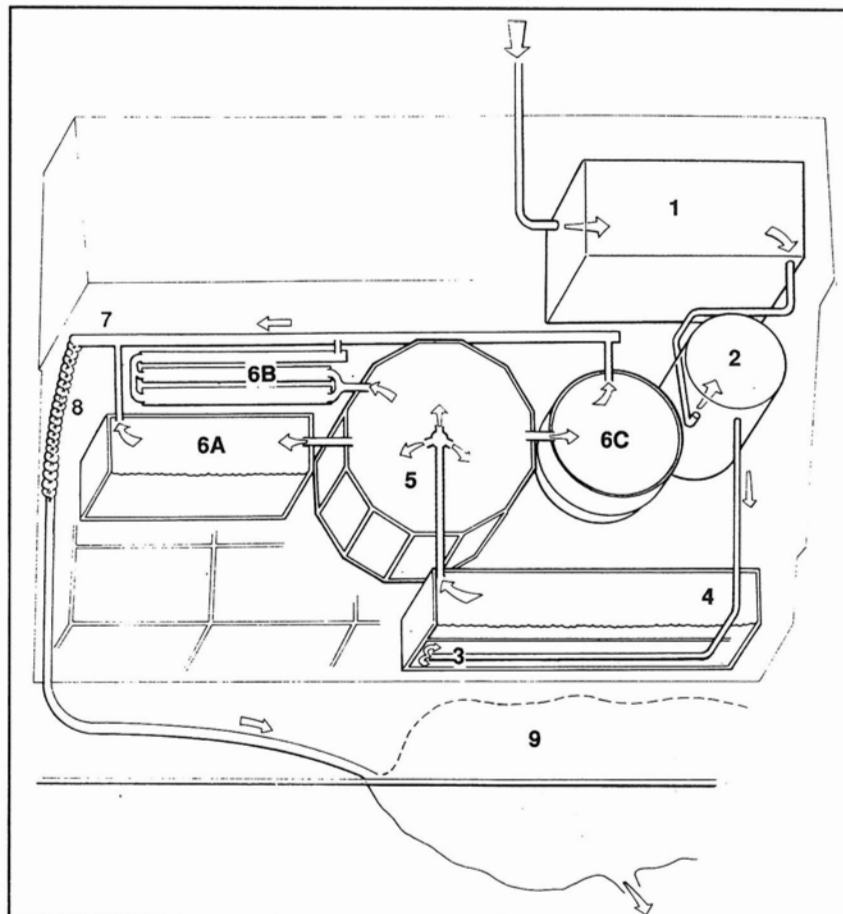
Avloppsvatten från hushåll innehåller fosfor och kväve, typiska mängder kan vara i storleksordning 2-3 g fosfor och 10-15 g kväve per person och dygn. Dessa växt-näringsämnen kan ställa till problem när avloppsvattnet når recipienten, där de bidrar till påskyndning av vattendragets igenväxt. Därför har vi sedan ett par decenier utrustat våra reningsverk för borttagning av fosfor, huvudsakligen genom kemisk fällning. Nu står en utbyggnad av reningsverken för borttagning av kväve för dörren (för samhällen med fler än 10 000 invånare i södra och mellersta Sverige). Samtidigt har lantbruket behov av stora mängder gödsel, som till största delen importeras. Det är därför naturligt att många har intresserat sig för att finna teknik för att återföra avloppsvattnets växtnäringsinnehåll till jordarna, utgående både från ekonomiska synpunkter och från ett kretsloppstänkande. Debatten har varit intensiv, och är fortfarande inte avslutad, om användningen av avloppsslam för gödsling av åkermarker.

Vattenbruk, där man direkt använder avloppsvattnet som substrat för odling av växter och djur, är ett annat sätt att lösa problemen. Vattenbruk har i olika former använts sedan urminnes tider, till exempel i Kina där man vattnar risfält med avloppsvatten. I Sverige kan man kalla bevattning av åkrar (Gotland) och skogar (Norrbotten) med avslammat avloppsvatten för vattenbruk, liksom utsläpp av avloppsvatten i olika slags våtmarker. En mer intensiv form av vattenbruk har utvecklats i Stensund, där man inomhus i olika bassänger renar och utnyttjar avloppsvattnet.

Vattenbruket vid Stensunds folkhögskola utanför Trosa anlades 1989, och är en försöksanläggning i full skala. Vid skolan arbetar och studerar normalt cirka 100 personer. Avloppsvattnet från 40 personer leds till vattenbruket, medan resterande volymer avslammas och fälls kemiskt före utsläpp i recipienten.

Vattenbrukets funktion

Vattenbrukets funktion framgår av figuren. I **steg 1** avslammas och utjämnas vattnet. Härifrån beskickas anläggningen under 15 av dygnets 24 timmar. **Steg 2** är en tank för nedbrytning av organiskt material och utfällning av metaller, som under syrefria förhållanden bildar metallsulfider och sedimenterar. I bassängen **3 och 4** syresätts vattnet och en aerob biologisk nedbrytning av det organiska materialet sker. Här växer också grönalger. I **Steg 5** växer djurplankton och olika vatten-



Figur 6 Vattenbruket vid Stensunds folkhögskola

växter som andmat och vattenhyacint med flera. Vattnet fördelas sedan i **steg 6** till olika bassänger för ytterligare odling av vattenväxter samt några olika tropiska sötvattensfiskar. I utgående ränna, **steg 7**, odlas nyttoväxter som tomat och vattenkrasse. Vattnet syresätts sedan i en vattentrappa, **steg 8**, varpå det leds till en utomhusdamm för odling av flodkräftor före utsläpp i Östersjön. En mindre försöksodling av *Salix* genomflytes på vägen.

Ett av Stensunds mål är att återvinna värme från anläggningen. Två värmepumpar, en för utgående vatten och en för utgående luft, har installerats.

Tekniska fakta för Vattenbruket

Avloppsvatten från 40 personer leds till vattenbruket.

Total vattenvolym	200 m ³
Normalflöde	7 m ³ /dygn
Uppehållstid	29 dygn

Dagvattnet behandlas separat.
Dricksvatten tas från egna brunnar.

Erfarenheter

De första driftåren (1990-92) har varit präglade av försöksverksamhet och intrimning av anläggningen. En utvärdering har gjorts. Man har främst arbetat med att bestämma lämpligt vattenflöde, och att få brukets olika delar att fungera. Man har haft svårt att uppfylla myndigheternas utsläppskrav, och under en period har man kemiskt förfällt också det vatten som går genom vattenbruket. Vid folkhögskolan har man emellertid genom att bland annat använda fosforfria tvätt- och diskmedel fått ned fosformängderna till cirka 0,65 kg per person och år, och menar att det är rimligare att betrakta utsläppen från anläggningen som mängder per person i stället för halter i utgående vatten. Med ett medelflöde på 7 m³/år har man under försöksperioden (delvis med kemisk förfällning) lyckats reducera BOD-halten till i medeltal 7,4 mg/l. Kvävereduktionen (i förbehandlingen och vattenbruket under

1992) var 50%, och fosforreduktionen 70%. Avskilda mängder hamnade till största delen i förbehandlingen, medan endast en mindre del (8% av fosfor och 11% av kvävet) togs om hand av vattenbruket, det vill säga togs upp av biomassan.

Tungmetallerna reducerades med mellan 23% (kadmium) och 56% (bly) i den anaeroba tanken. Reduktionen genom hela anläggningen var mellan 62% (kadmium) och 97% (koppar). En relativt stor andel av metallerna hade alltså ackumulerats i vattenbruket, dock hade man i den skördade biomassan bara noterat förhöjda halter i ett fall, nämligen koppar i andmaten. Reduktionen av bakterier i anläggningen var tillfredsställande.

Under det första driftåret skördades ca 1,5 ton växter (som komposterades) samt 50 kg tomater. Slammet från förbehandlingen kördes till det kommunala reningsverket för rötning och återvinning i jordbruk.

På energisidan har man ännu inte lyckats få till stånd en effektiv värmeåtervinning, huvudsakligen beroende på tekniska problem med värmepumparna. Man har dock i stort sett varit självförsörjande med värme på vattenbruket, och är idag värmeexporterande vid utetemperaturer högre än 0°C. En besvärande omständighet är att vattenbruket behöver ljus även under den mörka årstiden. Man har därför installerat elektrisk belysning med ett effektbehov av 10 kW. Till detta kommer ca 20 kW el för drift av pumpar mm, dvs ett sammanlagt elbehov av 30 kW, vilket är betydligt mer än för ett konventionellt reningsverk. En stor del av elenergin har återvunnits i form av värme.

Ekonomi och finansiering

Anläggningskostnaderna har uppgått till 5,2 Mkr, varav Folkhögskolan har svarat för merparten. Regeringen har ur anslaget för Ny Miljöskyddsteknik beviljat 800 000 kr. Ytterligare bidrag har kommit från länsstyrelsen, kommunen med flera. Räknat på en anslutning av 40 personer motsvarar detta 130 000 kr/pe. Driftkostnaderna anges till 33 kr/m³ avloppsvatten (för vattenbruket), eller 2100 kr/pe,år.

Kostnaderna är höga jämfört med ett konventionellt reningsverk. Anledningar till detta är dels det stora arealbehovet (vattnet har en uppehållstid på 29 dygn, jämfört med i storleksordning 0,5 dygn för ett konventionellt verk), dels att lokalerna är stora och byggda för undervisning etc. En stor del av personalens tid går åt att visa anläggningen för besökare, men man tar betalt för dessa visningar.

Omdömen

Jan-Erik Haglund, Länsstyrelsen i Södermanlands län

-Länsstyrelsen har ekonomiskt stött utvecklingen av vattenbruket vid Stensund. Vattenbruket har därvid främst setts som en del i uppbyggnaden av en ekologiskt inriktad kurs- och konferensverksamhet vid Stensund. Verksamheten vid Stensund ingår som en del av ett nätverk i en satsning på utbildning, forskning och undersökning samt information med inriktning på Östersjöfrågor inom bland annat miljöområdet.

- Vattenbruket kan ses som en intressant demonstrationsanläggning för studier av ekosystem på modellnivå. Anläggningen kan också bidra till att skapa förståelse för vad vi inte ska tillföra hushållsavloppen, till exempel i form av olika miljögifter som inte är behandlingsbara i normala avloppsreningsverk. Vattenbruket är genom sin komplicerade ekologiska uppbyggnad, med både lägre och högre växt- och djurarater, betydligt känsligare för störningar än ett konventionellt biologiskt-kemiskt reningsverk. Vattenbruket kan därför också illustrera vad som kan ske i naturen vid utsläpp av miljöstörande ämnen.

- Vattenbruket synes ge bra reningseffekter avseende organiskt material (BOD7), kväve och bakterier. Fosforeringen är som kan förväntas sämre och uppfyller inte de krav som normalt ställs från miljövardssynpunkt. Avskiljningsgraden för fosfor är lägre än vad som uppnås med konventionella biologiska reningsmetoder (aktivt slam-anläggningar och biobäddar) och måste liksom dessa kompletteras med ytterligare reningssteg. Enligt länssty-

relsen bör vattenbruket därför betraktas som en del i en reningsanläggning som uppfyller reningskraven.

- På grund av det stora areal- och energibehovet i vattenbruket blir behandlingskostnaderna mycket höga. Vattenbruket tycks därför inte vara något realistiskt alternativ till mer konventionella biologiska reningsmetoder.

- Vattenbruket kan ej heller sägas vara effektivare från kretsloppssynpunkt jämfört med konventionell biologisk rening. Upptaget av fosfor och kväve i biomassan är mindre än vad som avskiljs i det biologiska slammet i normala reningsverk. Med kemisk rening blir fosforåtervinningen i konventionella reningsverk betydligt effektivare. Slammet kan sedan användas som resurs inom växtodlingen. Problemet med tungmetaller och giftiga organiska föreningar måste, oavsett vald renings teknik, lösas vid källan.

- Den mest resurseffektiva behandlingsformen vore att utnyttja avloppsvattnet direkt inom extensiv växtodling. På grund av de svenska klimatförhållandena kräver detta dock mycket stora lagringsvolymmer och spridningsarealer.

Björn Guterstam, forskningsledare vid Stensunds Ekologiska Centrum

- "Stensunds vattenbruk - ekologisk teknik för avloppsvatten" är ett FoU-projekt inom den nya vetenskapliga disciplinen ekologisk teknik (ecological engineering), där man försöker harmoniera energi- och materialanvändningen i samhället med naturens ämnesomsättning. Det betyder att avloppsvatten inte bara renas utan att man utnyttjar dess resurser växtnäringssämnen och spillvärme i ett kretslopp. Stensunds folkhögskola med ca 100 personer utgör ett modellsamhälle för tillämpning av ekologisk teknik och principerna för kretslopp. Den sammanlagda bilden av naturresursernas hantering kartläggs och effektiviseras i modellsamhället med det övergripande målet att demonstrera en sofistikerad kretsloppslösning.

- Avloppets närsalter tas inte enbart omhand i reningsverket (vattenbruket), utan en kontinuerlig process för återvinning tar hand om avloppet från källan och framåt. Vattenbruket som teknik går ut på att kombinera avloppsrening med återvinning genom odling i växthus av växter och djur. Denna ekoteknik begränsas till sin storlek av faktorer som infrastruktur och sociala aspekter. Biologiskt finns ingen övre gräns. Det är naturligt att ekotekniken samtidigt tittar på möjligheterna till källsortering av närsalter genom införande av nya toalettsystem, där till exempel urinen källsorteras redan i toaletten. Därmed elimineras hushållsavloppets närsaltsinnehåll upp till 90%. Resterande BDT-avloppsvatten kan med fördel då behandlas från ett större antal personer i olika ekotekniska system för återvinning, där vattenbruket är en lösning.

- Vattenbrukets tanke utgår från avgiftning från svårnedbrytbara kemikalier samt biokemisk förfällning av metaller före återvinningen av närsalter. Detta sker med hjälp av mikroorganismer i ett anaerobt och ett aerobt steg under flera dagar. Den sammanlagda renings-effekten med avseende på ekotoxiska ämnen, närsalter (fosfor och kväve), organiskt material och sjukdomsalstrande bakterier är i vattenbruket betydligt bättre för allt utom fosfor vid en jämförelse med konventionella trestegs reningsverk.

- I utvärderingen efter de tre första årens drift har vi ännu inte räknat av intäkterna för den producerade biomassan i form av växter och fisk. I framtiden kommer leveransen av näringsrikt, avgiftat avloppsvatten ha ett värde på ca 50 kr/person. Produkter som tomat, prydnadsväxter och levererad värmeenergi ökar inkomsterna från avloppsreningen. Därmed erhålles en rimligare ekonomi än den vi visat efter de första årens drift.

- Slutligen har det visat sig att närheten mellan vattenbruket och hushållen ökar medvetenheten och intresset, varigenom belastningen med närsalter och toxiska ämnen har minskat.

Kommentarer

Vattenbruket vid Stensunds folkhögskola är veterligt den första i sitt slag i Europa. Man tillämpar ett intensivt inomhus vattenbruk i stället för ett extensivt utomhus. Anläggningen är en fullskalig försöks- och demonstrationsanläggning och skall inte bedömas efter andra måttstockar. Syftena med vattenbruket har varit flera: att lösa skolans avloppsproblem på ett sätt som överensstämmer med skolans allmänna ekologiska inriktning, att utveckla och demonstrera ekologisk teknik, och att utnyttja anläggningen i undervisningen, också i internationella kurser. Intresset för bruket har varit mycket stort, man uppskattar att ca 20 000 personer från många olika organisationer hittills har besökt bruket, däribland 45 kommuner. Man har haft en uppmärksam internationell konferens i ekologisk avloppsteknik, och har pågående kurser med internationellt deltagande.

Resultaten från anläggningens drift har hittills varit mindre goda när man jämför med resultaten från konventionella verk. Man har inte fått de behandlingsresultat man har eftersträvat och har inte lyckats uppnå den värmeåtervinning som avsetts. Man arbetar emellertid på att trimma in anläggningen och kommer att genomföra en del förändringar. Det fortsatta utvecklingsarbetet är förstas helt beroende av fortsatta anslag.

Även om man i Stensund kommer att uppnå bättre behandlingsresultat, bättre energibalans och lägre driftkostnader, kommer man inte att kunna tillämpa denna teknik allmänt. Vattenbruk i denna form är för kostsam, för arealkrävande och för energikrävande för att kunna tillämpas för större samhällen. Det kan dock finnas tillämpningar i mindre skala där vattenbrukstekniken är intressant. Förmodligen skall då avloppsvattnet ha en gynnsam sammansättning och intressena för växthusodling vara starka.

På ett mer allmänt plan kan intressanta delresultat komma fram från försöksverksamheten, det kan gälla till exempel livsbetingelserna för de vattenväxter och djur som används samt hur man sköter och utveck-

lar en komplicerad biologisk anläggning. Anläggningens största betydelse kanske ändå kommer att visa sig vara dess utnyttjande i folkbildningen och i debatten om det "ekologiska samhället".

Adresser

Stensunds folkhögskola, Björn Guterstam, Rigmor Breidemalm, 619 00 Trosa, tel 0156-165 65.

Länsstyrelsen i Södermanlands län, Jan-Erik Haglund, 611 86 Nyköping, tel 0155-264000.

Litteratur

Guterstam Björn, 1991. Ecological engineering for wastewater treatment: Theoretical foundations and practical realities. Ecological Engineering for Wastewater Treatment, Proc. International Conference March 24-28 1991, Stensund Folk College. ISBN 91 7776 059 X. Bokskogen, Göteborg.

Guterstam Björn, 1992. Stensunds vattenbruk - ekologisk teknik för avloppsvatten. Slutrapport till NUTEK, projektnr 89-00897P.