

Drikkevannsforskning mot år 2000

Igangsatte forskningsprosjekter

Av Asle Aasen

Asle Aasen er ansatt i NORVAR

Sammendrag

I 1995 kunngjorde Norges forskningsråd forskningsprogrammet Drikkevannsforskning mot år 2000 for første gang. Programmet har en økonomisk ramme på 19 millioner kroner over 5 år, 3 millioner det første året og 4 millioner pr. år for resten av perioden.

Forskningsprogrammet er finansiert som del av Program for vannforsyning som har en årlig økonomisk ramme på 100 millioner kroner. Programmet er foreslått for en periode for 5 år, med mulighet for å forlenge programmet med 5 år til. Allerede nå ser det imidlertid ut til at det bli nødvendig med en forlengelse skal målsettingen nås. Dette programmet er et viktig signal fra regjeringen om at vannforsyningssituasjonen oppfattes som alvorlig og at det er nødvendig med en ekstraordinær innsats for å få den i tråd med nasjonale målsettinger. Det vil si at i hovedsak mindre og mellomstore vannverk må oppgradere vannbehandlingen for å bli i stand til å tilfredstille krav satt i Drikkevannsforskriften. Satsningen er blant annet begrunnet i Folkehelsas lands-

omfattende dokumentasjon av vannforsyningssituasjonen. Undersøkelsen viste at 1200 av landets 1600 vannverk med mer enn 100 personer tilknyttet, ikke tilfredstilte Drikkevannsforskriftens krav. Folkehelsa har beregnet at en oppgradering av vannverkene vil beløpe seg til ca. 3.5 mrd. kroner.

Mål for "drikkevannsforskning mot år 2000"

Forskningsprogrammet skal være rettet mot forskningsområder for bedring av drikkevannskvaliteten og skal således ta opp problemstillinger knyttet til gjennomføringen av "Program for vannforsyning". Vurderinger gjorde det naturlig å dele forskningsprogrammet inn i 4 områder. Tiltak for å bedre drikkevannskvaliteten kan gjennomføres i alle deler av et vannforsyningssystem, og forskningsfelt med dette siktemål faller således inn under alle de 4 forskningsområdene. Skal forskningsprogrammet understøtte programmet for oppgradering av norske vannverk til tilfredstillende standard, må innsatsen konsentreres om de problemstillinger som er

erkjent gjennom de senere års kartlegging av vannforsynings situasjonen:

- Mange vannverk har vannkilder med høyt humusinnhold.
- For mange vannverk er bakterier og mikroorganismer et problem i deler av året.
- I Norge har vi en spredt bosetting, vi har derfor mange små vannverk med begrenset økonomi og kompetanse.
- EDB-basert driftskontroll og overvåking vil kunne bidra til økt kvalitet i vannproduksjonen.
- Våre vannforsynings systemer er sårbare/utsatt for påvirkning/forurensning. Det er viktig i driftssammenheng å ha kjennskap til sårbare punkter og ha en beredskap for å møte krisesituasjoner.

For å møte disse utfordringene er forskningsprogrammet satt opp med følgende 4 forskningsområder:

Vannkvalitet og helse, forurensningstilførsler og drikkevannskvalitet

- omfang og alvorlighetsgrad av mikroorganisme-relaterte helseproblemer ved bruk av drikkevann
- forekomst av kloreringsbiprodukter og andre oksideringsbiprodukter i norsk drikkevann, herunder avhengighet av råvannets karakter og av øvrig vannbehandling, og forekomst av helseskader i den norske befolkning som følge av eksponering for disse produktene
- effekter av virkninger og tiltak i kilde og nedslagsfelt
- hygieniske barrierer

Behandling av drikkevann

- optimalisering av vannbehandling basert på forståelsen av interaksjoner mellom vannkvalitet, vannbehandling og ledningsnett
- vannbehandlingsløsninger spesielt egnet for norske forhold med bløtt, humusholdig vann
- ny teknologi/nye løsninger med særlig vekt på systemer som kan benyttes i små vannverk

Drift, vedlikehold og økonomi

- metoder for risiko- og sårbarhetsanalyser
- systemer for overføring av teknologi fra andre sektorer, spesielt offshoresektoren
- systemer for kunnskaps- og erfaringsformidling for å heve kompetansenivået hos brukerne
- utvikling av metoder for forbedring av vannkvalitetsovervåking

Distribusjonssystemer

- situasjonsbeskrivelse/fenomenidentifikasjon og helsemessig implikasjon av biologisk omsetning i ledningsnett
- metoder for bestemmelse av biostabilitet i ledningsnett
- tiltak for å bedre biostabilitet i ledningsnett

Norges forskningsråd opplevde god respons på utlysingen av programmet i 1995 og behandlet tilsammen 52 søknader om tilskudd for 1995 og 1996. Etter første søknadsrunde har Forskningsrådet bevilget midler til 15 prosjekter. I det etterfølgende gir vi en kort omtale av prosjektene.

Vannkvalitet og helse, forurensningstilførsler og drikkevannskvalitet

Karakterisering av naturlig organisk materiale (NIVA)

Naturlig organisk materiale (NOM) ansees i dag å være et problem innen vannforsyning av to hovedårsaker:

- NOM er "bærer" av lite vannløselige miljøgifter og denne "forurensede" NOM ansees å være uønsket i drikkevann
- NOM gir opphav til nye helsenegative organiske klorforbindelser ved klordesinfisering.

Det forventes økende krav om å fjerne NOM fra drikkevann, hvor kjemisk felling er den mest anvendte metoden. Karakterisering av naturlig organisk materiale med fysisk/kjemisk og elektrokinetiske metoder ansees som viktig i evaluering av muligheten for å behandle råvann med høyt innhold NOM. Noen av metodene forventes å anvendes som on-line prosessstyringsverktøy i fremtidige renselanlegg. Dessuten kan fjerningsgraden av NOM være mer avhengig av råvannskilde (type NOM) enn farge tall (sum av NOM). Dette prosjektet tar sikte på å belyse disse problemene.

Water Quality an Pregnancy Outcome (Folkehelsa)

Norge er et av få land som både har et medisinsk fødselsregister og et nasjonalt vannverksregister med vannkvalitetsdata knyttet til vannverk. Vi har derfor muligheten for å kople Medi-

sinsk fødselsregister, som inneholder opplysninger om over 1,5 millioner barn født siden 1967, og Vannverksregisteret som inneholder opplysninger om ca. 1600 vannverk. Dette gir oss anledning til å beregne den relative risiko for misdannelser, dødfødsler og lav fødselsvekt sett i forhold til klordose og vannkvalitet. Litteraturstudier viser at prosjektet som studerer misdannelser eller dødfødsler i forhold til mutagen aktivitet i drikkevann ikke er utført tidligere. Prosjektet vil være av både nasjonal og internasjonal interesse.

Kreftisiko forbundet med kloreringsprodukter i drikkevann (Folkehelsa)

Epidemiologiske undersøkelser tyder på at det kan være en sammenheng mellom inntak av klorert drikkevann og kreft i urinblære og magetarmkanalen. Det er viktig å klargjøre nærmere mulige årsaker til dette. En avklaring på dette kan best oppnås ved at epidemiologiske undersøkelser blir supplert med eksperimentelle studier av kloreringsbiprodukter. Kreftfremkallende miljøkjemikalier virker ofte via DNA-skade. Klorert drikkevann er mutagent. Den kjemiske forbindelsen MX forårsaker hoveddelen av den mutagene aktiviteten, og er derfor den mest interessante mhp vurdering av en eventuell kreftisiko. I dette prosjektet vil vi undersøke hvorvidt MX og et annet potensielt viktig drikkevannsmutagen MCA og eventuelt klorert drikkevann kan føre til tykktarmskreft i dyreeksperimentelle studier.

Reaktivering av enteropatogene bakterier etter desinfeksjon (Folkehelse)

Det er vist at desinfeksjonsprosesser i tillegg til å inaktivere bakterier fullstendig, også kan føre til skader som kan repareres av bakteriene selv. Disse bakteriene lar seg ikke påvise f.eks. ved konvensjonelle metoder brukt i analyser av drikkevann. Men det er påvist at bakteriene kan bli aktive igjen og fortsatt kunne gi sykdom hos mennesker. *Yersinia enterocolitica* er kjent årsak til alvorlig næringsmiddelbåren sykdom, også med drikkevann som kilde. Bakterien kan overføres direkte med vann, eller etter vekst i matvarer som er infisert av vannet. Prosjektet tar sikte på å studere mulig reaktivering av UV- og klor-skadde i *Yersinia* i vann og infiserte matvarer. Resultatene kan benyttes til å evaluere den reelle sikkerhet ved den desinfeksjons-praksis som i dag benyttes ved norske vannverk.

Detection of Viruses in Water (Folkehelse)

I forsyningssammenheng er vannverkseierene spesielt opptatt av at brukerne skal føle seg sikre på drikkevannet er helsemessig sikkert. I den senere tid er det fokusert mye på mikro-organismer, som *Cryptosporidium*, *Giardia* og Norwalk-virus, som er resistente mot desinfisering og som dessuten er svært vanskelig å påvise ved tradisjonelle analysemetoder. Dette dreier seg for det meste om bakterier og virus som overføres fra individ til individ via avføring. For å kontrollere den mikrobiologiske kvaliteten av vannet har man tradi-

sjonelt undersøkt for tilstedeværelsen av tarmbakterier.

Det har imidlertid vist seg at virus som regel overlever lengre i miljøet enn bakterier. Om en drikkevannskilde er uten tarmbakterier betyr derfor ikke nødvendigvis at den er fri for virus som overføres via avføring. En vesentlig grunn til at man i liten grad har lagt vekt på virus er at påvisningen av virus er langt vanskeligere enn påvisning av bakterier. Dette prosjektet er rettet mot å utvikle enkle metoder for viruspåvisning og bruke disse til å vurdere den virologiske kvaliteten av vannet.

Formation and effects of by-products from disinfection of humic water by ozone or chlorination

Dannelsen av biprodukter ved desinfeksjon av vann som inneholder organisk stoff er et problem innen vannbehandling. Langvarig inntak av klorert vann kan øke muligheten for å få kreft. Problemet er spesielt knyttet til vannverk som benytter humusrikt overflatevann. Klor reagerer med organiske bestanddelene og bromide og danner halogener. Ved å fjerne det organiske stoffet unngår man problemet.

Prosjektet skal studere dannelsen av desinfeksjonsbiprodukter (DBP) ved behandling av humusrikt vann. Prosjektet har følgende delmål:

- hvilke vannbehandlingmetoder er mest effektive i fjerning av årsakene til DBP
- Utformingskriterier og prosesskontrollfaktorer som påvirker dannelsen av DBPs og hvorledes redusere dannelsen

- Evaluere mulige helseeffekter av behandlet vann
- Utvikle en modell for å kunne forutse dannelsen av halogene DBPs i drikkevannsbehandling

Behandling av drikkevann

Fuzzy vannbehandling (NIVA)

Bruk av Fuzzy Logic er en ny metode for å lage styringssystemer. Fuzzy Logic er anvendt innen flere områder som f.eks. i programmering av vaskemaskiner, . I dette prosjektet vil eksisterende og rapporterte driftsproblemer fra vannrenseanlegg vil bli kartlagt og vurdert. Delprosesser og sammenhenger mellom fellings- og filtreringsprosesser vil bli identifisert og sammenholdt med eksisterende teoretiske og praktiske erfaringer for å lage et fuzzy regelverk. Fuzzy Logic kan håndtere kompliserte problemstillinger effektivt. Prinsippet er basert på at kompliserte prosesskontrollproblemer deles i flere enklere prosesskontrollproblemer, som så løses parallelt. Kunnskap om kjemiske fellingprosesser består både i teoretisk forståelse av delprosessen samt helhetsforståelse basert på praktiske erfaringer. Fuzzy Logic kan utnytte begge kunnskapsformene og dermed være et velegnet prosesskontrollverktøy.

Bestemmelse av biotilgjengelig karbon (aoc og bdoc) i norske vannverk og effekten av ulike vannrenseprosesser (Aquateam as)

I internasjonal vannverkssammenheng har det de siste 10 årene foregått stor FoU-aktivitet for å forstå hvilke proses-

ser som er drivkrefter i oppblomstring av bakterier i vannledningsnett. Mange ulike metoder for bestemmelse av biostabilitet av drikkevann er utviklet, og en mengde erfaringer er samlet. Forskning har vist at selv om man har restklor tilstede i ledningsnettet, er ikke dette nok til å hindre en bakterieoppblomstring, Den mest effektive metoden for å kontrollere ettervekst i ledningsnett synes å være å kontrollere næringsstoff-tilgjengeligheten (N, P og C). Fordi heterotrofe bakterier trenger karbon, nitrogen og fosfor, vil organisk karbon ofte være den begrensede faktoren for ettervekst i ledningsnettet. Internasjonal metodeutvikling for å bestemme begroingspotensialet i ledningsnett og biologisk stabilitet av ulike typer rensert vann, har endret seg fra ensidig å konsentrere seg om bakterietelling til også å karakterisere ulike former av organisk karbon og innholdet av andre næringsstoffer. Mesteparten av organisk karbon i råvann til vannforsyning er av naturlig opprinnelse og stammer fra alger eller nedbrutt vegetasjon. Prosjektets målsetting er å få innkjørt nye måleteknikker med nødvendig tilpassning og kvalitet til norske forhold.

Utpøring av nytt filtermateriale til drikkevannrensing (AS Norsk Leca)

A/S Norsk Leca har tidligere demonstrert at Leca er velegnet for bruk innen rensing av avløpsvann. I samarbeid med VEAS er Leca her anvendt i biofiltre/partikkelfiltre.

Leca forventes imidlertid å utgjøre et svært konkurransedyktig alternativ som

filtermateriale i sandfiltre som erstatning for antrasitt på drikkevannssiden. For å dokumentere dette skal det utføres parallelle sammenlignende forsøk. Forsøkene utføres på "typisk" norsk vann ved SINTEF NHL i et koagulerings-/direktefiltreringsanlegg i pilot-skala.

Biologisk vannrenseteknologi for små vannverk - forprosjekt (Norges Landbrukshøgskole)

Hovedmål med forprosjektet er vurdere omfanget av jern- og manganproblemet i norsk vannforsyning og belyse nasjonal/internasjonal kunnskap knyttet til relevant behandlingsteknologi og spesielt i forhold til anvendelse av biologiske metoder for små vannverk.

Optimalisering av vannbehandling basert på ozonering/biofiltrering (SINTEF NHL)

Metoden baseres på oksidasjon av tungt biologisk nedbrytbar humus ved hjelp av ozon for å gjøre det organiske materialet omsettbart. Oksidasjonstrinnet etterfølges av et biofilter hvor det oksiderte organiske materialet omsettes med endelig partikkelseparasjon ved sandfiltrering.

Målet er fremskaffe det fenomenologiske og prosessmessige grunnlaget som en rensemetode basert på ozonering/biofiltrering kan videreutvikles på. Prosjektet skal inneholde studier av:

- organiske nedbrytningsprodukter etter ozonering av humus samt den videre nedbrytning av disse i den biologiske omsetningen
- styringsmetoder for ozondoseringen

- oppbygning og filterbelastning på biofilter og sandfilter
- vannets biostabilitet på ulike stadier i prosessen
- pH-endring og optimalisering av pH gjennom prosessen
- kloreringsbiprodukter ved etterklorering

Drift, vedlikehold og økonomi

Utvikling av instrumentell metode for påvisning av luktforbindelser i drikkevann - forprosjekt (Næringsmiddeltilsynet i Midt-Rogaland)

Det er i Norge i dag mangel på profesjonelle laboratoriemiljøer når det gjelder å håndtere problemstillinger som lukt og smak i drikkevann. Sensoriske metoder ved bruk av dommerpanel kan være et nyttig hjelpemiddel i denne sammenheng. Det er imidlertid først ved bruk av egnede instrumentelle metoder, der de aktuelle luktforbindelsene kan identifiseres, at vi har muligheter for å fastslå årsakssammenhenger og gi en bedre kvantitativ og kvalitativ beskrivelse av problemet.

Et analytisk hovedproblem er at mange av de aktuelle forbindelsene kan gi luktproblem ved ekstremt lave konsentrasjoner og det stilles derfor ekstra strenge krav til metode og kompetanse. Det tas sikte på å etablere meget følsomme instrumentelle metoder for påvisning av lukstoffer i drikkevann ved bruk av avanserte instrumenter som GC-MS og rasjonelle oppkonsentreringsteknikker.

Utvikling av kontinuerlig sensor for behandlingsprosesser og overvåking av hygienisk kvalitet av drikkevann - forprosjekt (Aquateam as)

Prosjektet har som målsetting å utvikle instrumentering tilpasset behovene i norske vannverk for kontinuerlig overvåking av den bakteriologiske kvaliteten både på vannverket og på ledningsnettet. I prosjektet skal man utvikle:

- hurtigmetoder for stressede, skadede bakterier i behandlet vann.
- immunoassays for selektering/oppkonsentrering av spesifikke indikatorbakterier.
- hurtigmetoder for patogene bakterier basert på molekylærbiologiske påvisningsmetoder, som f.eks. PCR-teknikken.

Distribusjonssystemer

Modellering av vannkvalitetsendringer i ledningsnett - forprosjekt (SINTEF NHL)

Gjennom litteraturstudier forklare vannkvalitetsendringer på ledningsnettet og

hvorledes disse kan modelleres. Deretter skal det utvikles programvare for å kunne beregne:

- Oppholdstid i ledningsnett
- Vannkvalitetsendringer i ledningsnettet
- Innvendig nedbrytning av rørmateriale i ledningsnettet

Kobberkorrosjon og -konsentrasjon i drikkevann (SINTEF NHL)

Det registreres en stadig økende oppmerksomhet om kobber i drikkevannssammenheng. Eksisterende metoder for korrosjonskontroll synes i mange tilfeller ikke å gi ønsket effekt med hensyn til kobber. Videre er eksisterende målemetoder for kobberkorrosjon og kobberutløsning ikke standardisert, noe som gjør det vanskelig å burke/sammenligne resultater.

Dette prosjektet, som er et samarbeide mellom SINTEF NHL og NIVA, tar derfor sikte på å samle erfaringer, utprøve metoder, samt å undersøke effekten av vannkvalitet og tapperutiner på kobberkorrosjon og utløsning av kobber. Det vises til vedlagte prosjektbeskrivelse.