

Verksamhetsberättelse

DRICKS

2012

---



## Verksamhetsberättelse för DRICKS 2012

Omslagsbild: Rörbrott i Göteborg vintertid (Foto: Thomas Pettersson)

## Sammanfattning

Denna rapport beskriver utfallet av Svensk Vattens satsning på DRICKS under året 2012. Under året har de 1,5 miljoner SEK som Svenskt Vatten satsat på dricksvattenforskning inom DRICKS använts i doktorandprojekt, forskningsledning och övriga projekt, tillsammans med ytterligare beviljade anslag från forskningsråd, kommuner och EU samt Chalmers.

En kunskapsöversikt kring forskningsutmaningar inom dricksvattenförsörjningen har levererats på beställning från Landsbyggsdepartementet.

Inom delområdet riskanalys har projektet *Regional risk- och sårbarhetsanalys för dricksvattenförsörjning* där vi visat hur risker och sårbarheter kan analyseras för dricksvattenförsörjning i sammankopplade kommunala system (i 13 västsvenska kommuner) på en regional nivå och ge beslutsstöd för prioritering av åtgärder. God Desinfektionspraxis tillsammans med felträdsmetodik har utnyttjats

Inom delområdet grundvatten har ett arbete inom konstgjord infiltration påbörjats i Botswana inom ett SIDA-projekt. Inom råvattenskydd-ytvatten har hydrodynamisk modellering för att simulera hur fekala indikatorer och patogener från olika föroreningskällor sprids i råvattentäkterna Rådasjön och Göta älv. Modellen kan bland annat användas för att förutsäga patogenhalter i råvattenintagen. Inom EU-projektet VISK har provtagning och analys av virus genomförts i ytvattentäcker.

Inom bredning har VASS-projektet fortsatt med benchmarking av dricksvattenanläggningar. Inom projektet har nyckeltal för vattenverk inklusive nyckeltal för hälsorisker tagits fram, där en metod som är en förenklad variant av GDP-metoden för att bedöma barriärbehov i beredning utvecklats.

*Förnyelsebehovet i distributionsnätet* arbetar vi med inom projektet *Tidvatten*, tillsammans med Göteborgs och Umeås universitet. Vi jämför primärvårds- och sjukvårdsrådgivningsdata med ledningsnätshändelser för att göra välgrundade bedömningar av behovet och takten på ledningsförnyelse.

DRICKS-medarbetare har under 2012 deltagit i sju internationella konferenser, samt nationella seminarier, branschmöten och forskarmöten. Under 2012 har också 25 studenter genomfört elva kandidat- och examensarbeten.

# 1. Innehållsförteckning

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| 1. Innehållsförteckning .....                                 | 4  |
| 2. Bakgrund .....                                             | 5  |
| 3. Projektprogrammet DRICKS genomförande .....                | 5  |
| 3.1 Forskningsledare och forskarstuderande .....              | 5  |
| 3.2 Användningen av Svensk Vattens medel .....                | 5  |
| 4. Forskningsresultat .....                                   | 7  |
| 4.1 Riskbedömning .....                                       | 7  |
| 4.2 Råvatten – ytvattentäkter .....                           | 8  |
| 4.3 Råvatten – grundvattentäkter .....                        | 9  |
| 4.4 Beredning .....                                           | 9  |
| 4.5 Distribution .....                                        | 11 |
| 4.6 Konsumentperspektiv .....                                 | 12 |
| 5. Resultatspridning .....                                    | 13 |
| 5.1 DRICKS seminarier .....                                   | 13 |
| 5.2 Konferenser och möten .....                               | 13 |
| 5.3 DRICKS hemsida .....                                      | 13 |
| 6. Undervisning kopplat till DRICKS .....                     | 14 |
| 6.1 Kurser i civilingenjörsprogrammet .....                   | 14 |
| 6.2 Examensarbeten .....                                      | 14 |
| 7. Referenser .....                                           | 15 |
| Bilaga 1 Detaljerad kostnadsredovisning för DRICKS 2012 ..... | 18 |

## 2. Bakgrund

Svensk dricksvattenforskning fick under 1990-talet och början av 2000-talet betydligt minskade resurser för forskning och utveckling (FoU) vilket ledde till att forskningsverksamheten vid landets högskolor i princip upphörde. Chalmers ansökte om anslag från Svenskt Vatten, och beviljades ett långsiktigt ramprogram inom dricksvattenforskning, DRICKS, för perioden 2003-2008 samt förlängning åren 2009-2011 och nuvarande period 2012-2014. Avsikten med DRICKS har varit att skapa kontinuitet och generera ny kunskap och nya verktyg för branschen genom doktorandprojekt i samarbete med främst svenska dricksvattenproducenter. I DRICKS-programmet ingår även satsningar på seminarier och förbättrad utbildning av vatteningenjörer för att underlätta branschens rekrytering, vilket är nödvändigt för att klara av väntade pensionsavgångar.

## 3. Projektprogrammet DRICKS genomförande

### 3.1 Forskningsledare och forskarstuderande

Under innevarande period har arbetet under 2012 haft flera forskare och forskningsledare aktiva inom DRICKS, se Tabell 1. Vi har arbetat aktivt inom samtliga delområden från källa till tappkran.

**Tabell 1 DRICKS indelning i fem delområden samt ansvariga forskningsledare och forskarstuderande under verksamhetsåret 2012.**

| Delområde                                    | Forskningsansvarig                               | Forskare och forskarstuderande                    |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Riskbedömning                                | Lars Rosén                                       | Tommy Norberg, Andreas Lindhe                     |
| Råvattenskydd<br>- Ytvatten<br>- Grundvatten | Thomas Pettersson<br>Lars Rosén/Lars O. Ericsson | Johan Åström, Ekaterina Sokolova<br>Lars-Ove Lång |
| Beredningsteknik                             | Olof Bergstedt                                   | Mia Bondelind                                     |
| Distribution                                 | Thomas Pettersson                                | Annika Malm                                       |
| Konsumentperspektiv                          | Greg Morrison                                    | Mia Bondelind, Mikael Mangold                     |

### 3.2 Användningen av Svensk Vattens medel

Under innevarande treårsperiod 2012-2014 finansierar Svenskt Vatten DRICKS med 1500 kkr årligen, som tillsammans med övriga finansiärer bidragit till hela DRICKS verksamhet.

Svenskt Vattens del av DRICKS-programmet har 2012 haft en omsättning på 1303 kkr där kostnaderna fördelats på; personalkostnader 810 kkr, direkta kostnader 102 kkr såsom resor, utrustning, analyser mm., samt OH-kostnader 391 kkr, som inkluderar indirekta kostnader för

administration, lokal, IT och annan service vid Chalmers) vilket motsvarar 30% av totalkostnaderna, se Bilaga 1 för mer detaljer.

## 4. Forskningsresultat

Forskningsresultaten från våra olika delområden beskrivs här översiktligt.

### 4.1 Riskbedömning

Inom delområdet riskbedömning ingår projekt som på olika sätt berör verktyg och metoder för att identifiera och analysera risker samt generera beslutsstöd som möjliggör en effektiv hantering av risker. Detta delområde är på olika sätt kopplat till övriga delområden eftersom hela försörjningskedjan, från råvatten till tappkran, måste beaktas för att en effektiv riskhantering skall uppnås.

Under 2012 genomfördes delar av projektet *Regional risk- och sårbarhetsanalys för dricksvattenförsörjning*. Projektet genomfördes i samarbete mellan Livsmedelsverket och Chalmers med finansiering från Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB). Projektets övergripande syfte var att visa hur risker och sårbarheter kan analyseras för dricksvattenförsörjning på en regional nivå i syfte att ge beslutsstöd för prioritering av åtgärder. Dricksvattenförsörjningen i en kommun kan på olika sätt vara beroende av dricksvattenförsörjningen i en eller flera andra kommuner (Figur 1). Det kan t.ex. handla om att samma råvattentäkt utnyttjas av flera kommuner, att delar av vattenbehovet täcks genom att vatten köps från en grannkommun eller att det finns sammankopplingar som är tänkta att fungera som en reserv i de fall det uppstår problem i det egna försörjningssystemet. En viktig del av projektet var att studera hur för- och nackdelar med att koppla samman olika kommuners system kan analyseras. För att kunna beakta denna typ av beroenden krävs ett regionalt perspektiv då risker och sårbarheter analyseras.

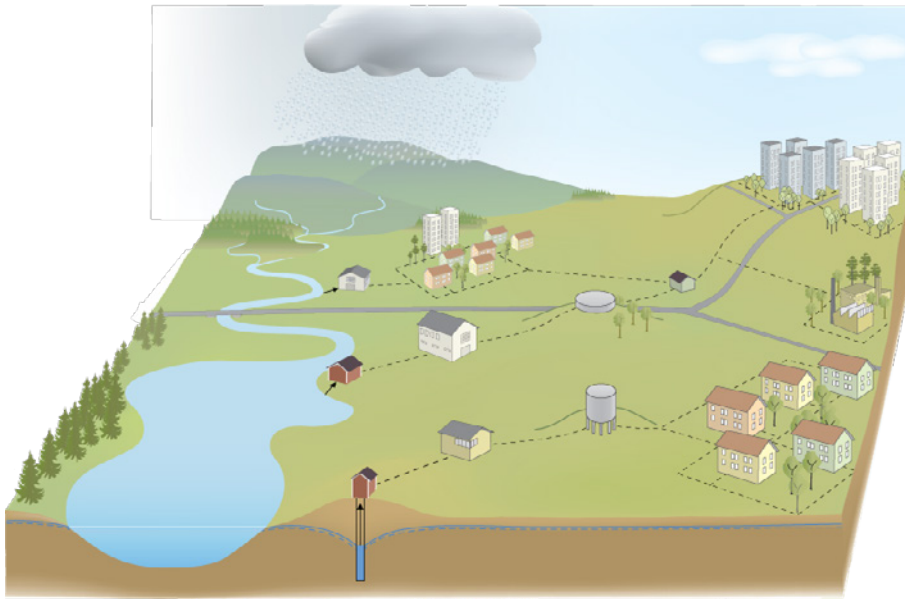
En fallstudie genomfördes i projektet där 13 västsvenska kommunerna ingick. De hälsomässiga riskerna beaktades genom att analysera systemens barriärer med hjälp av metodiken God Desinfektionspraxis<sup>1</sup>. För att analysera leveranssäkerheten, d.v.s. avbrottrisen, utnyttjades den på Chalmers sedan tidigare utvecklade felträdsmetodiken<sup>2</sup>. Resultaten visar hur en regional analys kan användas för att visa på de svagheter som finns men också vilken effekt beslutade, föreslagna eller potentiella åtgärder får på risken i såväl en enskild kommun som regionen som helhet. Det regionala angreppssättet gör det möjligt att visa hur åtgärder i en kommun kan ge positiva effekter även i fler andra kommuner.

Resultatet från projektet presenterades bl.a. vid den Nordiska Dricksvattenkonferensen i Stockholm (Lindhe et al, 2012) och vid konferensen *World Congress on Risk 2012 – Risk and Development in a Changing World* som arrangerades av The Society for Risk Analysis.

---

<sup>1</sup> Ødegaard, H., Østerhus, S. & Melin, E. (2009a). Veiledning til bestemmelse av god desinfektionspraxis, 170 - 2009, Norsk Vann, Hamar.

<sup>2</sup> Lindhe, A. (2010). Risk Assessment and Decision Support for Managing Drinking Water Systems, Doktorsavhandling nr. 3119, Chalmers tekniska högskola, Göteborg.



**Figur 1. Schematisk illustration av tre dricksvattensystem där två är baserade på ytvatten och ett på grundvatten. Mellan de två övre finns en sammankoppling som möjliggör överföring av vatten mellan kommunerna.**

Under 2012 startades även projektet *Artificial Groundwater Recharge In Botswana - A pre-feasibility study and capacity building*. Detta projekt har direkt koppling till såväl delområdet riskbedömning som delområdet grundvatten och beskrivs mer ingående under det sistnämnda, se Kapitel 4.3.

## 4.2 Råvatten – ytvattentäkter

Under år 2012 genomfördes arbete med att studera spridningen av mikrobiella föroreningar i ytvattentäkter fortsatte inom Ekaterina Sokolovas doktorandprojekt. Den hydrodynamiska modellen användes för att simulera hur fekala indikatorer och patogener som släpps från olika föroreningskällor sprids i råvattentäkter. Svenska råvattentäkter Rådasjön och Göta älv studerades inom SVU-projektet respektive EU-projektet VISK. Dessa råvattenkällor är utsatta för föroreningar från många föroreningskällor, och modellresultaten kunde visa vilka föroreningskällor bidrar mest till förorening vid råvattenintagen. Dessutom kunde man använda modellen för att förutsäga mikrobiella halter vid råvattenintag under olika förhållanden.

Resultaten av detta arbete har rapporterats i två vetenskapliga publikationer i internationella tidskrifter, och presenterats vid en internationell konferens i Tyskland, och på den nordiska dricksvattenkonferensen i Stockholm. Dessutom har två examensarbeten inom detta ämne utförts under handledning av Thomas Pettersson och Ekaterina Sokolova. Examensarbetarna använde hydrodynamisk modellering för att simulera spridningen av fekala föroreningar i floden Glomma i Norge och i Göta älv i Sverige. Dessutom var hydrodynamisk modellering inkluderad som en del i masternivåkursen "Modelling and Problem Solving in Civil Engineering" vid Chalmers.





### 4.3 Råvatten – grundvattentäkter

Botswana, beläget i södra Afrikas inre delar, har ett mycket torrt klimat och står inför ständiga utmaningar vad gäller dricksvattenförsörjningen. Ett stort problem att stora mängder ytvatten, som samlas i dammar vid kortvariga regn, avdunstar. Upp till 70 % av det uppsamlade ytvattnet avdunstar. På grund av rådande klimatförhållanden är tillgången till färskvatten begränsad inom stora delar av landet, så också inom de sydöstra delarna där en stor del av landets befolkning finns. Dricksvattenförsörjningen sker idag huvudsakligen genom uppsamling av ytvatten i dammar längs vattendrag och genom pumpning av grundvattenbrunnar

DRICKS arbetar med start i november 2012 i ett projekt finansierat av Sida och i samverkan med Department of Water Affairs (DWA) i Gaborone, Botswana, för att undersöka möjligheterna att utnyttja konstgjord infiltration av grundvattenmagasin för öka grundvattenmagasinens kapacitet. Syftet är dels att genom infiltrationen av ytvatten minska avdunstningen av ytvatten, dels att kunna öka säkerheten i dricksvattenförsörjningen i östra Botswana. DRICKS bygger tillsammans med DWA upp en riskbaserad modell för att kunna utvärdera leveranssäkerheten i det befintliga dricksvattensystemet i östra Botswana. Modellen innefattar en dynamisk vattenbalansmodell, där statistiskt genererade tidsserier för tillflödet till dammarna kombineras med avdunstning, tillgängligt vatten i grundvattenmagasinen, infiltrations- och uttagsmöjligheter, läckage och vattenförluster i vattenverken, behovet i olika städer m.m. Med hjälp av modellen kan effekterna av att införa konstgjord infiltration vid olika grundvattenmagasin bedömas. Deltagarna i DRICKS-gruppen har erfarenhet av utformning av likartade system i Namibia. Projektet ska pågå till våren 2014.

### 4.4 Beredning

I Kunskapsöversikt dricksvatten beskrivs utmaningar för dricksvattenberedningen. I Sverige förses hälften av befolkningen med dricksvatten från grundvattentäkter, som ofta saknar desinfektion.

Vid både naturlig och konstgjord grundvattenbildning är förmågan att avskilja mikrobiella föroreningar avgörande för att ett säkert dricksvatten. I dagsläget finns det kunskapsbrister vad gäller vilka faktorer som avgör reduktionen av mikrobiologiska smittämnen vid grundvattenbildning och hur dessa bör analyseras för att beräkna risken. Pilotförsök i omättad zon indikerar en avskiljning på ca 1 log per meter för virus. Utöver infiltration kan ett grundvattenverk även utökas med liknande beredningssteg som används inom ytvattenrening.

Beredningsprocesserna inne på vattenverket påverkas av en förändrad råvattenkvalitet när ett ytvatten används som råvatten. Kvaliteten på ett ytvatten varierar vanligen under säsongerna och även från år till år. De förändringar i vattenkvalitet som diskuteras nedan härrör därför inte till den vanliga variationen. Det är av vikt att arbeta förebyggande med skyddet av vårt dricksvatten. Därför bör man arbeta preventivt för att undvika att råvattenkvaliteten försämras under normala förhållanden och vid extremväderlek och klimatförändring istället för att enbart förbättra beredningsprocesserna vid vattenverket. Det förebyggande arbetet bör även inriktas mot åtgärder som är av betydelse till exempel i samband med akuta olyckor. Även mycket små mängder petroleumprodukter kan p.g.a. av sin låga lukttröskel slå ut ett vattenverk. De flesta vattenverk drivs normalt med en produktion som ligger betydligt under dimensionerande kapacitet. Situationer med högt läckage i distributionsnätet, som ofta inträffar under perioder då råvattnet är kallt, kan dock leda till att betydligt mer vatten behöver produceras och erfarenheterna av hög produktion är då begränsade. Både avskiljnings- och desinfektionsprocesser fungerar sämre ju kallare vattnet är och i kombination med bättre överlevnad hos smittämnen samt hög produktion är det svårt att upprätthålla tillräcklig barriärverkan.

Behovet av mikrobiologiska barriärer beror av vilka patogenhalter som är dimensionerande. Vi integrerar råvattenmodelleringarna med riskbedömningar för dricksvattenberedningen genom att tillämpa och vidareutveckla verktyg för bedömning av mikrobiologiska barriärer. GDP är en metod som bedömer hygienisk säkerhet för dricksvatten. Metoden ger en indikation på om ett vattenverk har en tillräckligt hög barriärverkan. En förenklad GDP har utvecklats som passar både grund- och ytvattenverk och är tillräckligt enkel för att även mindre kommuner och kommuner med många små vattenverk skall kunna genomföra den. Vi har också arbetat med jämförelser av barriärverkan med den fullständiga GDP-metoden i de 13 kommunerna i Göteborgsregionens kommunalförbund. Det examensarbete som tidigare gjorts med kvantitativ mikrobiologisk riskanalys av ett av världens mest avancerade vattenverk vidareutvecklades under året till konferensbidrag.

I samverkan med Göteborg Vatten och Göteborgs universitet har desinfektion av virus studerats som en del i VISK-projektet. I samverkan med VIVAB jämfördes kostnader, miljöpåverkan och driftaspekter för olika membranalternativ med multikriterianalys.

Nyckeltal och uppgifter på anläggningsnivå har tagits fram för implementering i databasen VASS Dricksvatten. I VASS Dricksvatten samlas data och uppgifter in kring den egna verksamheten för områdena råvatten och beredning för varje enskilt vattenverk. Allt material omvandlas inte till regelrätta nyckeltal, utan utöver nyckeltalen lyfts andra förhållanden av betydelse fram. Huvudsakligt fokus för VASS Dricksvatten ligger på ett säkert dricksvatten och lämpliga tal för att mäta exempelvis mikrobiologisk säkerhet har tagits fram. Målgruppen för den utvecklade databasen är

dricksvattenproducenter och materialet kan användas för att underlätta ledning, styrning och beslut avseende dricksvattenproduktionen.

En modell för säkert dricksvatten har utvecklats för att beskriva tillståndet för vattenberedningen i Sverige utifrån ett konsumentperspektiv. Det övergripande målet med denna modell är att driva utvecklingen mot ett säkrare dricksvatten och att driva på arbetet med mikrobiologiska riskvärderingar. Genom väl definierade parametrar kan man med modellen mäta och värdera *en säker dricksvattenkvalitet*. Det är viktigt att notera att denna modell endast behandlar råvatten och beredning för ett distributionsområde. Flera av parametrarna som ingår i modellen kommer att användas i Svenskt Vattens Hållbarhetsindex där säkerheten i hela dricksvattenkedjan värderas. Hållbarhetsindex är ett verktyg för att förstå och kunna kommunicera verksamhetens förmåga att leverera kort- och långsiktigt hållbara vattentjänster.

## 4.5 Distribution

I detta avsnitt beskrivs det pågående doktorandprojektet inom Distribution där strategier för ekonomiskt och hälsomässigt säkert dricksvatten vid ledningsförnyelse studeras.

### 4.5.1 Bakgrund

Rätt förnyelsetakt av befintligt ledningssystem är viktigt för att nå samhällsekonomisk effektivitet. Resultaten hittills är en god start för fortsatt arbete, vilket avser att belysa frågor om vilken förnyelsetakt och vilka förnyelsestrategier som är lämpliga ur ett ekonomiskt perspektiv, samhällsekonomiskt och kommuners ekonomi på lång sikt, driftstörningsperspektiv som ledningsbrott och läckage och riskperspektiv, t.ex. hälsorisker.

### 4.5.2 Resultat

Historiska data om förnyelsetakt på vattenledningsnäten ger en god prediktion av de långsiktiga behoven av förnyelse framåt i tiden. Utifrån historiska data kan livslängdskurvor för ett ledningsnät tas fram. Med kunskap om den historiska utveckling som skett i det geografiska område som studeras kan en bedömning göras av hur förnyelsen historiskt påverkats inte bara av lednings status utan även av om behoven förändrats i stadsomvandlingar, nybyggnation och liknande. Det innebär att man kan ta hänsyn till förnyelse på grund av annat än ledningsstatus när behoven framåt bedöms. Det är med andra ord av största vikt att dokumentera hur och när man gör förändringar i sitt ledningsnät, och även viktigt att dokumentera det man vet bakåt. Även om man inte har exakta lägningsår och material inlagda i sin GIS-databas idag och det gamla nätet, kan ungefärliga data tas fram genom att studera stadsutveckling och ritningsarkiv och det ger en god start för att bedöma framtida behov.

Hälsomässiga aspekter kan påverka förnyelsebehoven på så sätt att om ett ledningsnätets försämrade status innebär en betydande ökad risk för att föroreningar tränger in i ledningsnätet, måste ledningsnätets status upprätthållas på en nivå som kan behöva vara högre än dagens nivå. I kandidatarbeten har risken vid vattenläckor bedömts utifrån enkäter till boende i områden utsatta

för en driftstörning och i motsvarande kontrollområden i några västsvenska städer, främst i Göteborg. Utifrån dessa undersökningar återfinns inget samband mellan tryckfall och magsjukdom.

#### 4.5.3 Slutsatser och fortsatt arbete

Den hälsomässiga påverkan som ledningsnätet har är inte tillräckligt analyserad för att kunna göra en bedömning om hälsomässiga aspekter och om de påverkar förnyelsebehovet eller inte. Projektet Tidvatten tillsammans med Göteborgs och Umeås universitet, där sjukvårdsrådgivningsdata jämförs med ledningsnätshändelser är ytterligare en pusselbit för att komma närmare svaret.

### 4.6 Konsumentperspektiv

Konsumenternas tillit och förtroende för sitt dricksvatten har studerats inom projektet VISK i samarbete med Livsmedelsverket. Telefonintervjuer har genomförts i Ale. Materialet är fortfarande under bearbetning och därför finns inga resultat klara att publicera ännu.

## 5. Resultatspridning

### 5.1 DRICKS seminarier

DRICKS har sedan starten 2003 hållit åtta seminarier där forskningsresultat presenterats för branschens kolleger med fokus på vattenproducenter. Under 2012 har dock inga seminarier hållits.

### 5.2 Konferenser och möten

Under 2011 arrangerade DRICKS tillsammans med svenskt Vatten och Swedish Water House den första nationella dricksvattenkonferensen i Stockholm och under slutet av 2012 har arbetet med att planera den andra nationella konferensen som kommer att hållas under 2013 i Göteborg.

Under 2012 har medarbetare inom DRICKS presenterat 8 arbeten/artiklar på 7 internationella konferenser.

### 5.3 DRICKS hemsida

På DRICKS hemsida ([www.dricks.chalmers.se](http://www.dricks.chalmers.se)) finns information med projektbeskrivningar, rapporter, nyheter och allmän information, men på grund av en hacker-attack på flera av Chalmers hemsidor, däribland DRICKS hemsida, har Chalmers genomfört en uppgradering av säkerheten och därmed ett systembyte av web-plattform. I och med detta plattformbyte var inte DRICKS hemsida kompatibel med det nya systemet varför sidan dessvärre legat nere under större delen av året.

## 6. Undervisning kopplat till DRICKS

### 6.1 Kurser i civilingenjörsprogrammet

De kurser som ges vid Chalmers och som har direkt koppling till DRICKS-programmet finns samtliga i Masterprogrammet "Infrastructure and Environmental Engineering", kurserna *Drinking Water Engineering*, *Environmental Risk Assessment in Engineering* och *Risk assessment and decision support in engineering*. I genomsnitt har runt 60 studenter deltagit i våra kurser och tagit med sig dessa kunskaper ut i byggbranschen, varav en stor del gått till va-branschen.

Värt att notera är att i kursen Drinking water engineering genomför samtliga studenter (drygt 70 st.) ett MRA-projekt där de använder det svenska dator-verktyget (utvecklat inom ett SVU-projekt). Studenterna fick i uppgift att skatta troliga patogenhalter i råvattnet under "normala" förhållanden och perioder med kraftiga regn och risk för bräddningar av orenat avloppsvatten och därmed risk för höga patogenhalter. Därefter bedömde studenterna vilken log-reduktion vattenverksprocesserna har och beräknar sedan den årliga risken för infektion för de anslutna dricksvattenkonsumenterna. Tre verkliga vattenverk har varit studieobjekten och personalen har efter genomförda projekt fått ta del av resultaten i studentgruppernas projektrapporter.

I kandidatprogrammet Väg- och vattenbyggnad samt i byggingenjörsprogrammet genomför ca 200 studenter grundkursen Hydraulik med VA-teknik där de får den grundläggande kännedomen om VA-systemen i Sverige samt hur dessa dimensioneras.

### 6.2 Examensarbeten

Inom DRICKS har 16 studenter genomfört 9 st. examensarbeten på masternivå och 8 studenter genomfört 2 st. kandidatarbeten, se kapitel 7.

## 7. Referenser

Alla publikationer som producerats inom DRICKS under 2012 presenteras här.

### 7.1 Vetenskapliga publikationer

- Malm, A., Ljunggren, O., Bergstedt, O., Pettersson, T.J.R., Morrison, G.M. (2012). Replacement predictions for drinking water networks through historical data, *Water Research*, **46**(7), 2149–2158.
- Sokolova, E., Åström, J., Pettersson, T.J.R., Bergstedt, O., Hermansson, M., 2012. Decay of Bacteroidales genetic markers in relation to traditional fecal indicators for water quality modeling of drinking water sources. *Environ. Sci. Technol.* **46**(2), 892-900.
- Sokolova, E., Åström, J., Pettersson, T.J.R., Bergstedt, O., Hermansson, M., 2012. Estimation of pathogen concentrations in a drinking water source using hydrodynamic modelling and microbial source tracking. *J. Water Health* **10**(3), 358-370.
- Lindhe, A., Norberg, T. & Rosén, L. (2012). Approximate dynamic fault tree calculations for modelling water supply risks, *Reliability Engineering and System Safety*, **106**, 61-71.

### 7.2 Konferensartiklar

- Sokolova, E., Pettersson, T.J.R., Bergstedt, O., Hermansson, M., 2012. Hydrodynamic modelling of microbial water quality in a drinking water source, in: Rauch, S., Morrison, G.M., Schleicher, N. and Norra, S. (Eds.), Accepted for publication in: Urban Environment. Springer. ISBN 978-94-007-7755-2. 11<sup>th</sup> Urban Environment Symposium, 16-19 September 2012, Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Karlsruhe, Germany.
- Sokolova, E., Pettersson, T.J.R., Åström, J., Bergstedt, O., Kjellberg, I., Hermansson, M., 2012. Water quality modelling, monitoring and microbial source tracking for microbial risk assessment of a drinking water source. Proceedings of the 8th Nordic Drinking Water Conference, 18 - 20 June 2012 in Stockholm, Sweden.
- Lindhe, A., Bergstedt, O., Rosén, L., Pettersson, T.J.R. & Nordensten, C. (2012). Regional risk- and vulnerability analysis of drinking water supplies, Proceedings of the 8th Nordic Drinking Water Conference, Stockholm, Juni 18-20, Svenskt Vatten & NORDIWA.
- Pettersson, T. J. R., Forss, M., Ander, H., Menge, J., Lindhe, A., and Bergstedt, O. (2012). Risk Assessment of the Water Reclamation Plant in Windhoek. In Proc. Water Safety Conference, Kampala, Uganda, 13-15 November 2012.
- Bondelind M., Malm A., Bergstedt O., Lindgren J. and Pettersson T.J.R. (2012). Benchmarking-modell för dricksvattenförsörjning i Sverige, Åttonde Nordiska Dricksvattenkonferensen, Stockholm Sweden, 36-39.

- Bondelind M., Ström H., Sasic S. and Bergdahl L., (2012), Eulerian modeling of the formation and flow of aggregates in Dissolved Air Flotation, Conference on Modelling Fluid Flow (CMFF'12), Budapest Hungary September 2012.
- Bondelind M., (2012), Investigating the applicability to use Computational Fluid Dynamics for modelling Dissolved Air Flotation, The 6th International Conference on Flotation for Water and Wastewater Systems, NY USA.
- Shahvi, S., Malm, A. and Pettersson, T. J. R. (2012). Hydraulic and hydrological simulations of the sewer system in the Majorna area, Gothenburg. In: Proc. Urban Water 2012, New Forest, UK, 25 - 27 April 2012. (Print ISBN: 978-1-84564-576-2 ; eISBN: 978-1-84564-577-9)

### **7.3      Rapporter**

- Pettersson, T., Bondelind, M., och Rauch, S. (2012). Kunskapsöversikt dricksvatten. Rapport beställd av Landsbygdsdepartementet hösten 2011.

### **7.4      Examensarbeten**

- Abdollahi, Sima; Emanuelsson, Johan; Franzén, Sarah (2012) Hälsomässiga risker på vattenledningsnätet - En studie över samband mellan trycknedsatt ledningsnät och förhöjd risk för sjukdom i tre svenska kommuner. Examensarbete för kandidatexamen. Chalmers tekniska högskola, Institutionen för Bygg- och miljöteknik, Avdelningen för Vatten Miljö Teknik
- Appelqvist, Isa; Lindskog, Sara; Oscarsson, Anton; Renström, Erika; Örngren, Sofia (2012) Samband mellan lågt tryck i dricksvattenledningar och magbesvär - En utredning av hur lågt tryck på dricksvattenledningsnätet vid lagning av läckor påverkar sjukligheten hos Göteborg Vattens abonnenter. Examensarbete för kandidatexamen. Chalmers tekniska högskola, Institutionen för Bygg- och miljöteknik, Avdelningen för Vatten Miljö Teknik.
- Emanuelsson, A., Senning, J., 2012. Hydrodynamic and Microbial Modeling of a Drinking Water Source. Master of Science Thesis 2012:145, Master of Science Thesis in the Master's Programme Geo- and Water Engineering, Chalmers University of Technology, Göteborg.
- Mokhlesi, S., Öhrman, A., 2012. Development of Three-Dimensional Hydrodynamic and Water Quality Model of Göta Älv River: Microbial impacts from tributaries Grönån and Gårdaån on the raw water intake at Lärjeholm. Master of Science Thesis 2012:8, Chalmers University of Technology.
- Dahlström, R. (2012). Applicability of QMRA on Artificial Groundwater Recharge. Master of Science Thesis in the Master's Programme Geo- and Water Engineering, Chalmers University of Technology, Göteborg.



- Hjerpe, K., and Olsson, J. (2012). Analysis of the Membrane Alternatives Suitable for Kvarnagården Water Treatment Plant - An Evaluation of Hollow Fiber Nanofiltration Membranes, Master of Science Thesis in the Master's Programme Geo- and Water Engineering, Chalmers University of Technology, Göteborg.
- Forsberg, E. (2012). Desinfektion av virus i dricksvatten. Uppsats för avläggande av naturvetenskaplig masterexamen, Göteborgs Universitet.
- Atubo, F., and Mafinejadasl M. (2012). Microbiological Risk Analysis of Kungälv Drinking Water Treatment Plant. Master of Science Thesis in the Master's Programme Geo- and Water Engineering, Chalmers University of Technology, Göteborg.
- Enerhall, C., and Stenmark, E. (2012). Disc Filters to Reduce Wastewater Pathogen Levels in Raw Water Sources - Risk Reduction Potential for Göta älv. Master of Science Thesis in the Master's Programme Geo- and Water Engineering, Chalmers University of Technology, Göteborg.
- Emanuelsson, A., and Senning, J. (2012). Hydrodynamic and Microbial Modeling of a Drinking Water Source. Master of Science Thesis in the Master's Programme Geo- and Water Engineering, Chalmers University of Technology, Göteborg.
- Nilsson, A., and Stigsson, A. (2012). Pollutant Removal Efficiencies and Flow Detention of Infiltration Trenches - An Investigation of an Infiltration Trench in Kungsbacka. Master of Science Thesis in the Master's Programme Geo- and Water Engineering, Chalmers University of Technology, Göteborg.

## Bilaga 1 Detaljerad kostnadsredovisning för DRICKS 2012

Fördelningen av kostnaderna som DRICKS projektprogram haft under 2012, baserat på SVUs bidrag, redovisas i tabellerna 2-4 nedan. I tabell 2 presenteras fördelningen av totala kostnader på löner, övriga kostnader och overheadkostnader. I tabell 3 presenteras en fördelning av totala kostnader på projektkoordinering och forskningsledning av delområden, samt specifika projektstöd till delområdena, vilka i sin tur är specificerade i detalj i tabell 4.

**Tabell 2** Fördelning av DRICKS totala projektkostnader på löner, övriga kostnader och overheadkostnader under 2012

| <i>Kostnader (kkkr)</i>        | Budget 2012  | Utfall 2012  |
|--------------------------------|--------------|--------------|
| Löner                          | 950          | 810          |
| Övriga kostnader <sup>1)</sup> |              | 102          |
| Overheadkostnader              | 450 (30%)    | 391 (30%)    |
| <b>Totala kostnader</b>        | <b>1 500</b> | <b>1 303</b> |

<sup>1)</sup> Övriga kostnader fördelas på lokaler, utrustning, laborations- och kontorsmaterial, köpta tjänster och resor mm.

**Tabell 3** Fördelning av kostnaderna på projektkoordinering, forskningsledning av delområden och specifika projektstöd till delområdena

| Kostnader (kkkr)                                                  | Budget 2012  | Utfall 2012  |
|-------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|
| Koordinering av projektprogram                                    | 200          | 230          |
| Forskningsledning av delområdena<br>(inkl. internationell expert) | 350          | 171          |
| Projektstöd <sup>2)</sup>                                         | 950          | 902          |
| <b>Totalt löner</b>                                               | <b>1 500</b> | <b>1 303</b> |

<sup>2)</sup> Detaljerad fördelning av projektstöds-kostnader på respektive delområde presenteras i tabellen nedan

**Tabell 4** Specifiering av projektstöd i detalj för respektive delområde under 2012

| <b>Projektstöd per delområde (kk)</b>                 | <b>Budget 2012</b> | <b>Utfall 2012</b> |
|-------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|
| Riskbedömning                                         | 100                | 143                |
| Råvattenskydd - ytvatten                              | 100                | 169                |
| - grundvatten                                         | 200                | 217                |
| Beredningsteknik                                      | 450                | 139                |
| Distribution                                          | 50                 | 181                |
| Konsumentperspektiv                                   | 0                  | 53                 |
| Övrigt (DRICKS-seminarier,<br>träningsseminarier mm.) | 50                 | 0                  |
| <b>TOTALT</b>                                         | <b>950</b>         | <b>902</b>         |