

## KUNSKAPEN INOM VAD VI KALLAR VA

av STIG MORLING, SWECO ENVIRONMENT AB  
e-post: Stig.Morling@sweco.se



Thomas Hellström skrev för ca 10 år sedan på Svenskt Vattens hemsida om FoU inom VA. I denna artikel gjorde han en kritisk granskning av »sakernas tillstånd» inom svensk VA-verksamhet i stort, och med särskild vikt lagd vid hur »kunskapsförsörjningen» inom forskning och utveckling är hotad. Tyvärr är artikeln inte längre tillgänglig på hemsidan.

Artikeln var likväl på många sätt förtjänstfull genom att belysa ett rimligen mycket allvarligt förhållande i Sverige. En anmärkning man skulle kunna rikta mot skrivningen är möjligen att den inte är alldeles lättillgänglig. På en punkt är jag inte övertygad om att Thomas Hellström har helt rätt, jag återkommer till detta senare.

### Några frågeställningar inom kunskapsförsörjningen inom VA-sektorn

*»Vattendroppen är mycket klokare än teknologen, den följer Bernoullii lagar, det gör inte teknologen!»*

Citatet ovan går tillbaka till en luttrad professor, vars suck hördes på 1960-talet (Erling Reinius, professor i Vattenbyggnad på Chalmers 1947 till 1957 och på KTH 1957 till 1974). Problemet med att kunskapsnivån är otillräcklig (även inom vattensektorn) är dock inte ett nytt problem, snarare är det en ständig följeslagare genom människans historia.

I detta sammanhang kan det vara tillfälle att påminna om att det var vattenbyggnadsinstitutionerna vid våra tekniska högskolor (CTH och KTH), som under

lång tid stod moder för den högre VA-utbildningen i Sverige.

I det följande skall ett antal frågor i anslutning till kunskapen inom VA-sektorn diskuteras.

- \* En anknytning till frågan om vad kunskap är, med särskild inriktning på vetenskapsfilosofiskt perspektiv, och med bäring på den speciella VA-sektorn;
- \* Ett antal exemplifieringar på tillämpning av inom VA-sektorn, där frågan om tillämpning av vetenskapliga metoder är av nöden eller saknas, vilket diskuteras.
- \* En diskussion om behovet av VA-forskningen i Sverige, och dess behov av resurser.

### Något om vad kunskap skulle kunna vara

Nu är frågan om vad kunskap i sig är ingen enkel fråga att besvara. I själva verket är det en fråga som sysselsätter inte minst filosofer av olika filosofiska skolor. Som »VA-arbetare» använder vi dagligen kunskap i vår arbetsutövning, utan att närmare reflektera över hur vi använder vår kunskap. Jag tror att vi ibland har behov av att begrunda en enkel fråga i sammanhanget. Den är ställd av drängen Mats i Himlaspelet (spelas i Leksand varje sommar, än så länge) och fångar dilemmat om vår kunskaps säkerhet: »Du Gud, är det riktigt säkert?» (Lindström, 1941) Frågan gäller givetvis något helt annat än kunskapen inom VA-sektorn – Mats fråga gäller »det där med himlen och det där», men en närmare reflexion torde visa att den gäller de flesta förhållanden i våra liv – och

inte minst inom vår vattensektor. Låt mig, innan jag ägnar mig åt kunskapsförhållandena inom ämnet vatten, bara ge en bild av vad jag tror är vårt verkliga förhållande till det vi kallar kunskap.

Det är ofta nyttigt att försöka se frågeställningar och företeelser från andra utgångspunkter än de konventionella (i vårt fall VA-frågor). Låt oss göra ett försök med »kunskap». I en trosdebatt som pågick hösten 2002 i SvD – ett slags »Hedenii-rediviva» försök – gav den katolske filosofen Rainer Carls ett förslag till vetandedefinition (Carls, 2002). Hans poäng var, såvitt jag förstätt saken, att verkligt vetande (kunskap) är ytterst sällan förekommande. Vi får, i bästa fall, förlita oss på en övertygelse om sakers förhållande. Denna definition stämmer väl med den mer vanliga formuleringen, »att vi har goda skäl för att hävda ett påstående om verkligheten».

Detta förhållningssätt kan synas vara gott nog, men är debatterat inom modern filosofi – där en diskussion mellan »realister» och »anti-realister» synes ge anledning till dispyter ibland, samt av Karl Poppers krav på vetenskaplighet: En hypotes skall kunna prövas och förkastas (eller accepteras) (Popper, 2009).

Ett annat perspektiv på frågan om kunskap är skillnaden mellan information och kunskap. I dagens situation med en oerhörd stor mängd information som är ytterst lättillgänglig via Internet är en distinktion mellan information och kunskap nödvändig. En djupare distinktion av dessa begrepp skulle kräva långt större utrymme än vad som ryms i en uppsats av denna karaktär. Att frågan är relevant kan exemplifieras av å ena sidan professor Pjotr Kapitsa (nobelpristagare i fysik 1978) som kallade en (över-) information för »brain pollution». Som ett exempel på motsatsen kan professor Thomas Greene vid MIT tjäna: Vid ett föredrag vid IPSI-konferensen i Bled, Slovenien 2006 gav han »informationsexplosionen» via internätet ett prononcerat stöd. Hans slutsats var, något förenklad, följande: Mängden information fördubblas vart annat år (på nätet), medan det tar ca 10 år att utbilda en god expert inom ett givet område. Slutsatsen: Experten är – i sin expertis – obsolet! I det följande ges ett exempel på skillnaden mellan kunskap och information, och att enbart information är otillräcklig.

Vilka »discipliner» inom vetenskaplig metodik är framförallt relevanta inom arbetet inom VA-teknik (förutom de uppenbara: fysik, kemi och mikrobiologi)?

Först och främst bygger VA-arbetet på empiri; Men därtill är logik (förstått som tillämpad matematisk logik) ett centralt »arbetsverktyg»; Dessutom är den matematiska statistiken ett av våra viktigaste redskap. Hur vi brukar (och ibland missbrukar) statistik är värd sin egen diskussion!

Ett område som ibland underskattas inom vår disciplin är semantiken. I detta sammanhang begränsas frågan till

frågorna om begriplighet och entydighet; dels då vi använder symboler, begrepp och formler; dels då vi förmedlar viktiga budskap om området till lekmän (en nog så viktig uppgift). Denna fråga fångas på ett öoverträffat sätt av Tage Danielsson i »Humanifestet»: »*Du förstår väl ytterst sällan vad jag menar?*» (Danielsson, 1986).

### Några frågor om empirisk hållning inom VA-tekniken

Den följande framställningen begränsas i huvudsak till frågan om hur vi nyttjar empiri inom VA-tekniken. De övriga punkterna ovan om logik, statistik och semantik kräver sina egna överläggningar!

Förenklat kan det sägas, att empiriska erfarenheter inom VA omfattar tre huvuddelar:

- Observationer, mätningar och analyser av befintliga förhållanden, som utförs direkt relaterat till ett problem;
- Inhämtning av erfarenheter genom litteraturstudier; kravet på att undersöka oberoende källor och gärna inte bara samstämmiga uppgifter bör vara ett givet krav;
- Då erfarenheter saknas finns ofta möjligheten att driva försök i »pilotskala». Denna möjlighet är alltför sällan nyttjad! Orsakerna till att pilotförsök inte används i större omfattning skall inte analyseras här. Detta kräver sin egen »massa»!

Dessa tre källor till information och kunskap diskuteras i de följande exemplen från VA-området.

En mycket viktig hjälpdisciplin inom området är (matematisk) statistik. Dessvärre är statistisk behandling ofta otillräcklig, eller inte alls redovisad i arbetet med VA-tekniska problem.

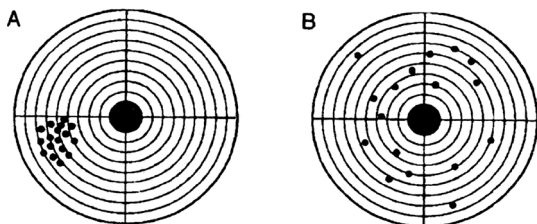
Några centrala begrepp inom statistisk behandling av mätdata är bland annat följande:

Mätnoggrannhet;  
Reproducerbarhet;

I det följande citeras ett avsnitt ur ett kursmaterial författat av professor Jan Rennerfelt (Rennerfelt, 2005). I stort sett samma framställning återfinns i flera skrifter, bland annat hos professor Sven Ove Hansson i »Konsten att vara vetenskaplig» (Hansson, 2003) och hos Helene Engberg (Engberg, 1988).

*»Vad betyder begreppen systematiska och slumpmässiga fel, absolut och relativt fel, reproducerbarhet och repeterbarhet?*

*Skillnaden mellan systematiska fel och slumpmässiga fel kan illustreras med träffbilderna A och B på två måltavlor, fig. 1.*



A. Systematiskt fel. Träffarna sitter tätt tillsammans, men inte mitt i prick – spridningen är liten men resultatet är inte korrekt utan alla resultat avviker på samma sätt från det sanna resultatet. Felen kan bero på missvisande instrument eller felaktigt utförda mätningar eller ett metodfel i analysen.

B. Slumpmässigt fel (tillfälligt fel eller precision). Träffarna är spridda över hela måltavlan. Medelvärdet hamnar mitt i prick men spridningen är avsevärd. Graden av avvikelser från det »sanna» värdet varierar från gång till gång. Felet kan bero på en lång räckvidd oavhängiga småfel. Standardavvikelsen (s) brukar anges som ett mått på det tillfälliga felet. För ett laboratorium betyder detta att metoden i och för sig är riktig men att rutinerna är dåliga så att »slarvet» påverkar resultatet.

Andra begrepp är reproducerbarhet och repeterbarhet. I bild A (systematiskt fel) är repeterbarheten god (även om medelvärdet av analyserna ligger mycket långt från det sanna värdet). I bild B (slumpmässigt fel) är repeterbarheten mycket dålig. Repeterbarhet används ofta som ett mått på spridningen av analysresultat inom ett laboratorium medan reproducerbarheten visar spridningen mellan flera laboratorier.

Absolut fel. Det absoluta felet kan uttryckas i mg/l eller något annat haltmått. Exempel: Angivet BOD<sub>7</sub>-värde 20 mg/l. Det absoluta felet kan vara +/- 5 mg/l.

Relativt fel. Det relativa felet uttrycks oftast i %. Exempel: Angivet BOD<sub>7</sub>-värde 20 mg/l. Om det absoluta felet är +/- 5 mg/l blir det relativa felet +/- 25 %.

Den ovan citerade beskrivningen om olika typer av fel som uppstår vid mätning och analys innehåller en teoretisk »knäckfråga»: Begreppet »Systematiskt fel» utgår från en outtalad förutsättning, nämligen att det sanna värdet på mätningen är känt, och det systematiska felet (avvikelsen) kan klarläggas tämligen exakt. Den »vanliga» situationen är dock att mätningen utförs för att hitta ett korrekt, men okänt värde på en variabel. Klarläggandet av om ett systematiskt fel föreligger kräver då kunskap om »kringliggande» förhållanden. I det följande avsnittet om »BOD – en tveksam storhet» beskrivs ett konkret fall från projektarbete i Dhaka, Bangladesh, som illustrerar detta påstående.

## »BOD – en tveksam storhet»

Som ett exempel kan vi för ett ögonblick betrakta bestämningen av BOD (Biochemical Oxygen Demand). Denna variabel, som beskriver den biokemiska syreförbrukningen i vatten, har kommit att få en mycket central roll i tillämpningen av normer och tillståndsgivning inom vattenvården. I gällande EU-direktiv används ett juridiskt begrepp »personequivivalent» som är definierat utifrån BOD<sub>5</sub> (1 personequivivalent = 60 g BOD/person och dygn). I ljuset av detta kan det synas något märkligt att det är ytterst sällan vi verkligen kan verifiera, att exempelvis ett angivet värde på BOD i ett avloppsvatten är »korrekt», och exakt beskriver hur mycket organisk förorening i ett vatten, som uppmäts vid ett givet tillfälle. En enskild BOD analys har en resultatnoggrannhet om ca +/- 30 %. Med en insikt (sic!) om hur många led som ingår i den nödvändiga kedjan, från beslut om vilken analys som skall utföras, fram tills ett resultat föreligger, finns det all anledning att ställa den kritiska frågan: Är det ett »övertygande» resultat vi erhållit, kan vi anse det vara sannolikt? Eller, med Mats ord »Är det riktigt säkert?»

För att ytterligare belysa hur tveksam analysen är – och då i relation till frågan om ett »systematiskt fel» föreligger redovisas här ett exempel från det (enda kommunala) avloppsreningsverket i Dhaka, Bangladesh, fortsättningsvis kallat Pagla ARV.

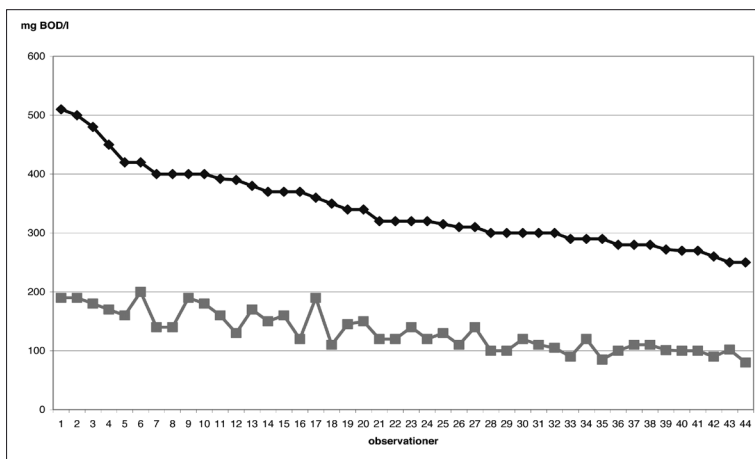
## Systematiskt fel i provtagningsstrategi?

Följande exempel kan illustrera hur stickprover kan vara missvisande, särskilt om jämförelser av resultaten används utan insikt i hur proven tagits. I detta fall gäller det stickprover tagna vid Pagla ARV kl 09.00 vid varje provtagnings-tillfälle på inkommande och försedimenterat vatten:

I sammanhanget är det viktigt att förstå följande förhållanden, försakade av fördröjningseffekter över anläggningen:

1. Provtagna kl 09.00 på inkommande vatten representerar normalt en belastningstopp »efter frukost»;
2. Provtagna kl 09.00 på försedimenterat vatten representerar ett nattflöde, då inkommande avloppsvatten normalt har låga föroreningshalter. Det bör då tilläggas, att provtagningsmånaden som redovisas *inte* sammanföll med fastemånaden Ramadan. Under Ramadan sker matintaget under dygnets mörka timmar, alltså nattetid!

Resultaten från analysen av BOD på respektive prov kan plottas i ett varaktighetsdiagram, med sammanhängande



Figur 2. Pagla STP Dhaka, Bangladesh, BOD-halter i inkommande och försedimenterat vatten år 2005, 44 st stickprov tagna kl 09.00.

inkommande och utgående värden. Då framträder en bild som många skulle betrakta som »trovärdig» vid ett ytligt betraktande; se Figur 2.

Emellertid, skulle de redovisade värdena tas för gott och ingen hänsyn tas till att de representerar stickprov, vore slutsatsen bli att BOD-reduktionen var ca 60 % över en konventionell försedimentering. Detta är knappast troligt, särskilt då vattentemperaturen uppgår till 20–25 °C. En så pass hög temperatur gynnar normalt en hydrolys av organisk substans som är slambunden. Den lösta halten BOD borde efter en passage genom en försedimentering vara högre än inkommande. En realistisk reduktionsnivå borde vara 20–35 % med avseende på BOD<sub>5</sub> över en konventionell försedimentering. Den redovisade reduktionen på ca 60 % kan således knappast anses realistisk. Slutsatsen i detta fall är att den använda provtagningsstrategin har skapat en källa för ett systematiskt fel i mätvärdesbedömningen, även om alla delmoment fram till bedömningen varit korrekta!

I det följande skall jag ge några exempel på hur en bristande kunskap kan vålla och har vållat bekymmer inom vår sektor. Exemplen är alla hämtade ur vår »VA-verklighet i Sverige». Det första exemplet kan vi kalla *den perfekta biobädden*, det andra *den perfekta luftningsutrustningen*, den tredje *den fantastiska centrifugalpumpen* och den fjärde *alkemistens återkomst*.

Återigen, när vi funderar över dessa exempel kan vi ha Mats fråga ringande i huvudet: »Är det riktigt säkert?»

## Den perfekta biobädden

Exemplet är hämtat från ett avloppsreningsverk i Melansverige som belastas med kombinerat ett kommunalt och industriellt avloppsvatten, där det industriella avloppet dominerar föroreningsbildningen. Anläggningen innehåller en biologisk bädd som ett första biologiskt

reningssteg, följt av en aktivtislamanläggning. Biobäddens funktion i en sådan processkombination är vanligen att »avlasta» den efterföljande aktivtislamningen från belastningstoppar och lättnedbrytbar organisk substans, ofta kolhydrater.

I det aktuella fallet har den organiska belastningen varierat kraftigt och belastningen består till en stor del av kolhydrater. Så långt är allt gott och väl. I princip är den tekniska lösningen korrekt. Men problemen har varit (och är) att konstruktören tänkt sig en biologisk bädd med en nettoslamproduktion = 0! Att detta ger problem i det efterföljande steget borde säga sig själv! Troligen har man aldrig ställt sig frågan med Mats »Är det riktigt säkert». En enkel tumregel är – dokumenterad i läroböcker, dimensioneringsanvisningar, samt grundad på observationer och mätningar – att slamproduktionen över en biobädd uppgår till ca 2/3 av ett aktivtislamsystem med motsvarande reningstekniska nivå.

Vadan rubriken »den perfekta biobädden»? Onekligt skulle en biologisk reningsanläggning som ger nettoslamproduktionen = 0 kunna anses vara en perfekt reningsanläggning.

Fallet kan tjäna som ett exempel på bristande kunskapsförsörjning inom konsultledet. Sannolikt torde anläggningsutformningen vara gjord i god tro. Resultatet visar dock med all tydlighet, att denna »tro» inte var tillräcklig för att nå fram till en riktig teknisk lösning. En väsentligt bättre förståelse och kännedom om teknisk empiri hade varit av nöden, och förhoppningsvis gjort att felet kunnat undvikas. Den nödvändiga kunskapen hade i detta fall kunnat inhämtas från två källor:

- Observationer, provtagning och mätning vid anläggningen före ombyggnaden hade skapat ett bättre beslutsunderlag. I detta fall kan sägas att kunskapskälla 1 och 3 sammanfaller, eftersom den tidigare driften av anläggningen kan ses som en »pilotdrift»!

- Inhämtning av kunskap från litteraturen i ämnet, liksom dimensioneringsanvisningar mm hade sannolikt kunnat minska problemen och givit en bättre förståelse av vad som behövdes.

Nästa exempel kan sägas vara något allvarligare, mer sett från principiella synpunkter.

## Den perfekta luftningsutrustningen

Vid flera av våra tekniska universitet ges undervisning i hur avfallshantering skall bedrivas, och för hur de tekniska anordningarna för hanteringen skall utformas. I ett fall verkligt ingår i kursmaterialet bland annat övningsexempel på hur dimensionering av olika delar av avfallshanteringen skall gå till. Bland annat finns exempel på dimensionering av en luftningsanläggning för biologisk rening av lakvatten. Exemplet är mycket pedagogiskt uppställt och därför lätt att följa. »Dessvärre» är det därmed också lätt att finna grundläggande fel i framställningen. Slutet på exemplet blir en dimensionering som resulterar i en tänkt luftningsutrustning med 100 procentig effektivitet! I själva verket är en rimlig effektivitet för en modern luftningsutrustning ca 15 %.

Åter igen klingar Mats fråga »Är det säkert?» – förhoppningsvis inte ohörd!

Exemplet må tjäna som exempel på bristande kunskapsförsörjning på högskolenivå, och borde vara av allvarligare art än en projekteringsmiss. Jag tror, att de flesta förväntar sig att en kritisk kunskapsutövning är ett paradigm för universitetsarbetet! Detta förhållningssätt tror jag inte är särskilt originellt, eller obefogat bland »lekmän» som vanligen fäster en stor tillit till hur universitet arbetar.

## Den fantastiska centrifugalpumpen

Det tredje exemplet hämtas från leverantörsledet. Under utredningsskedet för en industriell vattenmiljöfråga fick vi förslag om centrifugalpumpar, vars påstådda NSPH-värde (Net Suction Pressure Head) var upp till 14 m v.p – detta enligt sedvanligt bifogade informationsblad. Ett i sanning intressant värde, eftersom totalt vakuum är 10 m v.p. vid väl specificerade temperatur och tryckförhållanden. Det kan vara värt att minnas att vid vattentemperaturen 100 °C blir HSPH värdet = 0 m! Med stor sannolikhet har det uppkomna värdet hämtats från en ekvation som i sin tur legat till grund för kurvan. Det teoretiskt möjliga värdet överskreds med minst 4 m!

Detta exempel kan skildra skillnaden mellan information och kunskap. Ett okritiskt förhållningssätt till matematiska modeller, sannolikt hämtade från datorn, gissar

jag ligger bakom det givna (tokiga) värdet. Mats fråga »Är det säkert?» kan i detta fall besvaras med ett klart Nej – det är inte rimligt. Vidare kan detta exempel ses som en invändning mot att »kunskapen finns på internet». Informationen fanns där men var falsk!

## Alkemistens återkomst

Det fjärde exemplet hämtas från myndighetsutövningen inom VA-sektorn.

I samband med en miljöprövning av en biologisk reningsanläggning (ett aktivt slamsystem) blev myndigheten bekymrad över, att tungmetallhalterna ut från reningsanläggningen var högre än inkommande halter. Det bör understrykas i sammanhanget, att inga tillsattekemikalier med tungmetaller användes vid driften av anläggningen. Bekymret baserades på *en enda* observation på inkommande vatten och *en* på utgående, behandlat vatten. Att provtagning (och analys) av inkommande och utgående vatten inte på något vis var relaterade i tid syntes vara mindre intressant (eller förbisett) för bedömningen. Att hela oron baserades på endast *ett provtagningstillfälle* gör saken än värre. Från statistisk synpunkt torde ett absolut minimum av åtminstone tio olika observationstillfällen vara ett oavvisligt krav för ett någorlunda säkert uttalande om sakernas tillstånd skall kunna göras!

Elementär kunskap, som borde förmedlas vid våra skolor är att alkemin hör hemma i önsketänkandets värld, och att en relevant kunskap i statistik borde ge vid handen att ett flertal (oberoende) observationer krävs för att dra rimliga slutsatser!

Mats fråga »Är det säkert?» – kan i detta fall besvaras med: Nej det är inte bara osäkert, det är orimligt! Dessvärre måste vi nog konstatera, att det i detta fall finns åtskilliga »steg uppåt» i kunskapsstegen som är av nöden!

## Vad har vi nu för glädje av exempel?

För det första vill jag understryka, att de valda exemplen inte är presenterade för att »hänga ut» någon enskild person eller något företag. Frågan är allvarligare än så. Exemplens makt är dock nyttig, eftersom exemplen kan tjäna som »metafore» för ett budskap. Exemplen är som synes valda från fyra olika delar av vattensektorn, från konsultsidan, från undervisningssidan, leverantörssidans och från myndighetssidans. Dessa är avsedda att belysa den aktuella diskussionen om kunskapsituationen inom VA-sektorn.

Den observante läsare noterar för övrigt, att i tre av fyra fall handlar det egentligen inte om vatten, utan om

det som finns (eller inte finns) i vatten: Slam, luft (syre) och tungmetaller. I själva verket handlar vårt arbete inom VA-sektorn nästan alltid om det som finns i vatten. Vatten kan ju beskrivas på många sätt:

- Som ett rengöringsmedel, vi dricker ju vatten bland annat för att rengöra kroppen från slaggprodukter, exempelvis kväve;
- Som ett lösningsmedel, vatten är världens mest effektiva och använda lösningsmedel;
- Som transportmedel, sjöfarten stod länge för den billigaste och effektivaste transportfunktionen i världen. Hela vårt VA-system bygger bland annat på att vatten är ett billigt transportmedel;
- Och sist men inte minst som ett hälsomedel, vi tvättar oss i vatten för att hålla oss rena och friska. I själva verket lär epidemiologiska studier i Nottingham och London under 1800-talet ha lett till insikten om sambandet mellan sjukdomar och utsläppet av obehandlat avloppsvatten. Denna upptäckt är sannolikt en av de väsentligaste inom medicin och hälsoområdet de senaste två till tre hundra åren! Likväl lär mellan 70 och 75 % av alla sjukdomsfall i världen vara vattenrelaterade. I detta perspektiv är Thomas Hellströms konstaterande att Sverige har fler (procentuellt sett) vattenrelaterade sjukdomsfall än något annat EU-land allvarligt! En viktig invändning mot en sådan jämförelse kan givetvis vara att den tillgängliga statistiken från olika länder är i varierande grad tillförlitlig!

För samtliga dessa perspektiv på vatten krävs både en aktiv forskning och kontinuerlig kunskapsöverföring till kommande generationer.

## Hur ser kunskapsuppbyggnaden inom VA ut från resurssynpunkt?

Låt oss välja ett annat angreppssätt på problemet med behov av VA-kunskap: Med »marknadsekonomins språk» skulle vi kunna säga »efterfrågan är låg på gedigen kunskap inom VA-området!» Därmed följer också, att resurserna för kunskapsförstärkning blir mycket begränsade. Om jag läser Thomas artikel rätt uppgår den årliga forskningsbudgeten för VA-sektorn inom »AB Sverige» till ca 20 MSEK. Detta gällde kring det senaste sekelskiftet. En senare uppskattning – efter kommunikation med bland andra Daniel Hellström på Svenskt Vatten och Kenneth M Persson på Sydsvatten, pekar på att ambitionen och därmed budgeten har ökat väsentligt – men knappast tillräckligt.

Våra beslutsfattare vill gärna tala om hållbar utveckling och långsiktighet. Den nuvarande politiska insikten om hållbarhet inom VA-området synes oss dessvärre

ganska ringa, utifrån perspektivet investering i forskning.

*En orättvis (?) jämförelse 1:* Ett ledande medicintekniskt företag, exempelvis Astra-Seneca, skulle inte överleva med en 200 MSEK i årlig forskningsbudget. Att vi inte har haft en bättre övertygelse om vattnets vikt för vårt samhälle och våra liv än ca 20 MSEK/år i forskningsbudget är rimligen allvarligt, mycket allvarligt på sikt.

*En orättvis (?) jämförelse 2:* En genomsnittlig användning av vatten i Sverige per capita för hushållsbehov uppgår till ungefär 150 l/d, eller ca 55 m<sup>3</sup>/år. Med 9,5 miljoner invånare blir den årliga totalkonsumtionen ca 520 miljoner m<sup>3</sup>/år. Kostnaden per m<sup>3</sup> vatten uppgår till ca 20 kr/m<sup>3</sup>, denna kostnad omfattar såväl rening och distribution av konsumtionsvatten som hopsamling och rening av avloppsvatten. Detta ger en ungefärlig årlig kostnad för vattenhanteringen i Sverige om 10 400 000 000 SEK. Detta är bara den »humana» användningen, till detta kommer industrins användning, som sannolikt kostar något liknade per år. Ett enkelt jämförelsetal ger då en forskningsinsats på mindre än 1 % av omsättningen inom vattensektorn. Jag undrar vilken avancerad industrigren som skulle nöja sig med en sådan nivå? Eller tänk om det är tvärt om: Är medlen för VA-forskning för stora – i så fall i förhållande till vad?

## Vad är VA-Sverige bra på?

Trots allt har vi byggt upp ett väl fungerande system inom vattenförsörjning och avloppshantering under i stort sett ett sekel. Exempelvis är Norsborgs vattenverk ca 100 år, som alltjämt försörjer Stockholm med gott dricksvatten. Stockholms avloppsbekymmer och anordningar för rening av avloppsvattnet utreddes så tidigt som 1930.

Under 1970-talet genomförde Sverige en kraftfull satsning på kommunal avloppsrening, och även inom industriell avloppsrening. I mycket stor utsträckning kom satsningen att inriktas på en långtgående reduktion av fosfor i våra kommunala avloppsvatten.

Satsningen ledde till en – ganska grund, för att inte säga ogrundad – övertygelse om att Sverige var världsledande inom avloppsrening.

Onekliga innebar dåtidens satsning en väsentlig kunskapsförstärkning. I stort sett skedde dock kunskapsinhämtningen på det internationella planet.

En slutsats från denna era inom VA-Sveriges historia torde vara att vi var duktiga på att inhämta andras kunskap och tillämpa den i vår miljö.

På 1980-talet kom av olika skäl kvävet att uppfattas som ett väsentligt miljöhot för våra vattendrag och omgivande hav. (Att denna tes diskuterats livligt idag utgör

ytterligare ett exempel på att vår kunskap i är otillräcklig) Thomas Hellström ifrågasätter om satsningen var klok, han har i andra sammanhang ofta ställt den nyttiga frågan i sammanhanget »Är det riktigt säkert?» I fallet kväverening är jag dock av en annan uppfattning än Thomas Hellström.

Från ett antal synpunkter var och är nog satsningen på kväverening nyttig:

- Kunskapen i Sverige inom VA-skrået i stort var vid mitten av 1980-talet ganska modest om biologisk närsaltreduktion och därmed även om biologiska reningssystem. Satsningen i det så kallade kväveprojektet var troligen alldeles nödvändig som ett led i en kunskapsinhämtning. Sett i backspegeln gjorde vi om »tricket» från 1970-talet att inhämta den största delen av kunskap utifrån.
- En utveckling av den biologiska fosforreduktionen bör ses i ljuset av hur den biologiska kvävereningen utvecklades. Jag tror knappast att denna utveckling hade varit möjlig utan att våra reningsskrav »komplicerades» av att vi måste ta ställning till ett antal processtekniska utmaningar i relation till kvävereduktionen.
- Behovet av en uppgradering och förbättring av många reningсанläggningar var snabbt växande under 1980-talet, och med en modernisering av anläggningarna kunde ske med en bättre baskunskap i bagaget än tidigare.
- Resultatet vid många svenska avloppsreningsverk kan värderas utifrån flera kriterier än de rent reningstekniska. I stort sett kan nog sägas att Sverige har en god praktisk kunskap om drift och underhåll av VA-anläggningar, vilket säkert kan mätas som en »tillgänglighet» av anläggningen. Eller, för att uttrycka det mer exakt: Hur många av årets dagar som utsläppen fyller ställda reningsskrav och om driftsekonomin är i enlighet med budgeten. Utan att veta det säkert tror jag att (VA-) Sverige i detta avseende har en mycket god internationell position.
- Under 1990-talet har den internationella VA-marknaden blivit ett alltmer dominerande inslag i svensk VA-verklighet. Att vi fortfarande kan konkurrera framgångsrikt på flera marknader är givetvis tillfredsställande, men i ett längre perspektiv kommer inte denna position att kunna upprätthållas utan en väsentligt bättre kunskapsförsörjning på hemmaplan.

## Vad borde VA-Sverige forska på?

Frågan har ställts till mig av bland andra Kenneth M Persson: Vad ser Du att vi borde forska på? Att ge ett »program svar» vore minst sagt pretentiöst, men låt mig ändå peka på ett område som vi delvis nyttjar redan:

Undersökningar av befintliga anläggningar i drift. Flera förtjänstfulla examensarbeten har framlagts. Likväl är jag övertygad om att detta område kan utvecklas och fördjupas. Varje dag kan data hämtas vid våra reningsskrav för bearbetning, analys och för att identifiera nya frågeställningar!

Ett heltäckande program skulle kräva en rejäl dialog, utmynnande i en strategi!

## Sammanfattande synpunkter

Såsom framgår av ovan instämmer jag i långa stycken med Thomas Hellströms ansats att kunskapsförsörjningen inom VA-sektorn är hotad i Sverige. Är detta intressant eller viktigt?

Några sammanfattande synpunkter må belysa detta:

- VA-sektorn, liksom många andra samhällssektorer i Sverige, står inför en omfattande pensionsavgång av »kunskap», läs erfarna kvinnor och män. Återväxten är endast i en relativt blygsam omfattning säkerställd.
- Ovilligheten att satsa på forskning och utbildning hos såväl offentliga enheter som större privata enheter kommer att ha en förödande effekt på nyrekryteringen av duktiga och engagerade människor.
- Problemen med »kunskapsförsörjningen» har exemplifierats med fyra olika fall. Dessa belyser på olika sätt, att en otillräcklig kunskapsnivå finns inom (allt för många) sektorer inom det vi med vardagligt tal kallar VA-Sverige. En mer kritisk och vetenskaplig syn på verksamheterna inom vattensektorn är enligt mitt förmenande en nödvändighet.
- Samtidigt vill gärna våra politiker och andra styresmän/kvinnor se att Sverige har en »spetskompetens» inom miljösektorn, väl lämpad för en framgångsrik export. Vi kan inte slå oss till ro med de begränsade framgångar vi nått under de senaste decennierna inom den internationella vattensektorn. Om en fortsatt framgång skall nås måste det finnas en stabil och gedigen kunskapsbas både vid våra högskolor och hos våra vattenföretag.
- Slutligen, där vi började: VA-tekniken är i eminent mening en empirisk tillämpning av olika naturvetenskapliga discipliner. En av de bästa och lättförståeliga definitionerna av ett vetenskapligt förhållningssätt citeras i det följande:

*»Vetenskapens historia är ett långt revisionsprotokoll, som aldrig kommer att bli färdigt. Vetenskapens arbete är och förblir en rastlös och aldrig avstannande revision av ståndpunkter och teorier. Det är felet och misstagen som gör att den går framåt, och varje generation måste börja om på ny kula. Mycket som hos oss var oomkullrunkelig sanning för*

*femtio år sedan är i våra dagar föga mer än ointressant vidskepelse, och det är fullt troligt, att det vid detta sekels slut (1900-talet) kommer att beta på samma sätt om många av våra egna fastslagna sanningar. Det är mycket nog att ha öppnat ögonen och visat vägen.»*

Dessa ord fälldes av en av det humanistiska Sveriges lärdomsgiganter, Henrik Samuel Nyberg, professor i orientaliska språk i Uppsala. Citatet återfinns hos Kahle (1989).

### Referenser

- Hellström, T. Personlig kommunikation med anledning av Thomas skrivning »FoU inom VA», Svenskt Vattens hemsida
- Lindström, R. (1941) Himlaspelet – Ett spel om en väg som till Himla bär.
- Carls, R. (2002) Både tro och vetenskap vilar på övertygelse, Svenska Dagbladet (2002-12-01).
- Popper, K. (2009) Stanford Encyclopedia of Philosophy, Edward N. Zalta (ed.), The Metaphysics Research Lab, Center for the Study of Language and Information, Stanford University, USA.
- Danielsson, T. (1986) Humanifestet, Caprice med OD, del. 4 (1982 – 1986). BIS Records AB (utgiven 2003).
- Rennerfelt, J. (2005) Tolkning av analysresultat. Kursmaterial inom SWEKO VIAK AB
- Hansson, S.O. (2003) Konsten att vara vetenskaplig, föreläsningar vid Filosofienheten, KTH([www.infra.kth.se/phil](http://www.infra.kth.se/phil)).
- Engberg, H. (1988) Utsläppskontroll. Mätstrategi, Statistisk mätvärdesbehandling. Ett grunddokument. RAPPORT 3404, Naturvårdsverket.
- Kahle, S. (1989) H. S. Nyberg – en vetenskapsmans biografi, Svenska Akademiens handlingar.

Förutom dessa skriftliga referenser vill jag uttrycka ett stort tack till följande personer som tagit sig tid att läsa, kommentera och ge goda råd om detta opus:

- Docent Rainer Carls, som givit distinkta råd om hur kunskapen kan definieras;
- Professor Klas Cedervall, som givit värdefulla kommentarer om sakinnehållet;
- Professor Jan Rennerfelt, som såsom oftast givit konkreta och nyttiga samt uppmuntrande kommentarer;
- Thomas Hellström, som kommenterat och givit sin syn på frågan om kvävereningens nödvändighet (eller snarare onödvändighet);
- Docent Johan Lundborg, som givit värdefulla synpunkter på diskussionen om exemplen om kunskapsbristerna i svensk VA;
- Professor Kenneth M Persson, som så ofta tar sig tid att vara bollplank och kritisk läsare!