

Prosjektrapport

Utviklingstrekk og utfordringer innen VA-teknikken

Sammenstilling av resultatet fra arbeidet
i NORVARs gruppe for langtidsplanlegging
(LTP) i VA-sektoren

Norsk VA-verkforening

NORVAR-rapport

Norsk VA-verkforening

Postadresse: Vangsveien 143, 2300 Hamar

Besøksadresse: Vangsveien 143, Hamar

Telefon: 62 52 86 50

Rapportnummer:

72-1997

Dato: 5. februar 1997

Antall sider (inkl. bilag)

37

Tilgjengelighet:

Åpen: x

Begrenset:

Rapportens tittel:

UTVIKLINGSTREKK OG UTFORDRINGER INNEN VA-TEKNIKKEN

Sammenstilling av resultatet fra arbeidet i NORVARs gruppe for
langtidsplanlegging (LTP) i VA - sektoren

Forfatter(e):

Professor Hallvard Ødegaard, NTNU

Ekstrakt:

I regi av NORVARs gruppe for langtidsplanlegging i VA - sektoren (LTP-gruppen) er det utarbeidet en rekke notater som beskriver dagens forhold og mulig utvikling og FoU-behov innenfor vann- og avløpssektoren. Dette materialet er bearbeidet og sammenstilt i denne rapporten. I tillegg har forfatteren supplert med egne erfaringer og synspunkter.

Emneord, norske:

VA-teknikk. Utvikling. Forskningsbehov

Emneord, engelske:

Water and wastewater technology.
Development. Research needs.

Andre utgaver:

ISBN 82-414-0184-1

FORORD FRA NORVAR

NORVARs GRUPPE FOR LANGTIDSPLANLEGGING I VA-SEKTOREN (LTP-GRUPPEN) har som formål å skaffe frem tidlige signaler om utviklingen i VA-sektoren. Gruppen vil forsøke å se utviklingen 10-15 år fremover i tiden og på fritt grunnlag diskutere hva man må forvente av holdninger og krav og hva som trengs av forskning og utvikling. LTP-gruppen har for tiden følgende sammensetning:

- * Truls Krogh, Folkehelse
- * Harald Gaarde, SFT
- * Gunnar Mosevoll, ASPLAN VIAK A/S
- * Paul Sagberg, VEAS
- * Lars Hagen, OVA
- * Ragnar Storhaug, Aquateam A/S
- * Hallvard Ødegaard, NTNU
- * Svein Erik Moen, NORVAR (formann og sekretær).

Gruppen utarbeidet i 1995 en disposisjon for beskrivelse av mulig utvikling og FoU-behov for forskjellige felter innen VA-sektoren og skisserte en prosess for å få en diskusjon omkring dette. Det ble engasjert en rekke fagfolk til å lage 1. utkast til beskrivelse etter malen. Dette materialet ble så sendt på høring til forskjellige miljøer i VA-sektoren før det ble bearbeidet videre.

Følgende fagfolk har deltatt i arbeidet:

DELOMRÅDE	FORFATTER AV NOTAT
AVLØP	
A1. Overordnet målsetting. Rammebetingelser	Jarle Molvær, NIVA
A2. Avløpsvannets sammensetning.	Ragnar Storhaug, Aquateam
A3. Avløpsvannets mengde.	Gunnar Mosevoll, Asplan Viak
A4. Oppsamling og transport av avløpsvann.	Gunnar Mosevoll
A5. Behandling av avløpsvann	Hallvard Ødegård, NTNU
A6. Slambehandling/slamdisponering	Bjarne Paulsrud, Aquateam
VANNFORSYNING	
V1. Overordnet målsetting. Rammebetingelser	Truls Krogh, Folkehelse
V2. Vannkvalitet.	Truls Krogh, Folkehelse
V3. Oppsamling/innvanning av drikkevann - overflatevann - grunnvann - beskyttelse	Lars Hagen, OVA
V4. Behandling av drikkevann.	Eileen A. Vik, Aquateam
V5. Vannverkslam.	Eileen A. Vik
V6. Transport og fordeling av drikkevann.	Eileen A. Vik

Notatene foreligger hos NORVAR, og kopier kan fås ved henvendelse hit.

Dette materialet er bearbeidet og sammenstilt i denne rapporten av professor Hallvard Ødegaard, NTNU. I tillegg har forfatteren supplert med egne erfaringer og synspunkter.

NORVAR takker alle bidragsytere for innsatsen.

Hamar 5. februar 1997
Svein Erik Moen

INNHOLDSFORTEGNELSE	Side
INNLEDNING	4
VA-TEKNIKKEN I NORGE IDAG I ET HISTORISK PERSPEKTIV	4
MULIGE FREMTIDIGE UTVIKLINGSTREKK SOM KAN PÅVIRKE VA-TEKNIKKEN	5
Knapphet på vann	6
Styrt forvaltning av vannressursene	7
Økt oppmerksomhet blant publikum	7
"Privatisering"	7
Økt vektlegging på rekreasjon	8
Økt energi-pris	8
Økt vekt på gjenvinning og livssyklus-tankegang	8
Stereke fokus på desentrale løsninger	9
Økt vektlegging på koplingen mellom ledningsnett og renseanlegg	10
Informasjonssamfunnets inntog	10
UTVIKLINGSTREKK OG UTFORDRINGER INNEN AVLØPSTEKNIKKEN	11
Avløpsvannets mengde	11
Oppsamling og transport av avløpsvann	12
Avløpsnettets størrelse, oppbygning og funksjon	12
Konstruksjons- og materialteknikk	13
Drift og vedlikehold	13
Fornyelse	13
Sammensettning av avløpsvann	13
Innflytelse på valg av rensemetode	14
Endring av avløpsvannets sammensetning pga tilførsler av nye stoffer	15
Endring av fokus på hva som skal fjernes	15
Innflytelse på slamets sammensetning	15
FoU-behov	16
Rensing av avløpsvann	16
Dagens situasjon	16
Sannsynlige utviklingstrekk	18
Fremtidige utfordringer	18
Økt krav til rensing	18
Disponering av slam	18
Kravet til bærekraftig (teknologisk) utvikling	20
FoU-behov	20
Renseteknologi for kystområder	20
Minimalisering av driftskostnader på avanserte anlegg	21
Minimalisering av slamproduksjonen	21
Utvikling av bærekraftig renseteknologi	21

UTVIKLINGSTREKK OG UTFORDRINGER I VANNFORSYNINGSTEKNIKKEN	22
Vannkilder og vannkvalitet	22
Dagens situasjon	22
Sannsynlige utviklingstrekk	24
Fremtidige utfordringer	24
FoU-behov	25
Behandling av drikkevann	25
Dagens situasjon	25
Sannsynlige utviklingstrekk	27
Fremtidige utfordringer	28
Fou-behov	29
Transport og fordeling av drikkevann	29
Dagens situasjon	29
Sannsynlige utviklingstrekk	30
Fremtidige utfordringer	30
Fou-behov	31
STRATEGIER FOR Å NÅ MÅLET OM ET BÆREKRAFTIG VA-SYSTEM	32
Strategiske prinsipper på ulike områder	32
Helse og livskvalitet	32
Naturmiljøet	32
Ressursene	32
Forholdet til publikum	32
Særlig viktige forskningsområder	33
Urbane vannsykluser	33
Gjenvinning av næringsstoffer	33
Gjenvinning av energi/energisparing	34
Interaksjoner med andre infrastrukturelementer	34
Sosiale og økonomiske aspekter	35
Hygieniske aspekter	35
Systemanalyse	35
Institusjonelle aspekter	36
OPPSUMMERING	36
LITTERATUR	37

INNLEDNING

I dette LTP-dokumentet er et tidsperspektiv lagt til grunn som omlag tilsvarer levetiden for et VA-teknisk anlegg (ca 50 år). Det er stor sannsynlighet for at vi i den kommende 50 årsperiode vil komme til å se langt mer omfattende og dramatiske endringer innen VA-teknikken enn i de 50 år vi har bak oss. Dette skyldes endringer både i rammebetingelsene (lover og forskrifter), i samfunnsmessig fokus, internasjonalisering og i teknisk utvikling.

I dette dokumentet settes først VA-teknikken i Norge inn i et historisk perspektiv. Deretter diskuteres enkelte generelle utviklingstrekk for de neste 50 år, både i et internasjonalt og et nasjonalt perspektiv, og innflytelsen som disse utviklingstrekk kan forventes å ha på VA-sektoren analyseres. Deretter diskuteres avløpssektoren og vannforsyningssektoren hver for seg med analyser av dagens situasjon, sannsynlige utviklingstrekk, fremtidige utfordringer og Fou-behov for de enkelte delsektorer. Til slutt skisseres mulige strategiske satsinger som er nødvendige idag for å ha et bærekraftig VA-system i tidshorisonten for dette LTP-dokumentet.

VA-TEKNIKKEN I NORGE IDAG I ET HISTORISK PERSPEKTIV.

For å kunne se fremover, er det nødvendig både å ha fortiden og dagens ståsted klart for seg. Dagens forhold i Norge skal derfor kort diskuteres og ses i et historisk perspektiv. Det første man da må slå fast er at VA-teknikken er meget ung som selvstendig fagfelt i Norge. Riktignok har vi VA-tekniske anlegg som er over 100 år, men de ble planlagt, bygget og drevet av tradisjonelle "vassbyggere" som hadde hydraulikken som den sentrale fagdisiplin. I dag er hydraulikken bare én blant mange helt sentrale fagdisipliner.

Man var meget sent ute i Norge. De første som gikk ut fra NTH med VA-teknikk som eget fagfelt på vitnemålet, ble uteksaminert i 1967. Og de første med spesialisering innen VA-teknikken, f.eks. i Vannrensing, ble uteksaminert i 1974. Mens vi altså har hatt VA-teknikk som akademisk fagfelt i mindre enn 30 år, feiret f.eks. det VA-tekniske instituttet ved Danmarks Tekniske Universitet for noen år siden sitt 125 års jubileum. Man glemmer ofte dette perspektivet når vi betrakter VA-teknikken i Norge. Den manglende tradisjon kan imidlertid bidra til å forklare enkelte trekk ved dagens VA-teknikk:

- Vi har tildels et meget dårlig ledningsnett i Norge, med større lekkasjer både inn og ut enn det vi finner i de aller fleste andre land. Når vi tenker på at ca 40 % av dagens totale ledningsnett ble lagt før vi fikk en egen videregående utdanning innen faget, kan dette blant annet ha å gjøre med manglende kompetanse hos de som planla, bygde ut og drev lednings-nettene.
- Norske avløpsrenseanlegg holder derimot en høy standard også i internasjonal målestokk. Mer enn 95 % av disse er imidlertid bygget etter at VA-teknikk ble etablert som eget fagområde.
- Vi benytter i Norge i større utstrekning enn i de fleste andre land, ukonvensjonelle teknikker (f.eks. kjemisk felling og biofilmprosesser for avløpsvann, membranfiltrering og UV-bestråling for drikkevann). Årsaken til at ukonvensjonelle teknologier har lett for å få fotfeste i Norge, kan simpelthen være at vi ikke er belemet med en tradisjonell konservatisme, som et resultat nettopp av at vårt fagfelt er så ungt som det er her i landet.

Årsaken til at man kom så sent igang med VA-teknikken i Norge, bunner først og fremst i at Norge fra naturens side er så usedvanlig gunstig til vann.

I tiden før 1960 var det VA-tekniske målet for kommunene i korthet; å fremskaffe nok forsyningsvann og å avlede avløpsvannet kortest mulig veg til nærmeste resipient. Med den økende sanitære standard og intensivering av industrireisingen, kom vannforurensning som begrep først i fokus omkring 1960. Norsk Institutt for Vannforskning ble stiftet i 1958 og var frem mot 70-tallet det sentrale og mest betydningsfulle vannfaglige miljø i Norge, også innen VA-teknikk. I flere år drev f.eks. NIVA en videregående utdanning av VA-teknikere, i form av en stipendiatvirksomhet, i de fagfelt som var dårlig dekket i NTH-utdanningen. Gjennombruddet for utviklingen av VA-teknikken i Norge kom imidlertid da NTH kunne tilby videregående kurs innen de ulike fagfelt av VA-teknikken fra og med midten av 70-tallet - da et eget professorat i VA-teknikk ble etablert. Dette førte raskt til utbygging av VA-teknikk som eget fagfelt også ved ingeniørhøgskolene i landet.

På hele 70-tallet var VA-teknikk blant de mest populære fagfelt ved Bygningsingeniør-avdelingen ved NTI. Dette skyldtes dels den økende interesse og fokus for miljøspørsmål og dels det store behov som det var for VA-teknikere som følge av at Miljøverndepartementet ble etablert i 1972. Departementet sørget for at det ble igangsatt planer og tiltak rundt om i kommunene som følge av de lover og forskrifter som det nye, utålmodige departementet iverksatte.

I dette perspektiv må det kunne hevdes av man i Norge, på usedvanlig kort tid, klarte å bringe nasjonens VA-tekniske kompetanse opp på omlag det samme nivå som det vi finner i våre naboland. 70-årene var tiåret da vi aksellererte ut av startblokkene, i åttiårene slet vi oss langsomt nærmere våre konkurrenter og nittiårene har vi benyttet til å spurte oss forbi enkelte av de land det er naturlig å sammenligne oss med. Internasjonalt vurderes Norge nå som et avansert land på det VA-tekniske feltet.

Pga den historiske bakgrunn som VA-teknikken har i Norge, ligger man, imidlertid, virkelig dårlig an på en rekke områder, og her kreves en betydelig innsats i fremtiden. Det er i dette perspektivet man må forstå de overveielser som gjøres i det følgende.

MULIGE FREMTIDIGE UTVIKLINGSTREKK SOM PÅVIRKER VA-TEKNIKKEN

VA-teknikken er til for å betjene samfunnet (husholdningene, industrien og landbruket). Det er derfor samfunnet som i all vesentlig grad setter rammebetingelsene som VA-teknikken skal arbeide innenfor. Mens målet i tidligere tider først og fremst var å fremskaffe og å avlede nok vann til forbruk, har det i de siste 25 år kommet inn andre dimensjoner som vil kunne forandre rammebetingelsene som VA-teknikken skal arbeide under (f.eks. forurensningsbekjempelse), og i de neste 50 år vil enda nye dimensjoner gjøre seg gjeldende.

F.eks. var VA-teknikken tidligere dominert av den kvantitative dimensjon. Allerede idag står den kvalitative dimensjon minst like sterkt og i tiden som kommer vil denne bli enda mer avgjørende. Dette kommer først og fremst av den økende bevissthet og kunnskap som menneskene nå har om forurensninger som kan påvirke deres liv og helse, direkte eller indirekte.

Før vi går inn på de spesifikke VA-tekniske problemstillinger, skal noen mulige generelle utviklingstrekk, som kan påvirke utviklingen av VA-teknikken i de neste 50 år både i et internasjonalt og et nasjonalt perspektiv, diskuteres.

Knapphet på rent vann.

I et internasjonalt perspektiv er knappheten på tilstrekkelig rent vann utvilsomt den største utfordringen vi står overfor. Ser vi på verdens ferskvannsressurser så utgjør den totale avrenning ca 40.000 km³/år. Av dette utgjør imidlertid ca 26.000 km³/år ukontrollert avrenning i form av skybrudd, flommer etc. Av de gjenværende 14.000 km³/år som man har noenlunde kontroll på, avrenner ca 5.000 km³/år i ubebodde områder. Vi står da igjen med en avrenning som kan utnyttes til ulike formål på en kontrollert måte, på ca 9.000 km³/år.

I 1940 var den totale bruk av vann (til offentlig forbruk, industri, kjøling, dyrehold etc) ca 1.000 km³/år. Dette tallet ble fordoblet fram til 1960 og fordoblet igjen fram til 1990, da fordelingen av forbruket var som vist i tabell 1.

Tabell 1. Global bruk av ferskvann fordelt etter sektor

Forbrukssektor	km ³ /år
Offentlig	100
Industrielt	200
Kjølevann	225
Buskap	40
Delsum	565
Landbruk (primært irrigasjon)	3300
Sum	~ 4000

Med en total tilgjengelig vannmengde på 9.000 km³/år, er det åpenbart at man ikke kan akseptere en fordobling av vannforbruket for hvert 20 - 30 år. Dette faktum innebærer at teknologier for å rense vann til ulike formål, vil bli enda viktigere enn tidligere, - ja helt avgjørende for menneskenes fremtid.

Nasjonalt sett er Norge spesielt begunstiget på dette området. Vi er på nesten alle områder bedre stilt enn de fleste andre land :

- Vi har mer nedbør per capita enn de aller fleste land i verden
- Vi har et utall av elver og innsjøer slik at avstand til vannkilde og resipient er kort
- Vi har en lengre kystlinje per capita enn de fleste andre land

Med dette som utgangspunkt bør ikke knapphet på vann være det som styrer utviklingen i Norge. Dette betyr selvsagt ikke at man ikke kan ha lokal og kortvarig knapphet på vann og at man ikke skal gå inn å forhindre sløsing av vann. Det betyr bare at vi, i forhold til mange andre land, er i en meget begunstiget situasjon vedrørende tilgang på vann.

Styrt forvaltning av vannressursene

Inntil for relativt få år siden, ble rammebetingelsene for forvaltning av vannressursene stort sett lagt av norske myndigheter. Vi ser nå, som en følge av EØS-avtalen, at internasjonale avtaler er med å styre utviklingen også i vårt land. Det kan forventes at denne utviklingen vil fortsette, at forvaltningen av de nasjonale vannressursene i langt større grad enn tidligere vil bli styrt av overnasjonale avtaler, og at kravspesifikasjoner for å tilfredsstille målene med myndighetenes vannforvaltning, i større grad enn tidligere vil bli styrt av overnasjonale standarder og direktiver.

Det er sannsynlig at dette vil prege utviklingen, selv om myndighetene i dag vil hevde at man ønsker å skifte fra regional til mer lokal forvaltning. Erfaringene både fra avløps-sektoren og vannforsynings-sektoren tilsier imidlertid at relativt grove, generelle anvisninger, som f.eks. gitt gjennom EU's direktiver, klargjør både for forvaltningen, anleggseierene og publikum hva som forventes, noe som er selve forutsetningen for å få gjennomført tiltak.

Dersom man i Norge i stor grad åpner for muligheten av å dispensere fra EU-direktivet for avløpsvann, f.eks. når det gjelder utslippene langs kysten (med referanse til at resipienten er spesielt god), er det grunn til å tro at dette vil føre til ytterligere utsettelse av tiltak - ikke bare når det gjelder utbygging av rensanlegg, men av hele avløpssystemet.

Det er grunn til å forvente at vi vil bevege oss mot en situasjon der de overordnede målsettingene anviser generelle tiltak for regioner og der tiltakene tilpasses resipient/vannkilde-situasjonen innenfor rammene av disse overordnede målsettingene.

Økt oppmerksomhet blant publikum

Som en følge av det stadig høyere generelle kunnskapsnivået i befolkningen, forenklet kommunikasjon pga IT-revolusjonen, en mer miljøbevisst presse på stadig jakt etter oppslag og en økt bevissthet og kunnskap om forurensninger og deres innflytelse på menneskenes liv og helse, vil publikums oppmerksomhet om de tjenester som VA-bransjen skal yte, komme til å stå stadig mer i fokus. Dette er en situasjon som bransjen må ruste seg for. Fra å være en virksomhet som de færreste kjente til, vil nå representanter for vann- og avløpsselskap måtte forberede seg på å stå i offentlighetens lys. En slik endring har vi sett i mange land, kanskje tydeligst der en privatisering har blitt gjennomført - som i England.

"Privatisering"

Det er igang en privatiseringsbølge innen VA-sektoren over hele verden. I hvilken grad og i hvilken omfang dette vil gjøre seg gjeldende i Norge, står igjen å se. Vi er jo ikke ukjent med fenomenet i Norge, f.eks. innen vannkraftsektoren og avfallsektoren. Den form for privatisering som vi nå ser konturene av (rene driftsselskaper), har vært mindre kjent innen VA-sektoren her i landet og det er grunn til å tro at en omlegging i privatiseringsretningen vil måtte få betydelig innflytelse på hvordan sektoren vil utvikle seg i et 50 års perspektiv.

Vi har så langt såpass beskjedne erfaringer på dette området her i landet, at det er vanskelig å forutse hvordan utviklingen innen privatisering av VA-sektoren vil bli. Med erfaring fra andre land, er det imidlertid grunn til å tro at privatiseringen vil ta om seg og at mange ulike modeller vil bli utprøvet.

Økt vektlegging på rekreasjon

VA-bransjens oppgave har tidligere stort sett begrenset seg til å levere forsyningsvann av tilfredsstillende kvalitet og å avlede og slippe ut avløpsvann slik at uakseptable forurensninger ikke oppstår. I fremtiden vil et annet av menneskenes behov stå enda sterkere enn i dag, nemlig behovet for rekreasjon - også knyttet til vann. Dette er jo i og for seg ikke noe nytt på det nasjonale plan hvor fiske og båtliv f.eks. har vært med å styre utviklingen. I fremtiden er det imidlertid grunn til å tro at rekreasjonsaspektet vil bli enda viktigere - ikke minst fordi turismen i Norge etter hvert har utviklet seg til å bli en av våre aller viktigste næringer.

Pga de gode forutsetninger fra naturens side kan Norge utvikle seg til å bli Europa's "grønne hjørne" som flere og flere vil søke til for å oppleve uforstyrret natur. En slikt posisjon forplikter. Da er det ikke tilstrekkelig å overholde minstekrav. Man må ligge i fronten. Vannkvaliteten, det være seg til drikking, bading, dykking, fiske, båtliv etc, må være helt på topp. En slik utvikling vil forsterke de tiltak vi ellers ville gjort ut fra en mer pragmatisk VA-teknisk synsvinkel.

Om dette er en sannsynlig utvikling, er avhengig av hvilken ambisjon vi har med vår turisme. Det er grunn til å forvente at nettopp en utvikling som skissert, er den som kan gjøre Norge til ett av de aller mest attraktive turistmål for verdens befolkning i et 50 års perspektiv.

Økt energi-pris

Det er vel ingen idag som ikke forventer at energi-prisen skal øke med tiden. Dette blir særdeles viktig for VA-sektoren. Øket energipris vil føre til øket bevissthet omkring :

- driftoptimalisering av eksisterende anlegg
- valg av energi-gjerrige prosesser og teknologier
- utvikling av prosesser og teknologier som kan føre til gjenvinning/produksjon av energi

Selv om vi vil ha god tilgang på energi både i form av olje og gass og vannkraft, må en forvente at en ny bevissthet om energisparing og energiproduksjon vil gjøre seg gjeldende.

Økt vekt på gjenvinning og livssyklus-tankegang

I fremtiden vil det utvilsomt bli lagt langt større vekt på gjenvinning og livssyklus-tankegang. Gjenvinning er simpelthen en nødvendighet for menneskenes fortsatte fremgang. Det tenkes ikke her så mye på gjenvinning av vann, selv om det i seg selv er et tema i mange land. Det tenkes på gjenvinning av ressurser som utnyttes i VA-anlegg både i form av energi og stoffer.

Også i vår sektor vil det forventes at valg av teknologier og prosesser skjer ut fra en livssyklus-tankegang der målet er å forbruke så lite som mulig av jordens ressurser fra "vugge til grav" i VA-anleggets livssyklus.

Innen forskningen legges det allerede idag vekt på å knytte valg av renseprosess for avløpsvann til mål for hvor mye energi som forbrukes per oppnådd effektenhet i resipienten av rensetiltaket. Tidligere er det stort sett bare renseeffekt og kostnad som har vært med å bidra til beslutningen om valg av renseprosess. I fremtiden må også stoff- og energiforbruket tas med i betraktningen.

Sterkere fokus på desentrale løsninger

I den utviklede del av verden - og da også i Norge - har vi i løpet av de foregående 25-50 år sett en kraftig sentraliseringstendens når det gjelder VA-anlegg. I Norge hadde vi f.eks. på slutten av seksti-tallet de store utredninger om sentrale avløpsanlegg for Oslo-fjorden og for Oslo's vannforsyning. Til grunn for ønsket om sentraliserte løsninger lå blant annet en skepsis til, og en redsel for, behandling av vann og avløpsvann - noe man ikke kan bli forundret over i lys av den historiske utvikling av VA-teknikken i Norge.

Svært ofte vil sentraliserte løsninger være det beste alternativet, men ikke alltid. I mange land - og særlig i utviklingslandene - ser vi idag at det vil være riktig, både ut fra en vannfaglig og ikke minst en økonomisk synsvinkel, å gå inn for desentraliserte løsninger. I stedet for å bygge et stort renseanlegg med avskjærende ledning som fanger opp avløpsvann fra mange mindre tettsteder, kan det være langt mer å foretrekke, både ut fra en vannfaglig, sikkerhetsmessig og ikke minst økonomisk synsvinkel, å bygge mindre omfattende avløpsnett, flere mindre renseanlegg og lokal håndtering av overvann. Dette vil også, ut fra en resipientes synsvinkel, kunne gi en mer optimal utnyttelse av resipientens selvrensningskapasitet.

Årsaken til at denne problemstillingen kan forventes å komme mer i fokus, er dels at renses-teknologien nå har utviklet seg slik at man kan få like gode rensresultater i et lite anlegg som i et stort, og at det bare er kostnaden som setter begrensninger mht hvilken rensesgrad som kan oppnås. Samtidig står man flere og flere steder i en fornyelses-situasjon hvor man må ta stilling til om man fortsatt skal benytte et felles-system med alle de muligheter for diffuse utslipp som dette innebærer, eller om man skal gå over i en separert system med lokal disponering av overvann og for den saks skyld også rensset spillvann.

Selv i tett befolkede land, som Japan, er man inne på denne utviklingen. Der driver man desentraliseringen så langt, selv i det vi vil kalle tettbygd strøk, at man bygger egne renseanlegg på hvert hus (eller en liten gruppe av hus) og foretar lokal disponering både av overvann og meget godt rensset husholdningsavløpsvann. Dette gjøres under meget kontrollerte betingelser og det er f.eks. ikke tillatt å slippe avløpsvann til grunnen gjennom jord-rensanlegg.

Det er vanskelig å si hvordan utviklingen på dette området vil bli hos oss. Vi er preget av den europeiske tradisjon, hvor sentraliserte løsninger for både vann- og avløpsanlegg nærmest har vært å betrakte som den eneste gode løsning. Kravet om minimering av kostnader koplet til strengere utslippskrav, kan føre til at vi vil se en oppmykning av den tradisjonelle holdningen. Ikke minst et halvspredt bosatt land, som Norge, bør følge denne utviklingen nøye.

Befolkningens økende oppmerksomhet omkring "grønne verdier", vil også kunne føre til at flere og flere vil ønske å bo i halvspredt eller spredt bebyggelse. For å kunne sikre en ønsket utvikling mht VA-anlegg i slike områder, vil VA-tekniske løsninger for spredt og halvspredt bebyggelse i sterkere grad måtte analyseres i et bærekraftsperspektiv. I idag er f.eks. hovedregelen i Norge at man søker å infiltrere avløpsvann fra spredt bebyggelse, mens holdningen i svært mange andre land nå er at slik infiltrasjon ikke tillates for å hindre en langsiktig forurensning av grunnvannet.

På tross av at det nok vil være en viss tendens til at folk ønsker å bosette seg i spredt og halvspredt bebyggelse, er det totalt sett likevel grunn til å forvente at det skjer en forflytning i bostrukturen fra spredt bebyggelse til urban bebyggelse i Norge.

Økt vektlegging av koplingen mellom ledningsnett og renseanlegg

Både innen vannforsynings- og avløpsteknikken er det grunn til å forvente en økt vektlegging av koplingen mellom ledningsnett og behandlingsanlegg både innen avløpssektoren og drikkevannssektoren, og også av koplingen mellom vannforsyningssiden og avløpssiden. Denne utviklingen er drevet både av kostnadsaspektet og kvalitetsaspektet.

Det ligger godt til rette for at vi i Norge skal kunne takle de behov som her oppstår, fordi vi i vår tradisjon alltid har sett VA-teknikk som ett fag og ikke delt i hhv vannforsyningsteknikk og avløpsteknikk slik man har gjort det i mange andre land.

Det blir et stadig sterkere behov for analyse av totalsystemet spesielt når det gjelder driftsoptimalisering og i større grad enn tidligere kan man forvente at datateknologien vil bli tatt i bruk til å optimalisere hele systemet med tanke på økt driftssikkerhet og kostnadsbesparelser.

Informasjonssamfunnets inntog.

Vi går med aksellererende fart inn i informasjonssamfunnet. Dette vil prege også VA-sektoren. Tidligere er nevnt det kravet til informasjon som publikum vil ha også til VA-anleggene, som en følge av at slik informasjon vil bli gjort tilgjengelig på andre sektorer. Det er ikke så mange år fram til den situasjon at publikum vil forlange å kunne sitte ved sin PC for å finne ut hvilken vannkvalitet drikkevannet, som ble levert i springen den siste uken, hadde, eller hvor mye kadmium som ble kjørt ut på nabogården forrige år.

Likeledes vil stadig mer informasjon om VA-anleggene og deres drift organiseres og legges på data og det vil stilles store krav til VA-bransjen når det gjelder å styre og å nyttiggjøre seg den informasjonsflommen som vil være tilgjengelig.

Kravet til informasjon, vil også øke behovet for dokumentasjon både når det gjelder kvantitet og kvalitet av vann. Dette vil framtvinge stadig nye måleinstrumenter for on-line målinger som vil kunne generere data som vil sette oss i bedre istand til on-line styring av VA-anleggene.

UTVIKLINGSTREKK OG UTFORDRINGER I AVLØPSTEKNIKKEN

Avløpsvannets mengde

Det vann som transporteres gjennom avløpsnettet består både av avløpsvann fra husholdninger og industri, infiltrasjons- og innlekkingsvann og overvann.

Når det gjelder mengden av avløpsvann fra husholdninger, er dette i all vesentlig grad bestemt av vannforbruket. Til en viss grad er dette avhengig av standarden på boligen. Vi har sett en økning i vannforbruket til vask i løpet av de senere ti-år, men det er ikke grunn til å tro at avløpsmengden fra husholdningene vil fortsette å øke vesentlig. Vi kan snarere vente oss en viss reduksjon som en følge av større bevissthet mht sparing av vann og energi. En utvikling i retning av å betale på grunnlag av det faktiske forbruk (vannmålere) vil sannsynligvis også forsterke tendensen til at det spesifikke vannforbruk og dermed husholdningsavløpsmengden reduseres.

Industrien har blitt langt mer vannbruksbevisste enn tidligere og resirkulering og gjenvinning vil stå i fokus i årene som kommer. Det er derfor all mulig grunn til å forvente at vannforbruket til industrien (som slipper avløpsvann til offentlig nett) vil synke.

Den største usikkerheten knytter seg til infiltrasjons- og innlekkingsvann, altså vann som ikke skulle kommet til avløpsnettet, men som pga utettheter i avløpssystemet likevel kommer dit. Det er helt klart at den kanskje aller største utfordringen for avløpsteknikken i Norge er å minimere innlekking på avløpsnettet både for å redusere mengden av avløpsvann som må behandles og ikke minst for å minimere ukontrollerte utslipp via overløp.

Utslipp av avløpsvann via overløp er på samme måte avhengig av overvannsmengden. Håndtering av overvann blir derfor en av de viktigste utfordringene for avløpsteknikken fremover, både med tanke på å hindre flomskader og for å hindre forurensning fra vann som går i overløp.

Situasjonen på overvannsområdet idag er preget av at vi har alt for dårlig datagrunnlag for urban avrenning. Dette skyldes ikke minst at de aller fleste av landets målere for kortidsnedbør ikke er i drift i perioden 1. november til 1. april (pga fare for frost i de gamle Plumatic målerne). Vi har dessuten alt for få målinger avrenning som skyldes snøsmelting.

Når det gjelder avrenning fra områder med stor andel av tette flater ($> 30\%$) gir den rasjonelle metode formel brukbar nøyaktighet mens denne ikke gir akseptabel nøyaktighet for bestemmelse av vannføring som funksjon av tiden i områder med mindre andel tette flater ($< 20\%$). Her vil bruk av kar-modeller (NAM/Mouse, SINBAD, Nivanett etc) imidlertid gi brukbar nøyaktighet for beregninger. Dette gjelder også i særlig grad for avrenning fra ubebygde områder. For mange problemstillinger (f.eks. ved beregning av tilrenning til renseanlegg, utslipp fra overløp etc) vil konsentrerte hydrologiske modeller av typen SINBAD gi bedre resultater enn nettmodellene.

I fremtiden vil vi se en betydelig utvikling og bruk av slike avrenningsmodeller. De vil representere avgjørende simuleringssverktøy både for analyse av muligheten for flomsituasjoner og forurensningsbelastning som følge av overløp. De urbanhydrologiske modeller vil bli sammenkoplet med modeller for forurensningstransport og renseanlegg noe som vil muliggjøre simulering av totalutslipp.

Det er også sannsynlig at man vil lykkes med å kople nedbørsprognose-modeller (f.eks. basert på vær-radar observasjoner) til avrenningsmodeller slik at det vil bli mulig å styre enheter i avløpssystemer (luker, pumper, prosesser i renseanlegg etc) basert på vær-prognoser.

De største utfordringene vi står overfor i tiden som ligger foran oss, er derfor :

- å bedre datagrunnlaget for avrenning etter langvarig regn og/eller snøsmelting. Dette gjelder i særlig grad i områder med en stor andel utette flater som er typiske for boligområder i de fleste norske byer og tettsteder.
- å bedre dokumentasjonen av utslippsmengder via overløp, noe som både krever målinger og bruk av simuleringverktøy

Dette krever kompetansheving, utvikling og økt bruk av hydrologiske karmodeller

Oppsamling og transport av avløpsvann.

Avløpsnettets størrelse, oppbygning og funksjon

Vi har i Norge et kommunalt avløpsnett med totalt ca 30.000 km ledning, tilsvarende noe over 7 m avløpsledning pr innbygger - et meget høyt tall i internasjonal målestokk. Mer enn 60 % av ledningsnettet er mindre enn 30 år gammelt - dvs at vi har et forholdsvis ungt ledningsnett. Når også det unge nettet likevel tildels har meget dårlig funksjonsevne, skyldes dette hovedsakelig dårlig anleggsarbeide, og lav kvalitet (f.eks. mangel på gummi-pakninger). Mange steder er man imidlertid godt igang med systematisk planlegging og gjennomføring av fornyelse av ledningsnettet.

Det meste av oppsamlingsnettet fører avløpsvann med selvføll og fritt vannspeil til en avskjærende ledning. Andelen felles-system er høyere enn det man skulle ønske, noe som innebærer at en betydelig andel av avløpsmengden går urensset i overløp. Mange avskjærende lednings-system i Norge har regnvannsoverløp med driftstid på opp til 200-1000 timer pr. år. Det er tre mulige løsninger på dette:

- a) øke kapasiteten på den avskjærende ledning
- b) utnytte/bygge fordrøyningsbasseng
- c) separere deler av nettet.

Som regel vil den siste løsningen være den mest effektive. Det ligger imidlertid et også et visst potensiale i utnytting av fordrøyningsmuligheter (spesielt der man har lange overføringstunneller) noe som krever aktiv styring av vannstrømmen i overføringssystemet og gir mulighet for godt samvirke mellom ledningsnett og renseanlegg slik at totalutslippet blir minimalisert.

Den største utfordringen ligger utvilsomt i å gjennomføre tiltak som bidrar til minimalisering av avløpsmengder og reduksjon av overløpsmengder. Dette innebærer at ombygging/fornyning av avløpsnettet i områder med stor andel utette flater og liten befolkningstetthet fra fellessystem til separatsystem, kombinert med vel planlagt lokal disponering av overvann, vil gi en meget vesentlig reduksjon av forurensningsutslippet. Det er imidlertid ikke usannsynlig at vi på lengre sikt også kommer til å se en mer desentralisert løsning med mindre ledningsnett, avansert rensing av avløpsvann i små renseanlegg samt lokal disponering av både spillvann og overvann. Dette kan være en betydelig mer kostnadseffektiv løsning enn de sentraliserte løsninger og er allerede i bruk i det vi ville kalle tettbygde strøk i Japan.

Konstruksjons- og materialteknikk

Når det gjelder de konstruksjonstekniske og materialtekniske sider av avløpsnett, er det grunn til å tro at anleggseiere og -planleggere i fremtiden vil måtte spesifisere sine rørrinnkjøp langt mer presist enn tidligere for å få den kvalitet som er tilpasset den aktuelle situasjon. Dette er et resultat av at det som en følge av de nye europeiske standardene for avløpsrør vil komme langt flere klasser av rør på markedet enn det vi har idag.

Drift og vedlikehold

Den viktigste utfordringen når det gjelder drift og vedlikehold av avløpsnett er sannsynligvis knyttet til forbedring av driftssikkerheten for regnvannsoverløp gjennom ombygging av selve overløpet og avløpssystemet oppstrøms, dvs søke varige løsninger som ikke krever økt tilsyn eller økte driftskostnader på andre måter.

Fornyelse

Vårt avløpsnett har en gjenanskaffelsesverdi på minst 60 milliarder kroner. I og med at vi har et forholdsvis nytt avløpsnett vil innsatsen mht fornyelse av nettet komme til å øke kraftig i de neste 25-50 år. For å kunne gjennomføre en slik fornyelse på en akseptabel måte, vil hovedutfordringene (som også blir de viktigste forskningsfeltene) mht fornyelse fremover bli :

- Systematisk registrering av kunnskap om den enkelte avløpsledning i geografiske informasjonssystemer samt lette dataflyten i slike systemer
- Forbedring av verktøyene for analyse av tilstand og sannsynlig utvikling
- Forbedre kunnskapene om de "nedbrytende kreftene" som virker på avløpsnett
- Forbedre dagens prioriteringsmetoder slik at et tiltaks virkning på avløpstjenestene og på vannmiljøet kommer tydeligere fram

Sammensetning av avløpsvann.

Avløpsvannets sammensetning har først og fremst interesse i forbindelse med rensing og utslipp av avløpsvann. Det vil si at det er sammensetningen av avløpsvannet etter dets transport gjennom ledningsnett som er viktig. Denne presiseringen er nødvendig fordi vi etterhvert har blitt klar over at det skjer betydelige endringer i avløpsvannets sammensetning på dets ferd gjennom ledningsnett. Dette har ført til at man nå begynner å snakke om både "avløpsvann-design" og "avløpsnett som renseanlegg".

Med tanke på den fremtidige utvikling, er det særlig tre forhold som gjør det viktig å ha kunnskap om avløpsvannets sammensetning :

- Valg av riktig rensemetode er avhengig av kjennskap til og forståelse for betydningen av avløpsvannets detaljerte sammensetning
- Den teknologiske og industrielle utvikling medfører at avløpsvannets sammensetning endres, f.eks. ved at avløpsvannet inneholder nye stoffer
- Myndighetene endrer fokus mht hvilke stoffer i avløpsvann som skal fjernes før utslipp
- Det er et uttalt mål at slam skal tilbakeføres til jordarealer

Innflytelse på valg av rensemetode.

Som nevnt over har vi i de senere år blitt stadig mer klar over at kunnskap om avløpsvannets sammensetning er avgjørende for riktig valg av rensemetode. Dette kan illustreres ved følgende eksempel :

Eksempel 1. Dersom ledningsnettet har stor helning og avløpsvannet strømmer raskt, skjer det en betydelig oksygenering på ledningsnettet, og det er ganske vanlig i Norge at avløpsvannet er aerobt når det kommer fram til renseanlegget. På ledningsnettet vil det alltid være en biologisk aktivitet både i form av en suspendert biomasse, men først og fremst i form av en biofilm. Er det aerobe forhold i vannet, vil bakteriene i biofilmen ta for seg av det lettest nedbrytbare, løste organiske stoffet og omgjøre dette til celler. Det betyr altså at det løste, lavmolekylære organiske stoffet, som er den fraksjon av organisk stoff som vanskeligst lar seg fjerne ved kjemisk felling, blir transformert til bakterieceller, dvs partikler, som jo enkelt lar seg fjerne ved kjemisk felling. Det partikulære organiske stoffet er dårlig som karbonkilde for biologisk N- og P-fjerning slik at i et slikt vann blir kjemiske rensemetoder favorisert fremfor biologiske.

Eksempel 2. Dersom ledningsnettet har liten helning slik at vannet har lav strømningshastighet (evt lang pumpeledning), vil vannet ikke oksygeneres. Vannet vil være anaerobt. Partikulært organisk stoff vil da hydrolyseres til organiske syrer. Da vil altså partikulært organisk stoff, som lett fjernes ved kjemisk felling, transformeres til løst, lavmolekylært organisk stoff som fjernes dårlig ved kjemisk felling. Derimot er slikt organisk stoff ideelt som karbonkilde ved biologisk nitrogen- og fosfor-fjerning. I et slikt vann blir altså biologiske renseprosesser favorisert.

Disse eksemplene viser at sammensetningen av avløpsvannet kan bli avgjørende for valg av rensemetode. Det er nok ingen tvil om at storparten av de store og mellomstore anlegg i Norge har en situasjon som best kan beskrives med det første eksempelet. Dette er hovedårsaken til at vi har så gode renseresultater, også med hensyn til fjerning av organisk stoff, i norske kjemiske renseanlegg. Vi vil derfor ofte ha karbonkildebegrensning i anlegg basert på tradisjonell fordenitrifikasjon og biologisk fosfor-fjerning.

Dette bildet kan imidlertid være annerledes enkelte steder, enten på grunn av den lednings-situasjon som er beskrevet i eksempel 2 eller pga tilførsler til avløpsnettet av industriavløpsvann som inneholder mye løst, lett nedbrytbart organisk stoff, f.eks. avløpsvann fra næringsmiddelindustrien. I fremtiden vil derfor "innslippskontroll" overfor industriutslipp til kommunale renseanlegg komme til å spille en større rolle. Avhengig av hvilken renseprosess det kommunale renseanlegget opererer etter, bør kommunen kunne stille krav til forbehandling ved den enkelte bedrift. En slik utvikling vil enkelte steder komme til å føre til en mer omfattende forbehandling mht enkelte parametre, mens andre steder vil forbehandlingen kunne bli redusert.

I enkelte land, f.eks. i Danmark, er man nå igang med en diskusjon om det vi kan kalle "avløpsvann-design", dvs at man med tiltak ved kilden prøver å endre vannets sammensetning til det som er ønskelig f.eks. ut fra den rensemetode man har ved avløpsrenseanlegget. Det klassiske eksemplet er innføring av husholdnings-avfalls-kverner som vil øke forholdet mellom lett nedbrytbart organisk stoff og nitrogen (C/N-forholdet) i avløpsvannet og dermed gjøre det bedre tilpasset en rensemetode med fordenitrifikasjon og biologisk P-fjerning som jo benyttes mye i Danmark. Det finnes også andre eksempler som vi ikke skal gå inn på her. Slike tiltak vil måtte analyseres meget grundig i et bærekraftsperspektiv før de implementeres.

En annen utviklingsretning er den som tar utgangspunkt i bruk av transportsystemet (avløpsledningene og -tunnellene) som rensereaktorer. Ved ulike tiltak, som lufting, nitrat-tilsetning, koagulanttilsetning etc, kan avløpsnettet benyttes som reaksjonsreaktor mens selve rensenanlegget da primært får slamseparasjon som hovedfunksjon. Uten at vi helt er klar over det, har vi denne situasjonen ved mange norske avløpssystemer idag. Vi burde derfor i større grad analysere valg av rensemetode både utfra vannets sammensetning og utforming av det avløpssystemet som vannet tilføres gjennom.

Endring i avløpsvannets sammensetning pga tilførsler av nye stoffer

Vi omgir oss med stadig flere kjemiske stoffer i husholdningene. Det blir derfor stadig sterkere fokus på miljøgifter, både organisk og uorganiske. Heldigvis er man oppmerksom på dette og tiltak som regulerer utslippet til vann kan settes inn ved kilden. Den andre kilden til miljøgifter i avløpsvann er industrien. Her er man imidlertid også inne i en positiv utvikling med reduserte utslipp til det kommunale avløpsnett, dels pga strengere utslippskrav for bedriftene men også pga industriens eget ønske om gjenvinning og avfallsminimering. Det er likevel sannsynlig at man i fremtiden vil ha større fokus på miljøgiftene i kommunalt avløp og at det vil kunne bli satt krav til maksimalinnhold både i utslippsvann og i slam (som vi tildels har allerede).

Endring av fokus på hva som skal fjernes.

Etter hvert som standardisert rensing blir innført (konferer EU's avløpsdirektiv), er det ikke usannsynlig at hovedfokus vil bli dreiet fra de tradisjonelle samleparametre (SS, BOD og COD) mot spesifikke parametre (P, N, Cd, Pb, definerte PAH- og PCB-forbindelser, definerte bakterier-grupper etc). Dette vil i så fall kreve et mye større apparat for dokumentasjon av utslippskvalitet enn det vi har idag. Det er imidlertid betydelig motstand mot en slik utvikling, ikke minst av økonomiske årsaker. En annen og alternativ utvikling er at man får utviklet og tatt i bruk biotester (f.eks. økotoxikologi-tester) i betydelig større utstrekning, dvs tester som gir et direkte svar på hvordan utslippsvannet vil influere på det miljøet som vannet slippes ut i. BOD er jo i prinsippet en slik test som har vært tjenlig lenge. Nå er det grunn til å tro at biotester vil få en renessanse som en motvekt mot det store oppbud av kjemiske analyser.

Det bør også bli lagt større vekt på å bruke analysemetoder som er tilpasset de rensemetodene som benyttes. Det er f.eks. grunn til å være skeptisk til bruk av TOC som måleparameter for organisk stoff på avløpsrenseanlegg, spesielt på kjemiske anlegg. Spesielt blir måling av løst organisk stoff (DOC) en lite tjenlig parameter ved kjemiske rensenanlegg. Norge er sannsynligvis det eneste landet i verden som i stor skala har gått inn for bruk av denne parameteren for alminnelig kontroll av kommunalt avløp.

Et annet forhold er knyttet til erstatningsstoffer for fosfor i vaskemidler. Her i landet har vi relativt ukritisk gått inn for forbud mot fosfor i vaskemidler. Det er grunn til å gjennomføre en analyse av hva dette har hatt for innflytelse på avløpsvannets sammensetning, på såvel renseresultatet som slamsammensetning.

Innflytelse på slammets sammensetning

Det er et uttalt mål fra miljømyndighetene her i landet at slammet i så stor grad som mulig skal tilbakeføres til jordbruket. Dette forutsetter en god kontroll med miljøgift- og bakterieinnholdet i

slammet. I og med at slammets innhold er avhengig av avløpsvannets innhold, sier det seg selv at avløpsvannets sammensetning vil ha økende betydning i fremtiden.

Nå er det imidlertid ikke usannsynlig at utviklingen vil kunne ta en annen veg enn den myndighetene ønsker seg. F.eks. er en utvikling i retning av større bruk av slam på grøntarealer der det ikke dyrkes mat, ikke usannsynlig. Denne utviklingen gjør seg nå sterkt gjeldende i våre naboland. Dette vil muligens endre den oppfatning vi nå har om sammensetningen av slam som skal brukes på jorda.

FoU-behov.

Ut fra det som er anført over, er det grunn til å hevde at vi burde vite langt mer om sammensetningen av avløpsvannet vårt. Det er ikke tilstrekkelig kun å analysere på de tradisjonelle konsesjons-parametrene. Vi må i langt større grad analysere på parametre som kan være til nytting for riktig valg av både avløpsvanns- og slamprosess. Myndighetene burde legge opp til et stort anlagt prosjekt hvor målet var å få bedre forståelse for avløpsvannets sammensetning for derigjennom å kunne avgjøre hvilke parametre som er interessante både for anleggscier og kontrollmyndighet.

Det vil også være et behov for utvikling av relevante biotester og on-line overvåkningsmetoder samt undersøkelser av effekten som erstatningsstoffene for fosfor i vaskemidler har på ulike renseprosesser og slamkvalitet.

Rensing av avløpsvann

Dagens situasjon

Det er i Norge idag i underkant av 2.000 avløpsrenseanlegg (> 35 pe) for byer og tettsteder (se tabell 2) hvorav ca 700 videregående anlegg (kjemisk, biologiske og kjemisk/biologiske).

Tabell 2 Oversikt over renseanlegg for byer og tettsteder i Norge, 1994 (Statistisk sentralbyrå)

Rense metode	Totalt antall			50-100 pe	100-500 pe	500-2000 pe	2000-10000 pe	10000-50000 pe	>50000 pe
	Antall	% ¹⁾	% ²⁾	Antall	Antall	Antall	Antall	Antall	Antall
Mekanisk	909	47,0	27,6	168	498	134	79	26	4
Kjemisk	226	11,7	54,7	15	27	64	73	35	12
Biologisk	128	6,6	1,1	16	71	38	3	-	-
Kjem/biol.	317	16,4	15,2	22	127	124	38	4	2
Annet	354	18,3	1,4	154	186	12	2	-	-
Totalt	1934	100	100	375	909	372	195	65	18

¹⁾ % av alle anlegg

²⁾ % av pe knyttet til renseanlegg

I tillegg har vi et meget stort antall renseanlegg for spredt bebyggelse hvorav ca 130.000 jordrenseanlegg. Årsaken til denne situasjonen når det gjelder spredt bebyggelse, er åpenbart de forskrifter og retningslinjer som myndighetene har forordnet. Storparten av jordrenseanleggene (ca 75 %) er basert på infiltrasjon. Vi har også, sammenlignet med andre land, et meget stort antall minirensanlegg (anlegg for < 35 pe). Tabell 3 viser en oversikt over videregående renseanlegg anlegg for mindre enn 2000 pe (eksklusiv jordrenseanlegg).

Tabell 3 Oversikt over små renseanlegg i Norge (Ødegaard, 1996)

Type anlegg	Alle anlegg		Anlegg > 35 pe		Anlegg 35-500 pe		Anlegg 500-2000 pe	
	Antall	%	Antall	%	Antall	%	Antall	%
Biologisk	1299	30,5	1175	31,3	86	31,2	38	16,8
Kjemisk	480	11,3	375	10,0	41	14,8	64	28,3
Biol./kjemisk	2473	58,2	2200	58,7	149	54,0	124	54,9
Totalt	4252	100,0	3750	100,0	276	100,0	226	100,0

Mekaniske anlegg for byer og tettsteder er i Norge idag i all vesentlig grad silanlegg som har mindre renseeffekt enn tradisjonelle mekaniske sedimenteringsanlegg som vi vanligvis finner innen denne kategorien i utlandet.

Som det fremgår av tabell 2 og 3, har vi en meget stor andel av befolkningen knyttet til kjemiske renseanlegg, blant annet fordi mange av de større anleggene er kjemiske. Årsaken til dette er dels at denne rensemetoden passer godt på den avløpstypen (tildels tynt, kaldt vann med lavt innhold av løst organisk stoff) og den resipient-situasjon vi ofte har (normalt er fosfor det viktigste stoff å fjerne mens resipienten ofte er oksygenrik) og dels det faktum at erfaringene (renseeffekt og driftsstabilitet) med de kjemiske renseanleggene er meget god (Ødegaard, 1992).

Vi har få rene biologiske anlegg i Norge, og de fleste av disse er små anlegg (< 500 pe). Det er kun tre rene biologiske anlegg større enn 2000 pe. Blant biologiske anlegg, er det omlag like mange aktivslamanlegg som biofilmanlegg (primært biorotoranlegg).

Andelen av kjemisk/biologiske renseanlegg øker, blant annet som en følge av kravet om fjerning av nitrogen. Vi har fortsatt kun et fåtall anlegg som fjerner nitrogen, mens antallet av slike kan bli omlag 30 når utbyggingen er ferdig.

Svært mange av de kjemisk/biologiske anleggene er små (86 % < 2.000 pe). Blant disse er det omlag like mange simultanfellingsanlegg (inkludert biorotoranlegg med felling) som etterfellingsanlegg. Det er foreløpig et mindre antall forfellingsanlegg, men andelen av disse øker - spesielt blant noe større anlegg.

I kategorien "annet" befinner det seg et ganske stort antall jordrense-anlegg. 96 % av disse anleggene, er for < 500 pe og de utgjør < 1,5 % av antall pe tilknyttet renseanlegg.

Ser vi på utviklingen fremover, vil andelen av mekaniske anlegg gå ned ved at mange av disse anleggene omgjøres til kjemiske anlegg, mens en god del av de kjemiske anleggene vil bli omgjort til kjemisk/biologiske anlegg. Statistikken i tabellen er fra 1994. VEAS er sannsynligvis der registrert som kjemisk anlegg. Endringen av dette anlegget til kjemisk/biologisk vil endre tabellen, mht hvor stor del av befolkningen knyttet til renseanlegg som hører til under de ulike kategoriene.

I det store og det hele virker norske avløpsrenseanlegg godt, i motsetning til hva mange ønsker å hevde. Spesielt er det dokumentert i en stort anlagt undersøkelse av kjemiske renseanlegg (ca 90 anlegg) at disse anleggene virker svært godt med renses effekter i middel på ca 80 % mht BOD₅, 75 % mht COD, 95 % mht Tot P og 90 % mht SS (Ødegaard, 1992). En tilsvarende stort anlagt undersøkelse blant ca 390 små (< 2.000 pc) videregående renseanlegg viste også gode resultater (Ødegaard, 1995). Blant de biologisk/kjemiske renseanleggene ga etterfellings-anleggene best og mest stabilt rensresultat etterfulgt av kombinertfellingsanleggene (biorotor med felling) og simultanfellingsanlegg. Også de små kjemiske renseanleggene ga godt og stabilt rensresultat og renses effekten mht organisk stoff var omlag like god som i de biologiske anleggene.

Sannsynlige utviklingstrekk

Den mest åpenbare utviklingen som vi er inne i når det gjelder avløpsrenseanlegg, er et resultat av innføringen av nitrogenfjerning som følge av strengere utslippskrav til Nordsjøen. Slik situasjonen nå (1996) er, kan det imidlertid se ut til at utbyggingen av anlegg for fjerning av nitrogen blir betydelig mindre enn før antatt ettersom Miljøverndepartementet har foretatt en innsnevring av det område som er angitt som sensitivt mht eutrofiering. Det er imidlertid all grunn til å tro at utviklingen på sikt i retning av nitrogenfjerning vil fortsette, dvs at ca 30 av de største anlegg i Norge vil få et slikt krav.

Et annet utviklingstrekk som kan komme til å prege utviklingen i den nærmeste fremtid i større grad, er utbygging av renseanlegg for kystkommunene, tildels på Sørlandet men særlig på Vestlandet, i Midt-Norge og i Nord-Norge. Her er det en lang rekke store og mellomstore byer og tettsteder som ennå ikke har bygget renseanlegg eller som kun siler avløpsvannet før utslipp. Det er i utgangspunktet ikke åpenbart hvilke rensemetoder som vil være de mest hensiktsmessige for disse utslippene og det ligger en utfordring i å utvikle hensiktsmessig renseteknologi for kystområdene (se senere).

Når det gjelder de aller minste anleggene (for spredt bebyggelse) er det grunn til å tro at vi vil få en utvikling mot mer standardisert utforming, slik vi ser det i minirenseanlegg og i naturbaserte anlegg der veldefinerte filtermateriale (f.eks. Leca-grus) benyttes.

Innenfor slamhåndtering er det to utviklingsretninger som peker seg ut. Når det gjelder bruk av slam på arealer, er det grunn til å anta at vi i større grad vil fokusere på bruk av slam (evt sammenblandet med sand og/eller leire) på grøntarealer enn på arealer som er benyttet for matproduksjon. Dette kan forventes som et resultat at større skepsis fra bøndene og forbrukerne sin side.

Den andre utviklingsretningen er knyttet til ønsket om større grad av gjenvinning av ressurser (f.eks. energi, organisk stoff og fosfat) som slammet inneholder. Dette kan lede til at det finnes interesse for å overta slammet fra renseanleggene i den hensikt å bearbeide dette for ressursgjenvinning og påfølgende salg av gjenvunne produkter.

Fremtidige utfordringer

De fremtidige utfordringene kan deles inn i tre hovedbolker :

1. Kravet til renseeffekt vil øke, dels mht til de tradisjonelle forurensningskomponenter og dels fordi det vil bli satt krav til nye forurensningskomponenter
2. Kravet til mengde og sammensetning av slam vil endre seg som følge av en større fokusering på slam som et problem
3. Kravet til en bærekraftig teknologisk utvikling vil komme til å forutsette at man i fremtiden vil måtte gjenvinne ressurser i større grad enn før

Øket krav til rensing

En del større renseanlegg (ca 30) vil, som nevnt over, få krav om fjerning av nitrogen. Dette kan mange steder i Norge by på store problemer pga av vannets sammensetning. En sterk FOU innsats i både i Norge, Danmark og Sverige skulle imidlertid gjøre disse problemene/utfordringene overkommelige. Vi har mange steder i Norge et meget strengt fosfor-krav. Det er mulig at dette vil bli ytterligere skjerpet flere steder, noe som kreve filtrering av avløpsvannet.

For en rekke utslipp til kystområder vil det bli satt krav om rensing, primært som en oppfølging av EU-direktivet for avløpsvann, som vi er forpliktet av gjennom EØS-avtalen og dels som følge av lokalt krav om rensetiltak. Det er sannsynlig at kravene til disse anleggene vil tilsvare normalkravet etter EU's Avløpsdirektiv.

Det er ikke usannsynlig at man om noen år vil sette mer fokus på organiske og uorganiske mikroforurensninger samt hygieneparametre og endog sette krav til disse komponentene i renset avløpsvann. Når det gjelder hygieneparametrene kan mange anlegg komme til å bli influert av EU's badevannsdirektiv, noe som kan komme til å innebære at desinfeksjon av avløpsvann vil kunne komme på tale.

Disponering av slam

Det gjør seg gjeldende en øket oppmerksomhet om bruk av slam i jordbruket, vanligvis med negativt fortegn. På tross av at de fleste vil være enige i SFT's mål for håndteringen av slam i Norge (nemlig at storparten av slammet skal brukes i jordbruket og at deponering av slam skal fases ut), vil påvirkningen fra andre land samt den ovenfor omtalte skepsis i landbruksmiljøet sannsynligvis føre til et noe annerledes bilde enn det SFT's målsetting legger opp til. Dette kan møtes langs to akser :

- a. En opptrapping av innsatsen (forskning, informasjon etc) til fordel for bruk av slam i jordbruket
- b. En opptrapping av innsatsen (spesielt forskning og utvikling) i retning av alternative disponeringsmåter.

Det er grunn til å tro at begge disse veiene bør gås, fordi bransjen ikke kan "risikere" at utenforliggende forhold vil blokkere den ene av veiene.

Ser vi globalt på utviklingen når det gjelder vekstnæringsstoffer, så er det helt klart at fosfor er en begrenset ressurs. Vi regner at jorden kun har et forråd tilsvarende 50-200 år med dagens forbruk. Landbruket er klar over dette og vil være på jakt etter resirkulerbare fosfor-kilder. Nitrogen er, absolutt sett, et mindre problem, fordi nitrogen-produksjon primært er et energispørsmål. I et bærekraftsperspektiv vil det selvsagt være riktig å resirkulere/gjenvinne nitrogen, og ideer om urin-separasjon og utnyttelse av urin direkte i jordbruket står idag sentralt i debatten i mange land, f.eks. i Sverige.

Kravet til en bærekraftig (teknologisk) utvikling.

På tross av at mange vil hevde at rensing av avløpsvann i seg selv er "bærekraftig" fordi det reduserer forurensningen av naturen, er dette en altfor snever virkelighetsoppfatning. Et renseanlegg som krever store mengder energi, eller som på annen måte forbruker begrensede ressurser (f.eks. økonomiske ressurser) er ikke nødvendigvis bærekraftig i den sammenheng det forekommer. VA-bransjen har - som all annen virksomhet - en forpliktelse til å tenke bærekraft i sin utvikling.

I fremtiden vil det derfor bli en utfordring å finne fram til de mest bærekraftige rensetekniske løsningene, noe som f.eks. betyr innsats for å fremme "energigjerrige" løsninger, løsninger hvor energi og stoff kan gjenvinnes og løsninger som krever minst mulig av økonomiske ressurser. Dette kan også innebære at vi på lang sikt kan bevege oss mot en "alternativ" VA-teknikk med større grad av kilde-separasjon etc

Det er grunn til å tro at det neste århundrede vil stå i "gjenvinningens" tegn og det kan bli et mål for avløpsrenseteknikken å utvikle løsninger som på alle måter er selvforsynte på grunnlag av de ressurser (stoff og energi) som tilføres gjennom råvannet.

FoU-behov

Som en følge av det som er anført ovenfor, er det grunn til å tro at det største FoU-behovet vil ligge innenfor følgende områder :

- renseteknologi for utslipp til kystområder (rimelig gode resipienter)
- minimalisering av driftskostnader ved avanserte renseanlegg
- minimalisering av slamproduksjon ved renseanlegg
- utvikling av bærekraftig renseteknologi.

Renseteknologi for kystområder.

Det tenkes her på metoder som tilfredsstiller EU's avløpsdirektiv og som altså går betydelig lenger enn de mekaniske renseanleggene (sil-anleggene) som ofte benyttes idag.

Det er ingen tvil om at vi har hatt gode erfaringer med kjemiske rensanlegg for de avløps-situasjonene vi ofte finner langs kysten (tynt vann, dårlig ledningsnett, mye nedbør), og det er viktig at vi får aksept for at kjemiske anlegg tilsvarer det nivå som EU- direktivet omtaler som "secondary treatment" og som de fleste setter synonymt med (høybelastet) biologisk rensing.

Hovedproblemet med kjemiske rensanlegg er imidlertid at de produserer mye slam. Når det dessuten ofte strengt tatt ikke er nødvendig å fjerne fosfor, vil det være behov for å utvikle

metoder som gir en høy SS-fjerning (> 85 %) og en rimelig høy BOD-fjerning (> 70 %). Erfaringene våre fra kjemiske renseanlegg vil komme til nytte her. Kanskje vil vi klare dette med andre koagulanter (f.eks. naturlige eller syntetiske, organiske koagulanter). Det er også behov for utvikling av høybelastede separasjonsteknikker for dette formål.

Et alternativ her er utvikling av høybelastede biologiske teknikker, sannsynligvis i form av biofilmprosesser.

Minimalisering av driftskostnader på avanserte renseanlegg.

Kostnadene forbundet med rensingen blir et stadig viktigere punkt. Det blir nødvendig med FoU for å :

- a. redusere kjemikalieforbruket (både koagulant og karbonkilde)
- b. redusere slamproduksjonen
- c. redusere energiforbruket

Minimalisering av slamproduksjonen.

Dette punktet må ses i sammenheng med punktet over. Forskningen her kan rettes mot :

- a. Optimalisering av bruken av koagulant og flokkulant
- b. Hydrolyse av slam med tanke både på produksjon av karbonkilde og volumreduksjon
- c. Termiske teknikker med tanke på volumreduksjon (Hydrolyse/tørking)

Det er slags uoffisielt forbud mot bruk av slamforbrenning i Norge. Det har imidlertid skjedd en kraftig teknologiutvikling på dette området ute i verden og vi bør se nærmere også på denne metoden, spesielt i lys av et bærekraftig totalkonsept.

Utvikling av bærekraftig renseteknologi

I dette ligger det forskning på :

- Systemer/prosesser som gir mindre energiforbruk
- Systemer/prosesser som kan føre til gjenbruk av ressurser

For å analysere slike systemer, blir det nødvendig å gjennomføre livstidsanalyser og dette redskapet vil få en stadig bredere plass i forskningen. Dette er kun en del av den generelle forskningen om framtidens VA-teknikk som nå er i ferd med å ta om seg (se senere).

UTVIKLINGSTREKK OG UTFORDRINGER I VANNFORSYNINGSTEKNIKKEN

Vannkilder og vannkvalitet

Dagens situasjon

Norge er meget begünstiget mht tilgang på vann til vannforsyningsformål. Situasjonen fra naturens side er imidlertid betydelig bedre når det gjelder mengden av vann enn når det gjelder kvaliteten av vann. Til alminnelig vannforsyning leveres totalt ca 840 mill. m³ vann hvert år, som representerer kun ca 2,5 promille av den årlige nedbøren. Av dette er 790 mill. m³/år overflatevann (94 %) og 50 mill m³/år grunnvann (6 %).

Vannverksregisteret ved Folkehelse har pr dags dato (1996) registrert ca 1500 vannverk, se tabell 4. Ved Vannverksregisteret ble det satt en nedre grense for vannverksstørrelse på 100 personer, men det viser seg at 87 av de registrerte vannverkene oppgir et lavere persontall enn dette. Det er grunn til å tro at vi har langt flere anlegg for < 100 personer. Det er fortsatt noen få kommuner som ikke har svart vannverksregisteret og det er også enkelte kommuner som ikke har oppgitt alle vannverk. Totalt kan man regne med at man har et sted mellom 1500 og 1600 vannverk i Norge > 100 pe i tillegg til et stort antall småvannverk (< 100 pe).

Tabell 4 Vannverk i Norge registrert i Vannverksregisteret, fordelt etter størrelse

Anleggsstørrelse (pe)	Antall vannverk	Antall personer tilknyttet
< 100	> 87	ca 5.000
100 - 1.000	961	315.000
1.000 - 5.000	297	590.000
5.000 - 10.000	63	390.000
10.000 - 20.000	44	570.000
> 20.000	40	1.880.000

De ca 1500 vannverkene som er registrert i vannverksregisteret, har leveranse av vann til 3,7 - 3,8 mill. mennesker, dvs til ca 86 % av befolkningen. Av de ca 1500 registrerte vannverk her i landet, er ca 1000 kommunale/interkommunale, 490 private og 5 statlige vannverk.

Dette gjelder vannverk som forsyner befolkningen. I tillegg kommer ca 20 interkommunale vannverk som forsyner kommunale vannverk, og som alle erstør, slik at vi altså har ca 60 vannverksenheter > 20.000 pe. Grunnen til at disse ikke er tatt med i tabellen, er at man ville ha antall personer tilknyttet korrekt. Om man førte inn de interkommunale vannverkene, ville man regne de abonnentene som får vann fra disse, to ganger.

Tabell 5 viser fordelingen av vannkildene på registrerte vannverk i Norge. Vi ser at overflatevannkildene står for ca 72 % av antall vannverk, ca 92 % av antall personer som forsynes og ca 94 % av vannmengden som leveres.

Tabell 5 Oversikt over registrerte drikkevannskilder i Norge

Type av vannkilde	Antall vannverk	Antall personer forsynt	Vannmengde levert (m ³ /år)
Innsjø/tjern	647 (44,2 %)	3.285.000 (76,6 %)	710 * 10 ⁶ (84,5 %)
Elv/bekk	412 (28,1 %)	650.000 (15,2 %)	80 * 10 ⁶ (9,5 %)
Grunnvann	405 (27,7 %)	360.000 (8,4 %)	50 * 10 ⁶ (6,0 %)
Totalt	1464 (100 %)	4.290.000 (100 %)	840 * 10 ⁶ (100 %)

Selv om det altså er et relativt stort antall grunnvannsverk, er bruken av grunnvann i Norge beskjeden. Grunnvannsanleggene er små. Kun ett vannverk, Kilemoen ved Hønefoss, forsyner mer enn 20.000 pc. Grunnvannsproduksjonen utgjør derfor kun ca 6 % av den totale produksjon og bare ca 8,5 % av befolkningen mottar grunnvann. Det finnes et sted mellom 50.000 og 150.000 enkelthusforsyninger basert på grunnvann.

Hovedproblemene med vannkvaliteten i det norske overflatevannet er at vannet ofte har :

- høyt humusinnhold (dvs at vannet har høyt fargetall og høy TOC)
- høyt bakterieinnhold (dvs at vannet ikke er hygienisk tilfredsstillende)
- lav pH, alkalitet og kalsium-innhold (dvs at vannet er korrosivt)

Overflatevann som tas fra elver og bekker er i tillegg i flomperioder preget av partikulært materiale.

Grunnvannet som benyttes i de registrerte vannverk, er vanligvis av god hygienisk og bruksmessig kvalitet, men også dette er preget av å være surt og mineralfattig (korrosivt). Unntak finnes i de deler av landet hvor det er kalkbergarter i grunnen. Den overveiende delen av grunnvannet som benyttes i de registrerte vannverk, er elvebankinfiltret vann, dvs det er elvevann som filteres gjennom løsmasser i elvestrandsonen mot grunnvannsbrønner plassert et stykke inn på land. I følge europeiske definisjoner, er ikke dette vannet anerkjent som riktig grunnvann, men i norske statistikker har det fått en slik betegnelse. Der infiltrasjonsvannet eller løsmassene inneholder større mengder organisk materiale, vil man til enhver tid eller periodevis kunne oppleve oksygensvikt i grunnvannet. Dette kan føre utløsning av jern og mangan, samt sulfiddannelse.

Mange av de minste grunnvannsanleggene er basert på fjellbrønner hvor vannets oppholdstid før det når brønnen er meget kort. Slikt grunnvann er mer å sammenligne med tilsvarende overflatevann.

De problemer med kvaliteten som man kan oppleve i det norske grunnvannet er derfor at vannet ofte har :

- høyt jern- (og ofte mangan-) innhold og lavt oksygeninnhold (dvs at utfellinger av jern og mangan kan skje på nettet)
- lav pH, alkalitet og kalsium-innhold (dvs at vannet er korrosivt)
- i mange fjellbrønner kan vannet ha høyt bakterieinnhold (dvs at vannet ikke er hygienisk tilfredsstillende).

Årsaken til at man her i landet har en såpass lav utnyttelse av grunnvann til drikkevann, skyldes dels at vi har hatt god tilgang på overflatevann av akseptabel kvalitet mange steder og dels at tilgangen på grunnvann av akseptabel kvalitet er begrenset mange steder. En større del av befolkningen (25-30 %) kan imidlertid forsynes med grunnvann og økt oppmerksomhet har ført til at bruk av grunnvann må forventes å øke i de nærmeste år.

Vannet som leveres fra svært mange av vannverkene har fra naturens side en relativt god fysisk/kjemisk kvalitet. Dette har resultert i at man i relativt liten utstrekning har tatt i bruk vannbehandling her i landet. På grunn av den råvannskvaliteten som er beskrevet over, ligger det imidlertid an til en meget kraftig økning av vannbehandlingen i Norge først og fremst for å desinfisere, fjerne humus og endre sammensetningen på vannet for å hindre korrosjon. I en rekke grunnvann-situasjoner vil dessuten fjerning av jern være nødvendig.

Vi har vært i en situasjon i Norge at vi har kunnet prioritere bruk av vannkilder som er lite påvirket av menneskelig aktivitet og forurensninger. Kun 30-40 % av vannverkene har idag restriksjoner på bruk av råvannskilden. Vi må imidlertid regne med at alt overflatevann og store deler av grunnvannet er utsatt for mikrobiologisk forurensning fra avføring fra mennesker og dyr. I de senere årene er det påvist at også ville fugler som lander/oppholder seg på vannoverflaten, vil kunne smitte ned kilden. *Campylobacter* er f.eks. en forholdsvis vanlig smitteorgansime som kan overføres fra ville fugler. Det er vist at mer enn 25 % av landets måker er bærere av denne bakterien.

Sannsynlige utviklingstrekk

I og med at hovedproblemene med kvaliteten av råvannet til norsk drikkevann i det vesentligste er naturlig og ikke menneskeskapt, er det lite trolig at situasjonen vil bedre seg over tid. Det er derimot grunn til å tro at vannkildene i større grad vil bli utsatt for forurensning både lokalt, men ikke minst langtransportert (lufttransportert). Når det gjelder lokal forurensning er overflatevann fra elver og bekker samt grunnvann i løsmasser mest utsatt.

Vi vil måtte vente at vannverk som bruker elver og bekker som kilde, verken vil tilfredsstille fysisk/kjemiske eller hygieniske krav til drikkevann og at de derfor må gjennomgå omfattende behandling. Vannverk som benytter store dype innsjøer vil fortsatt ha best beskyttelse av vannkilden sammen med vannverk som benytter store, godt beskyttede grunnvannsforekomster. Diffus forurensning vil imidlertid kunne føre til at relativt godt beskyttede innsjøer blir plaget av algevekst noe som vil kunne kreve omfattende behandling eller at inntakene legges på store dyp. Vannverk som benytter små innsjøer og tjern vil ofte måtte fjerne humus og vannverk som benytter grunnvann vil svært ofte måtte fjerne jern (og evt mangan).

Fremtidige utfordringer

Det er grunn til å være spesielt på vakt overfor muligheten av forurensning av grunnvannsmagasiner med organiske mikroforurensninger i form av plantevernmidler fra jordbruket og nedgravde kjemikalielagre (oljetanker etc). I mange land går en i stadig sterkere grad bort fra grunnvann som vannkilde som følge av slik forurensning.

Med de nye drikkevannsforskriftene skal alt drikkevann være desinfisert, uavhengig av vannkilden. Det er likevel grunn til å velge vannkilder som er mest mulig beskyttet mot bakteriell forurensning.

I større grad enn tidligere vil fokus rettes mot endringer av vannkvalitet på ledningsnettet. Vannets kjemiske og biologiske stabilitet endres ved ulike behandlingstiltak og det må derfor arbeides med fremskaffelse av kunnskap og forståelse for hvordan både vannbehandlingsprosessene og de prosessene som skjer på ledningsnettet påvirker vannets stabilitet.

Fou-behov

Et av de klareste FoU-behov er en kartlegging av tilstanden i norsk vannforsyning, herunder råvann- og rentvannskvaliteten. Det hører ingen sted hjemme at en slik detaljert dokumentasjon ennå ikke foreligger. Det kan hevdes at mye data er innsamlet av en rekke institusjoner og av en rekke interessenter over en årrekke, men det er ganske enkelt uholdbart at en ikke kan fremlegge en detaljert oversikt over råvanns- og rentvannskvaliteten i de norske vannverk.

Det vil være viktig å utvikle, skaffe kunnskap om og å ta i bruk analysemetoder for deteksjon av mikroforurensninger av ulike slag. Dette er et nytt felt i Norge. Det er bare et fåtall analyselaboratorier som kan utføre slike analyser med det resultat at slike analyser sjelden gjennomføres og at vannkvalitetstilstanden i realiteten er ukjent. Jo mer mediaoppmerksomhet vannforsyningen får, jo mer vil publikums krav til dokumentasjon av vannkvalitet øke.

Det vil videre være nødvendig å utvikle kunnskapsgrunnlaget for helsemessige og helserelevante parametre som inkluderes av krav- og normverdier, og de som i fremtiden burde inkluderes blant slike verdier.

Et særlig viktig felt blir forskning omkring vannkvalitetsendringer på ledningsnettet både de som har sitt opphav i kjemiske omsetninger, først og fremst korrosjon, og de som er forårsaket av mikrobiell vekst på ledningsnettet.

Behandling av drikkevann

Dagens situasjon

Det skjer en kraftig utbygging av vannbehandlingsanlegg i disse dager og det er ikke lett å få fram en pålitelig statistikk. Med utgangspunkt i SIFF's vannverksregister viser tabell 6 en oversikt over den vannbehandlingen som var registrert i 1994.

I tabellen blir summen av antall personer større enn antall personer tilknyttet ledningsnett, se tabell 4. Dette kommer sannsynligvis av at for antall personer forsynt, summeres de vannverk som får vann fra interkommunale vannverk både som leverende og mottakene vannverk, dvs at endel personer blir regnet to ganger. For å få en noenlunde korrekert oversikt, er det derfor også regnet ut prosentandeler av totalantallet.

Det fremgår at det er en meget stor andel av vannverkene som ikke behandler vannet på tross av at drikkevannsforskriftene nå fordrer dette. De 475 vannverkene som har desinfeksjon dekker imidlertid ca 50-60 % av befolkningen. Det er omlag like mange anlegg som desinfiserer med klor som med UV, men UV-anleggene er små og representerer under 10 % av befolkningen, mens kloranleggene representerer ca 50 %. Ut fra dette er det over 900 vannverk for > 100 pe som har behov for desinfeksjonsanlegg.

Tabell 6 Vannbehandling i Norge (1994)

Behandlingsmetode	Antall anlegg	Antall personer tilknyttet	(% av total)
Siling	359	3.580.000	(75,6 %)
Klorering	236	2.310.000	(48,8 %)
UV-bestråling	239	330.000	(7,0 %)
Alkalisering	204	2.000.000	(42,3 %)
Koagulering	45	960.000	(20,3 %)
Ioncbyting	17	17.000	(0,4 %)
Lufting	49	620.000	(13,1 %)
Membranfiltrering	11	7.000	(0,1 %)
Jernfjerning	4	14.000	(0,3 %)
Ozonering	2	90.000	(1,9 %)
Totalt	632	4.730.000	(100,0 %)

Med utgangspunkt i den vannkvalitet som vi har beskrevet over, er det et forholdsvis lite antall anlegg i Norge som har en mer videregående behandling. Ca 600 anlegg har behov for slik omfattende behandling med utgangspunkt i den vannkilden de har idag.

Generelt uttrykt er det et stort behov i Norge for vannbehandling for å :

- Hygienisere vannet - ca 40 % av befolkningen mottar ikke-desinfisert vann
- Fjerne humus - ca 25 % av befolkningen og ca 50 % av alle vannverk har for høyt humusinnhold
- Redusere vannets korrosivitet - ca 90 % av befolkningen får et vann som må antas å være korrosivt
- Fjerne jern og mangan - spesielt i grunnvann som også trenger oksygenering

De fleste av vannkildene i Norge er lite forurensede. En del større elvevannverk, spesielt i Østfold og Akershus, som i tillegg til en uheldig naturlig vannkvalitet, også er forurensede pga utslipp, krever mer omfattende behandling slik vi kjenner det fra en rekke andre land.

Oversikten som er gitt i tabell 6 er tatt fra vannverksregisteret til SIFF og representerer situasjonen i 1994. Det foregår for tiden en betydelig utbygging av vannbehandlingsanlegg i Norge, spesielt for fjerning av humus. I tabell 7 er det gitt en fordeling av humusfjerningsanlegg i Norge, slik situasjonen, basert på egen oversikt, kan antas å være idag.

Tabell 7 Antatt fordeling av humusfjerningsanlegg i Norge idag (1996)

Behandlingsmetode	Antall anlegg
Koagulering/direktefiltrering - tradisjonell	ca 60
Koagulering/direktefiltrering på marmorfilter	ca 5
Membranfiltrering	ca 30
Ionebytting	ca 10
Ozonering/biofiltrering	1
Totalt	100 - 110

Sannsynlige utviklingstrekk

I og med at råvannskvaliteten ikke kan forventes å forbedre seg, blir behovene for behandlingstiltak i fremtiden om lag de samme som idag. Forskjellen er at vi i betydelig sterkere grad vil måtte sette inn tiltak der vannet ikke tilfredstiller vannkvalitetskriteriene. Dette innebærer en ganske massiv innsats når det gjelder bygging av vannbehandlingsanlegg i de kommende år.

Utviklingen vil bli dominert av framveksten av metoder for å løse de problemer som vi allerede har nevnt. Med den vannforsyningssituasjonen som vi har idag, er det ikke grunn til å tro at nye og idag ikke kjente tiltak vil bli nødvendige - muligens med ett unntak : fjerning av organiske mikroforurensninger. Ordet "muligens" benyttes her rett og slett fordi vi ikke vet hvordan situasjonen på dette området er i Norge. Vi kan imidlertid anta at bortsett fra i de forurensede elvevannkildene, så er forekomsten av tilførte organiske mikroforurensninger i form av pestisider etc moderat i de fleste drikkevannskilder i Norge. Deteksjonen av plantevernmidde-reste r i grunnvann enkelte steder, viser imidlertid at det all mulig grunn til å ha oppmerksomheten rettet mot denne problemstillingen.

Oppmerksomheten omkring dannelsen av klorerte, organiske forbindelser som følge av klorering av humusvann vil øke. Det er grunn til å tro at et mer omfattende datamateriale vil avdekke høye konsentrasjoner enkelte steder, særlig etter at vi nå har fått et krav til resiklor. Likeledes er det grunn til å forvente at forekomsten av organiske mikroforurensninger, som har sitt opphav i algeproduksjon (lukt og smaksstoffer og algetoksiner), også vil tilta, spesielt i de forurensede vannkilder (primært elvevannkildene og enkelte innsjøer).

Pga øket energipris vil vi se en øket bevissthet omkring valg av metoder som benytter lite energi. Dette kan f.eks. føre til at membranfiltrering, som er sterkt på fremmarsj i Norge idag, kan møte en motbakke, spesielt på store og mellomstore anlegg, mens f.eks. biologiske metoder igjen kan komme til anvendelse. Vurdering av energi-forbruk og bærekraft vil imidlertid måtte vurderes i et livssyklus-perspektiv (fra vugge til grav - perspektiv).

Ved mange av de små vannbehandlingsanleggene, er det vanskelig å oppnå en god driftsstabilitet, først og fremst fordi råvannskvaliteten varierer så mye over året. Krav om økt effektivisering vil sannsynligvis føre til redusert bemanning som i sin tur vil føre til større grad av automasjon og

fjernkontroll av anleggene. Det er ikke åpenbart at dette er en god utvikling med tanke på økt driftsstabilitet og vi står overfor en stor utfordringer her, spesielt ved de små anleggene.

Det er grunn til å tro at man både i Norge og i andre land ønsker å bevege seg i en retning der vannbehandlingen i minst mulig grad krever kjemikalier tilsatt. Dette kan innebære at vi vil oppleve at bruk av klor reduseres sterkt, for å forhindre dannelsen av klorerte, organiske forbindelser, slik vi har sett det i Holland. Dette krever andre desinfeksjonsløsninger og vi vil sannsynligvis oppleve at bruken av ozon øker med den følge at biologiske metoder for å sikre biostabiliteten vil komme til anvendelse.

Fortsatt vil humusfjerning, korrosjonskontroll og desinfisering står i fokus. Innen humusfjerning har membranfiltreringsmetoden vind i seilene idag. Om den fortsatt vil ha det, vil avhenge av en rekke forhold, bl.a. kostnadsutviklingen, primært utviklingen av energiprisen.

De andre humusfjerningsmetodene vil fortsatt utvikles og for de største anleggene er det mest sannsynlig at metoder basert på koagulering/filtrering vil ha en dominerende stilling også i fremtiden. Internasjonalt er det en betydelig interesse for biologiske behandlingsmetoder. Disse vil også kunne bli tatt i bruk i Norge, f.eks. i kombinasjon med for-ozonering. Det gir mulighet for et totalbehandling (humusfjerning og desinfeksjon) uten bruk av tilførte kjemikalier.

Fremtidige utfordringer

Den største utfordringen innen vannbehandlingsområdet er egentlig å få brakt omfanget av vannbehandling opp på et nivå som tilfredsstiller myndighetenes vannkvalitetsstandarder. Dette er mer et økonomisk og organisatorisk spørsmål enn et teknisk spørsmål. I de aller fleste tilfeller finnes det tilgjengelig teknologi for å klare oppgavene. Utfordringen blir altså å finne fram til hensiktsmessige finansieringsordninger og utbyggingsformer for vannbehandlingsanlegg som er slik at de både løser de vannbehandlingsbehovene landet står overfor og samtidig bidrar til kunnskapsoppbygging og teknologiutvikling.

Det at teknologi allerede finnes for å løse de presserende problemene, utelukker ikke at det er behov for betydelig teknologiutvikling i tiden som kommer. Utfordringen blir å komme fram til metoder som både er gode og sikre i et langt perspektiv og som samtidig er preget av en lav kost/nytte faktor. Det er imidlertid viktig å ha klart for seg at teknologiutvikling tar tid og at man derfor bør ha et rimelig langt perspektiv på etableringen av en ny teknologi.

Som eksempel på dette kan nevnes den FoU-innsats vedrørende humusfjernings-metoder som skjedde i NTH/SINTEF-miljøet på slutten av 70- og begynnelsen av 80-tallet. Det at vi idag har teknologi tilgjengelig for å håndtere humus-problemene i norsk vannforsyning, skyldes ikke minst den innsatsen som da ble gjort innen FoU.

Det er vanskelig å si hvordan utviklingen av membranfiltrering vil være i Norge. Metoden har en rekke fordeler og egner seg godt for de mange små humusvannverk. Usikkerheten knytter seg først og fremst til kostnaden forbundet med metoden, først og fremst driftskostnadene (både behovet for membranutskifting og energiforbruket). Det er grunn til å tro at nye og bedre membraner vil utvikles og at membranprisen vil synke. Like sannsynlig er det, imidlertid, at energiprisen vil øke. Norge er imidlertid i ferd med å skaffe seg en ledende posisjon på bruk av membranfiltrering på humusvann og det bør derfor satses på denne metoden fremover, uten at dette bør komme til foretrengsel for andre metoder med lavere kostnad.

Det knytter seg også usikkerheter til disponering av skylle- og vaskevannet fra membran-rengjøring. Ved bruk av klor til slik rengjøring, vil det dannes klorerte organiske forbindelser som ikke uten videre bør slippes ut i naturen. Problemene med avfallsstoffene fra vannbehandlingen kommer generelt sett til å komme mer i fokus og det ligger en betydelig utfordring i å møte disse problemene på en god måte. Både ved ionebytting, koagulering og membranfiltrering får vi et problematisk avfallsprodukt som det må tas hånd om. Også på dette området kan de biologiske metodene ha fordeler som det er verd å legge vekt på.

Ved at kravene til drikkevann nå gjelder det vann som leveres hos forbruker, vil det ligge en betydelig utfordring i å sørge for at den vannkvalitet som forelater behandlingsanlegget også kan opprettholdes fram til forbruker. Vannet må i så fall være kjemisk og biologisk stabilt. Vannet vårt er slik at vi kan vente mer dramatiske endringer på ledningsnettets enn det man kan vente i de fleste andre land.

FoU-behov

Man bør satse på en kontinuerlig pågående forskning omkring behandlingsmetoder som spesielt tar sikte på det typiske, bløte, sure, humusholdige vannet som er så vanlig i Norge, både fordi dette er et meget komplisert vann å behandle og fordi det utvilsomt er store gevinster å hente i forbedrede teknologier og driftsoptimalisering. Et overordnet mål for dette Fou-arbeidet må være å minimere ressursbehovet samtidig med å optimalisere driftssikkerheten.

Sentrale problemstillinger vil være :

- sikring av hygieniske barrierer uten dannelse av uønskede desinfeksjonsbiprodukter
- fremskaffelse av kunnskap og forståelse for mikrobiell omsetning av og endring av organisk stoff (humusstoffer) både i de ulike vannbehandlingsprosessene og ute på ledningsnettets - biostabilitet
- fremskaffelse av kunnskap og forståelse for kjemisk omsetning både i de ulike vannbehandlingsprosessene og ute på ledningsnettets - kjemisk stabilitet
- videre utvikling av metoder for humusfjerning
- videre utvikling av metoder for korrosjonskontroll
- alternative desinfeksjonsmåter (erstatning for klor)

Transport og fordeling av drikkevann

Dagens situasjon

Det foreligger i forbindelse med vannverksregistreringen opplysninger om ledningsnettets i 1355 vannverk, som leverer vann til ca 3,5 mill abonnenter. Av dette materialet fremgår det at total lengde av ledningsnettets i Norge er ca 34.500 km hvorav 3.200 km utgjøres av asbestsementrør, 13.200 km av jern/stål-rør, 11.900 km av PVC-rør, 4.700 km av PEL-rør, 30 km av GUP-rør og ca 1300 km av annet eller ukjent materiale. I tillegg kommer alle private stikkledninger som totalt kan representere en like stor lengde, samt husinstallasjoner og rør innomhus

500 km av ledningsnettets (i 41 anlegg) er lagt før 1910, 1600 km er lagt i årene 1910 til 1940, 10.000 km er lagt i årene 1940-1970 og 18.700 km er lagt etter 1970. Det betyr at ca 3.700 km har en alder som vi ikke kjenner.

Ledningsnettet i ulike vannverk er av sterkt varierende kvalitet. Dårlig arbeid i forbindelse med legging av rør, tilbakefylling av uegnede masser, materialkvalitet på rør som har vært uegnet for den vannkvalitet som røret skulle transportere, dårlig materialkvalitet, dårlig korrosjonsbeskyttelse og korrosivt vann, er årsakene til at man idag opplever økende problemer med vannledningsnettet.

Spesielt ser man problemer med de ca 7000 km asbestsementrør som er lagt, særlig de uten innvendig beskyttelse. Plastrør må fortsatt, i et livsløpsperspektiv, oppfattes som å være "nye på markedet" og erfaringene er derfor begrensede. Tretthetsbrudd i trykkledninger av plast er imidlertid erfart av flere vannverk.

Store lekkasjer og gjengrodd rør fører til at mange abonnenter periodevis ikke får vann med tilstrekkelig høyt trykk. Leveringssikkerheten er redusert og mulighetene for innsug av forurenset vann ved reparasjoner eller ved undertrykk på ledningsnettet øker. Mange vannverk, som har hatt god kildekapasitet, har i mange år akseptert store lekkasjer som følge av at de ikke har hatt noen vannbehandling slik at kostnaden forbundet med levering av én m³ vann har vært liten. Disse vannverkene vil oppleve store økninger i vannprisen fordi de vil måtte forbedre vannkvaliteten gjennom behandling. Pga dyrere vannbehandling, må man også redusere lekkasjene og dermed vil man også måtte forbedre ledningsnettet.

Sannsynlige utviklingstrekk

Som følge av de nye drikkevannsforskriftene er nå vannverkseier ansvarlig for kvaliteten av vannet levert ved abonnent. Behovet for å kunne holde kontroll med vannets kjemiske og biologiske stabilitet for å hindre vannkvalitetsforringelse på vannets veg fram til forbrukeren, vil fremstå som en stor utfordring for vannverkseierne i fremtiden.

En økning i utbygging av vannbehandlingsanlegg vil gi økende fokus på vannledningsnettes tilstand. Etterhvert som graden av vannbehandling økes, vil lekkasjesøking og rehabilitering måtte få et stadig større omfang, idet kostnaden som tapet representerer, øker på samme måten som behandlingskostnaden.

Fremtidige utfordringer

Det er åpenbart at vi står overfor en kraftig rehabiliteringsinnsats når det gjelder vannledningsnettet. Det er f.eks. ting som tyder på at støpejerns- og stålrør lagt rett etter krigen er av mye dårligere kvalitet enn fra andre perioder. På denne tiden ble krigsmateriell omstøpt og sannsynligvis også benyttet i rørproduksjonen.

Når det gjelder selve materialteknologien (rørene) står vi også overfor utfordringer. Det er lite trolig at et lite land som Norge kan få dominerende innflytelse på utviklingen av rørteknologien, men på enkelte områder er det all mulig grunn til at vi skal ligge i fronten. F.eks. gjelder det rør av termoplast og komposittplast. Det er mange gode grunner til at man benytter plastrør i Norge, men vi må sikre oss at materialegenskaper og dimensjoneringsregler er tilpasset norske forhold. Det burde være en felles oppgave blant vannverkseiere og rørprodusenter å forbedre kvaliteten på plastrør, f.eks. å forbedre termoplastrørs evne til å motstå sprøbrudd.

FoU-behov

Det er et stort behov for utvikling av modeller for vannkvalitetsendringer på ledningsnett som tar hensyn både til hydrauliske, kjemiske og biologiske forhold.

Videre må det foregå et kontinuerlig arbeid med etablering av kunnskap og forståelse av korrosjon på ledningsnett og av faktorer som påvirker korrosjon. Det må også i langt sterkere grad enn hva som er tilfellet dokumenteres i hvilken tilstand ledningsnettet har og utarbeides strategier som motvirker forfall i ledningsnett.

Det bør skje en utvikling av rørmaterialer og rørtyper som er spesielt tilpasset de norske forhold, både hva angår vannkvalitet, rørdimensjon, leggemåte og driftsopplegg.

STRATEGIER FOR Å NÅ MÅLET OM ET BÆREKRAFTIG VA-SYSTEM

Innen alle områder har vi en forpliktelse til å søke å bevege oss i en bærekraftig retning. Det gjelder også VA-teknikken. For å nå målet om en bærekraftig VA-teknikk, kan vi sette opp noen veiledende prinsipper og mål for arbeidet med mer ressurs-effektive VA-systemer som i fremtiden opprettholder den høye hygieniske og forurensningsmessige standard som det norske VA-publikum nyter godt av idag.

Strategiske prinsipper på ulike områder

Eksempler på strategiske prinsipper kan være :

Helse og livskvalitet

- VA-systemene skal gi tilstrekkelig forsyning av drikkevann med en kvalitet som minst møter kvalitetsnormene.
- Vannbårne sykdommer skal forhindres gjennom adekvat vannkvalitetskontroll og tilstrekkelige vannbehandling
- Forvaltning av vannressursene skal inkludere menneskenes behov for kontakt med rent vann i naturen og i tilrettelagte rekreasjonsområder

Naturmiljøet

- Den naturlige vannkvalitet som finnes i overflatevann og grunnvann skal opprettholdes, og om nødvendig restaureres for å nå de langsiktige målene med det naturmiljøet som overlates til våre etterkommere
- Uttak av grunnvann til vannforsyning skal ikke være større enn at grunnvannsnivået kan opprettholdes - uten å synke over tid
- Effektiv kildekontroll og forbud mot utslipp av toksiske og persistente stoffer må gjennomføres

Ressursene

- Avløpsvann må betraktes som en kilde til ressursgjenvinning og prosesser og utstyr må utvikles for gjenvinning av stoffer og energi fra avløpsvannet
- Metoder må utvikles for integrasjon av avfallsstrømmene i avløpsvann og i fast avfall
- Metoder må utvikles for effektiv bruk og gjenvinning av ressurser i slam og slambaserte produkter. Slam må ikke tillates deponert før ressurspotensialet er utnyttet

Forholdet til publikum

- De fremtidige VA-systemene må sørge for at publikum får dekket sine VA-behov på en kostnadseffektiv og bærekraftig måte. Dette krever at metoder for evaluering av kostnadseffektivitet og bærekraft innen VA-bransjen utvikles
- VA-bransjen må, for å etablere tilstrekkelig nær kontakt med publikum, oppmuntre og inspirere til offentlig engasjement og medvirkning i VA-tekniske spørsmål
- Samarbeid må utvikles mellom VA-brukere, VA-verk-eiere og andre aktører i forvaltningen av de urbane vannsystemene.

Særlig viktige forskningsområder

For at vi skal kunne følge opp de mål og prinsipper som er lagt til grunn i arbeidet mot en bærekraftig VA-bransje, er det enkelte forskningsområder som peker seg ut som særlig viktige. Disse skal kort omtales i det følgende i form av en rekke spørsmålsstillinger.

Urbane vannsykluser

Det er et overskudd av vann i de fleste regioner i Norge selv om det til tider og i spesielle regioner kan være vannmangel.

Skal det at vi normalt har et overskudd av vann, lede oss i retning av enda større vannbruk, f.eks. ved at vi lar være å tette lekkasjer fordi dette er billigst, eller vil bærekraftighetsanalyser føre til at også vi bør legge opp en vannforbrukspolitikk som inspirerer til vannsparing? Vil behovet for redusert energiforbruk lede oss i retning av redusert varmtvannsforbruk som i sin tur vil redusere det totale vannforbruk? Er publikum villig til å akseptere et lavere vannforbruk?

I hvilken grad vil det oppstå VA-tekniske problemer (rørsprenget pga frost, avsetninger i avløpsnett etc) dersom vannforbruket (og dermed avløpsmengden) reduseres drastisk?

Det er ingen tvil om at det på den globale scene er et akutt behov for gjenbruk av vann. Kan dette også bli et behov under norske forhold? Kan man tenke seg, som et resultat av bærekrafts-tankegangen, at vi på det lokale plan i større grad vil gå inn for gjenvinning av vann, f.eks. bruke rensset avløpsvann/gråvann til irrigasjon, bilvask osv, eller vil en analyse vise at slik bruk, alle forhold tatt i betraktning, ikke er bærekraftig under norske forhold?

Dagens avløpssystemer er basert på fellessystemet eller separatsystemet eller en blanding av de to. Mens trenden på 60- og 70-tallet var i favør av omlegging fra fellessystemet til separatsystemet, har trenden, i alle fall i enkelte storbyer, vært å gå tilbake til fellessystemet som en følge av erkjennelsen av forurensningene fra overvann. I hvilken grad begrenser forurensninger i overvann utnyttelsen av overvannet i våre tettsteder til rekreasjon, parkanlegg, vaskeanlegg etc på en miljømessig, hygienisk og økonomisk betryggende måte?

Gjenvinning av næringsstoffer

Idag betraktes kommunalt avløpsvann i hovedsak som et problematisk avfall som man må finne en akseptabel disponering av. Avløpsvannet er imidlertid en bærer av ressurser som kan la seg gjenvinne. Blant slike ressurser er næringsstoffer (organisk stoff, fosfor og nitrogen) og energi. Idag utnyttes disse ressursene primært i form av bruk av slam i jordbruket. Idag ser vi en økende skepsis til slik bruk spesielt blant bønder og forbrukere.

Idag forholder vi oss til slam på en defensiv måte; "Vi har et slam, som er et problem for oss, og vi må finne en måte å bli kvitt det - aller helst på jordbruksareal". Kan det tenkes at vi kan få bedre utnyttelse av næringsstoff-ressursene ved å innta en mer offensiv holdning; "Slammet skal betraktes som et råstoff som næringsstoffer (og energi) skal utnyttes fra". Kan man i fremtiden utvikle et system basert på at interessenter (f.eks. private selskaper) overtar eller "kjøper" slammet fra rensesanleggene for å utvinne kommersielle produkter fra slammet som så selges på det åpne marked?

Hvilke produkter vil det i så fall være lønnsomt og ønskelig å produsere basert på slamressursen? Vil de gjenvunne produkter aksepteres av avtakerne (industrien, landbruket og publikum) og hvilke helsesrisiko er forbundet med bruken av produktene og de metodene som benyttes i gjenvinningen?

Kan vi tenke oss et lokalbasert gjenvinningssystem for næringsstoffer basert på kildeseparasjon (f.eks. urinseparasjon for gjenvinning av nitrogen og kompostering av fæces) og lokal naturbasert behandling av gråvann? I hvilken grad vil VA-systemet som sådant (lokalt, sentralt, separat-system, fellessystem) influere på muligheten til gjenvinning av produkter?

Gjenvinning av energi/energisparring

Energigjenvinning benyttes allerede idag i relativt stor utstrekning både i form av biogass som produseres ved utråtning av slam og i form av utnyttelse av varmepumper på behandlet avløpsvann. Kan vi forbedre teknologien her slik at et større utbytte på gjenvinningen oppnås? Kan vi oppnå større utbytte ved å se behandling av slam og våtorganisk avfall i sammenheng? Bør det utvikles kriterier for valg av metode for utnyttelse av biogassen (varmeproduksjon, elektrisitetsproduksjon, produksjon av metangass til drivstoff etc)? Er slamforbrenning en akseptabel og bærekraftig måte å gjenvinne energi fra slam på?

Varmegjenvinning kan både være lokal (i bygninger) og sentral (utnyttelse av varmepumper). Hva er fordelene og ulempene med lokal kontra sentral varmegjenvinning? Hva vil eventuelt lokal varmegjenvinning medføre når det gjelder lavere omsetning i biologiske renseprosesser som følge av redusert avløpstemperatur?

Energigjenvinning (biogassutnyttelse, forbrenning, varmepumpcutnyttelse etc) innebærer mange interaksjoner med andre sektorer i samfunnslivet. Kan man gjennom institusjonelle og organisasjonsmessige forandringer legge til rette for integrerte løsninger (f.eks. forbrenning av slam og flis, biogassproduksjon basert på slam og våtorganisk avfall etc) som gir en større energigjenvinning enn om hver sektor løser sine oppgaver hver for seg?

Ulike rensemetoder for avløpsvann forbruker ulik mengde energi og gir ulike potensialer for energigjenvinning. Kan vi analysere hvilken rensemetode som gir optimal energibruk (inkludert energigjenvinning) i et "vugge til grav" perspektiv og hvordan kan vi i så fall legge til rette for bruk av disse rensemetodene?

Interaksjoner med andre infrastrukturelementer

De urbane vannsystemene er knyttet opp mot andre infrastrukturelementer (veger, tele, avfall etc), mot landbruket og mot den sosiale sektor. Kan man gjennom sterkere integrasjon mellom vannsystemene og de andre infrastrukturelementene oppnå gevinster som totalt sett leder oss i retning av en mer bærekraftig infrastruktur.

De VA-tekniske systemene er f.eks. påvirket av de VVS-tekniske installasjonene i hus. Hvordan kan VVS-anleggene forbedres for derigjennom å få et bedre og mer bærekraftig VA-system. Kan husinstallasjonene gjøres slik at de lettere legger tilrette for kildeseparasjon? Kan materialvalget i husinstallasjonene være slik at utløsning av metaller og vekst av bakterier (f.eks. Legionella), som påvirker vannkvaliteten i VA-systemet, minimaliseres?

Hvordan påvirkes forbrukerens aksept på alternative VVS-opplegg for muligheten til å gjøre endringer i disse som en følge av ønsket om et mer bærekraftig totalsystem?

Mange eksempler kan gis når det gjelder interaksjoner mellom VA-sektoren og avfall-sektoren både når det gjelder felles behandling, slike som biogassproduksjon av slam og våtorganisk avfall, samkompostering, samforbrenning etc. Er slike sambehandlinger bærekraftige og hvordan kan man i så fall legge opp til mer effektive systemer?

I enkelte land (f.eks. i nabolandet Sverige) har man nå en heftig debatt om bruk av menneskelig avfall i form av urin og fæces, og forsåvidt også slam fra rensesanlegg, direkte i jordbruket, som en følge av stadig større interesse for lokale gjenvinningsløsninger. Hvordan er en eventuell slik jordbruksanvendelse av disse avfallsstrømmene forenlig med de ulike VA-tekniske løsninger (lokal kontra sentral, separatsystem kontra fellessystem etc)? Hva vil jordbrukerne akseptere?

Sosiale og økonomiske aspekter

En endring i retning av mer bærekraftig VA-teknikk, må forventes å kreve endrede forbruksmønstre og endret ressursallokering og dermed også endret livsstil for mange mennesker. Hvordan kan man oppnå en aksept blant folk flest for viktige tiltak i retning av en bærekraftig VA-teknikk, som f.eks. vannsparing, produktkontroll, kildeseparering, energigjenvinning etc? Hvilke økonomiske implikasjoner vil følge av et eventuelt systemskifte? Hvilke livsstils- endringer er en forutsetning for vidtgående systemendringer, som f.eks. urinseparering?

Hvordan kan vi finne fram til kommunikasjonsmåter med publikum som sikrer at systemendringer kan gjennomføres på den måten en har forutsatt? Hva kreves av informasjon? Hvilke økonomiske insentiver må eventuelt settes inn?

Hvordan vil dagligdagse gjøremål som matlaging, vasking (klær, oppvask, gulv etc), bruk av toalett og bad og håndtering av søppel påvirkes av systemendringer som kan tenkes å føre oss i mer bærekraftig retning?

Hygieniske aspekter

Behovet for en bedret hygiene er selve årsaken til at de VA-tekniske systemene vi nå har, ble etablerte. Hva vil skje på det hygieniske området dersom vi nå legger opp til systemendringer? Er det f.eks. akseptabelt med en lokal håndtering av menneskelig fæces og urin?

Hvilke risikoer løper man gjennom de tiltak for gjenvinning (næringsstoff og energi) som er antydnet over? Hvilke kontroll- og målemetoder kreves for at vi skal kunne sikre oss mot epidemier etter en eventuell systemendring? Hvordan skal slik risikoanalyse gjennomføres?

Systemanalyse

En av de aller viktigste forutsetningene for å kunne vurdere om en systemendring er til det bedre i et bærekraftig perspektiv, er at man har utviklet gode systemanalytiske metoder. En systemanalyse av alternative, fremtidige VA-system blir nemlig selve forutsetningen for å kunne vurdere bærekraften av eventuelle systemendringer og deres innflytelse på ressurser, energi, hygiene og miljø.

Hvordan kan material- og energistrømmer estimeres og modelleres med tanke på evaluering av systemløsninger for oppnåelse av et mer bærekraftig VA-system? Hvordan kan vi etablere modeller for sammenheng mellom kostnader og ressursbruk på den ene side, og påvirkning på de naturlige vannsystemene (vannkilde, resipient) på den andre siden? Hvordan kan livssyklus-tankegangen tas i bruk i systemanalysen? Hvordan kan informasjonsteknologien benyttes som et verktøy for å analysere et stort antall systemvarianter?

Institusjonelle aspekter

Hvilken rolle spiller ulike aktører (forvaltning, forskning, undervisning, konsulenter, leverandører, anleggseiere, foreninger etc) i et forandringsscenario i retning av en mer bærekraftig VA-teknikk? Hvilke økonomiske instrumenter står til rådighet for å legge til rette for vannsparing, ressursgjenvinning, energisparing og livsstils-endring? Hvilke endringer i den organisasjonsmessige struktur er nødvendig for å få til endringer? Kan det f.eks. bli nødvendig med en sammenkobling av de ulike infrastrukturetater (elektrisitet, vann og avløp, avfall, tele, etc) for å få til en bedring av energi-gjenvinningen.

OPPSUMMERING

Dette dokumentet viser at vi står overfor store oppgaver innen VA-sektoren i de kommende årtier. Vi arbeider i en bransje som allerede har, og i enda større grad vil få, en helt avgjørende betydning for menneskets liv og helse. Vi må være oss dette ansvaret bevisst og delta i beslutningsprosessen mht hvilke veivalg som må gjøres i tiden som kommer. Vi arbeider med kompliserte økologiske, økonomiske og tekniske spørsmål, og vi må bidra med kunnskap og saklighet i debatten slik at veivalgene ikke avgjøres av populære og korttenkte beslutninger i de politiske fora.

I global målestokk vil gjenvinning av vann representere den kanskje største utfordringen. I vårt land, som er så begunstiget med vann, vil utfordringen først og fremst bli å sørge for at kostnaden forbundet med å forsyne befolkningen med godt drikkevann og å forhindre forurensning av miljøet pga utslipp av avløpsvann, holdes innen akseptable grenser. For å klare dette vil vi måtte :

- i større grad behandle drikkevann
- bedre vannledningsnettets standard (primært hindre vannlekkasjer)
- forbedre avløpsystemets funksjon (mindre lekkasjer, mindre overløpsvann)
- etablere adekvat rensing av alt avløpsvann

Det kan stilles spørsmålstegn ved om vi idag bygger og driver våre VA-tekniske anlegg på den mest bærekraftige måten. I fremtiden vil bærekraftsvurderinger bli like selvfølgelig som økonomiske vurderinger. Både i det daglige arbeide og i fremtidsforskningen må vi derfor legge prinsippet om bærekraft til grunn. Forskning og utvikling vil kreves for å analysere ulike alternative VA-systemer slik at vi kan gjøre de riktige veivalg i tiden som ligger foran oss.

LITTERATUR

Ødegaard, H.: "Norwegian experiences with chemical treatment of raw wastewater". Wat. Sci. Tech. Vol. 25, No. 12, pp. 255-264, 1992.

Ødegaard, H. and Skrevseth, A.F.: "An evaluation of performance and process stability of different processes for small wastewater treatment plants". Proc. IAWQ Int. Spec. Conf. on Small wastewater Treatment Plants, Kuala Lumpur 30.Oct.-1.Nov., 1995.

Ødegaard, H.: "Norwegian Experiences with Small Wastewater Treatment Plants". Proc. International Symposium on the Johkasou System. Japan Education Center of Environmental Education, Tokyo, 30 August, 1996

