

# FORSKNINGSPROGRAMMET URBAN WATER – RESULTAT, TILLÄMPNINGAR OCH FORTSATT UTVECKLING

The Research Programme Urban Water – Results, Implementation and Further Development

av PER-ARNE MALMQVIST, CIT Urban Water Management AB, Chalmers teknikpark, SE 412 88 Göteborg  
e-post: pam@urbanwater.chalmers.se



## Abstract

The Urban Water programme ([www.urbanwater.org](http://www.urbanwater.org)) has been a long-term integrated research programme including senior researchers and PhD students from 9 Swedish universities.

The central question was whether future sustainable water and wastewater systems will be improved versions of today's, or if there would be radical changes. The programme aimed to develop a "toolbox" for strategic planning. The aspects covered were the environment, health and hygiene, economy, organisation, households, as well as technical function. The tools were tested and refined in "model cities", where local planners and administrators participated in the work. The tools developed and experience gathered in the programme are now being applied in studies of possible future wastewater systems for Göteborg and Stockholm. Although the research programme ends in June 2006, the activities are carried on in the *Urban Water Network, a User Group*, and the small researcher-owned company *CIT Urban Water Management AB*. The programme has also resulted in 15 PhD exams. Some of the graduates are contributing to this issue of VATTEN.

*Key words* – Strategic planning, MCDA, assessment tools, integrated assessment, sustainable urban water management

## Sammanfattning

MISTRA-programmet Urban Water ([www.urbanwater.org](http://www.urbanwater.org)) har pågått i sex år och involverat forskare och doktorander från nio svenska universitet.

Den centrala frågan har varit om framtida uthålliga va-system kommer att vara förbättrade versioner av de system vi har idag, eller om det kommer att bli radikala förändringar. Programmet har utvecklat en »verktöglåda» för strategisk planering. Bland verktygen finns modeller för substansflödesanalys, mikrobiell och kemisk riskanalys och ekonomiska kalkyler. Där finns också metoder för att ta hänsyn till brukarnas behov och till organisatoriska aspekter, samt metoder för multikriterier beslutsfattande. Verktögen och metoderna har utvecklats och testats i olika svenska modellstäder, där lokala planerare och tjänstemän har deltagit. Verktögen och metoderna används nu i projekt bl.a. i Göteborg och i Stockholm.

Verksamheten fortsätter nu under andra former: ett Nätverk, en Brukarförening och ett Bolag. Nätverket är alla forskare, konsulter och andra som deltagit i forskningen. Brukarföreningen har 18 medlemmar och syftar främst till att återföra erfarenheter från praktiska tillämpningar samt att föra ut resultaten till praktiker, bl.a. genom kursverksamhet. Det forskarägda bolaget CIT Urban Water Management AB håller samman projekten och administrerar nätverket och brukarföreningen. Inom programmet har (snart) 15 doktorander avlagt doktorsexamen. Några av dem presenterar sin forskning i detta nummer av VATTEN.

## Bakgrund

Ett modernt vatten- och avloppssystem förser samhället med rent vatten, tar hand om avloppsvattnet på ett miljövänligt och hygieniskt sätt och förhindrar över-

svämningar genom att leda bort dagvattnet. Men det har ifrågasatts om dagens system klarar att möta kraven på uthållighet. Hur ska städernas VA-system se ut i det framtida hållbara Sverige? Kan man utgå från dagens system och förbättra det – eller måste det bli mer radikala

förändringar? VA-systemen i Sverige är sedan länge utbyggda och deras värde uppskattas till 400 miljarder kronor. Förändringar är kostsamma och måste därför vara väl motiverade och motsvaras av ökad nytta för människor och miljö.

Forskningsprogrammet Urban Water (Sustainable Urban Water Management) startade under 1999 med syfte att utveckla metodik och verktyg för strategisk planering av framtida uthålliga va-system. Huvudfinansier har varit MISTRA – Stiftelsen för miljöstrategisk forskning. I programmet har deltagit forskare från nio universitet och högskolor över hela landet. De verktyg som utvecklats och exempel på några tillämpningar presenteras kortfattat nedan. Forskningen kommer också att resultera i 15 disputerade doktorer och 15 akademiska avhandlingar (i februari 2006 har 12 av de 15 doktoranderna disputerat). Flera av dem publicerar sig i detta nummer av VATTEN.

Urban Water-programmet avslutas vid halvårsskiftet 2006. De rapporter och doktorsavhandlingar som producerats finns att ladda ner kostnadsfritt på [www.urbanwater.org](http://www.urbanwater.org). En slutrapport på engelska är under tryckning av IWA (Malmqvist et al 2006). En svensk populärvetenskaplig rapport kommer under 2006.

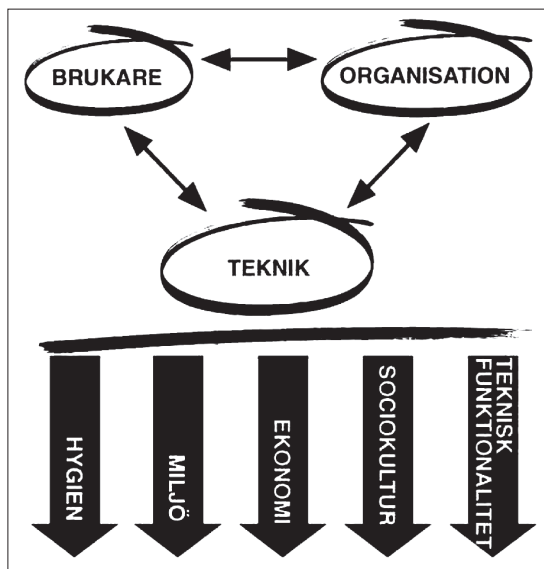
## Urban Waters verktygslåda

Verktygslådan ska kunna användas för jämförande bedömningar av olika alternativ, med avseende på miljöpåverkan, resurshushållning, hygien- och hälsorisker, kostnader, brukar aspekter, organisation och teknisk funktion, se figur 1. Figuren beskriver Urban Waters konceptuella ramverk.

Verktygen är avsedda att ge resultat som stöd för praktiker som ska planera vatten och avlopp. Det kan vara stadsbyggnadskontor, VA-verk, miljökontor eller bostadsbolag.

### URWARE

URWARE är ett verktyg för att värdera miljöpåverkan från avloppssystem. URWARE (URban WAter REsearch model) är en substansflödesmodell, utvecklad i Matlab/Simulink. URWARE kan beskrivas som ett bibliotek av matematiska modeller, som f.n. innehåller hushåll, dricksvattenanvändning, transporter, avloppsvattenrening, slambehandling, förbränning och deponering. Dessa modeller kombineras till en anpassad modell för det avloppssystem som skall studeras. Bland annat analyseras organiskt material, näringsämnen, tungmetaller och energianvändning. Man kan fritt välja att använda platspecifika ingångsdata eller s.k. default-värden som



Figur 1. Urban Waters konceptuella ramverk.

ligger i modellen. Dessa default-värden gäller för genomsnittliga svenska förhållanden och är framtagna med underlag från de senaste forskningsresultaten. Med URWARE kan man beräkna emissioner till luft, vatten och jord. Vid bedömningarna av miljöpåverkan används LCA-metodik.

### SEWSYS

SEWSYS (SEWage SYStem) är en substansflödesmodell som kan analysera korta tidsförlopp och därför är bättre ägnad att studera dagvatten- och kombinerade avloppssystem än URWARE. SEWSYS använder sig också av modellplattformen Matlab/Simulink. Modellen består moduler för dagvattensystem, spillvattensystem, bräddavlopp samt avloppsrening med kvävereduktion. Olika former för dagvattenbehandling, t.ex. dammar och infiltration, finns inlagda. I sin nuvarande utformning kan SEWSYS analysera 20 olika parametrar, från källa till utsläpp. Källorna är hushåll, byggnader, trafikcytor m.fl. och kan antingen kvantifieras från mätningar eller kartmaterial, eller hämtas in direkt från GIS-system om sådant finns. Recipienterna är mark, vatten, luft och avloppsslam.

### MRA – Mikrobiell riskvärdering

MRA-verktyget består av huvudelementen *Riskidentifiering*, *Exponering*, *Dos-responssamband* samt *Riskvärdering*. Modellen bygger på att de punkter där människor

exponeras för patogener från avloppsvattnet identifieras. För detta kan substansflödesmodellerna URWARE och SEWSYS användas. För varje exponeringspunkt kvantifieras exponeringen och riskerna med Monte-Carlo-simuleringar. Härigenom får man ett mått på den statistiska spridningen av riskerna förutom medelvärdet. Modellen är utvecklad i Excel och data finns tillgängliga i en Access databas. Olika indikatorpatogener används för simuleringarna, representerande grupperna bakterier, virus, protozoer och maskar. Metoden överensstämmer i sina huvuddelar med den metodik som utvecklats av WHO.

### CRA – Kemisk riskvärdering

CRA-verktyget (Chemical Risk Assessment) har utformats för att svara på vilka ämnen i dagvatten och avloppsvatten eller dess olika fraktioner som kan utgöra stora problem eller risker för människors hälsa eller för miljön. I ett särskilt urvalsförfarande, där hänsyn tas bl.a. till ämnens toxiska, bioackumulerbara och persistenta egenskaper, väljs de ämnen ut som utgör en särskilt stor risk för just det system som studeras. Som utgångspunkt används en databas där i princip alla ämnen som studerats i avloppssystem och som rapporterats i den internationella litteraturen finns samlade. Därefter görs en platspecifik studie av vilka koncentrationer som uppnås i första hand i vatten och i marken av de utvalda ämnena. Dessa halter jämförs så med dels de gränsvärden som satts av myndigheter eller på annat sätt, dels med de gränsvärden för t.ex. skador på biota som framkommit genom internationell forskning. Denna metod är välkänd och går vanligen under namnet PEC/PNEC-metoden (Predicted environmental concentration / Predicted no effect concentration).

Kunskapen om vilken kemiska risker som finns med ett avloppssystem ger underlag för att föreslå åtgärder för att minska dessa risker. Ett systemtänkande har tagits fram där olika former av barriärer för de riskabla ämnena analyseras.

### Kostnadsberäkningar

De *företagsmässiga kostnaderna* beräknas med ett kalkylverktyg, utvecklat i Excel. Kostnaderna för såväl investeringar som drift ingår. Vid värdering av alternativa systemdelar inom ett större system kan både en autonom nyanläggningskalkyl och en utbyteskalkyl inom det större systemet göras. Kostnadsdata från det system som studeras kan användas där sådan information finns. Där data inte finns kan värden användas som ligger i modellen. Dessa data är hämtade från de modellstäder som ingår i Urban Water. Driftkostnader är hämtade från VASS – Svenskt Vattens statistik.

## Organisation

Ett grafiskt, kvalitativt verktyg har tagits fram för att beskriva kritiska egenskaper hos den organisation som skall äga, planera och driva uthålliga va-system. De viktigaste egenskaperna är organisationens kapacitet att hantera olika typer av va-system med olika skalor och med andra aktörer inblandade, och dess anpassningsförmåga att ta sig an nya och andra former av va-system.

Kunskap har också tagits fram om under vilka omständigheter vissa intentioner och visioner går att genomföra i praktiken och när detta inte låter sig göras. Dessa kunskaper har omformats till praktiska råd till beslutsfattare.

Studier av olika organisationsformer i Europa har lett till kunskaper om styrkor och svagheter hos olika organisationsformer från uthållighetssynpunkt. Underlag finns för att bedöma t.ex. konsekvenserna av alternativa organisationsformer till de kommunala va-verken.

## Hushåll

Ett flertal studier och intervjuundersökningar, bl.a. i Urban Waters modellstäder, bildar underlag för en samlad kunskap om hur hushåll kan bidra till att göra va-systemen mer uthålliga. Kritiska faktorer har identifierats som är viktiga för att få en fungerande samverkan mellan hushållen, organisationen och de tekniska systemen. Hushållens förmåga att hantera olika system och att bidra till finansiering och skötsel av dem under olika yttre förhållanden har systematiserats och omvandlats till praktiska råd för planeringen och utformningen av konventionella och alternativa va-system. Råd har också utformats för hur man inför en beslutssituation kan undersöka hushållens behov och förmåga för att kunna ta hänsyn till detta i besluten.

## Beslutsfattande

De olika analyserna som gjorts med Urban Waters verktyg eller tagits fram på annat sätt, bildar underlag för beslut om det framtida va-systemet. Emellertid kommer resultaten och slutsatserna från analyserna att vara förvirrande och ibland motstridiga. Olika metoder har därför utvecklats och testats för att underlätta för beslutsfattarna att på ett systematiskt sätt komma fram till ett beslut. Datorstödda metoder har testats (som NAIADe och STRAD, läs mer om dem på hemsidan), samt enklare metoder som bygger en normaliserande betygssättning och viktning av de studerade hållbarhetskriterierna. Val av lämpligt verktyg för sammanvägningen görs från fall till fall.

Verktygen har testats i s.k. modellstäder, i samverkan

med lokala ansvariga tjänstemän och politiker. Modellstäderna har varit:

- Den nya stadsdelen (Hammarby Sjöstad i Stockholm)
- Ett centrumområde (Vasastan i Göteborg)
- Ett miljonprogramområde (Gottsunda i Uppsala)
- Den urbana enklaven (Gebers i Stockholm)
- Den lilla staden (Surahammar)

Därtill har några av verktygen använts och används i flera andra sammanhang.

## Vilka problem kan studeras?

Exempel på frågeställningar där Urban Waters metodik och verktyg kan vara till hjälp är:

- Hur skall systemen för vatten, avlopp och bioavfall vara utformade för att möta framtidens krav?
- Hur skall vi hantera va-frågorna i s.k. omvandlingsområden?
- Vad skall vi göra för att kunna nyttiggöra näringsämnen i slammet?
- Skall vi införa urinsortering eller svartvattensortering i delar av staden?
- Är det en bra idé att införa köksavfallskvarnar?
- Skall vi separera det kombinerade avloppsledningsnätet?
- Är våtmarker, infiltration eller gröna tak uthålliga dagvattenlösningar?

## Fortsättning

Forskningsresultaten finns nu tillgängliga för praktisk användning. För att kunna fortsätta utvecklingen och för att kunna hjälpa till med tillämpningar fortsätter vi verksamheten i nya former: ett Nätverk, en Brukarförening och ett Bolag.

*Nätverket* är alla de forskare, konsulter och andra som medverkat i forskningen. Nätverket med det samlade kunnandet är den största tillgången.

*Brukarföreningen* är till för alla som har anledning att arbeta med t.ex. de frågor som listats ovan. Brukarför-

eningen har i skrivande stund 18 medlemmar – 9 kommunala förvaltningar och 9 konsultfirmor och institut.

*Bolaget* – CIT Urban Water Management AB – ägs av 17 forskare i forskningsprogrammet och av CIT (Chalmers Industriteknik). Bolaget skall administrera Nätverket och Brukarföreningen samt initiera och leda projekt där metodiken och verktygen kan tillämpas och fortsatt utvecklas. Bolaget har ingen egen personal utan verkar genom Nätverket.

## Projekt där Urban Waters metodik och verktyg tillämpas och vidareutvecklas

I Göteborg pågår projektet »Systemstudie avlopp» i samarbete mellan Kretsloppskontoret, VA-verket och Gryaab. Syftet är att ta fram ett underlag för inriktningen av det framtida avloppssystemet.

I Stockholm pågår det s.k. VASK-projektet i samarbete mellan SYVAB, Stockholm Vatten, Käppalaförbundet och Roslagsvatten. Syftet är att undersöka vilka hinder och möjligheter det finns att ytterligare förbättra avloppshantering i Stockholms län.

I samarbete mellan Värmdö kommun och Stockholm Vatten sker en utveckling av URWARE för studier av olika möjligheter att hantera avloppsfrågorna i gles bebyggelse.

ReVAQ-projektet syftar till att skapa en process i de s.k. ReVAQ-kommunerna (f.n. 7 stycken) som leder till att näringen i slammet kan utnyttjas bättre. Urban Water AB har i uppgift att utvärdera ReVAQ-projektet.

Internationellt deltar Urban Water AB i det s.k. DIM-SUM-projektet. Uthålliga vatten- och avloppslösningar skall utvecklas och värderas i olika regioner i Malaysia, Indonesien, Indien och Nepal.

## Referenser

Malmqvist, P-A., Heinicke, G., Kärrman, E., Stenström, T-A., and Svensson, G., 2006. Strategic Planning of Sustainable Urban Water Management. IWA Publishing. In print.  
www.urbanwater.org